



# FTT JOURNAL

*of Engineering and Business*

***3ª Edição***

**FUNDAÇÃO SALVADOR ARENA  
ENTIDADE MANTENEDORA**

Conselho Curador  
**Presidente: Regina Celi Venâncio**  
Carlos Alberto Legori  
Edson Marcos Zoccante  
Hélio dos Santos Junior  
Iara Satoco F. Yamada  
Luis Carlos Rabello  
Marcia Thiemi Uemura  
Maria Luzia de Almeida  
Marlene Barbieri Taveira  
Nelson da Silva Leme  
Toshihiko Kumamoto  
Valcir Shigueru Omori  
Venize Aparecida F. Vigatto

**FACULDADE DE TECNOLOGIA TERMOMECHANICA**

**Diretor Geral**  
Valcir Shigueru Omori  
**Diretora Acadêmico**  
Luciana Guimarães Naves Lemos Borges  
**Coordenadores**  
Administração: Andrea Firmino de Sá  
Engenharia de Alimentos: Márcia Edilamar Pulzatto  
Engenharia de Controle e Automação: Silvio Celso Peixoto Gomes  
Engenharia de Computação: Michele Bazana de Souza  
Pesquisa e Extensão: Márcia Edilamar Pulzatto

FTT Journal of Engineering and Business	São Bernardo do Campo	v. 1	n. 3	p.1-97	Nov. 2018
---	--------------------------	------	------	--------	-----------

**CONTATO**

Faculdade de Tecnologia Termomechanica  
E-mail: [journal@ftt.com.br](mailto:journal@ftt.com.br)

**EDITOR ACADÊMICO**

Prof. Dr. Fernando Felício Pachi Filho

**COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO EDITORIAL**

Miriam da Silva Nascimento

**APOIO EDITORIAL**

**Fernanda Santana**  
Kátia Alves Aquino Guariso  
Luciane Alves  
Mara de Godoy  
Milena Medeiros de Andrade  
Simone dos Santos Faria  
Valéria Pompermayer Fazolim

**SUPORTE TÉCNICO**

Marcelo Salles  
Wlândia Alves

**PRODUÇÃO EDITORIAL**

Helena Cristina da Silva Santos

**REVISÃO**

Sérgio Martins

## COMITÊ EDITORIAL CIENTÍFICO

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

## AVALIADORES DESTA EDIÇÃO

Profa.Dra. Adriane Luciana Silva (Instituto Federal Sertão Pernambucano)  
Prof. Dr. Bruno Coelho (Universidade Federal de São João del Rey)  
Profa. Dra. Cynthia Kunigk (Insituto Mauá de Tecnologia)  
Prof. Dr. Ciro Montero (Fundação Universidade Federal de Rondônia)  
Profa. Dra. Christine Schröder (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)  
Prof. Dr. Edmilson Canesin (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)  
Profa. Dra. Elke Shigematsu (Faculdade de Tecnologia Estudante Rafael Almeida Camarinha – Fatec Marília)  
Prof. Dr. Evandro Lopes (Universidade Nove de Julho)  
Profa. Me. Flaviani Bolzani Medeiros (Universidade Federal de Santa Maria)  
Profa. Dra. Grazielle Garcia (Universidade Paulista)  
Prof. Dr. Henrique Ribeiro (Unianhanguera)  
Prof. Me. Irapuan Glória Júnior (Instituto Federal de São Paulo)  
Profa. Dra. Izabelle Quezado Santos (Universidade de Fortaleza)  
Prof. Dr. Jamir Monteiro (Fatec Baixada Santista Rubens Lara)  
Profa. Dra. Jéssica Rodrigues (Instituto Federal de Minas Gerais)  
Profa. Dra. Lilia Sumiya (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)  
Prof. Me. Leandro Paiter (União de Ensino do Sudoeste do Paraná).  
Prof. Dr. Luiz Eduardo Bento Ribeiro (Instituto Federal de Goiás)  
Prof. Dr. Luís Renato Junqueira (Universidade Federal de Minas Gerais)  
Prof. Dr. Manuel Ferreira (Universidade Nove de Julho)  
Profa. Dra. Márcia Alves (Laboratório Nacional de Astrofísica)  
Profa. Dra. Maria Bernardete de Moraes França (Universidade Estadual de Londrina)  
Prof. Marcelo Duarte (Centro Universitário Carioca)  
Profa. Dra. Patrícia Scheuer (Instituto Federal de Santa Catarina)  
Prof. Me. Ralf Moura (Faculdades Integradas Espírito Santense)  
Me. Renata França (Universidade Fumec)  
Prof. Dr. Ricardo Bella (Universidade Federal Fluminense)  
Profa. Dra. Sabrina Lima e Silva (Universidade Federal de Minas Gerais)  
Profa. Dra. Sandra Kitahara (Universidade Municipal de São Caetano do Sul)

# Sumário

## Administração

### 8 ***Gestão de projetos: como estruturar as atividades para a realização de projetos de layout em sistemas de envasamento de bebidas na indústria alimentícia***

