

TÓPICOS ESPECIAIS EM **ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

1



ANDREIA ANTUNES DA LUZ
(ORGANIZADORA)

ANDREIA ANTUNES DA LUZ

(ORGANIZADORA)

Editor Chefe:	Profº Dr. Adriano Mesquita Soares
Bibliotecária:	Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347
Capa:	Designed by AYA Editora© Business photo created by bedneyimages - www.freepik.com
Imagem Capa:	
Diagramação:	Ana Lucia Ribeiro Soares
Revisão:	Os Autores

Conselho Editorial

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz - Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chiroli - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Gilberto Zammar - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues - Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak - Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim - Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues - Universidade Norte do Paraná

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes - Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch - Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda - Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Rudy de Barros Ahrens - Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Ma. Sílvia Aparecida Medeiros Rodrigues - Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Sílvia Gaia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues - Instituto Federal de Santa Catarina



© 2020 O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 1

Editor Chefe:	Prof° Dr. Adriano Mesquita Soares
Bibliotecária:	Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347
Capa:	Designed by AYA Editora©
Imagem Capa:	Business photo created by bedneyimages - www.freepik.com
Diagramação:	Ana Lucia Ribeiro Soares
Revisão:	Os Autores

T757 Tópicos especiais em engenharia de produção 1./ Andreia Antunes da Luz
(organizadora.) -- Ponta Grossa: Aya, 2020. 303 p.. -- ISBN: 978-65-88580-09-7

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
DOI 10.47573/aya.88580.2.5

1. Engenharia de produção. 2. Controle de processo. 3. Análise dos
alimentos 4. Controle de qualidade 5. Qualidade dos produtos I. Título

CDD: 658.5

AYA Editora©



+55 (42) 3086-3131



contato@ayaeditora.com.br



<https://ayaeditora.com.br>



Rua: João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
84.071-150

TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ANDREIA ANTUNES DA LUZ
(ORGANIZADORA)



AYA EDITORA
2020

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 9

CAPÍTULO 1 10

Problema de caminho mínimo aplicado à otimização de roteamento de funcionário para minimizar a exposição ao ruído ocupacional

*Déborah Aparecida Souza dos Reis
Jorge von Atzingen dos Reis
Fernanda do Carmo Silvério Vanzo
Marcus Antonio Viana Duarte*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.1

CAPÍTULO 2 24

As consequências das interrupções na produção no setor de cortes de uma indústria de móveis

*José Ângelo Ferreira
Lucas Yuji Kaneko*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.2

CAPÍTULO 3 39

Imobilização em suportes sólidos para aplicação na indústria alimentícia

*Gabriela Kovaleski
Fanny Kovaleski
Anaís Kovaleski
Gabriel J. D. Domingues
Bertiene M. L. Barboza*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.3

CAPÍTULO 4 51

Formulação e análise de bebida láctea simbiótica a base de Cambuci adicionada de Yacon

*Ana Karoline Ferreira
Fernanda Cristina Lunkes
Maíra Escobar de Araujo
Cristiane de Carli
Lucas Vinicius Cavichi
Valdemar Padilha Feltrin
Carla Adriana Pizarro Schmidt
Celeide Pereira*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.4

SUMÁRIO

CAPÍTULO 5

66

Comportamento do óleo de semente de uva submetido à oxidação lipídica

*Gabriela Kovaleski
Marina Tolentino Marinho
Larissa Evangelista de Freitas Aguiar*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.5

CAPÍTULO 6

79

Análise de um modelo de simulação, desenvolvido para observação da problemática de filas em Hospitais

*Leonardo Moraes
Solange da Silva*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.6

CAPÍTULO 7

91

Avaliação multicritério da utilização da metodologia BIM na diretoria de projetos de engenharia do exército brasileiro

*Rhoan Carlos Busquim e Silva
Aldery Silveira Júnior
Giuseppe Henriques Gouveia Dantas*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.7

CAPÍTULO 8

113

Metodologia ágil integrada no processo de desenvolvimento de produtos em projetos de inovação aplicado em empresa industrial

*Cezar Honorato
Francisco Cristóvão Lourenço de Melo*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.8

CAPÍTULO 9

147

Engenharia aplicada ao fermentador auto refrigerado na fabricação de cerveja artesanal

*Cláudio Olívio Piotto
Daniela Maria Maciel
Jefferson Giovani Sipriani
Juliana Fávero
Reginaldo Motta*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.9

SUMÁRIO

CAPÍTULO 10 161

Aplicação da *Learning e Forgetting Curve*, como ferramenta para a programação da produção

Arthur Kreling Ozório
João Paulo Dutra Kreling
José Ângelo Ferreira

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.10

CAPÍTULO 11 180

A visão cultural sobre a influência da Lua na vinificação artesanal

Juliana Iéteka

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.11

CAPÍTULO 12 196

A produção de hidromel com receitas alternativas

Simone Maria Klok
Bruno dos Santos Aerosa
Hallanys Leticia Alves
Poliane dos Santos de Andrade
Ricardo Oliveira Rodrigues

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.12

CAPÍTULO 13 208

Melhoria da qualidade nos serviços da farmácia central de um hospital em Natal / RN

D'Ávila Regina Silva Rodrigues
Fernanda Cristina Barbosa Pereira Queiroz
Isabela Azevedo Medeiros do Nascimento
Maria Clarice Crispim Machado de Paula
Sílvio Sanderson de Araújo

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.13

SUMÁRIO

CAPÍTULO 14

226

Sugestão de melhoria na operação e coleta de dados no descarregamento de latas em uma indústria de bebidas em Várzea Grande-MT

Andrey Sartori

Rogério da Costa Silva

Rosicley Nicolau de Siqueira

Fabrcio Cesar de Moraes

Rubens de Oliveira

Nidia Martineia Guerra Gomes

Daniel T. Giacomelli Nunes Maciel

Anderson Nunes de Carvalho Vieira

Viviane Pozzolo

Moisés Phillip Botelho

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.14

CAPÍTULO 15

244

Gestão do conhecimento em projetos: uma análise do modelo de lições aprendidas de uma empresa do setor de tecnologia da informação e comunicação

Tábata Lopes de Almeida

Aparecida Laino Entriel

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.15

CAPÍTULO 16

279

Proposta de melhoria no layout de produção em uma indústria de confecção de moda íntima

Renato de Jesus Boldrim

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.16

ÍNDICE REMISSIVO

298

ORGANIZADORA

303

APRESENTAÇÃO

A Engenharia da Produção é resultado do conhecimento, técnicas e ferramentas de gestão e conscientização para produzir melhor e com menos recursos.

Convido você gestor e profissional da Engenharia de Produção e áreas afins a buscar novos conhecimentos de relevante interesse em Engenharia e Gestão da Produção, Sistemas Integrados de Gestão, Gestão da Qualidade, Desenvolvimento de Produtos e Gerenciamento de Projetos.

O propósito deste livro Tópicos Especiais em Engenharia de Produção é fomentar o compartilhamento do conhecimento oriundos das mais diversas áreas do saber no sentido de projetar, aperfeiçoar a Engenharia de Produção e áreas afins, ele destina-se a estudantes, professores e profissionais que desejam conhecer pesquisas oriundas do campo de atuação da Engenharia de Produção.

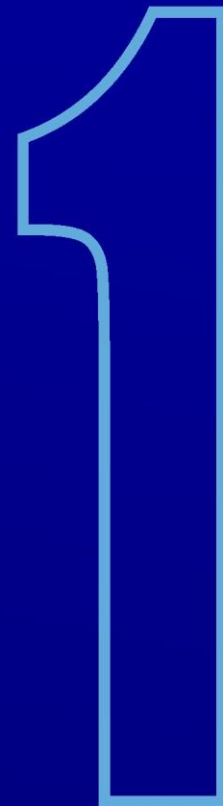
Apresenta-se como uma obra de rápida consulta nas áreas de conhecimento que explora. O leitor encontrará estudos científicos em áreas importantes da Engenharia de Produção. O livro está organizado em dezesseis capítulos. O primeiro capítulo apresenta um estudo a exposição ao Ruído Ocupacional. Os capítulos segundo e terceiro abordam estudos em Engenharia e Gestão da Produção. Os capítulos subsequentes apresentam estudos nas áreas de conhecimento e atuação da Engenharia de Produção e áreas afins.

Desejo uma excelente leitura, e que as discussões e reflexões possam contribuir com a formação dos estudantes, professores e profissionais de Engenharia de Produção.

Prof.^a Dr.^a Andréia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família (FASF)

CAPÍTULO



Problema de caminho mínimo aplicado à otimização de roteamento de funcionário para minimizar a exposição ao ruído ocupacional

Déborah Aparecida Souza dos Reis

Jorge von Atzingen dos Reis

Fernanda do Carmo Silvério Vanzo

Marcus Antonio Viana Duarte

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.1

CAPÍTULO 1

Resumo: As normas que regulamentam a exposição ocupacional ao ruído permitem uma avaliação do grau de exposição e posterior correção das condições de trabalho. No entanto, observa-se que é necessária a exposição para uma posterior avaliação e correção. Dessa forma, este trabalho se propõe a simular condições da exposição ocupacional ao ruído por meio de modelos matemáticos utilizando um pacote de otimização linear. O objetivo é desenvolver um modelo de otimização e realizar testes de forma a obter a melhor rota que minimize a dose de exposição do funcionário ao ruído para evitar a perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional). A metodologia utilizada foi a modelagem do problema de roteamento de funcionário como um problema de caminho mínimo. Para tal, foram utilizados os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia. O resultado do trabalho foi a partir das distâncias percorridas pelo funcionário obter a rota com menor distância e conseqüentemente, com menor exposição ao ruído. Essa rota foi ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4, ponto 5, ponto 10, ponto 9, ponto 8, ponto 7, ponto 6, ponto 1. Assim, obteve-se uma função objetivo de valor 76 m, distância total percorrida mínima com uma exposição máxima de 110 dB (NPS - nível de pressão sonora), momento da rota do ponto 8 para o ponto 7.

Palavras-chave: Problema de Caminho Mínimo. Otimização. Ruído Ocupacional. Roteamento.

CAPÍTULO 1

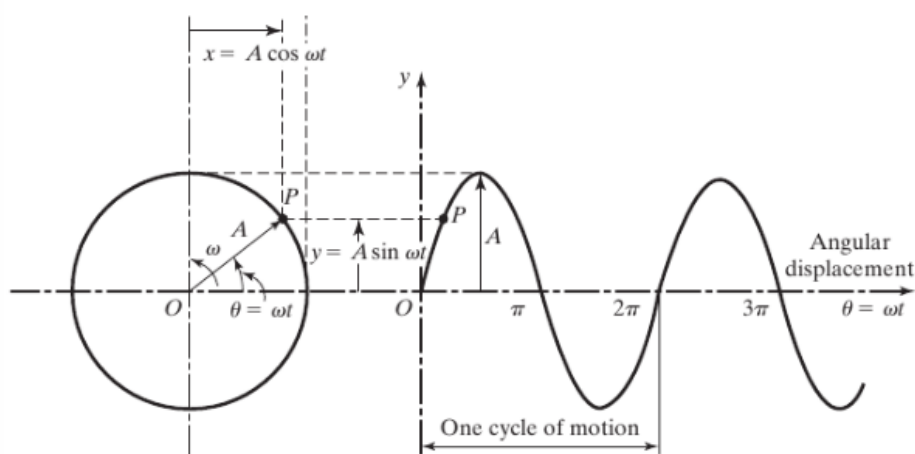
INTRODUÇÃO

O som pode ser definido como flutuações de pressão em um meio compressível segundo Gerges (2000). Porém, não são todas as flutuações de pressão que são audíveis ao ouvido humano. Dessa forma, somente ocorrerá a sensação de som quando a amplitude destas flutuações e a frequência com que elas se repetem estiver dentro da faixa de 20 Hz a 20 kHz. As ondas que se encontram acima e abaixo desta faixa são denominadas, respectivamente, ondas ultrassônicas e ondas infrassônicas.

O som é parte da vida cotidiana das pessoas. No entanto, existem sons que são desagradáveis e indesejáveis. Estes sons são definidos como ruído. O efeito do ruído no indivíduo depende da amplitude, frequência, duração e também da atitude do indivíduo perante ele. Segundo Rao (2011), a amplitude de vibração é o deslocamento máximo de um corpo vibrante de sua posição de equilíbrio.

A Figura 1 ilustra o conceito de amplitude de vibração de uma onda, no caso denotado pela letra A. A frequência é o número de ciclos por unidade de tempo. A duração é o tempo no qual ocorre as flutuações de pressão em um meio compressível e caso, estejam na faixa de 20 Hz a 20 kHz serão audíveis pelo ouvido humano.

Figura 1 – Movimento harmônico.



Fonte: Rao (2011).

O objetivo deste trabalho é desenvolver soluções para minimizar a exposição ao ruído ocupacional. Dessa forma, aplica-se o Problema de Caminho Mínimo à otimização para o roteamento de funcionários, de forma a minimizar a distância total

CAPÍTULO 1

percorrida pelo funcionário e conseqüentemente, o tempo de exposição ao ruído ocupacional. Utilizou-se os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia, acionando turbos geradores e/ou alimentação de turbo bombas e turbo compressores e preaquecimento de produtos.

O roteamento pode ser definido como um sequenciamento para solucionar um problema de distribuição. Segundo Gerges (2000), o Nível de Exposição Sonora, NES pode ser definido como o Leq normalizado para um segundo tempo de integração. O Leq é o nível sonoro médio integrado durante uma faixa de tempo especificada conforme Equação 1.1.

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0^2} dt \quad (1.1)$$

Na Equação 1.1 T representa o tempo de integração, $P(t)$ a pressão acústica instantânea, P_0 pressão acústica de referência ($2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$) e o Leq constitui o nível contínuo (estacionário) equivalente em dB(A), que possui o mesmo potencial de lesão auditiva que o nível variado considerado.

Para Arenales et al. (2007), a pesquisa operacional pode ser definida como a aplicação de métodos científicos a problemas complexos com o objetivo de auxiliar o processo de tomada de decisão, seja para projetar, planejar ou operar sistemas em situações, nas quais requer-se o uso eficiente de recursos do processo. Para tal, utiliza-se modelos matemáticos determinísticos ou probabilísticos de métodos de solução e algoritmos para melhor compreensão, análise e solução de problemas de decisão. Dessa forma, pode-se citar técnicas como a otimização linear (programação linear), otimização discreta (programação linear inteira), otimização em redes (fluxos), programação dinâmica (determinística e estocástica) e teoria das filas.

No caso deste trabalho, optou-se pela otimização linear, ou seja, a programação linear, devido às condições do problema mecânico acústico para se resolver, que são a necessidade de se obter uma solução ótima, a necessidade de obtenção de uma solução de forma rápida e uma solução matemática exata. Para Hillier e Lieberman (2006), o objetivo da programação linear é obter uma alocação eficiente dos recursos às atividades conforme a Equação 1.2.

CAPÍTULO 1

$$\text{Maximizar } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1.2)$$

Para um problema generalizado tem-se m recursos a serem alocados a n atividades, onde o nível da atividade j para x_j , sendo $j = 1, \dots, n$ e a medida do desempenho global Z conforme a Equação 1.1. Dessa forma, o modelo objetivo obter os valores ser alocados para x_1, x_2, \dots, x_n de forma a maximizar o desempenho global Z . A função a ser maximizada ou minimizada é denominada função objetivo ou função de avaliação. As limitações para o problema são denominadas restrições e podem ser observadas nas Equações 1.3 a 1.8. As restrições 1.3, 1.4 e 1.5 são conhecidas como restrições funcionais ou estruturais, pois apresentam uma função com todas as variáveis do lado esquerdo da equação. Já as 1.6, 1.7 e 1.8 são conhecidas como restrições de não-negatividade ou condições não-negativas da forma x_j não-negativo, para $j = 1, 2, \dots, n$.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (1.3)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (1.4)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (1.5)$$

$$x_1 \geq 0 \quad (1.6)$$

$$x_2 \geq 0 \quad (1.7)$$

$$x_n \geq 0 \quad (1.8)$$

Outras formas legítimas para modelos de programação linear são por exemplo, minimizar em vez de maximizar, algumas restrições funcionais com uma desigualdade do tipo maior do que ou igual a e algumas restrições funcionais na forma de equação. Além destas variedades, pode ocorrer a eliminação das restrições não-negativas para algumas das variáveis de decisão.

Para Hillier e Lieberman (2006), uma solução é qualquer especificação de valores para as variáveis de decisão (x_1, x_2, \dots, x_n) independente de a solução

CAPÍTULO 1

encontrada ser desejável ou factível ao problema a ser solucionado. Dessa forma, existem diferentes tipos de soluções. Uma solução factível ou uma solução viável é encontrada quando todas as restrições são atendidas. Ao passo que uma solução inviável ou uma solução não factível constitui em uma solução encontrada para a qual ocorre a violação de uma ou mais restrições. O conjunto de todas as soluções viáveis é denominado espaço de soluções viáveis ou espaço de soluções factíveis.

O espaço de soluções viáveis é um hiperplano com n dimensões (onde n é o número de variáveis de decisões) compreendido entre as retas formadas pelas equações das restrições do problema delimitando a região na qual as soluções viáveis estão compreendidas. A solução ótima, quando existir, sempre estará contida em um dos vértices do espaço de soluções viáveis. O vértice que contém a solução ótima é o vértice que é tangenciado pela equação formada pela reta da função de avaliação na direção do crescimento de seu gradiente.

Segundo Miyazawa (2019), de forma geral, problemas de otimização possuem o objetivo de maximizar ou minimizar uma função definida em um certo domínio. A teoria clássica de otimização aborda os problemas nos quais o domínio é infinito. Por outro lado, existem os problemas de otimização combinatória, para os quais o domínio é tipicamente finito e pode-se enumerar os seus elementos e também testar se um dado elemento pertence a esse domínio. O problema abordado neste trabalho é combinatorial não polinomial.

Para Lenstra e Rinnooy (1981), o problema estudado é caracterizado como um problema do tipo NP-hard ou NP-difícil (Não Polinomial difícil) devido à sua complexidade computacional que cresce de forma não polinomial em relação aos dados de entrada. Dessa forma, a utilização de métodos exatos para resolver problemas NP-hard é computacionalmente inviável devido ao elevado número de combinações e conseqüentemente o elevado tempo de processamento computacional necessário para se obter uma solução matemática exata. Para tal, faz-se o uso de meta-heurísticas conforme Sosa *et al.* (2007).

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE CAMINHO MÍNIMO

Para a modelagem dos dados, utilizou-se o PCV - Problema do Caixeiro Viajante. O PCV (Problema do Caixeiro Viajante) pode ser definido como um veículo que deve visitar todas as cidades e retornar à origem, passando uma única vez em cada cidade e minimizando a distância percorrida (COSTA, 2011).

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} x_{ij} \quad (1.9)$$

A Equação 1.9 representa a função objetivo a ser minimizada, na qual são os valores de dose, na planta industrial que o funcionário ficará exposto ao se deslocar entre o equipamento i e o equipamento j , e é uma variável de decisão binária que recebe o valor 1 caso o funcionário se desloque entre o equipamento i e o equipamento j ou 0 caso contrário. O ato do funcionário se deslocar entre os diversos equipamentos será considerado a rota a ser percorrida.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j \quad (1.10)$$

A restrição imposta pela Equação 1.10 garante que o funcionário vá ao equipamento j somente uma vez em cada rota percorrida.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (1.11)$$

A restrição presente na Equação 1.11 impõe que o funcionário deixe somente uma vez o equipamento i em cada rota.

$$\sum_{i=1}^n f_{ij} - \sum_{i=1}^n f_{ji} = 1 \quad \forall j \text{ com } j \neq 1 \quad (1.12)$$

$$f_{ij} \leq (|nós| - 1) x_{ij} \quad \forall i, j \quad (1.13)$$

As restrições das Equações 1.12 e 1.13 funcionam em conjunto para evitar a formação de subrotas. Uma subrota seria uma rota na qual o funcionário não inspeciona todos os equipamentos da fábrica antes de retornar ao ponto inicial. A variável de decisão representa o fluxo entre os equipamentos i e j , o fluxo entra em um nó j (equipamento j) deve ser uma unidade maior do que o fluxo que sai do mesmo

CAPÍTULO 1

nó j . Desta forma, o funcionário deve deixar uma unidade de fluxo em cada equipamento visitado permitindo que o modelo matemático diferencie os equipamentos inspecionados dos não inspecionados. O fluxo máximo é limitado ao número máximo de nós para evitar que o funcionário possa percorrer alguma subrota utilizando o fluxo excedente.

$$\begin{aligned}x_{ij} &\in \{0,1\} && \forall i,j \\f_{ij} &\in \mathbb{Z} && \forall i,j \\f_{ij} &\geq 0 && \forall i,j\end{aligned}\tag{1.14}$$

A Equação 1.14 é uma restrição que garante que o x seja binário e o fluxo seja inteiro e não negativo.

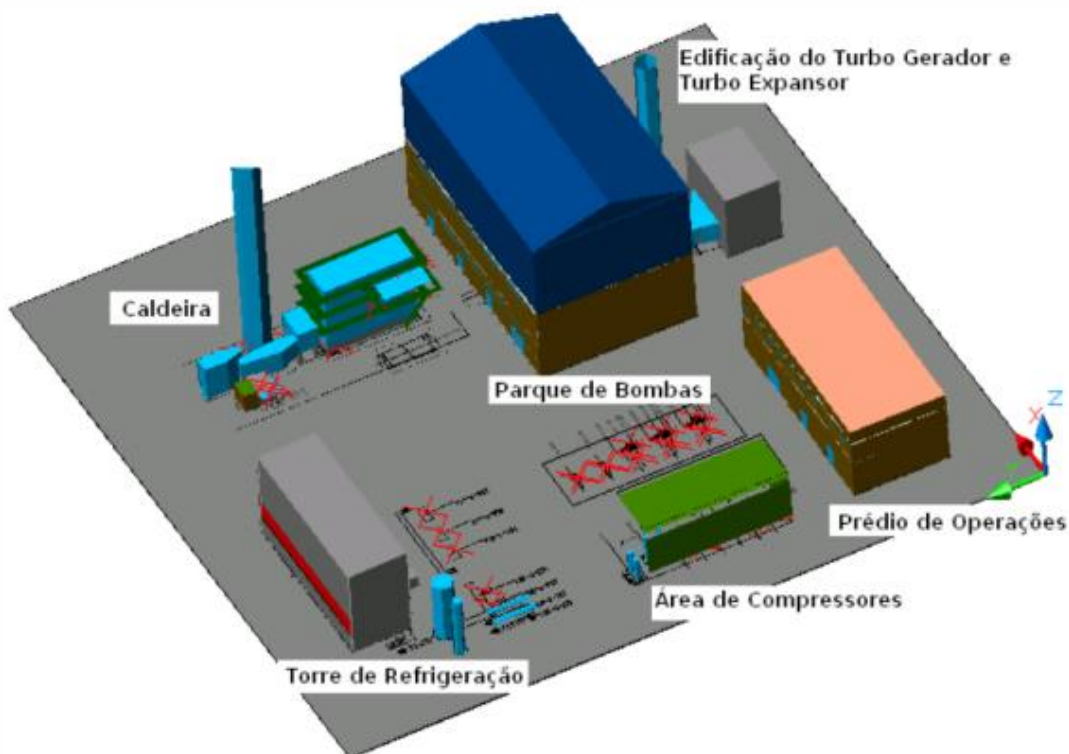
PLANTA INDUSTRIAL

Como estudo de caso, utilizou-se os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia, acionando turbos geradores e/ou alimentação de turbo bombas e turbo compressores e preaquecimento de produtos conforme Oliveira Filho (2011). Uma caldeira de grande porte com três plataformas de acesso composta pelas seguintes fontes de ruído: seis queimadores, dois pirômetros, um turbo ventilador de tiragem forçada para admissão de ar, três compressores e o corpo da caldeira. Além destes equipamentos, há na planta industrial outras fontes de ruído, como um desaerador com duas descargas para a atmosfera, uma torre de resfriamento de água composta por duas quedas de água e cinco motos bombas.

Há também um edifício com três pavimentos composto pelos seguintes equipamentos, um turbo gerador, um turbo expensor, duas moto bombas de condensado, um exaustor para o tanque de óleo, dois exaustores de vapor de selagem e tubulações e um parque constituído por três turbo bombas e duas moto bombas. Existe na planta industrial uma área coberta, na qual estão alocados três moto compressores e um edifício de dois pavimentos composto por painéis elétricos e sala de operações. É possível observar na Figura 2 um esquema acústico simplificado da unidade industrial. As cruces em vermelho indicam as fontes de ruído descritas.

CAPÍTULO 1

Figura 2 – Esquema Acústico da Planta Industrial.



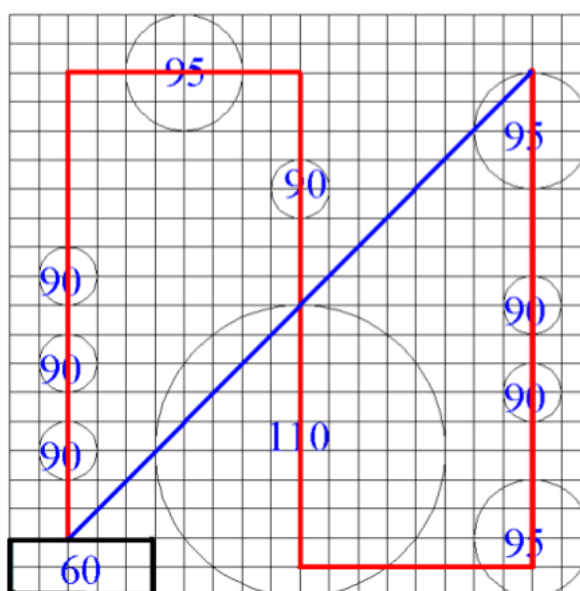
Fonte: Oliveira Filho (2011).

Para simulação computacional, utilizou-se um computador no sistema operacional Ubuntu 18.04 LTS 64 bits, memória RAM de 4 GB, processador Intel® Core i3-8130U CPU @ 2.20 GHz x 4. Assim, desenvolveu-se um modelo computacional em C++ para a otimização de roteamento de funcionário por meio do PRV (Problema de Roteamento de Veículos) no ambiente GUROBI®.

É possível observar na Figura 3 o modelo de layout da área estudada. Neste modelo, os círculos correspondem ao campo de ação do funcionário ao realizar manobras e manutenção de máquinas, as linhas vermelhas são os caminhos normalmente utilizados passando por todas as máquinas e a linha azul o caminho de retorno ao biombo de operação, cruzando a planta industrial. A área da malha da Figura 3 é de 1x1 metro quadrado.

CAPÍTULO 1

Figura 3 – Layout da Planta Industrial.



Fonte: Oliveira Filho (2011).

Dessa forma, está estava composta por um biombo de operação (60 dB(A) de exposição máxima ao ruído), 6 moto bombas (90 dB(A) a 1 m de distância), 3 moto compressores (95 dB(A) a 1 m de distância) e 1 turbo expansor (110 dB(A) a 1 m de distância).

A motivação desta pesquisa é que a exposição contínua a níveis de ruído elevados pode ocasionar problemas de saúde, como por exemplo, hipertensão arterial, estresse, aumento da tensão muscular, incapacidade de concentração, distúrbios auditivos temporários ou permanentes. Dessa forma, uma identificação deste tipo de ocorrência de forma prévia, pode evitar a PAIRO, Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional.

A Consolidação das Leis do Trabalho no Brasil, Portaria 3.214, NR-15 apresenta os limites de exposição ao ruído para trabalhadores brasileiros com o objetivo de protegê-los de danos auditivos. Na NR-15, as causas da PAIRO são descritas como exposição prolongada a ruídos acima de 85 dB por um período de 8 horas por dia. Os sintomas apresentados pelos funcionários são as dificuldades de audição. Como medida para prevenção, a Portaria prevê o uso de proteção auditiva coletiva e, ou individual, redução da jornada de trabalho, criação de pausas regulares, mudança de função e uso de equipamentos menos ruidosos. A NR-15 dispõe os conceitos de ruído contínuo ou intermitente (85 dB) e o ruído de impacto (120 dB). No caso de ocorrência destes, a lei prevê um adicional de insalubridade de 20% do

CAPÍTULO 1

salário-mínimo a ser pago ao funcionário, pois, esta insalubridade é caracterizada como de grau médio. A NR-7 da mesma portaria estabelece os exames obrigatórios audiométricos admissionais, periódicos e demissionais.

A Norma de Higiene Ocupacional, NH01 de 2.001 da FUNDACENTRO, consiste de procedimentos para avaliação da exposição ocupacional ao ruído. A FUNDACENTRO é um instituto de pesquisa que realiza estudos sobre segurança, higiene e medicina do trabalho, vinculado ao Ministério do Trabalho. Nesta norma, é apresentado o conceito de nível de exposição, com o objetivo de quantificar e caracterizar a exposição ocupacional, denominada dose, ao ruído contínuo ou intermitente. Além disso, existe a alternativa de uso de medidores integradores e de leituras instantâneas.

As normas que regulamentam a exposição ocupacional ao ruído permitem uma avaliação do grau de exposição e posterior correção das condições de trabalho. No entanto, observa-se que é necessária a exposição para uma posterior avaliação e correção. Dessa forma, esta pesquisa se propõe a simular condições da exposição ocupacional ao ruído por meio de modelos matemáticos implementados em C++ utilizando o pacote de otimização linear GUROBI®, de forma a evitar a ocorrência da PAIRO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do pressuposto de que quanto menor o caminho que o funcionário fizer, ele estará menos exposto ao ruído, utilizou-se a modelagem por problema de caminho mínimo. Dessa forma, em vez de otimizar os níveis de pressão sonora, utilizou-se neste caso minimizar a distância percorrida pelo funcionário. O cálculo das distâncias foi feito com base no mapa da Figura 3.

Na Figura 3, cada quadrado da malha corresponde às dimensões de 1 metro quadrado (m²). Dessa forma, foram estimadas as distâncias entre as fontes. O resultado do trabalho foi a partir das distâncias percorridas pelo funcionário obter a rota com menor distância e, por conseguinte, com menos exposição ao ruído. Essa

CAPÍTULO 1

rota foi ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4, ponto 5, ponto 10, ponto 9, ponto 8, ponto 7, ponto 6, ponto 1.

Para este modelo, foi encontrada uma função objetivo de valor 76 metros, aproximadamente conforme Tabela 5.2. Esta rota coincide com a rota encontrada por Oliveira Filho (2011) em sua tese.

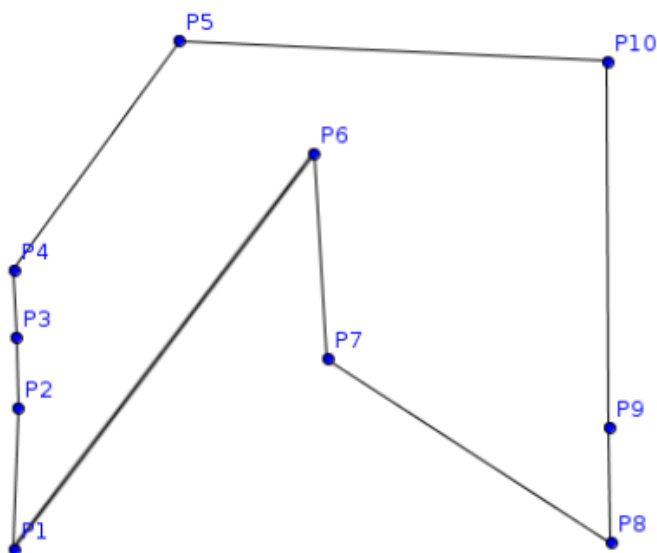
Tabela 1 - Resultados para o Problema de Caminho Mínimo.

Quantidade de iterações	281
Rota	1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 10 → 9 → 8 → 7 → 6 → 1
FO	76 m
Tempo de processamento	0,05 s
Tolerância	1,00e-04

Fonte: Autoria Própria.

Um grafo que ilustra o roteamento pode ser observado na Figura 4. Dessa forma, foi possível obter uma rota que minimizasse a exposição ao ruído máximo para o funcionário da planta industrial. É possível observar na Tabela 1 que foram necessárias 281 iterações, num tempo de processamento de 0,05 segundos, com uma tolerância de 1,00e-04.

Figura 4 – Grafo do Modelo de Caminho Mínimo.



Fonte: Autoria Própria.

CAPÍTULO 1

CONCLUSÕES E CONTINUIDADE DA PESQUISA

A metodologia utilizada foi a modelagem do problema de roteamento de funcionário como um problema de caminho mínimo utilizando o PCV (Problema do Caixeiro Viajante). Para tal, foram utilizados os dados de uma unidade industrial de geração e distribuição de vapor, cuja função principal é a geração de energia.

Pode-se concluir que a modelagem pelo PCV - Problema do Caixeiro Viajante obteve um resultado satisfatório, tendo em vista que foi minimizada a exposição ao ruído ocupacional do funcionário da planta industrial. Observa-se que somente no arco da rota do ponto 8 para o ponto 7 houve uma exposição máxima de 110 dB (NPS - Nível de Pressão Sonora). Além disso, o resultado do trabalho foi a partir das distâncias percorridas pelo funcionário obter a rota com menor distância e conseqüentemente, com menor exposição ao ruído. Essa rota foi ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4, ponto 5, ponto 10, ponto 9, ponto 8, ponto 7, ponto 6, ponto 1. Assim, obteve-se uma função objetivo de valor 76 m. Este valor está em conformidade com os resultados de Oliveira Filho (2011).

Como continuidade desta pesquisa, propõe-se a modelagem do problema estudado como um PRV - Problema de Roteamento de Veículos para a instância de dois funcionários realizarem o roteamento da planta industrial em questão e efetuar a comparação dos resultados de forma a verificar a eficiência versus custo computacional para o problema.

Outra aplicabilidade para esta pesquisa é o uso do modelo desenvolvido em C++ neste trabalho em uma empresa real para verificar a eficiência deste sistema em condições reais de operação.

REFERÊNCIAS

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro: Elsevier. 2007.

BRASIL. *Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978*. Aprova as normas regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho,

CAPÍTULO 1

relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, jun. 1978.

COSTA, P. P. *Teoria de Grafos e Suas Aplicações*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2011.

GERGES, S. N. Y. *Ruído Fundamentos e Controle*. NR: Florianópolis, 2000.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introdução à Pesquisa Operacional*. São Paulo: Mc Graw Hill. 2006.

LENSTRA, J.; RINNOOY, K. A. *Complexity of vehicle routing and scheduling problems*. Networks. Vol. 11. p. 221-227. 1981.

MIYAZAWA, F. K. *Otimização Combinatória*. Universidade Estadual de Campinas. Unicamp. Disponível em: <<https://www.ic.unicamp.br/~fkm/problems/combopt.html>>. Acesso em: Fev. 2019.

NH01. *Norma de Higiene Ocupacional da Fundacentro*. 2001. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2012/9/nho-01-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-ruído>>. Acesso em 04 Mar. 2019.

OLIVEIRA FILHO, R. H. *Uma Metodologia para a Avaliação Virtual da Dose de Exposição ao Ruído no Ambiente de Trabalho*. Uberlândia – MG, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2011, 186 p. Tese de Doutorado.

RAO, S. S. *Mechanical Vibrations*. Miami: Prentice Hall. 2011. 1105 p. Fifth edition.

SOSA, N. G. M.; GALVÃO, R. D.; GANDELMAN, D. A. *Algoritmo de busca dispersa aplicado ao problema clássico de roteamento de veículos*. Pesqui. Oper. vol. 27. no. 2. Rio de Janeiro. May/Aug. 2007. Print version ISSN 0101-7438 On-line.

CAPÍTULO

2

As consequências das interrupções na produção no setor de cortes de uma indústria de móveis

José Ângelo Ferreira

Lucas Yuji Kaneko

DOI: [10.47573/aya.88580.2.5.2](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.5.2)

CAPÍTULO 2

Resumo: Implementar os modelos de curva de aprendizado e curva de esquecimento, permite a empresa prever tanto a necessidades de mão-de-obra, bem como a diminuição do desempenho do trabalho, após uma interrupção, programada ou não da produção. Para avaliar os efeitos da aprendizagem e do esquecimento em um processo produtivo, um estudo de caso foi conduzido no setor de costura de assento de cadeiras em uma fábrica de moveis pertencente ao arranjo produtivo da cidade de Araçongas no Paraná. Para a construção da curva de aprendizagem das operadoras deste centro produtivo, esta pesquisa analisou alguns modelos e através do coeficiente de determinação R², definiu pelo modelo de Wright como referência para definição e análise do fator aprendizado das operadoras. Para análise do impacto e consequências do esquecimento na performance das operadoras, optou-se pelo modelo LFCM (Learn-Forget Curve Model) de Jaber & Bonney, por apresentar segundo a literatura revisada, eficácia comprovada, por resultados consistentes. O estudo mostrou através dos seus resultados que considerar em seu planejamento da produção os efeitos da aprendizagem e do esquecimento permite uma programação mais acurada e consistente, por possibilitar quantificar os ganhos da aprendizagem e as perdas consequentes do esquecimento provocado pela interrupção da produção.

Palavras-chave: Curva de Aprendizagem (LC). Curva de Esquecimento (FC). Programação da Produção.

The Consequences of Production Interruptions in the Cutting Sector of a Furniture Industry

Abstract: Implementing the learning curve and forgetting curve models enables the company to predict labor requirements as well as decrease work performance after scheduled or unplanned production disruption. To evaluate the effects of learning and to execute a productive process, a case study was conducted in the office chair sewing sector in a furniture factory that belongs to the productive arrangement of Araçongas city in Paraná. For the construction of the learning curve of the operators of this production center, this research analyzes some models and coefficient of determination R², defines the Wright model as a reference for the definition and analysis of the learning factor of the operators. For impact analysis and operator performance consequences, opt for Jaber & Bonney's Learning-Forgetting Curve Model (LFCM) model, as it presents consistent, proven, revised literature. The study shown through its results that consider in its production planning the effects of learning and forgetting allows a more accurate and consistent programming, because it allows quantifying the learning gains and the consequences of forgetting caused by the interruption of production.

Keywords: Learning Curve (LC). Forgetting Curve (FC). Production Schedule.

CAPÍTULO 2

INTRODUÇÃO

Estudos apontam que indivíduos aprendem por experiência melhorando seus desempenhos a cada repetição de uma tarefa. Para medir a progressão deste desempenho, Wright (1936) desenvolveu um modelo analítico denominado Curva de Aprendizagem, que representa uma relação entre tempo e unidades produzidas em um processo produtivo, onde o desempenho de uma tarefa, é representado por uma função de potência do número acumulativo das repetições. A Teoria da Curva de Aprendizagem, demonstra que a eficiência da mão de obra aumenta, à medida que os indivíduos envolvidos aprendem ou ganham experiência em uma atividade (ROSENBERG, 1982).

Pesquisadores ao longo dos anos, vem desenvolvendo outros modelos de curva de aprendizagem, de forma a se adequarem aos mais variados contextos industriais, produzindo bases para orientação e direcionamento gestores, na definição de estratégias industriais (ANZANELLO *et al.*, 2012).

Contudo, diversos fatores podem perturbar um ambiente estável de trabalho, sendo um destes fatores, o esquecimento provocado pelas interrupções programadas ou não da produção. Faz-se importante assim, discutir os efeitos da aprendizagem e do esquecimento na produtividade e no planejamento da produção, visto que, como o aprendizado aumenta com a experiência, o esquecimento parece aumentar em função das eventuais interrupções de uma tarefa, tendo como consequência, eventuais atrasos na programação (HULSE *et al.*, 1982).

Pesquisadores tem se debruçado no fenômeno do esquecimento na produção, Carlson e Rowe (1976) desenvolveram um modelo no qual o esquecimento é modelado por uma curva semelhante à curva de aprendizado, onde o esquecimento é uma função da duração da parada e do desempenho anterior deste intervalo. Globerson e Levin (1987) apresentaram um modelo no qual o processo de esquecimento é uma função de vários fatores, incluindo rotatividade. Ash e Smith-Daniels (2004) em sua investigação, confirmaram que as pausas com interrupções causam esquecimento significativo, afetando o processo de aprendizado/esquecimento.

CAPÍTULO 2

Neste estudo, aplica-se o modelo LFCM (*learn-forget curve model*) proposto por Jaber e Bonney (1997), para a discussão sobre as consequências das pausas em 4 operadoras do centro de trabalho de costura de assento de cadeira, de uma Indústria de Moveis da cidade de Arapongas no Paraná. A contribuição deste estudo, está em demonstrar o impacto do esquecimento provocado por interrupções, na produtividade das operadoras, fornecendo aos gerentes e planejadores, informações que auxiliarão da definição de estratégias para alavancar e sustentar as metas da produção.

REFERENCIAL TEÓRICO

Curva de Aprendizagem

Indivíduos quando submetidos a trabalhos cíclicos e repetitivos passam por um processo de adaptação, em que, o tempo de execução dos processos produtivos tendem a cair até atingir um limiar padrão. A aprendizagem é advinda do processo repetição, desta forma, a curva de aprendizagem é uma descrição matemática do desempenho de um funcionário ao executar tarefas repetitivas (BADIRU, 1992). A curva de aprendizagem é a relação entre o tempo de produção e o número de unidade produzidas por meio do trabalho repetitivo dos colaboradores (BADRI *et al.*, 2016). Tendo isso em vista, existem modelos matemáticos que possibilitam determinar a curva de aprendizagem dos colaboradores de uma empresa.

Wright Model

O primeiro modelo de curva de aprendizagem foi introduzido por Wright (1936) com base em experiências empíricas de fabricação de aviões relacionando a quantidade produzida com o custo de produção.

$$T_n = T_1 n^b \quad (1)$$

CAPÍTULO 2

T_n representa o tempo gasto para a produção de n unidades, T_1 é o tempo gasto para a produção da primeira unidade, b é o declive da curva de aprendizagem dado pela razão entre o logaritmo natural do percentual de aprendizagem e o logaritmo natural de 2 (JABER e BONNEY, 1997).

Para o cálculo do tempo total para fabricação de n unidades, utiliza-se o modelo manipulado de Wright (ANZANELLO e FOGLIATTO, 2007):

$$T_{1 \rightarrow n} = T_1 n^{b+1} \quad (2)$$

O tempo médio unitário de fabricação pode ser obtido pela seguinte equação (PEINADO e GRAEML, 2007, p.126):

$$\bar{T}_n = \frac{T_1}{n} \quad (3)$$

Onde T_1 é o tempo para fazer n unidades e n o número de unidades consideradas.

Stanford B Model

O modelo *Stanford-B* relaciona a experiência prévia que o colaborador possui em relação a seus empregos anteriores para incorporar no cálculo do desempenho (TEPLITZ, 1991, BADIRU, 1992; NEMBHARD e UZUMERI, 2000 *apud* ANZANELLO *et al.*, 2012). Este modelo, também, foi utilizado pela empresa Boeing na fabricação de seus aviões (BADIRU, 1992).

$$T_n = T_1(n + B)^b \quad (4)$$

Onde B é uma constante que representa as unidades equivalentes da experiência do funcionário no início da produção. Geralmente, B varia entre 1 até 10, na grande maioria seu valor adotado é 4 (FERIYANTO *et al.*, 2015).

De Jong Model

O modelo *De Jong* incorpora a influência do maquinário no processo de aprendizagem.

CAPÍTULO 2

$$T_n = T_1[M + (1 - M)]n^b \quad (5)$$

$M =$ é a razão entre o tempo de ciclo após uma quantidade ilimitada de repetições e o ciclo da primeira vez. Para os valores que M pode assumir são $0 \leq M \leq 1$. Quando $M = 0$, significa que nenhuma ferramenta de assistência foi utilizada na execução de tarefas, logo, o trabalho foi totalmente manual. Quando $M = 1$, indica que o trabalho foi completamente feito por máquinas, logo, não ocorreu nenhum aprendizado (BADIRU, 1992).

S Model

A curva do modelo S é usada para descrever a aprendizagem quando ocorre a combinação com a máquina e o primeiro ciclo de solicitação de operação. O modelo S é o resultado de uma integração do modelo *De Jong e Stanford-B* (BADRI *et al.*, 2016), descrito na equação:

$$T_n = T_1[M + (1 - M)(n + B)^b] \quad (6)$$

Do mesmo modo que o indivíduo é suscetível ao aprendizado é, também, suscetível ao esquecimento. Em função disso, esses dois fenômenos são presentes e desempenham um papel importante no momento de análise da produtividade.

A seguir será feita uma revisão literária acerca dos conceitos e modelos que envolvem o fenômeno do esquecimento.

Curva do Esquecimento

Todo o conhecimento adquirido durante o trabalho pode desvanecer por causa da alta rotatividade de trabalhos dos colaboradores e, também, pode depreciar devido as mudanças nos produtos ou processos que tornam o conhecimento anterior obsoleto (ARGOTE *et al.*, 1990). Psicólogos relatam que o esquecimento ocorre nas seguintes situações: (1) quando não existe nenhuma semelhança entre as condições de codificação e de retenção de material aprendido, (2) quando o antigo conhecimento interfere no novo aprendizado, e (3) quando ocorre uma interrupção no processo de

CAPÍTULO 2

aprendizagem por um período de tempo (JABER, 2006). A rotatividade de trabalhadores, o nível de comunicação e o tempo de intervenção entre um ciclo e outro são variáveis de impacto para o esquecimento (GLOBERSON, 1987). Vale ressaltar que na maioria dos modelos de curva do esquecimento, o tempo de interrupção é o fator principal de deterioração do conhecimento. O esquecimento é uma função que relaciona a quantidade de unidades produzidas com o tempo decorrido (BAILEY, 1989).

Por mais que os estudos acerca do fenômeno esquecimento não seja tão vasto, Jaber (2006) identificou algumas características do processo de esquecimento por meio de estudos empíricos e laboratório, sendo:

- a) A quantidade de experiência adquirida antes da interrupção influencia o nível de esquecimento;
- b) O comprimento do intervalo de interrupção influencia o nível de esquecimento
- c) A taxa de reaprendizagem é a mesma que a taxa de aprendizado original, onde a reaprendizagem é mais rápida após um intervalo;
- d) A função de potência é apropriada para capturar o esquecimento;
- e) Aprendizado e esquecimento são imagens espelhadas um do outro; isto é, a curva de aprendizado pode ser resumida por uma função de potência que aumenta com a aprendizagem, e o esquecimento pode ser resumido com uma função de potência que decai com o tempo;
- f) O nível de esquecimento está positivamente relacionado com a taxa que o trabalhador aprende; isto é, os trabalhadores que aprendem rapidamente também tendem a esquecer rapidamente;
- g) A natureza da tarefa que está sendo executada, isto é, se a tarefa é cognitiva ou manual;

Em sua pesquisa, Nembhard e Uzumeri (2000) concluíram que trabalhadores que aprendem mais rapidamente acerca dos processos produtivos são mais suscetíveis ao esquecimento. Por outro lado, os trabalhadores que aprendem gradualmente tendem a uma taxa de produtividade de estado estacionário mais alta e menor esquecimento.

Para melhor descrever o fenômeno do esquecimento, foram desenvolvidos ao longo dos anos modelos matemáticos, destacando-se o VRIF (*variable regression to invariant forgetting*) Model, VRVF (*variable regression to variable forgetting*) Model e LFCM (*learn-forget curve model*).

CAPÍTULO 2

S VRIF Model

O modelo VRIF desenvolvido por Elmaghraby (1990) assume que existe uma função única de esquecimento com um único ponto de interceptação. Isto se dá, pois \hat{T}_1 e f (inclinação da curva de esquecimento) são parâmetros dependentes do sistema, assim como, T_1 (tempo de produção da primeira unidade) e l (inclinação da curva de esquecimento) são da função de aprendizagem. Dessa forma, no modelo VRIF, \hat{T}_1 e f são considerados constantes para o ciclo de produção i .

A equação que representa o ponto de convergência entre a curva de aprendizagem e a curva de esquecimento, ou seja, o tempo para o esquecimento da produção de q_i é dado por:

$$\hat{T}_1 = T_1 q_i^{-(l+f)} \quad (7)$$

Para determinar o tempo necessário de produção de $q_i + s_i$ caso não houvesse a interrupção, é dado pela equação:

$$\hat{T}_{q_i+s_i} = T_1 (q_i + s_i)^f \quad (8)$$

O tempo de produção para a primeira unidade após a interrupção é dado pela equação:

$$\hat{T}_{1,i+1} = T_1 (u_{i+1} + 1)^{-l} \quad (9)$$

Em que u_{i+1} é dado por:

$$u_{i+1} = \left[\frac{\hat{T}_1}{T_1} (q_i + s_i)^f \right]^{-1/l} \quad (10)$$

CAPÍTULO 2

S VRVF Model

No modelo proposto por Carlson e Rowe (1976) a curva do esquecimento varia de acordo com a interrupção na função em relação ao número de unidades produzidas de cada ciclo. Dessa forma, no modelo VRVF, \hat{T}_1 é um parâmetro calculado a cada ciclo, enquanto f é constante para todo o ciclo de produção i . Portanto, utilizando as mesmas equações do modelo VRIF e calculando \hat{T}_1 a cada ciclo, tem-se:

$$\hat{T}_{1i} = T_1 q_i^{-(l+f)} \quad (11)$$

$$\hat{T}_{q_i+s_i} = T_1 (q_i + s_i)^f \quad (12)$$

$$u_{i+1} = \left[\frac{\hat{T}_{1i}}{T_1} (q_i + s_i)^f \right]^{-1/l} \quad (13)$$

LFCM

O modelo LFCM proposto por Jaber e Bonney (1997) \hat{T}_1 e f são variáveis calculadas a cada ciclo de produção i .

O cálculo da inclinação da curva do esquecimento é dado pela equação:

$$f_i = \frac{l(1-l) \log q_i}{\log(C_i + 1)} \quad (14)$$

Em que C_i é:

$$C_i = t_B \left[\frac{T_1}{1-l} q_i^{1-l} \right]^{-1} \quad (15)$$

Dessa forma, se torna possível calcular o tempo para o esquecimento q_i variando f_i a cada ciclo, é dado por:

$$\hat{T}_{1i} = T_1 q_i^{-(l+f_i)} \quad (16)$$

Por fim a unidades lembradas no início do ciclo $i + 1$ é dado pela equação:

$$u_{i+1} = q_i^{\frac{l+f_i}{l}} (q_i + s_i)^{-f_i/l} \quad (17)$$

CAPÍTULO 2

Escolha do Modelo

O modelo escolhido para a análise dos dados é o LFCM, visto que dentre os três modelos abordados, possui maior precisão, tendo sua eficácia comprovada por meio de resultados consistentes determinados experimentalmente por Globerson *et. al.* (1989) apresentando um pequeno desvio para determinar o tempo da curva de esquecimento (JABER e BONNEY, 1997).

Todos os três modelos hipotetizam duas relações importantes entre aprendizagem e esquecimento. A primeira é que quando ocorre o esquecimento total, o tempo de processamento reverte para o tempo necessário para processar a primeira unidade sem experiência anterior. A segunda relação é que o tempo de desempenho na curva de aprendizado é igual ao da curva de esquecimento no ponto de interrupção. JABER e BONNEY (1997) mostram que o VRIF satisfaz o primeiro relacionamento, mas não o segundo, e que o VRVF satisfaz o segundo relacionamento, mas não o primeiro. O LFCM satisfaz os dois relacionamentos (JABER e BONNEY, p. 8, 1997, tradução nossa).

METODOLOGIA

Este estudo foi aplicado no setor de costura de assento de cadeiras de uma indústria de moveis, que produz jogos de sala de jantar, compostos de 1 mesa e 6 cadeiras. A produção programada para o período estudado de 8 meses, é de 168.324 assentos de cadeira. O centro de trabalho estudado, é formado por 3 operadoras, que trabalham na empresa há mais de 4 anos, com experiência em costura de encosto de cadeira, porém de outros modelos, e o modelo estudado não havia sido fabricado anteriormente.

O tempo unitário de costura de um modelo de encosto de cadeira, semelhante ao estudado, levantado pela empresa pelo método de cronoanálise é 1,42 minutos, que foi utilizado pelo setor de planejamento da produção para projetar a quantidade de unidades que cada operadora deveria fabricar para atingir a meta de produção estabelecida no período, programando para cada operadora, 56.108 unidades, equivalentes a 338 unidade/dia.

CAPÍTULO 2

Os dados deste estudo foram apontados através de observações, utilizando a técnica de cronometragem, por um período de 105 dias trabalhados, com uma jornada diária de 480 minutos, entre setembro e janeiro e registrados diariamente em formulário próprio, onde constavam o nome da operadora, o tempo unitário de fabricação a quantidade de peças produzidas. No período analisado, ocorreu uma interrupção na produção de 10 dias, devido a férias coletivas da empresa.

Para a compreensão do fenômeno da aprendizagem das operadoras, foi aplicado nesta pesquisa, o modelo exponencial de Wright ((Eq.1); (Eq.2) e (Eq.3)), selecionado através do Coeficiente de Determinação R^2 (Tabela 1), cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Calculou-se a taxa e o *slope* de aprendizagem (*b*) para a obtenção da Curva de Aprendizagem. Os dados encontrados, permitiram analisar o comportamento da aprendizagem das operadoras.

A definição do número de ciclos necessários, para o cálculo do tempo médio, foi realizada pelo método da cronoanálise, com um grau de confiabilidade de 95%, com erro de 5% e significância estatística de 3%.

Aplicou-se o Modelo LFCM proposto por Jaber e Boney (1997), para o cálculo da inclinação da curva do esquecimento, foram aplicadas as Eq.14 e Eq.15; para o calcular o tempo para o esquecimento aplicou-se a Eq. 16 e para o cálculo das unidades lembradas foi utilizada a Eq.17.

DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A Tabela 1 mostra a curva de aprendizado e o *slope* de aprendizagem (*b*) das operadoras. A aderência ao modelo de Wright (eq.1), foi selecionado através do coeficiente de determinação R^2 , que aponta um fator de regressão significativo, superior a 0,98.

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Curva de Aprendizagem das Operadoras

Operadora	Curva de Aprendizagem	Slope de Aprendizagem (b)	Coefficiente de Determinação (R ²)
Operadora 1	95,8%	-0,06138	0,9842
Operadora 2	94,9%	-0,07597	0,9866
Operadora 3	94,1%	-0,04237	0,9942

Fonte: Autores

A Tabela 2 traz o efeito do Esquecimento decorrente dos 10 dias parados da produção. Aplicando o modelo da Curva do Esquecimento de Jaber e Boney (1997), conclui-se que a parada da produção neste período provocará uma perda de 2899 unidades produzidas. A Operadora 1 terá uma perda de produção de 996 unidades, a Operadora 2 terá uma perda de produção de 1017 unidades e a Operadora 3 terá uma perda de produção de 916 unidades.

Tabela 2 - Efeito do Esquecimento

Operadora	Tempo da 1ª peça (min) (*)	Slope do Esquecimento	Efeito do esquec. (nº unidades)
Operadora 1	2,50	0,559325	966
Operadora 2	2,40	0,678420	1017
Operadora 3	2,71	0,716898	916

Fonte: Autores

A Tabela 3 apresenta o impacto da aprendizagem e do esquecimento no tempo unitário de fabricação das operadoras. O tempo unitário da 1ª peça produzida pela Operadora 1 no início do processo, foi de 2,50 min/unidade, considerando sua curva de aprendizagem de 95,8% e *slope* de aprendizagem de 0,6354 (b), no momento da interrupção de 10 dias na produção, seu tempo unitário foi de 1,79 min/unidade, que representa um ganho de 28,2% sobre o tempo inicial, denotando assim, o efeito da aprendizagem na operadora, que pode ser observado também em relação às outras 2 operadoras, tendo a Operadora 2 um ganho de 33,5% e a Operadora 3 um ganho de 37,2%. A Tabela 3 apresenta o efeito do esquecimento, observado na redução da performance entre o tempo unitário das operadoras, no momento da interrupção de 10 dias e o tempo unitário na retomada da produção. O tempo unitário da fabricação da Operadora 1 no momento da interrupção foi de 1,79 min/unidade e o tempo unitário na retomada da produção foi de 1,82 min/unidade,

CAPÍTULO 2

apontando uma queda na performance de 1,4%; Na Operadora 2 uma queda na performance de 1,8% e na Operadora 3 uma queda na performance de 2%.

Tabela 3 - Efeito Aprendizagem x Esquecimento

Operadora	Tempo da 1ª peça (min) (*)	Slope de aprend.	Tempo da peça no ponto de interrup. (min/un)	Ganho de aprend. (%)	Slope do esq.	Tempo da 1ª peça após interrup.	Perda esq. (%)
Operadora 1	2,50	0,6354	1,79	28,2%	0,5593	1,82	1,4%
Operadora 2	2,40	0,5963	1,59	33,5%	0,6576	1,62	1,8%
Operadora 3	2,71	0,6354	1,70	37,2%	0,7189	1,74	2,0%

Fonte: Autores

CONCLUSÃO

Esta pesquisa considerou o problema de dimensionamento de lote de produção considerando o aprendizado e esquecimento nos tempos unitários de fabricação, provocados pelas interrupções no processo de fabricação e das perdas que refletem no aumento do tempo de fabricação do item e a consequente redução na quantidade a ser produzida.

Conclui-se como apontado na literatura, que o esquecimento tem relação direta com o tempo de duração da interrupção e do aprendizado adquirido pelos trabalhadores antes da interrupção.

O estudo valida o modelo LFCM de Jaber e Boney (1997) de modo a permitir identificar, por meio das curvas de aprendizagem e de esquecimento dos trabalhadores, as perdas quantitativas decorrentes da interrupção do processo produtivo, e também, nas perdas do volume diário produzido.

Aplicar os conceitos da curva de aprendizagem e de esquecimento, propicia a empresa uma maior eficiência na programação da produção e, subsidia o setor de planejamento com informações para uma melhor utilização da capacidade instalada e dos recursos disponíveis, como também, para a organização de treinamentos e ações visando a melhoria da performance dos trabalhadores.

CAPÍTULO 2

REFERÊNCIAS

ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 109-123, 2007.

ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S.; STROIEKE, R. E. **The state-of-the-art of learning curve applications**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262438271_The_state-of-the-art_of_learning_curve_applications > Acesso em: 13 set. 2019.

ARGOTE, L.; BECKMAN, S. L; EPPLE, D. The Persistence and Transfer of Learning in Industrial Settings. **Management Sciences**, v.36, n.2, p.140-154, 1990.

ASH, R.C.; SMITH-DANIELS, D.E. Managing the impact of customer support disruptions on new product development projects. **Project Management Journal**, v.35, n.1, p. 3-10, 2004.

BADIRU, A. B. Computational Survey of Univariate and Multivariate Learning Curve Models. **IEEE**, v.39, n.2, 1992.

BADRI, H. M. et al. **Implementation Learning and Forgetting Curve to Scheduling in Garment Industry**. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/114/1/012068/pdf> > Acesso em: 13 set. 2019.

BAILEY, C. D. Forgetting and the Learning Curve: A Laboratory Study. **Management Sciences**, v.35, n.3, p. 340-352, 1989.

CARLSON, J. G.; ROWE, A. J., **How Much Does Forgetting Cost?** Industrial Engineering, v.8, p. 40-47, 1976.

ELMAGHRABY, S. E. Economic manufacturing quantities under conditions of learning and forgetting (EMQ/LaF). **Production Planning & Control: The Management of Operations**, v.1, n.4, p. 196-208, 1990.

FERIYANTO, N. et al. IMPREMENTATION LEARNING AND FORGETTING CURVE TO PREDICT NEEDS AND DECREASES OF LABOR PERFORMANCE AFTER BREAK. **Jurnal Teknologi**, p. 135-140, 2015.

GLOBERSON, S et al. The Impact of Breaks on Forgetting When Performing A Repetitive Task. **IIE Transactions**, v.21, n.4, p. 376-381, 1989.

GLOBERSON, S.; LEVIN, N. Incorporating Forgetting into Learning Curves. **Internacional Journal of Operations & Production**, v.7, n.4, p. 80-92, 1987.

HULSE, S.H.; DEESE, J.; EGETH, H., 1982, **The Psychology of Learning**. McGraw-Hill, 5th edition.

JABER, M. Y. **Learning and Forgetting Models and Their Applications**. Toronto: Ed. Taylor & Francis Group, 2006.

CAPÍTULO 2

JABER, M. Y.; BONNEY, M. A comparative study of learning curves with forgetting. **Elsevier**, New York, v.21, p. 523-531, 1997.

NEMBHARD, D. A; UZUMERI, M. V. Experiential learning and forgetting for manual and cognitive tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 2000. p. 315-326.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007

ROSENBERG N., Learning by Using, Inside the Black Box, (1982) (Cambridge Press)

WRIGHT, T. P. Factors Affecting the Cost of Airplanes. **JOURNAL OF THE AERONAUTICAL SCIENCES**, v.3, p. 122-128, 1936.

CAPÍTULO

3

Imobilização em suportes sólidos para aplicação na indústria alimentícia

Gabriela Kovaleski

Fanny Kovaleski

Anaïs Kovaleski

Gabriel J. D. Domingues

Bertiene M. L. Barboza

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.3

CAPÍTULO 3

Resumo: A imobilização em suportes sólidos é uma técnica crescente nos estudos e nas indústrias alimentícias. Possui vantagens e limitações, o que leva diversos pesquisadores a buscarem melhoria e ajuste dessa técnica. O objetivo deste trabalho é examinar o desenvolvimento da pesquisa sobre diferentes aplicações da imobilização em suportes sólidos nas indústrias alimentícias e, também, quais compostos ou microrganismos estão sendo mais utilizados para imobilizar. Desta forma, realizou uma revisão de literatura sistemática, resultando em 30 trabalhos relevantes, lidos na íntegra para assim analisá-los. Como resultado obteve-se quatro aplicações e seis compostos/microrganismos imobilizantes. A retenção/extração e produção de compostos foram as principais aplicações dessa técnica, e a enzima o microrganismo mais imobilizado.

Palavras-chave: Imobilização. Aplicações. Suporte sólidos. Alimentos.

Immobilization on solid supports for application in the food industry

Abstract: Immobilization on solid supports is a technique that has been used more in studies and in the food industries. It has advantages and limitations, which leads several researchers to seek improvement and adjustment of this technique. This paper aims to examine the development of research on different applications of immobilization on solid supports in the food industries and also which compounds or microorganisms are being most used for immobilization. Thus, a systematic literature review was conducted, resulting in 30 relevant papers, read in full to be analyzed. As a result, four applications and six immobilizing compounds / microorganisms were obtained. Retention / extraction and production of compounds were the main applications of this technique, and the enzyme the most immobilized microorganism according to the study.

Keywords: Immobilization. Applications. Solid support. Food.

CAPÍTULO 3

INTRODUÇÃO

A imobilização celular é uma técnica biotecnológica na qual as células podem ser encapsuladas ou aprisionadas em um suporte (BOFO; CASTRO; MEDEIROS, 2005), e essas são impedidas de se mover independente do que está ao seu redor, para a fase aquosa do sistema em estudo (TAMPION e TAMPION, 1988). No espaço onde as células estão confinadas, são mantidas suas atividades catalíticas, em processos de operação contínua ou descontínua (COVIZZI *et al.*, 2007).

Essa técnica iniciou-se em 1916 quando Nelson e Griffin relataram que a enzima invertase, quando adsorvida em carvão ativado, tinha a mesma atividade que a enzima solúvel, mas foi a partir dos anos 80 que os estudos começaram a evoluir (KOVLESKI, 2019). Hoje, as pesquisas estão relacionadas a novas técnicas, procedimentos, suportes, a diferentes microrganismos, etc.

Uma das técnicas utilizadas na imobilização celular é em superfície/suportes sólidos, onde a célula é ligada ao suporte através da adsorção, ligação eletrostática e ligação covalente. Segundo Mendes (2009, p.13) as principais características a serem observadas são: “área superficial, permeabilidade, insolubilidade, capacidade de regeneração, morfologia e composição, natureza hidrofílica ou hidrofóbica, resistência ao ataque microbiano, resistência mecânica, custos e outras”.

A indústria alimentícia é uma das grandes áreas que utiliza essa técnica por possuir vantagens quando comparado com o sistema de células livres, como o aumento de produção e diminuição de custos (Groboillot, 1994), eliminação de etapas do processo como etapas de extração, isolamento, filtração e purificação, reutilização das células, etc. Mas também há técnica com limitações: pode ser mais caro, a transferência de massa pode afetar a fisiologia e cinética do sistema e a matriz pode-se romper (COVIZZI *et al.*, 2007).

O presente trabalho tem como objetivo revisar, através de pesquisas publicadas, as diferentes aplicações da técnica de imobilização em suporte sólido, e demonstrar quais compostos ou microrganismos estão sendo imobilizados para aplicar na indústria alimentícia.

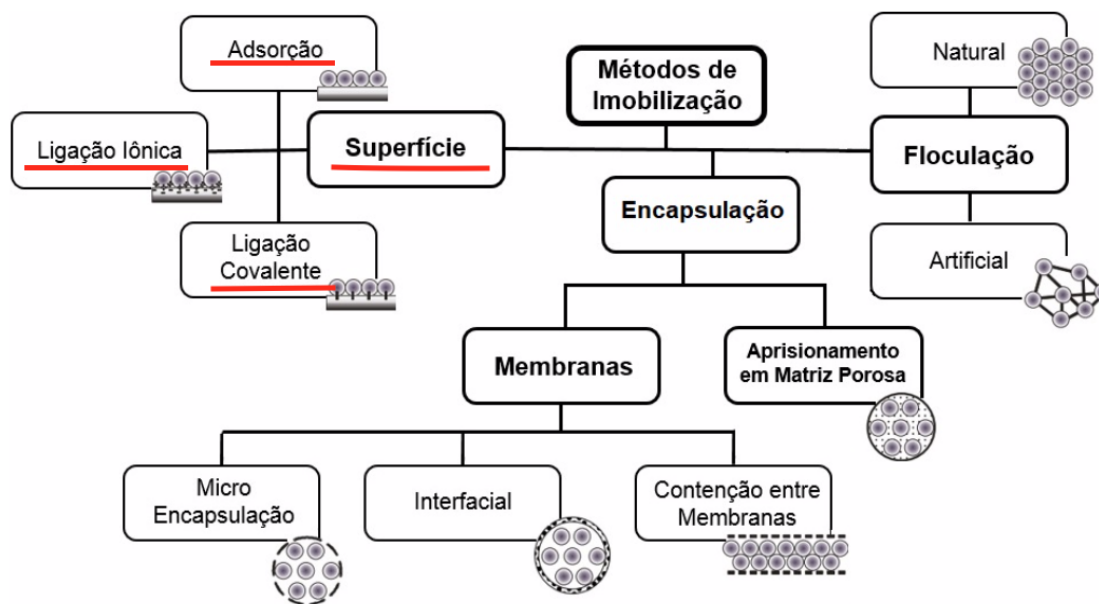
CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

O trabalho consistiu em uma revisão sistemática de literatura, um processo essencial para a compreensão inicial do tema pesquisado, com o objetivo de conhecer os estudos e autores de referência na área.

A revisão de literatura foi realizada na base de dados Scopus, os artigos encontrados foram migrados para o programa *Mendeley*, onde os autores puderam gerenciar os documentos de pesquisa. Para filtrar os documentos encontrados foram usadas *Tags* durante a leitura dos resumos diferenciando os artigos que deveriam ser lidos e excluídos da revisão. Para a seleção dos artigos era necessário apresentar na pesquisa a imobilização em suportes sólidos/superfície, como grifado na Figura 1, e os artigos que apresentavam os outros métodos foram excluídos.

Figura 1- Diferentes Métodos da Imobilização



Fonte: Kovaleski (2019)

A fim de relacionar os temas em questão, na pesquisa pelo *Scopus* utilizou-se as palavras-chave “*Immobilization*”, “*solid supports*” e “*food*”. Todas as palavras deveriam estar presentes em “*Title, Abstract, Keywords*”. Assim, o próximo tópico traz os resultados e discussão dos artigos encontrados.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

A busca sistemática resultou em 58 artigos publicados em revistas e conferências, sendo que apenas 30 estudos relatam a imobilização em suportes sólidos na indústria alimentícia e foram considerados relevantes para a pesquisa. Através desses artigos, primeiramente construiu-se um gráfico (Gráfico 1) para demonstrar as aplicações dessa técnica biotecnológica.

Gráfico 1 - Aplicações da imobilização em suportes sólidos na indústria alimentícia



Com o gráfico, observa-se que 37% dos artigos encontrados estudam a imobilização em suportes sólidos para retenção/extração/filtração de compostos, 17% estudam a imobilização de enzimas para aplicação em alimentos, 33% produzem algum composto, e 13% fazem a detecção de componentes através dos suportes sólidos.

A retenção de compostos através da imobilização em suportes sólidos começa com a preocupação da emissão de eteno gerado nas indústrias, e através de bactérias imobilizadoras de eteno Ginkel *et al.* (1986) reduziram essa emissão. Prasety *et al.* (2016) também se preocupam com as toxinas liberadas pelas indústrias, mas utilizaram a imobilização de enzimas para a retenção.

Melo *et al.* (2004) e Raikovi *et al.* (2019) utilizaram suportes sólidos para extração em fase sólida de pesticidas em uvas, e toxinas presentes em grãos, respectivamente. Outra pesquisa também demonstra a retenção de uma toxina (ocratoxina A) presente em grãos, cereais e carnes, na qual conseguiu-se 91% de rendimento de recuperação da toxina em amostras de cerveja (RHOUATI *et al.*, 2011).

CAPÍTULO 3

A formação de proteínas residuais ainda é um problema para a instabilidade de bebidas, pois essas moléculas podem precipitar durante o armazenamento causando o aparecimento de sedimentos. Liburdi, Benucci e Esti (2013) e Benucci *et al.* (2018) imobilizaram enzimas em suportes sólidos para melhorar a estabilidade de vinhos através de enzimas proteolíticas ligadas covalentemente nos suportes. Em sucos de frutas, como de maçã e uva, essa técnica ajuda na preservação dos sucos, utilizando compostos antimicrobiano e anticorpos imobilizados para a extração de compostos (GÓMEZ, 2019; TURRILLAS, 2011).

A aplicação de antimicrobianos para preservação de alimentos pode ser um problema por possuírem odores fortes e também pela demanda de alimentos naturais, sem compostos químicos. Uma das alternativas para esses problemas é introduzir antimicrobianos imobilizados em suportes sólidos, para que esses não fiquem em contato direto com os componentes alimentares, como fizeram Ribes *et al.* (2017) e Ibgure *et al.* (2016).

A produção de compostos através de microrganismos imobilizados em suportes sólidos também é uma forma de melhorar e aumentar a produção. Karimi *et al.* (2014) imobilização endoinulinase para a produção em larga escala de xarope com alto teor de frutose. Huallanco *et al.* (2010) estudaram um modelo para a obtenção de frutooligosacarídeos, que são adoçantes alternativos em alimentos. Produção de emulsificantes por lipases imobilizadas também foi estudado (PLOU *et al.*, 1996). Na fermentação alcoólica também é possível utilizar os suportes com microrganismos, como em cerveja, suco de uva e a produção de bioetanol (MOROZOY *et al.*, 2019; BERLOWSKA *et al.*, 2013; IZMIRLIGL e DEMIRCI, 2016).

O aumento da produção da lisozima humana por *Kluyveromyces lactis* foi estudada por ser mais eficaz em comparação com a lisozima do ovo de galinha (ERCAN e DEMIRCI, 2014). A produção de produtos lácticos aumentara devido um maior crescimento celular nos suportes sólidos (TEH *et al.*, 2010). Em 2003 e 2005 os autores Bergmaier, Champagne e Lacroix, estudaram o crescimento e a produção de exopolissacarídeos através de *Lactobacillus rhamnosus* imobilizados por adsorção em suportes.

O melhoramento da imobilização de enzimas ainda é presente nas pesquisas, diversificando os suportes, microrganismos, meio, etc. Veesar, Solangi e Memon

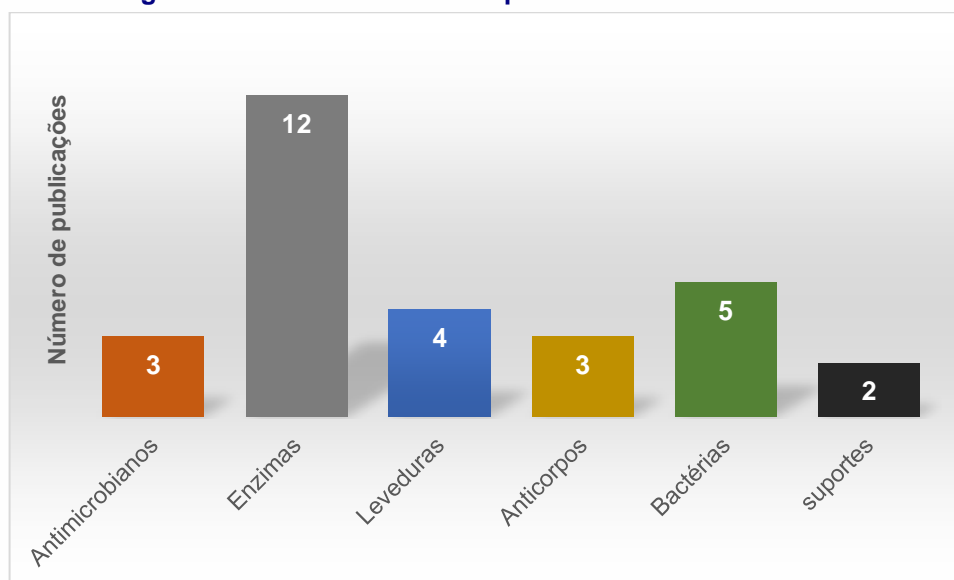
CAPÍTULO 3

(2015) vê esse melhoramento como alternativa de custos das enzimas nas indústrias. Junqueira *et al.* (2019) imobilizaram enzimas produzidas por fermentação de resíduos de acerola, goiaba, mandioca e maracujá. A enzima transglutaminase é empregada nas indústrias alimentícias para modificação e marcação de proteínas por isso Grigolett *et al.* (2017) e Zhou *et al.* (2016), estudaram como imobilizar essa enzima em suportes.

Para a detecção de compostos em alimentos é utilizado microrganismos imobilizados em suportes sólidos, chamados de biossensores e imunosensores. Traços de íons metálicos em amostras de alimentos infantis foram determinados através de biossorbente (BAYTAK e TURKER, 2005). Biossensores foram utilizados para detectar pesticidas, glicose e cloranfenicol em amostras (POUREASL *et al.*, 2014; PARK e KIM *et al.*, 2016; TOFINO *et al.*, 2001).

Através dessa revisão também foi possível observar quais compostos ou microrganismos estão sendo imobilizados para aplicar na indústria alimentícia (Gráfico 2).

Gráfico 2- Agentes imobilizadores em suportes sólidos na indústria alimentícia



Encontrou-se 5 agentes imobilizantes: 40% dos artigos encontrados estudam imobilizam enzimas, 3% de anticorpos e antimicrobianos, 4% leveduras e 5% bactérias. Também há 2% dos estudos utilizando apenas suportes sólidos, sem agentes imobilizantes.

Como já citado, a imobilização celular começou com a imobilização de enzimas em 1916 e até hoje está sendo estudadas, pois essas geram produtos de

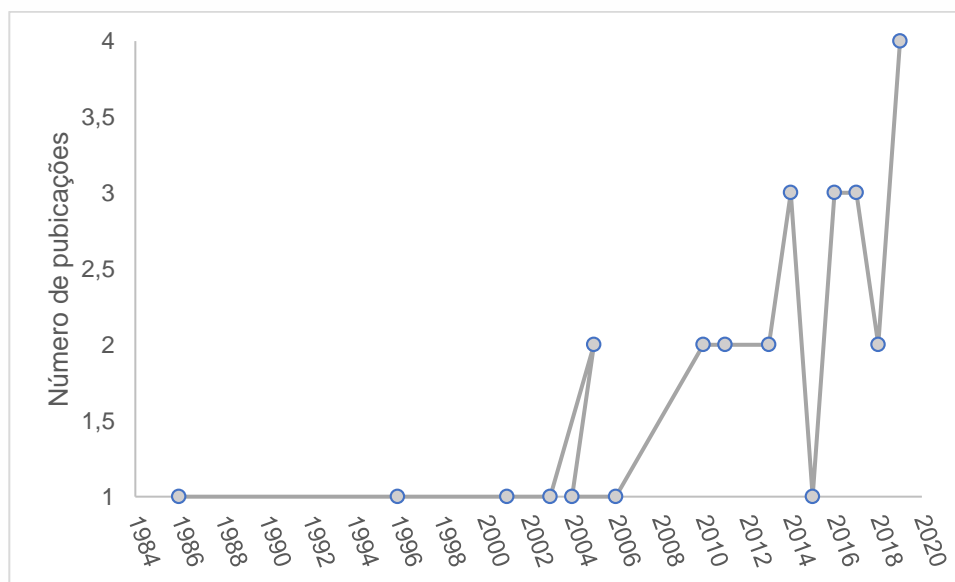
CAPÍTULO 3

grandes utilidades. Antimicrobianos são utilizados para a preservação de alimentos, para que durante o processamento não ocorra nenhuma contaminação. Alguns anticorpos foram utilizados para a detecção de compostos nos alimentos. As leveduras fornecem a fermentação de muitos produtos alimentares, por isso aumentar o crescimento celular e conseguir reutiliza-las é o ideal para as indústrias. As bactérias são diversificadas, podem ser utilizadas para a produção, retenção e detecção de compostos.

Os suportes sólidos também podem ser utilizados sem nenhum microrganismo, apresentando a função de extração de compostos, esses estudos são amplos pois além de serem utilizados para a indústria de alimentos também se utiliza nas indústrias farmacêuticas, têxtil, detergentes, cosméticos, etc.

Um gráfico do número de publicações por ano foi construído para demonstrar a evolução dessa técnica na indústria alimentícia (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Evolução dos estudos da imobilização em suportes sólidos na indústria de alimento



Segundo Elakkiya, Prabhakaran e Thirumarimurugan (2016) a imobilização vem ganhando importância em diversas áreas nos últimos anos, e com esse trabalho observamos que nos estudos da imobilização para a indústria alimentícia também há um aumento.

CAPÍTULO 3

CONCLUSÃO

Este estudo teve como principal objetivo conhecer de modo geral o que a academia aborda sobre a técnica de imobilização, buscando através de uma análise sistemática de literatura os artigos para analisar, desta forma cumprindo o objetivo proposto.

Com essa revisão sistemática percebe-se que a técnica de imobilização em suportes sólidos possui várias aplicações na indústria alimentícia, principalmente para a retenção e produção de compostos, também ressaltamos que as enzimas são os microrganismos mais estudados para imobilizar.

A contribuição deste trabalho está em reconhecer que há uma literatura dos temas em questões. Os autores reconhecem que a pesquisa foi limitada, podendo trazer em futuros estudos uma análise mais aprofundada e uma revisão de literatura mais abrangente em outras bases de dados.

Ficou evidente que muitos estudos buscam o melhoramento da técnica, assim, podemos concluir trazendo novas indagações para futuras pesquisas, como por exemplo, quais tipos de suportes estão sendo utilizados para a imobilização.

REFERÊNCIAS

ALVARADO-HUALLANCO, Mónica B.; MAUGERI-FILHO, Francisco. Kinetics and modeling of fructo-oligosaccharide synthesis by immobilized fructosyltransferase from *Rhodotorula* sp. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 85, n. 12, p.1654-1662, 9 nov. 2010.

BAYTAK, S; TURKER, A. R. The use of immobilized on Amberlite XAD-4 as a new biosorbent for the column preconcentration of iron(III), cobalt(II), manganese(II) and chromium(III). **Talanta**, v. 65, n. 4, p.938-945, 28 fev. 2005.

BENUCCI, Ilaria et al. Chitosan/clay nanocomposite films as supports for enzyme immobilization: An innovative green approach for winemaking applications. **Food Hydrocolloids**, v. 74, p.124-131, jan. 2018.

BERGMAIER, D.; CHAMPAGNE, C.P.; LACROIX, C. Exopolysaccharide production during batch cultures with free and immobilized *Lactobacillus rhamnosus* RW-9595M. **Journal of Applied Microbiology**, v. 95, n. 5, p.1049-1057, nov. 2003.

CAPÍTULO 3

BERGMAIER, D.; CHAMPAGNE, C.P.; LACROIX, C. Growth and exopolysaccharide production during free and immobilized cell chemostat culture of *Lactobacillus rhamnosus* RW-9595M. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 2, p.272-284, fev. 2005.

BERLOWSKA, Joanna; KREGIEL, Dorota; AMBROZIAK, Wojciech. Enhancing adhesion of yeast brewery strains to chamotte carriers through aminosilane surface modification. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 29, n. 7, p.1307-1316, 19 fev. 2013.

BOFO, D. C. S.; CASTRO, H. F.; MEDEIROS, M. B. Comparação da eficiência de imobilização das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* CB-IX (osmotolerantes) e *S. Cerevisiae* ATCC 9763, em bagaço e cana-de-açúcar. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, mar. 2005.

COVIZZI, L. G.; *et al.* Imobilização de células microbianas e suas aplicações biotecnológicas. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina**, v. 28, n. 2, p. 143-160, jul/dez. 2007.

ERCAN, Duygu; DEMIRCI, Ali. Enhanced human lysozyme production in biofilm reactor by *Kluyveromyces lactis* K7. **Biochemical Engineering Journal**, v. 92, p.2-8, nov. 2014.

ELAKKIYAL, M.; PRABHAKARAN, D.; THIRUMARIMURUGAN, M. Methods of cell immobilization and its applications. **International Journal of Innovative Research in Science**, v. 5, n.4, 2016.

ESTEVE-TURRILLAS, Francesc A. *et al.* Development of immunoaffinity columns for pyraclostrobin extraction from fruit juices and analysis by liquid chromatography with UV detection. **Journal of Chromatography A**, v. 1218, n. 30, p.4902-4909, jul. 2011.

GRIGOLETTO, Antonella *et al.* Covalent immobilisation of transglutaminase: stability and applications in protein PEGylation. **Journal of Drug Targeting**, v. 25, n. 9-10, p.856-864, 13 ago. 2017.

GROBOILLOT, A. *et al.* immobilization of cells for application in the food industry. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 14, p. 75-107, 1994.

IBARGUREN, Carolina *et al.* Adsorption of Nisin on Montmorillonite: A Concentration Strategy. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 2, jun. 2016.

IZMIRLIOGLU, Gulden; DEMIRCI, Ali. Ethanol production in biofilm reactors from potato waste hydrolysate and optimization of growth parameters for *Saccharomyces cerevisiae*. **Fuel**, v. 181, p.643-651, out. 2016.

JUNQUEIRA, L.I. Partial Characterization and Immobilization of Carboxymethylcellulase from *Aspergillus Niger* Produced by Solid-State Fermentation. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 18, n. 1, p.241-250, 1 abr. 2019.

KARIMI, Mahsan *et al.* Immobilization of endo-inulinase on poly-d-lysine coated CaCO₃ micro-particles. **Food Research International**, v. 66, p.485-492, dez. 2014.

KOVALESKI, Gabriela. **Estudo da imobilização celular de *Saccharomyces cerevisiae* em alginato de cálcio**. 2019. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa 2019.

CAPÍTULO 3

LIBURDI, Katia; BENUCCI, Ilaria; ESTI, Marco. Study of Two Different Immobilized Acid Proteases for Wine Application. **Food Biotechnology**, v. 24, n. 3, p.282-292, 31 ago. 2010.

MELO, Lucio F.C; COLLINS, Carol H.; JARDIM, Isabel C. S. F. New materials for solid-phase extraction and multiclass high-performance liquid chromatographic analysis of pesticides in grapes. **Journal of Chromatography A**, v. 1032, n. 1-2, p.51-58, abr. 2004.

MENDES, A. A. **Seleção de suportes e protocolos de imobilização de lipases para síntese enzimática de biodiesel**. 2009. 194 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

MOROZOVA, Ksenia; ARMANI, Mariachiara; SCAMPICCHIO, Matteo. Isothermal calorimetry for monitoring of grape juice fermentation with yeasts immobilized on nylon-6 nanofibrous membranes. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, p.20-35, 27 maio 2019.

ORNELIS, Vincent et al. Counteracting in Vitro Toxicity of the Ionophoric Mycotoxin Beauvericin—Synthetic Receptors to the Rescue. **The Journal of Organic Chemistry**, v. 84, n. 16, p.10422-10435, 8 ago. 2019.

PARK, In-seon; KIM, Namsoo. Development of a chemiluminescent immunosensor for chloramphenicol. **Analytica Chimica Acta**, v. 578, n. 1, p.19-24, set. 2006.

PEÑA-GÓMEZ, Nataly et al. Study of apple juice preservation by filtration through silica microparticles functionalised with essential oil components. **Food Control**, v. 106, p.1-15, dez. 2019.

PLOU, Francisco J. et al. High-yield production of mono- and di-oleylglycerol by lipase-catalyzed hydrolysis of triolein. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 18, n. 1, p.66-71, jan. 1996.

POURASL, Ali H et al. Analytical modeling of glucose biosensors based on carbon nanotubes. **Nanoscale Research Letters**, v. 9, n. 1, p.33-40, 2014.

PRASETYO, Endry Nugroho et al. Laccase oxidation and removal of toxicants released during combustion processes. **Chemosphere**, v. 144, p.652-660, fev. 2016.

PULIDO-TOFIÑO, P.; BARRERO-MORENO, J.M.; PÉREZ-CONDE, M.C. Sol-gel glass doped with isoproturon antibody as selective support for the development of a flow-through fluoroimmunosensor. **Analytica Chimica Acta**, v. 429, n. 2, p.337-345, fev. 2001.

RHOUATI, Amina et al. Development of an oligosorbent for detection of ochratoxin A. **Food Control**, v. 22, n. 11, p.1790-1796, nov. 2011.

RIBES, Susana et al. Eugenol and thymol immobilised on mesoporous silica-based material as an innovative antifungal system: Application in strawberry jam. **Food Control**, v. 81, p.181-188, nov. 2017.

TAMPION, J.; TAMPION, M.D. **Immobilized cells: principles and applications**. Cambridge University Press. 1988.

CAPÍTULO 3

TEH, Sue-siang et al. Growth characteristics of agrowaste-immobilised lactobacilli in soymilk during refrigerated storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 10, p.2089-2095, 24 ago. 2010.

VAN GINKEL, C. G. et al. Removal of ethene to very low concentrations by immobilised mycobacterium E3. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 36, n. 12, p.593-598, 24 abr. 2007.

VEESAR, Irshad Ali; SOLANGI, Imam Bakhsh; MEMON, Shahabuddin. Immobilization of α -amylase onto a calix[4]arene derivative: Evaluation of its enzymatic activity. **Bioorganic Chemistry**, v. 60, p.58-63, jun. 2015.

ZHOU, Jian Qin; HE, Ting; WANG, Jian Wen. The microbial transglutaminase immobilization on carboxylated poly(N-isopropylacrylamide) for thermo-responsivity. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 87-88, p.44-51, jun. 2016.

CAPÍTULO

4

Formulação e análise de bebida láctea simbiótica a base de Cambuci adicionada de Yacon

**Ana Karoline Ferreira
Fernanda Cristina Lunkes
Maíra Escobar de Araujo
Cristiane de Carli
Lucas Vinicius Cavichi
Valdemar Padilha Feltrin
Carla Adriana Pizarro Schmidt
Celeide Pereira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.4

CAPÍTULO 4

Resumo: A bebida láctea é um produto composto essencialmente por leite, soro de leite. Prebióticos e probióticos geram alimentos funcionais simbióticos, que proporcionam efeitos benéficos à saúde dos consumidores. O cambuci é rico em vitamina C e possui uma grande quantidade de pectina. O Yacon apresenta alto teor de carboidratos, elevado conteúdo de potássio e 40 % a 70 % de FOS. O objetivo deste trabalho foi desenvolvimento e a análise sensorial de uma bebida láctea fermentada simbiótica com a adição de polpa de Cambuci, farinha de Yacon, *Bifidobacterium bifidum*, leiteiro, soro e concentrado proteico de soro. Foram desenvolvidas quatro formulações de bebida láctea fermentada simbiótica com 4 %, 6 % e 8 % de polpa de Cambuci e Padrão (sem adição de polpa). As formulações foram analisadas nos períodos de 0, 10, 20 e 30 dias de estocagem. Realizaram-se análises microbiológicas de Bolores e leveduras, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus* e coliformes a 35 e 45°C, avaliação da viabilidade da cultura láctica contendo *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salvarius* subsp. *termophilus*, cultura láctica probiótica *Bifidobacterium bifidum*. Todas as análises foram realizadas em duplicatas. Os resultados da análise sensorial demonstraram que a bebida láctea fermentada não obteve a aceitação esperada quando submetido à avaliação sensorial humana, com relação ao atributo sabor, isto deve ser a falta de ajuste do modelo que levou à uma seleção de desejabilidade não ideal, necessitando de melhorias no sabor.

Palavras-chave: Aceitação Sensorial. Alimento Lácteo Funcional. Controle de Qualidade.

CAPÍTULO 4

INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais têm ganhado espaço no mercado, devido ao aumento da procura pelos consumidores por produtos alimentícios saudáveis, nutritivos e que proporcione benefícios à saúde, promovendo a manutenção e prevenção de doenças, com isso verifica-se uma elevação no consumo de alimentos probióticos, prebióticos e simbióticos (DIAS, 2012). Segundo a agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2002) probióticos são definidos como microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo. Os prebióticos são fibras não digeríveis que fermentam em nosso intestino e estimulam o crescimento das bactérias probióticas, além de melhorar o funcionamento do intestino e diminuir os riscos de infecções. Para Vasconcelos (2010), dentre os alimentos funcionais, o Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tem ganhado importância. É uma raiz de origem andina e tem sido descrita como o alimento com maior conteúdo de frutooligosacarídeos (FOS) na natureza. Uma das principais características desses carboidratos é a estimulação do crescimento de bactérias não patogênicas por meio da fermentação colônica, sendo assim classificados como constituintes bioativos com alegação prebiótica e, portanto, funcionais. A associação de prebióticos e probióticos geram alimentos funcionais simbióticos, que proporcionam aos consumidores vários efeitos benéficos à saúde.

O Cambuci é um fruto chamado botanicamente de *Campomanesia phaea*, sua árvore é da família das Mirtáceas (ANDRADE; FONSECA; LEMOS, 2011). Este fruto tem origem nos estados de São Paulo (principalmente na Serra do Mar) e em Minas Gerais é típico da Mata Atlântica (TAVARES, 2013). É conhecido também pelo termo *kamu-si*, oriundo do tupi-guarani, que significa pote d'água, em virtude da sua forma semelhante a um vaso de cerâmica (ANDRADE; FONSECA; LEMOS 2011).

Os concentrados proteicos de soro (CPS) podem variar sua composição de proteínas de 34 a 80 %: quando contêm cerca de 53 % de proteína, terão em média 35 % lactose, 5 % de gordura e 7 % de cinzas (ANTUNES, 2003; PACHECO *et al.*, 2005). O leiteiro é uma boa alternativa para o uso em formulações de produtos lácteos, pois possui várias propriedades benéficas a saúde, possuindo também boas propriedades tecnológicas, baixo custo, fácil disponibilidade e boas características

CAPÍTULO 4

sensoriais como apresenta o leiteiro (BASSI et al. 2012). O soro é um subproduto da indústria láctea, obtido pela separação da fase aquosa do leite e da maior parte da porção lipídica e caseína. (SGARBIERI, 2005). A fabricação de bebidas lácteas, fermentadas ou não, a partir do soro líquido é, para a indústria, uma alternativa lucrativa, pois o processo tecnológico é simples, além de ser possível o uso de equipamentos que geralmente já existem na usina de beneficiamento (CUNHA et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e a análise sensorial de uma bebida láctea fermentada simbiótica com a adição de polpa de Cambuci, farinha de Yacon, *Bifidobacterium bifidum*, leiteiro, soro e concentrado proteico de soro.

MATERIAL E MÉTODOS

O soro e o leiteiro utilizado para a elaboração das formulações da bebida láctea foram doados por um Laticínio da cidade de Missal- PR, sendo transportado em caixa de isopor condições de refrigeração até as dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, campus Medianeira. O cambuci foi adquirido na cidade de Paraibuna- SP, transportado congelado em caixa térmica. A cultura mista de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus salivarius subsp. termophilus*, cultura láctica probiótica *Bifidobacterium bifidum*, foi obtida por doação da empresa DANISCO-FERMENTEC, o soro concentrado proteico foi doado pela empresa ALIBRA. A farinha de yacon foi gentilmente doada empresa MAÇA. O açúcar, corante artificial para fins alimentícios cor Verde Folha (Mix Coralim), espessante/estabilizante Selecta foram adquiridos no comércio local do município de Medianeira- PR. Foram utilizadas os laboratórios Laboratório de Industrialização de Laticínios (J-16), Laboratório de Microbiologia (J-12) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Medianeira.

A elaboração da bebida Láctea foi realizada de acordo com a metodologia proposta por (BRASIL, 2018), não havendo alteração na tecnologia tradicional de fabricação de bebida láctea fermentada. Foram desenvolvidas quatro formulações de bebida láctea fermentada simbiótica com 4 %, 6 % e 8 % de polpa de Cambuci e

CAPÍTULO 4

formulação padrão (sem adição de polpa). Adicionou-se 1,5 % das culturas lácticas termofílicas (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) e cultura láctica probiótica (*Bifidobacterium bifidum*). As formulações foram analisadas nos períodos de 0, 10, 20 e 30 dias de estocagem. As formulações 01, 02, 03 e 04 das bebidas lácteas fermentadas simbióticas foram designadas por F1, F2, F3 e F4 (Padrão). A bebida láctea fermentada simbiótica foi preparada com leiteiro, soro, adição de açúcar, farinha de yacon e o espessante, sendo homogeneizada. A mistura base foi pasteurizada a 75 °C por 15 segundos e resfriada (43 °C) para inoculação dos fermentos lácticos contendo (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *termophilus*) e cultura probiótica (*Bifidobacterium bifidum*), que foram previamente preparadas. Ao atingir 70 °Dornic de acidez e pH 4,3, a bebida láctea foi resfriada a 10 °C, efetuou-se a quebra da massa com agitação constante. Adicionou-se a polpa de cambuci e o corante com homogeneização, seguindo para o resfriamento e armazenamento a temperatura de 5 °C.

Antes da realização das análises sensoriais o produto foi submetido às análises microbiológicas de rotina recomendadas pela RDC n° 331 (BRASIL, 2019), para Produtos Lácteos Fermentados, foram realizadas análises de *Escherichia coli*/mL, *Salmonella*/25mL e Bolores e Leveduras/mL conforme metodologia descrita na Instrução normativa n° 30 (BRASIL, 2018). Sendo os resultados para as análises de *Escherichia coli*/mL com limite de 10 UFC, *Salmonella*/25mL – ausência em 25 gramas e Bolores e Leveduras com limite de 10³ UFC, segundo os padrões microbiológicos para alimentos descrito na Instrução normativa n° 60 (BRASIL, 2019), e apenas depois da constatação da adequação microbiológica as mesmas foram liberadas para a análise sensorial.

As amostras foram avaliadas através do método da escala ideal e hedônica, os atributos aparência, consistência, cor, doçura, sabor, textura, através da escala hedônica de nove pontos e avaliação global de aceitabilidade, utilizando 109 provadores não treinados e consumidores regulares de sorvete, de ambos os sexos, tendo idade entre 18 a 50 anos. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso e a análise estatística realizada foi a análise de variância (ao nível de 5 %) com auxílios dos softwares Assistat e Consensor.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises sensoriais das formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) da bebida láctea fermentada simbiótica são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados dos valores das Médias \pm Desvio Padrão das formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) da bebida láctea fermentada simbiótica.

Escalas e Atributos	Formulação 1 (F1)		Formulação 2 (F2)		Formulação 3 (F3)		Padrão 4 (F4)					
	Média	\pm DP	Média	\pm DP	Média	\pm DP	Média	\pm DP				
Escala do Ideal												
Aparência	2,64	\pm 0,89	b	2,62	\pm 0,83	b	2,58	\pm 0,95	b	3,12	\pm 0,95	a
Consistência	2,63	\pm 0,92	b	2,61	\pm 0,94	b	2,77	\pm 0,98	b	3,21	\pm 0,88	a
Textura	2,46	\pm 0,88	c	2,58	\pm 0,89	bc	2,68	\pm 0,94	b	3,24	\pm 0,92	a
Cor	2,58	\pm 0,99	b	2,60	\pm 1,00	b	2,56	\pm 1,01	b	3,07	\pm 0,97	a
Doçura	3,04	\pm 0,93	b	2,99	\pm 0,99	b	2,96	\pm 0,90	b	3,28	\pm 0,95	a
Sabor	2,66	\pm 1,15	b	2,61	\pm 1,11	b	2,68	\pm 1,11	b	2,98	\pm 0,97	a
Escala Hedônica												
Avaliação Global	5,24	\pm 2,02	b	5,26	\pm 2,05	b	5,23	\pm 2,17	b	6,13	\pm 1,76	a

Obs. Valores seguidos por letras distintas nas linhas diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste não paramétrico de Mann-Witney.

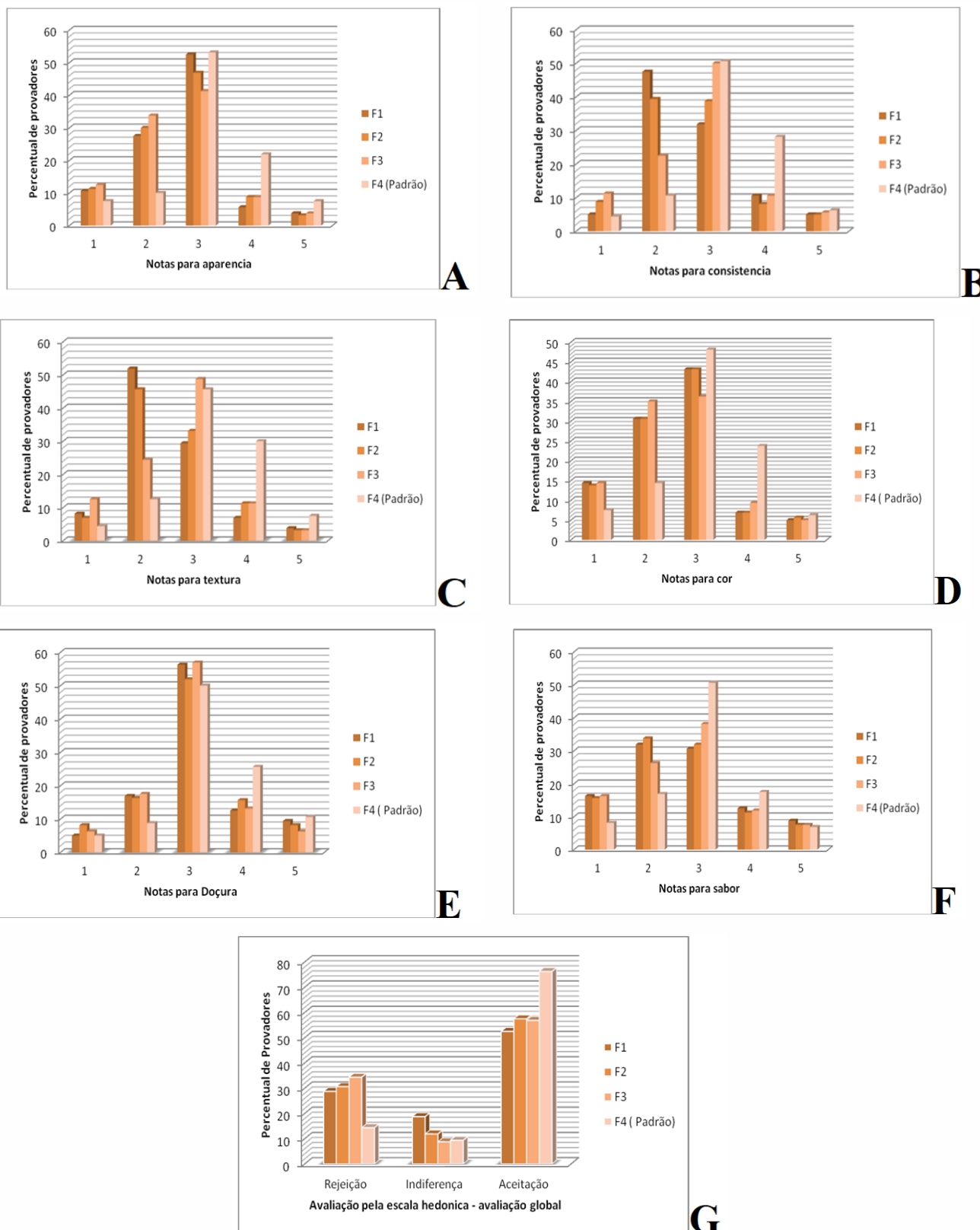
Os dados não obedeceram à distribuição normal e dessa forma optou-se pela comparação das médias por meio do teste não paramétrico de Mann-Witney. Todas as análises indicaram diferença estatística entre o padrão e os produtos avaliados, sendo que a média das notas obtidas pelo padrão foram superiores para todos os atributos. Observou-se ainda que com base na escala do ideal que o padrão se apresentou acima do esperado para doçura, textura, consistência, aparência e cor, sendo que para o sabor ele mostrou-se um pouco menos adequado que o ideal, de onde se pode observar que os julgadores esperavam um pouco mais do sabor desse produto. Para todos os atributos avaliados, as amostras das formulações F1, F2 e F3 mostraram-se menos adequadas do que o ideal para todos os atributos avaliados pela escala do ideal, sendo que apenas a formulação F1 obteve nota acima de 3,0 para doçura do produto.

Nenhum dos produtos foram avaliados com médias superiores a 3,28. Nos gráficos apresentados na Figura 1 pode-se observar a comparação de todos os produtos avaliados. Na Figura 1-A observou-se que os valores de ideal da aparência

CAPÍTULO 4

foram superiores a 50 % para a formulação F1 e para o F4 (Padrão), sendo que as demais formulações precisariam de melhorias na aparência.

Figura 1 - Gráficos apresentando os Resultados Percentuais da Avaliação dos Produtos por Meio da Escala do Ideal (imagens A até F) e Escala Hedônica Imagem G.



CAPÍTULO 4

Na Figura 1-B observou-se que a consistência da formulação F3 e F4 (Padrão) ficou próxima a 50 % de ideal sendo que as demais precisariam de melhorias na consistência. Pode-se ainda notar que muitas notas se situaram no valor 2 que indica menos que o ideal para consistência do produto. Percebeu-se uma forte rejeição da consistência da formulação F1 (Figura 1-C), pois mais de 50% dos julgadores atribuíram nota 2 que indica menos que o ideal para esse quesito. Nenhum dos quatro produtos apresentou boa aceitação para textura e precisariam de melhorias.

A cor dos produtos não foi bem aceita (Figura 1-D), o F4 (Padrão) que não recebeu nenhuma adição de corante foi mais bem aceito que os produtos coloridos, mas cabe destacar que mesmo ele não chegou a 50 % de ideal. Entre as formulações a F3 foi a menos aceita em termos de coloração que precisaria melhorar para esse produto. Com base no apresentado acredita-se que todos os produtos poderiam ser adicionados de mais corante para melhoria da aceitação dos produtos. A primeira impressão que se tem de um alimento é geralmente visual, sendo que a cor é um dos aspectos fundamentais na qualidade e aceitação dos produtos, pois tem muita influência na decisão de compra do consumidor, bem como na expectativa do sabor correspondente (OFOSU *et al.*, 2010). Segundo Bezerra (2010), a aparência exerce maior influência na hora da aquisição do produto pelo consumidor e gera interferência sobre a qualidade do produto. A coloração dos alimentos exerce um fator marcante dado a sua atratividade ou não, determinando aceitação, indiferença ou rejeição. A Figura 1-E ilustra o gráfico para doçura esse quesito foi o que apresentou resultados mais próximos de 50 % do ideal para todos os produtos avaliados, sendo que as formulações F1 e F3 se destacaram como melhores que as demais.

Devido a diferenças na consistência das bebidas Lácteas, pode ter ocorrido alteração na percepção do gosto doce pelos julgadores. HEWSON *et. al.* (2008) investigaram a interação entre atributos sensoriais em bebidas cítricas e os resultados apontaram interação significativa entre viscosidade e gosto doce. O aumento na viscosidade diminui a percepção de doçura, o que explica a diferença entre as amostras quanto ao gosto doce. A avaliação do sabor do produto encontra-se ilustrada na Figura 1-F esse atributo foi que mais comprometeu os produtos formulados sendo que apenas o produto F4 (Padrão) chegou próximo a 50 % de ideal para ele. Apesar de os direcionamentos de melhorias que se observaram por meio da escala do ideal, os produtos foram mais aceitos do que rejeitados (Figura 1-G), porém somente a F4

CAPÍTULO 4

(Padrão) conseguiu apresentar mais de 70 % de aceitação necessária para lançamento de produtos no mercado. Dessa forma mais testes e formulações se faziam necessárias para que os produtos aqui desenvolvidos pudessem ser comercializados resultando em boas vendas.

Segundo Delwiche (2004), o olfato, juntamente com o sabor tem um enorme impacto sobre atitude do consumidor, interferindo em relação ao alimento ser preferido ou aprovado, aceito ou rejeitado. Devido a polpa de fruta Cambuci possuir acidez bastante elevada, pode ter influenciado a aceitação dos julgadores, além da acidez produzida pelas bactérias lácticas e probióticas. A sensação de sabor é culturalmente estabelecida, cada povo tem uma alimentação e preferência alimentar característica. Portanto, não é só valor nutricional que se avalia em um alimento, o atributo sabor é de grande importância na avaliação sensorial (BRITO; CÂMARA; BOLINI, 2007).

Os coeficientes de concordância calculados mostraram níveis de concordância entre 21,02 % e 47,32 % o que mostra opiniões divergentes dos provadores em relação aos produtos Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados dos Valores dos Coeficientes de Concordância calculados.

Escalas e Atributos	Coeficientes de Concordância em Porcentagem				
	Escala do Ideal	F1	F2	F3	F4
Aparência		45,71	40,47	36,87	43,49
Consistência		42,36	39,04	39,96	43,66
Textura		45,84	41,27	39,74	38,94
Cor		36,68	36,50	32,76	38,44
Doçura		46,34	40,79	47,32	41,40
Sabor		23,74	26,97	27,48	39,80
Escala Hedônica					
Av. Global		26,08	24,39	21,02	34,25

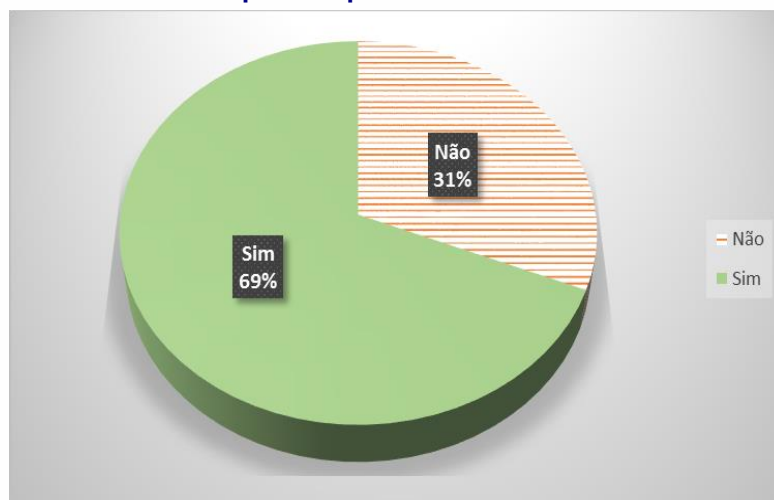
Os valores mais baixos foram encontrados para o sabor e avaliação global do produto o que nos leva a crer que o sabor dos produtos precisaria de melhoria, a maior concordância na avaliação do sabor e na avaliação global do produto foi obtida para o produto F4 (Padrão).

O decréscimo na aceitação sensorial do produto, devido ao sabor, pode estar associado à ação do *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* que possui alta atividade proteolítica, liberando peptídeos pela ação de enzimas citoplasmáticas proteolíticas

CAPÍTULO 4

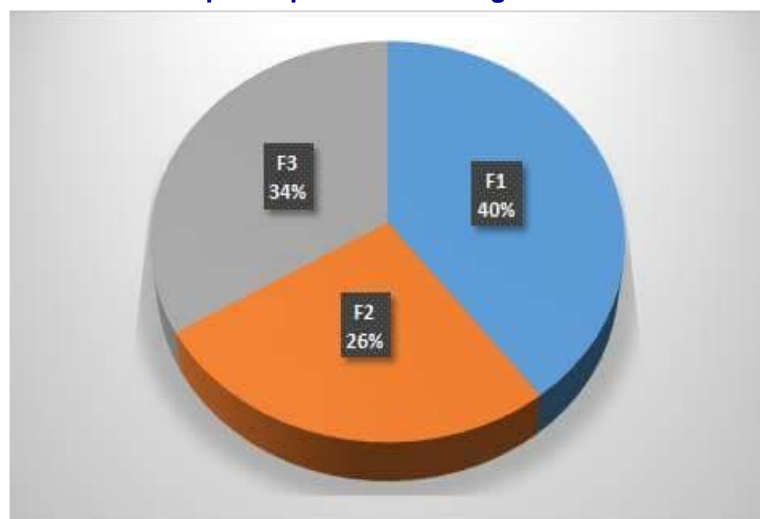
influenciando a aceitação sensorial do produto. Martin-Diana *et al.* (2003), constataram alteração no sabor em iogurtes devido á proteólise, o *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* possui alta atividade proteolítica. Dos julgadores recrutados 26% não consomem regularmente bebida láctea, mas a maior parte deles comprariam o produto como se pode observar na Figura 2.

Figura 2 – Gráfico Ilustrativo do Percentual de Julgadores que Comprariam o Produto.



Os julgadores foram solicitados a dizer qual a preferência entre as amostras apresentadas sem contar com a formulação Padrão (F4). A resposta final de preferência de 40 % dos julgadores foi pela formulação F1, conforme se pode notar na Figura 3.

Figura 3 – Gráfico Ilustrativo do Percentual de Preferência que os produtos conseguiram.



CAPÍTULO 4

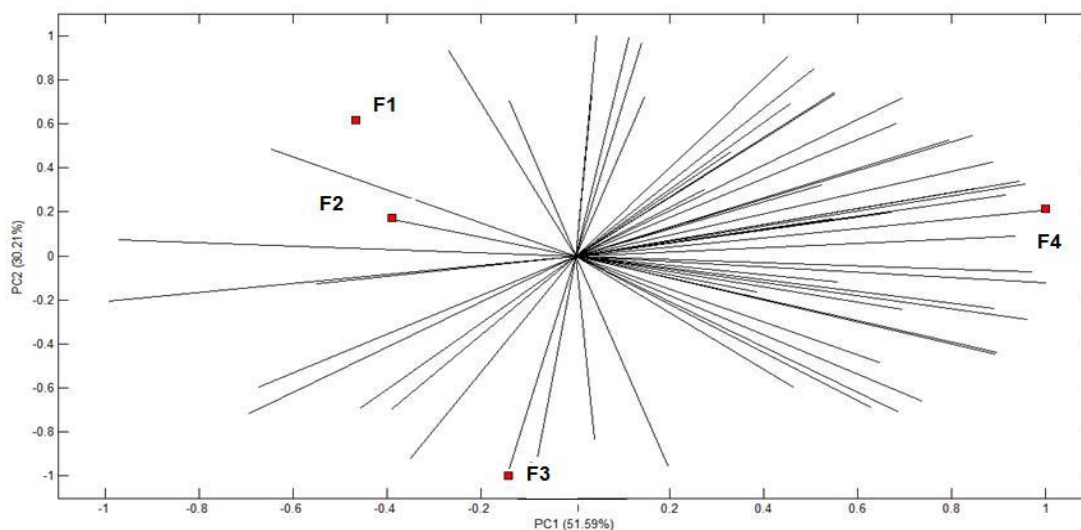
Em resumo pode-se observar que os produtos precisariam ser melhorados principalmente no que diz respeito ao sabor. Dentre os produtos avaliados o produto da Formulação 3 foi o mais bem aceito e os problemas na cor e conseqüentemente na aparência desse produto podem ter sido os responsáveis pela redução da média obtida por ele na escala hedônica, pois quando um produto é avaliado como um todo qualquer atributo pode prejudicar a nota final.

A apresentação de um mapa de preferência interno de dois fatores (Figura 4), deixa mais claro o direcionamento da preferência dos julgadores que avaliaram o produto, para a construção do mapa utilizou-se apenas os resultados obtidos na avaliação global das bebidas lácteas. De acordo com Minin (2006), o mapa de preferência interno identifica a principal variação extraíndo as duas primeiras dimensões da preferência. Nesse estudo a primeira componente explicou 51,59 % da variação e a segunda componente explicou 30,21 % sendo que as duas juntas explicaram mais de 80 % da variação.

Por meio desse mapa, observando-se os vetores que ilustram o comportamento dos provadores, ficou claro o maior direcionamento dos provadores para o lado direito do mapa onde se encontra a amostra padrão, e um direcionamento inferior para o lado esquerdo onde se encontram F1, F2 e F3. De todas as amostras a Formulação 3 foi a que se localizou mais próximo da F4 (Padrão), isso ilustra o motivo desta ter sido a formulação mais bem aceita, ela não está mais próxima por conta das melhorias que ainda precisam ser realizadas nela para que seja mais bem aceita. Para explorar de maneira mais completa esses dados, realizou-se um agrupamento dos julgadores por meio da análise multivariada. Essa análise nos fornece um mapa de preferência interno de três fatores (*three-way preference mapping*) conforme descrito por Nunes, Pinheiro e Bastos (2011) e (Nunes *et al.*, 2012) e pode ser utilizada para verificar o posicionamento das amostras em relação à preferência dos julgadores e aos atributos avaliados, sendo que no caso deste estudo foi feita com base nas notas dadas ao produto pela escala do ideal.

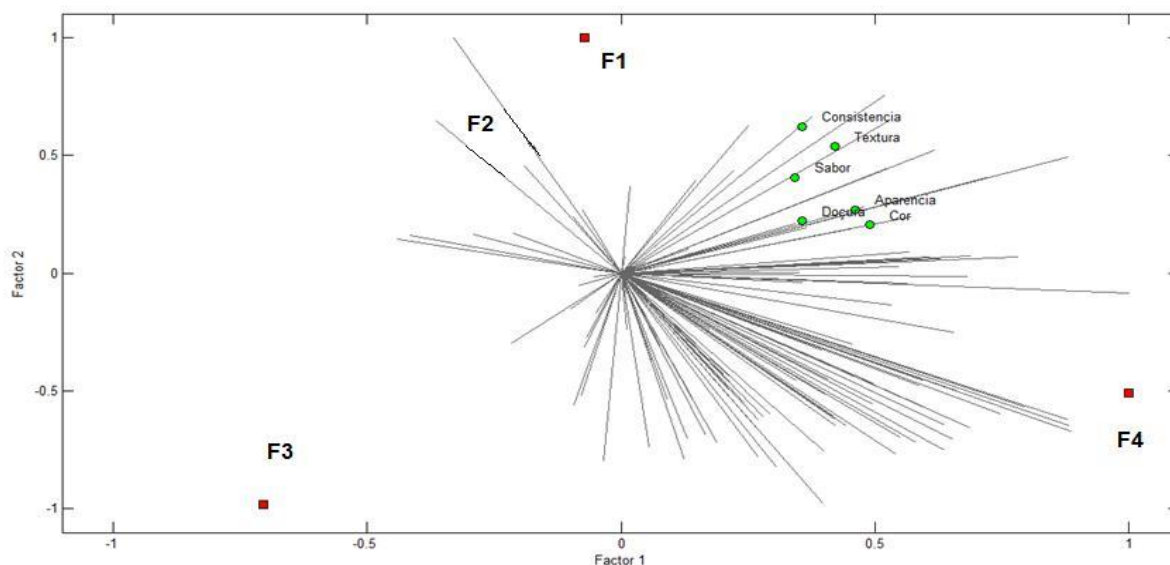
CAPÍTULO 4

Figura 4 – Gráfico obtido com base nos resultados de avaliação por meio da escala hedônica, onde pode-se observar a localização das quatro diferentes amostras e os vetores individuais de cada provador.



Os resultados dessa técnica podem ser visualizados na Figura 5, sendo que a variância explicada pelo Fator 1 foi de 31,85 % e pelo Fator 2 de 45,50 %. Juntos os dois fatores explicam mais de 90 % da variabilidade dos dados. Da mesma forma que no teste anterior o padrão se posicionou no lado contrário das demais formulações demonstrando claramente a diferença dele em relação aos demais produtos.

Figura 5 – Gráfico obtido com base nos resultados de avaliação por meio da escala do ideal, onde se pode observar a localização das quatro diferentes amostras, os vetores individuais de cada provador e o posicionamento relativo dos seis atributos sensoriais avaliados nos produtos.



Os atributos de qualidade ficaram situados mais para o lado do produto padrão tendo sido este produto o que se apresentou mais próximo do ideal pela avaliação dos julgadores. Os outros produtos ficaram do lado oposto indicando que todos eles

CAPÍTULO 4

precisariam melhorias em seus atributos de qualidade para chegarem mais próximos do produto padrão e do ideal buscado pelos julgadores para as bebidas lácteas. O peso do Fator 2 foi superior ao do Fator 1 o que nos informa que a distância vertical significa maior diferença entre os produtos do que a horizontal, dessa forma as amostras F1 e F2 estariam mais distantes do produto padrão do que a amostra F3 o que condiz os demais testes anteriormente apresentados. A adequada aplicação da metodologia sensorial permite a obtenção de resultados significativos sobre o alimento desenvolvido, de forma prévia, quanto á sua aceitabilidade no mercado consumidor (CRUZ *et al.* 2010).

CONCLUSÃO

A formulação que apresentou os melhores resultados para todos os atributos sensoriais avaliados foi a formulação F4, porém, a preferência final dos julgadores foi para formulação F1 (4 % de polpa de Cambuci) com 40 % de preferência. No entanto, os resultados da análise sensorial demonstraram que a bebida láctea fermentada não obteve a aceitação esperada quando submetido à avaliação sensorial humana, com relação ao atributo sabor, isto deve ser a falta de ajuste do modelo que levou á uma seleção de desejabilidade não ideal, necessitando de melhorias no sabor. O desenvolvimento das quatro formulações evidenciou a produção de um alimento nutritivo, rico em vitamina C presente na fruta cambuci, de baixo valor calórico, adicionada do prebiótico farinha de yacon e bactérias probióticas, saudável, funcional, possibilitando melhoras nos aspectos relacionados à saúde e à satisfação do consumidor. Além de agregar valor a um subproduto da indústria de laticínios, como a utilização do concentrado protéico de soro (CPSs), por ser nutritivo, de baixo custo e por apresentar-se como alternativa que proporcionará redução do impacto ambiental.

CAPÍTULO 4

REFERÊNCIAS

ANDRADE; B. A. G. F.; FONSECA; P. Y.G.; LEMOS; F.; **Cambuci- o fruto, o bairro, a rota: História, Cultura, Sustentabilidade e Gastronomia**, Editora Ourivesaria da Palavra, São Paulo 1º Edição, 2011.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. São Paulo: Manole Ltda., 150 p., 2003.

BASSI, L. G.; FERREIRA, G. C. C.; SILVA, A. S.; SIVIERI, K.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; COSTA, M. R. Evaluation of physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of fermented milk beverages with buttermilk addition. **International Journal of Dairy Technology**, v. 65, n.2, p.283-286, may, 2012.

BEZERRA, M. F. **Caracterização físico-química, reológica e sensorial de iogurte obtido pela mistura dos leites bubalino e caprino**. Rio Grande do Norte. 2010. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BRASIL. ANVISA. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 2002 Nº 2, DE 07 DE JANEIRO DE 2002. Aprova o regulamento Técnico de substâncias Bioativas e Probióticos Isolados e com alegação de Propriedade funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União** (República Federativa do Brasil), Brasília, DF, Nº 02, quarta-feira, 27 de janeiro de 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2018. Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. **Diário Oficial da União** (República Federativa do Brasil), Brasília, DF, Nº 30, quarta-feira, 26 de junho de 2018.

BRASIL. ANVISA. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019, estabelece os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União** (República Federativa do Brasil), Brasília, DF, Nº 331, quarta-feira, 23 de dezembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União** (República Federativa do Brasil), Brasília, DF, Nº 60, quarta-feira, 23 de dezembro de 2019.

BRITO, C. A. K.; CÂMARA, V. H. A.; BOLINI, H. M. A. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes edulcorantes. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa – PR, v. 1, n.2, p.26-36, 2007.

CUNHA, T. M. **Avaliação tecnológica, microbiológica, sensorial, físico-química e reológica de bebida láctea fermentada adicionada de probióticos**. 2007. Resumo de dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/90044>>. Acesso em: 30 de maio de 2016.

CRUZ, A. G.; CADENA, R. S.; WALTER, E. H. M.; MORTAZAVIAN, A. M.; GRANATO, D.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Sensory analysis: relevance for prebiotic, probiotic, and

CAPÍTULO 4

symbiotic product development. **Comprehensive Reviews in Food. Science and Food Safety**, v.9, p.358-373, 2010.

DELWICHE, J. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 137-146, 2004.

DIAS, M. L. L. A. **Bebida fermentada simbiótica: características físico químicas, sensoriais e viabilidade de *Lactobacillus acidophilus***. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2012.

HEWSON, L.; HOLLOWOOD, T.; CHANDRA, S.; HORT, J. Taste-aroma interactions in a citrus flavoured model beverage system: Similarities and differences between acid and sugar type. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 3, p. 323-334, 2008.

MARTÍN-DIANA, A. B.; JANER, C.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 13, n. 10, p. 827-833, 2003.

MININ, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 225p.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**. Malden, v. 26, n. 2, p.167-174, apr, 2011.

NUNES, C. A.; BASTOS, S. C.; PINHEIRO, A. C. M.; PIMENTA, C. J.; PIMENTA, M. E. S. G. Relating consumer acceptance to descriptive attributes by three-way external preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**. Malden, v. 27, n. 4, p.209-216, ago, 2012.

OFOSU, I. W.; APPIAH-NKANSAH, E.; APEA-BAH, F. B.; ODURO, I.; ELLIS, W. O. Formulation of annatto feed concentrate for layers and the evaluation of egg yolk color preference of consumers. **Journal of Food Biochemistry**, v. 34, p.66-77, 2010.

PACHECO, M.T. B.; DIAS, N. F.G.; BALDINI, V. L.; TANIKAWA, C.; AS SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados proteicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p.333-338, 2005.

SGARBIERI, V. C. Propriedades estruturais e físico-químicas das proteínas do leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p. 43-56, jan/mar, 2005.

TAVARES; P. E. R.; ALVES; A.; GOMES; M. S.; CIPOLLI; K. M. V. A. B. **Desenvolvimento e caracterização de geleia de Cambuci (*Campomanesia phaea*)**. Faculdade de Engenharia de Alimentos-Unicamp; FRUTHOTEC- Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL; CQ/CCQA - Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL- Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL VII Congresso, Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013, 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo.

VASCONCELOS, C. M.; SILVA, C. O.; TEIXEIRA, L. J. Q.; CHAVES, J. B. P.; MARTINO, H. S. D. Determination of the soluble dietary fiber fraction in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) root and flour by enzymatic-gravimetric method and high pressure liquid chromatography. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 188-193, 2010.

CAPÍTULO

5

Comportamento do óleo de semente de uva submetido à oxidação lipídica

Gabriela Kovaleski

Marina Tolentino Marinho

Larissa Evangelista de Freitas Aguiar

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.5

CAPÍTULO 5

Resumo: O seguinte estudo busca obter informações sobre os diferentes métodos acelerados da oxidação lipídica para verificar a estabilidade oxidativa do óleo de semente de uva e também objetiva avaliar a eficiência dos diferentes antioxidantes utilizados para as amostras. Amostras de óleo de semente de uva orgânico, sem adição de antioxidantes e adicionadas de antioxidantes sintéticos (BHT, TBHQ e PG), foram submetidas à termo-oxidação (Schaal Oven Test), foto-oxidação em câmara de luz UV durante 60 dias, e Rancimat. A foto-oxidação do óleo de semente de uva proporcionou valores levemente maiores de índice de peróxidos que a termo-oxidação, sendo que na termo-oxidação o antioxidante mais eficiente foi o PG, enquanto na oxidação fotoquímica, o óleo sem antioxidante apresentou menores índices de peróxidos e se mostrou mais estável nas análises de RMN 1H. Na utilização do método Rancimat, a amostra com antioxidante TBHQ se mostrou mais estável. Os resultados demonstram que o óleo de semente de uva apresenta um comportamento diferenciado possivelmente pela presença de antioxidantes naturais e que a eficiência dos antioxidantes varia de acordo com o método utilizado e composição das amostras.

Palavras-chave: Óleo de Semente de Uva. Oxidação lipídica. Antioxidantes Sintéticos.

Behavior of the Grape Seed Oil Submitted to Lipid Oxidation

Abstract: The following study aims to gather information about the different accelerated methods of lipid oxidation to check the oxidative stability of grape seed oil and evaluate the efficiency of different antioxidants used for the samples. Samples of organic grape seed oil, without antioxidant and with synthetic antioxidant added (BHT, TBHQ, and PG) were subjected to thermo-oxidation (Schaal Oven Test), photo-oxidation in UV light Chamber for 60 days, and Rancimat. The photo-oxidation of grape seed oil resulted in slightly higher values of peroxide than the thermo-oxidation, even though the thermal oxidation the most efficient antioxidant was PG, while in photochemical oxidation, the oil without antioxidant has presented lower indexes of peroxides and proved to be more stable in the analyses of RMN 1H. Using Rancimat method, the sample with TBHQ antioxidant proved to be more stable. The study showed that grape seed oil has a differentiated behavior possibly by the presence of natural antioxidants and that antioxidant efficiency varies according to the method used and the composition of the samples.

Keywords: Grape Seed Oil. Lipid Oxidation. Synthetic Antioxidants

CAPÍTULO 5

INTRODUÇÃO

A oxidação lipídica é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis tornando os alimentos impróprios para consumo, além de também provocar outras alterações que irão afetar não só a qualidade nutricional, devido à degradação de ácidos graxos essenciais, mas também a integridade e segurança dos alimentos, através da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (SILVA, 1999).

Existem duas principais vias de reação da oxidação lipídica: a auto-oxidação e foto-oxidação. A auto-oxidação é uma via primária para a formação de hidroperóxidos lipídicos que formam produtos secundários que causam sabores significativamente indesejáveis ao óleo. Já a foto-oxidação ocorre quando um óleo é exposto à luz em presença de sensibilizadores como clorofila ou riboflavina que quando ativada pela luz reage com o oxigênio e este reage com o ácido graxo para formar hidroperóxido (HU; JACOBSEN, 1994).

A estabilidade oxidativa é um parâmetro global para avaliação de qualidade de óleos que reflete diretamente na qualidade da matéria-prima. Para verificar a estabilidade oxidativa existem testes acelerados como o *Schaal Oven Test* (temperatura elevada), incidência direta da luz e o alto consumo de oxigênio. Esses testes também são utilizados para verificar a eficiência de antioxidantes (HILL, 1994).

O principal interesse no óleo de semente de uva é seu alto valor de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico, que excede o óleo de cártamo, óleo de girassol, óleo de milho e o óleo de soja. Além disso, esse óleo contém uma grande quantidade de taninos sendo resistente à oxidação (CAO e ITO, 2003). Estudos revelam os benefícios do consumo do óleo de semente de uva, como a prevenção de trombose, redução do colesterol, inibição do câncer de mama, pele e outros, e esse óleo ainda possui grandes quantidades de tocoferol (vitamina E), que é um antioxidante (CAO e ITO, 2003).

A oxidação lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, com uma implicação direta no valor comercial, nutricional e na vida de prateleira dos alimentos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo comparar diferentes métodos de

CAPÍTULO 5

indução de lipídios à oxidação, analisar a eficácia de diferentes antioxidantes em óleo de semente de uva submetido à oxidação acelerada, e monitorar a oxidação por técnicas clássicas e por RMN ^1H .

METODOLOGIA

O óleo de semente de uva orgânico foi obtido por prensagem a frio e cedido pela empresa Econatura Produtos Ecológicos e Naturais LTDA. Foram adicionados três antioxidantes sintéticos ao óleo de semente de uva para comparação de sua eficácia: TBHQ (terc-butil hidroquinona), BHT (butil hidroxitolueno) e PG (galato de propila) ao óleo de uva. Adicionou-se aproximadamente 0,0065g de cada antioxidante, diluído em um pouco de etanol, para 65 mL de óleo, sob agitação. As amostras de óleo adicionadas de antioxidantes e uma amostra de óleo puro como controle foram colocadas em tubos de ensaio e submetidas a testes acelerados de oxidação (teste da estufa ou Schaal Oven Test, câmara de foto-oxidação e rancimat). As análises realizadas a cada 15 dias foram o índice de peróxido, índice de acidez e a Ressonância Magnética Nuclear ^1H apenas nos dias 0 e 60.

RESULTADOS

Índice de acidez

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos de índice de acidez para a amostra de óleo de semente de uva sem adição e com adição de antioxidantes submetida à termo-oxidação e foto-oxidação durante 60 dias.

CAPÍTULO 5

Tabela 1 – Efeito do tempo e do método de oxidação acelerada (térmica e fotoquímica) no índice de acidez em óleo de semente de uva orgânico sem adição e com adição de antioxidantes sintéticos

Tempo	Amostras ¹	Acidez (mg KOH/g amostra)		<i>p</i> ^{**}
		Térmica	Fotoquímica	
Zero	CONT	3,38±0,06	3,38±0,06	
	BHT	3,38±0,06	3,38±0,06	
	PG	3,38±0,06	3,38±0,06	
	TBHQ	3,38±0,06	3,38±0,06	
	Média±DP	3,38±0,06	3,38±0,06	
<i>p</i>[*]	1,00	1,00		
15 dias	CONT	3,86±0,27	3,19±0,13	
	BHT	4,08±0,14	3,35±0,17	
	PG	3,66±0,12	3,35±0,08	
	TBHQ	3,91±0,04	3,31±0,23	
	Média±DP	3,87±0,21^A	3,30±0,15^B	
<i>p</i>[*]	0,08	0,60		
30 dias	CONT	3,83±0,13	3,58±0,10	
	BHT	3,71±0,23	3,66±0,16	
	PG	4,12±0,22	3,36±0,10	
	TBHQ	3,72±0,11	3,60±0,26	
	Média±DP	3,85±0,23^A	3,55±0,19^B	
<i>p</i>[*]	0,08	0,23		
45 dias	CONT	3,54±0,03	3,54±0,11	
	BHT	3,71±0,07	3,39±0,08	
	PG	3,58±0,03	3,37±0,04	
	TBHQ	3,54±0,10	3,34±0,21	
	Média±DP	3,59±0,09^A	3,41±0,13^B	
<i>p</i>[*]	0,05	0,27		
60 dias	CONT	3,86±0,10	3,74±0,13	
	BHT	3,84±0,12	3,75±0,24	
	PG	3,79±0,03	3,79±0,12	
	TBHQ	3,65±0,05	3,77±0,13	
	Média±DP	3,79±0,11	3,76±0,14	
<i>p</i>[*]	0,05	0,98		

¹ CONT: óleo sem adição de antioxidantes; BHT: óleo com adição do antioxidante BHT; PG: óleo com adição do antioxidante PG; TBHQ: óleo com adição do antioxidante TBHQ. n=3. ^{ABC} Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os métodos de oxidação (Teste t, $p < 0,05$, p^{**}). ^{abc} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras (controle e com adição de antioxidantes - Teste de Tukey, $p < 0,05$, p^*).

CAPÍTULO 5

De acordo com a Resolução RDC nº270 de 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005), para óleos prensados a frio e não refinados, o valor de índice de acidez máximo permitido é de 4,0 mgKOH/g. Pode-se observar que o óleo está dentro das normas exigidas pela legislação, mesmo após 60 dias de oxidação.

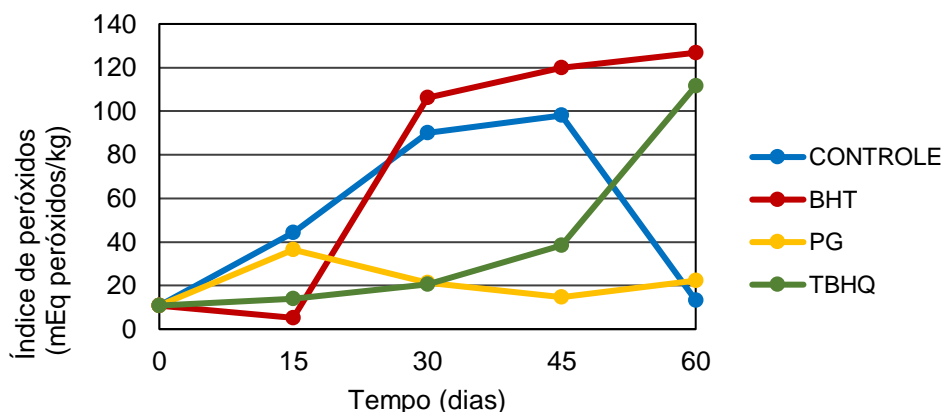
A termo-oxidação apresentou níveis levemente maiores de acidez quando comparado à foto-oxidação. Houve diferença significativa nos tempos 15 e 45 dias entre os métodos. Analisando as amostras, não houve diferenças significativas em nenhum dos tempos analisados.

O óleo de semente de uva possui o antioxidante natural tocoferol e este se mostrou bastante eficiente quando comparado aos antioxidantes sintéticos já que nas amostras adicionadas destes, a estabilidade do óleo foi a mesma.

Índice de peróxido

Conforme mostra o índice de peróxido das amostras submetidas à oxidação térmica (Figura 1), a amostra controle apresentou comportamento típico de formação de peróxido, havendo um aumento do índice até o tempo 45 e posterior decaimento até tempo de 60 dias.

Figura 1 – Efeito do tempo no índice de peróxidos de amostras de óleo de semente de uva orgânico sem adição e com adição de antioxidantes sintéticos submetidos à oxidação térmica.



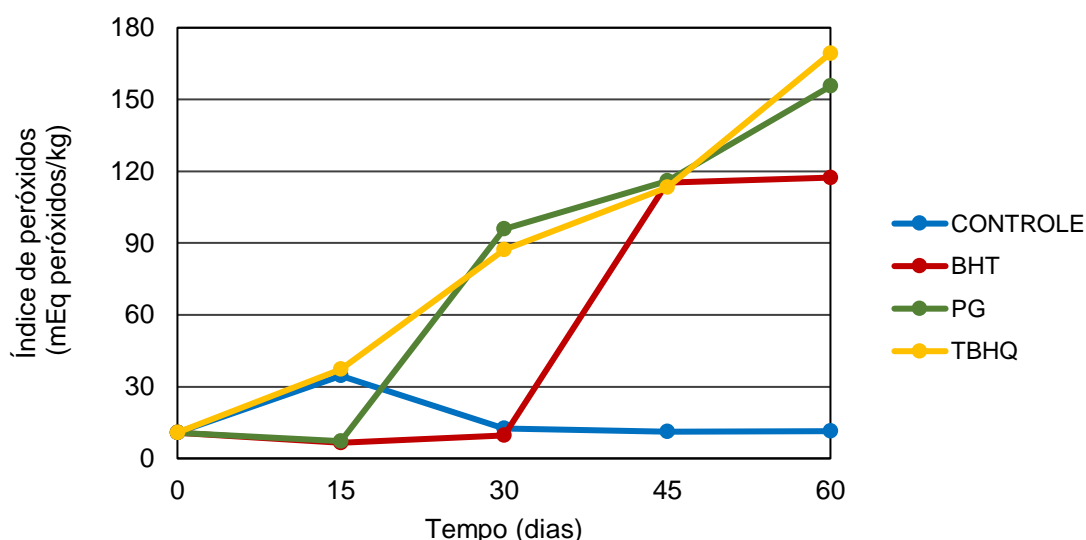
Conforme mostra o gráfico acima, a amostra controle apresentou comportamento típico de formação de peróxido, havendo um aumento do índice até o tempo 45 e posterior decaimento até tempo de 60 dias.

CAPÍTULO 5

A amostra com o antioxidante BHT obteve o maior índice de formação de peróxido de todos os tratamentos, sendo que um aumento significativo ocorreu a partir do tempo de 15 dias, enquanto o TBHQ apresentou o mesmo comportamento, porém esse aumento foi significativo após 30 dias de oxidação térmica. O antioxidante que apresentou menor índice de peróxido e maior estabilidade durante os 60 dias foi o PG, mostrando assim ser o mais eficiente na proteção contra a termo-oxidação.

O índice de peróxidos do óleo de semente de uva submetido à oxidação fotoquímica, encontra-se no Figura 2.

Figura 2 – Efeito do tempo no índice de peróxidos de amostras de óleo de semente de uva orgânico sem adição e com adição de antioxidantes sintéticos submetidos à oxidação fotoquímica em câmara de luz UV.



A Resolução RDC n°270 de 22 de setembro de 2005, ANVISA, rege que o máximo permitido de índice de peróxido para óleos prensados a frio é de 15 mEq/kg de amostra, ou seja, o óleo de semente de uva, inicialmente, estava dentro do limite imposto pela legislação, apresentando valor de 10,83 mEq/kg. Para a foto-oxidação os antioxidantes não foram eficientes pois o Controle obteve os menores índices de peróxido e depois do tempo 30 dias manteve-se estável.

A amostra com o antioxidante TBHQ mostrou-se menos eficiente do que as outras amostras com antioxidante. Já a amostra com o PG manteve-se estável até 15 dias e a taxa aumentou após esse período, enquanto a amostra com BHT manteve-se estável até o tempo de 30 dias.

CAPÍTULO 5

O óleo de semente de uva contém o antioxidante natural tocoferol que está presente em maior quantidade na forma de alfa-tocoferol (MORETTO e FETT, 1998) o que justifica sua estabilidade frente a processos oxidativos.

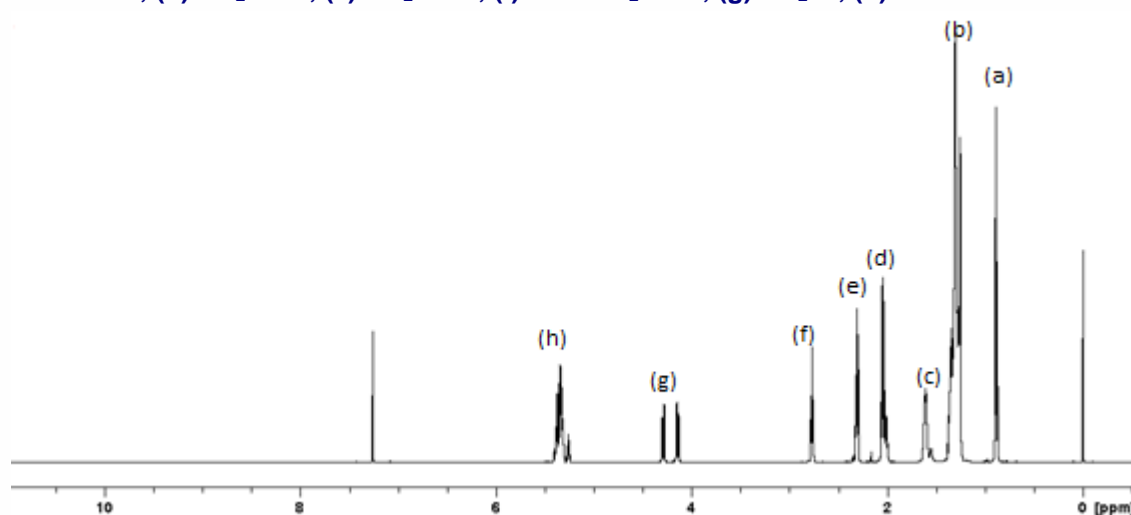
Comparando os dois métodos acelerados de oxidação constata-se que o Controle foi amplamente oxidado na auto-oxidação enquanto na oxidação fotoquímica manteve-se estável, mostrando que o efeito antioxidante do tocoferol foi eficiente na presença de luz UV, mas foi inibido em altas temperaturas.

O antioxidante BHT apresenta baixa estabilidade frente à altas temperaturas (RAMALHO, 2006), esse comportamento pode ser observado na termo-oxidação (Figura 2), onde o BHT foi o antioxidante menos eficiente, enquanto na foto-oxidação mostrou eficiência razoável comparado aos outros antioxidantes. Em temperaturas elevadas, o TBHQ é considerado o melhor antioxidante sintético para óleos pois resiste ao aquecimento (JORGE, 2009), esse comportamento pode ser observado no Figura 2 onde mostra que este manteve-se relativamente estável até o tempo de 45 dias.

RMN de ^1H

A Figura 3 representa o espectro de RMN do óleo de semente de uva no tempo zero de oxidação.

Figura 3. Espectro de RMN ^1H do óleo de semente de uva orgânico. (a) CH_3 ; (b) $-\text{CH}_2-$; (c) $\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$; (d) $\text{CH}_2-\text{C}=\text{C}$; (e) $\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$; (f) $\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{C}$; (g) CH_2-O ; (h) $\text{HC}=\text{CH}+\text{CH}-\text{O}$

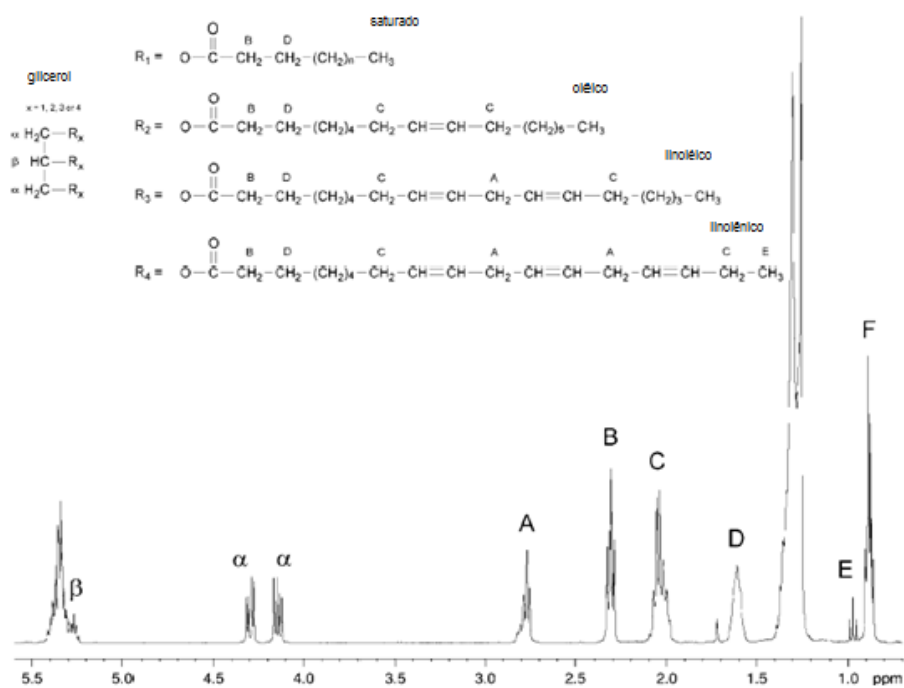


CAPÍTULO 5

Ao observar o espectro do óleo de semente de uva, pode-se citar os principais picos presentes: em (f) observa-se os H dialílicos que estão presentes em ácidos graxos poli-insaturados como o ácido linoleico e linolênico, em (d) observa-se a região do H alílico que está presente em todos os ácidos graxos que contêm ao menos uma insaturação, como ácido oleico, linolênico e linoleico (e) representa os H ligados aos carbonos sem insaturação.

Comparando com o Espectro de RMN ^1H de um triacilglicerol (Figura 4) pode-se perceber que o pico de sinal $\sim 0,98\text{ppm}$ que corresponderia aos H da metila que estão presentes no ácido linolênico não existe no espectro do óleo de semente de uva, ou seja, esse óleo não contém ácido linolênico.

Figura 4 – Espectro de RMN DE ^1H de um triacilglicerol com os sinais referentes aos ácidos graxos e ao glicerol



Fonte: Barison *et al.* (2010).

A tabela 2 representa os valores calculados de ácido linoleico, ácido oleico e ácidos graxos saturados obtidos pela medição da área dos picos de RMN ^1H .

CAPÍTULO 5

Tabela 2. Composição óleo de semente de uva sem adição de antioxidantes (controle) e adicionado de diferentes antioxidantes no tempo zero e após 60 dias de oxidação térmica e fotoquímica

	Amostras ¹	Tempo zero	Térmica	Fotoquímica	<i>p</i>
Ácido linoleico (%)	CONT	65,48±0,68	64,63±0,90 ^A	65,85±0,40 ^A	0,17
	BHT	65,48±0,68 ^a	58,63±0,15 ^{cC}	61,20±0,29 ^{bB}	<0,001
	PG	65,48±0,68 ^a	64,91±0,41 ^{aA}	60,40±1,16 ^{bBC}	<0,001
	TBHQ	65,48±0,68 ^a	62,59±0,66 ^{bB}	59,25±0,59 ^{cC}	<0,001
	P	1,00	<0,001	<0,001	
Ácido oleico (%)	CONT	22,93±0,71	23,40±1,28	22,30±0,28 ^B	0,36
	BHT	22,93±0,71	23,83±0,40	24,17±0,58 ^A	0,09
	PG	22,93±0,71 ^{ab}	22,42±0,26 ^b	23,79±0,48 ^{aA}	<0,05
	TBHQ	22,93±0,71	23,05±0,44	23,65±0,15 ^A	0,24
	P	1,00	0,18	<0,01	
Saturados (%)	CONT	11,59±0,43	11,97±0,44 ^C	11,84±0,15 ^D	0,49
	BHT	11,59±0,43 ^c	17,50±0,35 ^{aA}	14,62±0,86 ^{bC}	<0,001
	PG	11,59±0,43 ^b	12,67±0,17 ^{bC}	15,80±0,82 ^{aBC}	<0,001
	TBHQ	11,59±0,43 ^c	14,36±0,22 ^{bB}	17,10±0,58 ^{aA}	<0,001
	P	1,00	<0,001	<0,001	

^{abc} Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os métodos oxidativos (Teste de Tukey, $p < 0,05$). ^{ABC} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre a amostra controle e com adição de antioxidantes (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Comparando os antioxidantes com os métodos de oxidação, a porcentagem de ácido linoleico contido no óleo de uva (tabela 2), mostra que para o controle não houve diferença significativa entre os métodos, o mesmo ocorreu para o ácido oleico e para os ácido graxos saturados. Já para a amostra com antioxidante BHT mostra que houve diferença significativa entre os métodos, sendo que o óleo adicionado desse antioxidante foi mais instável na oxidação térmica. Os resultados da amostra com o antioxidante PG mostram que o tempo zero não houve diferença com a oxidação térmica, mas houve diferença com a oxidação fotoquímica. Na amostra com o antioxidante TBHQ houve diferença entre o tempo zero e os dois métodos, sendo que a oxidação foi maior no método fotoquímico.

Ao comparar as amostras entre si, na oxidação térmica, percebe-se que a porcentagem de ácido linoleico no controle diferiu entre as amostras com o antioxidante BHT e TBHQ, enquanto não houve diferença com o PG. E na oxidação fotoquímica a amostra com o antioxidante PG e TBHQ não diferiram entre si, mas essas, apresentaram diferenças comparando-se com o controle e com o antioxidante BHT. Para o ácido oleico, também houve diferenças entre os métodos, mas isso só ocorreu para a amostra com o antioxidante PG: todos diferiram entre si, sendo que na oxidação fotoquímica apresentou maior porcentagem de ácido, pois a oxidação de ácido linoleico também foi maior nesse método. Comparando o controle com os

CAPÍTULO 5

antioxidantes, houve diferença significativa apenas na oxidação fotoquímica, mas os antioxidantes não diferiram entre si.

Os ácidos graxos saturados na amostra com o antioxidante BHT mostraram-se em maiores teores na oxidação térmica do que na oxidação fotoquímica. Para a amostra com o antioxidante PG houve um aumento para os dois métodos comparados ao tempo zero, sendo que na oxidação fotoquímica esse aumento foi mais expressivo. Observou-se o mesmo para a amostra com o antioxidante TBHQ.

Comparando as 4 amostras, a amostra com o antioxidante BHT e TBHQ diferiram entre si e com as amostras com o antioxidante PG e o controle, sendo que entre esses não houve diferença significativa, para a termo oxidação. Para a foto oxidação houve diferença significativa entre todas as amostras.

De acordo com a porcentagem de ácidos graxos saturados no óleo no tempo zero e após os 60 dias dos dois métodos, o controle manteve-se estável. Diferentemente da amostra com o antioxidante BHT que obteve o maior resultado de ácidos graxos saturados na oxidação térmica. Enquanto na oxidação fotoquímica a maior porcentagem de ácido graxo saturado foi a amostra com o TBHQ. O aumento dos ácidos graxos saturados é decorrente da diminuição proporcional dos ácidos graxos poli insaturados, devido a sua destruição por oxidação e polimerização.

Uma hipótese que pode explicar o controle manter-se estável até 60 dias nos dois métodos, comparado com as amostras que continham antioxidantes, é que pode ter havido um sinergismo negativo entre os compostos fenólicos antioxidantes do óleo de semente de uva e os antioxidantes adicionados.

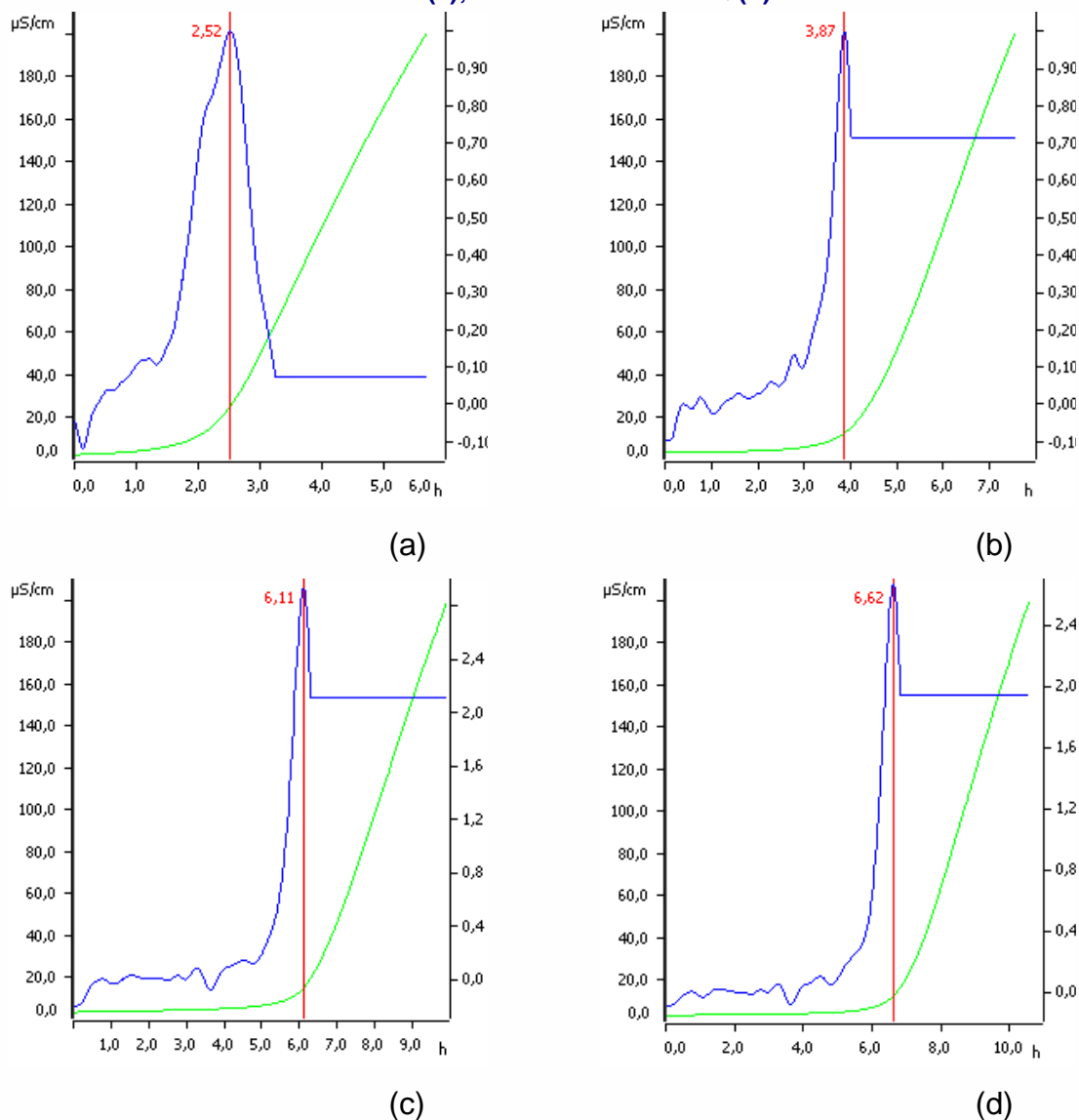
Método Rancimat

A Figura 5 representa os resultados obtidos pelo método Rancimat. O período de indução é o intervalo entre o início da análise e o tempo em que a condutividade da amostra aumenta bruscamente, devido aos produtos voláteis da oxidação (VITORINO, 2012). Analisando o período de indução dos gráficos obtidos pelo Rancimat pode-se constatar que o antioxidante TBHQ foi mais eficiente, devido a sua estabilidade em temperaturas elevadas comparado aos outros antioxidantes (JORGE,

CAPÍTULO 5

2009). O controle obteve menor tempo de indução à oxidação, sendo o menos estável, pois não houve adição de antioxidantes.

Figura 5 – Resultados para o tempo de indução a oxidação (horas) das amostras de óleo de semente de uva sem adição de antioxidantes (a); adicionado de BHT (b); adicionado de PG (c); adicionado de TBHQ (d)



CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Comparando os métodos acelerados de oxidação, concluiu-se que método *Rancimat* obteve resultado mais condizentes com a literatura, sendo bem demonstrada a eficiência de cada antioxidante. Os métodos acelerados de oxidação térmica em estufa e de oxidação fotoquímica em câmara de luz UV, apresentaram resultados que foram confirmados pela análise de RMN de ^1H .

O estudo mostrou que a eficiência dos antioxidantes varia de acordo com o método utilizado, das composições das amostras e as técnicas utilizadas. O óleo de semente de uva é um óleo com alta estabilidade oxidativa o qual mostrou-se estável mesmo sem adição de antioxidantes e que em algumas situações, o comportamento é ainda melhor quando não adicionado de antioxidantes.

REFERÊNCIAS

- BARISON, A.; DA SILVA, C. W. P.; CAMPOS, F. R.; SIMONELLI, F.; LENZ, C. A.; FERREIRA, A. G. A simple methodology for the determination of fatty acid composition in edible oils through ^1H NMR spectroscopy. *Magnetic Resonance in Chemistry*, v. 48, p. 642–650, 2010.
- BRASIL. Resolução ANVS/MS no. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Óleos Vegetais,
- Gorduras Vegetais e Creme Vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.
- CAO, X.; ITO, Y. Supercritical fluid extraction of grape seed oil and subsequent separation of free fatty acids by high-speed counter-current chromatography. *Journal of Chromatography A*, v. 1021, p. 117-124, 2003.
- JORGE, N.; LUZIA, D. M. M. Atividade antioxidante do extrato de semente de limão (citrus limon) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada. *Química Nova*, São José do Rio Preto, v. 32, n. 4, p.946-949, jan. 2009.
- MORETTO, E.; FETT, R. Definição de óleos e Gorduras tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. São Paulo. Varela, 1998. 144 p.
- RAMALHO, V.C. Ação antioxidante de alfa-tocoferol e extrato de alecrim em óleo de soja submetido à termoxidação. 2005. 154 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2005.
- SILVA F. A. M; BORGES M. F. M; FERREIRA M. A. Métodos para Avaliação do Grau de Oxidação Lipídica e da Capacidade Antioxidante. *Quím. Nova*. 1999 p. 94-103.
- VITORIANO, B. A. F. CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 2012, Campina Grande. Determinação da estabilidade oxidativa de biocombustíveis. Campina Grande: 7p, 2012.

CAPÍTULO

6

Análise de um modelo de simulação, desenvolvido para observação da problemática de filas em Hospitais

Leonardo Moraes

Solange da Silva

DOI: [10.47573/aya.88580.2.5.6](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.5.6)

CAPÍTULO 6

Resumo: Neste artigo é abordado o caso das filas para atendimento em Hospitais, baseado em parâmetros reais, a simulação proporcionou a este estudo uma visão crítica ao problema que é a capacidade de atendimento de hospitais e as geradas filas nos mesmos. A partir da taxa de chegada dos pacientes, desenvolveu-se um modelo de simulação que se aproxime do ambiente real e permita identificar, gargalos e a capacidade do processo em questão. Utilizando o software Flexsim o modelo desenvolvido simulou a jornada de atendimento do Hospital observado, permitiu uma visualização ampla do processo. Conclui-se que a unidade tem capacidade de atendimento para a demanda, mas no caso de aumento de pacientes surge a necessidade de replanejamento do processo, já que há uma procura maior para alguns serviços que outros, estes de maior procura podem ser os geradores destas filas, questiona-se o aumento de médicos resolveria e se isso seria possível.

Palavras-chave: Filas em Hospitais. Modelagem e simulação. Flexsim.

Abstract: In this article we approach the case of hospital service queues, based on real parameters, the simulation provided this study with a critical view to the problem that is the hospital service capacity and the queues generated in them. From the arrival rate of the patients, a simulation model was developed that approaches the real environment and allows to identify bottlenecks and the capacity of the process in question. Using Flexsim software, the developed model simulated the observed hospital care journey, allowing a broad view of the process. It is concluded that the unit has capacity to meet the demand, but in case of increase of patients the need for process redesign arises, since there is a greater demand for some services than others, these in greater demand may be the generators of these. queues, one wonders the surge of doctors would solve and if that would be possible.

Keywords: Queues in Hospitals. Modeling and simulation. Flex.

CAPÍTULO 6

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da expectativa de vida populacional, tem aumentado o volume de pessoas que procuram unidades públicas de saúde, como hospitais, unidades de pronto atendimento (UPA), centro de atenção integrada à saúde (CAIS), e outros.

Gomez *et al.* (2018), coloca em discussão os desafios da saúde pública brasileira, assim como os avanços e as lutas por melhorias dos sindicatos de trabalhadores, e enfatiza a importância das Universidades e pesquisas realizadas ao longo dos anos, como colaboram para que mesmo com recursos e organização de trabalho limitados, possam proporcionar aos pacientes a assistência básica.

Com o aumento acelerado da demanda, as unidades apresentam superlotação, muitas vezes sendo incapazes de suprir as necessidades dos pacientes, gerando filas para todos os tipos de procedimentos clínicos, desde os mais básicos como consultas, até os mais complexos como cirurgias e transplante de órgãos.

Raeder *et al.* (2018), apresenta uma proposta de um sistema de gerenciamento de atendimento em emergências, que objetiva monitorar e reduzir tempo de espera de pacientes, reduzindo a sobrecarga hospitalar, visto que o aumento acelerado de população que procura esse serviço é desproporcional a capacidade de atendimento, o que gera filas.

Filas e alto volume de procura de serviços são os maiores problemas da saúde pública no país, a distribuição dos recursos nem sempre eficiente não chega muitas vezes aos que necessitam, o estudo de simulação entra nessa problemática avaliando e testando ambientes onde se possa obter um resultado positivo, otimizando o cenário ao qual se aplica.

Neste contexto esta pesquisa tem por objetivo analisar à amostra de fila de uma unidade de saúde "X", somente para gerar os dados necessários para análise, e colocar em discussão a capacidade de atendimento do serviço de saúde público.

CAPÍTULO 6

REFERENCIAL TEÓRICO

Modelos de simulação e sua importância nos mais variados ambientes de estudo

Machado *et al.* (2011), através de uma revisão na literatura enfatizam a importância do estudo de bancos de dados, para as mais diversas situações, mas principalmente no estudo de medicamentos, e como o uso da modelagem e simulação aceleram estes processos reduzindo falhas.

Conceição e Silva(2015), em um estudo de caso implementaram um modelo de simulação para assistência de uma rede de distribuição elétrica, no qual realizaram vários pequenos ensaios a fim de validar a eficiência do modelo, e ainda provam que esse tipo de estudo tem se tornado muito importante por prever e proteger contra situações antes que elas aconteçam.

Hayden *et al.* (2014), diante das dificuldades no curso de enfermagem, e até mesmo visando a redução de erros, propõe a simulação substituindo parcialmente horas clinicas, como uma opção de preparo e de aumento de conhecimento e confiança para os estudantes, permitindo que obtenham mais conhecimento "prático" e habilidade de solução de problemas antes de chegarem aos hospitais.

Dourado Neto *et al.*(1998), desenvolveram um modelo para estudo da interação do solo, vegetais e atmosfera, não como previsões mas observando fatores que possam otimizar e aumentar a produção e discutem o fato de não existir um modelo universal para todos os problemas, mas a adaptação das suas particularidades para cada situação que o tornam eficaz.

Estudos de filas em hospitais

Gutierrez *et al.* (2009), em um estudo de caso a um hospital, quis analisar o tempo de espera dos pacientes de um hospital, e o grau de satisfação dos mesmos,

CAPÍTULO 6

a satisfação medida mostrou um alto índice de insatisfação e um nível de espera muito alto o qual permitiu apresentar uma solução de otimização.

Vieira e Nogueira (2016), observaram por meio de uma revisão de literatura a situação das filas e políticas de transplante de órgãos, comparando seu progresso de 2004 a 2014, por meio do qual abrangeram meios de melhoria do sistema, organização do serviço, concluíram que existe uma carência dos órgãos públicos no envolvimento neste processo e incentivo a pesquisa.

Vaccaro *et al.* (2016), questionam a constante necessidade dos hospitais de administrar seus recursos, para que se possa atender a todos, para tanto realizaram um estudo de filas associado a teoria das restrições, viabilizando o processo, identificando as dificuldades na execução do serviço, como também a capacidade de atendimento.

Boshkoska *et al.* (2015), desenvolveram um modelo para, analisar a capacidade de atendimento e o fluxo de pacientes de uma fila para cirurgias abdominais em um hospital que dispunha de 75 leitos, rodando o modelo 5 vezes concluíram que as médias e os desvios padrões são lógicos e aceitáveis, e garantem que pode ser usado com facilidade e auxiliar na análise de cada ponto.

Chen *et al.* (2015), realizou um estudo em um hospital 3A (Quando o hospital apresenta mais de 500 leitos) que realiza inúmeros procedimentos, por esta razão de haver processos mais curtos e outros mais demorados o que ocasiona o congestionamento de pacientes, que aguardam atendimento, como solução os pesquisadores implementaram o primeiro sistema de registro de consulta externa, e que por meio de uma pesquisa de satisfação, confirmaram os bons resultados.

METODOLOGIA

Ao se trabalhar com a modelagem é importante definir aonde se quer chegar, para se desenvolver o modelo, e se ele será capaz de atender as necessidades pelo qual foi desenvolvido.

Chwif e Medina (2015), dividem a simulação em três passos, são eles:

CAPÍTULO 6

- Verificar os tempos de execução para todos os serviços do processo.
- Para o atendimento que terminar, mova as entidades para suas filas apropriadas.
- Após o início do atendimento, e a entrada do cliente no processo determine o tempo de duração e determine a distribuição, calcule quando essa atividade terminará e registre esse tempo.

Os dados utilizados para o estudo foram obtidos por meio do banco de dados do hospital, onde foram observados os intervalos entre as chegadas dos pacientes em segundos, de uma determinada unidade de saúde escolhida aleatoriamente. Os dados foram armazenados e analisados, a simulação vai permitir a determinação da capacidade de atendimento do sistema, para que possa se chegar uma conclusão.

Distribuição discreta corresponde a variáveis aleatórias finitas, que assumem valores particulares dentro de uma amostra, comparando a quantidade de sucessos em tentativas (CHWIF e MEDINA, 2015).

O hospital observado realiza inúmeros procedimentos e atende em média 400 pessoas por dia, para este estudo foi analisado um dia de atendimento do hospital onde foram atendidos 336 pacientes em um período de doze horas, onde os atendimentos são mais frequentes.

Foi observado um dia de atendimento de um hospital e seus procedimentos:

1. Consultas (Com 24 médicos)
2. Centro Cirúrgico
3. Curativos
4. Eletrocardiograma (ECG)
5. Ecocardiograma
6. Eletroencefalograma (EEG)
7. Mamografia
8. Raio x
9. Teste ergométrico

CAPÍTULO 6

10. Tomografia

O programa input analyzer auxiliou na identificação do modelo de distribuição das chegadas dos pacientes, onde foi utilizado como dado o intervalo entre as chegadas dos pacientes em segundos, durante 12 horas de serviços do hospital, realizando testes, garantido a validade dos dados.

Tabela 1 - Modelo de distribuição e testes realizados.

Distribuição	Expressão	Testes P-value		
		X ²	K-S	T. Estatístico
Gama	-0.001 + GAMM(195, 0.657)	0.577	0.0346	0.0779

Fonte: Os autores (2018).

O *P-value*, reflete o menor grau de significância que pode ser aceito para se rejeitar a hipótese de aderência (Chwif e Medina, 2015).

Teste de Kolmogorov-Smirnov testa conjuntos de observações contínuas de uma amostra e garantem a validação desses dados, para um estudo (Lilliefors, 1967).

Identificou-se que a melhor distribuição para a representação dos dados, é do modelo Gama que representa a forma que os pacientes entram no processo.

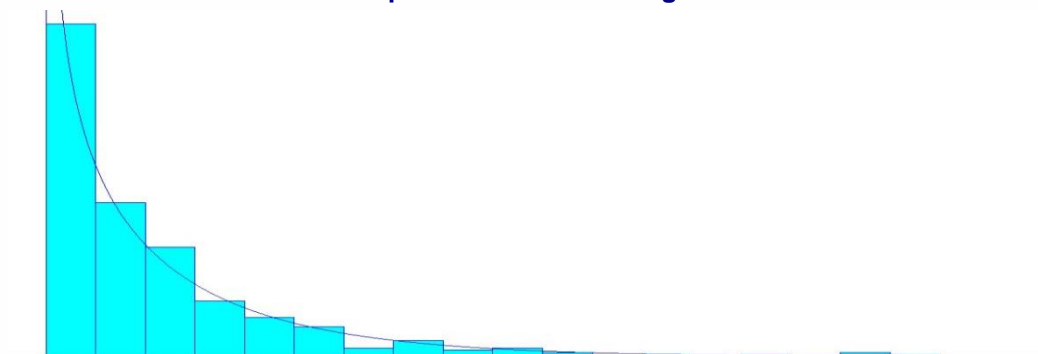
Tabela 2 - Distribuições do melhor para o pior em função do erro quadrático.

Função	Erro Quadrático
Gama	0.00131
Weibull	0.00133
Beta	0.00504
Erlang	0.00618
Exponencial	0.00618
Lognormal	0.0165
Normal	0.105
Triangular	0.147
Uniforme	0.194

Fonte: Os autores (2018).

CAPÍTULO 6

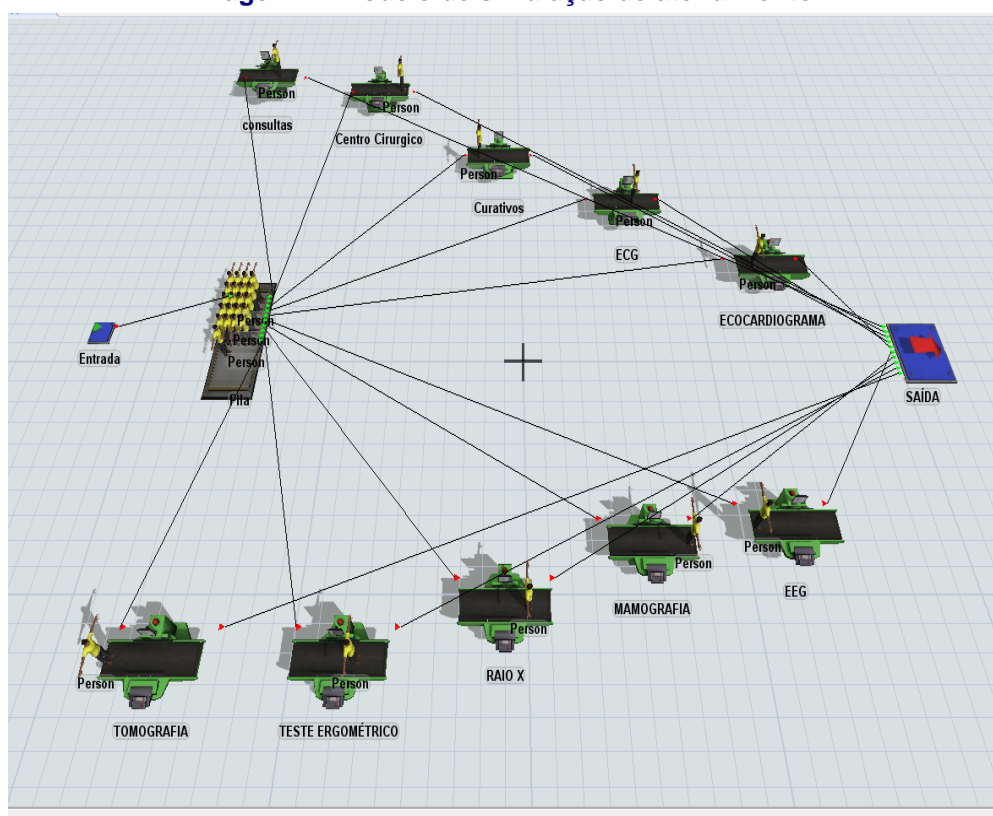
Gráfico 1 - Histograma estatístico de distribuição de dados de entrada de pacientes no modelo gama.



Fonte: Os autores (2018).

Após a observação desenvolvido um modelo de simulação para identificar, possíveis gargalos que possam atrasar ou minimizar a eficiência de atendimento do hospital e verificar a capacidade de atendimento do mesmo. O modelo foi desenvolvido no software *flexsim simulation*.

Imagem 1 - Modelo de simulação de atendimento.



Fonte: Os autores (2018).

Para a modelagem foi necessária a criação de etiquetas ou pesos para os pacientes que chegavam, observando a demanda para os serviços, de forma que

CAPÍTULO 6

representasse o mais próximo da realidade do ambiente real, determinando o objetivo da pessoa ao entrar no sistema. Que resultou na tabela a seguir:

Tabela 3 - Pesos estimados para o atendimento:

SERVIÇOS	Pessoas	Porcentagem
CONSULTAS	254	75,60%
Centro Cirurgico	7	2,08%
Curativos	10	2,98%
Eletrocardiograma(ECG)	18	5,36%
Ecocardiograma	1	0,30%
Eletroencefalograma(EEG)	4	1,19%
Mamografia	15	4,46%
Raio X	13	3,87%
Teste Ergométrico	3	0,89%
Tomografia	11	3,27%
Total de pacientes	336	100,00%

Fonte: Os autores (2018).

Considerando que os atendimentos para todos os serviços podem variar e não manter um padrão de tempo, adotou-se a distribuição triangular para que se avaliasse tanto pacientes que são atendidos em um período curto, quanto os que tem a necessidade de atenção maior durante a execução do serviço.

O modelo foi rodado 3 vezes, resultados da simulação foram bem similares ao ambiente real, o que provou que essa unidade é eficiente e pode atender sua demanda.

O modelo de distribuição dos dados de entrada, permitiu desenvolver o modelo de simulação no Flexsim, onde foram representadas a entrada em fila única e a distribuição de acordo com a procura dos pacientes para os dez serviços disponíveis, e o cálculo da porcentagem de procura.

CAPÍTULO 6

Tabela 4 - Comparação ambiente real e de simulação de pessoas atendidas.

SERVIÇOS	Ambiente real	Ambiente de simulação
	Quant. pessoas	Quant. pessoas
CONSULTAS	254	216
Centro Cirurgico	7	6
Curativos	10	14
Eletrocardiograma(ECG)	18	17
Ecocardiograma	1	3
Eletroencefalograma(EEG)	4	4
Mamografia	15	21
Raio X	13	17
Teste Ergométrico	3	6
Tomografia	11	18
Total de pacientes	336	322

Fonte: Os autores (2018).

As filas variaram de 80 a 96 pacientes no máximo, observando que a simulação considerou a procura dos serviços durante um 1 dia, é questionável que hospital tenha uma alta procura as terças-feiras do que nos demais dias, e foram utilizados os dados de no dia de maior demanda.

No ambiente de simulação houve a entrada de aproximadamente 410 e pacientes e apenas 322 foram atendidos.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Estudos de modelagem e simulação vem aumentando ao longo dos anos, e tem se mostrado uma ótima ferramenta, nas mais diversas áreas de aplicação, a simulação permite a previsão de falhas, erros, limites de capacidade e permite a economia de tempo e dinheiro.

Conclui-se com o estudo de filas nessa unidade de saúde, que este Hospital apresenta a capacidade atender a demanda, entretanto o fato de haver uma grande procura para a realização de consultas médicas, onde se identifica como um gargalo, dá um alerta sobre o aumento dessa demanda e abre a questão sobre aumentar o número de especialistas atendendo ou realizar um planejamento estratégico para reduzir a quantidade de pessoas nas filas.

CAPÍTULO 6

Diante de tal situação de aumento de demanda a necessidade mudanças no processo seria exata, na circunstância, mas a variação de 300 a 350 pacientes/dia o hospital conseguiria atender, além disso é questionável que o processo tenha uma sobrecarga.

Observando que o Hospital atenda abaixo da sua capacidade para determinados tipos de serviços, garantindo uma faixa de segurança no caso de aumento de demanda. No entanto não garantindo a mesma segurança para as consultas, onde foi identificado um gargalo por ter uma procura maior e devido a variabilidade no tempo de atendimento para cada caso ou especialidade clínica.

Sugestão para trabalhos futuros que se possível estender estes estudos para mais unidades, pesquisadores possam analisar mais detalhadamente e por um período maior, para que se possa aumentar o grau de confiança do estudo, e através de estudos como esse demonstrar e apresentar situações onde se melhorem e contribuam para a qualidade no serviço de saúde brasileiro.

REFERÊNCIAS

BOSHKOSKA, Biljana Mileva et al. Abdominal surgery process modeling framework for simulation using spreadsheets. **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 121, n. 1, p. 1-13, 2015.

CHEN, Jinsong et al. Improvement of outpatient service processes based on BRP theory and information technology: a case study of the University of Hong Kong-Shenzhen Hospital. 2015.

CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso Celso. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. Afonso C. Medina, 2015.

CONCEICAO, EveraldoNonato; SILVA, Kleber Melo. Modeling and Simulation of the Protection of Distribution Feeders in ATP. **IEEE LatinAmericaTransactions**, v. 13, n. 5, p. 1392-1397, 2015.

DE SOUZA, Mariane Cásseres; SOUZA, Thiago Antonio; VACCARO, Guilherme LR. Hospital bed management: an analysis from the perspective of the theory of constraints. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 30) Año 2016**, 2016.

DIAS, Lucas Pfeiffer Salomao; RAEDER, Mateus; BARBOSA, Jorge Luis Victoria. SIGTE: A System for Management of Waiting Time in Hospital Emergencies. **IEEE Latin America Transactions**, v. 16, n. 2, p. 668-676, 2018.

CAPÍTULO 6

DOURADO-NETO, D. et al. Principles of crop modeling and simulation: I. Uses of mathematical models in agricultural science. **Scientia Agricola**, v. 55, n. SPE, p. 46-50, 1998.

GOMEZ, Carlos Minayo; VASCONCELLOS, Luiz Carlos Fadel de; MACHADO, Jorge Mesquita Huet. Saúde do trabalhador: aspectos históricos, avanços e desafios no Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 1963-1970, 2018.

GUTIERREZ, Ericson et al. Tiempo de espera y su relación con la satisfacción de los usuarios de la farmacia central de un hospital general de Lima. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**, v. 26, n. 1, p. 61-65, 2009.

HAYDEN, Jennifer K. et al. The NCSBN national simulation study: A longitudinal, randomized, controlled study replacing clinical hours with simulation in prelicensure nursing education. **Journal of Nursing Regulation**, 2014.

LILLIEFORS, Hubert W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American statistical Association**, v. 62, n. 318, p. 399-402, 1967.

MACHADO, Karina S. et al. Mining flexible-receptor molecular docking data. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 1, n. 6, p. 532-541, 2011.

VIEIRA, Melina Sousa; NOGUEIRA, Lidya Tolstenko. Evaluation in health and organs and tissue transplantation: integrative review. **Journal of Nursing UFPE on line**, v. 10, n. 2, p. 631-639, 2016.

CAPÍTULO

7

Avaliação multicritério da utilização da metodologia *BIM* na diretoria de projetos de engenharia do exército brasileiro

Rhoan Carlos Busquim e Silva

Aldery Silveira Júnior

Giuseppe Henriques Gouveia Dantas

Universidade de Brasília

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.7

CAPÍTULO 7

Resumo: O artigo apresenta a avaliação multicritério da implementação da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) na Diretoria de Projetos de Engenharia (DPE). O BIM é uma inovação técnica e processual que vem causando transformações significativas em toda a indústria da construção, com impactos diretos na forma de projetar, sendo considerado um componente importante, dentro da construção civil, para a indústria 4.0. Foi analisado o projeto de arquitetura e engenharia da nova edificação do Comando de Operações Terrestres (COTer) do Exército Brasileiro, que se serviu da metodologia BIM. A metodologia utilizada para se fazer a avaliação foi a *Multicriteria Decision Aid* (MCDA). Para tanto, foi constituída uma equipe de especialistas em metodologia BIM, denominado decisores, para contribuir com a construção de um modelo de avaliação. Os dados da pesquisa de campo foram tratados pelo software *Hiview3* e avaliação global da implantação da metodologia BIM na Diretoria de Projetos de Engenharia do Exército Brasileiro foi considerada exitosa, tendo alcançado uma nota 75, numa escala de 0 a 100. A contribuição do estudo realizado consistiu no desenvolvimento de um modelo de avaliação multicritério, que pode ser utilizado tanto em Organizações Militares quanto não militares.

Palavras-chaves: Análise Multicritério. *Building Information Modeling*. BIM

CAPÍTULO 7

INTRODUÇÃO

Atualmente, em nível mundial, a onda de inovações disruptivas que vem se consolidando na indústria 4.0, com customizações na área tecnológica e alterando vários setores tradicionais, trouxe a disseminação dos conceitos e aplicações da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) na área da indústria da construção civil. No Brasil, políticas estratégicas para esta divulgação vieram com a primeira legislação da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM - Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (BRASIL, 2018).

Na estrutura organizacional do Poder Executivo, o Exército Brasileiro tem buscado atuar como polo disseminador da metodologia BIM. Dentro dele, o Escritório de Projetos do Exército (EPEX) coordena a execução do Portfólio Estratégico, que possui um Programa denominado PROTEGER. Um dos objetivos desse Programa é a construção de uma nova edificação para o Comando de Operações Terrestres (COTer), com um Centro de Controle Interagências para atuar em calamidades dentro do território nacional.

Das necessidades expostas acima, da nova edificação do COTer e de se implementar a metodologia BIM, desencadearam a escolha do projeto de arquitetura e engenharia do COTer como projeto piloto para implementação da referida metodologia. Pelo pioneirismo da ação, a responsabilidade para o cumprimento do objetivo elencado no parágrafo anterior, coube à Diretoria de Projetos de Engenharia (DPE), Organização Militar (OM) dentro da estrutura organizacional do Exército Brasileiro com competência regimental para elaborar projetos de arquitetura e engenharia.

O presente artigo apresenta o resultado da pesquisa voltada para avaliar a utilização da metodologia BIM dentro do projeto piloto. Para tanto, construiu-se um modelo multicritério de avaliação que pudesse representar à problemática que foi posta, utilizando-se, para tal, a metodologia *Multicriteria Decision Aid* (MCDA). Esta metodologia se adequa bem a situações complexas, o modelo de avaliação é concebido com o apoio de uma equipe de especialista e o resultado do processo de avaliação gera conhecimento sobre o problema para a Organização

CAPÍTULO 7

A justificativa para realização da pesquisa objeto do presente trabalho na DPE foi a necessidade de se conhecer, por meio de método científico, o sucesso ou não da utilização da metodologia BIM na DPE, além da concepção de um modelo de avaliação capaz de ser replicado em outras Organizações.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os pontos a serem abordados neste tópico são: a metodologia BIM e a abordagem multicritério de decisão, os quais embasarão as análises a serem feitas após a apresentação dos dados da pesquisa.

Metodologia BIM

Segundo Latiffi *et al.* (2014), o conceito de *Building Information Modeling* vem sendo desenvolvido desde que o Professor Charles M. Chuck Eastman, no início da década de 70, através da nomenclatura em inglês *Building Description Systems*. O termo *Building Information Modeling* é o nome utilizado para conceituar uma inovação técnica e processual que vem modificando toda a indústria da construção. É uma metodologia que busca, através de tecnologias, processos e políticas, uma interação colaborativa entre os profissionais da área da construção para que possam gerar, trocar e gerenciar os dados de uma instalação construída ao longo de seu ciclo de vida. (SUCCAR, 2013)

Segundo Manzione (2013), dentro do BIM, a utilização do modelo federado da edificação, que permite a todos os usuários acessarem a construção virtual da edificação, tendo um maior gerenciamento por todas as partes interessadas. Um aspecto importante abordado Rivera *et al.* (2019) é que a implementação da metodologia pode incluir a redução de custos, realizar projetos com melhor qualidade, redução de tempo de projeto, participação em novos mercados, entre outros. A avaliação dos recursos disponíveis para implementação passa por três categorias: recursos humanos, tecnológicos (*hardware*, *software* e rede de TI) e estrutura física

CAPÍTULO 7

de escritório. Ainda é apresentado a necessidade de avaliação dos processos atuais, com identificação do fluxo de trabalho e problemas.

Souza et al. (2009) realizaram uma pesquisa em treze escritórios nacionais, nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba, com o objetivo de analisar os impactos da implantação da metodologia BIM. Para as empresas migrarem do sistema tradicional para a nova metodologia, as principais vantagens foram a visualização 3D facilitada, diminuição de erros de desenho e facilidade nas modificações de projeto (cada uma com 14,28%), seguida de possibilidade de simulações, geração automática de quantitativos e maior foco no projeto com menor preocupação nas formas de apresentação gráfica (cada uma com 10,71%).

Os autores ainda apresentaram os resultados das dificuldades encontradas pelas empresas ao realizar a presente implementação da metodologia BIM: o custo elevado do *software* (25%), o tempo necessário para treinamento de pessoal (18,75%), tamanho dos arquivos gerados (15,63%) e dificuldades no próprio software (12,50%). A mudança de redução, em relação ao prazo e à equipe para a mesma carga horária de projeto, não foi alcançada segundo os resultados apresentados por Souza et al. (2009).

Apesar desta conclusão, alguns escritórios relataram aos autores que o uso da metodologia propiciou um ganho de tempo na etapa de concepção da edificação e geração de novos produtos e serviços associados que anteriormente não eram oferecidos ao cliente. A qualidade do projeto e organização das informações foram identificados como itens que mudaram significativamente para as empresas (SOUZA et al., 2009).

Bryde et al. (2013) ressaltam que o uso da metodologia BIM se tornou uma ferramenta apropriada para gerenciar os projetos de arquitetura e engenharia e deve ser considerado nos projetos de construção. Os autores realizaram uma análise sobre 35 estudos de casos, retirados da literatura mundial, para estabelecer de que maneira específica os projetos se beneficiaram, ou não, da utilização da metodologia BIM.

O termo “critérios de sucesso” foi definido por Bryde et al. (2013) como o sucesso é alcançado e que eles foram agrupados com base nas áreas de conhecimento exposto no Guia de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBOK, em sua quinta edição, segundo o *Project Management Institute* (PMI)

CAPÍTULO 7

com informações sobre como ferramentas e técnicas são aplicadas a projetos. Outras adaptações foram a palavra coordenação ao invés do vocábulo integração e a remoção de do critério “aquisições”. Ele não teve representatividade e foi substituído por “problemas de software” (PMI, 2013).

A Tabela 1 sintetiza os resultados encontrados nos estudos de caso e classifica os critérios de sucesso, dentro dos benefícios positivos e negativos.

Da análise da Tabela 1, Bryde *et al.* (2013) concluíram que o critério de sucesso mais bem classificado, redução e controle de custo, teve um desempenho positivo mais relevante, demonstrado pelas afirmativas sobre a economia gerada pelo projeto realizado na metodologia BIM na etapa de construção da edificação, com índices de até 9,8%.

Tabela 1 – Classificação do uso do BIM pelos critérios de sucesso.

Critérios de Sucesso	Benefícios Positivos			Benefícios Negativos		
	Total de casos	Número total de projetos	% do total de projetos	Total de casos	Número total de projetos	% do total de projetos
Redução ou controle de custos	29	21	60,00%	3	2	5,71%
Redução ou controle de tempo	17	12	34,29%	4	3	8,57%
Melhoria na comunicação	15	13	37,14%	0	0	0,00%
Melhoria na coordenação	14	12	34,29%	7	3	8,57%
Aumento ou controle da qualidade	13	12	34,29%	0	0	0,00%
Redução do risco negativo	8	6	17,14%	2	1	2,86%
Clareza do escopo	3	3	8,57%	0	0	0,00%
Melhoria na organização	2	2	5,71%	2	2	5,71%
Problemas de software	0	0	0,00%	9	7	20,00%

Fonte: Bryde *et al.* (2013)

Bryde *et al.* (2013) ressaltaram que, dos critérios de sucesso criados da associação das áreas de conhecimento do PMBOK, o custo foi o mais influenciado positivamente pela implementação do BIM, sendo acompanhado pelo tempo, comunicação, melhoria da coordenação e qualidade. Em geral, confirmaram que a utilização da metodologia BIM é uma ferramenta apropriada para tornar mais efetivo o gerenciamento de projetos.

Os desafios da implementação da metodologia BIM, segundo Bryde *et al.* (2013) é relativamente menor e a maioria deles são focados em problemas de

CAPÍTULO 7

software ou hardware. Os autores acreditam que eles se relacionam com o gerenciamento de mudanças, dentro da organização, associado a adoção do BIM e poderia ser minimizado com capacitação profissional das equipes, bem como melhor treinamento para todas as partes interessadas. Isto permitiria um maior engajamento dos principais atores com a nova maneira de trabalhar e seus processos.

Segundo Souza (2018) uma particularidade a ser observado em organizações militares, que é o caso da pesquisa, é a constante renovação de pessoal, em função natural do serviço militar, como também através de contratação de mão-de-obra temporária, que gera periodicamente a necessidade de transmissão de conhecimento e um plano constante de capacitação. Dentro de um projeto BIM, a inserção de dados corretos no modelo requerem que profissionais habilitados o elaborem, dentro de um processo constante e colaborativo, onde os membros da equipe resolvem questões em conjunto por meio de negociações de conflitos (TEIXEIRA, 2018).

Abordagem multicritério de decisão

A abordagem de problemas complexos com metodologias que podem auxiliar na decisão teve maior destaque após a Segunda Guerra Mundial. Silveira Jr. (2018) destaca que, a partir da definição de pesquisa operacional que se fundamentava na procura de valor máximo ou mínimo de uma única função submetida a um conjunto de restrições, surgiu a nova abordagem de métodos multicritérios, que são concebidos em estruturação, avaliação e recomendações.

O autor conceitua a abordagem multicritério como uma metodologia que, após definido um conjunto de indicadores quantitativos e qualitativos distintos e diversos, pode ser usada tanto para apoio à decisão quanto um conjunto de técnicas analíticas. Por isso, os métodos multicritérios de apoio à decisão podem ser aplicados em diferentes áreas do conhecimento, sendo utilizada de forma eficaz tanto no apoio ao processo decisório quanto na avaliação e na análise de decisões tomadas no passado. A decisão sobre como abordar cada problemática passa pela definição do paradigma a ser seguido e o método utilizado (SILVEIRA JR., 2018)

CAPÍTULO 7

Ensslin *et al.* (2001) abordam, inicialmente, que o paradigma escolhido para a metodologia multicritério é o primeiro passo da trajetória. O Quadro 1 transcreve o resumo comparativo apresentado pelos autores.

Ainda sobre as correntes de pensamento, Silveira Jr. (2018) apresenta o agrupamento de todas as metodologias multicritérios surgidas, após a década de 1970, em *Multicriteria Decision Aid* (MCDA) – escola europeia sob paradigma construtivista com modelos flexíveis com foco decisional – e *Multicriteria Decision Making* (MCDM) – escola americana e de paradigma racionalista com modelos matemáticos com foco na solução ótima.

Abdel-malak *et al.* (2017) concluem em seu artigo que é importante a utilização de técnicas de tomada de decisão para avaliar certas características ou buscar soluções de conflitos em projetos de engenharia civil, que em todas as suas etapas, necessitam melhorar a sua qualidade e diminuir custos.

Quadro 1 – Características dos paradigmas.

Paradigma	RACIONALISTA	CONSTRUTIVISTA
Tomada de Decisão	Momento em que ocorre a escolha da solução ótima	Processo ao longo do tempo envolvendo interação entre os atores
Decisor	Totalmente racional	Dotado de sistema de valores próprio
Problema a ser resolvido	Problema real	Problema construído (cada decisor constrói seu próprio problema)
Os modelos	Representam a realidade objetiva	São ferramentas aceitas pelos decisores como úteis no Apoio à Decisão
Os resultados dos modelos	Soluções ótimas	Recomendações que visam atender aos valores dos decisores
O objetivo da modelagem	Encontrar a solução ótima	Gerar conhecimento sobre seu problema
A validade do modelo	Válido quando representa a realidade objetivamente	Válido como ferramenta de Apoio à Decisão
Preferência dos decisores	São extraídas pelo analista	São construídas com o facilitador
Forma de atuação	Tomada de Decisão	Apoio à Decisão

Fonte: Ensslin *et al.* (2001)

MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

O trabalho inicial foi apoiado na revisão da literatura de livros e periódicos cujos conteúdos possibilitaram a construção de um embasamento teórico para a pesquisa. Quanto a natureza ela se caracterizou como aplicada, pois resultou um

CAPÍTULO 7

conhecimento sobre a situação atual existente na organização militar pesquisada. A abordagem utilizada na pesquisa é qualitativa e quantitativa.

Quanto aos objetivos, a atual pesquisa pode ser classificada como de caráter descritivo, pois ocorreu o levantamento de dados através da aplicação de questionário, sem a ocorrência de interferências na organização militar que recebeu a implementação da metodologia BIM. Como o instrumento de pesquisa foi através de questionário fechado, a base de dados obtida é considerada primária.

A pesquisa foi caracterizada por uma temporalidade transversal, pela coleta de dados em apenas um determinado momento, em junho de 2019. A metodologia de avaliação utilizada na pesquisa realizada foi a MCDA, que é apoiada no paradigma construtivista. Apresenta-se, na sequência, a construção do modelo desenvolvido.

Estruturação do modelo de avaliação

A estruturação do modelo multicritério de avaliação seguiu os pressupostos definidos por Ensslin *et al.* (2001), decomposto em sete etapas: Rótulo, Atores, Elementos de avaliação, Descritores, Função de valor, Taxas de substituição e Árvore de valor, conforme descritos a seguir.

Definição do rótulo

O rótulo tem por finalidade delimitar, com precisão o escopo do estudo. Para a pesquisa objeto do presente trabalho, foi definido o seguinte rótulo: **Avaliação multicritério da utilização da metodologia BIM na Diretoria de Projetos de Engenharia.**

CAPÍTULO 7

Identificação dos atores

Segundo Ensslin *et al.* (2001), os atores envolvidos em um processo de avaliação são classificados em intervenientes – que participam diretamente do processo decisório – e agidos, que sofrem as consequências da implementação da decisão tomada. Os intervenientes podem ser distinguidos em outros dois tipos de atores: os decisores – detêm o poder de decisão – e os facilitadores, que conduzem o processo de estruturação do modelo de avaliação, utilizando-se de ferramentas específicas.

Os decisores que fizeram parte deste trabalho foram três oficiais superiores da DPE que conhecem a metodologia BIM e o ambiente da pesquisa. O facilitador do processo foi um dos autores deste trabalho e os agidos foram os participantes da pesquisa de campo.

Identificação dos elementos de avaliação

A partir de uma reunião tipo “*brainstorming*” com os decisores, foram identificados seis eixos de avaliação, os quais se constituíram nos Pontos de Vista Fundamentais (PVFs), que correspondem aos eixos de avaliação considerados essenciais pelos decisores.

Para alguns PVFs, em função da complexidade dos mesmos, os decisores apontaram a necessidade de decompô-los em Pontos de Vista Elementares (PVEs). O Quadro 2 apresenta os PVFs e respectivos PVEs do modelo de avaliação, além de uma breve descrição dos mesmos.

CAPÍTULO 7

Quadro 2 – Elementos de avaliação.

PVF	Descrição	PVE	Descrição
PVF 1 Pessoal	O recurso humano (profissional) utilizado	PVE 1.1 Quantidade	Quantidade de profissionais, dentro das especialidades, que se fizeram necessários para elaboração do projeto piloto
		PVE 1.2 Qualidade	Qualidade dos profissionais, dentro das especialidades, que elaboraram o projeto piloto, como por exemplo, se eles possuíam capacitação no software desejado para a especialidade, se os profissionais buscavam soluções por conta própria, entre outros
PVF 2 Tecnologia Instalada	Cada tipo de tecnologia utilizado na elaboração do projeto piloto	PVE 2.1 Hardware	Os computadores disponíveis para elaboração do projeto piloto
		PVE 2.2 Software	Os softwares disponíveis para elaboração do projeto piloto
		PVE 2.3 Rede	A rede de tecnologia da informação (TI) disponível para elaboração do projeto piloto
PVF 3 Integração	Nível de integração alcançado na utilização do BIM no projeto	PVE 3.1 Modelo	O nível de integração, entre as disciplinas que o modelo federado do projeto piloto conseguiu alcançar
		PVE 3.2 Equipes	O nível de integração das equipes de profissionais foi alcançado dentro da elaboração do projeto piloto
PVE 4 Maturidade Organizacional	A maturidade organizacional da DPE para implementar a metodologia BIM no projeto em análise	-	-
PVF 5 Eficiência da metodologia BIM	Eficiência alcançada utilizando a metodologia BIM na elaboração do projeto piloto	PVE 5.1 - Processos	Os processos de trabalho utilizados na elaboração do projeto piloto
		PVE 5.2 Qualidade do projeto	A qualidade obtida na elaboração do projeto, bem como o seu produto
		PVE 5.3 Tempo de geração	Tempo gasto para elaboração do projeto utilizando a metodologia BIM
PVF 6 Grau de interferências entre as disciplinas	O nível de interferências alcançados entre as disciplinas para elaboração do projeto utilizando a metodologia BIM	--	--

Fonte: autores

Descritores

Silveira Jr. (2018) define descritor como um conjunto de níveis de impacto (NI) que descrevem as performances plausíveis das ações potenciais (objeto da

CAPÍTULO 7

avaliação). Para cada critério de avaliação (critérios ou subcritérios), deve ser construído um Descritor.

As propriedades desejáveis para os descritores são assim apresentadas por Ensslin *et al.* (2001):

- mensurabilidade – admite quantificar a performance de uma ação com clareza;
- operacionalidade – admite a mensuração de um critério de forma independente e define quais dados coletar; e
- compreensibilidade – os seus níveis de impacto não devem proporcionar interpretações ambíguas.

Para cada descritor, foram definidos cinco níveis de impacto, dispostos em ordem decrescente de atratividade, a partir do N5 – nível de impacto com maior atratividade (limite superior) até o N1 – nível de impacto com menor nível de atratividade (limite inferior). O Quadro 3 apresenta os descritores definidos para o PVE 1.2 Qualidade.

Quadro 3 – Amostra dos descritores e níveis de impacto.

PVF	PVE	NI	Descritor
PVF 1 – Pessoal	PVE 1.2 – Qualidade	N5	Excelente
		N4	Muito Bom
		N3	Bom
		N2	Regular
		N1	Ruim

Fonte: autores

Funções de valor

Para a construção das funções de valor foi utilizado o método do julgamento semântico, que é construído a partir de comparações par a par da diferença de atratividade entre os níveis de impacto. Na Figura 1 é mostrada, a título de exemplo, a tela do *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*

CAPÍTULO 7

(MACBETH) com a matriz de julgamento semântica relativa à construção das funções de valor do PVE 1.1 – Quantidade.

Figura 1 – Funções de valor do PVE 1.1 – Quantidade

	N5	N4	N3	N2	N1	Current scale	
N5	no	very weak	weak	moderate	strong	100	extreme
N4		no	very weak	weak	moderate	75	v. strong
N3			no	very weak	weak	50	strong
N2				no	very weak	25	moderate
N1					no	0	weak
							very weak
							no

Consistent judgements

Fonte: MACBETH

Determinação das taxas de substituição

Correspondem às perdas de desempenho que uma ação potencial (objeto e avaliação) deve sofrer em um critério para compensar o ganho de outra, de modo a não alterar o valor global do objeto avaliado, que deve ser sempre 100% (SILVEIRA JR. (2018).

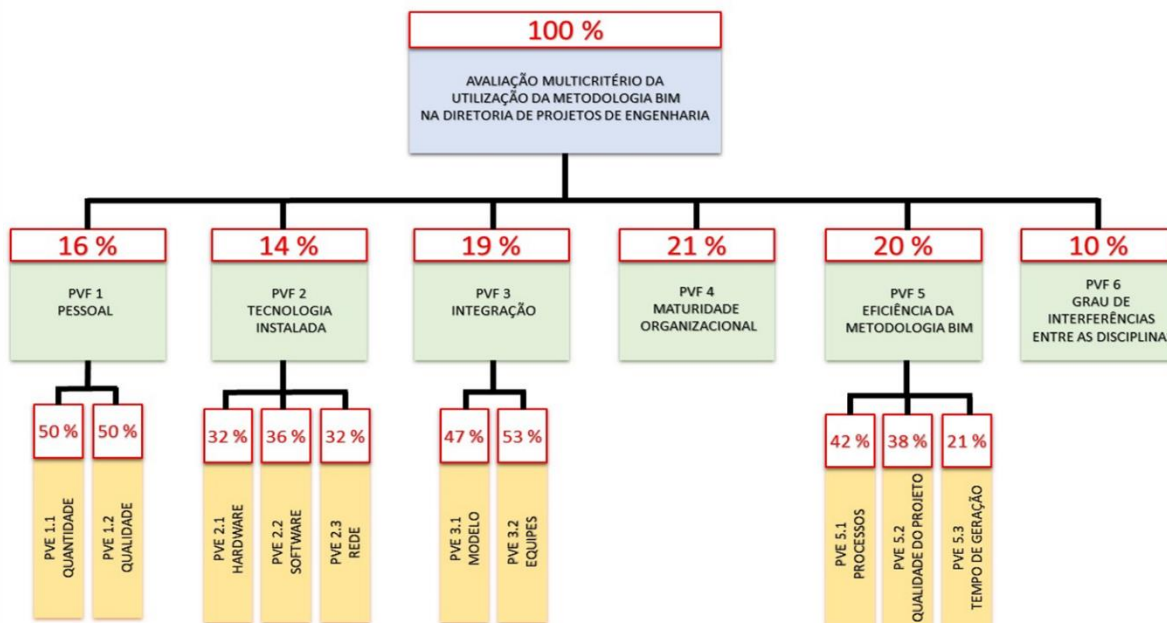
Para a determinação das taxas de substituição, utilizou-se o método dos pesos balanceados (*swing weights*). As taxas de substituição, que também podem ser chamadas de pesos, definidas para os critérios e subcritérios estão apresentados na Figura 2.

Construção da árvore de valor

Corresponde a uma estrutura arborescente onde estão demonstrados o objeto da avaliação, os seis critérios (PVFs), os subcritérios (PVEs) e suas respectivas taxas de substituição, conforme demonstrado na Figura 2, que, em última análise, representa a estrutura física do modelo de avaliação.

CAPÍTULO 7

Figura 2 – Árvore de valor do modelo multicritério



Fonte: autores

Análise de sensibilidade

O modelo de avaliação foi complementado com a indicação de uma análise de sensibilidade que deveria ser aplicada após a tabulação dos dados, fins testar a robustez do modelo desenvolvido. O subitem 4.8 tratará da aplicação desse instrumento.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pesquisa de campo foi realizada junto à equipe de profissionais que trabalhou no projeto de edificação do Comando de Operações Terrestres, com a utilização da metodologia BIM, cuja composição foi a seguinte: três arquitetos, doze engenheiros, subdivididos em civis, eletricitas e mecânicos, e dois desenhistas.

Os dados da pesquisa de campo foram tratados pelo software *Hiview3* com base no modelo de avaliação desenvolvido. A escala de pontuação considerada foi de 0 a 100. A apresentação dos dados e as respectivas análise serão feitas por PVF.

CAPÍTULO 7

Avaliação do PVF 1 - Pessoal

O PVF 1, que tem um peso de 16% no modelo de avaliação e é composto por dois subcritérios: PVE 1 – Quantidade e PVE 2 – Qualidade, obteve uma pontuação de 80, correspondentes às seguintes pontuações dos subcritérios: Quantidade – 88 e Qualidade – 72, ambos com peso de 50%. Este PVF obteve a melhor pontuação entre os seis critérios analisados

Dentro do processo de implementação da metodologia BIM, alguns aspectos impulsionaram a equipe de profissionais para o sucesso e, entre eles, pode-se destacar as aquisições de softwares atualizados com ferramentas dentro da metodologia BIM, agregado a computadores de última geração.

Cabe ressaltar também os cursos de capacitação nas mais diversas áreas de conhecimento que possibilitou elevar o nível de utilização dos softwares. Este ambiente profícuo garantiu que os técnicos envolvidos no projeto entendessem melhor a metodologia BIM e a aplicasse com maior efetividade.

No que tange ao subcritério Quantidade, os participantes da pesquisa entenderam que o número de profissionais envolvidos na implementação da metodologia BIM estava adequado. Isto se deve ao fato de o projeto dispor de técnicos nas mais diversas áreas, entre arquitetos, engenheiros e modeladores, além de coordenadores, equipe de apoio técnico de uma empresa contratada, bem como de um consultor externo especializado na implementação da metodologia BIM. Esta gama de profissionais pôde transmitir segurança técnica adequada para o sucesso da implementação da metodologia BIM.

Quanto ao Qualidade, a pontuação um pouco inferior pode ser explicado pelo fato de que cada profissional possui suas especificidades para assimilar novas ferramentas e novas metodologias, além das dificuldades de adquirir novas habilidades técnicas, colocar essa capacidade com a maestria necessária pode ser mais complexa para alguns. Tais fatores pesaram no momento de avaliar os profissionais alocados no projeto.

CAPÍTULO 7

Avaliação do PVF 2 – Tecnologia Instalada

A avaliação do PVF 2 obteve a pontuação 75. Este critério tem um peso de 16% na avaliação global e é composto por três subcritérios, os quais obtiveram as seguintes pontuações: PVE 2.1 – Hardware, pontuação 78, com peso de 32% na composição da pontuação do PVF; PVE 2.2 – Software, pontuação 87 e peso 36%; e PVF 2.3 – Rede de TI, pontuação 59, com peso de 32%.

O projeto de implementação da metodologia BIM em análise detinha softwares e computadores de alto nível, considerados pelo mercado nacional da área de TI como de última geração. Por outro lado, a rede de TI que atendia ao projeto não pôde ser mexida durante a implementação da metodologia BIM, o que ocasionou alguns percalços durante a execução do projeto e refletiu na avaliação menos expressiva do subcritério correspondente. Na utilização da metodologia BIM, o uso da rede de TI é constante e o seu nível de estabilidade garante um trabalho com melhor efetividade.

Avaliação do PVF 3 - Integração

O PVF 3 possui um peso de 19% para a avaliação global, obteve uma pontuação de 77, resultante da avaliação de seus dois subcritérios: PVE 3.1 – Modelo, com pontuação 81 e peso de 47%; e PVE 3.2 – Equipe, com pontuação 74 e peso de 53% na composição da nota do critério.

Uma justificativa para o êxito deste critério pode estar associada a particularidade de que quanto mais se usa a metodologia BIM, maior é a integração do modelo com as equipes. Como os profissionais demonstraram ter adquirido um conhecimento adequado da metodologia BIM, a pontuação refletiu esta percepção geral sobre o quesito. A análise do subcritério Modelo indica que a utilização do modelo federado foi exitosa. O subcritério Equipes, apesar de ter alcançado uma pontuação um pouco menor, indica que a integração dos profissionais no projeto foi bem-sucedida, embora tenha sido registrado conflitos de interesses entre as disciplinas.

CAPÍTULO 7

Um fator que pode ter comprometido para a pontuação deste critério não fosse mais alto foram os problemas com a rede de TI. Eles podem ter causado uma falsa percepção que o modelo federado não estava integrado, seja por uma conexão lenta ou por perda de metadados. Esta associação não deveria ocorrer, mas nem todos os profissionais entendem completamente a lógica por trás da rede de TI.

Indica-se também como um fator para a redução da pontuação desse critério a comunicação entre as equipes de profissionais, que não foi bem efetiva no início do projeto, apesar de ter sido melhor trabalhada ao longo ao longo de sua execução.

Avaliação do PVF 4 – Maturidade Organizacional

O critério Maturidade organizacional não foi desmembrada em subcritérios, corresponde a 21% da avaliação global e obteve a pontuação 72.

Um fator que pode ter contribuído para que a pontuação desse critério não alcançasse um valor mais significativo foi a necessidade temporal de encerrar o projeto, com a entrega do projeto final, sem que fosse concedido às equipes do projeto um tempo maior para revisão geral e realização de possíveis ajustes, haja vista que o entendimento geral dos respondentes da pesquisa era que sempre se pode melhorar o produto e o desfecho ocorrido foi capaz de ter influenciado uma parte do grupo a apresentar uma avaliação menos expressiva.

Ressalta-se, por oportuno, que numa estrutura organizacional de caráter militar (ou não), a atuação do comando quando da implementação de uma nova metodologia representa papel indiscutível para o sucesso do empreendimento.

Avaliação do PVF 5 – Eficiência da Metodologia BIM

O PVF 5 possui um peso de 20% na avaliação global, é composto por três subcritérios e obteve uma pontuação 70. A pontuação dos subcritérios que contribuíram para esta nota foram as seguintes: PVE 5.1 – Processos, com peso de 42%, obteve pontuação 68; PVE 5.2 – Qualidade do Projeto, com pelo de 38%, atingiu

CAPÍTULO 7

a pontuação 79; e PVE 6.3 – Tempo de Geração, com peso de 20%, obteve a pontuação 59.

Este critério obteve a menor pontuação entre os seis analisados. Isto pode ser explicada, inicialmente, pela dificuldade que tem um grupo de profissionais, que trabalhava anteriormente com a metodologia tradicional, em realizar uma mudança na forma de pensar e de agir. Considerando as notas dos subcritérios, percebe-se que os tempos de aprendizagem individuais, que são diferentes para cada profissional, pode ter induzido a uma avaliação mais acanhada.

A saída da zona de conforto, mesmo que em grupo, produz um comportamento inicial de medo que, através de superação individual, pode converter-se em crescimento. Ao realizarem tarefas, considerando os processos, qualidade do projeto ou tempo de geração, utilizando a metodologia BIM, os indivíduos foram conduzidos a avaliar comparando o novo encargo a algum trabalho que já tinha realizado ou que tinha vivenciado.

Toda aquisição de novo conhecimento é desconfortante, por vezes, um fardo e pode induzir a uma avaliação inexpressiva quando comparado a uma antiga competência.

Avaliação do PVF 6 – Grau de Interferências entre as disciplinas

Este PVF também não foi desmembrado em subcritérios e o seu peso para a avaliação global foi definida como sendo de 10%. A pontuação atingida por este critério foi 76.

A nota obtida por esse critério pode ser explicada pelo fato de que a visualização de todas as disciplinas do projeto analisado em um único modelo federado facilita a análise e ações imediatas nas interferências encontradas. Somado a isto, a utilização de software de compatibilização das disciplinas possibilita a rápida intervenção no projeto ainda em elaboração.

A avaliação pode não ter alcançado a nota melhor devido ao fato de que alguns profissionais não utilizam ferramentas de compatibilização na metodologia

CAPÍTULO 7

BIM, haja vista que essa tarefa ser de responsabilidade de um outro profissional, a quem competia a realização de análises de interferências.

Avaliação Global

Após os dados dos diversos critérios e subcritérios terem sido tratados, constituiu-se a base de cálculo das avaliações quantitativas de cada PVF e chegou-se à avaliação global, cujo resultado atingiu a nota 75. Todos os critérios e subcritérios foram considerados bem-sucedidos. A nota atingida corresponde à média ponderada das pontuações alcançadas por cada critério. A Tabela 2 apresenta a síntese das avaliações parciais e a avaliação global.

Tabela 2 – Síntese das avaliações.

Crítérios	Peso	Nota Obtida
Pessoal	16%	80
Tecnologia Instalada	14%	75
Integração	19%	77
Maturidade Organizacional	21%	72
Eficiência da Metodologia BIM	20%	70
Grau de Interferências entre as Disciplinas	10%	76
Avaliação Global	100%	75

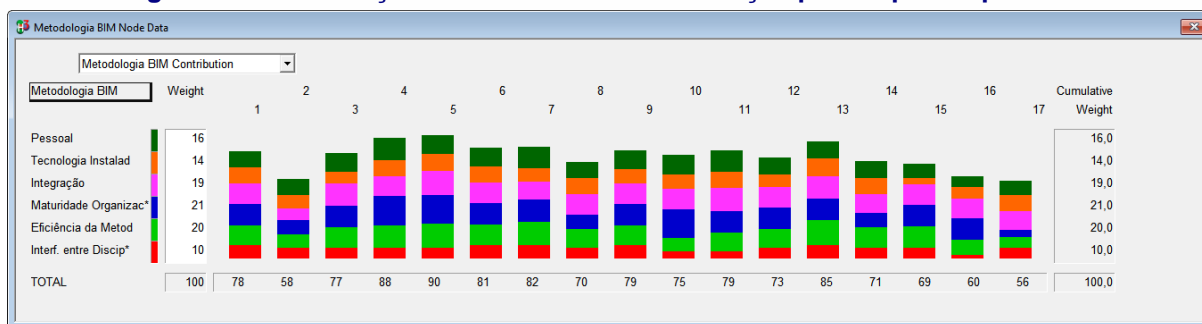
Fonte: *Hiview3*

O resultado da avaliação global, apesar da **nota 75**, reflete o sucesso da aplicação da metodologia BIM na DPE, mais especificamente no projeto piloto – edificação do COTer. Obviamente que por ser tratar de um projeto piloto, houve falhas e a transposição de barreiras, no entanto, com as lições aprendidas e identificadas no processo de avaliação, certamente as experiências futuras relativas à utilização da metodologia BIM serão melhor avaliadas.

Na Figura 3, visualiza-se graficamente a contribuição de cada critério para a avaliação global, em relação a cada um dos respondentes da pesquisa.

CAPÍTULO 7

Figura 3 – Contribuição de cada critério na avaliação parcial por respondente



Fonte: *Hiview3*

Aplicação da análise de sensibilidade

Para testar a robustez do modelo, foi realizada uma análise de sensibilidade ao modelo, após o tratamento dos dados. Para tanto, imputou-se uma variação de 10% para mais e para menos nas taxas de substituição dos PVFs, e foram recalculados os resultados. Como a variação verificada foi insignificante, ficou evidenciado que o modelo de avaliação construído é robusto.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a utilização da metodologia BIM na Diretoria de Projetos de Engenharia (DPE), mais especificamente, a utilização dessa metodologia na construção do Projeto de edificação do Comando de Operações Terrestres. O objetivo geral foi integralmente atingido, sendo considerado a implementação da metodologia BIM na DPE exitosa.

Com o apoio dos softwares *Hiview3*, os dados da pesquisa foram tratados e compilados, constituindo-se nos insumos para o cálculo das avaliações parciais (critérios) e global. O critério Pessoal obteve uma nota 80; a Tecnologia Instalada obteve a nota 75; já o critério Integração foi avaliado com a nota 77; a Maturidade Organizacional alcançou a nota 72; o critério da Eficiência da Metodologia BIM obteve a nota 70; e, por último, o Grau de Interferência entre as Disciplinas atingiu a nota 76. Estes valores parciais compuseram a avaliação global, que culminou com a nota 75.

CAPÍTULO 7

Atenta-se para o fato de que todos os integrantes da DPE estiveram motivados para a realização desta avaliação e que não houve limitações para a realização da pesquisa.

A contribuição do presente trabalho consistiu no desenvolvimento de um modelo de avaliação da implementação da metodologia BIM, que pode ser utilizado tanto em outras Organizações militares do Exército Brasileiro, quanto em outras Organizações não militares que trabalham com projetos de arquitetura e engenharia.

Ressalta-se, por fim, que o presente trabalho teve por objetivo secundário apresentar ao Exército Brasileiro a metodologia BIM, uma ferramenta gerencial de alto nível e componente da indústria 4.0. Os benefícios do uso desta metodologia discutidos ao do presente trabalho certamente auxiliarão os gerentes de projetos na utilização dessa metodologia, tendo à disposição dos mesmos um modelo de avaliação multicritério já testado, que pode ser utilizado para avaliar os projetos que estão implementando ou que já implementaram a metodologia BIM.

REFERÊNCIAS

ABDEL-MALAK, F. F.; ISSA, U. H.; MIKY, Y. H.; OSMAN, E. A. Applying decision-making techniques to civil engineering projects. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 6, n. 4, p. 326–331, dez. 2017.

AZHAR, S. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, n. 3, p. 241–252, jul. 2011.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. M. The project benefits of building information modelling (BIM). **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 7, p. 971–980, out. 2013.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a estratégia nacional de disseminação do building information modelling. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mai. 2018. Seção 1, p. 3.

ENSSLIN, L.; NETO, G. M.; NORONHA, S. M. D. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001.

CAPÍTULO 7

LATIFFI, A. A.; BRAHIM, J.; FATHI, M. S. **The development of building information modeling (BIM) definition**. Disponível em: <<https://www.scientific.net/AMM.567.625>>. Acesso em: 16 out. 2018.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

RIVERA, F. M.; VIELMA, J. C.; HERRERA, R. F.; CARVALHO, J. Methodology for building information modeling (BIM) implementation in structural engineering companies (SECs). **Advances in Civil Engineering**, v. 2019, p. 1–16, 21 fev. 2019.

PMI. **A Guide to the project management body of knowledge: PMBOK guide**. 5. ed. Newtown Square: Project Management Institute Standards Committee, 2013.

SILVEIRA JR, A. **Cabotagem brasileira: uma abordagem multicritério**. Curitiba: Appris, 2018.

SOUZA, A. I. **As possibilidades de gestão da inovação na implantação da metodologia “Building Information Model” no âmbito do Departamento de Engenharia e Construção**. Rio de Janeiro, RJ: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, 2018.

SOUZA, L. L. A. de; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. de M. Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: Oportunidades no Mercado Imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 26–53, 15 dez. 2009.

SUCCAR, B. **Building information modelling: conceptual constructs and performance improvement tools**. Callaghan, NSW: University of Newcastle, 2013.

TEIXEIRA, A. C. **Processo de etiquetagem de projetos de obras militares para eficiência energética e certificação PROCEL utilizando modelagem da informação da construção**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Militar de Engenharia, 2018.

CAPÍTULO

8

Metodologia ágil integrada no processo de desenvolvimento de produtos em projetos de inovação aplicado em empresa industrial

Cezar Honorato

ITA / CTE

Francisco Cristóvão Lourenço de Melo

IAE

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.8

CAPÍTULO 8

Resumo: No ambiente altamente globalizado que voga nos dias de hoje torna-se questão de sobrevivência as empresas buscarem a liderança em seus mercados utilizando as inovações como ferramenta de diferenciação que foram se transformando cada vez mais no principal recurso para obterem sustentável vantagem competitiva. Nas empresas com forte dependência industrial o processo de desenvolvimento de produto é o cerne dos projetos de inovação o qual este artigo tem o objetivo de demonstrar a metodologia ágil integrada no processo de desenvolvimento de produtos que é fundamentada por meio de entregas constantes e incrementais, denominadas de sprints, de forma interativa pelos principais stakeholders, que considera as fases de mapeamento da ideia, pesquisa e desenvolvimento, produção, lançamento no mercado sendo finalizado com avaliação pós-lançamento. Em seguida, apresenta aplicação do modelo numa empresa global resultando numa significativa antecipação do lançamento dos produtos no mercado em comparação com a metodologia pré-existente, gerando assim maior lucratividade demonstrando a aplicabilidade do modelo preconizado.

Palavras-chaves: Processo de Desenvolvimento de Produto. Inovação. Projetos de Inovação. Projetos Ágeis. Indústria.

CAPÍTULO 8

INTRODUÇÃO

Em um mercado competitivo as empresas utilizam produtos de inovação *innovation products* para abertura de novas oportunidades associando-os com o portfólio existente *core products* a fim de diferenciar-se e alavancar seus resultados.

As velocidades de lançamento de novos produtos exigem das organizações agilidade na execução da inovação que considera a concepção do conceito do produto, pesquisa e desenvolvimento, produção e, por fim, entrega ao mercado.

O que faz as empresas serem competitivas é a sua capacidade de desenvolver e criar produtos, serviços, ou mesmo adequá-los às necessidades de seus clientes, ou novos processos de uma forma rápida a um custo competitivo. Desta forma a inovação passa a ser encarada como uma espécie de necessidade premente; a habilidade de continuamente encontrar oportunidades para novos produtos e mercados e desenvolver processos mais eficientes para produzi-los é entendido como crucial pelas empresas (Robert, 1995).

Ismail; Malone e Geest (2015) abordam que muitas empresas estão satisfeitas com aquilo que funciona e, por isso, deixam de inovar; ressaltam que a sobrevivência de uma companhia depende da sua capacidade de se manter à frente da curva da tecnologia e abraçar as mudanças a fim de estar, e permanecer, competitiva perante a concorrência, e por fim afirmam que nenhuma empresa poderá acompanhar o ritmo de crescimento se não estiverem dispostas a realizar algo radicalmente novo.

Mais tarde, Bansal e Grewatsch (2019) contribuem para essa discussão entendendo mais amplamente como obter inovações mais assertivas devido à alta taxa de falhas de novos produtos, de acordo com a visão dos autores, se as empresas quiserem desenvolver produtos verdadeiramente sustentáveis em vez de iniciar com as necessidades dos clientes, as empresas devem começar com a megatendência relevante no setor o qual atua. Ao fazer isso, as empresas não apenas antecipam as necessidades futuras dos clientes, mas também podem moldar ativamente o futuro, em vez de simplesmente reagir ao presente.

Entretanto, inovar sem agilidade é sinônimo de não captar as oportunidades detectadas, perda do protagonismo ou ser superado pela concorrência; Feitor,

CAPÍTULO 8

Kliemann e Cortimiglia (2005) ressaltam a importância da agilidade das empresas, pois concluem em seu estudo que o sucesso das organizações não depende exclusivamente do quanto elas conhecem do ambiente externo, mas de que maneira a empresa utiliza, alavanca, seus recursos internos para antever e satisfazer as necessidades dos clientes e mercados.

A flexibilidade também é uma característica fundamental das inovações, devido à necessidade de um produto competitivo poderá existir mudança no projeto e a equipe que nele atua deverá ter a celeridade para identificá-las, fazer as adequações necessárias e a sua implementação; estas alterações têm objetivos adversos, como ter um produto competitivo que requer mudanças de desenho e especificações dos materiais utilizados ou até mesmo no produto; substituição de fornecedores por não cumprimento de requisitos em que a reanálise em toda a cadeia de valor torna-se necessária.

Nesse sentido, a principal questão que norteia este trabalho é: Como definir uma metodologia que auxilie as empresas a terem agilidade em seus processos de desenvolvimento de produto a fim de favorecer e apoiar fortemente a geração de inovação nos mercados em organizações com forte dependência industrial?

Neste trabalho, entende-se como organizações com forte dependência industrial as empresas cuja atividade econômica é baseada na transformação de matérias-primas em produtos comercializáveis e que são, frequentemente, desenvolvidas em plantas industriais e fábricas, utilizando máquinas movidas por energia motriz e outros equipamentos para manipulação de materiais (IBGE, 2010).

A proposta da metodologia de gerenciamento ágil aplicado nos projetos de inovação apresentada neste trabalho é fundamentada na sistemática do processo de desenvolvimento direcionada a novos produtos que tem por objetivo melhorar a organização através da desburocratização resultando numa gestão mais efetiva, focada em poucas entregas com fases nítidas abrangendo desde a concepção da inovação até a análise do desempenho no mercado.

Este esforço de pesquisa possui como delimitação o direcionamento do modelo desenvolvido às empresas do setor industrial; não se aplicando a *startups*, empresas emergentes recém-criadas e em fase de desenvolvimento, e a *spin offs*

CAPÍTULO 8

acadêmicos, microempresas recém derivadas de universidades; e aplicação, em que é necessária uma abordagem diferenciada, que está fora do escopo deste trabalho

Quanto à natureza trata-se de uma pesquisa aplicada, por seu interesse prático, com objetivo descritivo, pois tem por objetivo descrever as características e estabelecer relações entre as variáveis consideradas que impactam no processo de desenvolvimento de produto.

Quanto à abordagem e procedimento metodológico utiliza os aspectos da pesquisa qualitativa nas etapas do processo de pesquisa sendo dividido em duas partes: a construção do método proposto e a sua aplicação, sendo que a primeira parte com entrevistas com especialistas (pesquisa-ação) e, posteriormente aplicado no processo de desenvolvimento de produto de projetos de inovação de empresa industrial com participação relevante no ecossistema em que atua.

REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento de novos produtos é interpretado como resultado de um processo (Silva, Bagno e Salerno, 2014) e segundo Baregheh, Rowley e Sambrook (2009), um processo multiestágio por meio do qual as organizações transformam ideias em bens, serviços ou processos novos ou significativamente melhorados com o objetivo de progredir, competir ou diferenciar-se com sucesso no mercado.

A fim de coletar informações para a pesquisa, foi realizado um levantamento de dados por meio do portal CAPES, com histórico dos últimos cinco anos (2014-2018) considerando as citações dos autores que também continham o termo *innovation process management* (gerenciamento de processos de inovação), cujos autores mais citados foram: Cooper (1990, 2005, 2013) com 8.029 citações, Clark e Wheelwright (1992) com 279 citações, Rozenfeld e Amaral (2006) com 101 citações, Hansen e Birkinshaw (2007) com 163 citações e Goffin e Mitchell (2010) com 31 citações.

Com base no levantamento realizado os modelos de processos de inovação de acordo com os autores mais citados, utilizado como critério a ordem cronológica são apresentadas a seguir:

CAPÍTULO 8

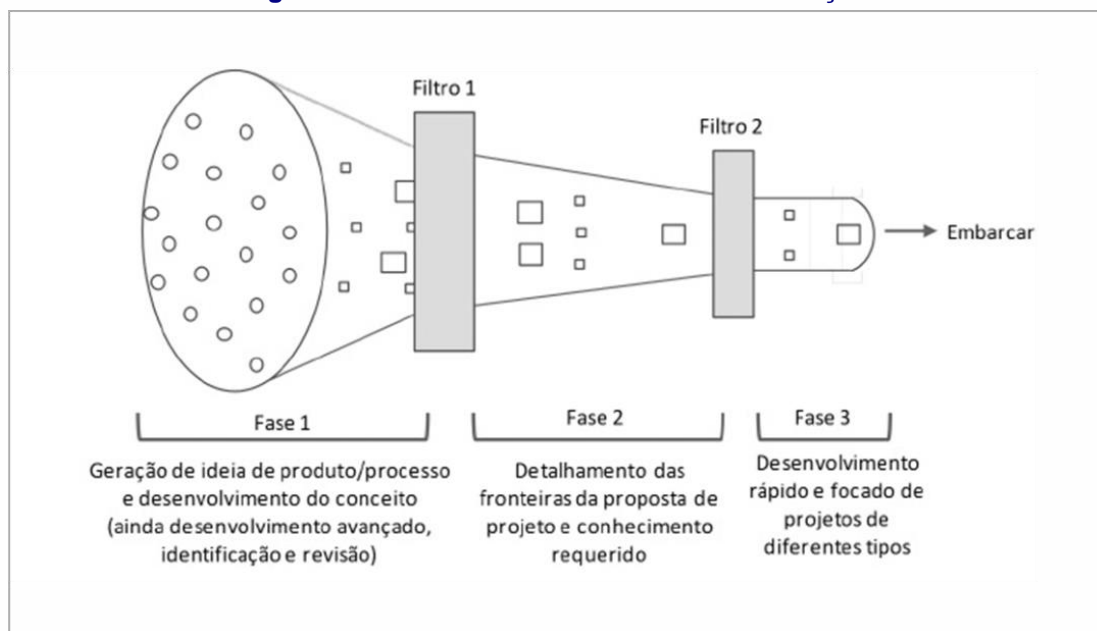
- Clark e Wheelwright (1992), que desenvolveram o modelo denominado de funil de inovação, e suas derivações de acordo com Chesbrough (2003, 2006);
- Cooper (1990, 2005, 2013) desenvolveu o modelo *stage-gate* e seu aprimoramento ao longo dos anos (Copper e Edgett, 2012, 2014);
- Rozenfeld e Amaral (2006), modelo desenvolvido com base no desenvolvimento integrado de produto;
- Hansen e Birkinshaw (2007), modelo denominado de “cadeia de valor da inovação”;
- Goffin e Mitchell (2010) identificado como: *The Pentathlon Framework*.

A abordagem funil de inovação apresentada por Clark e Wheelwright (1992) propõe a seletividade dos projetos de inovação: incentiva que de um lado do funil sejam apresentadas várias ideias, as quais serão filtradas e selecionadas com base na escassez de recursos e no fato de estarem aderentes às expectativas da empresa. Do outro lado do funil estarão somente as ideias selecionadas que comporão o portfólio de produtos e/ou serviços da empresa. Devido à apresentação do funil esta abordagem tem um significativo poder de contextualização, como pode ser visualizado na Figura 1.

O modelo possui três fases que são iniciadas por um processo de geração de ideias e que o primeiro filtro tem o objetivo de identificar e selecionar as melhores dentro do universo de ideias geradas, a segunda fase tem o objetivo de detalhamento da proposta do projeto e ao ser aprovado pelo segundo filtro é realizado o desenvolvimento do projeto. A fase final é denominada de forma imprecisa como “embarcar”, podendo ser o término de produção ou mesmo o início da comercialização.

CAPÍTULO 8

Figura 1 – Funil de Desenvolvimento de Inovação.



Fonte: Clark; Wheelwright (1992)

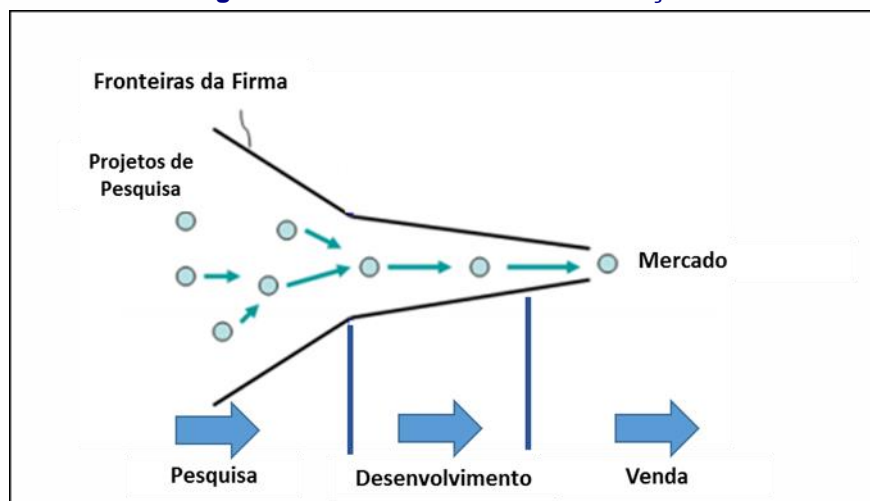
Gaviria *et al.* (2007) aborda que a ferramenta funil de inovações, que possui vários estágios para o desenvolvimento de um novo produto, é muito empregada em setores de alta complexidade tecnológica: indústria automobilística, farmacêutica e de máquinas, e desta forma não se restringe a um único setor.

O processo de funil de inovação oferece dois modelos, sendo a tipologia fechada ou tradicional ou a tipologia aberta.

No modelo fechado, as inovações bem-sucedidas requerem amplo e total controle. Portanto, as empresas devem gerar suas próprias ideias e desenvolvê-las, implantá-las, levá-las a mercado, distribuí-las, financiá-las, mantê-las. A Figura 2 ilustra a dinâmica do modelo fechado de inovação. A linha sólida significa a fronteira da firma. As ideias surgem dentro da firma e fluem até o mercado. Somente as ideias sobreviventes durante o processo de pesquisa é que vão para o desenvolvimento, portanto a conexão entre pesquisa e desenvolvimento é extremamente forte e interna.

CAPÍTULO 8

Figura 2 – Modelo Fechado de Inovação.



Fonte: Adaptado de Azevedo (2011)

No modelo fechado, a propriedade dos resultados e o seu controle fazem parte da estratégia empresarial de se proteger da concorrência (CHESBROUGH, 2003, 2006).

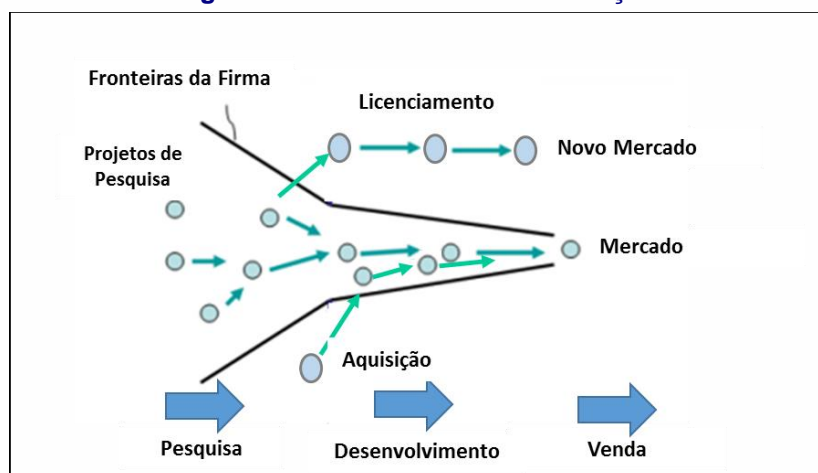
Segundo Azevedo (2011), o processo fechado é desenhado para eliminar falsos positivos, ou seja, projetos que inicialmente parecem interessantes, mas que depois se tornam desapontadores. Isto pelo fato de que os projetos sobreviventes, justamente por terem suportado a uma série de filtros/análises internas, terão uma grande chance de sobreviverem no mercado. Algumas regras implícitas do modelo fechado de inovação são: (i) Devemos contratar os melhores recursos, só assim os recursos mais inteligentes e capacitados trabalharão para nossa empresa; (ii) Para lucrar com a Pesquisa e Desenvolvimento, é preciso descobrir, desenvolver e comercializar por conta própria; (iii) Se descobirmos sozinhos, conseguiremos colocar no mercado primeiro; (iv) Se formos os primeiros a comercializar uma inovação, venceremos; (v) Se criarmos a maioria e as melhores ideias vencerão; e (vi) Devemos controlar nossa propriedade intelectual de forma tal que nossos competidores não lucrem com nossas ideias.

O modelo de inovação aberta *open innovation* desenvolvido por Chesbrough (2006), demonstrado na Figura 3, defende a ação conjunta de várias fontes no processo de inovação, valendo-se das competências internas da empresa não só para realizar P&D, mas também para procurar, selecionar e acessar oportunidades e ativos externos à empresa. Este modelo enxerga a inovação como o resultado da formação e atuação de redes de colaboração sistemáticas, não apenas pontuais, que oferecem

CAPÍTULO 8

conhecimento, ideias e patentes para a geração de novos produtos e processos (STAL, NOHARA e DE FREITAS CHAGAS, 2014).

Figura 3 – Modelo Aberto de Inovação.



Fonte: Adaptado de Azevedo (2011)

Devido ao fato do modelo aberto não se restringir somente às fronteiras da empresa, pode-se ocorrer à aquisição de uma tecnologia desenvolvida por um terceiro como, por exemplo, um centro de pesquisa, universidades, empresas tecnológicas menores sendo financiado, ou não, pela própria empresa que absorverá tal tecnologia/capacidade/conhecimento, protegido por registro de patente ou acordo de confidencialidade.

Na forma de licenciamento o desenvolvimento tecnológico ocorre dentro das fronteiras da empresa, porém não há o interesse no longo prazo em implementá-lo em seu mercado ou, tampouco, criar um novo mercado que, por meio de parceiras, realiza o licenciamento para outra empresa fazer o desenvolvimento e aplicação, também suportado por acordo de confidencialidade e registro de patentes, quando necessário.

Alguns dos projetos abandonados se tornaram bastantes valiosos para as empresas que o desenvolveram. Esta foi a experiência, por exemplo, da Xerox Corporation com seu Palo Alto Research Center (PARC). Numerosas e valiosas inovações em *hardwares* e *softwares* foram desenvolvidas, mas poucas delas foram lucrativas, especificamente, para a Xerox e seus stakeholders. As tecnologias desenvolvidas foram utilizadas em outros modelos de negócio (AZEVEDO, 2011).

CAPÍTULO 8

Como exemplo entre aplicações de modelo aberto e fechado por duas empresas que competiam no mesmo mercado Chesbrough (2003) cita, por exemplo, a disputa entre a Lucent Technologies, que herdou os laboratórios Bell (após quebra da AT&T), e a Cisco *Systems*, que não possuía nada parecido às capacidades internas dos *Bell Labs*, mas que mesmo assim acabou competindo fortemente pelo mercado com a Lucent.

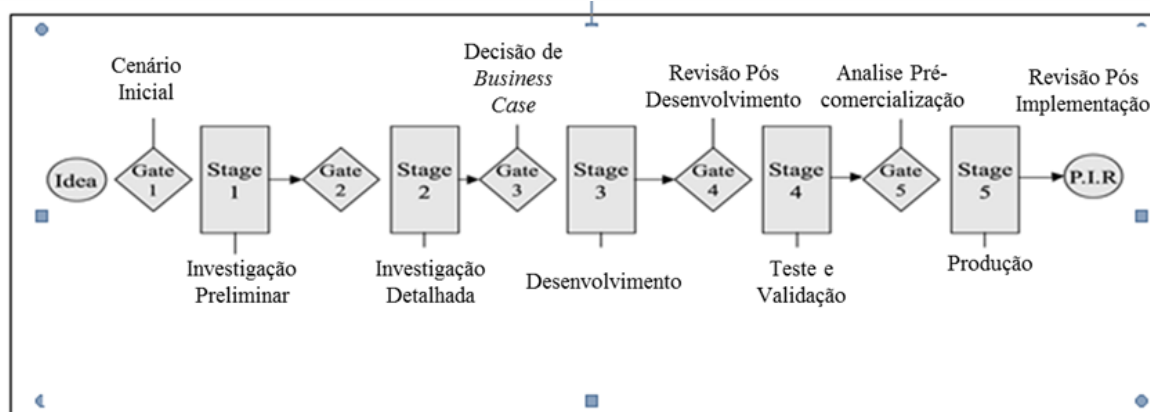
Embora Cisco e Lucent competissem diretamente no mesmo mercado, as duas companhias não inovavam de maneira similar. Lucent alocou grandes recursos na exploração de novos materiais e no estado-da-arte de novos componentes e serviços, procurando por descobertas fundamentais que pudessem alimentar as futuras gerações de produtos e serviços. Cisco, por outro lado, adotou uma estratégia completamente diferente na batalha pela liderança da inovação. Toda tecnologia que a companhia precisava era adquirida externamente, frequentemente por meio de parcerias ou investimentos em startups. E, assim, a Cisco manteve praticamente os mesmos resultados de P&D da Lucent, sem conduzir muita pesquisa por conta própria.

O modelo *stage-gates* desenvolvido por Robert G. Cooper (Cooper, 1990) em que propõe que a inovação de produtos seja um processo sob a perspectiva da integração das particularidades do risco do negócio, provendo maior agilidade à sequência de atividades. Tal modelo emergiu da primeira revisão de fases de projeto de desenvolvimento de produtos realizada nos anos 60, pela *National Aeronautic and Space Administration* (NASA), denominado de *Phase Project Planning* (PPP) que foi implementado por instigação de James Edwin Webb (1906-1992), administrador da NASA, responsável por todos os lançamentos tripulados nos programas Mercury e Gemini, bem como pelo programa Apollo até o primeiro voo tripulado. O processo PPP consistia num padrão detalhado de medição e controle de trabalho com fornecedores e colaboradores de diversos projetos, conduzidos pelo setor da engenharia. (DE MELLO *et al.*, 2012).

Com estas práticas e lições aprendidas foi proposto o primeiro modelo de *stage-gate* conforme está na Figura 4, o qual possui diferentes processos e entre eles um ponto de decisão.

CAPÍTULO 8

Figura 4 – Modelo Aberto de Inovação.



Fonte: Cooper (1990)

Como pode ser visualizado na Figura 4, no seu formato mais simples, o fluxo é caracterizado por uma fase de desenvolvimento, denominado *stage*, e, posteriormente, uma fase de tomada de decisão, denominada *gate*, por este motivo o fluxo é compreendido como *stage-gates*, possuindo como objetivos: fase 01: investigação preliminar; fase 02: investigação detalhada por meio da criação de business case, representada pelo estudo financeiro que confirma a rentabilidade da inovação; fase 03: desenvolvimento; fase 04 teste e validação e fase 05: produção e lançamento no mercado finalizando com uma avaliação pós-lançamento.

Após o término de cada estágio existem os pontos de tomada a decisão, denominados de *gates*, que tem o objetivo de aprovar para que o projeto possa ser continuado, abandonar, colocando-o em espera devido a mudanças de mercado, ou mesmo de recomendar que o projeto seja reciclado, com ajuste de conceito, posicionamento ou mesmo de atributos do produto (COOPER, 1990).

Kotler (2000) complementa que a maneira mais sofisticada para gerenciar o processo de inovação é o sistema *stage-gate*, pois o trabalho é realizado por uma equipe interdepartamental que procura trazer um conjunto de produtos para cada portão, antes que o projeto passe para a fase seguinte. Cabe à alta gerência da organização analisar os critérios em cada portão, para julgar se o projeto merece passar para a fase seguinte.

Cooper (2005) aborda que o desempenho excepcional em desenvolvimento de produto não é um acidente, pelo contrário é um resultado de disciplina e abordagem

CAPÍTULO 8

sistêmica. Afirma que empresas como *Procter & Gamble*, *Johnson & Johnson*, *Hewlett Packer*, *Sony*, *Kraft Foods* e *Pfizer* fazem o desenvolvimento de produto parecer ser fácil, pois são vencedores consistentes com um grande número de produtos vencedores, entretanto complementa que existem quatro grandes fatores que direcionam o desempenho de novos projetos de inovação, que são: (i) Inovação de produto e estratégia tecnológica para o negócio; (ii) Recursos comprometidos e direcionados para os projetos adequados representando sólido gerenciamento de portfólio; (iii) Efetivo, flexível e racional processo para lançamento de projetos de inovação fundamentado no processo de *stage-gate* e (iv) adequado clima e cultura de inovação com times multifuncionais a um comprometimento dos níveis sêniores da organização para o desenvolvimento de novos produtos.

Assim, a gestão deve recuar de um foco em iniciativas individuais e olhar para o quadro mais amplo, pois não existe um fator único e chave para o sucesso no desenvolvimento de produto, e sim um conjunto de forças. Ter um excelente sistema de funil de inovações ou *stage-gate* não é suficiente, pois sozinhos não terão o direcionamento para atingir um desempenho positivo (COOPER, 2005).

Copper e Edgett (2012) realizaram uma avaliação das melhores práticas dentre 211 empresas norte-americanas sobre seus processos de desenvolvimento de produto utilizando dados de uma pesquisa realizada pela *American Productivity & Quality Center* (APQC) e pelo *Product Development Institute* (PDI). Nesta pesquisa evidenciou-se que as empresas melhores avaliadas quanto ao desempenho de suas inovações eram aquelas que adotavam um processo robusto de desenvolvimento que contemplava desde a geração da ideia até o lançamento no mercado tal como no *stage-gate*. Enquanto muitos fatores impulsionam o desempenho da inovação de uma empresa, ter um sistema *stage-gate* eficaz apoiado por uma governança também eficaz, é uma importante prática recomendada no desenvolvimento de novos produtos.

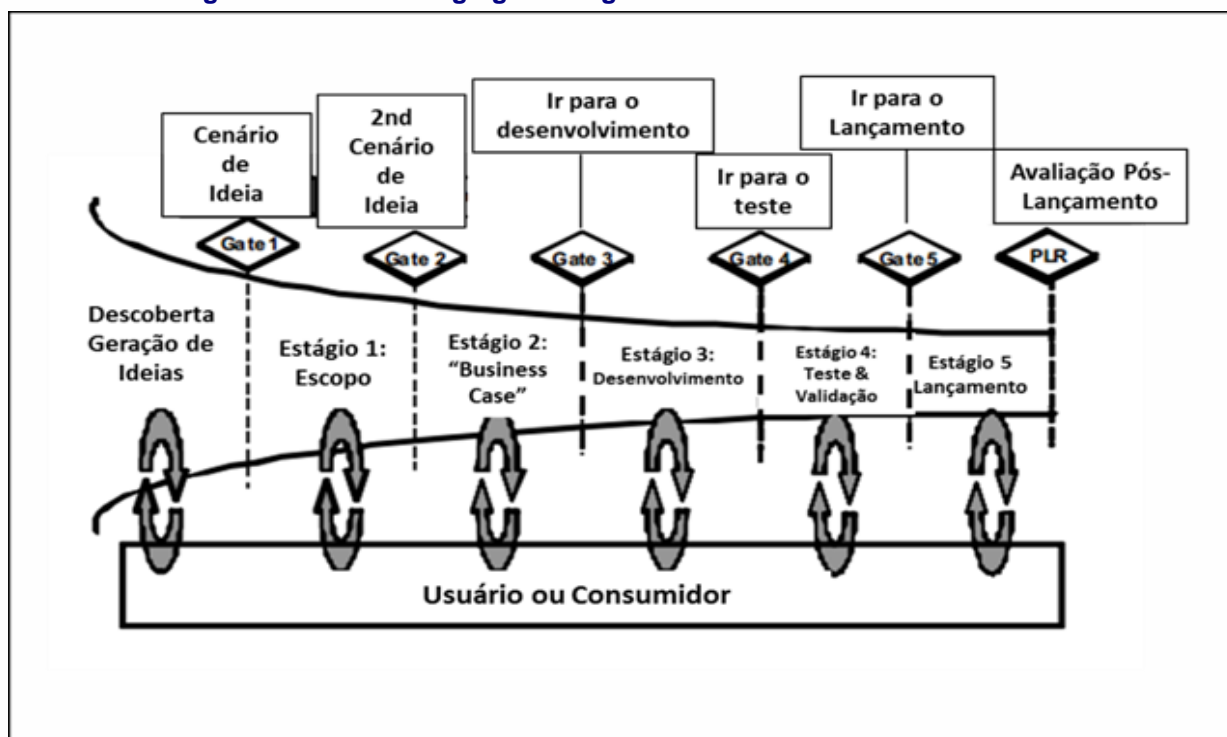
Cooper (2013) complementa que no contexto de desenvolvimento de produto é essencial a forte sinergia entre as necessidades do projeto do novo produto, com os recursos, competências e experiências da empresa em termos de pesquisa e desenvolvimento ou recursos tecnológicos, capacidade de manufatura e de gestão,

CAPÍTULO 8

marketing, vendas, suporte técnico e relacionamento com o cliente. O novo produto deve alavancar as competências tecnológicas já existentes no negócio.

Evoluindo em seu próprio modelo Cooper (2013) combina as melhores práticas avaliadas em empresas e aperfeiçoa o modelo stage-gate resultando no processo apresentado na Figura 5, no qual todas as fases passam a ter uma interação simultânea com o consumidor ou usuário promovido pelo time de inovação.

Figura 5 – Modelo stage-gate integrado com usuário ou consumidor.



Fonte: Cooper (2013)

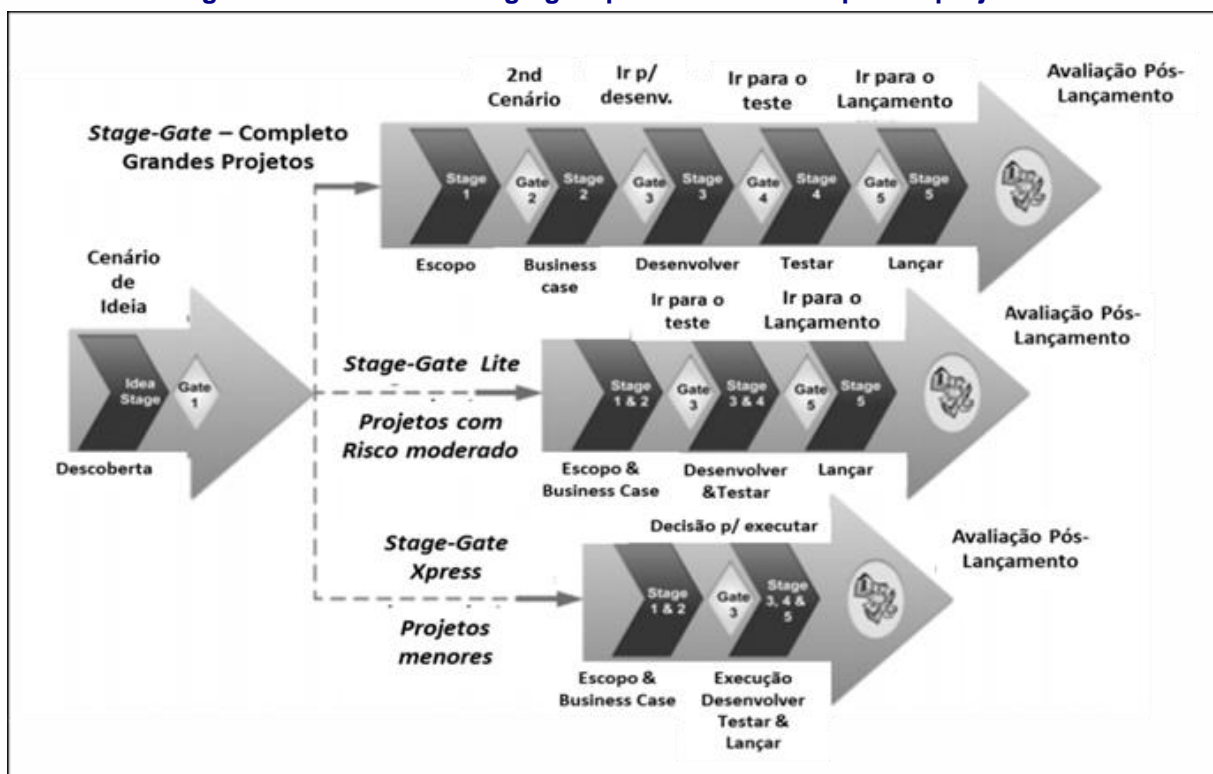
O modelo stage-gate de Cooper (2013) mostrou-se eficiente para o desenvolvimento de novos produtos complexos dentro de grandes empresas, porém, ironicamente a grande parte dos projetos era muito mais simples e poucos projetos ou iniciativas das empresas se encaixavam nesta configuração. Assim, Cooper e Edgett (2014) apresentaram versões mais enxutas *stage-gate* para lidar com riscos menores, sendo comuns para todas as versões as fases de geração de ideia assim como a avaliação pós-lançamento como demonstrado na Figura 6, sendo:

- • *Stage-gate* Completo: processo completo de cinco etapas para lidar com grandes e alto risco de desenvolvimentos mantendo a versão original de 1990 (COOPER, 1990);

CAPÍTULO 8

- • *Stage-Gate Lite*: versão leve *lite* para projetos de risco moderado, tais como modificações significativas, melhorias e extensões, ou uma alteração menor do produto solicitada pela equipe de vendas ou marketing. Neste modelo as fases um (escopo) e dois (business case) estão unificadas havendo somente uma tomada de decisão a ser realizada. Além disso, as fases três (desenvolvimento) e quatro (teste) também estão unificadas, havendo somente uma tomada de decisão em que é realizado o lançamento na fase 5;
- • *Stage-Gate Xpress*: versão expressa para desenvolvimentos de projetos de menores riscos e complexidade, como por exemplo, uma alteração menor do produto solicitada pela equipe de vendas ou marketing. Neste modelo as fases 1 e 2 estão unificadas sendo realizadas sem a necessidade de aprovação de um gate, ou seja, a definição de escopo e o *business case* se aprovados no gate 3 passam diretamente para a execução, a qual já englobará o desenvolvimento, teste e lançamento do produto em uma única fase.

Figura 6 – Modelos de stage-gate para os variados tipos de projetos.



Fonte: Cooper (2014)

CAPÍTULO 8

O processo de desenvolvimento de produtos na Embraer é um exemplo de aplicação de *stage-gate*. No desenvolvimento da família 170/190 de aeronaves para atender o mercado de aviação de jatos regional, que pretendia atender o mercado para 70 e 110 lugares, a empresa colocou metas ousadas de prazo, qualidade e desempenho tendo em vista a necessidade de enfrentar um mercado altamente competitivo (Nascimento, 2002). No caso do modelo ERJ 170, integrante da família 170/190, o *stage-gate* foi desenvolvido em cinco fases: estudos preliminares, definição conjunta, detalhamento e certificação, produção em série e entrega (NASCIMENTO, 2002).

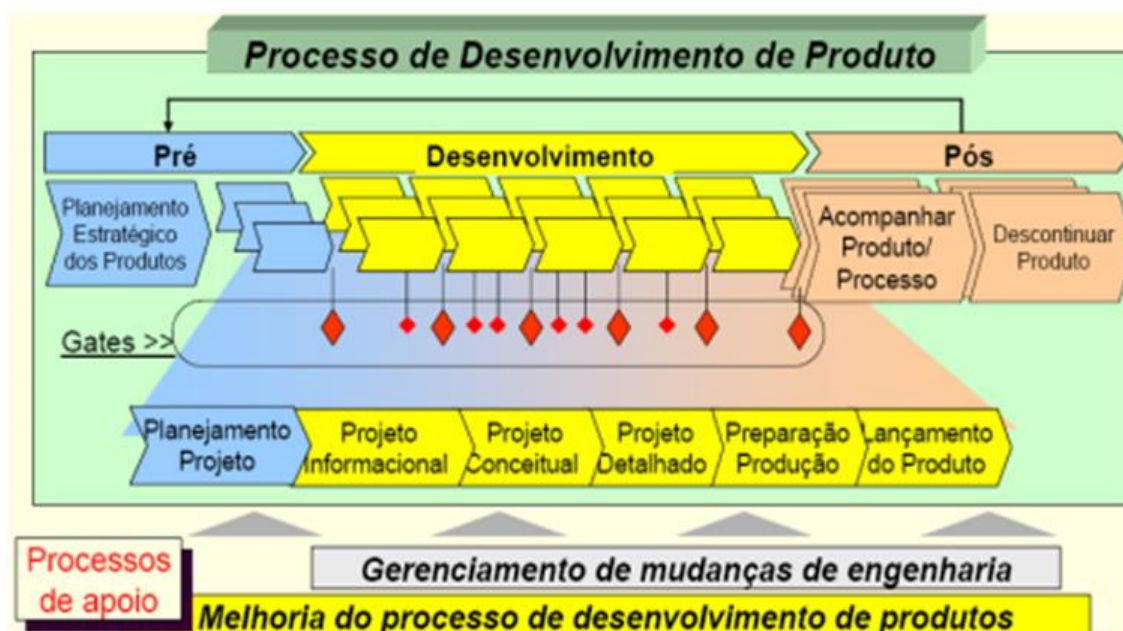
Na primeira fase, estudos preliminares, grupos de inteligência e marketing fizeram 13 visitas a grandes fabricantes internacionais de aviões, com o propósito de realizar benchmarking de seus processos de desenvolvimento. Esses grupos são especializados em examinar alternativas de conceitos de novas aeronaves, com o propósito de avaliar tendências de mercado; na fase denominada definição conjunta, houve o desenvolvimento integrado de produtos com a participação de 12 parceiros de risco e tecnologia. Além disso, a Embraer trabalhou com engenharia simultânea e promoveu a participação de clientes e parceiros. Na fase de detalhamento e certificação, a empresa evoluiu para uma proposta do programa e continuou com a montagem da complexa estrutura necessária à definição conjunta de um avião, com a participação dos parceiros de risco e tecnologia (NASCIMENTO, 2002).

Após as três fases citadas, o projeto estava pronto para o mercado, e as preocupações principais passaram a ser a produção em série e o lançamento. Preocupada com o desempenho do projeto desde o início da aplicação da ferramenta de *stage-gate*, a Embraer fez uso de indicadores relacionados com o prazo de desenvolvimento, com o progresso do programa e com previsões sobre o desempenho esperado do avião (NASCIMENTO, 2002).

Um dos modelos referenciais mais recentes é o modelo de Rozenfeld e Amaral (2006), apresentado na figura 7, que apresenta um modelo que compreende três macroprocessos: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, além dos processos de apoio: gerenciamento de mudanças de engenharia e melhoria do processo de desenvolvimento de produto (SALES e NAVEIRO, 2010).

CAPÍTULO 8

Figura 7 – Modelos de referência de Processo de Desenvolvimento de Produto.



Fonte Rozenfel e Amaral (2006)

Como podemos ver na Figura 7, este modelo engloba três macroprocessos e estes se subdividem em fases.

O macroprocesso denominado de pré-desenvolvimento engloba a fase de planejamento estratégico dos produtos. Tal fase define quais produtos serão desenvolvidos, quais não serão e quais mercados serão focados. Nesta fase a área de marketing tem uma atuação significativa, pois proverá informações acerca de restrições e convergências mercadológicas que conduzirão o desenrolar do projeto. É ainda na fase de planejamento que o escopo do projeto é definido, levando em conta a viabilidade econômica, a capacidade da organização em executar o projeto e ainda a escolha dos indicadores necessários e relevantes para o acompanhamento do projeto.

O Macroprocesso desenvolvimento é composto por cinco fases, sendo: (i) Projeto informacional: há a transferência das informações necessárias recebidas da etapa anterior sobre o projeto além de interpretar tais informações. Segundo Romeiro *et al.* (2010) esta fase “transforma a saída da fase anterior em especificação do projeto”, e esmiúça os requisitos do produto; (ii) Projeto conceitual, que são feitas as descrições (modelagens) das funções que o produto precisa apresentar, sem levar em consideração como tais funções serão estruturadas. Em seguida são propostas

CAPÍTULO 8

as soluções possíveis para as funções do produto e feito o seu arranjo esquemático. A fase finaliza pela busca da forma geométrica e estética do produto; (iii) Projeto detalhado, que são realizados os testes necessários, criação de material de suporte, o projeto de embalagem do produto. São ainda planejados os processos de fabricação do produto e providenciada a documentação e a sua respectiva homologação. Basicamente esta fase possui três ciclos: ciclo de detalhamento (criar e detalhar sistemas e componentes), ciclo de aquisição (desenvolvimento de fornecedores) e ciclo de otimização (avaliar os sistemas, os componentes, configurar e documentar os processos e produto); (iv) Preparações para a produção em que os recursos são mobilizados são desenvolvidos manuais do produto e instruções para assistência técnica, além de informações para os vendedores, treinamento do pessoal e dispositivos de fabricação. É nesta fase ainda que acontece a produção de um lote piloto ou pré-série e (v) Lançamento do produto; são estruturadas as atividades de comercialização, vendas, arranjo logístico de distribuição do produto, atendimento e pós-atendimento ao cliente e a assistência técnica. O produto é então lançado ao mercado.

O último macroprocesso denominado Pós-desenvolvimento é composto por duas fases: (i) Acompanhamento do produto/processo: são feitas avaliações da satisfação do cliente e do desempenho técnico do produto, auditorias de processos, arrolamento das lições aprendidas, além de documentação das melhorias ocorridas no produto e; (ii) Descontinuação: interrupção de abastecimento ou a retirada sistemática do produto do mercado.

O modelo The Pentathlon Framework foi apresentado por Goffin e Mitchell (2010) demonstrado na Figura 8, os quais apresentam um modelo composto por cinco elementos: três processuais e dois de ambiente organizacional. O eixo central do modelo refere-se às etapas de desenvolvimento de produtos: (i) geração de ideias; (ii) priorização e seleção; e (iii) implementação. Além das etapas diretamente relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos, os autores adicionam ao modelo os blocos (i) estratégia de inovação; e (ii) pessoas e organização. Esses elementos decorrem do reconhecimento da importância da relação entre o portfólio de projetos e a estratégia global, bem como o suporte ao processo de inovação por meio da gestão de pessoas. A estratégia de inovação é o direcionador de todo processo (SILVA, BAGNO e SALERNO, 2014).

CAPÍTULO 8

Figura 8 – Modelo: The Pentathlon Framework.



Fonte Rozenfel e Amaral (2006)

Hansen e Birkinshaw (2007) propõe um modelo denominado “cadeia de valor da inovação” representado na figura 9, composto por três etapas: (i) Geração de ideias: a primeira etapa corresponde à geração de ideias, a qual pode ocorrer a partir de diversas fontes: internas na empresa, colaborativa entre unidades (polinização cruzada) e externa (por meio de transferência de tecnologia); (ii) Conversão: a segunda fase trata da conversão de ideias, englobando desde a seleção de propostas, busca por recursos e atividades de desenvolvimento e; (ii) Difusão: a última fase é relativa à difusão dos produtos no mercado ou das práticas desenvolvidas por toda organização.

É proposto pelos autores que as organizações avaliem esforços de inovação a partir de uma visão crítica da cadeia, em busca de suas forças e fraquezas em relação às competências necessárias em cada fase do processo. Trata-se de sucessivas avaliações e geração de conhecimento, com vistas na melhoria do processo de inovação. A partir disso, esforços devem ser focados no incremento das deficiências identificadas melhorando o elo da cadeia mais fraco (SILVA, BAGNO e SALERNO, 2014).

CAPÍTULO 8

Figura 9 – Modelo cadeia de valor da inovação.



Fonte Hansen e Birkinshaw (2007)

Em síntese, por causa da reconhecida importância da inovação para o crescimento e desenvolvimento das organizações, tem-se procurado desenvolver formas e ferramentas para aperfeiçoar sua gestão os quais integram vários departamentos funcionais de uma empresa e que a realização contínua e sistêmica forma um ciclo virtuoso transformando a capacidade de inovar em substancial vantagem competitiva.

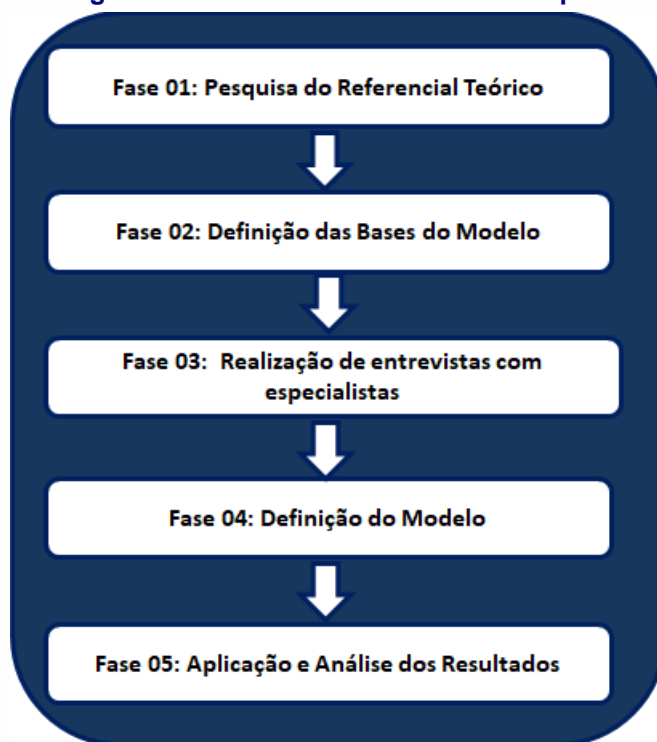
Este processo de revisão da literatura forneceu informações relevantes para o avanço deste trabalho, serviu para contextualizar e proporcionar o entendimento dos processos de desenvolvimento de produtos mais relevantes de acordo com a pesquisa realizada a fim de colaborar com o modelo preconizado a ser apresentado na próxima seção.

METODOLOGIA

O procedimento de pesquisa utilizado neste esforço de pesquisa pode ser dividido em cinco fases distintas conforme demonstrado na Figura 10. Uma fase inicial cria um entendimento completo nos campos de processo de desenvolvimento de produto por meio da pesquisa sistemática na literatura, visando uma estrutura de modelo que seja prática e aplicável à realidade das empresas industriais, a fase 01 de revisão bibliográfica é detalhada na Figura 11.

CAPÍTULO 8

Figura 10 – Fases do Processo de Pesquisa.



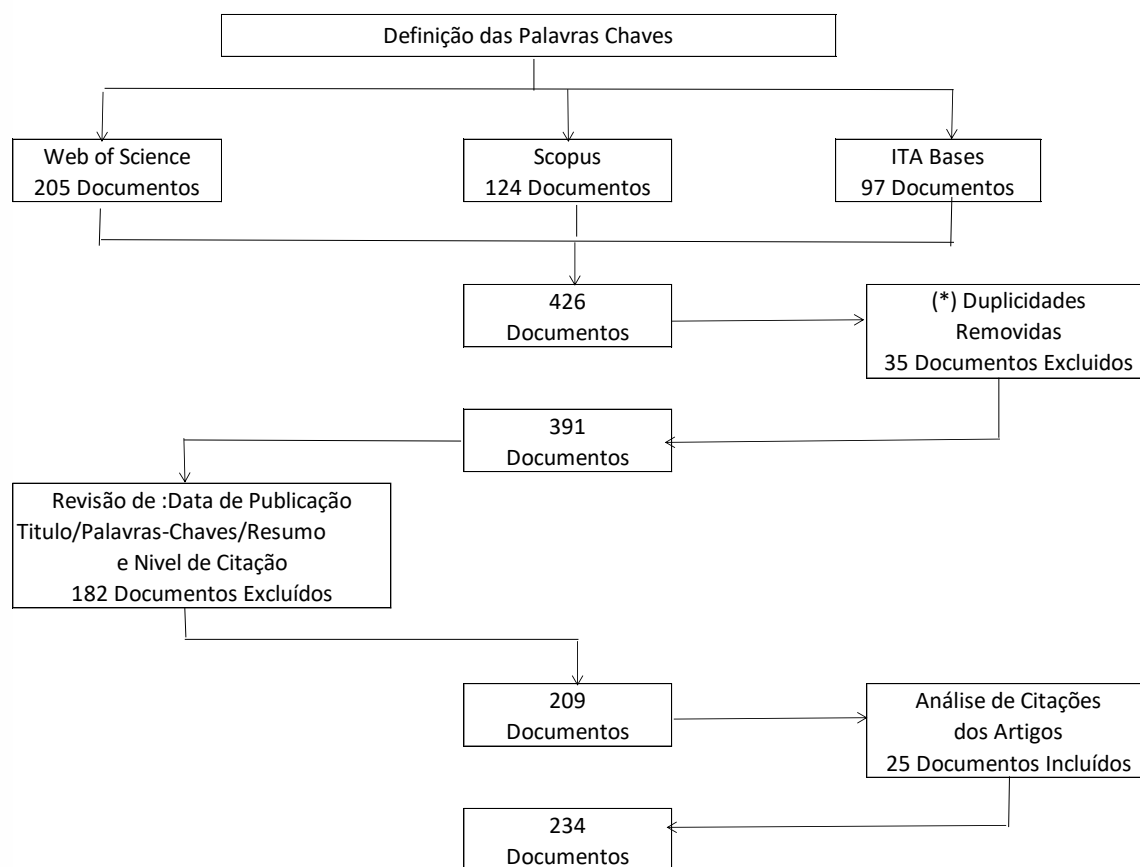
Fonte Os Autores (2019)

Na realização da extensa pesquisa bibliográfica foi utilizada como referência inicial as palavras-chave temáticas associadas a este trabalho: Processo de Desenvolvimento de Produto, Inovação, Projetos de Inovação, Projetos Ágeis e Indústria.

Para garantir a relevância acadêmica, limitamos a pesquisa bibliométrica deste trabalho a disponibilizar os textos completos de artigos de periódicos revisados por pares, contendo bancos de dados on-line publicados nos últimos 5 anos (2015-2019) nas bases *Web of Science*, *Scopus* e base integrada de pesquisa do Instituto Tecnológico Aeronáutico, a figura 11 demonstra que foram encontrados quatrocentos e vinte e seis documentos, que foram revisados, entre artigos técnicos, pesquisas governamentais e, quando disponíveis, as citações mais relevantes e após análises realizadas obteve o ponto de partida, as referências bibliográficas utilizadas neste estudo, resultando em duzentos e trinta e quatro documentos.

CAPÍTULO 8

Figura 11 – Processo de Revisão de Literatura.



Fonte Os Autores (2019)

Devido ao tema deste esforço de pesquisa ser multidisciplinar a pesquisa do referencial teórico proporcionou a identificação das bases conceituais a serem utilizadas e que permearão em todo o trabalho que identifica a segunda fase. A terceira fase é marcada por um processo de entrevista com 15 profissionais que atuam, direta ou indiretamente, com processo de desenvolvimento de produto tais como: Engenharia, Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento, Gestão de Projetos, Suporte ao Cliente, Desenvolvimento de Fornecedores sob o enfoque de duas questões que envolvem os processos de desenvolvimento de produto diretamente nos projetos de inovação na prática: (i) As empresas falham em seus processos de desenvolvimento de produto por falta de capacidade ou mesmo em seus resultados; e (ii) As empresas não avaliam seus próprios recursos no processo de desenvolvimento de produto que os impedem de executar qualquer ação coordenada.

A próxima etapa, quarta fase, é a definição do modelo que este trabalho preconiza o qual apresenta um modelo ágil de gestão de processo de

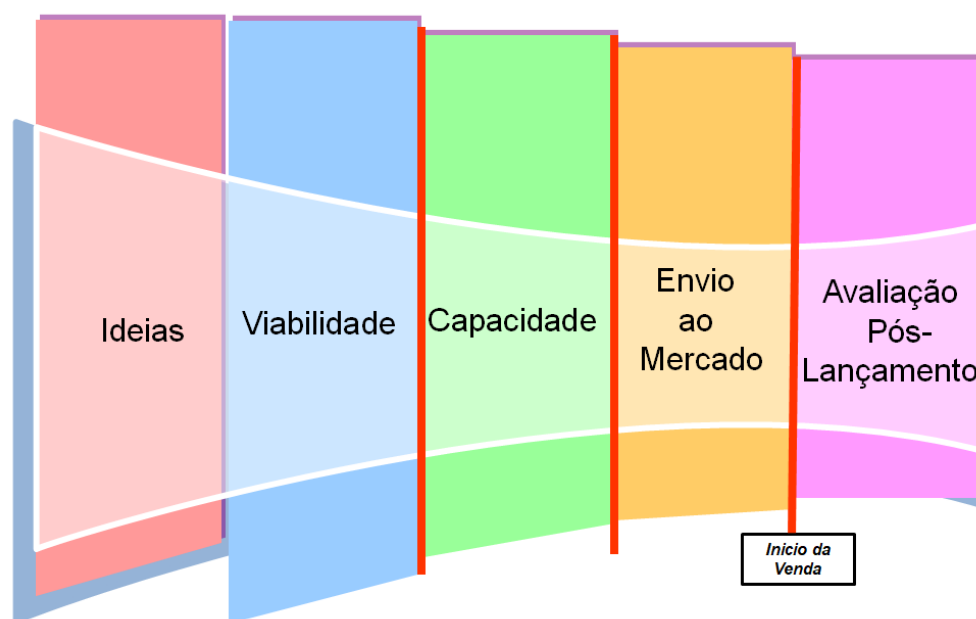
CAPÍTULO 8

desenvolvimento de produto de forma híbrida com um modelo ágil que integra os processos de inovação supracitados na revisão bibliográfica ancorados com a definição das entregas básicas, que podem proporcionar êxito o desenvolvimento ao ter como base de sustentação uma governança que faça a sistemática preconizada funcionar de forma que não dependa das pessoas, mas por um processo institucionalizado; por fim foram identificadas as características dos projetos de inovação que podem retardar o seu lançamento devido a agregar maior complexidade no processo de desenvolvimento de produto a fim de que as empresas possam ter estratégias direcionadas à minimizar as causas identificadas.

O objetivo é dar velocidade e flexibilidade nos processos de desenvolvimento de produto a fim de obter entregas de forma constante e incremental e que abrange todas as fases do desenvolvimento de uma forma enxuta a fim de que o lançamento no mercado seja realizado no menor prazo possível atingindo as métricas estabelecidas.

O modelo considera cinco fases sequenciais em seu desenvolvimento denominadas: (i) Ideias, (ii) Estudo de Viabilidade, (iii) Estudo de Capacidade; (iii) Envio ao Mercado e; (iv) Avaliação pós-lançamento (Figura 12).

Figura 12 – Fases do Processo de Desenvolvimento de Produto.



Fonte Os Autores (2019)

CAPÍTULO 8

Para cada fase foram determinadas as entregas necessárias, que ao estarem concluídas, o projeto de inovação estará habilitado a avançar dentro do processo estabelecido. Estas entregas foram denominadas de *sprint* considerando que todos possuem prazos, que devem ser acordados entre o time do projeto para a finalização. Cada *sprint* possui um único responsável desde o início até o seu término, denominado de *delivery owner*.

O modelo preconizado define o "quê" deve ser realizado e não o "como" o qual fica para os gerentes de projeto analisar e estabelecer a melhor forma de executar de acordo com suas realidades. De forma a simplificar e dar agilidade, foram definidos poucos *sprints* por fase os quais são executados de forma paralela.

A fase denominada de ideias representa a formalização do nascimento de uma ideia e/ou a necessidade do cliente ou consumidor que foi identificada, nesta etapa é importante ter um acordo de trabalho assim como um escopo bem generalista descrevendo as habilidades e competências necessárias para atuar no desenvolvimento do projeto de inovação, os *sprints* definidos para esta fase são: (i) Demonstrar a função do novo produto na estratégia da empresa e, caso tenha, perante o portfólio já existente, (ii) Elaborar o conceito do novo produto, (iii) Apresentar a necessidade de recursos, no que tange a quantidade e competências, que será necessário para o projeto de inovação, (iv) Realização de uma avaliação de risco preliminar com as informações existentes, (v) Demonstrar as rotas tecnológicas e impactos na cadeia de fornecimento existente que a inovação terá e; (vi) Avaliação prévia de todos os *stakeholders* que possam ter envolvimento com o projeto, tais como: Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), Engenharia, Compras, Logística, Operações, Manufatura, Qualidade e Atendimento ao Cliente.

Na fase denominada de Estudo de Viabilidade é realizado a análise de viabilidade do projeto, através do refinamento do produto, alinhamento da marca com a segmentação de mercado que a inovação será destinada, estimativas de investimentos e de capacidade dentro da cadeia de fornecimento para receber a inovação; se aprovado o projeto seguirá para a próxima fase, os *sprints* definidos para esta fase são: (i) Evidenciar que o novo produto é tecnicamente viável pela cadeia de fornecimento o qual envolve capacidade tecnológica, produção, rede de fornecedores e capacidade de distribuição, (ii) Demonstrar os benefícios provenientes do novo

CAPÍTULO 8

produto que se espera após o lançamento no mercado, que seja por indicadores tangíveis, como financeiros, ou intangíveis, (iii) Criar protótipos para testes e análises da funcionalidade, (iii) Detalhar os investimentos necessários para que o novo produto possa ser produzida e disponibilizada ao mercado, (iv) Avaliar aspectos legais e propriedade intelectual que podem impactar no novo produto ou no processo produtivo necessário e revisar si existem restrições legais, (v) Ter o planejamento de riscos definido com as ações estabelecidas e, (vi) Elaborar planejamento de recursos para a próxima fase.

A próxima fase é denominada de capacidade que tem como objetivo de prover a empresa às capacidades necessárias para produzir, utilizar e vender o novo produto, os *sprints* definidos para esta fase são: (i) Ter os materiais e fornecedores desenvolvidos e disponíveis de acordo com as especificações determinadas; (ii) Realizar os investimentos necessários para produzir, operar e distribuir o novo produto, (iii) Ter as validações/registros legais e de propriedade intelectual necessário e autorização para iniciar a produção, (iv) Concluir a execução do plano de ação proveniente da análise de riscos e, (v) Capacitar o time envolvido diretamente com o recebimento de materiais, produção e armazenamento que envolvem o novo produto.

A fase seguinte é o lançamento no mercado em que é realizada a produção e a venda da inovação, os *sprints* definidos para esta fase são: (i) Realizar a produção para a venda, (ii) Ajuste fino das especificações finais dos materiais e de produto terminado a ser concluído após a primeira produção e posterior documentação, (iii) Disponibilizar o produto através dos canais de distribuição, (iv) Habilitar o produto comercialmente no mercado e, (v) Iniciar a venda.

A última fase estabelecida é avaliação pós-lançamento no mercado em que é realizado depois de concluído o tempo acordado do produto no mercado, tempo suficiente para obter resultados consistentes que são específicos da inovação; os *sprints* finais do processo, que se encerra nesta fase, são: (i) Realizar o comparativo da análise do desempenho dos indicadores planejados versus o realizado, (ii) Avaliação das especificações desenvolvidas do produto, materiais e capacidade dos fornecedores comparando com os resultados encontrados, (iii) Informar a reação dos clientes e consumidores através de suas reclamações e, (iv) Listar as recomendações

CAPÍTULO 8

para projetos futuros como lições aprendidas que envolvem a inovação e o processo de desenvolvimento.

Não existe um tempo padrão que define o tempo de permanência do projeto em cada fase do processo estabelecido, o princípio é que somente mude de fase ao realizar as entregas definidas de acordo com os *sprints* determinados, entretanto são identificadas na tabela 1 as principais características dos produtos associado com as respectivas causas que podem impactar fortemente no projeto em permanecer mais tempo dentro do processo de desenvolvimento e as ações propostas a fim de minimizar o impacto no tempo de desenvolvimento.

Tabela 1 – Características dos Projetos de Inovação que influenciam a permanência do projeto em maior tempo no processo de desenvolvimento estabelecido.

Características dos Projetos de Inovação	Causas	Ações Propostas
Complexidade de Desenvolvimento	A inovação compreende por um portfólio de novos produtos.	Iniciar com um produto piloto e depois desdobrar para o portfólio a ser lançado em segundo momento.
Demanda por Tecnologia	É necessária aquisição de uma nova tecnologia para a produção da inovação.	Estabelecer parcerias com fornecedores estratégicos para um desenvolvimento em conjunto.
Competências Inexistentes	Não existem competências na organização para suportar o projeto de inovação.	Estabelecer parcerias com centro de tecnologia, universidades ou empresas terceiras com a competência necessária.
Necessidade de Investimento	Há necessidade de investimento na compra de novas máquinas e equipamentos para a produção da inovação	Desenvolver um terceiro para um curto período de venda até que a rentabilidade do projeto esteja confirmada para a efetiva realização do investimento.
Cadeia de Distribuição não atende as necessidades	É necessário alterar a forma de transporte ou distribuição do novo produto.	Elaborar contingenciamento para minimizar o impacto no produto nas condições de transporte disponíveis por meio de ajustes nas especificações dos materiais aplicados.

Fonte: Os Autores (2019)

O avanço do projeto dentro do processo é realizado por meio de aprovação se os *sprints* definidos cumpriram com a expectativa da empresa, realizado por um comitê multifuncional composto por diretores e patrocinadores do projeto o qual o novo

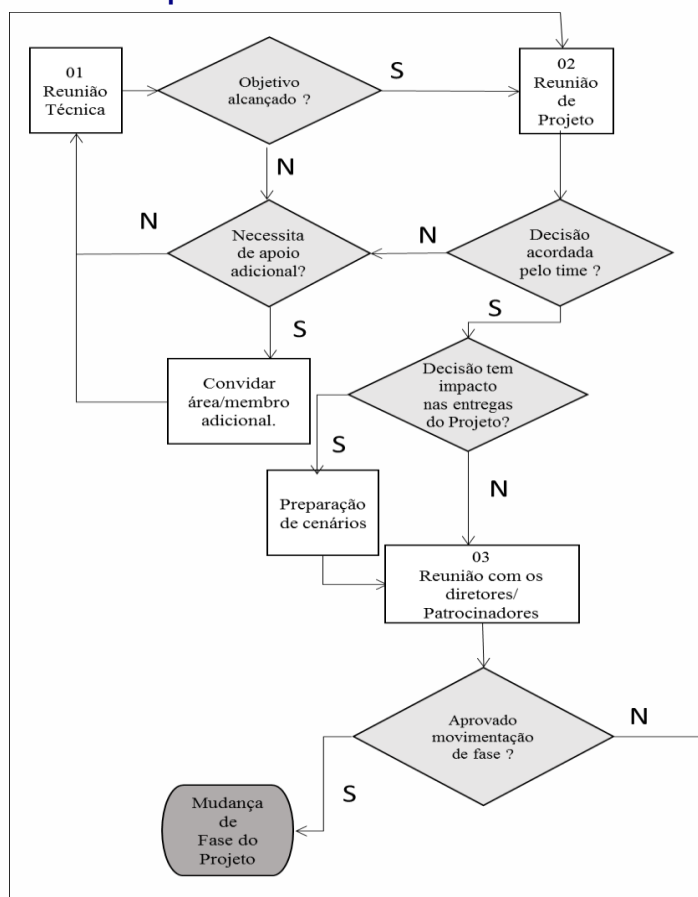
CAPÍTULO 8

produto faz parte, sendo que uma vez por mês é apresentado somente os produtos em que o time conclui que possui as condições para mudança de fase, desta forma, o comitê não revisa todo o portfólio de produtos fazendo com que a reunião possa ser objetiva, produtiva e eficaz.

A governança estabelecida é fundamentada em três tipos de reuniões: (i) Reunião técnica em que se discutem temas específicos e somente com as áreas que possuem interface direta com o assunto (ii) Reunião de Projeto com responsabilidade do líder do projeto que possui dois objetivos: o primeiro de compartilhamento e alinhamento dos temas discutidos nas reuniões técnicas por todas as áreas e o segundo é a discussão de temas que envolvem o projeto como um todo como avaliação de evolução física e financeira, sinalização de possíveis atrasos e ações de contingência; ou mesmo gestão de conflitos e (iii) Reunião com os Diretores ou Patrocinadores que tem o objetivo o suporte nas decisões que tem impacto no negócio e a aprovação de mudança de fase do projeto. Foi elaborado um fluxograma que rege a governança entre as reuniões do processo estabelecido, sendo apresentado na Figura 13.

CAPÍTULO 8

Figura 13 – Fluxograma da Governança das reuniões do processo de desenvolvimento.



Fonte Os Autores (2019)

Em caso de algum produto que está em desenvolvimento, independente da fase em que se encontra, ser entendido que deverá ser interrompido o mesmo é levado ao comitê para aprovação da sua eliminação com o estudo que sustenta a recomendação tais como: não atendimento dos objetivos financeiros, mudança do mercado, ausência de fornecedores, restrições regulamentárias (exemplo: importação de matérias primas), mudanças de cenários entre outros em que o projeto será eliminado e permanecerá na base de dados para posteriores consultas.

A última etapa, quinta fase, do processo metodológico utilizado (Figura10) é a aplicação no modelo no ambiente real de empresa industrial a ser apresentado na próxima seção.

CAPÍTULO 8

RESULTADOS

A metodologia descrita foi aplicada numa empresa global com forte dependência industrial identificada pela letra do alfabeto grego β a fim de preservar suas identidades e evitar a exposição de suas informações.

A empresa β é líder em seu segmento, com 169.000 empregados no mundo e faturamento em 2018 de 60 bilhões de euros sendo com treze marcas próprias com faturamento anual acima de 1 bilhão de euros, o qual se observou alguns benefícios direcionados a gestão da inovação e ao tempo no lançamento dos produtos.

A definição de poucos *sprints* por fase e com respectivos responsáveis *delivery owner* aumentou o senso de responsabilidade e a certeza da conclusão das metas estabelecidas nos projetos.

A elaboração da governança direcionada a gestão da inovação por meio de uma rotina de reuniões e um fluxo formal de aprovação do comitê multidisciplinar com os seus patrocinadores deu ao time a institucionalização da gestão que proporcionando a não ficar independente de nomes de pessoas, mas das funções, principalmente que o processo de desenvolvimento completo foi de quinze meses, ocorrendo mudança de pessoas, por necessidade do negócio, e o desenvolvimento não perdeu continuidade.

Detectou-se três ações que foram utilizadas em todo o processo de desenvolvimento que impactaram diretamente nos resultados das inovações, detalhadas a seguir:

- Visão sistêmica e integrada da equipe quanto ao projeto da inovação que atua no processo de desenvolvimento do produto, denominado *end to end*, em que os participantes têm a visibilidade do impacto de suas ações no projeto e no negócio não se restringindo somente nas suas próprias entregas, esta visão amplificada evita retrabalhos futuros e, conseqüentemente, atrasos no projeto;
- *Empowerment* do time que trabalha no desenvolvimento, representada por equipes auto gerenciáveis que possuem o poder de decisão compartilhado dentro do time, possibilita maior interação e responsabilidade de seus membros, o qual será direcionado ao gerente, ou responsável pelo projeto, às

CAPÍTULO 8

decisões consensuais, somente no caso de ações que possuem impacto no negócio, por exemplo, aumento de capital de investimento, devem ser endereçado aos fóruns previstos na governança, sempre acompanhado com um estudo de análises de impactos e benefícios das alternativas propostas;

- Comunicação ágil com realimentação constante para as tomadas de decisão e possíveis correções de rota do projeto, como as inovações possuem vários *stakeholders* como P&D, qualidade, compras, manufatura, engenharia é fundamental a eliminação da concentração das informações dando agilidade e flexibilidade ao projeto;

Cita-se a diferença em ter equipes auto gerenciáveis de ter uma comunicação ágil, enquanto o primeiro visa dar independência aos times que trabalham nos processos de desenvolvimento de produto a segunda visa estabelecer agilidade entre os vários times atuantes.

Obteve-se significativa redução no tempo de entrega do desenvolvimento de produto, desde a geração da ideia até a disponibilização do novo produto no mercado em comparação com a metodologia existente na empresa β que para exemplificação um dos projetos realizados consistiu no lançamento de um portfólio de oito novos produtos.

A fim de poder quantificar o benefício da aplicação do modelo preconizado, decidiu-se fazer o cronograma na reunião de abertura do projeto acordo com as práticas existentes na empresa o qual obteve a data de lançamento prevista o qual foi congelado para possibilitar a análise futura e realizado a gestão e execução do projeto e seu processo de desenvolvimento de produto aderente ao método preconizado, pois houve ampla acessibilidade na gestão da empresa.

Como resultado do processo desenvolvido obteve substancial antecipação de cinco meses e meio o lançamento do portfólio dos oito novos produto no mercado, que ao considerar somente as fases de ideias até o envio no mercado em que o tempo planejado foi de quatorze meses e meio e o tempo real foi de nove meses; ao considerar o tempo total do projeto, desde a fase de ideias até o término da fase pós-lançamento, que são realizadas as análises apropriadas de desempenho do produto, ajuste de especificações entre outros, o tempo planejado foi de vinte e meio e o tempo real foi de quinze meses.

CAPÍTULO 8

Tabela 2 – Prazos Planejados e Reais das fases do Projeto de Inovação Piloto.

Características dos Projetos de Inovação	Prazos Planejados	Prazos Reais
Fase de Ideias	3 meses	2 meses
Fase de Estudo de Viabilidade	3,5 meses	2 meses
Fase de Capacidade	6 meses	3 meses
Fase de Envio ao Mercado	2 meses	2 meses
Fase de Pós-lançamento	6 meses	6 meses
Tempo Total	20,5 meses	15 meses

Fonte: Os Autores (2019)

A identificação das principais características do projeto de inovação que podem impactar a permanecer mais tempo dentro do processo de desenvolvimento foi fundamental ao suporte de elaboração de estratégias alternativas que visaram o lançamento mais rápido iniciando a captura das oportunidades provenientes; o projeto em que foi aplicado a metodologia preconizada neste trabalho considerava um portfólio de oito novos produtos, foi iniciado com um produto piloto de forma mais rápida e os outros sete produtos em paralelo aproveitando os acertos ocorridos assim como já evitando falhas recorrentes que tiveram no primeiro produto desenvolvido.

Após a consolidação dos resultados previamente apresentados foram coletados comentários dos participantes do desenvolvimento de produto do projeto de inovação que foram favoráveis de maneira geral e que levaram a identificação de melhorias e trabalhos futuros que serão discutidas na próxima seção.

CONCLUSÃO

O processo de desenvolvimento de produto requer flexibilidade para poder receber alterações que no seu decorrer acontecem, mudanças de conceitos, especificações, fornecedores entre outros com o objetivo de obter o produto, com um custo competitivo, que garanta a entrega das necessidades que foram consideradas durante a fase inicial do desenvolvimento, desta forma entende-se que a mudança é intrínseco ao processo de desenvolvimento de produto.

CAPÍTULO 8

Considerando que as empresas líderes em seus segmentos têm em seu portfólio de inovações inúmeros projetos de diferentes escopos, abordagem tecnológica e graus de complexidades o conceito ágil também possibilita que o portfólio de geração de novos produtos possa ser gerenciado com a utilização racional dos recursos.

A metodologia preconizada neste esforço de pesquisa está em determinar poucas, mas relevantes entregas denominadas de *sprints* para as cinco fases do processo de desenvolvimento definido e por meio da governança estabelecida o desenvolvimento só recebe à aprovação de mudança de fase se aprovada por um comitê de aprovação dos patrocinadores, processo que considera desde a geração da ideia, que muitas vezes é a identificação de uma oportunidade, ou mesmo uma necessidade, até a avaliação após o lançamento no mercado, este com o objetivo de verificar se as metas previstas foram atingidas.

Deixar o processo de desenvolvimento de produto institucionalizado na organização ancorado nas funções e não nas pessoas é uma relevante característica do modelo preconizado, por outro lado entre as oportunidades de melhoria identificadas, que será foco de trabalho futuro, o refinamento dos *sprints* definidos para cada fase atribuindo além do *delivery owner*, mas também todas as interações, por áreas e funções como: (i) Informações de entrada para cada *sprint*, (ii) Métodos e ferramentas para cada *sprint*, (iii) Resultados esperados para cada “*sprint*” a fim de diminuir o tempo e energia gasta para estas definições no decorrer do processo de desenvolvimento de produto.

O modelo preconizado foi aplicado no ambiente real de uma empresa com forte dependência industrial líder em seu segmento de atuação num projeto de inovação com escopo de oito novos produtos o qual foi evidenciado a antecipação de cinco meses no lançamento dos produtos no mercado em comparação com a prática usualmente utilizada pela organização

Portanto, o modelo híbrido que integra o processo de desenvolvimento de produto com a metodologia ágil preconizada por este trabalho impacta diretamente na velocidade da execução e que o projeto de inovação seja realizado de uma forma objetiva com o enfoque no valor da inovação, que é fundamentada por meio de entregas constantes e incrementais de forma interativa pelos principais *stakeholders*,

CAPÍTULO 8

que considera as fases de mapeamento da ideia, pesquisa e desenvolvimento, produção, lançamento no mercado sendo finalizado com avaliação pós-lançamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as agências de fomento de pesquisa Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradecemos imensamente por apoiar este esforço de pesquisa.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Bernardo da Costa. **Desvendando o processo de transição do modelo fechado ao modelo aberto de inovação**: evidências em empresas brasileiras. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

BANSAL, Pratima; GREWATSCH, Sylvia. The unsustainable truth about the stage-gate new **product innovation process**. *Innovation*, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14479338.2019.1684205>. Acesso em 09. jul. 2019.

BAREGHEH, Anahita; ROWLEY, Jennifer; SAMBROOK, Sally. Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, v.47, p.1323-1339, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>. Acesso em: 18. mai .2019.

CHESBROUGH, Henry William. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2003.

CHESBROUGH, Henry. **Open business models: How to thrive in the new innovation landscape**. Harvard Business Press, 2006.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. Structuring the development funnel. **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality**, Cap, v. 5, p. 111-132, 1992.

COOPER, Robert G. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, v. 33, n. 3, p. 44-54, 1990. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I). Acesso em: 20 jun.2019.

COOPER, Robert G. **Product Leadership**: Pathways to Profitable Innovation. 2005.

COOPER, Robert G. New products: What separates the winners from the losers and what drives success. **PDMA handbook of new product development**, p. 3-34, 2013.

CAPÍTULO 8

COOPER, Robert G.; EDGETT, Scott J. Best practices in the idea-to-launch process and its governance. **Research-Technology Management**, v. 55, n. 2, p. 43-54, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5437/08956308X5502022>. Acesso em: 15 jun.2019.

COOPER, Robert G.; EDGETT, Scott J. What's next?: After stage-gate. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 1, p. 20-31, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>. Acesso em: 18 jun.2019.

DE MELLO, Esequiel Berra, et al. Processo de desenvolvimento de produtos e o sistema Stage-Gate. **Gestão Contemporânea**, n. 1, 2012.

FEITOR, Carlos David Cequeira; KLIEMANN NETO, Francisco José; CORTIMIGLIA, Marcelo Nogueira. Competências essenciais: uma análise da importância das capacidades organizacionais na busca de vantagens competitivas. In: XII SIMPEP. Bauru, 2005. p. 1-8.

GAVIRA, Muriel De Oliveira et al. Gestão da inovação tecnológica: uma análise da aplicação do funil de inovação em uma organização de bens de consumo. **RAM. Revista de administração Mackenzie**, v. 8, n. 1, p. 77-107, 2007.

GOFFIN, Keith; MITCHELL, Rick. Innovation management. NY: **Palgrave Macmillan**, v. 416, 2010.

HANSEN, Morten T.; BIRKINSHAW, Julian. The innovation value chain. **Harvard business review**, v. 85, n. 6, p. 121, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas – Subclasses v.2.1** – Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 413 p. Disponível em: <http://subcomissaoacnae.fazenda.pr.gov.br/UserFiles/File/CNAE/CNAE%202.1%20Subclasses%20Notas%20Explicativas.pdf> Acesso em: 10 Set. 2019.

ISMAIL, Salim; MALONE, Michael S; GEEST, Yuri Van. **Organizações Exponenciais: por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a sua (e o que fazer a respeito)**. Alta Books Editora, 2015.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: a edição do novo milênio**. São Paulo: Prentice- Hall, 2000.

NASCIMENTO, Paulo Tromboni de Souza. Embraer, Natura e Daimler Chrysler do Brasil: Três modos de gerir o desenvolvimento de produtos. **Anais**, 2002.

ROBERT, Michel. **Product Innovation Strategy, Pure and Simple: How Winning Companies Outpace Their Competitors**. McGraw Hill Professional, 1995.

ROMEIRO, Eduardo, et al. **Projeto do produto**. São Paulo: Elsevier. 2010.

ROZENFELD, Henrique; AMARAL, Daniel Capaldo. **Gestão de projetos em desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALES, Ana Marcelle Guimarães.; NAVEIRO, Ricardo Manfredi. Modelo de processo de desenvolvimento de produtos e ciclo de vida de projetos do guia pmbok-uma análise

CAPÍTULO 8

comparativa. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP**. São Carlos–SP, 2010.

SILVA, Débora Oliveira da; BAGNO, Raoni Barros; SALERNO, Mario Sergio. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Production**, v. 24, n. 2, p. 477-490, 2014.

STAL, Eva; NOHARA, Jouliana Jordan; DE FREITAS CHAGAS JR, Milton. Os conceitos da inovação aberta e o desempenho de empresas brasileiras inovadoras. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 2, p. 295-320, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5773/rai.v11i2.1352>. Acesso em: 20 Ago.2019.

CAPÍTULO

9

Engenharia aplicada ao fermentador auto refrigerado na fabricação de cerveja artesanal

Cláudio Olívio Piotto

Daniela Maria Maciel

Jefferson Giovanni Sipriani

Juliana Fávero

Reginaldo Motta

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.9

CAPÍTULO 9

Resumo: A fabricação de cerveja artesanal cresce a cada dia em função da paixão por essa bebida. A fabricação artesanal, não significa que se tenha que produzir sob condições precárias, ou totalmente manual. Mesmo porque a produção necessita de parâmetros e receitas controladas. Desta forma, o presente artigo discorre sobre a aplicação da engenharia para auxiliar no processo de produção artesanal. Analisa-se o fluxo do processo, e com isso aplica-se metodologia de desenvolvimento de produto e projeto, para dar uma solução as possíveis necessidades que os fabricantes possuem. Obtém-se um resultado interessante, no ponto de vista de solução, unindo-se diversas fases do processo em um único equipamento, que mantém a receita do fabricante, e mantém as características e parâmetros necessários. Sem contar a praticidade, eficiência, manuseio e transporte. É uma aplicação direta de vários fatores da engenharia em um produto inovador.

Palavras chave: Cerveja Artesanal. Engenharia. Projeto.

Engineering Applied to Self-Cooled Fermenter in Craft Beer Brewing

Abstract: The craft brewing grows every day due to the passion for this drink. Artisanal manufacturing does not mean that you must produce under precarious conditions or fully manual. Even because the necessary production of parameters and controlled revenues. Thus, this article discusses an engineering application to assist in the artisanal production process. Analyze the process flow, and then apply the product and design development method to get a solution as possible for manufacturers to use. You get an interesting result from no solution point of view by starting multiple process steps in one device, which maintains the manufacturer's recipe and maintains the characteristics and adjustments used. Not to mention the practicality, efficiency, handling and transportation. It is a direct application of various engineering factors into an innovative product.

Keywords: Craft Beer. Engineering. Project.

CAPÍTULO 9

INTRODUÇÃO

Muitos dos hábitos e das possibilidades que hoje cercam a cerveja artesanal são resultado de uma longa e lenta evolução. Muita coisa mudou, inclusive a própria bebida, desde que os primeiros barris desembarcaram no Rio de Janeiro, nos porões dos navios que trouxeram a Família Real portuguesa para o exílio no Brasil, em 1808. Segundo alguns pesquisadores, mesmo antes de surgirem as primeiras aldeias na Mesopotâmia, entre os rios Tigre e Eufrates, onde é hoje o Iraque, por volta do ano 3500 a.C., nossos ancestrais já consumiam um líquido alcoólico resultante da fermentação de cereais imersos em água. O que se sabe, com certeza, é que a humanidade aprendeu a fazer cerveja tão logo descobriu uma forma de armazená-la e antes mesmo de dominar a arte de fazer o pão.

As primeiras bebidas fermentadas feitas à base de cereais surgiram há cerca de 9000 anos. A cerveja pertence ao grupo do pão, vinho ou vidro, que possuem uma origem muito antiga e um processo básico de fabricação simples e muito disseminado.

De todas as bebidas ligeiramente alcoolizadas a cerveja é, sem dúvida, uma das mais sãs. Antes de mais, pela qualidade das matérias-primas utilizadas e equilíbrio dos seus componentes, pela natureza do seu processo industrial adotado, devidamente adequado à produção de uma eminentemente natural e pelas condições de extrema higiene em que o mesmo se desenvolve.

A produção artesanal de cerveja se caracteriza por produções em pequenas escalas, com foco na qualidade do produto, selecionando cuidadosamente seus ingredientes, o que resulta na produção de diversos tipos de cervejas (CARVALHO,2015). Na última década percebemos um grande crescimento na produção de cervejas artesanais, segundo o Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), a cerveja é a bebida preferida de quase dois terços dos entrevistados, cerca de 64% (IBOPE,2013). Com isso surge uma cultura cervejeira, fortalecida pelo apreço do brasileiro pela bebida, fortalecendo a necessidade da qualidade e melhoria no processo. A sua elaboração tem como foco a qualidade do produto, levando em conta a qualidade dos seus ingredientes, o que culmina na produção de variados tipos de cerveja que são cuidadosamente elaborados conferindo melhor aroma e sabor à bebida (KLEBAN e NICKERSON, 2012;

CAPÍTULO 9

BREWERS ASSOCIATION, 2013). Fatores que influenciam diretamente no crescimento de um mercado destinado a atender o cervejeiro artesanal. Esse mercado busca fornecer ao cervejeiro artesanal facilidades e tecnologias para aprimorar sua produção, na diminuição de gastos e melhoria na qualidade. Além de insumos para produção da cerveja o mercado fornecedor tem buscado atender com novos maquinários e tecnologias que facilitem o processo de produção da cerveja artesanal e nesse contexto desenvolvemos um produto que vai ao encontro dessa realidade, produto que torna o processo eficiente, econômico e de fácil manuseio. Nesse contexto o artigo visa apresentar um equipamento que vem ao encontro dessa necessidade.

Processo de Cerveja Artesanal

A cerveja é produzida em um processo básico de três etapas, produção do mosto, fermentação e acabamento da cerveja (REECK *et al.*, 2010). O processo exige acompanhamento e cuidados como higiene, controle de tempo e temperatura. O início do processo da fabricação da cerveja artesanal se dá na escolha da receita a ser produzida, e é a partir deste momento que faz se a moagem dos grãos de cevada já malteados. A malteação é um processo que prepara o malte através da germinação, sob ambientes controlados como umidade e temperatura, podendo se aplicar a diversos cereais. Iremos utilizar duas fases do processo para nosso trabalho, qual chamaremos de processo quente e frio conforme apresentado a seguir:

Etapa do Processo de Fabricação de Cerveja Artesanal - Fase quente

Com a receita e o malte em mãos, prossegue se para a moagem. Consiste em abrir a casca dos grãos, fazendo com que os mesmos fiquem expostos ao próximo processo. No processo de mosturação (onde “cozinha-se” o malte) também chamado de brassagem, faz se a degradação de amidos e proteínas, que estão presentes nos grãos, portanto obtendo o mosto, “uma solução doce”. Ainda na mostura, é feito a clarificação. Utiliza-se o malte e sua casca para fazer um filtro natural, retirando uma

CAPÍTULO 9

boa parte das partículas sólidas que estão em suspensão no mosto. Com a clarificação feita é retirado o malte e se eleva a temperatura ao ponto de fervura por cerca de 60 minutos onde se neutraliza qualquer contaminação que possa prejudicar o produto. Nesse momento adiciona-se o Lúpulo, que trará aromas e sabores a cerveja, conforme a receita. O próximo passo se dá a execução do *Wirpool*, que consiste basicamente em fazer o efeito centrífuga, onde faz-se o processo de separação das partículas do meio do mosto, assim as mesmas se concentram no centro da panela de brassagem. Com o mosto mais limpo se executa o resfriamento o mais rápido possível, evitando contaminações. Esse processo pode ser feito através do *chiller*, que irá fazer a transferência de temperatura por meio de um fluido, água ou glicol. Que por sua vez pode estar em baixas temperaturas para agilizar o processo. Lembrando que quanto mais rápido melhor.

Etapa do Processo de Fabricação de Cerveja Artesanal - Fase Fria

Com o mosto já resfriado, dá-se início a fase fria que se inicia no processo de fermentação. É na fermentação onde as leveduras e fermento irão consumir os amidos fermentáveis, que a grosso modo são açúcares e proteínas que extraímos dos grãos no processo anterior. De forma geral o processo consiste em preparar o ambiente da melhor maneira possível como temperatura e higienização, para que a levedura possa se reproduzir e fazer a fermentação, que seria o consumo de açúcares, proteínas e oxigênio, assim liberando CO₂ (gás carbônico) e Álcool. Neste momento todo o CO₂ é eliminado para o ambiente externo fazendo com que o ar externo não entre no ambiente de fermentação. Após algum período de dias, o processo de fermentação estará parcialmente pronto pois praticamente todo o açúcar já foi consumido elevando a taxa de álcool. É neste momento em que se faz o processo de maturação, uma fermentação mais lenta, que pode se chamar de fermentação secundária, onde a cerveja vai clarificar pelo processo de precipitação das leveduras. Feito esse processo passa-se para a carbonatação, onde é dado gás a cerveja, esse processo pode ser feito de forma natural ou forçada. Na forma natural se adiciona açúcar fermentescível (*priming*) como é chamado pelos cervejeiros.

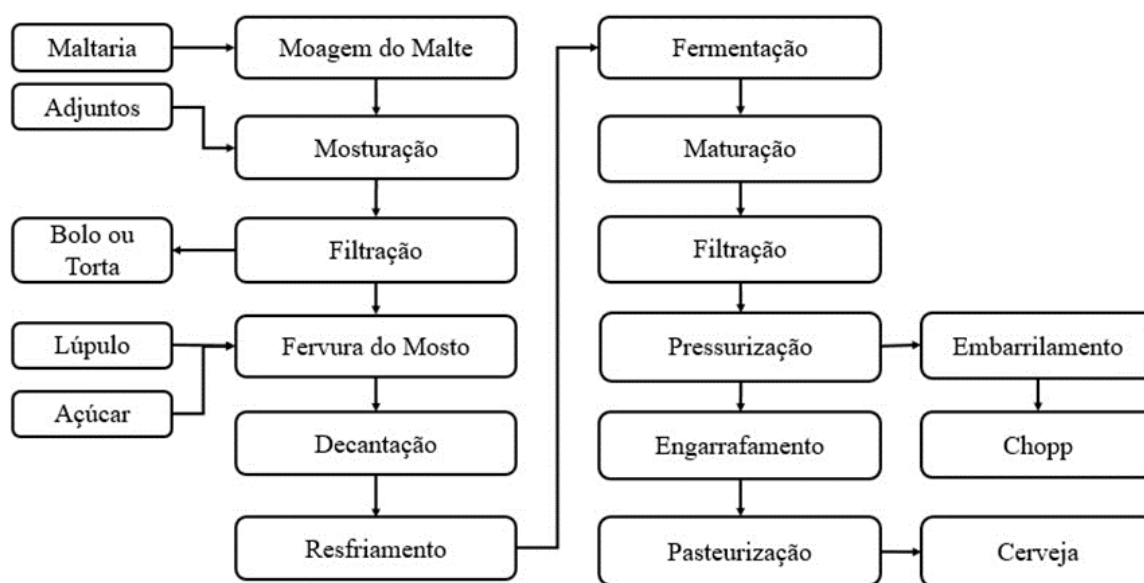
CAPÍTULO 9

Aplicação da Engenharia - Análise do Processo Atual

A engenharia se divide em muitas áreas que geram solução para problemas do dia a dia. No desenvolvimento de um projeto, pode-se observar a oportunidade de uma solução para atender uma determinada demanda de produção, serviço ou produto. Nota-se que o fato de a produção artesanal de cerveja ter tido uma escalada atualmente, em função de várias facilidades, como a obtenção da matéria prima, receitas, cursos e pessoas que se envolvem, cooperando e apreendendo um com o outro, ainda mantém sua produção através de equipamentos tecnologicamente ainda pouco aplicados. Desta forma, analisou-se o fluxograma de produção de cerveja artesanal, para entender o processo completo de fabricação, e analisar as informações e necessidades dos clientes, segundo Ulrich e Eppinger (1995), um processo é uma sequência de passos que transforma uma série de entradas em uma série de saídas (resultado) e o processo de desenvolvimento de produtos é uma sequência de passos ou atividades que uma empresa emprega para conceber, projetar e comercializar um produto.

Nota se o seguinte fluxo em uma produção artesanal de cerveja:

Figura 1 - Fluxograma do Processo de Fabricação de Cerveja Artesanal

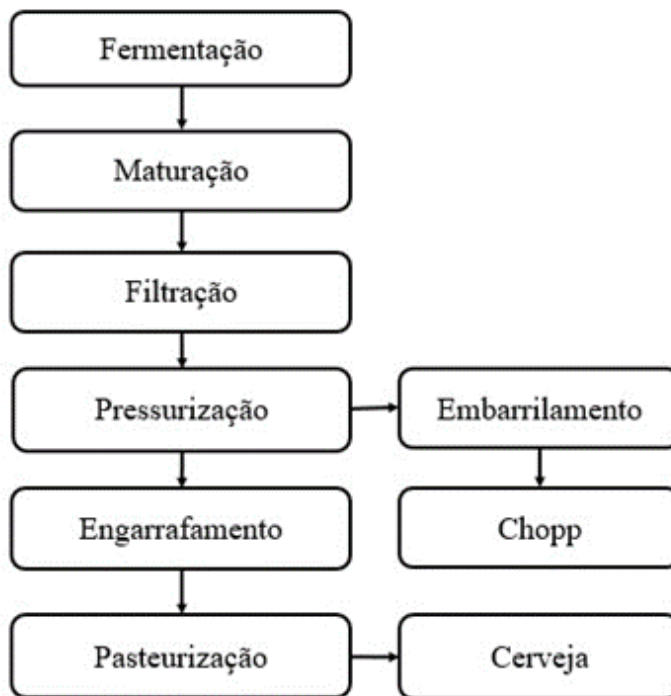


Ao analisar-se o fluxo do processo, pôde se verificar a oportunidade de desenvolvimento de um equipamento em algumas fases, com um produto que atendesse uma determinada demanda ou fases do processo. Focou-se na etapa do

CAPÍTULO 9

processo da fase fria, conforme segue o fluxo atual realizado artesanalmente sem equipamentos adequados.

Figura 2 – Fluxograma da Fase Fria



Neste processo chamado de fase fria, artesanalmente, o cervejeiro, deixa o líquido num recipiente (geralmente uma vasilha de plástico, com capacidade aproximada de 30 litros), para o processo de fermentação, depois maturação e filtração. Esse processo geralmente se dá em torno de no máximo 10 dias, sob refrigeração. Os artesãos possivelmente deixam em geladeira para manter o resfriamento.

Após esse processo, o cervejeiro deve engarrafar a cerveja, colocando ainda açúcar na garrafa antes de engarrafar. Sem contar que a pessoa responsável deve estar atenta e acompanhar a todas essas fases.

Engenharia aplicada - Solução Proposta para a Fase Fria

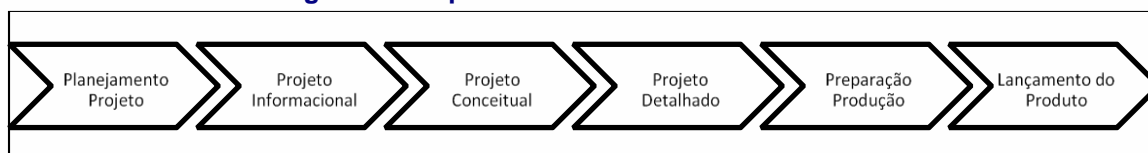
Com base no problema a ser resolvido, a maior dificuldade no projeto conceitual é liberar a mente para se chegar a conceitos originais, superar bloqueios a criatividade e gerar um grande número de alternativas possíveis para a solução do

CAPÍTULO 9

problema (BAXTER, 2003). E desta forma, o processo de desenvolvimento de produto, é o fator primordial para qualquer empresa atualmente que quer estar a frente de inovações e mercado, e que se propõe a competir por meio de liderança tecnológica (ROZENFELD, 2006).

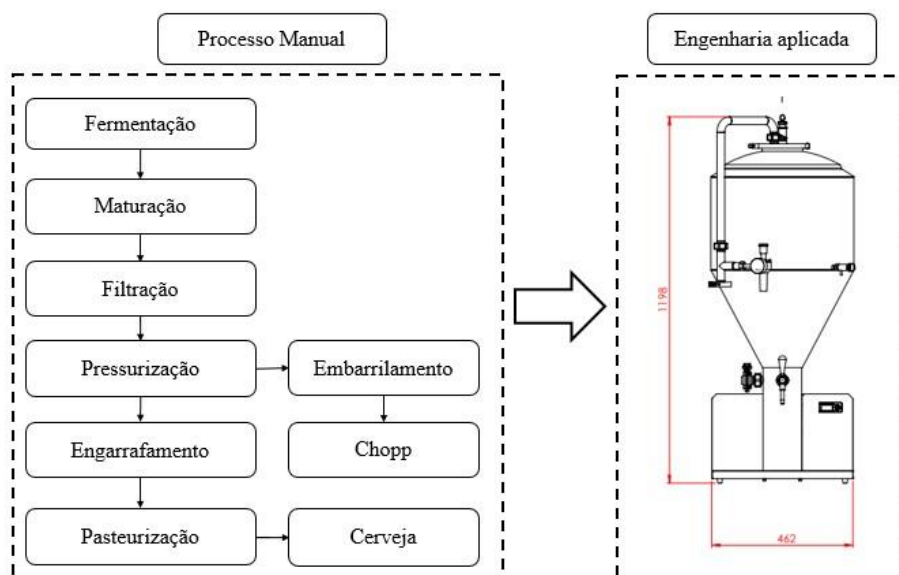
Portanto, realizou-se uma análise e proposta de um esboço que pudesse resolver uma parte do fluxograma de produção da cerveja artesanal, analisando-se as etapas de planejamento do projeto.

Figura 3 - Etapas de Desenvolvimento de Produto



Analisou-se na fase do planejamento de projeto, o fluxograma de produção e as possibilidades de gerar uma solução aplicando a engenharia, seja ela para atender uma solução de produção, seja de produto. O projeto informacional, é a fase onde se busca informações dos clientes, através de pesquisa, para que se possa entender as necessidades das pessoas e produtores artesanais que produzem cerveja através desse processo. Neste sentido, uniu-se as fases de fermentação, maturação, filtração e pressurização, criando se um conceito de um produto único, prático, e que atendesse essa demanda.

Figura 4 - Projeto Conceitual da Solução - Engenharia Aplicada

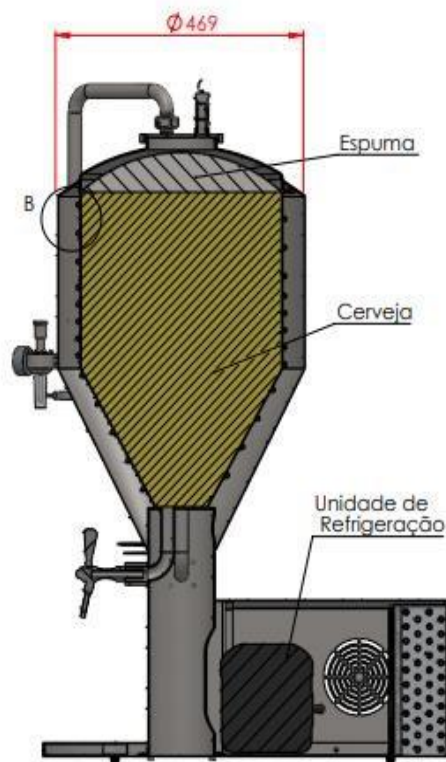


CAPÍTULO 9

Clark e Wheelwright (1993) dividem o processo de desenvolvimento de produtos em quatro fases: desenvolvimento do conceito, planejamento do produto, engenharia do produto/processo e finalmente produção piloto/aumento da produção. As duas primeiras fases incluem informações sobre as oportunidades de mercado, as possibilidades técnicas e os requisitos de produção. Considera-se o projeto conceitual, o mercado alvo, os investimentos necessários e a viabilidade econômica. Para a aprovação do desenvolvimento de produto, o conceito deve ser validado através de testes e discussão com potenciais clientes.

Obteve-se o esboço inicial do projeto conceitual, através de informações das necessidades dos clientes e a transformação dessas necessidades em informações técnicas aplicadas a engenharia, criando-se um modelo de aplicação.

Figura 5 - Projeto Detalhado



Dentro das necessidades técnicas do projeto, analisou-se que por se tratar de um produto alimentício, o material indicado é o inox. A capacidade de abastecimento ficou definida em 30 litros, pois foi identificado essa média de litragem na produção artesanal. O formato do equipamento foi projetado em forma de cilindro e cone. Como o líquido deve se manter e estar refrigerado para estas fases do processo, verificou-

CAPÍTULO 9

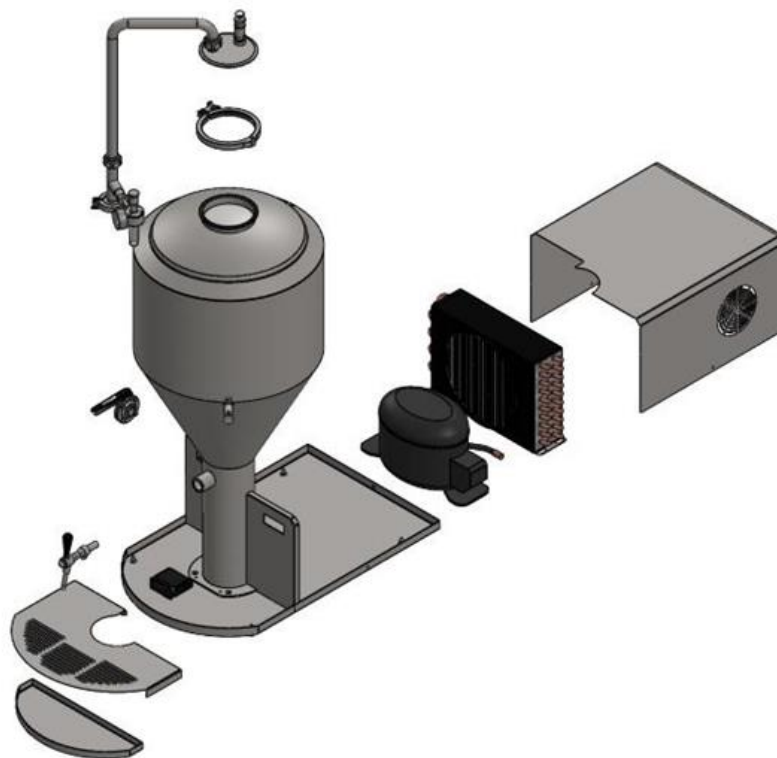
se a necessidade de um compressor, para que gerasse resfriamento sob controle, no mesmo estilo que uma geladeira. Em volta do recipiente cilíndrico e cônico, definiu-se uma espiral tubular em Cobre, para que mantivesse o resfriamento. Esta espiral não pode ficar aparente, ou seja, sem proteção, em virtude da perda de calor e até mesmo segurança. Desta forma, se propôs uma camisa em volta desta forma cilíndrica, também em inox. O espaço entre esses dois materiais será preenchido com espuma expansiva, fixando toda a estrutura, e mantendo a tubulação de cobre colada ao tambor principal, garantindo a refrigeração constante em todo o compartimento.

Como o equipamento precisa estar pressurizado, geralmente a 6 bar, a tampa superior do tambor cilíndrico, foi desenvolvida em formato de calota estampada em inox, com canais para tubos de pressurização, bem como os vasos de segurança.

Logo abaixo da parte cônica tubular, foi introduzido uma bica para vazamento da cerveja. Diferente do processo artesanal normal, que o cervejeiro deve tirar do recipiente (vasilha de plástico) e engarrafar, neste equipamento, o cervejeiro opta em deixar o produto dentro do próprio equipamento, sob refrigeração, e consumir nele mesmo, sem a necessidade de engarrafamento. Desta forma, economiza o processo de engarrafamento, pois ele pode deixar a cerveja no mesmo local que estava fermentando.

Optou se por um formato e design, que fosse agradável, prático e fácil de transportar. Portanto, o equipamento pode ser colocado em um ambiente residencial, em uma área de festa, bem como num ambiente comercial, com um pub, deixando executar o processo de fermentação no próprio estabelecimento, promovendo assim a cerveja artesanal.

Figura 6 - Projeto Final Explodido



O projeto final foi desenvolvido em software 3D, onde pode se aplicar além do desenho técnico nas engenharias, análise de materiais, dimensionais e tolerâncias, aliados a solução de processos através da Engenharia de Produção. Neste sentido, todo o projeto do produto, foi desenvolvido para atender as demandas das necessidades de clientes, as exigências de processos de fabricação de produção, e uma solução através de um design de projeto inovador, pois ainda não há no mercado equipamento deste porte para fabricação artesanal de cerveja.

O processo de engenharia aplicada, após os modelamentos em 3D, obtém-se a montagem, e posteriormente os desenhos técnicos em vistas padrões, contagens, especificações técnicas e listagem de material, que dá suporte a estrutura do produto para fabricação.

A partir da solução da engenharia aplicada a indústria de bebidas, pode se fazer um estudo para gerar um processo de produção em série, com fichas técnicas e especificações de processo.

A capacidade de litragem armazenada, foi estipulada pela média que os cervejeiros artesanais geralmente produzem, mas a estrutura projetada, suporta para

CAPÍTULO 9

atender uma litragem de até 100 litros. Desta forma, o projeto já nasce de certa forma modular, com duas concepções desenvolvidas.

A partir deste trabalho, pode se desenvolver diversas outras atividades ou soluções de aplicação da engenharia na indústria da bebida. Pode se efetuar cálculos, capacidades, materiais, processos de produção, desenvolvimento de produto, entre outros. A aplicação da engenharia é vasta. A partir deste produto que gera soluções artesanais em um processo altamente capaz, prático e com design agradável, e principalmente, não tira a característica do cervejeiro em participar da fabricação artesã do produto, e sim corrobora com a produção de um produto sob condições controladas, dentro de padrões e normas de higiene e segurança. O que contribui em muito para um produtor, um grupo de pessoas ou uma indústria de fabricação de cerveja.

CONCLUSÃO

A engenharia ainda é o caminho mais adequado para a solução de problemas, sejam industriais, num processo de produção, seja na melhoria de um produto específico. A capacidade de aplicação de inúmeras formas, cálculos, geometrias, softwares de aplicação, metodologias, entre outros, faz com que a engenharia mostre em sua gama de atuação, a capacidade de aplicar teoria acadêmica e científica, na prática do dia a dia para solução de problemas. Desta forma a metodologia de desenvolvimento de produtos mostra as etapas e caminhos para que o acadêmico/engenheiro possa transformar uma oportunidade em um produto ou negócio. Pois analisa-se as necessidades e qualidades percebidas pelo cliente transformando-as em um produto viável, baseados nas teorias da engenharia.

Na área de bebidas não é diferente, pois há aplicação desde uma empresa de grande porte, com seus processos altamente automatizados em toda a cadeia produtiva, até mesmo para auxiliar num processo artesanal de fabricação. Da mesma forma após o desenvolvimento do produto analisa-se toda a cadeia de engenharia de produção como: fornecedores, processos industriais, matéria prima, métodos e todos

CAPÍTULO 9

os recursos necessários para colocar em produção e comercialização, afinal a inovação só é inovação quando gera resultado e comercialização.

A engenharia aplicada neste artigo, mostra as fases de análise do problema, através da aplicação de uma metodologia de projeto. Desta forma, mostra que o produto não nasce empiricamente, mas sim através de estudos de engenharia, de necessidades transformadas à conceitos técnicos possíveis de se produzir, e que seja viável. Elementos importantes ou normas que o projetista não pode omitir, e deve considerar num desenvolvimento: atributos de segurança, utilização, legais, fabricabilidade, entre outros. Assim consegue-se definir quais as rotas ou especificações do projeto, baseando-se em fatos e não em subjetividade.

Não se quis tratar aqui da viabilidade econômica deste projeto, e sim da aplicação da engenharia para solucionar um problema. Porém, para que se torne viável, deve-se fazer uma análise do processo de fabricação, verificando-se possíveis pontos de melhoria em processo e produto. Por se tratar de produto alimentício, é necessário a utilização de chapas inox, o que já torna o produto custoso. Porém, como o equipamento atende praticamente todo o fluxo da fase fria do processo de produção de cerveja artesanal, e ainda é um equipamento prático, transportável, seguro e com uma vida útil de muitos anos, é um investimento com custo benefício interessante para quem produz cerveja artesanal, e principalmente para um grupo de pessoas.

A engenharia é a base da fabricação de produtos. Mantém suas teorias ao longo do tempo e se atualiza constantemente conforme as alterações das tecnologias. Prazeroso é saber que a engenharia, que todas essas aplicações podem fazer para solucionar um processo artesanal, e depois poder saborear uma cerveja num produto desenvolvido, quando comparado com o processo anterior.

CAPÍTULO 9

REFERÊNCIAS

BAXTER, Mike; LIDA, Irito. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 1. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher,1998.

CARVALHO, N. B. **Cerveja Artesanal: pesquisa mercadológica e aceitabilidade sensorial**. Viçosa, 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

D'AVILA, Roseane Farias *et al.* Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharias**, v.8, n. 2, p.60-68, 2012.

IBOPE. **Cerveja é a bebida preferida do brasileiro para comemorações**. 2013. Disponível em <http://ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisa/cerveja-e-a-bebida-preferida-do-brasileiropara-comemoracoes/>. Acesso em 29/08/19.

KLEBAN, J.; NICKERSON, I. To brew, or not to brew – That is the question: an analysis of competitive forces in the craft brew industry. **Journal of the International Academy for Case Studies**, v. 18, n. 3, p. 59–81, 2012.

ROZENFELD, Henrique *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo (SP): Saraiva,2006.

REECK, C. B.; BRUGINSKI, E. R. D.; NASCIMENTO, R. D.; CARVALHO, F. **Determinação e avaliação dos parâmetros cinéticos na fermentação da cerveja aromatizada**. Curitiba: Universidade Positivo,2010.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden, 2001. 223 p.

ULRICH, K. & EPPINGER, S. **Product design and development**. New York: MCGraw-Hill,1995.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia da Cerveja**. Jaboticabal: Funep,2000.

CAPÍTULO

10

**Aplicação da *Learning e Forgetting Curve*, como
ferramenta para a programação da produção**

Arthur Kreling Ozório

João Paulo Dutra Kreling

José Ângelo Ferreira

Universidade tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.10

CAPÍTULO 10

Resumo: O esforço por qualidade, quantidade e prazo é uma constante na indústria, tendo como um dos componentes fundamentais, as técnicas utilizadas pelo setor de Planejamento e Controle da Produção, que se empenha em programar a produção com eficiência e produtividade. Este estudo traz uma abordagem para programação da produção, diferente da abordagem tradicional, propondo a utilização das Teorias da Curva de Aprendizagem e Curvas do Esquecimento, como parâmetro de previsão e programação da produção, no setor de montagem de assentos de cadeira, em uma indústria de móveis que produz e comercializa jogos de sala de jantar. O modelo de curva de Aprendizagem definido através do coeficiente de determinação R^2 , como referência para construir a Curva de Aprendizagem, modelar e medir a taxa de aprendizagem dos Operadores, foi o Modelo exponencial de *Wright* e para o cálculo do fator de esquecimento, foi utilizado o modelo de *Lindeke*. As taxas de aprendizagem e esquecimento foram aplicadas ao tempo unitário de processo dos Operadores do setor, permitindo prever o tempo necessário para fabricação do lote programado, comparando também, com o tempo de produção definido pelo método da cronoanálise e pelo método do tempo padrão. Os estudos mostraram através dos resultados obtidos, que a produção programada para o setor, ao utilizar os métodos tradicionais de tempo padrão e tempo médio definido através da cronoanálise, apresentou menos precisão ao não considerar o processo de aprender esquecer e aprender, e que, ao aplicar o conceito da Curva de Aprendizagem e Curva de Esquecimento, permite ao PCP melhor acurácia na programação da produção, no atingimento dos objetivos da empresa.

Palavras-chave: Curva de Aprendizagem. Curva de Esquecimento. Programação da Produção.

CAPÍTULO 10

INTRODUÇÃO

A produtividade de uma empresa está diretamente relacionada com sua efetividade no atingimento dos objetivos de quantidade, qualidade e tempo, e pode ser definida genericamente, como o resultado de uma relação entre a quantidade de bens produzidos e os recursos utilizados nesta produção, como trabalho, tempo, matérias-primas e equipamentos resultando um quociente que indica a medida desta produtividade (CAPUL e GARNIER, 1996).

Este quociente é capaz de mensurar a qualidade da aplicação de recursos para atingir determinados resultados, utilizado como parâmetro para a medição do trabalho realizado. Contudo, este quociente por si só, não elucida as causas que o geraram, faz-se necessário analisar quais fatores podem afetar a produtividade (CAPUL e GARNIER, 1996).

O recurso trabalho objeto deste estudo, reage a variadas condições individuais, como experiência pela repetição, nível de escolaridade entre outros. Diversas pesquisas apontam que trabalhos repetitivos, aumentam a experiência de trabalho, uma vez que as repetições levam os trabalhadores a encontrarem soluções mais rápidas e econômicas provocando a redução no tempo de processos, o que demonstra que os trabalhadores passam por um processo de aprendizagem. Esse fenômeno pode ser explicado pela Curva de Aprendizado.

As Curvas de Aprendizagem, ou *Learning Curve* (LC), como conhecida na literatura, foram amplamente utilizadas para estimativa de custos e produção, tornando-as um excelente instrumento para análise da *performance* dos trabalhadores e para a programação da produção, no entanto, vários fatores podem perturbar o ambiente da produção, sendo um deles, o esquecimento após interrupções da produção. Estudos apontam que interrupções provocam o esquecimento do trabalhador, afetando as habilidades adquiridas antes das paradas, o que contribui para a queda da produção e conseqüente não cumprimento das metas definidas pelo setor de planejamento.

Face ao exposto, este estudo tem como objetivo a aplicação da ferramenta da *Learning Curve* (LC) e *Forgetting Curve* (FC), para auxiliar o setor de PCP

CAPÍTULO 10

(Planejamento e Controle da Produção) na programação da fábrica, utilizando como parâmetros para a modelagem da LC e FC, as informações da quantidade de aprendizagem retida pelos trabalhadores antes das interrupções da produção, do tempo destas interrupções e da reaprendizagem destes operadores na retomada do processo produtivo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aprendizagem

Wright (1936) foi o primeiro a estudar o efeito da aprendizagem no processo produtivo. Observou que o tempo unitário na fabricação de um avião diminuía a uma taxa constante, toda vez que sua produção era duplicada, afetando, assim, o custo do produto. A partir desse estudo, vários outros pesquisadores passaram a tentar entender as Curvas de Aprendizagem, demonstradas matematicamente através do desempenho de um trabalhador em uma tarefa repetitiva. Quanto mais repetições esse trabalhador realiza, menor é o tempo de execução da tarefa, consequência do aprendizado adquirido pelo trabalhador (WRIGHT, 1936; BADIRU, 1992). A determinação da curva de aprendizagem é obtida pela equação:

$$LC = \frac{\frac{T_2 + T_4 + T_6 + \dots + T_n}{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{n/2}}}{x} \quad (1)$$

Onde T_n é o tempo para fazer a n ésima unidade, T_1 é o tempo para fazer a primeira unidade e x é o número de proporções realizadas.

Ao longo dos anos, pesquisadores têm desenvolvido outros modelos matemáticos, baseados no modelo de Wright, para avaliar o fator de aprendizagem nos mais diversos segmentos. Entre esses modelos, destacam-se os univariados (potencial, exponencial e hiperbólico) e os multivariados. A eficiência do modelo é calculada através do coeficiente de determinação R^2 (ANZANELLO; FOGLIATO, 2007; BADIRU, 1992).

Dentre os modelos exponenciais, o modelo empregado nessa pesquisa foi o modelo potencial de Wright (1936, p. 124), descrito pela fórmula:

CAPÍTULO 10

$$T_n = T_1 n^b \quad \dots (2)$$

Onde T_n indica o tempo ou o custo médio por unidade demandado para a produção de n unidades e T_1 é o tempo ou custo da primeira unidade produzida. O parâmetro b indica a declividade da curva de aprendizagem e é determinado pela razão entre o logaritmo natural (ln) do percentual de aprendizagem e o logaritmo natural (ln) de 2.

Para o cálculo do tempo total para a fabricação de x unidades, aplica-se o modelo manipulado de Wright (ANZANELLO; FOGLIATO, 2007):

$$T_{n_1 \rightarrow n} = T_1 n^{(b+1)} \quad (3)$$

As variáveis utilizadas nesse modelo são as mesmas usadas no modelo potencial de Wright.

Esquecimento

Da mesma maneira que o ganho de aprendizagem aumenta conforme o número de repetições, o esquecimento provocado pelas paradas aumenta quanto maior for o tempo de ruptura entre essas repetições e da quantidade aprendida (BAILEY, 1989).

Ao contrário das pesquisas realizadas acerca da aprendizagem, ainda há uma escassez na literatura sobre as Curvas de Esquecimento. No entanto, alguns pesquisadores já trabalham na modelagem matemática do fator esquecimento de forma experimental e empírica.

Ao longo dos anos, foram criados alguns modelos matemáticos com a finalidade de explicar melhor o fenômeno do esquecimento. De acordo com Jaber (2006), existem várias características que podem intervir no processo de esquecimento de um trabalhador. Entre elas, a principal é o tempo de interrupção da tarefa. Outros pesquisadores abordaram em suas pesquisas o impacto do esquecimento, no entanto, não está no foco deste trabalho detalhar cada um deles.

Um dos modelos desenvolvidos para encontrar o fator de esquecimento é o de Lindeke (2010), que pode ser descrito pela equação:

CAPÍTULO 10

$$Y_{c(n+1)} = Y_{cn} + (1 - F)(Y_n - Y_{cn}) \quad (4)$$

Onde $Y_{c(n+1)}$ é o primeiro tempo após a parada, Y_{cn} é o primeiro tempo antes da parada, F é o esquecimento e Y_n é o último tempo anterior à parada.

Para esta pesquisa, foi utilizado o modelo de Lindeke, por apresentar evidências empíricas no seu estudo, satisfazendo os dados usados neste levantamento.

Reaprendizagem

A reaprendizagem (*relearning*) é destinada para se estimar a redução do tempo de realização de uma tarefa que passou por um processo de esquecimento, provocado por uma interrupção e que está em processo de reaprendizagem (BAILEY; MCINTYRE, 1992).

Cálculos de estimativa para o *relearning* em trabalhadores foram estudados por Baley e McIntyre (1992), que através de modelos, procuraram entender a curva de reaprendizagem, concluindo que quanto maior o nível de esquecimento, mais as curvas de reaprendizagem apresentam declives acentuados, por tal motivo é fundamental a escolha por modelos alternativos de curva de aprendizagem.

O conceito de que a taxa de reaprendizagem é igual a taxa primária de aprendizagem é defendida por Globerson *et al.* (1989), Sparks e Yearout (1990) e Shtub *et al.* (1993). Buscando compreender modelos que representassem de forma apropriada a relação entre as taxas de aprendizagem e esquecimento, Jaber *et al.* (2003) identificam algumas características que devem ser consideradas por esses modelos alegando que a taxa de reaprendizagem é a mesma que a taxa de aprendizagem original.

Nesta pesquisa trabalha-se com o pressuposto levantado pelos autores citados que a taxa de reaprendizagem é a mesma que a taxa de aprendizagem original.

CAPÍTULO 10

METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo pode ser classificado como uma pesquisa de natureza descritiva, antecedido por uma revisão bibliográfica sobre Curvas de Aprendizagem e de Esquecimento, tendo como procedimento técnico estudo de caso. Quanto ao seu propósito, classifica-se como uma pesquisa aplicada, com o objetivo gerar conhecimentos para uma aplicação prática, orientada à solução de problemas específicos, para a centro de trabalho objeto deste estudo.

A indústria de moveis estudada produz e comercializa jogos de sala de jantar, compostos de 1 mesa e 6 cadeiras e iniciou um processo de exportação para a América Latina, com compromisso de entrega do primeiro lote de 23.000 unidade, em um prazo de 7 meses, totalizando 138 dias trabalhados. Durante este período, a empresa previa um período de 16 dias de férias coletivas, entre dezembro e janeiro.

O centro de trabalho estudado monta assentos de cadeiras. Neste setor trabalhavam inicialmente 2 operadores com experiência de mais de 4 anos e foram contratados 3 operadores sem experiência. Os operadores recém-contratados, tiveram um treinamento de 2 semanas.

Com base em estudos empíricos prévios, o setor de Planejamento de Produção, utilizou como tempo padrão unitário de 2,40 minutos para montagem do assento de cadeira e para atender o lote de exportação, programou para cada operador, 27.600 unidades, o equivalente a 200 un./dia.

Os dados foram instrumentalizados através de observações, utilizando a técnica da cronoanálise, pelo período de 78 dias trabalhados, entre os meses de setembro e dezembro, com uma jornada diária de 480 minutos. Estes dados foram registrados em formulário contendo o nome do operador, quantidade de peças/dia produzidas e tempo unitário de fabricação. O ciclo de trabalho semanal foi de 5 dias, de segunda a sexta-feira, com uma pausa de 2 dias de descanso para o final de semana. Durante este período ocorreu uma pausa não prevista de 5 dias, por falta de matéria-prima, que somados aos finais de semana, totalizando uma interrupção intercalada de 33 dias. Estes dados proveram o estudo com as informações

CAPÍTULO 10

necessárias sobre a construção da aprendizagem, do esquecimento e da reaprendizagem pós interrupção dos operadores.

Através da técnica tradicional da cronoanálise, determinou-se o número de ciclos a serem cronometrados para um nível de confiança de 97% e um erro relativo de $\pm 3\%$. Levantado o tempo do processo por operador, calculou-se o tempo médio considerando o ritmo e aplicado um fator de tolerância de 15%. Este tempo serviu como comparativo entre a Programação da Produção utilizando o tempo definido e o tempo aplicando os conceitos da LC e FC (Figura 7).

Após, aplicou-se nos dados obtidos, o modelo exponencial de Wright ((Eq.1); (Eq.2) e (Eq.3)), como modelo de referência, devido a sua habilidade em identificar o fenômeno da aprendizagem, cujos resultados são apresentados na Figura 1. Este modelo foi selecionado através do Coeficiente de Determinação R^2 . Para obtenção da LC calculou-se a taxa e o *slope* (taxa) de aprendizagem de cada operador, analisando o comportamento individual da aprendizagem, permitindo identificar o número de dias necessários para que cada trabalhador atingisse a meta de produção estipulada pela empresa.

Para o cálculo do fator de esquecimento dos operadores, provocado pelas interrupções na produção, aplicou-se o Modelo de Lindeke (Eq. 4) e com o apoio do software Curve Express, foi definida a função que melhor representasse a Curva de Esquecimento (Figura 4), que aplicada aos dados levantados, possibilitou o cálculo do tempo total necessário para a obtenção do lote pelo operador, considerando a Aprendizagem, o Esquecimento e a Reaprendizagem.

DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Curva de aprendizagem dos operadores

A Curva e o *slope* de Aprendizagem de cada operadora são apresentados na Figura. 1. A aderência ao modelo clássico de Wright (eq.1), foi selecionado através do coeficiente de determinação R^2 , apontando um fator de regressão significativo,

CAPÍTULO 10

superior a 0,73. Observa-se, que as taxas de aprendizagem dos operadores estão acima de 97%, existindo assim pouco espaço para a aprendizagem.

Figura 1 – Validação do modelo

Operador (*)	Curva de Aprendizagem (LC)	Slope de Aprendizagem	Coefficiente de Determinação R ²
OPN1	99,6%	-0,0058924	0,75780
OPN2	98,4%	-0,0231776	0,73190
OPN3	97,9%	-0,030619	0,73670
OPE1	99,6%	-0,0058924	0,74290
OPE2	99,4%	-0,0091191	0,74460

(*) OPN: Operador Novo; OPE: Operador Experiente.

Fonte: Os Autores (2020)

Exemplo do Cálculo da LC e do *Slope* de Aprendizagem (OPN1):

Cálculo da curva de aprendizagem (Eq.1)

$$LC = \frac{\frac{T_2}{T_1} + \frac{T_4}{T_2} + \frac{T_6}{T_3} + \dots + \frac{T_n}{T_{n/2}}}{x}$$

$$LC = 99,6\%$$

Cálculo do *Slope* de aprendizagem (Eq.2)

$$Slope = \frac{\ln LC}{\ln 2}$$

$$Slope = \frac{\ln 0,996}{\ln 2}$$

$$Slope = -0,0058924$$

Fator de esquecimento

A Figura 2 apresenta os tempos de processo e as quantidades produzidas antes e depois das interrupções na produção, do Operador OPN1. Durante o período

CAPÍTULO 10

observado de 111 dias, foram registradas 16 interrupções, sendo 13 interrupções de 2 dias (sábados e domingos), 2 interrupções de 1 dia (feriados) e uma interrupção de 5 dias (falta de matéria-prima).

Figura 2 - Tempo de paradas antes e pós interrupção do operador novato 1 (OPN1)

Paradas	Nº Dias	Dia da semana	Un.	Tempo (min.)	Paradas	Nº Dias	Dia da semana	Un.	Tempo (min.)
1ª	2	Sex	158	3,038	9ª	2	Sex	181	2,652
		Seg	157	3,057			Seg	174	2,759
2ª	2	Sex	164	2,927	10ª	1	Sex	182	2,637
		Seg	157	3,057			Seg	172	2,791
3ª	2	Sex	166	2,892	11ª	2	Sex	184	2,609
		Seg	159	3,019			Seg	177	2,712
4ª	2	Sex	170	2,824	12ª	2	Sex	181	2,652
		Seg	163	2,945			Seg	174	2,759
5ª	2	Sex	172	2,791	13ª	2	Sex	184	2,609
		Seg	165	2,909			Seg	177	2,712
6ª	2	Sex	176	2,727	14ª	2	Sex	186	2,581
		Seg	167	2,874			Seg	179	2,682
7ª	1	Sex	176	2,727	15ª	2	Sex	188	2,553
		Seg	166	2,892			Seg	181	2,652
8ª	5	Sex	178	2,697	16ª	2	Sex	190	2,526
		Seg	164	2,927			Seg	182	2,637

Fonte: Os autores (2020).

Com os dados de interrupção na produção levantados por Operador, calculou-se o Fator de Esquecimento de cada um dos Operadores, aplicando o Modelo de Lindeker (Eq.4).

Cálculo do Fator de Esquecimento (Eq.4) da primeira interrupção de 2 dias do Operador Novato 1 (OPN1):

$$Y_{c(n+1)} = Y_{cn} + (1 - F)(Y_n - Y_{cn})$$

$$3,057324841 = 3,0380 + (1 - F)(3,0380 - 3,057324841)$$

$$F = 0,98065$$

A Tabela 3 traz o Fator de Esquecimento calculado de todas as interrupções do Operador Novato 1 (OPN1):

CAPÍTULO 10

Figura 3 - Fator de esquecimento do operador novato 1 (OPN1)

Paradas	Fator de esquecimento	Paradas	Fator de esquecimento
1ª	0,98065	9ª	1,18564
2ª	1,00000	10ª	0,86047
3ª	1,04066	11ª	1,08433
4ª	1,07921	12ª	0,85252
5ª	1,03767	13ª	1,04944
6ª	1,03716	14ª	1,03184
7ª	0,83571	15ª	1,03112
8ª	0,96219	16ª	1,01530

Fonte: Os autores (2020).

Calculado o Fator de Esquecimento de toda as interrupções dos 5 operadores, utilizou-se o software *Curve Express*, para definição da função do esquecimento $F_d = a \times \ln(1d + 1) + b$, que melhor representasse os dados levantados (Figura 4).

Figura 4 - Função esquecimento

Operador	Função esquecimento
OPN1	$F_d = 2,244918591684459E-0 + 3,817625780159821E-01 \times \ln(x + 1)$
OPN2	$F_d = 1,673226021040566E-01 + 2,701516587761570E-01 \times \ln(x + 1)$
OPN3	$F_d = 2,446341447908219E-01 + 3,100568414810818E-01 \times \ln(x + 1)$
OPE1	$F_d = 1,060917305960722E-01 + 1,401978541188401E-01 \times \ln(x + 1)$
OPE2	$F_d = 1,060917305960722E-01 + 1,521978541188401E-01 \times \ln(x + 1)$

Fonte: Os autores (2020).

Com a função obtida, calculou-se o percentual de esquecimento de cada Operador, para os 16 dias de interrupção programados entre dezembro e janeiro, exemplificado para o Operador 1:

$$F_d = 2.244918591684459E - 0 + 3.817625780159821E - 01 \times \ln(x + 1)$$

$$P_e = 2.244918591684459E - 0 + 3.817625780159821E - 01 \times \ln(16 + 1)$$

$$P_e = 13.64 \%$$

A Figura 5 traz o Percentual de Esquecimento dos operadores e a projeção de tempo unitário de produção pós interrupção, comparado com o tempo unitário do último dia trabalhado antes da interrupção (16 dias para o final de ano). Observa-se, o impacto da FC, proporcional ao número de dias parados, no tempo unitário pós interrupção. O OPN1 antes da interrupção, produziu uma unidade a cada 2,61

CAPÍTULO 10

minutos, após a interrupção, aplicando seu fator de esquecimento, a projeção é de 2,97 minutos para fabricar a mesma unidade; o OPN2 2,87 min. e pós interrupção levará 3,12 min.; o OPN3 3,01 min. e pós interrupção, levará 3,33 min.; o OPE1 2,42 min. e pós interrupção, levará 2,40 min e o OPE2 2,48 min. e pós interrupção, levará 2,55 min, até que possam reaprender (*relearning*) e retomarem a *performance* de antes da parada, proporcional as suas LC's.

Figura 5 - Percentual de esquecimento e projeção do tempo unitário pós interrupção

Operador	Tempo unitário anterior à interrupção	Percentual de esquecimento	Tempo unitário projetado pós interrupção
OPN1	2,61	13,6%	2,97
OPN2	2,87	8,6%	3,12
OPN3	3,01	11,0%	3,33
OPE1	2,42	2,8%	2,49
OPE2	2,48	3,0%	2,55

Fonte: Os autores (2020).

Projeção do tempo necessário para produção do lote

A Figura 6 mostra a projeção por operador do tempo total em minutos e número de dias necessários para fabricação do Lote de 27.600 unidades (15.600 unidades antes da interrupção de 16 dias e 12.000 unidades após a interrupção), utilizando o tempo levantado pelo método tradicional, comparado com o tempo projetado pela LC e FC.

Para o cálculo do tempo necessário para a fabricação dos lotes pelo método tradicional, multiplica-se o tempo médio unitário pela quantidade programada antes e depois da interrupção e soma-se os dois resultados.

Ex. OPN1:

Tempo médio Unitario: 3,01 min.

Total a ser produzido antes da interrupção: 15.600 un.

Total a ser produzido após interrupção: 12.000 un.

CAPÍTULO 10

$$\text{Tempo disponível/dia} = 480 \text{ min.}$$

$$\text{Tempo Total em min.} = (15.600 \times 3,01) + (12.000 \times 3,01)$$

$$\text{Tempo Total em min.} = 83.076 \text{ minutos}$$

$$\text{Tempo Total em dias} = \frac{83.076}{480}$$

$$\text{Tempo Total em min.} = 173,1 \text{ dias}$$

Para o cálculo dos tempos necessários para a fabricação dos lotes programados considerando a LC e de FC, aplica-se a Eq. 3 do modelo modificado de Wright. Para o lote de 15.600 unidades a serem produzidas antes da interrupção de 16 dias, é utilizado o primeiro tempo de processo (LC) e para o lote de 12.000, aplica-se a mesma equação, porém utiliza-se o tempo projetado pelo Fator de Esquecimento (FT) e soma-se os dois resultados.

Ex. OPN1:

Antes da Interrupção

$$\text{Tempo produção da 1ª unidade: } 3,03 \text{ min.}$$

$$\text{Total a ser produzido antes da interrupção: } 15.600 \text{ un.}$$

$$\text{Total de minuto disponível/dia} = 480 \text{ min.}$$

$$n = T_1 \times n^{(b+1)}$$

$$n = 3,04 \times 15.600^{(-0,0058924 + 1)}$$

$$n = 44.801 \text{ min.}$$

Após a Interrupção

$$\text{Tempo produção da 1ª unidade projetada pós interrupção: } 2,97 \text{ min.}$$

$$\text{Total a ser produzido antes da interrupção: } 12.000 \text{ un.}$$

$$n = T_1 \times n^{(b+1)}$$

$$n = 2,97 \times 12.000^{(-0,0058924 + 1)}$$

$$n = 33.721 \text{ min.}$$

$$\text{Tempo Total minutos} = 44.408 + 33.721$$

$$\text{Tempo Total minutos} = 78.129 \text{ min.}$$

$$\text{Tempo total em dias} = \frac{78.129}{480}$$

$$\text{Tempo total em dias} = 162,7 \text{ dias}$$

CAPÍTULO 10

Figura 6 - Projeção de Tempo Necessário para Produção do Lote pelo Método Tradicional e pelo Método da Curva de Aprendizagem e de Esquecimento

Operador	MÉTODO TRACIONAL		MÉTODO CURVA APRENDIZAGEM E ESQUECIMENTO		REDUÇÃO	
	Tempo total (min.)	Tempo total (dias)	Tempo total (min.)	Tempo total (dias)	Tempo total (min.)	Número de dias
OPN1	85008	177,1	78129	162,7	6879	14,4
OPN2	93564	194,9	69202	144,2	24362	50,8
OPN3	96324	200,7	69291	144,4	27033	56,3
OPE1	71484	148,9	65409	136,3	6075	12,7
OPE2	72036	150,1	64943	135,3	7093	14,8

Fonte: Os autores (2020).

A Figura 6 traz o tempo total previsto para fabricação do lote programado calculado pelo método tradicional, comparado com o tempo total previsto aplicando a LC/FC dos operadores. Ao aplicar no tempo de fabricação da primeira unidade fabricada o fator de aprendizagem do operador, observa-se um decréscimo no tempo total necessário para a fabricação do lote comparado com a projeção utilizando o método tradicional. A projeção para a fabricação do lote pelo OPN1, pelo método tradicional será de 85.008 minutos ou 177,1 dias, contudo, ao aplicar a quantidade aprendida levantada pelo Fator de Aprendizagem do modelo de Wright (Eq.1) e o Fator de Esquecimento deste operador ao tempo da primeira peça por ele produzida, serão necessários 78.129 minutos ou 162,7 dias para a fabricação do lote, apresentando uma redução de 6.879 minutos ou 14,4 dias no tempo necessário, em relação ao tempo total projetado pelo método tradicional; para o OPN2, 24.362 minutos ou 50,8 dias de decréscimo; para o OPN3, uma redução de 27.033 minutos ou 56,3 dias; para o OPE1 uma redução de 6.075 minutos ou 12,7 dias e OPE2 uma redução de 7.093 minutos ou 14,8 dias.

CAPÍTULO 10

Comparativo entre os métodos dos tempos unitários de produção

A Figura 7 traz um comparativo por Operador, entre o tempo padrão utilizado pelo PCP da empresa para programar a produção, o tempo médio levantado pelo Método Tradicional, o tempo médio unitário projetado pela LC/FC e o tempo médio unitário, projetado para o primeiro dia da retomada da produção considerando o Fator de Esquecimento projetado para os 16 dias de interrupção.

Figura 7 - Comparativo de tempos unitários de produção

Operador	Tempo padrão	Tempo médio Método tradicional	Tempo médio Curva de Aprendizagem e Esquecimento (*)	Tempo Projetado Curva de Aprendizagem e Esquecimento (**)
OPN1	2,40	3,08	2,86	2,97
OPN2	2,40	3,39	2,90	3,12
OPN3	2,40	3,49	2,47	3,33
OPE1	2,40	2,59	2,37	2,49
OPE2	2,40	2,61	2,35	2,55

(*) Tempo calculado para interrupções ocorridas no intervalo analisado (set a dez).

(**) Tempo projetado para uma interrupção de 16 dias.

Fonte: Os autores (2020)

O tempo utilizado pelo PCP da indústria, para a programação do lote a ser fabricado, foi de 2,40 minutos por unidade para todos os operadores (Tempo Padrão), não sendo considerado pelo PCP, a experiência dos operadores mais antigos em relação aos operadores novatos. No decorrer do processo o Tempo Padrão se mostrou menor que o Tempo levantado pelo Método Tradicional, como mostrado na Figura 7.

Contudo, a aprendizagem adquirida pelo operador pela repetição não é considerada pelo Método Tradicional, como pode ser observado nos tempos apontados utilizando a LC/FC. Tomando como exemplo o OPN1, ao considerar sua LC/FC, seu tempo unitário é de 2,86 minutos, representando uma redução de 7,14% no tempo unitário de produção comparado a 3,08 do Método Tradicional e aumento de 16,4% em relação ao Tempo Padrão. Esta diferença entre os métodos pode ser observada para todos os operadores estudados, que ao considerar a quantidade aprendida e o esquecimento provocado pelas interrupções que ocorreram no período,

CAPÍTULO 10

apontaram um tempo unitário menor que o tempo calculado pelo Método Tradicional e maior para o método do Tempo Padrão.

Estas interrupções provocaram esquecimento dos Operadores, que reduziram o número de unidades produzidas a cada parada, medidas pela sua FC. Ao computar o Fator de Esquecimento de cada operador, ao tempo unitário para fabricação do item, possibilitou a projeção do tempo unitário inicial a ser despendido pelos operadores, após a interrupção de 16 dias (de final de ano) como apontado na coluna Tempo Projetado LC/FC.

A Figura 8 mostra uma comparação entre a quantidade programada pelo PCP para cada operador, tendo como referência o Tempo Padrão, a quantidade produzida neste período e o tempo unitário realizado. Traz também o Tempo calculado pelo Método Tradicional e o Tempo calculado considerando LC/FC para a produção do lote.

Figura 8 - Comparativo entre os métodos tempo x quantidade

Operador	Tempo Padrão	Quantid. Program.	Quant. Prod.	Tempo Unit Realizado	Tempo Método Trad.	Tempo LC/FC
OPN1	2,4	15.600	13.230	2,83	3,08	2,86
OPN2	2,4	15.600	13.091	2,86	3,39	2,9
OPN3	2,4	15.600	15.036	2,49	3,49	2,47
OPE1	2,4	15.600	15.535	2,41	2,59	2,37
OPE2	2,4	15.600	15.731	2,38	2,61	2,35

Fonte: Os autores (2020)

Fica evidente na Tabela 8, ao comparar a quantidade programada pelo PCP utilizando o tempo padrão com a quantidade produzida no período, que o PCP não atendeu aos objetivos da empresa no atendimento da demanda. Se tivesse optado por utilizar para programar a produção, o tempo unitário levantado pelo Método Tradicional, os objetivos também não seriam atendidos, pois são maiores que o tempo médio realizado pelos Operadores. Observa-se através deste estudo, que o tempo projetado pela LC/FC, esteve muito próximo do tempo realizado. Tomando como exemplo o OPN1, constata-se que a diferença entre o tempo médio realizado por este operador de 2,83 minutos por unidade produzida, está bem próximo do tempo calculado pelo Método da LC/FC, de 2,86 minutos por unidade.

CAPÍTULO 10

Resultados práticos

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a importância da aprendizagem e do esquecimento na definição de estratégias de programação de produção pelo PCP da empresa, na medida que possibilita uma projeção mais acurada da previsão de entrega, ao se observar na programação da indústria, a capacidade de aprendizado, o esquecimento provocado pelas interrupções e reaprendizado pelo Operador na retomada do processo.

Os dados apresentados, permitem ao PCP inferir, durante o processo da programação da produção, na necessidade de contratação de mais operadores, ou realização de horas-extras para fazer frente as demandas, ao constatar, através da projeção de tempo necessário pela LC/FC e reaprendizagem, que a mão-de-obra de disponível não atenderá os objetivos previstos.

E finalmente, proporciona ao PCP, ferramentas para avaliação da manutenção de uma mão de obra estável, formada por trabalhadores treinados, possibilitando a ampliação da atuação da empresa em novos mercados, tanto internos como externos, evitando assim a perda de mercados.

CONCLUSÕES

Desenvolveu-se nesta pesquisa, um estudo sobre o impacto da Curva de Aprendizagem e Curva do Esquecimento no centro de trabalho de produção de assentos de cadeira de uma indústria moveleira. Para tanto foi necessário realizar um levantamento bibliográfico com o objetivo de identificar as características de aprendizagem e esquecimento dos operadores deste centro de trabalho.

Os resultados observados apontam a compreensão por parte da empresa, especificamente pelo setor de Planejamento e Controle da Produção, sobre a dinâmica que envolve o aprendizado, o esquecimento e o reaprendizado e a importância desta ferramenta para a previsão correta da capacidade de produção.

CAPÍTULO 10

O estudo desenvolvido neste estudo propiciou uma análise sobre o tempo necessário para atender a demanda, a necessidade uma política apropriada de treinamento desta mão de obra recém-contratada, para mitigar os resultados encontrados.

E por fim, esta pesquisa, exemplifica que o entendimento da *performance* de um Operador, sob a luz da teoria da *Learning Curve*, *Forgetting Curve* e consequente reaprendizagem pós interrupção, faz-se necessário, para um adequado planejamento da produção no atendimento de demandas e ampliação de mercado para a empresa.

REFERÊNCIAS

- ANZANELLO, Michel José; FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa**. Gestão da Produção, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 109-123, 2007.
- BADIRU, Adedeji. **Computational survey of univariate and bivariate learning curve models**. IEEE Transactions on Engineering Management, 39 (2), 176–188, 1992.
- BAILEY, Charles Dan. **Forgetting and the Learning Curve: A Laboratory Study**. Management Sciences, v.35, n.3, p. 340-352, 1989.
- BAILEY, Charles; MCINTYRE, Edward. **Some evidence on the nature of relearning curves**. The Accounting Review. 67(2). 368–378. 1992.
- CAPUL, Jean; GARNIER, Olivier. **Dicionário de economia e de ciências sociais**. Plátano Edições, 92-99, p.363. 1996.
- GLOBERSON, Shlomo; LEVIN, Nissan; SHTUB, Avraham. **The impact of breaks on forgetting when performing a repetitive task**. IIE Trans. 21, 376–381, 1989
- JABER, Mohamad; KHER, Hemant; DAVIS, Darwin. **Countering forgetting through training and deployment**. International Journal of Production Economics. 85, 33–46. 2003.
- JABER, Mohamad. **Learning and forgetting models and their applications**. Handbook of Industrial and Systems Engineering, p. 12-13, 2006.
- LINDEKE, Richard. **Lean automated manufacturing**. Assembly Automation. 30(2):117-123. April 2010.
- SHTUB, Avraham; LEVIN, Nissan; GLOBERSON, Shlomo. **Learning and forgetting industrial skills: an experimental model**. International Journal of Human Factors in Manufacturing. 3. 293–305. 1993.

CAPÍTULO 10

SPARKS, Catherine; YEAROUT, Robert. **The impact of visual display units used for highly cognitive tasks on learning curve models.** Computers and Industrial Engineering. 19. 351–355. 1990

WRIGHT, Theodore Paul. **Factors affecting the cost of Airplanes.** Journal of the Aeronautical Sciences, 3(4), 122-128, 1936.

CAPÍTULO

11

A visão cultural sobre a influência da Lua na vinificação artesanal

Juliana Léteka

DOI: [10.47573/aya.88580.2.5.11](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.5.11)

CAPÍTULO 11

Resumo: O artigo explora a evidência empírica da vinificação artesanal, o conhecimento recebido por meio dos sentidos dos antigos produtores de uva ao vinho, pela simples observação e experimentação do produto. A atividade principal é o cultivo e a elaboração dos vinhos de mesa artesanais embasados em antigas teorias herdadas dos antepassados, onde as fases da lua marcam o ritmo dos trabalhos. Na Colônia Mergulhão, região rural e Ecoturismo na cidade de São José dos Pinhais, no Estado do Paraná, há quatro gerações passadas nas famílias italianas, aproximadamente 30 produtores, respeitando e obedecendo as fases da lua, confirmando que o calendário lunar exerce fortes influências ao ponto de produzir o melhor vinho, provocando a oxidação de uma produção se for manipulada no período errado lunar. O trabalho apresenta também os princípios culturais de grandes produtores mundiais que são regidos pelo mesmo calendário. Alguns produtores se baseiam na Biodinâmica, onde a Lua tem papel fundamental nos dias de poda das vinhas, colheita, vinificação. Como também é fato científico que a força gravitacional da Lua provoca vibrações nas camadas mais baixas da atmosfera que se propagam para as mais altas na forma de ondas semelhantes às que surgem quando se agita uma corda, fazendo a atmosfera pulsar, agitando as moléculas dos gases, provocando a mudança na temperatura e na velocidade dos ventos, intercalados com ciclos de 12 horas e 25 minutos de duração. Há fortes indícios que a maré lunar modifique as características ambientais locais ao ponto de prejudicar a vinificação artesanal.

Palavras-chave: Calendário Lunar. Vinificação artesanal. Maré Lunar.

Abstract: The article explores the empirical evidence of artisanal winemaking, the knowledge received through the senses of former grape producers to wine, by simply observing and experimenting with the product. The main activity is the cultivation and elaboration of artisanal table wines based on ancient theories inherited from the ancestors, where the phases of the moon mark the rhythm of the works. In the Mergulhão Colony, rural region and Ecotourism in the city of São José dos Pinhais, Parana State, there have been four generations spent in Italian families, approximately 30 producers, respecting and obeying the phases of the moon, confirming that the lunar calendar has strong influences throughout point of producing the best wine, causing oxidation of a production if handled in the wrong lunar period. The work also presents the cultural principles of major world producers that are governed by the same calendar. Some producers rely on biodynamics, where the moon plays a key role in the days of vine pruning, harvesting, and winemaking. As it is also a scientific fact that the gravitational force of the moon causes vibrations in the lower layers of the atmosphere to propagate to the highest in the form of waves similar to those that arise when a string is shaken, causing the atmosphere to pulse, shaking the gas molecules. , causing the change in temperature and wind speed, interspersed with cycles of 12 hours and 25 minutes. There is strong evidence that the lunar tide changes local environmental characteristics to the point of damaging artisanal winemaking.

Keywords: Lunar Calendar. Craft Vinification. Lunar Tide.

CAPÍTULO 11

INTRODUÇÃO

A Colônia Mergulhão é conhecida no Ecoturismo como Caminho do Vinho, na cidade de São José dos Pinhais, no estado do Paraná. De acordo com sua história, teve seu início em 1999, com o intuito de dar continuidade às tradições Italianas, instaladas as primeiras famílias neste local. (Daldin, Bortolan, Bim, Juliatto, Pissaia e Possobom), e dar continuidade a produção artesanal do vinho. A Colônia Mergulhão, está localizada na área rural, entre as colônias Acyolli Murici e Rio Pequeno, a 10 Km, do centro de São José dos Pinhais. Atualmente a rota de turismo rural possui mais de 29 propriedades que recebem os turistas e realizam as vendas dos produtos coloniais, como, cantinas, adegas, restaurantes, e cafés coloniais, chácara de lazer, colhe e pague, minhocário, pesque-pague e pousadas, essas propriedades conservam até hoje a arquitetura Italiana, e outras que são moradias de famílias (CURITIBACITY, 2019).

Em uma visita técnica na Colônia Mergulhão, em conversa informal com os proprietários das pequenas vinícolas, proprietários e produtores locais, Sr Eloir Pissaia e Fernando Pissaia, da Vinicola Don Gabriel, estavam explicando sobre os tonéis que a produção de vinho estava descansando para poder ser engarrafado e comercializado, mas explicou que não estava na lua certa para tal procedimento, causando enorme curiosidade pelo fato não ser comprovado até os dias de hoje, porém explicaram que a fase da lua, a tal “Lua Forte” e a “Lua Fraca” pode causar degradação da totalidade de 27 mil litros que havia num suporte de aço inoxidável, informando que somente serviria para fazer vinagre porque o vinho se torna intragável.

O objetivo deste artigo é fazer uma pesquisa explicativa, a busca dos “por quês”, a preocupação de identificar fatores que contribuem para a crença dos produtores de uvas e vinhos, sobre a influência da Lua na sua produção. Sendo então o ponto de análise a vinificação, sendo ela o conjunto de procedimentos e processos empregados para a transformação da uva madura em vinho.

Em torno desse assunto, conversando com os demais proprietários no local, a maioria dos antigos acreditam em tais influências, os mais jovens, porém pouquíssimos não lhe dão valor algum e ainda os descendentes mais jovens que estão envolvidos no mundo científico que não aceitam nem negam por falta de provas.

CAPÍTULO 11

Em consequência de tal crença, vale lembrar certos agricultores em todas as partes do mundo, que confirmam a oposição em semear e colher, podar, entre outros preparos, a não ser em determinadas fazes da lua.

Diante de assunto complexo, a importância científica, ao mesmo tempo de auxílio para as práticas agrícolas, há necessidade da solução deste problema. Então por que não explorar a evidência empírica da vinificação artesanal? Se o conhecimento recebido por meio dos sentidos dos antigos produtores de uva ao vinho, que passaram entre várias gerações pela simples observação e experimentação do produto é fato testado e degustado como comprovação, é plausível aos sentidos olfato, tato, visão e principalmente paladar.

A atividade principal é o cultivo e a elaboração dos vinhos de mesa artesanais embasados em antigas teorias herdadas dos antepassados, onde as fases da lua marcam o ritmo dos trabalhos, e ao pesquisar percebe-se que a crença não está enraizada somente no local visitado, Colônia Mergulhão, mas também são princípios culturais de grandes produtores mundiais que são regidos pelo mesmo calendário.

Alguns produtores se baseiam na Biodinâmica, onde a Lua tem papel fundamental nos dias de poda das vinhas, colheita, vinificação, porém neste caso também entra uma análise efetuada através de Astrologia, e sabe-se que assuntos de zodíacos não é ciência, todavia há evidências que a energia emitida pelo cosmos causa fenômenos físicos devida sua interação com o planeta, mas até que ponto pode causar grandes proporções a todos os tipos de fluidos e plantas, se essa taxa de interação causa tanta variação ao preocupar grandes enólogos e agrônomos. Como também é fato científico que a força gravitacional da Lua provoca vibrações nas camadas mais baixas da atmosfera que se propagam para as mais altas na forma de ondas semelhantes às que surgem quando se agita uma corda, fazendo a atmosfera pulsar, agitando as moléculas dos gases, provocando a mudança na temperatura e na velocidade dos ventos, intercalados com ciclos de 12 horas e 25 minutos de duração. Há fortes indícios que a maré lunar modifique as características ambientais locais ao ponto de prejudicar a vinificação artesanal, todavia a dificuldade de prejudicar toda uma produção de vinificação causa espanto aos pequenos produtores quando se trata deste assunto, a influência da Lua Forte e Fraca, pois o objetivo é não perder a qualidade da bebida milenar.

CAPÍTULO 11

DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A Lua exerce sua força de atração perante a Terra com a intensidade de $1,62 \text{ m/s}^2$ e esse valor é suficiente significativo para influenciar fenômenos naturais no planeta. Como por exemplo, o movimento das marés, ocorrendo o aumento e a diminuição do nível dos oceanos. Isso ocorre porque o planeta Terra se comporta como uma bexiga de água, hora o lado que tenha a interação com a Lua, tem a massa de água deslocada em sua direção, assim no outro lado do planeta há maré baixa, e vice-versa, conhecida como marés lunares.

Também ocorre um fenômeno parecido com a atmosfera. A Lua também deforma a atmosfera cerca de 1 metro. Essa perturbação na alta atmosfera foi mapeada na escala global por uma equipe do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), onde foram coletados durante 10 anos, informações sobre a alta atmosfera da Terra, produzindo então o levantamento das variações na temperatura a altitudes superiores a 30 (trinta) quilômetros. A equipe apresentou o mapeamento em dezembro de 2013 no *Journal of Geophysical Research*. O que foi verificado é que a força gravitacional da Lua provoca vibrações nas camadas mais baixas da atmosfera que se propagam para as mais altas na forma de ondas semelhantes às que surgem quando se agita uma corda, fazendo a atmosfera pulsar (ZORZETTO, 2017), agitando as moléculas dos gases, provocando a mudança na temperatura e na velocidade dos ventos, intercalados com ciclos de 12 horas e 25 minutos de duração.

As informações obtidas sobre a estratosfera e a mesosfera, na escala que se estende da latitude 50 Norte, altura do Canadá e da Rússia, até a latitude 50 Sul, a Nova Zelândia e o sul do Chile e da Argentina, foram verificados com o auxílio do satélite *Timed*. Esses dados coletados de 2002 a 2012 demonstram que há picos de maiores temperaturas nos meses de dezembro e janeiro, todavia valores menores entre março e maio. Outro fato interessante, que no Hemisfério Norte, também há maior variação de junho a setembro no hemisfério Norte e em novembro e dezembro no hemisfério Sul (ZORZETTO, 2017).

O físico Paulo Prado Batista do grupo de pesquisa do INPE explica que as variações dependentes da latitude ocorrem devido a órbita da Lua ao redor da Terra não é circular, e pela influência combinada da Lua e do Sol sobre a temperatura da

CAPÍTULO 11

atmosfera. Concluindo que a Lua modifica a temperatura da atmosfera pela atração gravitacional, enquanto o Sol altera a temperatura pela energia que fornece diretamente na forma de radiação (ZORZETTO, 2017).

Outro resultado do grupo do INPE foi a constatação da variação longitudinal, ocorrendo também mudanças de temperatura em alguns meses do ano nas regiões da alta atmosfera localizadas sobre a Amazônia, a África e o Oceano Pacífico.

O engenheiro Clezio De Nardin do Centro de Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (Embrace) do Inpe, cita a importância do mapeamento global do efeito das marés:

[...] marés lunares são um dos três fatores que disparam a formação de bolhas na ionosfera. Os outros dois motivos são: os campos elétricos ao redor do equador e os fenômenos meteorológicos como a formação de nuvens de tempestade, o deslocamento de frentes frias ou ventos intensos na camada mais baixa da atmosfera (troposfera), onde estão 90% dos gases.

Ainda explica que os períodos de marés lunares mais intensas coincidem com a temporada de bolhas, regiões com menor densidade de íons, na ionosfera, que vai de novembro a março. Elas começam a se formar em geral no início da noite a cerca de 250 km de altura na região do equador magnético da Terra, próximo ao equador geográfico (ZORZETTO, 2017).

Percebe-se que a atmosfera está em contínuo movimento, não somente pela radiação solar sobre a superfície do planeta, como também fortemente influenciada pelas marés lunares. Também a mistura de constituintes, aquecimento diferencial e a rotação da Terra produzem um conjunto uma estratificação à atmosfera permitindo que seja classificada de acordo com diversos aspectos (TASCIONE, 1988). Logo existe a variação da composição química, perfil de temperatura, grau de ionização, estado de mistura dos constituintes e outros aspectos (OLIVEIRA, 2007; HARGREAVES, 1979), os quais podem apresentar a introdução de princípios biodinâmicos na vinificação.

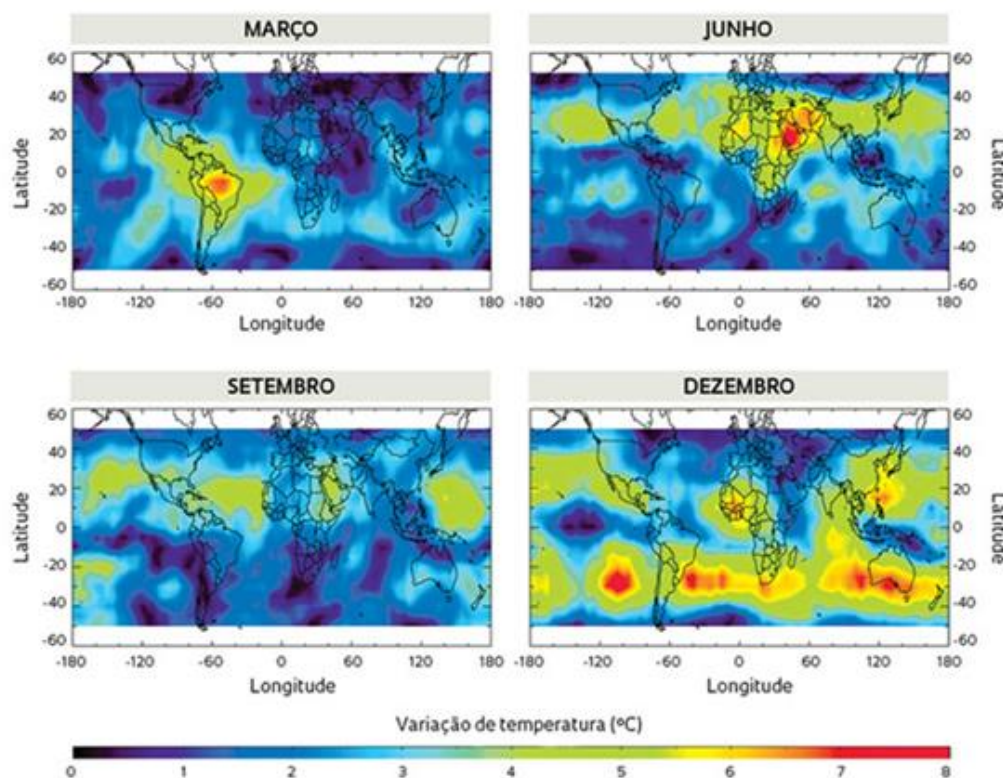
De acordo com o estudo de Alan de Andrade Monteiro, surgem fontes de modulação nas estruturas de vento e temperatura na mesosfera e baixa termosfera, em conjunto com a radiação solar, as partículas energéticas se propagam em altitudes mesosféricas, causando depressões no solo, convecções troposféricas, processos aurorais e outras fontes (TAYLOR et al. 1990). Essas fontes de modulação

CAPÍTULO 11

desenvolvem o transporte de energia da baixa atmosfera para a média atmosfera, influenciando, significativamente, a estrutura térmica e a escala global de circulação das regiões (FRITS *et al.*, 2003).

A seguir imagens que demonstram as oscilações da atmosfera a 108 km de altura, decorrentes de perturbações causadas pelas marés lunares e pelo relevo:

Figura 1 - A influência de continentes e mares (ZORZETTO, 2017).



O objetivo deste artigo é fazer uma pesquisa explicativa, a busca dos “por quês”, a preocupação de identificar fatores que contribuem para a crença dos produtores de uvas e vinhos, sobre a influência da Lua na sua produção. Sendo então o ponto de análise a vinificação, sendo ela o conjunto de procedimentos e processos empregados para a transformação da uva madura em vinho. Fazendo levantamentos, visitas nas vinícolas artesanais da região da Colônia Mergulhão, a maioria dos produtores locais utilizam fases da Lua, respeitando todo o processo com as condições das tais “Lua fraca e Lua forte”.

A Colônia Mergulhão é conhecida no Ecoturismo como Caminho do Vinho, na cidade de São José dos Pinhais, no estado do Paraná. De acordo com sua história, teve seu início em 1999, com o intuito de dar continuidade às tradições Italianas, instaladas as primeiras famílias neste local. (Daldin, Bortolan, Bim, Juliatto, Pissaia, e

CAPÍTULO 11

Possobom), e dar continuidade a produção artesanal do vinho. A Colônia Mergulhão, esta localizada na área rural, entre as colônias Acyolli Murici e Rio Pequeno, a 10 Km, do centro de São José dos Pinhais. Atualmente a rota de turismo rural possui mais de 29 propriedades que recebem os turistas e realizam as vendas dos produtos coloniais, como, cantinas, adegas, restaurantes, e cafés coloniais, chácara de lazer, colhe e pague, minhocário, pesque-pague e pousadas, essas propriedades conservam até hoje a arquitetura Italiana, e outras que são moradias de famílias (CURITIBACITY, 2019).

Em torno desse assunto, existem três correntes no local, a maioria dos antigos acreditam em tais influências, os mais jovens porém pouquíssimos não lhe dão valor algum e ainda os descendentes mais jovens que estão envolvidos no mundo científico que não aceitam nem negam por falta de provas. Em consequência de tal crença, existem também certos agricultores, que confirmam a oposição em semear e colher, podar, entre outros preparos, a não ser em determinadas fazes da lua, trazendo com isso, às vezes, grandes prejuízos às suas plantações. Diante de assunto complexo, a importância científica, ao mesmo tempo de auxílio para as práticas agrícolas, a solução deste problema.

De acordo com a Agência EMBRAPA de Informação e Tecnologia, os engenheiros Celito Crivellaro Guerra e Gildo Almeida da Silva, explicam as etapas da transformação da uva madura em vinho. Citam que a colheita da uva é manualmente e em tempo seco, nas primeiras horas da manhã devido ao problema de refrigeração. Na recepção da uva na vinícola, a uva é pesada e o grau glucométrico é determinado o potencial alcoólico. Ao chegar à vinícola vai direto para a esmagadora/desengaçadora, a qual separa o engaço e esmaga as uvas, sem triturar as cascas e sementes. Explicam que na vinificação em tinto, o esmagamento das uvas libera o suco contido na polpa e facilitar a dissolução da matéria corante durante a maceração, enquanto para uvas brancas, o desengace sem esmagamento. Em seguida a uva é prensada inteira. O responsável pela enologia deve se a ter nas principais propriedades do SO₂, pois se tem a ação seletiva sobre as leveduras, ação antioxidante, anti-oxidásica e conservante.

Os engenheiros Celito e Gildo também fazem referência a utilização de enzimas pectinolíticas, que podem ser adicionados sobre a uva esmagada ou sobre o

CAPÍTULO 11

mosto na saída da prensa, no caso de vinificação em branco e sua importância é aumentar o rendimento da uva em mosto, facilitando a filtração e a clarificação de mostos e vinhos e contribui para a obtenção de vinhos mais límpidos. Citam que na vinificação em branco, há necessidade da separação dos constituintes sólidos do mosto (borras), onde a desborra é feita por decantação das borras, acelerada pelo resfriamento do mosto. É também utilizada durante a fase pós-fermentativa (estabilização) na elaboração de vinhos brancos e tintos, em procedimentos denominados trasfegas. A EMBRAPA ainda ressalta as leveduras, que são os microrganismos que transformam o açúcar contido no mosto da uva em álcool etílico e outros compostos.

No site da EMPRAPA tem-se a informação que para a obtenção de cada 1°GL de álcool, são necessários 17g/L de açúcar na uva. Devendo sempre se preocupar com a conservação e qualidade do vinho, pois é necessário que contenha cerca de 12°GL. Os engenheiros Celito Crivellaro Guerra e Gildo Almeida da Silva continuam explicando no artigo, que a uva madura deveria conter mais de 200g/L de açúcar, ou cerca de 22° Brix. A legislação brasileira estabelece que a chaptalização não deva ultrapassar a correção máxima de 3 °GL, quer dizer que se a uva não contiver o teor necessário de açúcar, deve-se adicionar açúcar. Em seguida os engenheiros citam que vinificação em tinto, a fermentação alcoólica pode ser dividida em tumultuosa e lenta. Explicam:

[...] a fermentação tumultuosa caracteriza-se pela grande atividade das leveduras, gerando elevação da temperatura e grande liberação de gás carbônico, que empurra as partes sólidas para a parte superior do recipiente formando o "chapéu de bagaço". Na vinificação em branco com controle de temperatura a fase tumultuosa é menos evidente, uma vez que o ajuste da temperatura para cerca de 15°C evita que a fermentação se acelere. Os fatores que afetam a fermentação alcoólica são: teor de açúcar da uva; álcool; compostos nitrogenados; oxigênio; dióxido de carbono e temperatura. É uma das mais importantes etapas da vinificação em tinto. Nela ocorre a extração dos compostos contidos nas partes sólidas da uva. A mesma deve ser seletiva, permitindo a máxima extração dos compostos que concorrem para a qualidade do vinho e limitando ao máximo a extração dos que concorrem para limitá-la.

Como explicado anteriormente, nesta fase percebe-se que toda modificação na atmosfera causada pela influência da Lua e a radiação solar pode prejudicar fortemente essa fase da fermentação, onde qualquer alteração definem vinhos com qualidade negativa duvidosa podendo tornar o vinho intragável.

CAPÍTULO 11

A próxima operação, a qual se acompanha a explicação feita pela EMBRAPA, é a remontagem, que consiste na etapa da maceração na vinificação em tinto, onde trata-se de uma maneira de homogeneizar as fases sólida e líquida, dado que a fase sólida concentra-se na parte superior do recipiente, durante a fermentação, resumindo é a separação do líquido da fase sólida. Os engenheiros Celito e Gildo explicam que após essa operação, descubre para os vinhos tintos e no início da vinificação para vinhos brancos, possibilita um aumento de rendimento de 10 a 15%, pela extração do vinho retido nos interstícios das partes sólidas. Explicam que é a transformação do ácido málico em ácido láctico, onde os vinhos tintos são beneficiados com a fermentação adquirindo maior complexidade aromática, suavidade e maciez gustativa. Doravante que é indesejável na maioria dos vinhos brancos, para os quais uma acidez mais pronunciada é realça o aroma e equilibra o sabor.

Continuando com a explicação fornecida pela Embrapa, a próxima etapa é a transferência do vinho de um recipiente para outro, visando separá-lo dos sólidos insolúveis que sedimentam no fundo da cuba ao final da fermentação. Os engenheiros da Embrapa frisam que deve-se consistir em manter completamente cheios os recipientes de estocagem, evitando o contato do vinho com o ar, pois pode gerar oxidação descontrolada ou condições para o desenvolvimento de bactérias nocivas à qualidade. Devem ser realizados logo após a fermentação malolática e repetidos sempre que houver necessidade. Em seguida ocorre a estabilização, onde é a fase que sucede as fermentações alcoólica e malolática. Após filtração para retirada de micropartículas e para a estabilização microbiológica do vinho.

Aqui aparece definitivamente o respeito à influência Lunar sobre todo o processo de produção. Nessa fase, o vinho pode ser engarrafado, mas os produtores artesanais somente fazem a abertura do tonel se for período de “Lua Fraca”, onde consideramos Lua Minguante e Lua Nova. Os colonos da região de São José dos Pinhais confirmam que se abrirem na fase da “Lua Forte”, Lua Cheia e Lua Crescente, pode colocar o tonel inteiro para descarte ou no máximo produzir vinagre de vinho.

Somente depois de engarrafados, o vinho deixa de estar sob um ambiente oxidante e passa a estar sob um ambiente redutor. Nessas condições, desenvolve o aroma terciário, ou de envelhecimento. Este aroma, por ser bastante complexo e sentido na degustação buco-nasal, é denominado buquê. O tempo de envelhecimento

CAPÍTULO 11

em garrafa é determinado pelo potencial de cada vinho, variando de alguns meses a vários anos (GUERRA, 2018).

Conforme João Afonso na Revista Adega, o vinho intragável ou de péssima qualidade pode ser originado pela técnica, armazenagem, acondicionamento das garrafas, ou de rolhagem. Em relação à influência da Lua sobre a vinificação é enquadrado como parte técnica, e com a preocupação dos produtores é a parte que provoca mais defeitos no vinho, ocorrendo aos primeiros tratos de produção, pode ser atribuído a falhas técnicas enológicas. De acordo com João Afonso existem outros problemas que podem influenciar na qualidade do vinho, como a falta de higiene pela ineficaz desinfecção do equipamento vinário, mosto desequilibrado, fermentação mal acompanhada, deficiente proteção do vinho contra o oxigênio, má utilização de sulfuroso, deficiente acompanhamento do vinho em barrica ou enchimento de garrafas sujas, excessivo arejamento do vinho, manifestados a curto, médio ou longo prazo em alterações de ordem microbiana, oxidásica ou química.

Também deve ser considerado o envelhecimento na garrafa na elaboração da qualidade dos vinhos, pois segundo Roselló (2015), durante o tempo de armazenamento na garrafa, o vinho sofre complexas alterações químicas que podem afetar a composição aromática, as sensações na boca, a cor e a nível coletivo, a percepção da qualidade do produto, cabendo aos pesquisadores e estudiosos do vinho buscar soluções para esses casos (SILVA *et al.*, 2018).

De acordo com o produtor da Colônia Mergulhão, Eloir Pissaia, da Vinícola Don Gabriel, ao não respeitar a fase lunar, o vinho apresenta certa acidez volátil/Acetato de Etilo, característico de aroma de vinagre no caso de formação de ácido acético. Isso ocorre devido a contaminação do vinho com bactérias acéticas que degradam o álcool produzindo ácido acético e gás carbônico. A formação de um elemento não é proporcional à do outro, pois o segundo deprecia mais o vinho que o primeiro. A bactéria acética é ubíqua, mas pH baixo, baixas temperaturas e ambiente anaeróbio inibem-nas (PEDRAJO, 2017).

Especialistas do mundo do vinho estão levando em conta a teoria da influência lunar na vinificação e acreditam que o gosto do vinho não depende apenas de um bom enólogo, mas também de "uma força maior". Em 1950, a alemã Maria Thun, desenvolveu um calendário que classificava os dias como fruta, flor, folha e raiz, de

CAPÍTULO 11

acordo com a posição da lua e das estrelas. Jo Aherne, produtor de vinhos da Marks & Spencer, percebeu que existe a influência em dias de degustações, contou que seus *vinhos foram muito apreciados e ganharam notas ótimas, em outras, eram um desastre e nós não conseguimos entender o porquê. Todos os vinhos haviam sido fabricados, guardados e engarrafados juntos. Até que alguém aqui da vinícola checou o calendário lunar e descobriu que nossas degustações foram feitas em dias diferentes.* Na Les Caves de Pyrène também respeita as fases da Lua, pois Doug Wregg, diretor de vendas do local, afirma que quanto mais pesquisa, mais aceita o poder do calendário.

Vinhos que têm bons aromas e sabores frutados em um dia são bem menos atrativos em outros. Eu acho que existem outras variáveis que também devem ser levadas em conta, mas sem dúvidas, o poder da lua está claro.

O estudioso Alberto Pedrajo publicou na Revista Sociedade da Mesa, sobre o mesmo tema, como a Lua influencia os vinhos, explicando que foi entrevistar os proprietários de bodegas familiares, e que estes mantinham a atividade do cultivo e da elaboração de seus vinhos embasados em antigas teorias herdadas de antepassados. Também presenciou o costume das fases da lua, as quais marcam o ritmo dos trabalhos na vinha e dentro da bodega, e não era somente ali, mas também antes de trasfegar o vinho e também antes do engarrafar.

Alberto Pedrajo destaca a importância da Biodinâmica em todo o processo. Então ao tentar compreender melhor sobre o que significa Biodinâmica na Viticultura, encontrou-se uma Cartilha do Projeto Piloto, Viticultura Biodinâmica na Serra Gaúcha. Nesta cartilha do Centro Ecológico do Rio Grande do Sul, contém informações para todo o processo, onde os produtores orgânicos buscam uma qualificação mais refinada para a produção biodinâmica de uvas, como:

Segundo dados de pesquisas, os produtos biodinâmicos, além da produtividade competitiva e da ausência de agrotóxicos, apresentam algumas vantagens qualitativas, entre elas: teores mais altos de matéria seca, proteína verdadeira, vitaminas, minerais e melhor conservação de armazenagem.

A Cartilha do Projeto Piloto explica que o método biodinâmico permite a compreensão das relações dentro do organismo unidade de produção agrícola, se preocupando com todo o sistema, analisando a produtividade e qualidade das plantas que resultam da influência de dois grupos de relações ambientais: as terrestres e as

CAPÍTULO 11

cósmicas. Também cita que entre as cósmicas, nos últimos 50 anos tornaram-se os mais conhecidos pelos fenômenos biológicos o calor e a luz. Plausível lembrar que a Lua afeta for sua gravitacional além das marés, também a atmosfera, fazendo com que a Ionosfera tenha variação iônica, podendo haver alteração na intensidade de raios até o solo, agitando as moléculas, aumentando sua energia cinética, variando realmente a temperatura e a presença de vapor de água proveniente da evapotranspiração que se processa tanto nas superfícies líquidas, a umidade do ar, pois a baixa umidade relativa do ar é sempre um motivo de preocupação. Um exemplo simples é a presença de micro-organismos nas rolhas e pode contamina o vinho. As rolhas se tornam ressecadas perdendo a elasticidade, encolhem de tamanho, problematizando a vedação da garrafa que favorece a entrada e saída de ar, influenciando a oxidação do vinho.

Alberto Pedrajo cita em seu artigo na Revista Sociedade da Mesa sobre as famosas vinícolas que obedecem ao sistema biodinâmico:

A qualidade destaca-se, especialmente, no exemplo marcante da vitivinicultura francesa de alto nível, no qual as técnicas biodinâmicas de produção para vinhos das mais famosas denominações de origem (*appellations d'origine contrôlée: Romanée-Conti, Chambertin, Pommard, Hermitage, Saint-Joseph e Loire*) são capazes de proporcionar a manutenção da sanidade a par de sua identidade qualitativa (*terroir*) essencial. Também existem excelentes vinhos biodinâmicos e orgânicos produzidos na Argentina, Chile e Brasil, como no valioso exemplo pioneiro dos produzidos pela Vinícola *Juan Carrau*, na fronteira do Rio Grande do Sul com o Uruguai. Experimentos controlados na Califórnia (EUA), encontraram vantagens significativas na qualidade das uvas, vinhos e na fertilidade do solo obtidos no sistema biodinâmico, quando comparados ao sistema apenas orgânico.

A Biodinâmica também foi desenvolvida pelo Dr. Rudolf Steiner com base em Ciências Naturais com ênfase em Antroposofia, onde seu estudo tinha influência parecida com a Homeopatia, analisava materiais que pudessem ser classificados como medicamentos para a Terra, enfatizando que o planeta se encontra com menos força vital devido ao uso de agrotóxicos, formas de poluição, causando um desequilíbrio ambiental (CARTILHA PROJETO PILOTO, 2017).

Na Cartilha do Projeto Piloto, sobre Viticultura Biodinâmica na Serra Gaúcha. do Centro Ecológico do Rio Grande do Sul, explica sobre a importância da relação da trajetória sideral da lua e o crescimento vegetal, acentuando o desenvolvimento de partes específicas das plantas, sendo elas a raiz, folha, flor, fruto. Todavia a

CAPÍTULO 11

biodinâmica segue a ordem dos quatro trígono do zodíaco, porém a *Astrologia* não é considerada uma *ciência* porque ela não obedece ao método científico contemporâneo.

Como os vinicultores estão se baseando em fatos empíricos, que são fatos que vem da experiência da pessoa, nada disso é comprovado cientificamente, seguem-se as explicações sobre Biodinâmica citada na Cartilha, e não somente na plantação das parreiras, mas também há melhores dias para beber vinho, onde se respeita uma divisão, são eles, os dias de raiz, os dias de flor, os dias de folha e os dias de fruta, que são divididos de acordo com a passagem da lua por determinados signos do zodíaco.

Porém o mais interessante que na biodinâmica, Alberto Pedrajo explica sobre a sabedoria popular:

[...] quando se engarrafa o vinho na lua cheia evita-se que o vinho fique turvo e também elimina a necessidade de tratamentos de clarificação ou estabilização. Também explica que a lua quando na fase crescente, acelera os fluidos nos seres vivos e seu entorno, as marés sobem, a atmosfera modifica, a sálvia flui com mais força, e o vinho já elaborado, devido ao conteúdo gasoso em seu interior, fica mais instável. Por isso, se nos dias de lua crescente o vinho é trasfegado, clarificado ou filtrado e engarrafado, ele terá a tendência de ser instável. Com risco de piorar, e de maneira mais rápida. Por isso, em dias de lua crescente é melhor não mexer no vinho. E, muito menos, engarrafá-lo. Por outro lado, durante a minguante, os ritmos decrescem. E é o momento propício para podar, para que a planta cicatrize logo, evitando que os parasitas a ataquem.

Na Vinificação não há dúvidas sobre a influência da Lua na produção do vinho, do início do plantio, das podas das parreiras, do momento da colheita, em todos os processos, até mesmo no calendário para fazer degustações e aproveitar melhor o conteúdo de uma garrafa, isso não se altera para grandes produtores até os coloniais que manuseiam vinho artesanalmente.

Na Colônia Mergulhão, na cidade de São José dos Pinhais, são mais de 4 gerações que a família italiana produzem seus vinhos de mesa, desde os primeiros imigrantes em solo paranaenses e a ideia de que os vinhos se mostram melhor em algumas fases da lua do que em outros segue nos princípios e valores dos colonos produtores. Se o procedimento deve ser biodinâmico, em que esse satélite da Terra tem papel fundamental nos dias de poda das vinhas, colheita, vinificação, ou que a força gravitacional da lua realmente é capaz de modificar as características ambientais

CAPÍTULO 11

locais ao ponto de prejudicar a produção, tornando o vinho intragável, porém a certeza foi que dessas bases empíricas surgiu o calendário lunar para enófilos. Deixando uma suposta ideia para um futuro tema de pesquisa baseados em dados experimentais para auxiliar a área de vinificação e sua primordial qualidade dos bons vinhos ofertados ao seu cliente final.

REFERÊNCIAS

AFONSO, João. Revista Adega. Principais defeitos do vinho. 2019. Disponível em: <https://revistaadega.uol.com.br/artigo/principais-defeitos-do-vinho_6468.html>.

CENTRO ECOLÓGICO. Revista eletrônica. Cartilha sobre Viticultura Biodinâmica na Serra Gaúcha. Disponível em:< <http://www.centroecologico.org.br/cartilhas/ViticulturaBiodinamicaNaSerraGaucha.pdf>>.

CURITIBA CITY. Revista Eletrônica disponível em: <<http://www.curitibacity.com/pt/caminho-do-vinho.html>>.

GUERRA, Celito Crivellaro; SILVA, Gildo Almeida da. EMBRAPA. Brasília. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000gasuo51v02wx5ok04xjloy1d1b300.html>.

MONTEIRO, Alan de Andrade. Estudo do acoplamento Mesosfera-Ionosfera por meios de ondas de Gravidade. Tese de Mestrado defesa na Universidade do Vale do Paraíba, 2012.

PAULINO, A.R *et al.* A global view of the atmospheric lunar semidiurnal tide. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. v. 118, p. 13.128-139. 16 dez. 2013.

ROSELLÓ, J. (Org.). Valorización enológica del corcho de corcho: reducción de organoclorados y contribución de compuestos positivos al vino. 1 ed. Espanha: VITEC - Parc Tecnològic del Vi, 2015. 61 p.

ROSELLÓ, J. ; PUXEU, M. ; COQUE, J-J. R. Estudio sobre el origen del 2,4,6-Tricloroanisol (TCA) en el corcho. In: ROSELLÓ, J. (Org.). Valorización enológica del corcho de corcho: reducción de organoclorados y contribución de compuestos positivos al vino. 1 ed. Espanha: VITEC - Parc Tecnològic del Vi, 2015a. 61 p.

_____. Estudio del perfil sensorial de los tapones de corcho natural para vinos tranquilos. In: ROSELLÓ, J. (Org.). Valorización enológica del corcho de corcho: reducción de organoclorados y contribución de compuestos positivos al vino. 1 ed. Espanha: VITEC - Parc Tecnològic del Vi, 2015b. 61 p.

SILVA, Nicole Cavalcanti. BRITO, Otávio Henrique Miranda de. Estudo da Influência de Microrganismos e da Rolha de Cortiça para a Decomposição Físico-Química do Vinho. 12º. Congresso Nacional dos Estudantes de Saúde, 2018.

CAPÍTULO 11

ZORZETTO, Ricardo. PESQUISA FAPESP. São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://revista.pesquisa.fapesp.br/2014/03/10/sob-efeito-da-lua/>>.

CAPÍTULO

12

A produção de hidromel com receitas alternativas

Simone Maria Klok

Bruno dos Santos Aersa

Hallanys Leticia Alves

Poliane dos Santos de Andrade

Ricardo Oliveira Rodrigues

DOI: [10.47573/aya.88580.2.5.12](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.5.12)

CAPÍTULO 12

Resumo: O hidromel é produzido há milhares de anos antes mesmo do vinho e da cerveja, possui graduação alcoólica entre 4 a 14%. O hidromel apresenta-se como uma alternativa complementar na renda familiar de apicultores, agregando valor aos produtos, com tecnologias relativamente simples. O objetivo deste estudo foi produzir uma nova variedade de hidromel pela adição de novos elementos à receita tradicional de hidromel assim como aproveitar as leveduras para a produção de pães especiais.

Palavras-chave: Hidromel. Atividade econômica. Fermentação.

The mead production with alternative revenues in teaching chemistry

Abstract: Mead has been produced for thousands of years even before wine and beer, with an alcohol content of between 4 and 14%. Mead is a complementary alternative to beekeepers' family income, adding value to products with relatively simple technologies. The aim of this study was to produce a new variety of mead by adding new elements to the traditional mead recipe as well as using yeast for the production of specialty breads.

Keywords: mead. economic activity. fermentation.

CAPÍTULO 12

INTRODUÇÃO

A apicultura é uma das atividades mais antigas e importantes do mundo. O principal produto proveniente da apicultura é o mel, alimento natural de grande valor nutritivo e funcional, contém cerca de 200 substâncias sendo as principais: açúcares, água, minerais, proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, flavonoides, enzimas e outros fitoquímicos (PEREIRA, 2008). No processo de extração do mel há perdas consideráveis do produto, pois quantidades significativas ficam retidas nos utensílios e equipamentos utilizados na atividade. O mosto proveniente da lavagem destes materiais apresenta grandes concentrações de mel (FERNANDES *et al.*, 2009). Neste contexto a produção de hidromel é bastante viável pelo aproveitamento destes resíduos, tornando-se uma alternativa complementar na renda familiar de apicultores, agregando valor aos produtos, com tecnologias relativamente simples. O hidromel é o vinho do mel, uma bebida fermentada à base de mel, água e levedura, podendo ser adicionado ervas, especiarias e frutas. O objetivo deste estudo foi produzir uma nova variedade de hidromel pela adição de novos elementos à receita tradicional de hidromel assim como aproveitar as leveduras para a produção de pães especiais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em tempos remotos o hidromel era produzido pela fermentação alcoólica de micro-organismos naturalmente presente no mel, assim muitas vezes o produto obtido era impossível de ser consumido. Atualmente leveduras comerciais têm sido usadas para reduzir os riscos de contaminação e para se ter maior controle durante o processo fermentativo. A levedura da estirpe *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na produção de vinho, champagne e de cerveja, tem sido utilizada com sucesso na produção de hidromel (ROLDAN *et al.*, 2011).

As etapas de produção do hidromel são: esterilização do material, preparação do mosto, inoculação de leveduras, fermentação, clarificação, maturação e envase. O "meio de fermentação ideal" não se encontra bem definido na literatura, tendo em vista

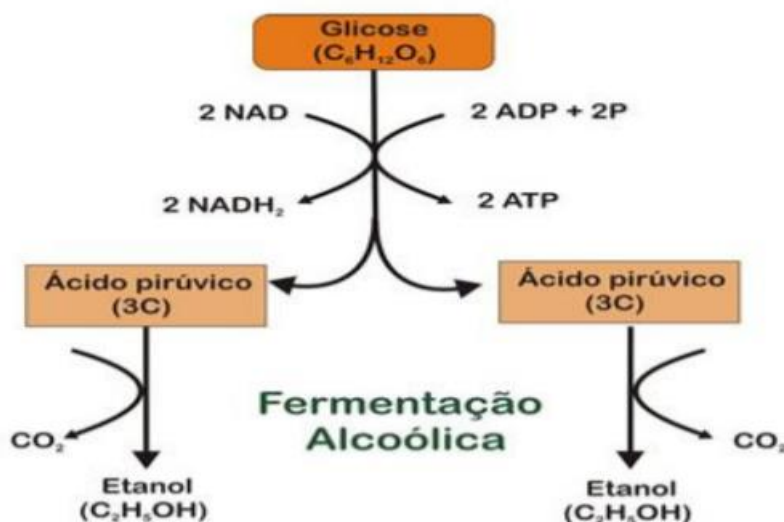
CAPÍTULO 12

as muitas receitas disponíveis em meio eletrônico, logo o processo de fermentação adquire um toque pessoal de quem o executa.

No preparo do mosto as diluições (mel:água) mais usuais são 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3. O pH do mosto deve estar dentro de uma faixa de 3,7 - 4,0 para iniciar a fermentação. Os aditivos indicados para o ajuste do pH são: o carbonato de cálcio, carbonato de potássio, bicarbonato de potássio, ácido tartárico, cítrico ou láctico.

No processo fermentativo as leveduras convertem os açúcares (glicose e frutose) em etanol conforme apresentado na Figura 1. O processo de conversão que ocorre dentro da célula é dividido em duas etapas: A primeira etapa é a conversão do monossacarídeo em ácido pirúvico (piruvato), isso acontece através de uma sequência de dez reações enzimáticas, esta etapa é conhecida como glicólise. A segunda etapa acontece a partir do ácido pirúvico, em condições de anaerobiose ocorre fermentação alcoólica propriamente dita, dando origem então ao produto final mais comum neste processo, o etanol (MADIGAN *et al.*, 2010).

Figura 1 - Conversão da Glicose em etanol pela ação das leveduras



Fonte: Madigan *et al.* (2010)

A maturação do hidromel confere a esta bebida características singulares tanto nos aspectos sensoriais (sabor agridoce e aroma picante) quanto nos espectros físico-química do produto final. O envelhecimento deve ocorrer em ambiente controlado, com temperaturas baixas e ao abrigo da luz. O recipiente utilizado para a maturação do hidromel pode conferir cor, aroma e sabor ao produto final. Neste sentido recipiente de vidro podem ser utilizados amplamente desde que restrinjam a

CAPÍTULO 12

entrada de luz; tonéis confeccionados de madeiras que conferem características particulares ao hidromel dependo da madeira utilizada qualidade (FARIA, 2000).

A clarificação ocorre após a maturação, o fermentado é trasfegado, isto é, o líquido é transferido para outro recipiente, separando-o da borra depositada no fundo. A clarificação do hidromel, além das operações de trasfega, pode ser beneficiada com o emprego da filtração e o uso de agentes clarificante, com objetivo de reduzir turbidez, causada por substâncias em suspensão (leveduras, pólen e resíduos).

Na estocagem do hidromel deve-se escolher um local escuro, ou seja, protegido de luz solar direta e até da iluminação artificial. A umidade pode influenciar, negativamente, em uma garrafa de hidromel – se o nível de umidade estiver muito baixo, as rolhas vão secar e mingar, o que permite a entrada de oxigênio na garrafa e a conseqüente oxidação do hidromel. Para aumentar a vida de prateleira da bebida a pasteurização pode ser empregada. O processo de pasteurização consiste no aquecimento do hidromel até a temperatura de 62,5 °C por 15 minutos ou 63 °C por 5 minutos e posterior envase a quente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente procedeu-se a esterilização de todo o material a ser utilizado na produção do Hidromel, para evitar contaminação ao longo do processo fermentativo. A esterilização foi feita com a fervura dos recipientes depois com a utilização de álcool etílico 70%. O recipiente utilizado para a produção de hidromel foi um Kitassato de 1L, já com as mangueiras acopladas para a saída do CO₂ produzido durante a fermentação. Conforme Figura 2.

CAPÍTULO 12

Figura 2 – Kitassato esterilizado para produção do hidromel



Fonte: Os autores (2019).

No preparo do mostro a diluição utilizada foi 1:3. O pH do mosto foi mensurada em 4,0 para iniciar a fermentação, ideal para o início da fermentação. Como o mel estava cristalizado foi necessário aquece-lo em banho-maria, conforme Figura 3.

Figura 3 – Aquecimento do mel



Fonte: Os autores (2019).

Após procedeu-se a mistura de mel e água, conforme Figura 4.

CAPÍTULO 12

Figura 4 – Diluição de água e mel



Fonte: Os autores (2019).

Para a fermentação do hidromel foi empregado a levedura da estirpe *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levedura tem potencial de crescimento abaixo de 40°C. Neste experimento foi utilizado o fermento úmido para acelerar o processo de fermentação. Foi mensurado a temperatura para garantir a eficiência da levedura, conforme Figura 5.

Figura 5 – Acompanhamento da temperatura



Fonte: Os autores (2019).

Devido ao elevado teor de açúcares no mel, o processo fermentativo do hidromel é lento, realizando a mistura correta dos nutrientes necessários, a fermentação ocorre quase que naturalmente. O processo de fermentação é uma

CAPÍTULO 12

cadeia complexa de reações onde as leveduras transformam as moléculas de açúcar em duas moléculas mais simples, uma de etanol e outra de dióxido de carbono.

Foram criadas 3 receitas alternativas de hidromel empregando-se: suco de laranja e casca de laranja, mirtilo, frutas vermelhas e uva:

Receita 1 – receita tradicional de hidromel;

Receita 2 – adição de 200 mL de suco de laranja de 150 gramas de casca de laranja;

Receita 3 – adição de 350 gramas de uva;

Receita 4 – adição de 200 frutas vermelhas (morango e amora) e 150 gramas de mirtilo.

Os ingredientes utilizados em todas as receitas são apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Frutas utilizadas para elaboração de receitas alternativas de hidromel



Fonte: Os autores (2019).

Os ingredientes foram todos pesados em balança semi-analítica para respeitar a proporcionalidade correta da receita, conforme Figura 7.

CAPÍTULO 12

Figura 7 – Ingredientes sendo pesados



Fonte: Os autores (2019).

Importante ressaltar que todas as frutas utilizadas devem ser de boa qualidade e previamente higienizadas para não comprometer a qualidade do hidromel, conforme Figura 8.

Figura 8 – Frutas empregadas na aromatização do hidromel



Fonte: Os autores (2019).

Após todos os ingredientes higienizados e devidamente pesados, eles foram sendo adicionados um a um ao Kitassato. O recipiente recebeu uma proteção com

CAPÍTULO 12

papel alumínio para evitar o contato direto com a luz, e uma rolha previamente esterilizada para evitar contato como o oxigênio, conforme Figura 9.

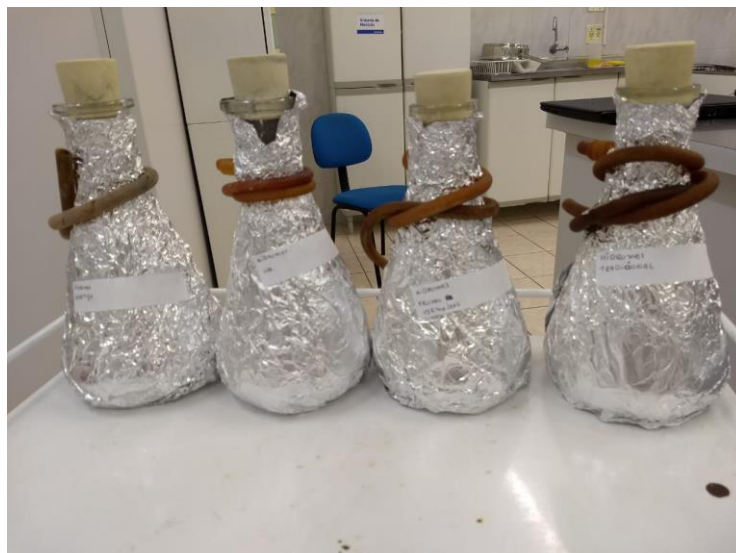
Figura 9 – Kitassato sendo fechado com rolha e recebendo papel alumínio como cobertura externa para proteção da luz.



Fonte: Os autores (2019).

Os Kitassatos devidamente protegidos e identificados foram guardados em ambiente com temperatura constante e sem contato direto com a luz solar, conforme Figura 10.

Figura 10 – Kitassato com hidromel em processo de fermentação.



Fonte: Os autores (2019).

CAPÍTULO 12

Se as condições de fermentações não forem as ideais, as leveduras podem ficar estressadas, o que resulta na produção alguns álcoois como heptanol e octanol e além compostos fenólicos ruins.

RESULTADOS ESPERADOS

Conforme literatura o período mínimo de fermentação para a produção de hidromel é de 30 dias. Após este prazo o hidromel será filtrado e depois armazenado em frasco próprio sem entrada de oxigênio. A estocagem do hidromel produzido será em local escuro, protegido de luz solar direta e da iluminação artificial e principalmente isento de umidade. Também de acordo com a literatura o ideal é que o período de estocagem seja de no mínimo de 30 dias para acentuar o sabor do hidromel.

Ao final do processo espera-se obter um hidromel de aspecto límpido com uma coloração mais translúcida do que o mel, um teor alcoólico em torno de 12%. Também será realizado a produção de pães com as leveduras que restarem do processo de fermentação do hidromel.

Espera-se com as receitas alternativas de hidromel obter um produto final diferenciado para agradar diferentes paladares e dar maior visibilidade ao produto no mercado brasileiro.

CONCLUSÃO

No Brasil o hidromel é pouco produzido por falta de estudos tecnológicos. Essa bebida ainda não motiva o interesse comercial por parte da indústria brasileira de bebidas, no entanto apresenta alto valor agregado, quase 5 vezes maior que o mel puro.

CAPÍTULO 12

REFERÊNCIAS

FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, L.S. Avaliação de diferentes estirpes de levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. *Evidência*, Joaçaba v. 9, p. 29-42, jan./dez. 2009.

PEREIRA, A. P. R. Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel. Escola Superior Agrária de Bragança, Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar), 2008.

ROLDAN, A.; VAN MUISWINKEL, G. C. J.; LASANTA, C.; PALACIOS, V.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. *Food Chemistry*, v.126, p. 574-582, mai 2011.

CAPÍTULO

13

Melhoria da qualidade nos serviços da farmácia central de um hospital em Natal / RN

D'Ávila Regina Silva Rodrigues

Fernanda Cristina Barbosa Pereira Queiroz

Isabela Azevedo Medeiros do Nascimento

Maria Clarice Crispim Machado de Paula

Silvio Sanderson de Araújo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DOI: 10.47573/aya.88580.2.5.13

CAPÍTULO 13

Resumo: A gestão da qualidade nas organizações da saúde pressupõe a adoção de programas capazes de comprovar um padrão de excelência assistencial, a partir da melhoria contínua da estrutura, dos processos e resultados. O estudo foi realizado com base em uma abordagem qualitativa em uma farmácia central de um hospital. Esta pesquisa visou encontrar a resposta para a seguinte pergunta: quais são as principais causas que ocorrem nos processos da farmácia central que resultam em falhas na qualidade dos serviços prestados e quais são as possíveis ações de melhoria neste contexto? O objetivo deste estudo consiste em identificar ações de melhorias para a farmácia central utilizando a metodologia PDCA. Três problemas foram identificados como pontos de melhoria: devolução dos materiais, omissão na entrega das ordens de serviço e desordem na fila para pegar materiais. Para realizar um melhor planejamento para-se atingir o resultado desejado ou a resolução dos problemas foi utilizada a ferramenta 5w1h. Os resultados propostos irão auxiliar a farmácia na busca da melhoria.

Palavras-chaves: Qualidade. Serviços de saúde. Farmácia. PDCA.

Abstract: Quality management in health organizations involves the adoption of programs able to provide a standard of assistance, from the continuous improvement of the structure, processes and results. The study was performed on the basis of a qualitative approach in a central pharmacy of a hospital. This research was looking to answer the following question of research: what are the main causes that happen in central pharmacy processes that result in failures in the quality of the services rendered and what are the possible improvement actions in this context? The objective of this study is to identify improvement actions for the central pharmacy using the PDCA methodology. Three problems were identified as points of improvement: return of materials, omission in delivery of service orders and lack of order in the row to request materials. To make a better planning to achieve the desired result or the resolution of the problems the tool 5w1h has been used. The proposed results will affect the pharmacy in search of improvement

Keywords: Quality; Health Services; Pharmacy; PDCA

CAPÍTULO 13

INTRODUÇÃO

Em um mercado onde a competição entre as empresas cresce a cada dia, onde diariamente surgem novas empresas, a qualidade se tornou fundamental para a sobrevivência de qualquer organização. No setor de serviços, as organizações de saúde buscam implantar ferramentas que contribuam para a redução dos desperdícios, do retrabalho, erros e falhas e que possibilitem agregar valor e satisfação para o paciente.

Nesta perspectiva, os estudos sobre a qualidade no setor de saúde e sua importância tornaram-se bastante usuais sendo que algumas ferramentas e técnicas servem de auxílio para a melhoria dos processos. Sendo assim, a utilização de metodologias para a resolução de problemas possibilita que os gestores tomem decisão baseada em fatos e com o pleno entendimento das causas destas falhas é que as empresas poderão implantar ações corretivas possibilitando melhoria contínua da atividade.

A pesquisa foi realizada em uma Farmácia Central localizada em um Hospital particular na cidade de Natal – Rio Grande do Norte. Dentro da organização estudada perceberam-se falhas na gestão da qualidade no que tange a identificação das causas raízes dos principais problemas nos processos operacionais. A empresa é de grande porte e se preocupa com a entrega dos serviços com qualidade

Esta pesquisa visou encontrar a resposta para a seguinte pergunta: Quais são as principais causas que ocorrem nos processos da Farmácia Central que resultam em falhas na qualidade dos serviços prestados e quais são as possíveis ações de melhoria neste contexto?

O estudo se justifica pela necessidade constante da organização em melhorar os seus processos operacionais e atender aos requisitos e exigências dos clientes. Assim, a aplicação de algumas ferramentas da qualidade no setor mais crítico da empresa, como forma de entender a raiz dos problemas que causam maior impacto na atividade e atingir neles em prol da melhoria contínua é de fundamental importância para o desempenho organizacional.

CAPÍTULO 13

Com o intuito de responder a problemática apresentada, o objetivo deste estudo consiste em identificar ações de melhorias para a Farmácia Central utilizando a metodologia PDCA.

REVISÃO DA LITERATURA

A competitividade aliada à exigência cada vez maior dos consumidores, nos últimos anos, tem pressionado as organizações a buscarem constantemente, a redução de custos e despesas, a diminuição de desperdícios, o aumento na qualidade de seus produtos ou serviços, e ainda a garantia de entregas em prazos mais curtos. Em virtude destes desafios, as organizações são obrigadas a buscar a melhoria contínua de seus processos para garantir sua sobrevivência no ambiente competitivo no qual estão inseridas (TOLEDO *et al.*, 2013).

Neste cenário, a Gestão da Qualidade vem sendo incorporada às práticas das organizações de classe mundial. A gestão da qualidade é uma abordagem que visa promover a eficácia e flexibilidade do processo produtivo como um todo. É essencialmente uma forma de envolver toda a organização (departamentos, atividades e colaboradores) em função do estabelecimento de ações de melhoria contínua (OAKLAND, 1989).

Segundo Geraedts *et al.* (2001) a gestão da qualidade está alicerçada em três princípios: foco no cliente, melhoria contínua e abordagem integral. O primeiro princípio está associado ao levantamento das necessidades do cliente para o processo de tomada de decisão organizacional. O segundo corresponde em promover esforços contínuos na melhoria dos produtos e serviços desenvolvidos. O terceiro princípio corresponde a necessidade de se implantar a gestão da qualidade em toda a organização.

A implantação e desenvolvimento da qualidade pressupõe mudança de melhoria nas atividades rotineiras e na área da saúde, dos maiores objetivos do uso de ferramentas e técnicas da qualidade é agregar valor aos pacientes e aos profissionais da área, proporcionando menos erros no processo de realização de exames e de aplicação de medicamentos, de infecções hospitalares, uma rotação

CAPÍTULO 13

mais rápida da sala de operações e uma redução no tempo de resposta na liberação de laudos de exame e no prazo de faturamento melhorando o desempenho financeiro. A implantação efetiva da metodologia não irá só beneficiar os pacientes, mas também funcionários, organizações de saúde e a comunidade (D'ANDREAMATTEO, A *et al.*, 2015; TOUSSAINT; BERRY, 2013).

Conforme Teich e Faddoul (2013), Joseph Juran vinculou a manufatura com o setor de saúde ao afirmar que “como a indústria da saúde se compromete [...] a mudar, é aconselhável levar em conta a experiência de outras indústrias para entender o que funcionou e o que não funcionou. [...] Na mente de muitos, a indústria da saúde é diferente. Isto certamente é verdade quanto à sua história, tecnologia e cultura. No entanto, os fatores decisivos sobre o que funciona e o que não funciona são os processos gerenciais, que são semelhantes para todas as indústrias.” Continuam os autores, afirmando que esse é o raciocínio que permite que os princípios da produção e gestão enxuta sejam aplicados na saúde, apesar de serem originalmente desenvolvidos para aplicação em outras indústrias.

Algumas empresas passaram a encarar a qualidade não como um custo e sim investimento e possuem uma gestão orientada para a qualidade. Neste contexto, as falhas são encaradas como pontos onde uma ação corretiva deve ser aplicada, com o intuito de corrigir defeitos e avançar para outro estágio de qualidade. A resolução sistemática de problemas é empregada por essas organizações visando eliminar as causas dos problemas e implantar soluções adequadas para aumentar a eficiência nos processos, garantindo-lhes sua eficácia (CAMPOS, 1996).

Entre diversas metodologias e ferramentas, tem-se o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) que garante que a melhoria contínua perpetue no ambiente empresarial. Cada letra da sigla PDCA representa uma etapa do plano. O “P”, ou Planejar, equivale ao momento da busca de dados, informações e à identificação dos problemas, o “D”, ou Fazer, simboliza a manipulação dos dados, estabelecimento de metas, o “C”, ou Checar, é a fase de verificação, e o “A”, ou Agir, equivale as correções do plano, ou padronização. (OISHI, 1995)

Nesse contexto, a ferramenta de gestão é útil para a resolução de problemas, e cada etapa pode ser solucionada da seguinte forma: o planejamento (Plan) pela identificação do problema, o qual pode ocorrer através de um *shake-down*, que

CAPÍTULO 13

representa um levantamento de problemas realizado pela gerência e colaboradores imediatos. Nessa etapa também é possível fragmentar o problema em outros menores, buscar causas e elaborar um plano de ação. (CAMPOS, 2013)

Consoante às noções de conhecimento concedidas por Campos (2013), após a primeira etapa deve-se executar o plano (Do) e em sequência verificar se ocorreu da maneira esperada (Check), e, em caso de resposta negativa, volta-se a primeira etapa, nada obstante, continua-se o plano em retorno favorável e padroniza-o se executado como planejado inicialmente (Action).

METODOLOGIA

A pesquisa aplicada, segundo Miguel e Fleury (2012), caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, na aplicação dos resultados na solução de problemas reais que atingem as organizações. No que se refere aos seus objetivos, a pesquisa se apresenta como exploratória, de modo que, segundo Gil (2009), busca aperfeiçoar ideias sobre o tema em estudo, bem como, promover uma maior aproximação com a problemática proposta. Ela também pode ser qualificada como descritiva, uma vez que descreve características de uma dada situação, estabelecendo relações entre variáveis.

O estudo foi realizado com base em uma abordagem qualitativa em uma Farmácia Central de um hospital. Do ponto de vista dos métodos, a pesquisa se caracteriza como um estudo de caso. O ambiente de pesquisa esteve em observação durante, aproximadamente, dois meses, e nesse foi possível observar alguns pontos de melhoria tanto na gestão dos funcionários quanto na estrutura de gerenciamento dos fluxos internos e externos das farmácias centrais e satélites e dos setores que dependem delas. As propostas foram construídas em conjunto com os colaboradores por meio de sessões de *brainstorming*.

Os dados coletados foram tratados através do software Excel e traduzidos em informações válidas, as quais se utilizadas, irão interferir de forma benéfica para a implantação das melhorias. Paralelo, também foi utilizado o programa Bizagi Modeler para geração do mapeamento dos processos.

CAPÍTULO 13

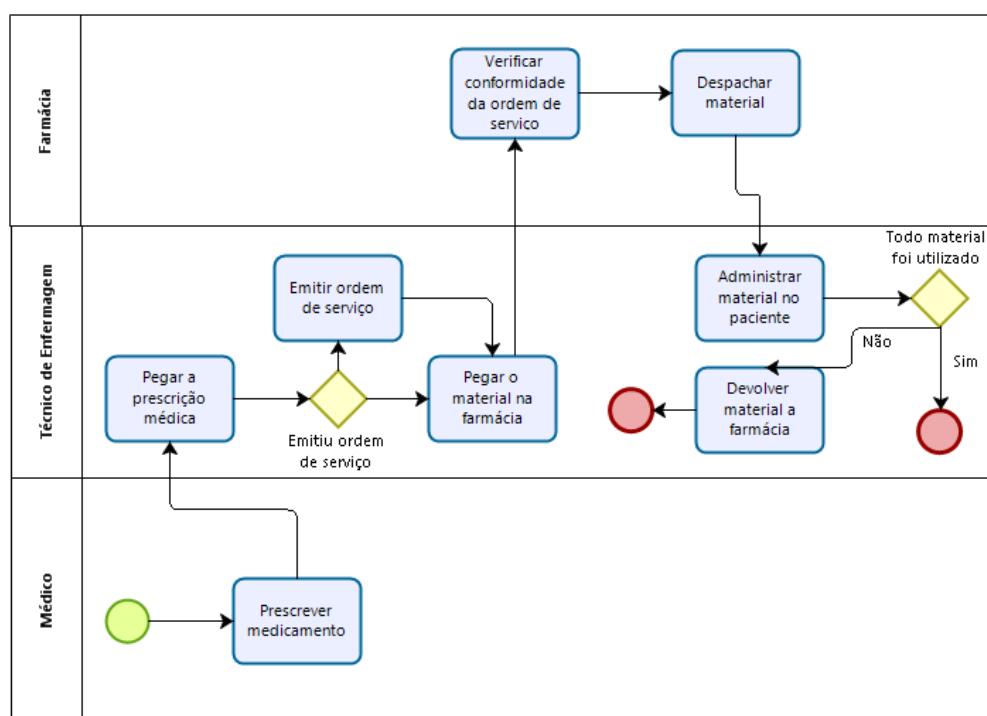
RESULTADOS

Análise do processo

O ambiente de realização da pesquisa foi a Farmácia Central, localizada no Hospital de uma operadora de planos de saúde localizada em Natal (RN). Além desta, existem outras quatro farmácias dentro do estabelecimento que são denominadas Farmácias Satélites e atendem ao centro cirúrgico, pronto atendimento adulto, pronto atendimento infantil e farmácia do paciente excepcional.

A equipe responsável pela realização das funções das farmácias (central e satélites) presente no hospital é composta por cerca de 32 colaboradores, que se dividem em 20 auxiliares, 6 Farmacêuticos, 2 mensageiros, 3 pessoas que realizam o fracionamento e 1 supervisor. A Figura 1 apresenta o processo de retirada de materiais na farmácia.

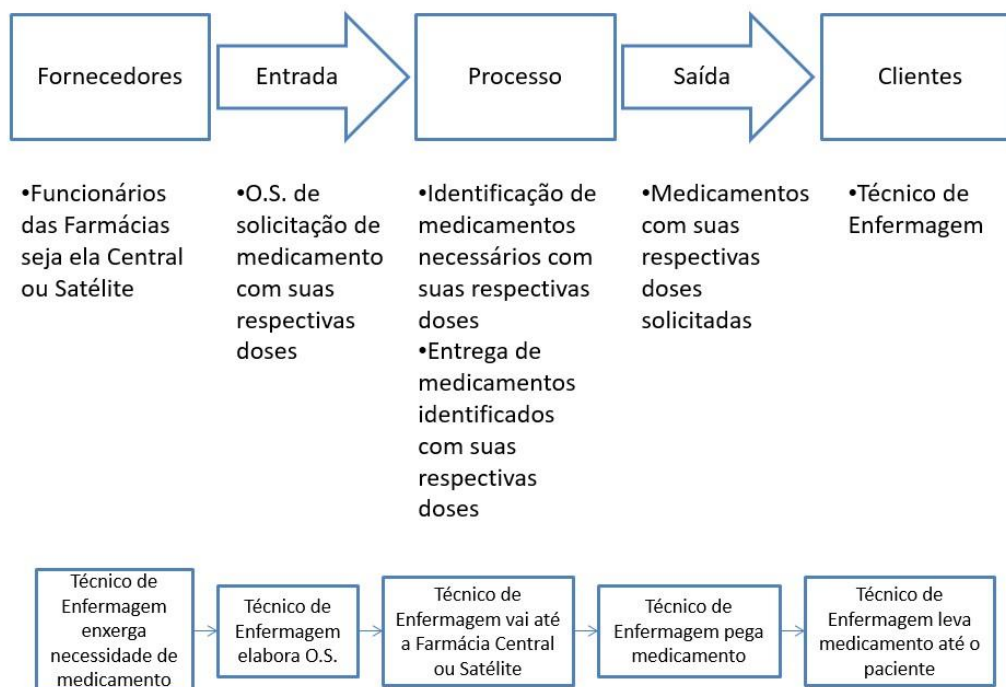
Figura 1 – Processo de distribuição de materiais.



CAPÍTULO 13

O processo em questão é o de retirada de medicamentos e instrumentos da Farmácia Central pelos técnicos de Enfermagem. Foi realizado um SIPOC (ver Figura 2) para verificação de como o processo se define.

Figura 2 – SIPOC para retirada de medicamentos e instrumentos da Farmácia Central



Fonte: Os autores (2019).

PDCA para melhoria da qualidade

Após as entrevistas com os colaboradores responsáveis pela gestão da farmácia central e os técnicos de enfermagem, foram coletados e analisados os dados da Farmácia, possibilitando a identificação de três problemas principais: a retirada de materiais, a devolução de materiais que não foi utilizado e a desordem na fila para pegar medicamentos.

Em relação à retirada de materiais, verificou-se que os técnicos de enfermagem, principalmente quando se trata de situações de urgência, retiram materiais sem fazer uma ordem de serviço, que é o procedimento padrão para retirada

CAPÍTULO 13

de materiais das farmácias, porém deveriam fazer a ordem de serviço, pois sem essa ordem a um descontrole do estoque das farmácias.

Detalhadamente, ocorre que, no problema com devolução de materiais, o estoque da farmácia central acaba ficando diferente do que há nos sistemas, pois o funcionário vai ao local, pega os materiais necessários para os procedimentos, mas, muitas vezes, não devolve, porque precisa fazer novo procedimento, ou atender outro paciente, dentre outras razões. Isso acontece principalmente em urgências, já que o funcionário passa a frente na fila para pegar o medicamento ou instrumento, não é feita a baixa no estoque de imediato, porque é uma urgência, porém deveria voltar a farmácia pós término para que fossem contabilizados os materiais utilizados, o que não acontece, segundo a responsável pelo estabelecimento.

Quanto ao terceiro problema, os funcionários reclamam que, quando chegam a fila, precisam falar com as pessoas que estão à sua frente para pegar produtos, especialmente se é uma urgência, o que pode demorar mais ainda o atendimento. Não há nenhuma sinalização para que isso ocorra de forma ordenada e imediata.

Com as propostas de melhoria realizadas pelo grupo, é esperado a efetivação de uma melhoria no processo de retirada de materiais por parte dos Técnicos de Enfermagem na Farmácia Central (ou farmácias satélites), no processo de devolução de materiais e na organização da fila de retirada de materiais. Tais propostas não acarretam custos financeiros altos para a instituição. Com isso, almeja-se diminuir a falta de controle do que sai da Farmácia em 80%, o processo de devolução de materiais é esperado uma diminuição de 80% e a organização da fila em 80%.

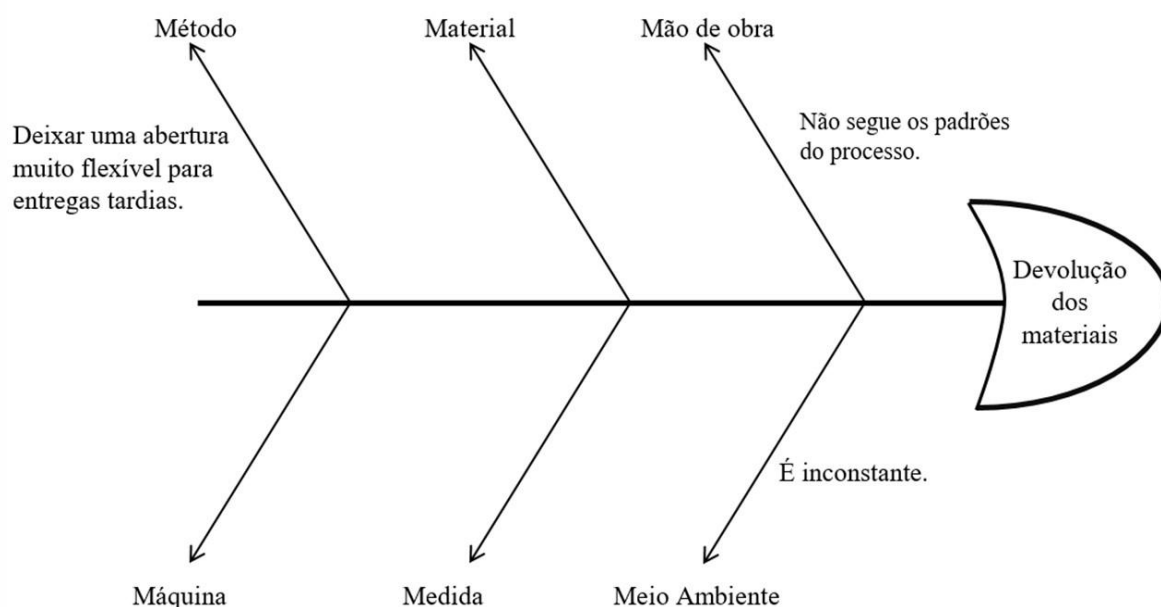
Análise das causas

Com o auxílio da estrutura do Diagrama de Ishikawa foi possível analisar as possíveis causas dos pontos de melhoria a serem aperfeiçoados pela empresa, dividindo as causas em método, material, mão de obra, máquina, medidas e meio ambiente, para melhor visualização do que está gerando o problema, ou seja, o que está gerando o efeito que não agrada ao melhor desenvolvimento do sistema como um todo.

CAPÍTULO 13

Com as informações do gráfico de Pareto que mostram o grau de relevância de cada problema identificado no sistema das farmácias do hospital, foi possível constatar que o principal ponto a ser melhorado é a devolução de materiais e posteriormente também a desordem na fila para pegar os materiais em determinadas situações nas farmácias, como em urgências por exemplo e a omissão da entrega da ordem de serviço.

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa para o problema de devolução dos materiais.

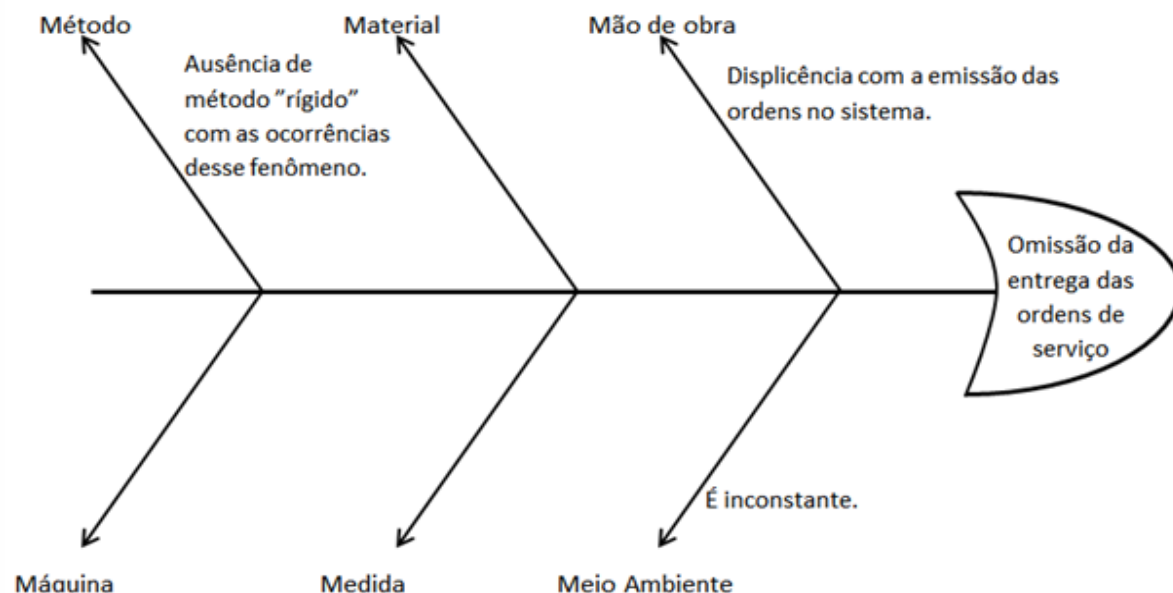


Fonte: Os autores (2019).

As principais causas para o problema de devolução dos materiais estão relacionadas à mão de obra, uma vez que os funcionários não atendem os padrões do processo dificultando o bom andamento do processo. Posteriormente, há inconstância no ambiente, já que o sistema é de um hospital há diversas situações que impossibilitam a devolução dos materiais, já que como os funcionários estão ocupados com os pacientes esquecem ou não tem o tempo de fazer as devoluções dos materiais que não foram utilizados. E por fim, em função do método ser flexível para retirada dos materiais na farmácia e não assumir regras ou posicionamentos para devoluções.

CAPÍTULO 13

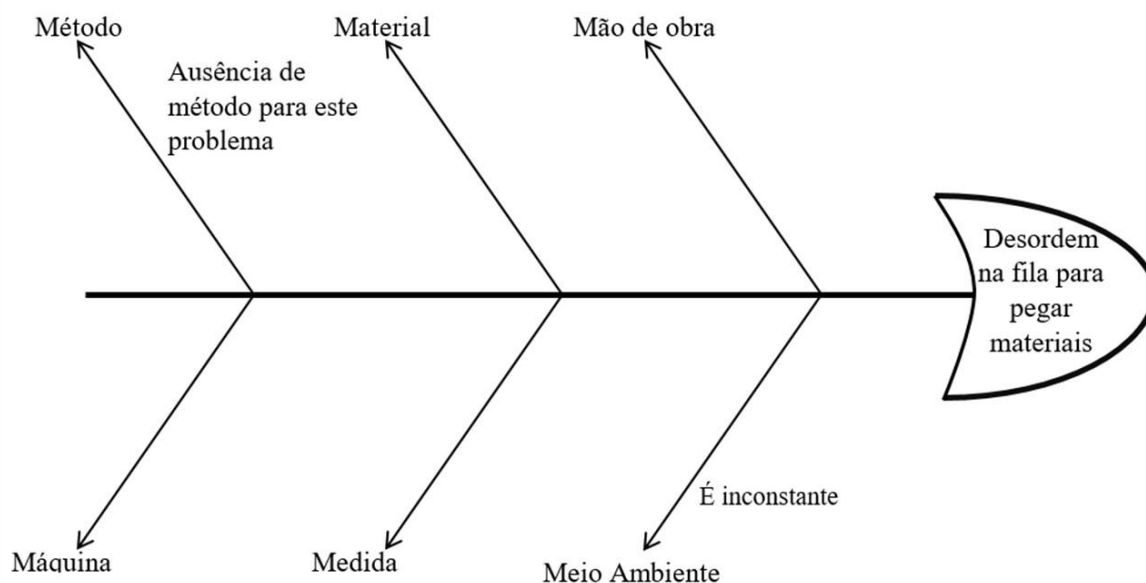
Figura 4 – Diagrama de Ishikawa para o problema omissão da entrega das ordens de serviço



Fonte: Os autores (2019).

Quanto ao ponto de melhoria referente a omissão da entrega das ordens de serviço é importante destacar que os tópicos pertinentes no diagrama acima são o método, mão de obra e meio ambiente. As causas estão ligadas com os funcionários não possuírem um método mais rígido que impeça a displicência ou esquecimento temporário da emissão das ordens de serviços pelo ambiente inconstante do hospital.

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa para o problema da desordem na fila para pegar materiais



Fonte: Os autores (2019).

CAPÍTULO 13

Entre as causas para a desordem na fila para pegar materiais estão o método não especificado para evitar a ocorrência desse fato e o meio ambiente inconstante, no caso das urgências, por exemplo, que desestabilizam a ordem da fila por terem prioridade no sistema. Portanto, medidas para organizar melhor esse problema, seriam interessantes.

Propostas de solução

Após *brainstorming* com os colaboradores, foram propostas algumas soluções como uma descentralização da farmácia central, onde em cada piso haveria uma pequena farmácia para distribuição dos medicamentos de urgência, no entanto, isso poderia ocasionar altos custos para a empresa. Outra proposição foi a distribuição de fichas, por cores, onde cada cor representa um nível de urgência diferente, sendo 1 o nível mais urgente e 5 os menos urgentes. Essas fichas serão distribuídas, pois caso o mensageiro não entregue o medicamento que é utilizado em casos de urgência, o técnico de enfermagem pode ir até a farmácia e ter prioridade em seu atendimento para pegar o material desejado.

Outro problema identificado é a não utilização de determinados materiais pelos técnicos, onde os mesmos pegam o material da farmácia, mas acabam não utilizando todo material e assim acabam não devolvendo, dessa forma, pode-se utilizar a logística reversa, quando os mensageiros forem entregar o material podem fazer o recolhimento desses materiais que não foram utilizados.

Para realizar um melhor planejamento do que será necessário para atingir o resultado desejado ou a resolução dos problemas foi utilizada a ferramenta 5W1H.

CAPÍTULO 13

Quadro 1 – 5W1H para resolução dos problemas

O que?	Melhoramento da retirada de materiais em casos de urgência	Melhoramento da devolução de materiais	Melhoramento na desordem de filas para pegar materiais
Por que?	Para sanar a falta de controle da saída de materiais.	Para facilitar a devolução de materiais não utilizados no atendimento a pacientes por parte do Técnicos de Enfermagem	Para organizar a fila por prioridades de atendimento.
Onde?	Na sala de distribuição de materiais, dentro da farmácia.	Nas dependências do Hospital.	Na sala da distribuição de materiais.
Quando?	No segundo semestre de 2019	No segundo semestre de 2019	No segundo semestre de 2019
Por quem?	Técnicos responsáveis pela entrega de materiais.	Mensageiros responsáveis pela entrega de materiais.	Técnicos de enfermagem
Como?	Através de pré-cadastro de retirada que ficará pendente no sistema até o técnico de enfermagem dar baixa na OS, sendo revisto os pendentes com periodicidade e horários estabelecidos.	Pegar materiais que não foram utilizados quando forem deixar os outros. Tais materiais não utilizados precisam estar armazenados em local específico para facilitar o trabalho do mensageiro.	Com a utilização de fichas de prioridades, que serão de cores diferentes indicando-a.

Fonte: Os autores (2019).

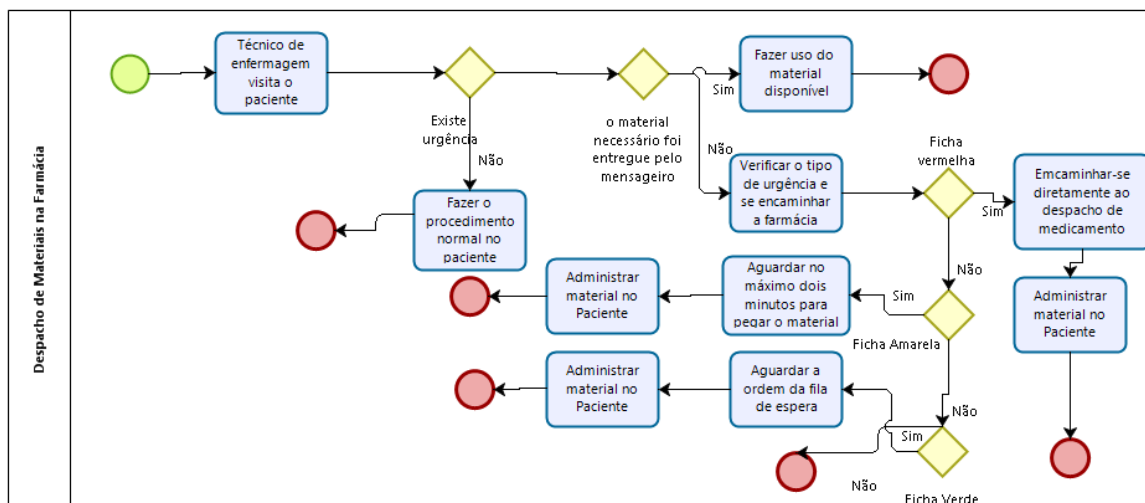
Padronização das atividades

Para a padronização de atividades foram criados alguns procedimentos que foram mapeados e são informados a seguir. A Figura 6 informa o mapeamento do processo para retirada de materiais.

O objetivo do procedimento é fazer com que o técnico de enfermagem não perca muito tempo esperando a entrega de um material de urgência na farmácia central. O técnico de enfermagem ao detectar uma urgência, deverá se encaminhar a farmácia com a ficha da cor correspondente ao tipo de urgência em que o paciente se encontra. Ao chegar na farmácia, dependendo da sua cor de ficha, deverá aguardar sua vez ou ir diretamente ao despacho de materiais.

CAPÍTULO 13

Figura 6 – Mapeamento do processo para retirada de materiais (Técnico de enfermagem)



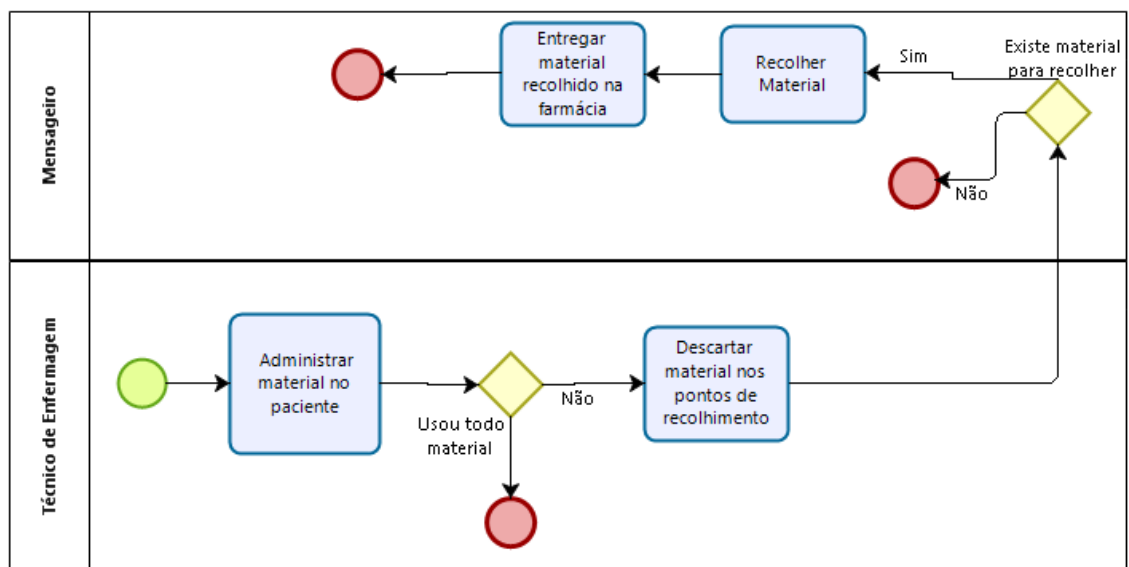
Powered by
bizagi
Modeler

Fonte: Os autores (2019).

O objetivo do procedimento é fazer com que o material que não foi utilizado pelo técnico de enfermagem seja devolvido a farmácia o mais rápido possível, utilizando o mensageiro. O material poderá ser perdido ou ficar inutilizado causando a perda de recursos e ainda poderá haver uma demora na devolução o que faria a farmácia perder a noção do material que tem disponível.

CAPÍTULO 13

Figura 7 – Mapeamento do processo para devolução de materiais



Powered by
bizagi
Modeler

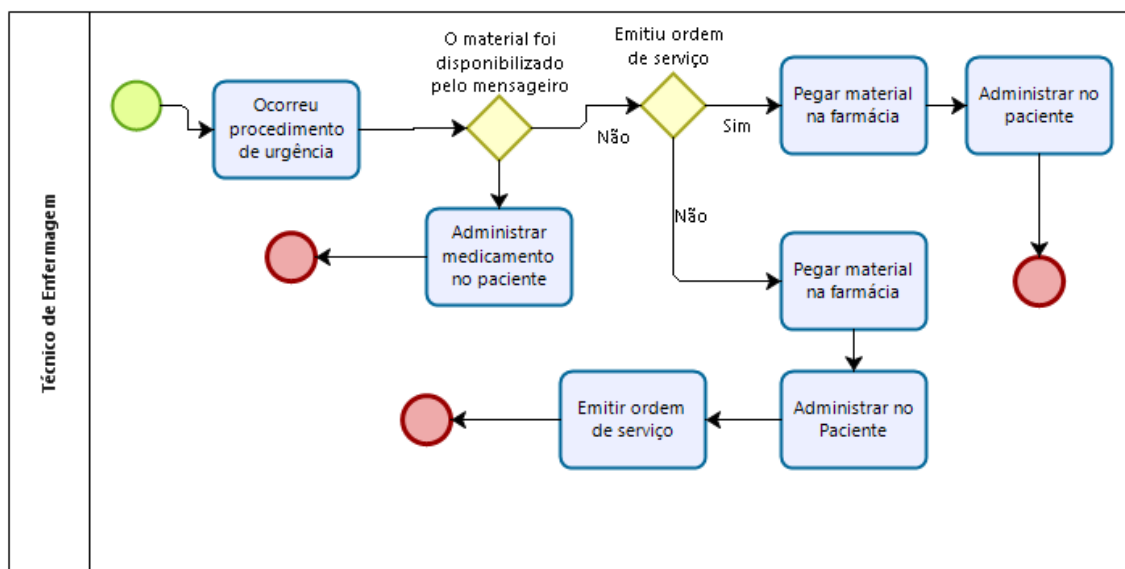
Fonte: Os autores (2019).

O objetivo do procedimento é fazer com que as ordens de serviço que não forem emitidas antes do despacho do material, por se tratar de uma urgência, sejam emitidas logo após o procedimento.

Ao ocorrer um procedimento de urgência, o técnico de enfermagem deverá ir até a farmácia pegar o material necessário para atendimento do paciente, posterior a esse atendimento a ordem de serviço estará em aberto, portanto, ele deverá realizá-la para não apresentar pendências no sistema.

CAPÍTULO 13

Figura 8 – Mapeamento do processo para retirada de materiais em caso de urgência



Powered by
bizagi
Modeler

Fonte: Os autores (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com embasamento no estudo realizado nas farmácias do Hospital, três problemas foram identificados como pontos de melhoria no processo analisado: devolução dos materiais, omissão na entrega das ordens de serviço e desordem na fila para pegar materiais.

A devolução dos materiais não utilizados pelos pacientes é algo importante, porém, os técnicos de enfermagem nem sempre tem o tempo ou a disponibilidade de realizar a devolução dos itens que não foram usados. Como medida para resolução desta problemática foi aconselhado a criação de postos de coleta em locais estratégicos para recolhimento destes materiais. Fazendo assim com que os técnicos ou responsáveis pela utilização dos materiais não percam tempo com devoluções e exerçam melhor suas respectivas atividades fins.

Outro ponto a ser discutido é a questão da omissão da entrega das ordens de serviço ao setor responsável. A solução destacada foi a construção de um pré-cadastro para agilizar a emissão dessas ordens de serviço pelos técnicos de

CAPÍTULO 13

enfermagem responsáveis em situações de urgência, que naturalmente necessitam de menos tempo de processo/burocracia. Essa medida prevê a minimização da ocorrência de ausências temporárias consideráveis de O.S(s).

O último quesito que a análise aponta a necessidade de melhoria é a desordem na fila para retirada de materiais nas farmácias presentes no hospital. A solução desenvolvida para esse ponto seria a criação de fichas com cores distintas para cada tipo de prioridade, agilizando assim a rapidez no processo e conscientizando os participantes da fila ao respeito multou as prioridades de cada um.

Com as soluções apresentadas acima (detalhadas no plano de ação deste relatório) é possível prever resultados consideravelmente satisfatórios tanto do processo interno quanto ao externo das farmácias satélites e central, garantindo maior controle e eficiência das tarefas cotidianas.

Finalizando o estudo, sugestiona-se alguns outros para melhorias futuras. Primeiramente aponta-se uma pesquisa para saber os custos de descentralização da farmácia central, já que o hospital é bem extenso, muitos profissionais precisam ficar subindo e descendo escadas para pegar material, boa parte das vezes às pressas em casos de urgência, por exemplo. Isso pode causar doenças do trabalho, como aquelas vinculadas aos ossos. Além do mais, o risco de acidentes nas escadas pode ser diminuído. Uma outra alternativa seria ver a possibilidade de instalação de mais elevadores destinados ao serviço.

Outra sugestão é a de verificação de quais materiais de urgência são mais utilizados nas dependências do hospital para que se possa colocá-los nos carrinhos de urgência. Isso pode ser realizado quando instaladas as fichas de risco citadas nesse relatório. Elas dirão quais tipos de medicamentos e demais materiais são mais usados em urgências.

CAPÍTULO 13

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 9.ed. Falconi editora, 2013.

_____. Gerenciamento pelas diretrizes: o que todo membro da alta administração precisa saber para entrar no terceiro milênio. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

D'ANDREAMATTEO, ANTONIO & IANNI, LUCA & LEGA, FEDERICO & SARGIACOMO, MASSIMO. Lean in healthcare: A comprehensive review, Health Policy, Elsevier, vol. 119(9), pages 1197-1209, 2015

GERAEDTS, H.P.A; MONTENARIE, R; VAN RIJK, P.P. The benefits of total quality management. Computerized Medical Imaging and Graphics, Volume 25, Ed. 2, p. 217-220, 2001.

OAKLAND, J.S. Total Quality Management. Heinemann Professional, London, 1989.

OISHI, Michitoshi. TIPS: técnicas integradas na produção e serviços: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo: teoria e prática. 1.ed. São Paulo: Pioneira, 1995

THOMAS, A.; BARTON, R.; CHUKE-OKAFOR, C. Applying lean six sigma in a small engineering company – a model for change. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 20, n. 1, p. 113–129, 2008.

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. Qualidade: gestão e métodos. 1 ed, Rio de Janeiro: LTC, 2013

TOUSSAINT, J. S., BERRY L. L. The promise of lean in healthcare. Mayo Clinic Proceedings, v. 88, p. 74-82, 2013

CAPÍTULO

14

Sugestão de melhoria na operação e coleta de dados no descarregamento de latas em uma indústria de bebidas em Várzea Grande-MT

Andrey Sartori

Rogério da Costa Silva

Rosicley Nicolau de Siqueira

Fabício Cesar de Moraes

Rubens de Oliveira

Nidia Martineia Guerra Gomes

Daniel T. Giacomelli Nunes Maciel

Anderson Nunes de Carvalho Vieira

Viviane Pozzolo

Moisés Phillip Botelho

DOI: 10.47573/ava.88580.2.5.14

CAPÍTULO 14

Resumo: A melhoria de processos precisa ser analisada e acompanhada constantemente, devido às fortes mudanças no sistema de abastecimento e comunicação das empresas esse é um dos diferenciais perante a concorrência entre as indústrias atribuindo maior lucro com grande produção e redução nos custos. Este artigo trata de uma sugestão de melhoria na operação e coleta de dados através do processo de descarregamento de latas em uma indústria de bebidas, utilizando o método de pesquisa-ação onde apresenta os principais assuntos em relação à melhoria de processos logísticos, e ferramentas importantes para a identificação dos problemas encontrados nos processos dos setores envolvidos. Propõe-se o uso de metodologia que procura mapear e compreender os processos logísticos, a função do setor de Compras e Recebimento, e a importância do Gerenciamento de Estoque, Processos Logísticos e Indicadores de desempenho, além de informar os resultados alcançados financeiramente com a redução de custos através de um comparativo do processo atual e o anterior a fim de destacar o avanço da pesquisa e abrir oportunidades de melhorias contínuas no setor pesquisado.

Palavras-chave: Processos Logísticos. Indústria de bebidas. Recebimento. Estoques.

Suggested improvement of operation and data collection in can discharge in a beverage industry in Várzea Grande-MT

Abstract: Process improvement needs to be constantly analyzed and monitored, due to the strong changes in the companies' supply and communication system. This is one of the differences in the face of competition between industries, attributing higher profits with high production and cost reduction. This paper discusses a suggestion for improving the operation and data collection through the can unloading process in a beverage industry, using the action research method where it presents the main issues regarding logistics process improvement, and important tools. to identify the problems encountered in the processes of the sectors involved. It is proposed to use methodology that seeks to map and understand the logistics processes, the role of the Purchasing and Receiving sector, the importance of Inventory Management, Logistic Processes and Performance Indicators, as well as to inform the results achieved financially with the reduction. of costs through a comparison of the current process and the previous one in order to highlight research progress and open opportunities for continuous improvement in the researched sector.

Keywords: Logistic Processes. Beverage Industry. Receiving. Inventory.

CAPÍTULO 14

INTRODUÇÃO

Em uma comparação das indústrias de hoje com as de vinte anos atrás se percebe que somente as que procuraram reinventar e melhorar seus processos para atender de forma satisfatória a seus clientes sobrevivem e se mantem em ascensão de forma a desenvolver valor a seu produto.

A melhoria de processos precisa ser analisada e acompanhada constantemente, devido às fortes mudanças no sistema de abastecimento e comunicação das empresas, e a grande concorrência entre as indústrias para sair na frente atribuindo maior lucro com grande produção e redução nos custos, e um significativo investimento no marketing tem provocado um aumento nas exigências do cliente gerando um certo poder de barganha devido ao grande volume de opções de mercado.

As indústrias têm apostado em melhorar o processo de saída de mercadoria, porém o processo de entrada de matéria-prima para a fabricação do produto é pouco observado e conseqüentemente tem dificuldades em atender os objetivos a serem alcançados, e com isso os reflexos na produção podem sofrer custos expressivos. Para melhorar os processos de um setor é preciso fazer um mapeamento de toda operação envolvida e trabalhar em cima dos pontos destacados como frágeis.

Acompanhar os processos facilita na identificação de vários problemas e possivelmente contribui na elaboração de sugestões de melhoria assim como também pode antecipar a visibilidade de um gargalo, problemas que em uma linha de produção pode ocasionar pequenas paradas diárias, mas que ao serem quantificadas mensalmente podem gerar desperdícios significativos para a indústria, sem contar a dificuldade para os operadores que sofrem com os retrabalhos. Sendo assim, o objetivo desse artigo é procurar minimizar os problemas ocasionados através dos produtos avariados entregues pelo fornecedor através de coleta de dados e uso das ferramentas da gestão focadas em melhoria continua e por fim acrescentar dados comparativos que demonstrem a melhoria nas ações realizadas.

CAPÍTULO 14

REFERENCIAL TEÓRICO

Processos Logísticos

Para Fernandes (2008), os processos logísticos são diferentes processos que estão envolvidos diretamente nos fluxos de cada material dentro de uma empresa. Os processos logísticos devem trabalhar de forma integrada, para que exista cooperação por parte de cada um, sendo que cada processo oferece a oportunidade de continuidade ao outro.

Para melhor entendimento, vários exemplos são utilizados, como a escolha do fornecedor, a compra da matéria-prima, o recebimento do material, armazenagem do produto e sua distribuição, ou seja, tudo aquilo que faz parte da cadeia logística fazem parte dos processos logísticos.

Recebimento

O processo de recebimento de materiais está diretamente relacionado ao processo de compras, pois é o primeiro contato do material antes do processo de armazenagem, para garantir o fluxo de abastecimento dos produtos no local certo, e na hora certa. É preciso ter agilidade no processo de recebimento de mercadorias, pois o volume de entregas é sempre elevado devido às variações nas tendências de mercado. Viana (2009) afirma que o trabalho de recebimento de mercadorias procura garantir agilidade no desembaraço dos materiais que foram adquiridos para abastecimento da empresa, conferindo se as entradas de mercadorias estão de acordo com as quantidades estabelecidas.

CAPÍTULO 14

Gerenciamentos de Estoque

Para manter o alinhamento das cadeias de suprimentos e consequentemente atender o cliente com eficiência devesse trabalhar com atenção a parte de gerenciamento de estoques. Para Moreira (1998), entende-se por estoque “qualquer quantidade de bens físicos que sejam conservados de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo aguardando seu uso, ou seja, todo material parado em algum local, desde que não esteja sendo processado ou utilizado naquele momento”.

Indicadores de Desempenho

Glávio Paura (2012) afirma que quando se menciona o nível de serviço em um processo logístico, refere-se à qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado naquele processo, ou seja, o desempenho que o setor está apresentando. Através dos indicadores de desempenho é possível que o responsável pelo acompanhamento do processo possa utilizar como parâmetro para medir o desempenho de um setor das seguintes maneiras:

- a) Número de atrasos na linha de produção;
- b) Quantidades de produtos avariados no processo de descarregamento da matéria-prima;
- c) Tempo de resposta entre cliente e fornecedor;
- d) Tempo de ciclo do pedido.

O segundo exemplo de indicador citado a cima sobre quantidades de produtos avariados no processo de descarregamento de matéria-prima, será utilizado com maior ênfase nesta pesquisa-ação, pois este indicador é importante para que se obtenham as informações necessárias sobre a qualidade do produto entregue pelo fornecedor, pois se o fornecedor oferecer matéria-prima de baixa qualidade consequentemente o fabricante sofrerá com as dificuldades em apresentar ao cliente um produto ao seu agrado.

CAPÍTULO 14

Ciclo PDCA

Conhecido também como ciclo de Deming ou também de ciclo de Shewhart o PDCA é uma ferramenta de gestão utilizada nas organizações para gerenciar os seus processos e garantir que os objetivos estratégicos sejam alcançados por meio de planejamento, execução, verificações e ações.

Cada sigla desta ferramenta representa uma etapa, como por exemplo, a letra “P” representa o planejamento, onde é preciso estabelecer os processos que serão utilizados para alcançar os objetivos. A letra “D” está voltada para as etapas de desenvolver, executar e dirigir. Nesta etapa é preciso coletar os dados para mapear e analisar os próximos passos. A letra “C” é a etapa de verificação, que procura checar o processo e ajustar os problemas encontrados, lembrando que todos os envolvidos no processo precisam ser educados e treinados para que todos estejam comprometidos e os resultados saiam como o planejado. E por fim a letra “A” que corresponde à etapa dos ajustes, onde os envolvidos no processo precisam tomar ações corretivas dos problemas que foram encontrados na etapa anterior de checagem, através de uma comparação com os objetivos planejados e os resultados reais, e sugerir uma padronização do processo realizado.

METODOLOGIA

O método de trabalho adotado busca desenvolver o objetivo geral desta pesquisa. Para Lakatos (2013), todas as ciências se caracterizam pela utilização de métodos científicos, pois a importância em executar e apresentar os métodos está justamente na confirmação da existência da ciência. Esta pesquisa foi conduzida através de uma pesquisa-ação que de acordo com Gil (2006) é a pesquisa realizada através de ações onde o próprio pesquisador está envolvido de modo participativo, e aproxima a relação entre pesquisa e ação para solucionar um determinado problema, e o método utilizado para encontrar uma sugestão de melhoria no processo de descarregamento de latas em uma indústria de bebidas na cidade de Várzea Grande no estado de Mato Grosso.

CAPÍTULO 14

A pesquisa-ação pode ser classificada como uma abordagem qualitativa e quantitativa utilizando o método indutivo, onde o autor parte de observações específicas, para obter como conclusão uma premissa geral, e utilizando pesquisas bibliográficas desenvolvidas com base em material já elaborado que é constituído principalmente de livros e artigos científicos (LAKATOS, 2011; DRESCH, *et. al.*, 2015).

Conforme Dresch *et. al.*, (2015) a revisão da literatura se caracteriza como uma pesquisa do tipo teórica-conceitual, sendo uma etapa fundamental da condução de pesquisas científicas, dedicadas a reconstruir teorias, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista melhorar os conceitos teóricos. A pesquisa é um método da investigação que procura identificar, compreender e ajudar a desenvolver teorias, estabelecer evidências e resolver problemas (LAKATOS, 2011; MARCONI, 2013; DRESCH, *et. al.*, 2015).

Identificação do Problema

Em uma indústria de bebidas multinacional fundada em 1998 no estado de Mato Grosso na cidade de Várzea Grande, conta com 16 filiais em todo o Brasil, e conhecida por ser a segunda maior produtora de uma famosa marca de refrigerantes, produzindo mais de 3 bilhões de litros anuais. Foi observado que nos seus processos de recebimento de matéria prima na linha de produção de bebidas enlatadas, não havia um acompanhamento de conferência por parte do setor responsável, no caso o almoxarifado e nem mesmo uma padronização adequada para o recebimento desses suprimentos, e muitas latas que foram entregues a linha de produção pelo fornecedor encontravam-se avariadas com uma deformação em sua estrutura conforme mostra a Figura 1 a seguir.

CAPÍTULO 14

Figura 1 - Identificação de pequenas avarias no processo de descarregamento de latas



Fonte: Os autores (2019)

Através deste problema o processo de fabricação sofre alguns transtornos como paradas de linhas por motivos de deformidade na estrutura da lata, prejudicando o processo de envase das latas, além de retrabalhos e perda de matéria prima. Foi identificado também que o fornecedor não efetuava o ressarcimento das latas amassadas em pequenas quantidades, somente em grandes quantidades que acontecia em algumas vezes quando a transportadora sofria alguma dificuldade no trajeto entre fornecedor e indústria, devido à malha viária do percurso com péssimas condições, a Figura 2 mostra a situação.

Figura 2 – Identificação de Avaria de Latas Causadas Pelo Deslocamento do Fornecedor



Fonte: Os autores (2019)

CAPÍTULO 14

Somente nesta situação existia ressarcimento, porém a quantidade exata não era passada para o fornecedor, pois não havia um acompanhamento preciso e a quantidade era reposta apenas por suposições, o que gerava dúvidas se o fornecedor estava repondo a quantidade correta ou se a indústria estava recebendo uma quantidade maior que deveria. Isso tem gerado uma discussão entre os setores de produção e almoxarifado, pois os operadores de linha culpam o processo de descarregamento que pertence ao almoxarifado, por não acompanhar corretamente e quantificar o material avariado, e os conferentes jogam parte da responsabilidade para os operadores de linhas e técnicos da qualidade.

Foi pensando nisso que esta pesquisa-ação procurou propor uma sugestão para melhoria neste processo e evitar oposições entre os setores, buscando melhorar o relacionamento entre indústria e fornecedor. Além de evitar desperdícios, retrabalhos, paradas de linhas e conseqüentemente atrasos na fabricação.

Descrições da Pesquisa-ação

A pesquisa-ação de melhoria de processos no descarregamento de latas na indústria de bebidas pesquisada foi realizada de 08 de janeiro a 10 de junho de 2019 com a participação de um colaborador da indústria/conferente e aluno da Faculdade de Tecnologia FATEC SENAI MT, um programador de PCP, um técnico da qualidade, e contou ainda com o apoio de 6 operadores da linha de produção. As atividades realizadas foram:

- a) Mapeamento do processo de descarregamento de latas;
- b) Montar a planilha compartilhada;
- c) Montar ferramentas de gestão de planejamento;

Mapear os processos de descarregamento de latas, com isso criar um fluxo dos processos através do programa Bizagi para obter a visibilidade do processo como um todo, e através disto criar uma padronização para a operação. Preencher o *checklist* de descarregamento para coletar dados de conferência da carga e enviar uma cópia para o motorista, técnico da qualidade e conferente, ambos assinados. Além de arquivar *checklist* em arquivo no setor de almoxarifado, organizado de acordo

CAPÍTULO 14

com a data de descarga, o mesmo será utilizado para alimentar um banco de dados da empresa, para pesquisa rápida quando necessário.

Preencher a planilha de compartilhamento através da coleta de dados do produto avariado no momento do descarregamento das latas. Com o preenchimento do *checklist*, o próximo passo é compartilhar as informações com o programador de PCP e da qualidade para que os mesmos possam estar efetuando a cobrança do ressarcimento por parte do fornecedor e conferir a qualidade do produto. Através da ferramenta de gestão de planejamento como o PDCA, planejar um direcionamento e propor melhoria no processo de descarregamento de latas e apresentar a sugestão aos gestores dos setores envolvidos fazendo uma comparação quantitativa e qualitativa do processo anterior e o sugerido.

- a) Padronização do processo de descarregamento;
- b) Definição de um canal de informações compartilhada entre os setores envolvidos;
- c) Adequação das ferramentas de gestão no processo de melhoria;
- d) Documentação arquivada em mais de um setor.

Não faz parte da Pesquisa-ação:

- a) Apresentar melhorias no armazenamento de latas;
- b) Interferir nos processos de decisão produção;
- c) Conferir coletas de mercadorias.

Para sugerir um projeto de melhoria no descarregamento de latas foi utilizada a ferramenta de gestão da qualidade conhecida como ciclo PDCA. Esta ferramenta criada por Deming (1990) auxilia no controle para assegurar resultados eficazes nas atividades de um à organização.

Ao decorrer do desenvolvimento da ferramenta PDCA (Quadro 1) percebe-se que o setor não possui funcionários para efetuar a conferência do material descarregado e nem mesmo indicadores para facilitar o acompanhamento, pois a única documentação de acompanhamento é feita por um *checklist*, onde é armazenado no setor da qualidade o que torna o acompanhamento lento do processo em caso de identificação de avarias. O setor de almoxarifado através do conferente fica responsável pela coleta das latas amassadas, e anotar a quantidade para alimentar a planilha de dados e compartilhar com os setores envolvidos como PCP e Qualidade.

CAPÍTULO 14

Para obter uma visão precisa além de entender o processo e definir as funções de cada setor foi necessário executar um mapeamento de processos do descarregamento de latas o que ficou estruturada em um fluxo. O processo se inicia com a conferência realizada pelo funcionário responsável pelo almoxarifado, onde o mesmo irá averiguar se o material encontra-se com deformidades, se não apresentar avarias o material será armazenado normalmente se sim o conferente preencherá o *checklist* quantificando as avarias e coletando a assinatura do motorista. Em seguida preencher a planilha com os dados coletados na descarga e compartilhar com o setor de PCP que irá notificar o fornecedor sobre o ocorrido para a indústria receber o ressarcimento das latas em sequência o conferente retira as latas avariadas dos paletes, enviando as mesmas para o setor de reciclagem.

CAPÍTULO 14

Quadro 1 – Formação Completa do Ciclo PDCA

PDCA	Nº	FASE	OBJETIVO
P	1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Não existem indicadores que facilitem o acompanhamento do ressarcimento das latas feitas pelo fornecedor .
	2	OBSERVAÇÃO	Falta de pessoas para acompanhar o processo de descarga devido a interesses próprios de cada setor. Funcionários com a visão de apenas agregar serviços e não informações necessárias e talvez econômicas. Empresa com medo de perder o contrato com o fornecedor devido a novas exigências.
	3	ANÁLISE	O armazenamento dos dados sobre o descarregamento de latas é preenchido manualmente através de um checklist que fica arquivado no setor da qualidade junto ao laudo do material, onde não é feito nenhum tipo de acompanhamento para saber se o fornecedor esta cumprindo com a prestação de serviço, e mesmo que executassem algum acompanhamento o tempo de resposta seria muito longo.
	4	PLANO DE AÇÃO	O setor de almoxarifado ficará responsável pelo acompanhamento e preenchimento dos dados, no momento de descarregamento das latas. A coleta de dados deve ser feita manualmente através do preenchimento do checklist, e os dados armazenados em uma planilha de excel compartilhada com o setor de PCP.
D	5	AÇÃO	Através da planilha compartilhada ter um tempo de resposta eficiente comparado com o método anterior. Através da estruturação de um EAP e do mapeamento do processo, definir as funções de cada setor no processo de acompanhamento. Fazer a cobrança de ressarcimento das latas avariadas.
C	6	VERIFICAÇÃO	Verificamos que o bloqueio foi efetivo devido as definições das funções de cada colaborador envolvido no processo, e eficácia no envio e recebimento de informações, que diminuíram o tempo de resposta para a verificação dos dados, mediante a implantação da planilha.
A	7	PADRONIZAÇÃO	Os setores envolvidos devem acompanhar a atualização da planilha sempre em que ocorrer um descarregamento. O responsável pelo preenchimento manual do checklist deve coletar assinaturas do motorista e a própria para afirmar os dados coletados.
	8	CONCLUSÃO	Ao analisar todo o processo novamente concluímos que o processo de descarga de latas tornou-se coerente e eficaz na coleta de dados comparado ao método anterior, pois através dele foi possível ampliar a visibilidade do processo e melhorar a transparência entre cliente e fornecedor.

Fonte: Os autores (2019)

A criação de uma planilha compartilhada surgiu através da necessidade de uma resposta rápida para o acompanhamento das avarias de latas que no processo anterior, onde era acompanhado somente por *checklist* que era armazenado por meio de arquivamento no setor da qualidade, o que acumulavam em grandes quantidades e se tornava dificultoso e demorado para encontrar as informações que se pretendia já que o processo de acompanhamento era feita por grande parte manualmente.

Através da planilha de controle de avarias do processo de descarregamento de latas preenchida no período de 18/03/2019 a 08/06/2019, é possível que os setores

CAPÍTULO 14

envolvidos possam receber informações de forma precisa e rápida adquirindo um tempo maior de resposta para o fornecedor. Os riscos do não cumprimento desta sugestão de melhoria foram observados e registrados de acordo com seu impacto.

Quadro 2 - Análise dos riscos encontrados no processo de descarregamento de latas

Sq	Risco	Impacto (1 a 5)	Plano de mitigação
1	Falta de organização na liberação da carga.	5	Apresentar aos analistas do setor de almoxarifado por meio de reunião os eventuais problemas.
2	Ao empilhador avariar a carga com a lança da empilhadeira no momento do descarregamento.	3	Sugerir um acessório de proteção na lança da empilhadeira para evitar que as latas amassem.
3	O operador de empilhadeira estar executando outra descarga no momento da liberação da carga.	2	Elaborar uma programação de descarga de empilhadeira para uma previsão de descarga diária.

Fonte: Os autores (2019)

No Quadro 2 os riscos e seus impactos foram avaliados com números de um a cinco, onde o número um representa a menor probabilidade de ocorrência, e o número cinco representa a probabilidade máxima de ocorrência.

O risco de sequência número um tratasse de um risco frequente, pois o setor responsável pela liberação da carga para descarregamento no caso o almoxarifado, volta suas atenções somente para o descarregamento de cargas que exigem uma grande quantidade de operadores para descarregar, deixando as demais sem conferência, pois os analistas não tem ciência dos problemas causados pela falta de conferência da descarga de latas.

Foi observado que o risco número dois ocorre parcialmente em algumas descargas devido à falta de atenção do operador de empilhadeira, por isso o plano de mitigação foi o desenvolvimento de um acessório que evita o contato entre a lança da empilhadeira e o palete de lata. Adiante podemos observar como o descarregamento está sendo realizado sem a possibilidade de avarias na descarga de latas, com a ajuda do acessório de proteção, Figura 3.

CAPÍTULO 14

Figura 3 - Descarregamento de latas utilizando o acessório de segurança



Fonte: Os autores (2019)

Com o acessório encachado na lança da empilhadeira apresentado na imagem acima se observa que o palete de lata mantém a distância necessária entre a grade da empilhadeira no momento do descarregamento, evitando assim os problemas com avarias observados nas descargas anteriores.

O último risco descrito no Quadro 2 existe uma ocorrência abaixo da média, e por tanto de impacto 2, pois as empilhadeiras não pertencem ao setor de almoxarifado, elas são sediadas pelo setor de expedição, e algumas vezes o almoxarifado libera a carga de latas para descarregar porém o setor de expedição está ocupando todas as empilhadeiras no momento, então isso acaba atrasando o descarregamento.

Tabela 2: Programação de empilhadeira com a descrição do tempo total de uso no setor de almoxarifado

PROGRAMAÇÃO DE EMPILHADEIRA - ALMOXARIFADO			
Qtd. cargas	Material	Tempo por Carga	Tempo Total
1	Pré-Forma	01:00	01:00
2	Açúcar	01:30	03:00
1	Lata	00:30	00:30
1	Transportadora 01	00:12	00:12
1	Transportadora 02	00:12	00:12
1	Transportadora 03	00:12	00:12
		Tempo Total	05:36

Fonte: Os autores (2019)

CAPÍTULO 14

A Tabela 2 mostra a programação definida pela equipe e a possibilidade do setor responsável pelas empilhadeiras no caso à expedição, se programar a respeito da utilização das empilhadeiras no próprio setor sem dificultar os serviços de descarga no almoxarifado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A linha de produção de bebidas enlatadas produz em torno de 500 produtos por minuto, e atua 16 horas por dia, em 6 dias da semana, o que gera para a indústria 480.000 produtos por dia, 2.880.000 produtos por semana, e 72.000.000 produtos por mês. Devido às avarias das latas no processo de fabricação de refrigerantes, no período de execução do projeto que ocorreu entre os dias 13 de março a 10 de junho de 2019, foram observados na linha de produção que ocorreram 37 paradas de linha com média de tempo de 4 minutos e 21 segundos.

Observou-se que o tempo de parada de linha varia entre 2 a 10 minutos, devido a isso foi preciso calcular a soma do tempo de cada um, que se obteve um total de 156 minutos, ou seja, 2 horas e 36 minutos de linha parada entre os dias 28/03/2019 a 13/05/2019, o que corresponde a 78.000 produtos que deixaram de ser fabricados. A média foi calculada através da soma dos tempos e dividida pela quantidade de parada de linha, onde alcançou um resultado de 4 minutos e 21 segundos com uma variância de 3,67 minutos.

Para quantificar o valor aproximado de perda, os valores unitários foram somados onde se obteve o valor de R\$ 19,51 (dezenove reais e 51 centavos), na sequência foi dividido por 13 que é quantidade de produtos fabricados na linha de produção, e através disso alcançou a média de R\$ 1,50 (um real e 50 centavos). Com média de valor de R\$ 1,50 por produto fabricado, e 2 horas e 36 minutos de linha de produção parada que representa 78.000 produtos, com a multiplicação da média dos valores unitários e a quantidade de produto que representa o total de tempo da linha parada é possível afirmar que em valores monetários foram perdidos R\$ 117.000,00.

Os dados obtidos durante a aplicação do projeto alcançaram resultados expressivos na linha de produção. Com o acompanhamento do conferente foi possível

CAPÍTULO 14

evitar que 1.055 latas avariadas entrassem na linha de produção, dados apresentados na tabela 1, que multiplicados com a média do tempo de 4 minutos e 21 segundos de parada de linha apresentada na Tabela 3, representa possíveis 4.441 minutos e 55 segundos, que somados os tempos de parada ocasionaria em 74 horas e 1 minuto, correspondente a quatro dias de trabalho, que produz 1.920.000 produtos, com valor em média de R\$1,50 por unidade multiplicada com a quantidade de produtos obtém-se o valor de R\$ 2.880,000.

Através da pesquisa-ação observa-se que a quantidade de avarias foi menor que as que se foram evitadas. Com a quantificação dos produtos perdidos no tempo de parada de linha de 2 horas e 36 minutos que representam 78.000 produtos, e a quantidade de latas avariadas que foram impedidas de entrar na linha de produção 1.055 onde representam em tempo 74 hora e 1 minuto.

Além das reduções de latas avariadas na linha de produção foi possível também diminuir a quantidade de latas amassadas no momento do descarregamento, devido a implementação de um par de acessórios nas lanças das empilhadeiras, pois anteriormente as deformações eram ocasionadas pelas lanças devido o contato direto com as latas no momento do descarregamento.

O descarregamento está sendo realizado sem a possibilidade de avarias na descarga de latas, com a ajuda do acessório de proteção. Com o acessório encachado na lança da empilhadeira, se observa que o palete de lata mantém a distância necessária entre a grade da empilhadeira no momento do descarregamento, evitando assim os problemas com avarias observados nas descargas anteriores. Com a planilha compartilhada foi possível obter um tempo de resposta eficiente além de identificar a quantidade de latas avariadas.

CONCLUSÃO

Em linhas gerais, a metodologia aplicada nesta pesquisa-ação procurou apresentar de forma compreensível e simples melhorias no processo de coleta de dados e descarregamento de latas, com a utilização da ferramenta de gestão da qualidade como o PDCA que através desta ferramenta foi possível identificar o

CAPÍTULO 14

problema e definir as medidas a serem tomadas. A melhoria do processo se deu por conta também do acompanhamento da descarga de latas feita pelo conferente de almoxarifado, que identificou as avarias nos produtos e seus efeitos provocados devido ao contato com a linha de produção, deixando assim evidente que o processo gerava grandes prejuízos para a indústria e seus funcionários. Através disso é possível concluir que melhorar os processos de um setor é fundamental para que a indústria adquira uma postura à frente de seus concorrentes, e elimine com facilidade possíveis obstáculos internos a fim de desenvolver sua forma de operação e agregar valor ao seu produto ou serviço.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: Logística Empresarial. Bookman editora, 2009.

BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH editora, 2013.

DE MORAIS, Rogério Gomes; DE SOUZA, Natalia Mary Oliveira. **PRÁTICAS DE GESTÃO DE ESTOQUES E SEUS IMPACTOS NOS CUSTOS COM ESTOQUES**: estudo de caso na Sapataria Muniz no Shopping Difusora de Caruaru/PE. Interfaces de Saberes, v. 14, n. 1, 2015.

DRESCH, A. et al. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015. 204p.

FERNANDES, Kleber Dos Santos. **Logística**: fundamentos e processos. IESDE BRASIL SA, 2008.

LAVALLE, C.; FLEURY, P. F. **Avaliação da organização logística em empresas da cadeia de suprimentos de alimentos**. Revista de Administração Contemporânea, v. 4, n. 1, p. 47-67, 2000.

MACHLINE, Claude. **Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil**. Revista de Administração de Empresas, v. 51, n. 3, p. 227-231, 2011.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

MARIANI, Celso Antônio. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais**: um estudo de caso. RAI-Revista de Administração e Inovação, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MOURA, Benjamim. **Logística**: conceitos e tendências. Centro Atlântico, 2006.

CAPÍTULO 14

NOVAES, Antônio. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Elsevier Brasil, 2016.

OLIVEIRA, Tiago Soares; LIMA, Rafael Henrique Palma. **Aplicação do controle estatístico de processo na mensuração da variabilidade em uma usina de etanol**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, 2010.

PAOLESCHI, Bruno. **Almoxarifado e Gestão de Estoques-Do recebimento, guarda e expedição à distribuição do estoque**. Editora Saraiva, 2018.

PAURA, Glávio Leal. **Fundamentos da logística**. 2016.

SCAVARDA, Luis Felipe Roriz; HAMACHER, Sílvio. **Evolução da cadeia de suprimentos da indústria automobilística no Brasil**. Revista de Administração Contemporânea, v. 5, n. 2, p. 201-219, 2001.

CAPÍTULO

15

Gestão do conhecimento em projetos: uma análise do modelo de lições aprendidas de uma empresa do setor de tecnologia da informação e comunicação

Tábata Lopes de Almeida

Aparecida Laino Entriel

DOI: [10.47573/aya.88580.2.5.15](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.5.15)

CAPÍTULO 15

Resumo: Estudos sobre a gestão do conhecimento em projetos mostram que fatores socioculturais são aspectos críticos para a eficácia dos mecanismos de aprendizagem organizacional. Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o modelo atual de gestão de lições aprendidas de uma empresa do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) à luz da literatura e propor melhorias que visem alinhar o modelo adotado de acordo com o framework teórico estudado. Os resultados mostraram que fatores como a tecnologia empregada para o registro e armazenamento das lições; o processo escolhido para a disseminação do aprendizado capturado; e a cultura organizacional, influenciam na eficácia do modelo de gestão de lições aprendidas e consequentemente na gestão do conhecimento organizacional.

Palavras-chaves: Gestão do Conhecimento. Lições Aprendidas. Aprendizado em Projetos.

Abstract: Studies on knowledge management in projects show that social and cultural factors are critical aspects for the effectiveness of organizational learning mechanisms. Given this context, this article aims to analyze a company's current lessons learned model in the Information and Communication Technology sector in the light of the literature and propose improvements that aim to align the model adopted according to the theoretical framework studied. The results showed that factors such as the technology used to record and store the lessons; the process chosen for the dissemination of the captured learning; and organizational culture, influence the effectiveness of the lessons learned management model and consequently the knowledge management of the organization.

Keywords: Knowledge Management. Lessons Learned. Project Learning.

CAPÍTULO 15

INTRODUÇÃO

As grandes transformações que vêm ocorrendo no setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) vem demandando das empresas investimentos não só em inovação - para o desenvolvimento de novos produtos e serviços – como uma gestão do conhecimento associada à rápida e intensa assimilação e aplicação dessas novas tecnologias.

Em empresas orientadas por projetos, o uso de informações históricas, como resultados e experiências de sucessos e falhas, por exemplo, tem se comprovado fonte de vantagem competitiva, levando as organizações a estruturarem modelos de gestão de lições aprendidas para capturar, disseminar e replicar o conhecimento organizacional.

Contudo, muitas empresas têm falhado em aprender com experiências passadas, muitas das vezes relacionado a fatores socioculturais, como aponta os estudos de Duffield e Whitty (2015). Segundo esses autores, o problema das organizações não está em identificar, armazenar e transferir lições aprendidas e sim em como aplicar e implementar o conhecimento que elas carregam.

Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar o modelo atual de gestão de lições aprendidas de uma empresa do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado de São Paulo à luz da literatura e propor melhorias que visem alinhar o modelo adotado de acordo com o framework teórico estudado. Desta forma, a pesquisa foi norteada pela seguinte questão: Quais são os principais fatores que influenciam na eficácia do modelo de lições aprendidas da empresa analisada?

Para que essa questão fosse elucidada, foi efetuada, primeiramente, uma pesquisa documental na intranet corporativa dessa empresa, acerca dos modelos que foram estruturados para a gestão do seu conhecimento organizacional e das lições aprendidas em projetos. Em seguida, objetivando uma análise quantitativa, foram levantados os registros armazenados no seu banco de lições e efetuada uma pesquisa interna com os profissionais de planejamento de projetos - envolvidos nos

CAPÍTULO 15

processos de registro, disseminação e aplicação dessas lições - por meio do envio de um questionário eletrônico.

Os resultados mostraram que fatores como a tecnologia empregada para o registro e armazenamento das lições; o processo escolhido para a disseminação do aprendizado capturado; e a cultura organizacional, influenciam na eficácia do modelo de gestão de lições aprendidas e conseqüentemente na gestão do conhecimento organizacional.

O estudo se inicia com um panorama das principais temáticas que o envolvem: gestão do conhecimento, gerenciamento de projetos e lições aprendidas. Logo a seguir, os dados coletados são analisados e por fim são apresentadas as propostas de melhorias e as considerações finais do presente trabalho.

A GESTÃO DO CONHECIMENTO COMO ESTRATÉGIA EMPRESARIAL

Em mercados caracterizados por grande volatilidade, incerteza e surgimento de novas tecnologias, as empresas que conseguem sobreviver são aquelas que sabem criar novos conhecimentos, disseminá-los e incorporá-los em seus produtos e serviços (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Neste sentido, a gestão do conhecimento se destaca atualmente, como um modelo de gestão que permite que as organizações se tornem mais competitivas. Para Santos *et al.* (2001, p.32), ela é “o processo sistemático de identificação, criação, renovação e aplicação dos conhecimentos que são estratégicos na vida de uma organização”.

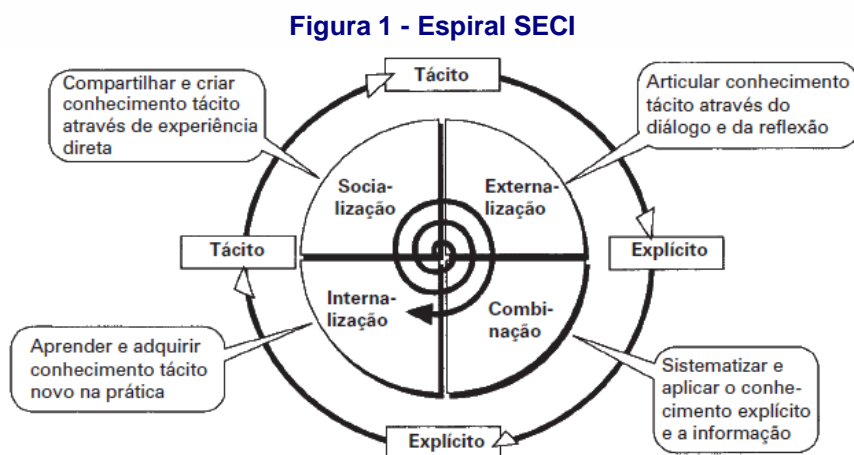
Para a transferência desse conhecimento, torna-se necessária a existência de fonte, canal, mensagem, destinatário e contexto. As chamadas *learning organizations* (“organizações que aprendem” ou as “organizações baseadas no conhecimento”) são aquelas que criam uma cultura de aprendizado, melhoria contínua e desenvolvimento de pessoas, produtos e serviços por toda a empresa. Sendo assim são mais flexíveis,

CAPÍTULO 15

adaptáveis e mais capazes de se reinventarem e de responderem ao seu ambiente interno e externo (McCLORY *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2001).

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p. 23) “uma organização cria e utiliza conhecimento convertendo o conhecimento tácito em conhecimento explícito, e vice-versa”. O conhecimento tácito seria aquele difícil de comunicar e compartilhar com os outros, pois envolve a experiência individual e fatores intangíveis como habilidades, insights, ideias, valores ou emoções, por exemplo. Já o conhecimento explícito é aquele que pode ser expresso em palavras, números ou sons e, portanto, rapidamente transmitido e compartilhado através de recursos escritos, audiovisuais, entre outros. (NONAKA; TAKEUCHI, 2008).

Esses dois tipos se complementam e a sua integração é o que cria o conhecimento organizacional. Segundo esses mesmos autores, existem quatro formas de conversão do conhecimento: Socialização (de indivíduo para indivíduo); Externalização (do indivíduo para grupo); Combinação (do grupo para a organização); e Internalização (da organização para indivíduo) - resumidas em um ciclo conhecido como espiral SECI (Figura 1):



Fonte: Extraído de Nonaka e Takeuchi (2008)

Apesar da importância desses dois tipos de conhecimento, Cavalcanti et al (2003) destaca que a gestão do conhecimento tácito continua longe da prática cotidiana das empresas. A principal razão para isso é o desconhecimento de como se realiza esta gestão, uma vez que o conhecimento tácito não se transfere facilmente. Além disso, esse conhecimento é móvel. Quando uma pessoa sai de uma organização, ela leva consigo sua expertise e know-how, isto é, o conhecimento que não está registrado em documentos, fazendo com que ele se perca.

CAPÍTULO 15

Neste sentido, as empresas têm investido em ferramentas e técnicas de gestão do conhecimento de modo a incorporá-lo e torná-lo disponível para a organização, contribuindo assim para a aprendizagem contínua (PEREIRA, 2011). Essas ferramentas podem ser classificadas em três grandes áreas de acordo com Terra (2000):

- **Repositório de materiais de referência:** conhecimento explícito que pode ser facilmente acessado e que evita duplicações de esforços;
- **Expertise maps:** banco de dados com listas e descrições das competências de indivíduos de dentro e de fora da organização. Isto facilitaria o compartilhamento de conhecimento tácito;
- **Just-in-time knowledge:** ferramentas que reduzem as barreiras de tempo e distância no acesso a conhecimentos, como as videoconferências (TERRA, 2000)

Cabe ressaltar aqui, a importância de alguns aspectos organizacionais para a eficácia dessas práticas: o papel da alta administração, práticas de gestão de recursos humanos, cultura e estruturas organizacionais, impacto dos sistemas de informação e mensuração de resultados, alianças estratégicas, entre outros (TERRA, 2000).

A gestão do conhecimento, portanto, vai muito além do investimento em tecnologia ou gerenciamento da inovação, tornando-se uma fonte de vantagem competitiva. A próxima seção traz esse tema mais aprofundado dentro da área de Gestão de Projetos (GP).

GESTÃO DO CONHECIMENTO EM PROJETOS

Os projetos têm a finalidade de prover produtos, serviços e processos que irão satisfazer as necessidades dos consumidores quanto à qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo (SLACK, 2002). Apesar de existirem projetos de diferentes formas e tamanhos, Keeling (2017) destaca características em comum a todos eles: empreendimentos independentes, com duração limitada (início e fim bem

CAPÍTULO 15

definidos), objetivos e propósitos específicos, recursos, administração e estruturas administrativas próprias e que entregam ao final um resultado único.

O gerenciamento de projetos é considerado uma competência estratégica nas organizações sobretudo em um mercado cada vez mais dinâmico e com grandes avanços da tecnologia. Uma gestão de projetos eficaz, permite que as organizações cumpram seus objetivos de negócios, otimizem seus recursos organizacionais, respondam melhor as mudanças, entregando valor de forma mais consistente (PMI, 2017).

Segundo Valle *et al.* (2015, p. 54), “as organizações buscam o tempo todo o ponto de equilíbrio entre a estratégia (o que se pretende), os processos (a rotina) e os projetos (ações de mudança)”. Neste contexto, os projetos permitem que as empresas saiam de seu estado atual (missão) para o estado esperado (visão), cumprindo seu planejamento estratégico (VALLE *et al.*, 2015).

Visando reunir um conjunto de habilidades-chave e conhecimentos nesta área, o Project Management Institute (PMI) desenvolveu o Guia PMBOK® - Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - reconhecido internacionalmente, que está atualmente em sua 6ª edição. Através desse guia, gerentes de projetos e suas equipes podem encontrar um subconjunto de conhecimentos geralmente reconhecidos como boas práticas, isto é, processos, habilidades, ferramentas e técnicas que são aplicáveis a maioria dos projetos e no qual existe um consenso em relação ao seu valor e utilidade (PMI, 2017).

Em resumo, o Guia PMBOK®, agrupa os processos de gerenciamento de projetos em cinco categorias chamadas de Grupos de Processos. São eles: Inicialização; Planejamento; Execução, Monitoramento e Controle; e Encerramento. Além disso, os processos são caracterizados por 10 Áreas do Conhecimento: Integração, Escopo, Cronograma, Custos, Qualidade, Recursos, Comunicações, Riscos, Aquisições e Partes Interessadas (PMI, 2017).

A Gestão do Conhecimento em Projetos é um dos processos da Área de Gerenciamento da Integração do Projeto. Segundo PMI (2017, p. 98) “gerenciar o conhecimento do projeto é o processo de utilizar os conhecimentos existentes e criar novos conhecimentos para alcançar os objetivos do projeto e contribuir para a aprendizagem organizacional”. Esse processo envolve a coordenação dos

CAPÍTULO 15

conhecimentos tácitos e explícitos, já citados anteriormente, para que estejam disponíveis antes, durante e depois do projeto (MILTON, 2005).

Apesar dessa gestão ter ganhado importância nos últimos tempos, principalmente em estudos visando identificar as barreiras e os facilitadores da transferência de conhecimento entre projetos, a compreensão e melhoria desse processo tem sido pequena. As organizações têm enfrentado o desafio de lidar com o paradoxo da natureza fluída, temporária e interdisciplinar dos projetos - que por um lado estimulam o aprendizado e a criação de um fluxo de conhecimento dentro da empresa e por outro criam barreiras a esses processos. (HARTMANN; DORÉE, 2015).

Outros problemas apontados pela literatura na aprendizagem entre projetos, incluem a falta de utilidade de conhecimento capturado, foco em falhas, falta de propósito, o baixo comprometimento da equipe e gestão para iniciativas de compartilhamento de conhecimento e a falta de tempo e recursos para a captura de lições aprendidas (McCLORY, 2017). De acordo com Duffield (2017) e Duhon e Elias (2008), muito do fracasso está conectado aos fatores sociais e culturais. Por outro lado, são esses fatores que também fornecem soluções à aprendizagem organizacional como será visto mais adiante.

Neste contexto, o Guia PMBOK® cita algumas ferramentas e técnicas que podem auxiliar as empresas a gerenciarem o conhecimento em projetos: redes de relacionamentos, fóruns online, grupos de discussão, comunidades na prática, reuniões, seminários, treinamentos, dentre outras. Ademais, essas técnicas podem ser combinadas com outras relativas ao gerenciamento das informações (eficazes para documentar o conhecimento explícito), como serviços de biblioteca, registro de lições aprendidas, sistemas de informações de gerenciamento de projetos (SIGP) para coleta e compartilhamento de informação, dentre outros (PMI, 2017).

CAPÍTULO 15

LIÇÕES APRENDIDAS EM PROJETOS

Dentro dos estudos de gestão do conhecimento em projetos, destaca-se a importância de coletar e documentar lições aprendidas. Segundo Martinez (2013), elas têm por objetivo capturar os resultados e experiências de sucesso e falhas, de modo que esse conhecimento possa ser absorvido na estrutura organizacional para uso futuro, evitando assim a reincidência de problemas e a perpetuação das melhores práticas através dos projetos.

No registro de lições aprendidas, pode-se incluir a categoria e a descrição da situação, como o impacto, recomendações e as ações que foram propostas. Elas são utilizadas como entradas e saídas de vários processos ao longo do projeto, sendo ao final transferidas para um banco/repositório de lições aprendidas (PMI, 2017).

Existem na literatura, diversos modelos para a gestão dessas lições. De acordo com Williams (2008), a chave é identificar o que funciona para uma organização, monitorar constantemente e mantê-lo atualizado e relevante. Entretanto, estudos mostram que apesar de 62,4% das organizações terem definido procedimentos para a documentar suas lições aprendidas; 89,3% das organizações não seguem estes procedimentos (WILLIAMS, 2008).

Segundo Duffield e Whitty (2015), os fatores socioculturais são considerados aspectos críticos para a eficácia dos modelos de gestão de lições aprendidas e conseqüentemente para a aprendizagem organizacional. Apesar de serem frequentemente identificadas e capturadas, com grande parte das informações transferidas com sucesso, é na etapa de aplicação das lições aprendidas que as organizações têm encontrado obstáculos.

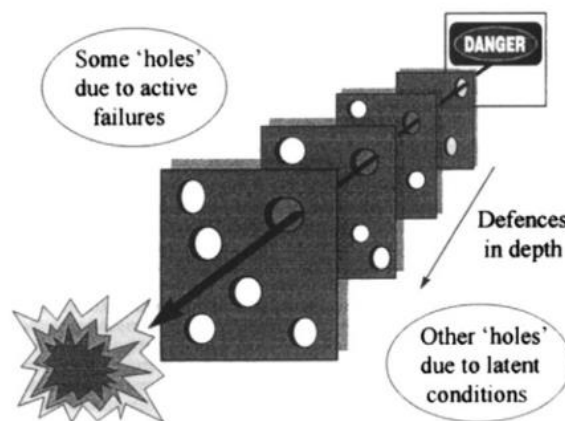
Por outro lado, algumas empresas dos setores de *health care*, energia nuclear, ferrovias e aviação, que lidam com riscos elevados, têm demonstrado habilidade em aplicá-las. Além da adoção de sistemas de aprendizagem através de erros e experiências passadas e de uma cultura organizacional colaborativa, aberta a mudanças, essas indústrias usam o modelo elaborado pelo autor Reason (1997), chamado de *Swiss cheese model* (“Modelo do Queijo Suíço”) para conceituar,

CAPÍTULO 15

comunicar e desenvolver sistemas de defesa e de prevenção de riscos e acidentes (DUFFIELD; WHITTY, 2015).

De modo a evitar a ocorrência de erros em seus sistemas e processos (representados no modelo por furos nas fatias de queijo), que necessariamente são provocados por fatores humanos, essas empresas investem em melhorias em suas camadas de defesa (fatias de queijo), que consistem em fatores organizacionais como o local de trabalho, políticas, procedimentos, tecnologia, treinamento e regulamentos. (DUFFIELD; WHITTY, 2015). O modelo *Swiss cheese* pode ser visualizado na Figura 2 a seguir:

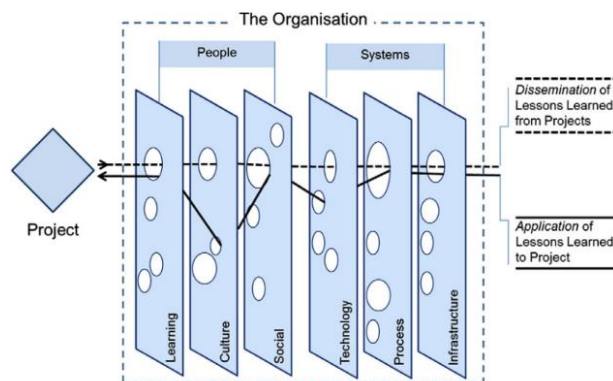
Figura 2 - Swiss cheese model



Fonte: Extraído de Duffield e Whitty (2015)

Foi baseado nesse modelo, que os autores Duffield e Whitty desenvolveram o chamado *Systemic Lessons Learned Knowledge (Syllk Model)* para organizações orientadas por projetos (Figura 3). Nele, os autores destacam a importância de seis elementos para que as empresas possam aprender com as experiências passadas e distribuir com sucesso o *know-how* através da sua estrutura organizacional: aprendizado, cultura, pessoas, tecnologia, processo e infraestrutura. A ideia é que quando os aspectos “facilitadores” (representados pelos “furos” dentro de cada um desses elementos) ficam alinhados, a organização consegue disseminar e aplicar efetivamente as lições aprendidas aos seus projetos (DUFFIELD; WHITTY, 2015).

Figura 3 - Syllk model



Fonte: Extraído de Duffield e Whitty (2015)

A implementação desse modelo visa ajudar as empresas a identificarem os aspectos “facilitadores” e as barreiras ao seu modelo atual de gestão do conhecimento, podendo ainda resultar em outros ganhos, como a redução de tempo e custo para resolver problemas, identificação e tratamento de riscos e melhorias em políticas, sistemas e processos organizacionais (DUFFIELD; WHITTY, 2015).

O modelo *Syllk* é um dos diversos modelos encontrados atualmente na literatura para a gestão de lições aprendidas. Contudo, Williams (2007) e Duhon e Elias (2008) mostram que eles envolvem essencialmente três etapas: identificação (captura), disseminação (transferência) e aplicação (implementação). A seguir são citados alguns métodos utilizados em cada etapa:

- **Identificação:** reflexão; sessões de lições aprendidas; avaliação após ação (*after action review*); sessões de apresentação de resultados (*debriefing*); reuniões de encerramento de projetos (*close out meetings*); avaliação do projeto (*project review*); apreciação pós-projeto (*post-project appraisal*); análise de estudos de casos; comunidades de práticas (*communities of practice*); revisão de marcos dos projetos; histórias de aprendizagem (*learning histories*); auditorias de projetos, entre outros.
- **Disseminação:** se referem a codificação, verificação, armazenagem, pesquisa, recuperação, compartilhamento do conhecimento e treinamentos.
- **Aplicação:** envolve a recuperação e uso do conhecimento para apoiar decisões, ações e resolução de problemas. Como geralmente requer um significativo esforço, comprometimento e compreensão do comportamento

CAPÍTULO 15

das pessoas, tanto para a organização quanto para os indivíduos, é mais difícil de operacionalizar, logo, é a etapa onde o processo de lições aprendidas costuma falhar (WILLIAMS, 2007; DUHON; ELIAS, 2008).

Na escolha e implantação do método a ser utilizado, Veronese (2014) destaca alguns aspectos importantes que devem ser considerados pelas empresas: ambiente organizacional; definição dos objetivos tangíveis; análise do tempo médio de execução do projeto; revisão contínua das lições aprendidas; adoção de métodos dinâmicos e de fácil entendimento; uso de reuniões de retrospectiva; seguimento e controle das ações tomadas; e, por fim, o uso de métricas.

Este último ponto é fundamental no processo. As empresas devem ser capazes de periodicamente transformar as informações da captura das lições aprendidas em indicadores de qualidade e maturidade da gestão de projetos. O uso dessas métricas torna possível avaliar os benefícios do método escolhido e continuamente sensibilizar stakeholders e diretores sobre a importância dos processos de transferência de conhecimento (VERONESE, 2014).

METODOLOGIA

A pesquisa pode ser caracterizada como exploratória, visando tornar o problema mais familiar e explícito ou a constituir hipóteses (GIL, 2002). É baseada no método de estudo de caso, definido por Yin (2001, p. 32) como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo com seus contextos de vida real, especialmente quando as fronteiras entre os limites e o contexto não são claramente definidas”.

Seu objetivo envolve analisar o modelo atual de gestão de lições aprendidas de uma empresa do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado de São Paulo à luz da literatura e propor melhorias que visem alinhar o modelo adotado de acordo com o *framework* teórico estudado. Cabe ressaltar que visando atender as políticas de segurança da informação, o nome dessa empresa não será divulgado.

Para a coleta dos dados, foi efetuada primeiramente, uma pesquisa documental na intranet corporativa, acerca dos modelos estruturados para a gestão

CAPÍTULO 15

do seu conhecimento organizacional e das lições aprendidas em projetos. Em seguida, foram levantados os registros armazenados no banco de dados (que consolida as lições registradas) e efetuada uma pesquisa interna com os profissionais de planejamento de projetos que são envolvidos com os processos de registro, disseminação e aplicação de lições aprendidas.

Nesse sentido, foi enviado um questionário eletrônico (Formulário Google), contendo 15 perguntas do tipo fechadas dicotômicas, isto é, com apenas duas opções de respostas: “Sim” ou “Não” - o que caracteriza a pesquisa como quantitativa segundo Gil (2002). Cabe mencionar que o instrumento em questão representou uma adaptação do modelo de questionário utilizado por Martinez (2013) para a realidade da empresa analisada.

As perguntas de 1 e 2 visaram identificar os anos de experiência na empresa e a qualificação dos funcionários em gerenciamento de projetos. As questões seguintes foram estruturadas com base nas três etapas principais dos modelos de lições aprendidas segundo Williams (2007) e Duhon e Elias (2008): registro (perguntas de 3 a 7); disseminação (perguntas 8 a 10); e aplicação (perguntas de 11 a 14). Por fim, a pergunta 15 teve o intuito de coletar a opinião geral dos profissionais de planejamento acerca da eficácia do modelo utilizado pela empresa. O questionário aplicado pode ser encontrado no anexo deste documento.

ESTUDO DE CASO

A empresa escolhida como objeto do estudo de caso é uma multinacional que atua no setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), fornecendo serviços e soluções tecnológicas customizadas para clientes de diferentes mercados. Sua sede está localizada no Reino Unido, com operações em mais de 20 países. No Brasil, emprega aproximadamente 1.200 profissionais, em quatro escritórios – três situados no Estado de São Paulo e um no Rio de Janeiro.

A empresa possui uma estrutura organizacional de matriz (forte) e orientada a projetos, sendo essa última prioritária. No gerenciamento de projetos adota como

CAPÍTULO 15

referência os fundamentos do PMI (*Project Management Institute*) e mais especificamente, o conjunto de conhecimentos estabelecidos no guia PMBOK®.

As informações que serão apresentadas nas seções 6.1 e 6.2 a seguir, foram levantadas através da pesquisa documental realizada na intranet corporativa da empresa analisada.

Gestão do Conhecimento Organizacional

A organização reconhece os benefícios da gestão do conhecimento como um elemento chave para a implementação de suas estratégias organizacionais e conseqüentemente para a construção do seu futuro e materialização da sua visão e sustentabilidade. Neste sentido, possui estruturado um modelo sistêmico de gestão do conhecimento dividido em quatro etapas:

- **Geração:** ocorre através do investimento em capacitações de seus profissionais (principal fonte de conhecimento interno) e através do relacionamento com parceiros, fornecedores, clientes e entidades do setor de tecnologia e contratação de novos profissionais (fonte de conhecimento externo).
- **Formalização:** ocorre através da publicação de conteúdos nos sistemas de informação corporativos, repositórios da rede e demais sistemas de documentação, facilitando assim o compartilhamento em formato digital.
- **Aplicação:** acontece no dia a dia da execução dos processos principais e processos da cadeia de valor. Para tal, são incorporadas diversas práticas voltadas a gestão do conhecimento, tais como: eventos de controle dos projetos, a formalização de lições aprendidas e a gestão de capacitação dos profissionais.
- **Disseminação:** a transmissão do conhecimento explícito ocorre através dos sistemas de informação corporativos como a intranet corporativa, sistemas normativos e documentação de projetos - os quais todos os funcionários possuem acesso via Internet. A disseminação do conhecimento tácito ocorre

CAPÍTULO 15

por meio de eventos corporativos, utilização de ferramentas de comunicação e colaboração, estímulo de discussões sobre temas relevantes do dia a dia organizacional e através do compartilhamento de experiências e conhecimentos durante o relacionamento com membros da equipe (*mentoring*), clientes, parceiros e fornecedores.

Nesses processos destaca-se a atuação dos chamados Centros de Competência – elementos organizacionais virtuais responsáveis pelo desenvolvimento de pessoas, processos e ferramentas e que definem, em conjunto com a área de Relações Humanas (RH), o plano de carreira e a alocação dos profissionais em cada projeto.

Por fim, a gestão do conhecimento da empresa está focada em três elementos principais:

- **Sistema de gestão** – biblioteca que formaliza o posicionamento, cultura, modelo operacional, sistema de trabalho, políticas, cadeia de processos, procedimentos e todo ferramental operacional da empresa, que podem ser encontrados em sua intranet corporativa.
- **Acervo técnico** – acervo de projetos realizados, propostas como soluções diferenciadas, cases de sucesso, prêmios, reconhecimentos e outras informações de valor que contribuem com a produtividade e competitividade.
- **Inteligência de Negócio (BI)** – informações de mercado desenvolvidas internamente ou adquiridas externamente para a tomada de decisão estratégica. Informações estratégicas dos clientes, parceiros e outros stakeholders necessárias para a construção de relacionamentos diferenciados e de valor.

A intranet corporativa tem um papel relevante na gestão do conhecimento organizacional e disseminação da cultura da empresa. Além das informações já expostas, nela podem ser encontrados portais de notícias, aplicativos e links úteis, comunidades na prática, grupos de discussão, classificados, oportunidades internas, treinamentos online, entre outros recursos. Além disso, através dessa ferramenta é possível solicitar cursos, realizar avaliações de desempenho e montar um currículo

CAPÍTULO 15

virtual com as habilidades e conhecimentos dos profissionais, que fica depois disponível para as demais áreas da empresa.

Modelo de Gestão de Lições Aprendidas

A organização também possui um modelo de gestão de lições aprendidas (L.A) em projetos, com o objetivo de melhorar o desempenho desses e evitar a repetição de erros. Os principais papéis envolvidos nesse processo são os times que atuam diretamente na execução dos projetos.

Esses são estruturados para dedicação a um ou mais clientes pré-determinados e sua formação base é composta de ao menos um Gerente de Projetos (GP), um profissional de Planejamento (PL) e um Engenheiro de Projetos (EP). A inclusão de outros profissionais no time varia de acordo com o porte do projeto e a tecnologia envolvida, a qual determina os especialistas que devem ser envolvidos e a quantidade de profissionais.

Participam também desse processo a equipe de profissionais que trabalham no Escritório de Gerenciamento de Projetos (EGP) - tradução de Project Management Office (PMO). Segundo PMI (2017, p. 48) esse escritório “padroniza os processos de governança relacionados a projetos e facilita o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas e técnicas”.

Segue abaixo um resumo das principais atribuições e responsabilidades de cada um dos integrantes no modelo de lições aprendidas:

- **Profissional de Planejamento (PL)** – responsável pelo controle todas as atividades relacionadas ao planejamento e controle de projetos (escopo, cronograma, custos e recursos). Dentro do processo de L.A, tem a função de registrar todas as lições identificadas ao longo do ciclo de vida de um projeto no banco de dados da empresa e posteriormente aplica-las a novos projetos.
- **Gerente de Projetos (GP)** – responsável por liderar a equipe do projeto para atender os objetivos do mesmo e às expectativas das partes interessadas. No processo de L.A. tem a responsabilidade de avaliar a veracidade das lições

CAPÍTULO 15

registradas pelo PL, podendo também ser uma fonte de identificação de lições relacionadas aos projetos.

- **Engenheiro de Projetos (EP)** – responsável pelo controle todas as atividades relacionadas a parte técnica do projeto. No processo é uma fonte de identificação de L.A relacionadas aos projetos.
- **Escritório de Gerenciamento de Projetos (PMO)** – responsável pela gestão do desempenho da carteira de operações da empresa; gestão de riscos operacionais; monitoramento e controle de regras de governança; e disponibilização de relatórios e informações para tomada de decisões pela direção. No processo é responsável por acompanhar as L.A registradas pelo PL durante a execução do projeto.

De modo a padronizar o registro de lições aprendidas no banco de dados e facilitar posteriormente a rastreabilidade das informações, o PMO disponibiliza um formulário padrão eletrônico que é preenchido pelo PL com as informações do projeto de sua responsabilidade. Esse formulário possui os seguintes campos:

- **Data de registro** – preenchida com a data em que está sendo registrada a L.A.
- **Grupo de lições aprendidas** – preenchida com a categoria da L.A registrada. Por padronização do modelo, classifica-se em: Aprendizado, Inovação ou Processo.
- **Medidas Corretivas/Preventivas** – preenchida com as medidas que podem ser tomadas de modo a evitar a recorrência do problema (quando for uma prática a ser evitada em outros projetos).
- **Grupo de disseminação** – preenchida com a área da empresa que deve receber a L.A.
- **Local de disseminação** – preenchida com a técnica a ser utilizada para a divulgação da L.A registrada. Caso a lição seja restrita, opta-se por reuniões de alinhamento com o grupo de disseminação. Caso contrário, a lição é divulgada na intranet corporativa.

CAPÍTULO 15

- **Rótulo/Tema da L.A** – TAG utilizada para organizar por tema as L.A no banco de dados e facilitar posteriormente a busca na intranet. A TAG deve começar com “LL – “e preenchida com o tema que a envolve. Exemplo: LL – Transporte.
- **Data de disseminação** – preenchida com a data em que foi agendada a reunião de alinhamento com o grupo de disseminação ou data que será publicada a L.A na intranet.

Durante o preenchimento do formulário, o PL pode consultar o EP, se necessário, caso a lição envolva questões relativas à área técnica do projeto. Após o registro, as informações são validadas pelo GP e posteriormente apresentadas ao PMO durante os eventos de controle - reuniões que tem como objetivo reportar a situação física e financeira atual do projeto em questão.

Após a apresentação dos resultados nos eventos, o PL exporta através de uma macro (automatização do Excel que utiliza código Visual Basic for Applications - VBA) as lições aprendidas que foram registradas para um banco de dados, que fica disponível na rede da empresa.

O modelo atual de gestão de L.A foi fruto de uma iniciativa de um Gerente de Projetos - responsável pela manutenção do banco e pela divulgação das lições na intranet corporativa. Entretanto, desde a sua saída da organização em 2017, esses dois processos não vêm sendo executados, fazendo com que esse modelo se resuma ao registro do aprendizado no banco de lições aprendidas. A Figura 4 a seguir apresenta o fluxo que foi estruturado pela empresa para gerenciar as lições aprendidas de seus projetos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Essa seção analisa os principais resultados encontrados no levantamento dos registros armazenados no banco de lições aprendidas da empresa e na pesquisa interna realizada com os profissionais de planejamento envolvidos com o modelo de L.A.

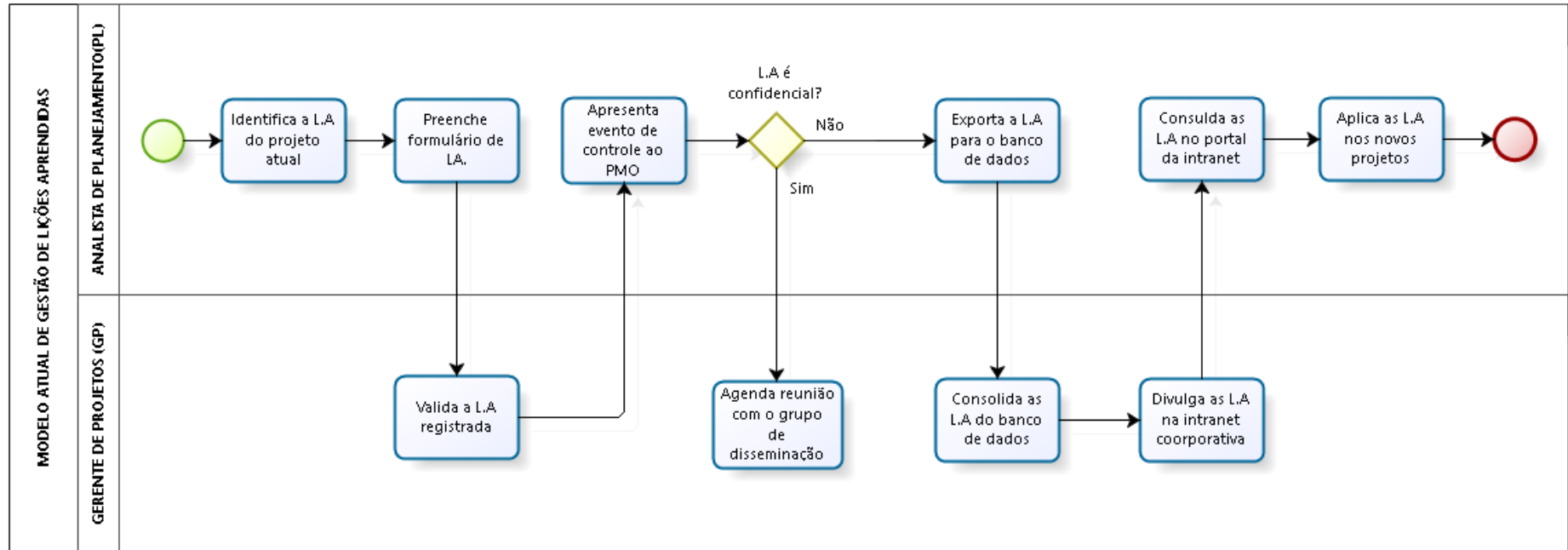
CAPÍTULO 15

Banco de Lições Aprendidas

A primeira etapa da pesquisa consistiu em uma análise quantitativa das informações registradas no banco de dados da empresa, criado em setembro de 2015. Como a ferramenta começou a ser formalmente utilizada apenas no ano seguinte, o período examinado considerou os meses de janeiro/2016 a dezembro/2019. Devido à ausência de manutenção do banco de dados nos últimos anos, observou-se a existência de muitos registros duplicados que comprometeram a rastreabilidade de informações. Além disso, como alguns campos do formulário utilizado para o registro das lições aprendidas não possuem opções padronizadas de preenchimento (como é o caso do Grupos de Disseminação, por exemplo) isso faz com que uma mesma informação seja escrita de diferentes formas.

CAPÍTULO 15

Figura 4 - Modelo atual de Gestão de Lições Aprendidas



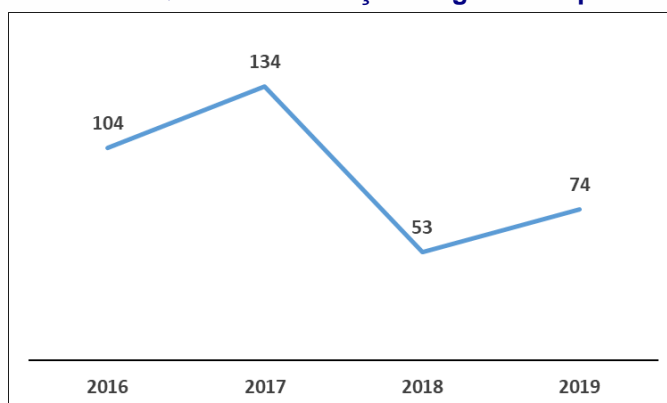
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

CAPÍTULO 15

Segundo Hasan e Crawford (2003), sistemas de gestão do conhecimento, como banco de dados, requerem manutenção para evitar que caiam em desuso devido a informações obsoletas ou pela falta de contexto em torno dessas que podem levar a erros de interpretação. No caso analisado, a falta de manutenção torna não só o exame do banco de dados mais demorado, como as etapas seguintes de consolidação e divulgação das lições também - caso estivessem sendo realizadas.

No total, foram registradas 365 lições, contemplando 145 projetos gerenciados no período analisado. O Gráfico 1 a seguir mostra a quantidade de lições registradas ao longo dos anos.

Gráfico 1 - Quantidade de lições registradas por ano



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Observa-se que desde a criação do banco, houve um crescimento no número de registros no período de 2016-2017, demonstrando engajamento dos profissionais ao processo implementado. Em contrapartida, o período seguinte (2017-2018) é acompanhado por uma forte queda nos registros, período no qual as lições aprendidas também deixaram de ser divulgadas para as demais áreas da empresa.

Como apontam os estudos de Duffield e Whitty (2015), os aspectos socioculturais influenciam o sucesso do modelo de L.A. Logo, é necessário que a cultura organizacional esteja alinhada com os mecanismos de aprendizagem, para que os profissionais se sintam motivados a continuar contribuindo com os processos implementados, evitando assim que esses caiam em desuso. Outros pontos que merecem destaque na análise do banco são citados a seguir:

- O Aprendizado foi a categoria de lições aprendidas mais registrada no banco (79%), seguida da categoria Processo (21%). Nenhuma lição foi classificada como Inovação.

CAPÍTULO 15

- Apesar da ausência de divulgação das lições, a técnica de disseminação mais escolhida foi a intranet corporativa (52%), seguida das reuniões (45%). Não foi selecionada a técnica para 4% das lições.
- Em 2019, dos 40 profissionais de planejamento que trabalham atualmente com projetos na empresa, somente 11 registraram lições aprendidas no banco (27,5%).
- Todas as lições registradas no banco envolviam o registro de práticas a serem evitadas em outros projetos (impacto negativo).

Segundo PMI (2017, p. 501) “as lições aprendidas declaram se os objetivos do projeto foram alcançados e, se não, fornecem os motivos por que não foram”. O registro de lições é fundamental para a melhoria dos processos, sejam elas de impacto positivo ou negativo. Entretanto, o registro de lições que disseminem boas práticas, isto é, que representam impacto positivo, como técnicas que foram efetivas para identificar os riscos, por exemplo, são essenciais ao aprimoramento do desempenho das fases posteriores do projeto como de outros projetos também (PMI, 2017).

Pesquisa Interna

Dos 40 profissionais de planejamento que trabalham atualmente com projetos na empresa e que tem envolvimento com o modelo de L.A, 30 responderam ao questionário enviado, caracterizando uma taxa de retorno de 75%.

Desses participantes, 16,7% possuem alguma certificação do PMI em gerenciamento de projetos. Tais certificados possuem reconhecimento internacional e demonstram o conhecimento básico de terminologias, processos e gestão eficaz de projetos. No entanto, a sua posse não é obrigatória na empresa, pois a sua obtenção depende, dentre outros pré-requisitos, horas de experiência comprovadas em gestão de projetos – a certificação padrão-ouro do PMI, por exemplo, requer um mínimo de 7.500 horas de liderança e gestão de projetos. Como 60% dos participantes trabalham a menos de 5 anos na empresa, isso explica o fato de muitos não possuírem a

CAPÍTULO 15

certificação e, portanto, o conhecimento técnico da importância do processo de lições aprendidas dentro da área de GP.

Registro

Como já mencionado, o questionário foi estruturado com base nas três etapas principais dos modelos de lições aprendidas segundo Williams (2007) e Duhon e Elias (2008): registro, disseminação e aplicação. Para responder a primeira etapa, os participantes foram orientados a criticar o processo atual de identificação de L.A que é feito através do preenchimento do formulário padrão eletrônico já citado.

Apesar de 90% dos profissionais já terem registrado alguma lição por meio desse processo, 56,7% sinalizaram que sentem alguma dificuldade durante o seu preenchimento. Sendo assim, seria importante a realização de workshops visando instruir os profissionais no uso da ferramenta e avaliar a necessidade de modificação de alguns campos do formulário, uma vez que um registro ineficaz do aprendizado pode comprometer não só a disseminação do conhecimento pela empresa como a sua aplicação posterior em outros projetos.

Outro ponto de destaque nessa etapa é o fato de 56,7% (a mesma percentagem) dos participantes terem respondido que já se esqueceram alguma vez de exportar as lições aprendidas para o banco de dados após os eventos de controle. Essa situação pode ser uma das explicações para a queda do número de lições cadastradas no banco ao longo dos anos, como visto na seção anterior. Ademais, o esquecimento do uso da macro da ferramenta Excel pelos profissionais indica a necessidade de se reavaliar também o processo de exportação.

Segundo o guia PMBOK, o registro de lições deve ocorrer ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto (PMI, 2017). Esse fato não é observado na empresa, pois o registro somente ocorre quando são apresentados eventos de controle ao PMO – isto é, quando se torna obrigatório o preenchimento do formulário. Para 96,7% dos participantes, as lições deveriam ser registradas independentemente dessa reunião. Logo, é de suma importância a estruturação de um processo de registro paralelo com

CAPÍTULO 15

o objetivo de não só alimentar o banco de dados como evitar que o conhecimento registrado se perca.

Observa-se que uma cultura organizacional aberta, que estimula um ambiente colaborativo, tem um papel essencial nos mecanismos de aprendizagem. Para a efetividade dessa etapa, é fundamental que os profissionais estejam motivados a compartilhar e registrar seus aprendizados. Neste sentido, todos os participantes (100%) sinalizaram estar dispostos a continuar contribuindo com o processo de identificação de lições aprendidas em projetos.

Disseminação

Com relação a etapa de disseminação de lições aprendidas, 43,3% responderam que nunca participaram de alguma reunião na empresa envolvendo esse tema. Como não há um controle na organização das últimas reuniões realizadas, não se pode levantar a frequência com que vem ocorrendo ao longo dos últimos anos.

Além disso, 66,7% dos profissionais apontaram que não tinham o hábito de consultar as lições no portal da intranet corporativa, na época em que ainda eram publicadas. Esses resultados são contrastantes aos observados no levantamento do banco de dados, uma vez que a técnica de divulgação mais escolhida ter sido a própria intranet (52%). Mesmo que a disseminação de lições não ocorra desde 2017, o baixo compromisso em acessar o portal mostra que o uso dessa ferramenta visando esse propósito não era eficaz desde o início. Ademais, cabe ressaltar que o formulário utilizado para cadastro das lições encontra-se desatualizado, pois os analistas continuam elegendo a intranet como técnica de disseminação.

É essencial que a empresa formule um novo processo para divulgar as lições, pois a ausência dessa etapa impossibilita a aplicação do aprendizado que vem sendo registrado. Apesar de todos os participantes (100%) terem sinalizado reconhecer os benefícios da disseminação de lições aprendidas no gerenciamento dos projetos da empresa, existe aqui o desafio de se criar um processo que estimule a consulta/leitura por parte de todos os profissionais da empresa. O papel da alta administração,

CAPÍTULO 15

portanto, tem grande impacto nesse sentido, ao criar uma cultura organizacional alinhada às práticas de gestão do conhecimento implementadas.

Aplicação

Com relação a última etapa do modelo de gestão de L.A, foi questionado se os profissionais conhecem o banco de dados que consolida as lições registradas nos eventos de controle. Dos 30 participantes, 66,7% disseram que “não”, o que demonstra que a ferramenta precisa ser mais divulgada na empresa. Ademais, 96,7% responderam que não possuem o hábito de consultar o banco antes de iniciar sua participação em algum projeto.

Tais resultados poderiam inferir que os profissionais não aplicam as lições registradas em novos projetos. Entretanto, 70% disseram se recordar de alguma lição aprendida identificada em um projeto passado que evitou uma nova ocorrência em um projeto posterior; e 46,7% responderam que conseguem identificar algum processo implantado na empresa decorrente de uma lição aprendida de um projeto.

Diante do exposto, nota-se que grande parte da aprendizagem em projetos da empresa envolve o conhecimento tácito – subjetivo, pessoal, baseado na experiência e know-how do indivíduo. Apesar da baixa consulta ao banco de dados e da ausência de divulgação das lições, pode-se dizer que elas vêm sendo aplicadas, mesmo que informalmente, pelos profissionais que a registraram. Embora essa situação não seja a ideal, pode-se dizer que as lições aprendidas vêm resultando em melhorias nos processos, mesmo que tenham pouca percepção da maioria dos profissionais.

Para Hartmann e Dorée (2015), quando os projetos são vistos como “ilhas emissoras/receptoras” de lições aprendidas, essas passam a ser vistas como “mensagens engarrafadas que estão flutuando em um mar de conhecimento, chegando por acaso em novos projetos”. Essa abordagem costuma ser atraente para a aprendizagem entre projetos, uma vez que os projetos possuem natureza temporária e limites organizacionais. Por outro lado, ela cria barreiras ao uso eficaz

CAPÍTULO 15

das lições aprendidas, reduzindo significativamente o seu valor na percepção dos profissionais. (HARTMANN; DORÉE, 2015)

Por fim, 80% dos participantes avaliaram o atual modelo de gestão de lições aprendidas da empresa como ineficaz. Tal resultado reflete todos os problemas identificados até aqui. Para que o modelo de gestão de L.A funcione, é fundamental o comprometimento de todos os profissionais, assim como a realização das três etapas em conjunto: registro, disseminação e aplicação. Caso contrário, segundo Martinez (2013), a credibilidade no modelo será enfraquecida, fazendo com que as pessoas involuntariamente diminuam o interesse em contribuir com a multiplicação do conhecimento da organização.

Proposta de Melhoria

Apesar da empresa analisada reconhecer a importância da gestão do conhecimento - investindo em mecanismos de aprendizagem organizacional como bibliotecas virtuais, acervos técnicos, treinamentos, por exemplo; observa-se que o modelo de gestão de lições aprendidas não tem recebido a mesma atenção, em virtude dos problemas que vem apresentando. Diante deste cenário, serão apresentadas a seguir algumas propostas de melhoria para cada etapa do modelo.

Registro

A pesquisa interna mostrou que o formulário eletrônico utilizado para cadastro das lições aprendidas encontra-se desatualizado e mais da metade dos profissionais encontram alguma dificuldade ao preenchê-lo.

Sabe-se que um registro ineficaz do aprendizado pode comprometer não só a armazenagem do conhecimento no banco de dados como a sua posterior disseminação para a empresa. Nesse sentido, Jessop *et al.* (2016), recomenda o uso de uma linguagem de padrões (*pattern language*) para que as lições aprendidas sejam estruturadas em termos de alguns aspectos como: relevância contextual, forças do

CAPÍTULO 15

trabalho, solução, novo contexto e informações adicionais. Como a empresa já possui um processo de registro estruturado, propõem-se as seguintes melhorias:

- **Data de registro** – essa informação poderia ser preenchida automaticamente durante a exportação da lição aprendida para o banco de dados, com a data de apresentação do evento de controle. Com isso, evita-se a ocorrência possíveis erros de digitação pelos profissionais de planejamento.
- **Grupo de lições aprendidas** – a classificação geral das lições em Aprendizado, Inovação e Processo, seria substituída por uma mais técnica, de acordo com as 10 Áreas do Conhecimento do guia PMBOK: Gerenciamento da Integração, Escopo, Cronograma, Custos, Qualidade, Recursos, Comunicações, Riscos, Aquisições e Partes Interessadas. Essa classificação facilitaria a rastreabilidade das lições no banco e posteriormente a criação de indicadores, como aconselha Veronese (2014), para acompanhar a evolução dos problemas detectados e disseminação de boas práticas.
- **Medidas Corretivas/Preventivas** – propõem-se dividir esse campo em três outros: “Problema/Boa Prática” que foi identificado; “Impacto Positivo/Negativo” para facilitar as buscas no banco de dados; e “Medidas Corretivas/Preventivas” que foram tomadas (em caso de impacto negativo). Essa nova divisão facilitaria o processo de registro da lição aprendida e a rastreabilidade das informações no banco de dados.
- **Grupo de Disseminação** – como no banco de dados foi observado que uma mesma área da empresa era cadastrada de diferentes formas, a padronização deste campo torna-se essencial. Logo, seria utilizado o recurso da ferramenta Excel de lista de seleção com procura automática, para que os profissionais possam escolher o grupo de disseminação ao qual se destina a lição.
- **Local de disseminação** – como não há um controle das reuniões envolvendo o tema de lições aprendidas e pelo fato de a intranet ter se mostrado uma ferramenta ineficaz para disseminá-las, sugere-se retirar esse campo, uma vez que será proposto mais adiante um processo de disseminação único.
- **Rótulo/Tema da L.A** – a pesquisa interna mostrou que os profissionais encontram dificuldades ao preencher este campo - que possui a finalidade de

CAPÍTULO 15

organizar as informações no banco de dados para posterior divulgação. Entretanto, como durante a análise do banco não foram observadas melhorias nesse sentido, sugere-se retirá-lo.

- **Data de disseminação** – o preenchimento dessa informação mostrou-se irrelevante, uma vez que as lições não eram disseminadas. Sendo assim, sugere-se também retirá-lo. No novo modelo de disseminação, a proposta é que todas as lições cadastradas no mês, sejam divulgadas no primeiro dia útil do mês seguinte.

As alterações sugeridas no formulário tornam necessária a realização de workshops visando instruir os profissionais neste novo preenchimento. Além disso, os treinamentos poderiam servir para melhorar a divulgação do banco de dados dentro da empresa, estimulando consultas posteriores.

A pesquisa interna também apontou a necessidade da criação de um processo de registro paralelo, independente da apresentação de eventos de controle ao PMO - que tornam o uso do formulário obrigatório. Segundo Veronese (2014), a prática de registro de forma contínua é benéfica aos projetos presentes e futuros, pois cria na equipe uma disciplina de revisar o seu próprio desempenho e as ações tomadas, o que pode auxiliar na definição de ações corretivas de curto prazo. Os profissionais, portanto, seriam instruídos a formalizá-las diretamente no banco de dados sempre que identificassem uma nova lição.

Contudo, é fundamental que ocorra a manutenção desse banco – tarefa que ficava sob a supervisão de um gerente de projetos que já saiu da organização. Segundo Bakker *et al.* (2011), é responsabilidade da organização e não do gerente do projeto garantir que o conhecimento fosse valorizado e utilizado. Nesse sentido, propõem-se que o PMO fique responsável pela manutenção do banco de dados – uma vez que esse time tem a função de padronizar os processos de governança relacionados aos projetos através do compartilhamento de ferramentas, técnicas, entre outros recursos (PMI, 2017).

Dentro da manutenção, alguns processos poderiam ser realizados: como o monitoramento das lições que foram apresentadas nos eventos de controle versus as que foram exportadas para o banco pelos profissionais de planejamento (PL); e o gerenciamento de ações - quando uma lição similar fosse cadastrada no banco mais

CAPÍTULO 15

de uma vez, seria levantado se alguma ação foi tomada para solucionar o problema. Em caso afirmativo, o PMO faria a análise do motivo de não ter sido eficaz e, se necessário, agendaria reuniões de alinhamento com os responsáveis. Com o tempo, os problemas detectados seriam mitigados e boas práticas em projetos seriam promovidas na empresa.

Disseminação

Dos métodos de disseminação de lições aprendidas encontrados na literatura, dois são destacados a seguir: metodologias baseadas em processos (*process methods*) – lições que carregam o conhecimento refletido nas políticas, processos e procedimentos de uma organização; e metodologias de base social (*social based methods*) - lições que não são fáceis de separar e transferir conhecimento de uma pessoa para outra (WILLIAMS, 2007; FERNIE *et. al.*, 2003).

Como nova metodologia baseada em processo, propõem-se que um PL de cada gerência de projetos fique responsável por consolidar as lições cadastradas no mês pelo seu time, para que sejam encaminhadas por e-mail às áreas (grupos de disseminação) que são destinadas. Essa divulgação ocorreria no primeiro dia útil do mês seguinte, colocando em cópia a equipe do PMO para que seja efetuado o controle desse processo.

Antes desse envio, seria aconselhado que o PL validasse junto ao Gerente de Projetos (GP) se alguma lição envolve conteúdo confidencial. Em caso afirmativo, o GP ficaria responsável por agendar posteriormente uma reunião para abordar o tema da lição com a área de destino, informando ao time do PMO quando a ocorresse. Optou-se pelo uso do e-mail por ser uma ferramenta de uso obrigatório por todos os profissionais da empresa para tratar pendências do dia a dia dos projetos. Com o tempo, poderia ser formulada uma funcionalidade no banco de dados que sinalizasse automaticamente aos grupos de disseminação quando uma lição que o envolvesse fosse cadastrada.

Como metodologias de base social, a empresa já utiliza como prática o *mentoring* – alocando um profissional sênior dotado de mais experiência e

CAPÍTULO 15

conhecimento para orientar um profissional mais novo na empresa; e o networking por meio de eventos corporativos, estímulo de discussões relevantes do dia a dia organizacional e compartilhamento de experiências e conhecimentos durante o relacionamento com membros da equipe e demais stakeholders.

Dentro do modelo de lições aprendidas, sugere-se o uso de reuniões de retrospectiva, que segundo Veronese (2014), são realizadas ao final de cada fase do projeto, com o intuito de analisar como foi o trabalho, se os objetivos daquela fase foram cumpridos e se as expectativas do cliente foram atendidas. Como essa prática foca em ações de melhoria contínua de curto prazo, seria mais rápida de ser implementada pelas equipes de cada projeto, além de facilitar o compartilhamento do conhecimento tácito entre os membros.

Aplicação

Acredita-se que com a reestruturação dos processos de registro e disseminação das lições aprendidas, a aplicação de lições seria estimulada entre os profissionais de planejamento – que passariam a consultá-las antes de iniciar sua participação em novos projetos. Contudo, segundo PMI (2017, p, 100): “até mesmo as melhores ferramentas e técnicas de gerenciamento do conhecimento não funcionarão se as pessoas não estiverem motivadas a compartilhar o que sabem ou prestar atenção ao que os outros sabem”.

Os fatores socioculturais, portanto, influenciam o sucesso dos mecanismos de aprendizagem. Nesse sentido, torna-se essencial o papel da alta administração na criação de uma cultura e estrutura organizacionais que permitam que o conhecimento seja usado de maneira eficaz (DUHON; ELIAS, 2008). Na Figura 6 a seguir, é possível visualizar o novo fluxo proposto ao modelo de gestão de lições aprendidas da empresa.

CAPÍTULO 15

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, constatou-se a importância da gestão do conhecimento, tanto para a melhoria contínua e desenvolvimento de pessoas, produtos e serviços; como para a melhoria do desempenho dos projetos através do uso de lições aprendidas. Contudo, apesar da relevância desse tema, muitas empresas têm enfrentado o desafio de lidar com fatores socioculturais que são apontados em alguns estudos, como aspectos críticos para a eficácia dos mecanismos de aprendizagem implementados.

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo analisar o modelo atual de gestão de lições aprendidas de uma empresa do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado de São Paulo à luz da literatura e propor melhorias que visem alinhar o modelo adotado de acordo com o framework teórico estudado. Para tanto, foi realizada uma pesquisa documental na intranet corporativa dessa empresa; um levantamento dos registros do banco de lições aprendidas; e uma pesquisa interna quantitativa com os profissionais de planejamento de projetos, envolvidos com o modelo estruturado para a gestão de L.A.

Mediante os resultados encontrados, pôde-se responder à questão que norteou o presente estudo. Os principais fatores que influenciam na eficácia do modelo de gestão de L.A da empresa analisada são: a tecnologia empregada para o registro e armazenamento das lições; o processo escolhido para a disseminação do aprendizado capturado; e a cultura organizacional.

Esse último fator é fundamental no modelo. Apesar dos problemas levantados nas pesquisas, todos os profissionais mostraram-se dispostos a continuar contribuindo com o processo de identificação de lições aprendidas em seus projetos. Desta forma, existem indícios que esta mentalidade coletiva faz parte da cultura organizacional e que ela colabora para os mecanismos de aprendizagem e para a gestão do conhecimento organizacional.

Em suma, as principais melhorias recomendadas para o aprimoramento do modelo atual envolveram: a redefinição dos campos do formulário utilizado para cadastro das lições aprendidas; a estruturação de um processo de registro paralelo que faça com que o aprendizado seja registrado ao longo da execução dos projetos;

CAPÍTULO 15

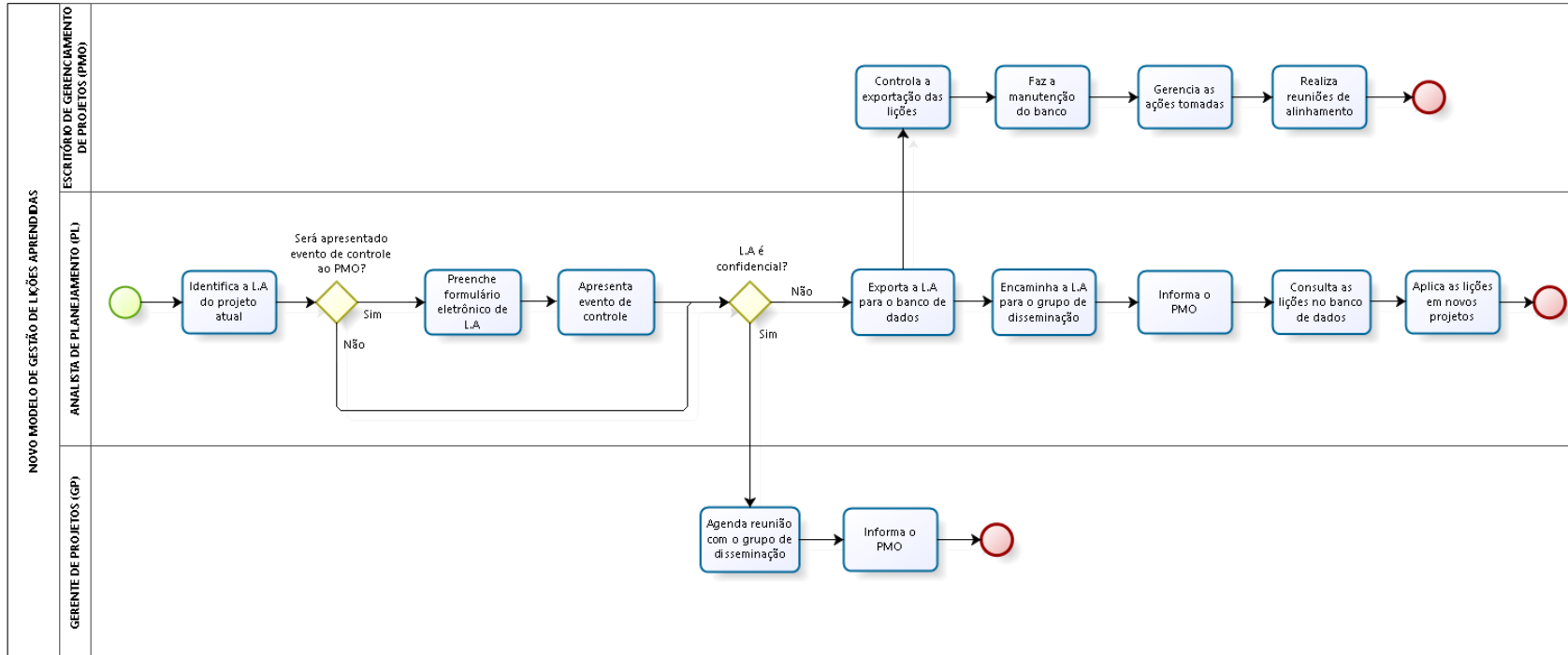
a atribuição de novas responsabilidades ao time do PMO como a manutenção do banco de dados e o gerenciamento das ações tomadas; e

finalmente a estruturação de uma nova metodologia de disseminação do conhecimento explícito e tácito dentro do modelo de L.A.

Como sugestão de pesquisas futuras, seria vantajosa a coleta dos pontos de vistas e sugestões de melhorias dos profissionais de planejamento acerca da nova metodologia proposta neste artigo para a gestão de lições aprendidas; bem como a realização de um benchmarking com outros métodos de gestão de L.A encontrados no mercado para auxiliar na definição de um modelo mais robusto.

CAPÍTULO 15

Figura 6 - Novo Modelo de Gestão de Lições Aprendidas



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

CAPÍTULO 15

REFERÊNCIAS

BAKKER, R.M. et al. (2011). Managing the Project learning paradox: a set-theoretic approach toward project knowledge transfer. *International Journal of Project Management*, v. 29, p. 494–503.

CAVALCANTI, M. et al. (2003). *Gestão de empresas na sociedade do conhecimento* (9ª ed.). Campus, Rio de Janeiro.

DUHON, H.; ELIAS, J. (2008) *Why it is difficult to learn lessons: insights from decision theory and cognitive science*. *Society of Petroleum Engineers*, v. 3, p. 1–7.

DUFFIELD, S. (2017). *An advanced systemic lesson learned knowledge model for project organisations*. Dissertação (Doutorado em Filosofia) – University of Southern Queensland, Australia.

DUFFIELD, S., WHITTY, S. (2015). *Developing a systemic lessons learned knowledge model for organisational learning through projects*. *International Journal of Project Management*, v. 33, n. 2, p. 311-324.

FERNIE, S. et al. (2003). *Knowledge sharing: context, confusion and controversy*. *International Journal of Project Management*, v. 21, p.177–187.

GIL, A. C (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4ª.ed.). Atlas, São Paulo.

HASAN, H., CRAWFORD, K. (2003). *Codifying or enabling: the challenge of knowledge management systems*. *Journal of the Operational Research Society*, v. 54, p. 184-193.

HARTMANN, A., DORÉE, A. (2015). *Learning between projects: more than sending messages in bottles*. *International Journal of Project Management*, v. 33, p. 341–351.

JESSOP et al. (2016). *Donor patterns: a modular structure for sharing knowledge*. *Journal of the Operational Research Society*, v. 67, p. 378–392.

KEELING, R., BRANCO. R. (2017). *Gestão de Projetos: Uma abordagem global*. (3ª ed.). Saraiva, Rio de Janeiro.

MARTINEZ, A. C. P. (2013). *Gestão do conhecimento: Gerenciamento das lições aprendidas em projetos de engenharia para a indústria de óleo e gás*. 136 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro [Orientadora: Prof. Suzana Borschiver]. Disponível em: < <http://186.202.79.107/download/licoes-aprendidas-em-projetos-de-engenharia-para-a-industria-quimica.pdf>>. Acesso em: 11. nov. 2019.

McCLORY et al. (2017). *Conceptualising the lessons-learned process in project management: Towards a triple-loop learning framework*. *International Journal of Project Management*, v. 35, p. 1322-1335.

MILTON, N (2005). *Knowledge management: For teams and projects*. Chandos Publishing.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H. (1997) *Criação do conhecimento na empresa*. Campus, Rio de

CAPÍTULO 15

Janeiro.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H. (2008). *Gestão do conhecimento*. Bookman, Porto Alegre.

OLIVEIRA et al. (2015). *Proposição do modelo DTC para Gestão do Conhecimento em empresas de Consultoria em Tecnologia de Informação*. Revista de Administração, Universidade de Santa Maria, v. 8, n. 4, out./dez.

PEREIRA, L. (2011). *Gestão de Conhecimento em Projetos*. Lisboa: FCA – Editora de Informática.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. (2017). *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK®*. (6ª ed.). Project Management Institute, EUA.

REASON (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Brookfield, USA.

SANTOS, et al. (2001). *Gestão do conhecimento: uma experiência para o sucesso empresarial*. Champagnat, Curitiba

SLACK, N. et al. (2002). *Administração da Produção*. Atlas, São Paulo.

TERRA, J.C.C. (2000). *Gestão do Conhecimento: o grande desafio empresarial*. Negócio, Rio de Janeiro.

VALLE, A. et al. (2015). *Fundamentos do Gerenciamento de Projetos* (2º ed.). FGV, Rio de Janeiro.

VERONESE, G. S. (2014). *Métodos para captura de lições aprendidas: em direção a melhoria contínua na gestão de projetos*. Revista de Gestão e Projetos – GeP. v. 5, n. 1. jan./abr.

WILLIAMS, T. (2007). *Post-Project Reviews to Gain Effective Lessons Learned*. USA: Project Management Institute.

WILLIAMS, T. (2008). *How do organisations learn lessons from projects—and do they?* IEEE Transactions on Engineering Management, v. 55, p. 248–266.

YIN, R. K. (2001). *Estudo de caso – planejamento e métodos* (2ª ed.) Bookman, Porto Alegre.

CAPÍTULO

16

Proposta de melhoria no layout de produção em uma indústria de confecção de moda íntima

Renato de Jesus Boldrim

DOI: [10.47573/aya.88580.2.5.16](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.5.16)

CAPÍTULO 16

Resumo: A análise no layout de produção é importante para verificar se o modelo atual é o mais apropriado no momento. No segmento têxtil, especificamente nas indústrias de lingerie, esta análise é realizada a todo o momento, pois é uma área que deve se adequar a moda do momento e conseqüentemente os processos produtivos de cada peça também sofrem alterações. O objetivo deste trabalho foi propor um modelo de layout para o processo produtivo de confecção de uma fábrica de lingerie situada na cidade de Araraquara-SP. A partir da realização de um estudo de caso, que apresenta simulações por meio do uso de um software que analisou o desempenho produtivo de uma célula específica da empresa estudada. Foi realizada uma comparação de um layout celular com um layout por processo em um produto mais complexo fabricado pela empresa. Após as simulações realizadas, foi possível verificar ganhos significativos na produção com a adoção do layout celular para a produção de um produto específico e a comparação realizada mostrou que o layout por processo obteve melhores resultados para outro tipo de produto.

Palavras-chave: Layout. Layout Celular. Layout por Processo.

Proposal of Improvement at the production layout in an industry of confection of intimate fashion

Abstract: The analysis in the production layout is important to verify if the current model is the most appropriate in the moment. In the textile segment, specifically in the lingerie industry, this analysis is performed at every moment, because it is an area that must suit to the current fashion and consequently the production processes of each piece also pass through alterations. The objective of this work was to propose a layout model to the manufacturing production process of a lingerie factory located in the city of Araraquara-SP. From the accomplishment of a case study, which presents simulations through the usage of a software that analyzed the production performance in a specific cell of the studied company. It was made a comparison of a cellular layout with a process layout in a more complex product produced by the company. After the performed simulations, it was possible to verify the considerable gains in the production with the use of the cellular layout to the production of a specific product and the performed comparison showed that the process layout obtained better results to another type of product.

Keywords: Layout. Cellular Layout. Process Layout.

CAPÍTULO 16

INTRODUÇÃO

Para Avelar (2009), pode-se ressaltar a tecnologia como fator estratégico para mudanças e desenvolvimento, incluindo a questão da moda, que atualmente exige aderência à complexidade tecnológica, dada à necessidade de assimilação de novas tendências do mercado.

Avanços tecnológicos tornam-se relevantes estímulos de produção, como é uma condição fundamental para a redução dos custos e conseqüentemente uma competitividade maior. O aumento do comércio quanto os avanços tecnológicos são extremamente importantes para a indústria têxtil, a qual busca apresentar avanços técnicos com a oferta de mão de obra barata, principalmente no segmento de confecção (DE CAMPOS, 2006).

Para Azevedo e Braga (2013), três aspectos são fundamentais para as empresas se manterem competitivas e eficazes, são eles: a produtividade, a qualidade e a inovação. A importância da reformulação de layout para as empresas entra como base no aspecto da inovação, porém são mais complexas para serem executadas, mas com a reformulação, o resultado é uma maior clareza do fluxo produtivo e processos padronizados.

Segundo Huberman (1936, p. 51), “[...] o crescimento do mercado constitui sempre um tremendo incentivo ao crescimento da produção. Sendo assim, o desenvolvimento de novos arranjos físicos ocorre pela necessidade de adaptação a novas realidades”.

De acordo com Slack *et al.* (2009), realizar uma análise no layout de produção adotada por uma unidade produtiva é importante para verificar se a forma atual é a mais adequada e se todos os colaboradores compreendem o sistema atual e se a produção tem um processo considerado enxuto. Assim pode-se analisar a forma como os recursos produtivos, homens, máquinas e materiais estão distribuídos em todo espaço físico do chão de fábrica.

Segundo Muther (1986), o arranjo físico ou layout, é considerado como o estudo do posicionamento relativos dos recursos de produção, uma interação entre máquinas, materiais e trabalhadores sendo disposta de uma forma mais adequada.

CAPÍTULO 16

Para Nunes (2013), a implantação do arranjo físico tem como meta a junção de matéria prima, máquinas e mão de obra no espaço disponível para todo o sistema produtivo, tendo uma integridade de todos os recursos de produção em um ambiente de trabalho mais harmonioso. Também as distribuições das máquinas, em relação aos colaboradores, supervisores e almoxarifados, devem estar contribuindo positivamente para um aumento da produtividade.

É importante verificar alguns aspectos do layout presente na fábrica e se estão fluindo de uma maneira eficaz. Uma delas é o Setup, que segundo Tubino (2007) é caracterizado como o tempo gasto com a preparação dos recursos produtivos. Esse é um dos principais pontos a serem melhorados quando da implantação de layout de produção. Um processo produtivo sem um layout bem elaborado pode ocasionar a empresa, perdas de materiais, gastos com retrabalho e diversos prejuízos.

Sobre a importância do estudo do layout, a questão a ser respondida é: qual o layout mais apropriado para as características de uma indústria de confecção? Desse modo, o objetivo deste artigo é propor um modelo de layout para o processo produtivo de confecção de uma fábrica de lingerie. Para esta proposta, foi realizado um estudo de caso com os dados produtivos da empresa, verificando quais as possíveis vantagens e desvantagens que o layout atual possui.

O trabalho se inicia com uma revisão bibliográfica com a descrição dos principais layouts utilizados pelas empresas manufatureiras, descrevendo características, vantagens e desvantagens. Em seguida é apresentado os dados de produção da empresa objeto de estudo tais, como: tempo da operação da máquina, tempo de manutenção, tempo de abastecimento, medidas de espaço, números de peças produzidas por dia e também informações sobre o layout atual. O estudo de caso apresenta simulações com um software específico para tal finalidade em um layout celular de um dos produtos com mais unidades vendidas da empresa objeto de estudo e também uma análise dos dados produtivos do layout por processo também utilizado pela empresa.

Por fim, o trabalho apresenta uma proposta de melhoria do desempenho produtivo do layout celular da empresa objeto de estudo através das simulações realizadas. E também analisar os dados produtivos do layout por processo da empresa e observar se há possibilidades de melhoria no desempenho, já que este é

CAPÍTULO 16

o layout que possui as peças em produção com mais etapas produtivas de mais complexidade.

O trabalho é composto por cinco seções juntamente com as referências bibliográfica. As seções são: 1. Introdução, onde são apontadas as dificuldades de se produzir sem um layout bem elaborado; 2. Revisão possui pesquisas bibliográficas e análise do layout; 3. Metodologia, no qual é implantada a simulação através de um software e estudos dos dados produtivos da empresa; 4. Resultados, análise das simulações realizadas e informações do desempenho produtivo e 5. Conclusões, melhor layout obtido através das análises realizadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Todo o planejamento de layout tem o objetivo de tornar mais simplificada e suave a movimentação do trabalho por meio de um sistema, seja essa movimentação referente ao fluxo de pessoas ou de materiais na produção de bens ou na prestação de serviços ao cliente, tornando o sistema mais ágil e eficaz com os recursos disponíveis (GADELHA et al., 2015).

Para melhor utilização de uma fábrica é necessário, entre outras coisas, um estudo de layout, que tem por finalidade facilitar o trabalho. Com o uso apropriado de um layout é possível conseguir melhorias na produtividade já que os produtos estão colocados de forma acessível, tanto na localização (LAS CASAS, 2004). Ao se organizar de maneira ótima, os setores no espaço físico da fábrica, consegue adquirir ganhos de espaços notáveis. Além disso, podem-se diminuir os transportes e assim reduzir o tempo de entrega da produção (LAS CASAS, 2004).

O layout é a técnica de administração de operações cujo objetivo é criar a interface homem-máquina para aumentar a eficiência do sistema de produção (JONES & GEORGE, 2008). Um fluxo bem estudado permite o rápido atravessamento do produto pelo sistema produtivo. Assim, conseqüentemente, menos tempo é perdido em cada recurso e ocorre a rápida transformação da matéria-prima em produto final, reduzindo o lead time da produção (PARANHOS FILHO, 2007).

CAPÍTULO 16

O arranjo físico (layout) é muito importante para a produtividade, pois o fluxo dos processos pode ser otimizado ou prejudicado em função da distribuição física dos equipamentos. Deve, por isso, ser bem estudado porque as alterações futuras podem ser custosas ou mesmo não praticáveis (PARANHOS FILHO, 2007).

Correa e Correa (2006) informam que não existe um tipo de layout ideal que irá suprir todas as necessidades de um sistema produtivo, mas é possível se ter os níveis aceitáveis de eficiência e eficácia dos processos e operações. Portanto com o projeto de layout, poderá adicionar valores em certas atividades e eliminar atividades que não agregam valor. A melhoria no setup produtivo e diminuição dos custos serão visíveis durante o desenvolvimento do projeto do layout.

Segundo Martins (2006) o desenvolvimento do layout é iniciado somente após a determinação da capacidade e a quantidades de turno a ser trabalhado, tendo essas análises relacionadas à situação financeira da empresa.

Para Slack (2018), arranjo físico é uma atividade difícil e de longa duração, devido ao espaço físico e dos recursos transformadores. No caso de insatisfação do cliente ou de perdas na produção, pode-se ocasionar um rearranjo físico, sendo assim ocasionar mal processamento da produção.

Também para Slack (2018), para projetar o arranjo físico, deve ser elaborado uma análise sobre o objetivo a ser alcançado com o determinado arranjo físico instalado. Compreender os objetivos estratégicos é importante para o ponto de partida ao decorrer dos estágios produtivos até ao final da produção.

Com o tipo de processo definido pela organização, é necessário em seguida definir o tipo básico de arranjo físico, que é a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação. Porém é difícil detectar as diversas possibilidades que se escondem sob estes diversos arranjos físicos e recursos transformadores, apesar disso a maioria dos arranjos físicos na prática deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjo físico (Slack, 2018).

O primeiro é o Arranjo físico posicional, também conhecido como funcionais. Todos os processos e os equipamentos do mesmo modelo, são desenvolvidos na mesma seção e também outras operações semelhantes, são agrupados na mesma área. O material segue seu fluxo, buscando os diversos tipos de processos. Este processo é essencial para produtos com mix bem alto e que variam ao longo do tempo,

CAPÍTULO 16

também para produtos que apresentam um fluxo longo dentro da fábrica, um processo no qual se tenha uma satisfação relativa no trabalho (LAUGENI et al., 2015). Este tipo de Arranjo é normalmente utilizado quando os materiais e pessoas transformados são, ou muito grandes, ou muito delicadas, ou precisam ser movidos. Um exemplo de processos produtivos que utilizam este tipo de layout são os da construção de uma rodovia, pois o produto é muito grande para ser movido (SLACK, 2018).

O Arranjo Físico Posicional possui vantagens como: Flexibilidade de mix e produto muito alto, produto ou cliente não movido ou perturbado, alta variedade de tarefas para a mão-de-obra; e também desvantagens como: Custos unitários muito altos, programação de espaço ou atividades pode ser complexas, pode também significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra (SLACK, 2018).

Também chamado de layout funcional ou *job shop*, o segundo tipo de Arranjo Físico básico e o Por Processo, que tem como estrutura o agrupamento de máquinas que desenvolve o mesmo tipo de trabalho. A finalidade deste layout é que as máquinas e equipamentos ficam fixos e o produto circula entre elas; para cada agrupamento há uma seção de máquinas e é essencial para sistemas de produção por lote (NEUMAN et al., 2015). Black (1998) menciona que este tipo de layout é mais adequado para empresas que possui o volume de produção baixo, mas que possui um mix de produtos bem alto.

Produtos ou cliente variados possuem diferentes necessidades e, portanto, deverá seguir diferentes roteiros durante o processo produtivo, porém terá uma complexidade no padrão de fluxo do produto, um exemplo de trabalho que utilizam este processo são os de hospitais, pois são divididos em setores como: (pediatria, radiologia, ortopedia, etc.) (NEUMAN et al., 2015). O Arranjo Físico por processos possui vantagens como: flexibilidade de mix e produto relativamente robusto em caso de pausas das etapas produtivas e facilidade na supervisão dos equipamentos e instalações. Também possui desvantagens como: baixa utilização de recursos, alto estoque durante os processos ou aumento de filas, difícil controle do fluxo produtivo (SLACK, 2018).

Segundo Russel et al. (1998), Arranjo físico celular, é a tentativa de se conseguir a eficiência do layout por processo e também alcançando flexibilidade para a produção de mix de produtos. Back (1998) e Slack et al. (1997) definem que montar

CAPÍTULO 16

agrupamentos diferentes para produzir diversas famílias de produtos é o objetivo principal deste tipo de layout.

As células são agrupamentos de peças ou produtos que possuem certa similaridade entre si, sendo assim criada várias unidades produtivas que produzem cada produto em seu determinado espaço (NEUMANN *et al.*, 2015). Dependendo do tipo de produto e seu grau de complexidade, os layouts celulares podem variar seus formatos semelhantes ao layout em linha, diferentes flexibilidades do processo e chegando a ter células puramente funcionais. (NEUMANN *et al.*, 2015).

O Arranjo Físico Celular possui vantagens como: motivação de trabalho em grupo, boa combinação de flexibilidade e integração, fluxo de material mais organizado, atravessamento rápido (*lead time*). Também possui desvantagens como: caro para se modificar o arranjo atual, redução dos níveis de utilização dos recursos, exigências multifuncionais dos colaboradores (SLACK 2018).

Também conhecido como layout em linha, o Arranjo físico por produto é utilizado em sistemas produtivos com grandes volumes. Neste layout as máquinas ou as seções de trabalho são totalmente alinhadas de acordo com os processos de operações de cada produto. Este tipo de layout possui processos contínuos com o objetivo de ter uma taxa de produção alta (NEUMANN *et al.*, 2015).

Há trabalhos repetitivos realizados pelos operadores de cada linha, pois esse tipo de layout reúne funcionários e máquinas conforme a sequência adequada por determinado produto. As seções não operam independentes; sendo assim a linha é tão rápida quanto a seção mais lenta. Um exemplo de arranjo físico por produto é montagens de automóveis, pois praticamente quase todas as variantes do mesmo modelo exige a mesma sequência linear dos processos (RUSSEL, 2002).

Layout por produto possui vantagens como: baixos custos unitários para volumes altos, alternativas para especialização de equipamentos, movimentação de clientes e materiais convenientes, uso mais efetivo da mão de obra. Também possui desvantagens como: baixa flexibilidade de mix, processos não muito robustos contra interrupções, sequência repetitiva no processo produtivo (SLACK 2018).

CAPÍTULO 16

METODOLOGIA DA PESQUISA

Características metodológicas

Proporcionar respostas aos problemas propostos é a forma que visa uma pesquisa de procedimento racional e sistemático. Existem diversos conceitos para elaboração de uma pesquisa, podendo ser classificada em dois grupos: ordem intelectual, que visa apenas busca do conhecimento; e ordem prática, busca o conhecimento de realizar o trabalho com eficiência e eficácia (Gil 2007).

Para Miguel *et al.* (2010) quantitativa e qualitativa são as formas que as pesquisas devem ser classificadas, sendo quantitativa com característica de capacidade e definir estaticamente as causas estudadas e qualitativas que visa definir operações, buscar significados de diversas situações e mensurar dados e informações.

Esta pesquisa define-se como quantitativa, pois busca medir e analisar dados produtivos, obtendo-se resultados sobre análise abordado sobre eficiência e eficácia da produção da empresa objeto de estudo.

Procedimentos operacionais

Layout celular é um dos tipos de arranjo físico implantado atualmente na empresa de confecção estudada neste trabalho, layout que será estudado com a implantação dos dados produtivos de uma determinada célula, no software de simulação Promodel.

Na fábrica de lingerie a empresa adotou o arranjo físico celular para produtos com mais rapidez no processo produtivo. Cada produto possui processos similares a outros. Por se tratar de um mix bem alto, criou-se a expectativa de que esse tipo de arranjo físico poderia fazer com que a empresa conseguisse atender aos pedidos dos seus clientes, sem se preocupar se o processo era complexo ou não, pois existia uma célula para produto da empresa que produzisse o produto com rapidez.

CAPÍTULO 16

Com o objetivo de analisar qual o layout mais apropriado para empresa, foi realizado um estudo detalhado dos processos produtivos, através do apontamento manual das operadoras da empresa estudada. Foi utilizada como amostra de estudo, dados produtivos de dois produtos no qual a empresa mais produz, sendo eles: calcinha de lateral dupla que é produzida em uma célula com seis máquinas e soutien de taça, um modelo mais complexo que utiliza uma célula com quinze máquinas.

A calcinha de lateral dupla tem processo produtivo com mais rapidez, porem apresenta um determinado gargalo em uma das operações. Foi realizada uma simulação em software para determinar as possíveis soluções para a diminuição do gargalo.

O soutien de taça é visivelmente um produto com processo de produção complexo, até mesmo com simulações de software e seus resultados, a empresa não pretende adquirir mais máquinas e contratar mais colaboradores, então para este caso será feita uma comparação entre o layout celular e um possível layout por processo.

Cada costureira possui uma ficha de controle de produção, no qual contem informações como inicio e término de cada operação em cada máquina para determinada ordem de produção. Foram coletados dados de 30 dias de produção da calcinha de lateral dupla e sete dias de produção dos soutiens de taça, tempo menor, pois a ordem de produção é menor do que a da calcinha lateral dupla por ser tratar de uma produção mais complexa.

ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Análises do layout celular (produto calcinha lateral dupla)

Com a coleta de dados produtivos, foi realizada uma simulação do layout celular da calcinha de lateral dupla. Foi realizada uma simulação neste caso por se tratar de uma célula mais enxuta, no qual a empresa deve fazer pequenas mudanças na melhoria.

CAPÍTULO 16

O objetivo da simulação foi verificar qual a quantidade exata, de máquinas e colaboradores necessários para que o tempo de espera de uma máquina para outra seja o mais baixo possível visando aumentar o número de peças produzidas.

Na célula, o processo de montagem da calcinha, tem início com a chegada do tecido já cortado com as partes da peça, diretamente do setor de corte. Com o tempo de 1 minuto do ajuste do overloque em ponto aberto e com aplicação do fio, a operadora realiza a atividade de um lote de 50 peças em um tempo de 43,8 minutos, com desvio padrão de 3,87 minutos.

Após as partes das calcinhas serem montadas, este lote de 50 peças segue para operadora da galoneira, no qual tem o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e da alimentação do viés, que será aplicado nas laterais da peça (virilha). Esta operação demanda o tempo de 48,9 minutos, com desvio padrão de 4,84 minutos. Em seguida o lote segue para outro overloque, que tem a função de unir as laterais duplas e fechar totalmente o lado esquerdo da peça, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e da aplicação do fio. Esta operação demanda o tempo de 89,9 minutos, com desvio padrão de 18,2 minutos.

Posteriormente o lote segue para outra galoneira, porém esta tem a função de aplicar o viés na cintura e ao mesmo tempo, inserir a etiqueta de composição, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e da alimentação do viés e da etiqueta. A operação demanda o tempo de 47,3 minutos, com desvio padrão de 8,51 minutos.

Mais uma vez no overloque, o lote chega para o processo de fechamento final, no qual é unido totalmente às partes da calcinha dando o acabamento final, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e aplicação do fio. Esta operação demanda o tempo de 24,8 minutos, com desvio padrão de 4,18 minutos.

Já com o lote totalmente montado, este chega para última máquina, que é o travete, que tem a função de travar todas as junções de costura realizadas pelas máquinas anteriores, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e da aplicação da linha. Esta operação demanda o tempo de 30,6 minutos, com desvio padrão de 5,75 minutos. Os dados coletados no período de 30 dias de produção com 8,0 horas (lote de 50 calcinhas) estão apresentados na Tabela 1.

CAPÍTULO 16

Tabela 1 - Detalhamento das operações do processo de montagem da calcinha de lateral dupla

Operação	Recurso	Qtde	Tempo processo (min)	Tipo de distribuição
01. Montagem	Costureira/Overloque	01	Média: 43.8 Desvio-padrão: 3.87	Normal
02. Viés perna	Costureira/Galoneira	01	Média: 48.9 Desvio-padrão: 4.84	Normal
03. Fechamento 1	Costureira/Overloque	01	Média: 89.9 Desvio-padrão: 18.2	Normal
04. Viés cintura	Costureira/Galoneira	01	Média: 47.3 Desvio-padrão: 8.51	Normal
05. Fechamento 2	Costureira/Overloque	01	Média: 24.8 Desvio-padrão: 4.18	Normal
06. Travete (Saída do sistema)	Costureira/Travete	01	Média: 30.6 Desvio-padrão: 5.75	Normal

Fonte: Elaborado pelos autores

Como há variáveis aleatórias (tempo de operações), foram realizadas 50 replicações para obtenção dos indicadores de desempenho médios, dentro de intervalos de confianças satisfatórios. Após as 50 replicações de 8hs, os indicadores de desempenho do sistema atual são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores de desempenho do sistema atual

Qtd. recursos	Indicadores		
Costureiras	Produção média	Tempo médio sistema (min)	Tempo médio de operação (min)
06	24066	11184,99	283,63

Fonte: Elaborado pelos autores

Pelos resultados apresentados pela Tabela 2, o sistema atual produz uma média de 24.066 lingerie (intervalo de confiança de 99,9% produz entre 23.942 e 24.182) a cada 30 dias. As costureiras de montagem, galoneira perna e fechamento 1 são os recursos mais utilizados no processo, sendo que as costureiras de galoneira cintura, fechamento 2 e travete apresentam uma alta taxa média de ociosidade. Na tentativa de solucionar o problema apresentado, três cenários foram propostos:

- Cenário 1: 1 costureira de montagem, 1 de galoneira perna, 2 de fechamento 1, 1 de galoneira cintura, 1 de overloque de fechamento 2, e 1 de travete;
- Cenário 2: costureira de montagem, 1 de galoneira perna, 2 de fechamento 1, 2 de galoneira cintura, 1 de overloque de fechamento 2, e 1 de travete;

CAPÍTULO 16

- Cenário 3: costureira de montagem, 2 de galoneira perna, 2 de fechamento 1, 1 de galoneira cintura, 1 de overloque de fechamento 2, e 1 de travete.

Após as 50 replicações de 30 dias, os indicadores de desempenho para os cenários propostos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Indicadores de produção dos cenários

Cenário	Produção média em 30 dias	Intervalo confiança 99,9%	Tempo médio sistema (min)	Tempo médio de operação (min)
1	44.096	44.011,46 – 44.180,54	21.277,58	284,62
2	44.118	44.047,86 – 44.188,14	21.259,36	284,42
3	45.559	45.426,25 – 45.691,75	21.559,74	284,15

Fonte: Elaborado pelos autores

Pela tabela 3, pode-se observar que o cenário que apresenta a melhor produtividade média de lingerie a cada 30 dias é o cenário 1.

Pelos resultados apresentados na simulação principal, observa-se a produção média de 24.066 peças em 30 dias de trabalho. Com 99,9% de confiança, esse cenário produz entre 23.942 e 24.182 peças neste período. Com a intenção da empresa de aumentar a produtividade e diminuir o tempo de ociosidade de máquina, a primeira proposta é a mais viável, pois com apenas 1 funcionário e 1 máquina a mais a produção média aumenta para 44.096 e também há uma redução no tempo de ociosidade do processo.

Já as demais propostas obtiveram o tempo de ociosidade da máquina mais reduzido, porém a produção média teve um aumento de apenas 22 e 1.463 respectivamente, em relação ao primeiro cenário de melhoria.

CAPÍTULO 16

Comparativos do layout celular com o layout por processo (produto soutien de taça)

Para esta comparação a empresa não utilizou a simulação, mas sim a mudança imediata de um arranjo físico para o outro, sendo assim não teve o cálculo do desvio padrão dos tempos de operações.

Na célula, o processo de montagem do soutien de taça, tem início com a chegada do tecido já cortado com as partes da peça, diretamente do setor de corte. Com o tempo de 1 minuto do ajuste da reta comum com aplicação da linha, a operadora realiza a operação de um lote de 50 peças com tempo de 110 minutos.

Após as partes da base do soutien serem montadas, este lote de 50 segue para operadora da BT 2 agulhas, no qual tem o tempo de 1 minuto e meio de ajuste do ponto e da alimentação do elástico de cócs, que será aplicado nas laterais da peça e na base, esta operação leva o tempo de 35 minutos. Em seguida este lote segue para Rebatedeira, que terá a função de rebater a costura do cócs, com o tempo de 1 minuto e meio de ajuste do ponto e da aplicação do fio, esta operação leva o tempo de 31 minutos.

Depois este lote segue para outra reta comum, porém esta terá a função de unir as laterais, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e da alimentação da linha, a operadora leva o tempo de 42 minutos para realizar este processo. O lote é encaminhado então para a pespontadeira que tem o processo de aplicar o canal de pluma nas laterais, com o tempo de 2 minutos de ajuste do ponto e aplicação da linha e da pluma, a operadora leva o tempo de 48 minutos para fazer este processo.

Em seguida o lote retorna para rebatedeira, para rebater as laterais, essa operação leva o tempo de 1 minuto e meio de ajuste da máquina e da aplicação do fio, esta operação leva o tempo de 42 minutos para realizar este processo. Com a base toda montada o lote vai para reta com faca, para encapar o bojo, esta operação leva o tempo de 1 minuto de ajuste da máquina e o tempo de 60 minutos para realização desta operação.

Segue agora para o overloque para unir o bojo com a base, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e aplicação do fio esta operação leva o tempo de 100

CAPÍTULO 16

minutos para o processo. Mais uma vez retorna para pespontadeira para aplicar o canal pluma no bojo já aplicado na base, com o tempo de 2 minutos de ajustes da máquina e aplicação da pluma e linha esta operação leva o tempo de 52 minutos para o processo.

O lote volta para a reta com faca para refilar as laterais da base, esta operação leva o tempo 15 minutos, esta máquina já fica regulada, pois são o mesmo ponto de regulagem para todos os tipos de soutiens. As peças são então enviadas para a galoneira aplicar o viés no decote, com o tempo de 2 minutos de ajuste da máquina a alimentação do viés esta operação leva o tempo de 35 minutos de processo. O lote segue para a máquina ZIG fazer o mesmo processo só que nas laterais e tem o tempo de 30 minutos para realizar o processo.

O lote chega para a BT 3 agulhas que aplica o toquinho do elástico, com o tempo de 2 minutos de ajuste de máquina e alimentação do elástico de alça esta operação leva o tempo de 35 minutos. Em seguida retorna para a ZIG que irá aplicar as partes fêmea e macho do fecho e também a etiqueta de composição, com tempo de 1 minuto de ajuste da máquina esta operação leva o tempo de 30 minutos.

Já com o lote totalmente montado, este chega para última máquina, que é o travete, que tem a função de travar todas as junções de costura realizadas pelas máquinas anteriores aplicar a alça na peça, com o tempo de 1 minuto de ajuste do ponto e da aplicação da linha, a operadora leva o tempo de 35 minutos.

Tabela 4 - Detalhamento das operações do processo de montagem do soutien de taça

Operação	Recurso	Qtde
01. Montagem	Costureira/Reta comum	01
02. BT. Elástico	Costureira/BT	01
03. Rebater elástico na base	Costureira/Rebatedeira	01
04. Unir laterais	Costureira/Reta Comum	01
05. Pespontar cadarço nas laterais	Costureira/Pespontadeira	01
06. Rebater laterais	Costureira/Rebatedeira	01
07. Encapar bojo	Costureira/Reta com faca	01
08. Pregar Bojo	Costureira/Overloque	01
09. Pespontar cadarço no bojo	Costureira/Pespontadeira	01
10. refilar laterais	Costureira /Reta com faca	01
11. Aplicar viés no decote	Costureira/Galoneira	01
12. Aplicar viés na lateral	Costureira/Zig Zag	01

CAPÍTULO 16

13. Aplicar toquinho	Costureira/BT	01
14. Aplicar fecho	Costureira /Zig	01
15. Aplicar alça e travar costura (Saída do sistema)	Costureira/Travete	01

Fonte: Elaborado pelos autores

Por se tratar de uma peça de processos complexo, esta célula possui máquinas em que o lote acaba retornando para a mesma fazer uma operação diferente, conseqüentemente uma regulagem também diferente. Então se optou para alguns dias de produção um teste com o layout de processos. O soutien de taça exige muitas operações com determinadas regulagens e materiais diferentes, na célula o processo possui determinadas filas de espera por causas dessas operações diferentes. Hoje a empresa possui um quadro bem enxuto de funcionários, e no momento não pretende contratar, mas possui diversas máquinas no qual possibilita a criação de layout por processo. Como podemos observar na Tabela 5 a separação por processos em cada grupo de máquinas:

Tabela 5 - Detalhamento das operações do processo de montagem do soutien de taça

Operação	Recurso	Qtde
01. Montagem/ Unir laterais	Costureira/Reta comum	02
02. BT. Elástico/Aplicar toquinho	Costureira/BT	02
03. Rebater elástico na base/ Rebater laterais	Costureira/Rebatedeira	02
04. Pespontar cadaço nas laterais/ Pespontar cadaço no bojo	Costureira/Pespontadeira	02
05. Encapar bojo/10. Refilar laterais	Costureira/Reta com faca	02
06. Pregar Bojo	Costureira/Overloque	01
07. Aplicar viés no decote	Costureira/Galoneira	01
08. Aplicar viés na lateral/ Aplicar fecho	Costureira/Zig Zag	02
09. Aplicar alça e travar costura (Saída do sistema)	Costureira/Travete	01

Fonte: Elaborado pelos autores

Fazendo uma comparação com o layout celular com o layout por processo, é possível observar que por se tratar de um produto com alta complexidade produtiva o layout por processo permite reduzir as famílias produtivas de quinze para nove e mantendo o quadro de funcionários, porém o fato de se trabalhar com máquinas agrupadas permite que o nível de ajuste pós-processo seja bem mais baixo, conseqüentemente ganhando tempo na produção. Os tempos de produção por operação permanecem o mesmo, mas a empresa obteve melhoria nos ajustes das

CAPÍTULO 16

máquinas que exige mais tempo por ser tratar de um produto com o grau produtivo maior.

CONCLUSÕES

A reformulação do layout traz como resultado uma maior clareza do fluxo produtivo e padronização dos processos. É nesse conceito que podemos afirmar no caso da célula produtiva da calcinha de lateral dupla, a importância de fazer melhorias no layout.

Ao observar um determinado gargalo, não se pode tomar decisões precipitadas e agir contratando mais colaboradores e adquirindo mais máquinas. Com a simulação realizada, ficou claro que a primeira proposta de melhoria com a adoção de mais um colaborador, a produção média mensal quase dobra se comparada com a situação atual da empresa, enquanto nas demais propostas de melhoria, a produção média mensal não sofre aumento tão significativo, possivelmente trazendo apenas mais despesas para a empresa.

Esta proposta trouxe vantagens como: motivação do trabalho em grupo, pois a operadora do overloque do fechamento 1 se sentia sufocada com a fila que se formava em sua máquina. Com a alocação de mais uma operadora fica a sensação de união e o lead time ficou mais eficiente, essas vantagens não eram observadas no layout anterior.

Analisando a comparação do layout do soutien de taça com os tipos celular e por processo, verifica-se que em uma fábrica de lingerie é importante apropriação de cada sistema produtivo e layout de produção para cada produto da empresa.

A empresa objeto de estudo possui um mix de produtos bem alto, com cada um possuindo processos de produção diferente, um mais complexo, como soutiens de taça, outros mais simples, como a calcinha de lateral dupla. Com o lançamento do soutien de taça, a empresa teve dificuldades de manter o nível produtivo dos outros modelos de soutien, que eram produzidos em célula. Com a aplicação do layout por processo ficou claro o quão é importante se adequar o setor produtivo de acordo com a complexidade da peça.

CAPÍTULO 16

A indústria têxtil, especialmente o setor de lingerie, é um segmento no qual o trabalho é muito sofisticado com de talhes produtivos que precisam ser sempre aprimorados, portanto o estudo realizado com dois dos principais produtos da empresa obteve resultado satisfatório com a apropriação mais adequada do layout produtivo de cada peça.

Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se realizar o mesmo estudo com toda a linha de produtos da empresa objeto de estudo. Além disso, sugere-se aos gestores da empresa que realizem essa verificação com maior frequência devido a dinâmica apresentada por esse ramo de negócio.

REFERÊNCIAS

AVELAR, SUZANA. **Moda: globalização e novas tecnologias**. São Paulo: Estação das letras e cores editora, 2009.

AZEVEDO, K. D. G. C; BRAGA, V. S. **Proposta de reformulação no Layout da empresa ABRASDI - Abrasivos Diamantados**. Campos dos Goytacazes – RJ. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2013.

BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produtos e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

DE CAMPOS, Antônio Carlos; DE PAULA, Nilson Maciel. A indústria têxtil brasileira em um contexto de transformações mundiais. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 4, p. 592-608, 2006.

GADELHA, F. C.; BESSA, J. A.; BARROSO, D. A.; MENEZES, J. W. M.; ALEXANDRIA, A. R. **Alteração de um layout funcional para layout celular motivado pelos fundamentos da manufatura enxuta: estudo de caso em indústria de transformadores**. Holos, ano 31, v. 6, p.156-159, 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HUBERMAN, L. **História da riqueza do homem**. Rio de Janeiro, Zahar 20ª ed, 1936.

JONES, Gareth R.; GEORGE, Jennifer M. **Administração contemporânea**. AMGH Editora, 2008.

CAPÍTULO 16

LAS CASAS, A. L. **Marketing de varejo**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

LAUGENI, Fernando P.; MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; FLEURY, Afonso; MELLO, Carlos Henrique Pereira; NAKANO, Davi Noboru; LIMA, Edson Pinheiro; TURRIONI, João Batista; HO, Linda Lee; MORABITO, Reinaldo; MARTINS, Roberto Antonio; SOUSA, Rui; COSTA, Sérgio E. Gouvêa; PUREZA, Vitória. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1986.

NUNES, S. **Gestão de produção e operações**. Batatais: Claretiano, 2013.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis. **Projeto de Fábricas e Layout**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: IBPEX, 2007.

RUSSEL, A. B. **Transtorno de Déficit de Atenção/hiperatividade TDAH**. Guia Completo para pais, professores profissionais da saúde. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção. Teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, D.F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão-de-fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

A	
Aceitação Sensorial	
Aceitação sensorial	52
Alcoólico	149, 187, 206
Alimento Lácteo Funcional	
Alimento lácteo funcional	52
Alimentos	
Alimentos	40, 64, 65
Análise Multicritério	
Análise multicritério	92
Antioxidantes	67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78
Antioxidantes Sintéticos	
Antioxidantes sintéticos	67
Aplicações	
Aplicações	23, 40, 43
Aprendizado em Projetos	
Aprendizado em projetos	245
Artesanal	148, 149, 150, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 181, 182, 183, 187
Atividade econômica	116, 197
B	
BIM	92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112
<i>Building Information Modeling</i>	
Building information modeling	92, 93, 94
C	
Calendário Lunar	
Calendário lunar	181
Caminho Mínimo	
Caminho mínimo	11, 12, 21
Cerveja	43, 44, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 197, 198
Cerveja Artesanal	
Cerveja artesanal	148, 150, 151, 152, 160
Ciclo de trabalho	167

ÍNDICE REMISSIVO

Conhecimentos	167, 247, 249, 250, 257, 258, 259, 273
Controle de Qualidade	
Controle de qualidade	52
Curva de Aprendizagem	
Curva de aprendizagem	25, 26, 27, 34, 35, 162, 174, 177
Curva de Esquecimento	
Curva de esquecimento	25, 162, 168
Custos	250, 270, 285
D	
Desenvolvimento de Produto	114, 128, 132, 134, 154
E	
Engenharia	
Engenharia	23, 49, 64, 65, 92, 93, 99, 110, 112, 133, 135, 144, 146, 148, 152, 153, 154, 157, 225, 243, 296
F	
Falhas	82, 88, 109, 115, 142, 190, 209, 210, 212, 246, 251, 252
Farmácia	209, 210, 211, 213, 214, 215, 216
Fermentação	44, 45, 46, 53, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 160, 188, 189, 190, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 205, 206
Filas em Hospitais	
Filas em hospitais	80
Flexsim	80, 87
Fluxo de trabalho	95
G	
Gestão do Conhecimento	
Gestão do conhecimento	245, 250, 257, 278
H	
Hidromel	197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207
I	
Imobilização	
Imobilização	40, 42, 48

ÍNDICE REMISSIVO

Indústria	114, 132, 227
Industrial	11, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 114, 116, 117, 139, 140, 143, 149, 178
Inovação	114, 119, 120, 121, 123, 124, 132, 137, 142, 146, 242, 260, 264, 270
Inovações	93, 114, 115, 116, 119, 121, 124, 140, 141, 143, 154
Inovar	115, 131

L

Layout	
Layout	19, 280, 286, 287, 296, 297
Lições Aprendidas	
Lições aprendidas	245, 259, 262, 263, 276

M

Maré Lunar	181
Materiais	116, 122, 136, 137, 156, 157, 158, 192, 198, 209, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 229, 249, 281, 282, 283, 285, 286, 294
Matéria-prima	167, 170, 228, 229, 230, 283
MCDA	92, 93, 98, 99
Modelagem	
Modelagem	80, 89

O

Óleo	
Óleo	67
Oportunidade	143, 152, 158, 229
Otimização	
Otimização	11, 23
Oxidação lipídica	
Oxidação lipídica	67
Oxidação térmica	71, 72, 75, 76, 78

P

PDCA	209, 211, 212, 215, 231, 235, 237, 241, 242
Políticas	83, 93, 94, 253, 254, 255, 258, 272

ÍNDICE REMISSIVO

Problemas 13, 15, 19, 44, 61, 81, 82, 95, 96, 97, 107, 111, 152, 158, 167, 190, 209, 210, 212, 213, 215, 219, 220, 223, 227, 228, 231, 232, 238, 239, 241, 251, 252, 254, 269, 270, 272, 274, 287

Procedimentos 20, 41, 81, 83, 84, 182, 186, 188, 216, 220, 252, 253, 258, 272

Processo 98, 112, 114, 128, 132, 133, 134, 145, 150, 151, 152, 214, 260, 264, 270, 280, 285

Processo de produção 148, 150, 157, 158, 159, 189, 288

Produtividade 26, 27, 29, 30, 162, 163, 191, 258, 281, 282, 283, 284, 291, 297

Profissionais 94, 97, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 133, 211, 224, 246, 256, 257, 258, 259, 261, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 297

Programação da Produção

Programação da produção 25, 162, 168

Projeto

Projeto 107, 110, 128, 129, 138, 142, 145, 148, 154, 155, 157, 160, 191, 192, 250, 296, 297

Projeto de inovação 135, 137, 142, 143

Projetos Ágeis 114, 132

Projetos de Inovação 114, 132

Q

Qualidade 101, 102, 105, 107, 133, 135, 207, 209, 211, 225, 235, 250, 270

R

Reaprendizagem 30, 164, 166, 168, 177, 178

Roteamento

Roteamento 11, 18, 22

Ruído ocupacional 11, 12, 22

Ruído Ocupacional

Ruído ocupacional 11, 19

S

Semente de uva 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78

Semente de Uva

Semente de uva 67

Serviços de saúde 209

Simulação 18, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 283, 287, 288, 289, 291, 292, 295

Sistemática 40, 42, 43, 47, 116, 129, 131, 134, 212

ÍNDICE REMISSIVO

Sucesso 94, 95, 96, 105, 107, 109, 116, 117, 124, 198, 252, 253, 258, 264, 273, 278

Suporte sólidos

Suporte sólidos 40

T

Tecnologia 54, 78, 101, 115, 121, 122, 127, 130, 137, 160, 212, 242, 245, 247, 249, 250, 253, 257, 259, 274, 281

Tempo 12, 13, 15, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 81, 82, 84, 87, 88, 89, 94, 95, 96, 98, 107, 108, 136, 137, 140, 141, 142, 143, 150, 159, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 183, 187, 189, 190, 212, 217, 220, 223, 224, 230, 238, 239, 240, 241, 249, 250, 251, 254, 255, 272, 282, 283, 284, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294

Treinamento 95, 97, 129, 167, 178, 253

Turismo 182, 187

U

Universidades

Universidades 81

V

Vinho 149, 181, 182, 183, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 197, 198

Vinificação

Vinificação 181, 193

ORGANIZADORA

ANDREIA ANTUNES DA LUZ

Possui doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2017), graduação em Administração pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2006) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2012). Atualmente é professora da Faculdade Sagrada Família. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração de Empresas, atuando principalmente nos seguintes temas: transferência de tecnologia, incubadoras de empresas de base tecnológica, parque tecnológico, empreendedorismo e gestão do conhecimento.