*Paulo Henrique Lixandrão Fernando*

*Kelly Cristina de Lira Lixandrão*

*Raphael Monteiro Oliveira*

*David Buzo de Moraes*

### 32 ***Alavancagem financeira como ferramenta de investimentos da pessoa física no mercado de capitais utilizando a diversificação de carteiras***

*Eduardo Cezar de Oliveira*

## Engenharia de Alimentos

### 54 ***Efeito da aplicação de revestimentos em uva Niágara (Vitis labrusca) na elaboração de vinho***

*Ilana Racowski*

*Marco Antonio Carlotti Filho*

*Paula Cirto Mafra*

*Juliana Massutti*

# Engenharia de Controle e Automação

67

## ***Oxímetro de pulso com monitoramento remoto via Bluetooth***

*Victor Inácio de Oliveira*

*Hugo Magalhães Martins*

*Amanda da Silva Pereira*

*David Martins Rodrigues Neto*

*Kayque Caramelo Félix*

*Thais Vieira Rodrigues*

*Vítor Gomes Mendonça*

## Entrevistas

81

### ***Irradiação garante segurança fitossanitária e pode aumentar durabilidade de alimentos***

*Entrevista com a Profa. Dra. Anna Lúcia Villavicencio*

89

### ***Inovação tecnológica acelerada tende a mesclar áreas distintas do conhecimento***

*Entrevista com o Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins*

## *Editorial*

A terceira edição da *FTT Journal* traz, além de artigos avaliados por pares, uma novidade: uma seção de entrevistas com pesquisadores destacados em sua área de atuação. Nesta edição, entrevistamos os professores doutores Carlos Nazareth Motta Marins, vice-diretor do Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), e Anna Lúcia Villavicencio, titular do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN). Marins discorre sobre a inovação tecnológica e suas características na atualidade. Na sua visão, a contribuição entre as diversas áreas científicas tende a aumentar e o acesso à informação e a educação são cruciais para fomentarmos tecnologias inovadoras. Villavicencio aborda os benefícios do uso da tecnologia de irradiação de alimentos para inibir a proliferação de micro-organismos e garantir a segurança fitossanitária dos alimentos. Além disso, a irradiação, ainda pouco conhecida pela opinião pública, também gera inovações tecnológicas, como os biofilmes. Esta tecnologia, porém, não pode ser usada em qualquer alimento, devendo-se avaliar seus objetivos, custos e benefícios antes de aplicá-la.

Na seção de Administração, a utilização de sistemas de gestão de projetos com o objetivo de propor uma estrutura adequada de layout produtivo de envasamento de bebidas numa indústria alimentícia é o tema do artigo de Paulo Henrique Lixandrão Fernando, Kelly Cristina Lixandrão, Raphael Monteiro de Oliveira e David Buzo de Moraes. O estudo realizado a partir de dados obtidos em uma empresa fabricante de equipamentos para envasamento de bebidas demonstra a necessidade de definir estrutura analítica de projeto (EAP) para cada tipo de negócio ou produto. Eduardo Cezar de Oliveira discute os conceitos de diversificação de carteiras como ferramentas de alavancagem financeira no mercado de capitais. Por meio da análise de ações de empresas listadas no índice Ibovespa e da discussão dos resultados obtidos, o autor conclui que a utilização da alavancagem financeira para a maximização de resultados de pessoas físicas que investem no mercado de capitais, se utilizada com critério adequado de porcentagem do capital de terceiros e do capital próprio, pode alavancar em maior nível os investimentos iniciais, porém, se utilizada com muito capital de terceiros em relação ao capital próprio, pode ser prejudicial para o retorno dos investimentos.

A aplicação de revestimentos em uvas Niágara Rosada (*Vitis labrusca L.*) para prolongar sua vida útil foi objeto de artigo publicado na seção de Engenharia de Alimentos. O trabalho dos pesquisadores Ilana Racowski, Marco Antonio Conti Carlotti Filho, Paula Cirto Mafra e Juliana Massutti demonstrou, por meio de análises de índice de degrana e teor de sólidos solúveis, análises físico-químicas e análise sensorial, que a presença do revestimento de quitosana aumenta a vida útil das uvas. Na Seção de Engenharia de Controle e Automação, o artigo de Victor Inácio de Oliveira, Hugo Magalhães Martins, Amanda da Silva Pereira, David Martins Rodrigues Neto, Kayque Caramelo Félix, Thaís Vieira Rodrigues e Vítor Gomes Mendonça apresenta o desenvolvimento de um oxímetro de pulso não invasivo para medição do percentual de saturação de oxigênio na corrente sanguínea com sistema de interface de comunicação Bluetooth, o que permite opcionalmente monitoramento remoto.

Esperamos que a edição suscite reflexões e incentive outros trabalhos de pesquisadores interessados no desenvolvimento da ciência e da tecnologia em nosso país. Agradecemos a todos os autores pela valiosa contribuição.

Boa leitura a todos!



# Gestão de projetos: como estruturar as atividades para a realização de projetos de layout em sistemas de envasamento de bebidas na indústria alimentícia

*Project management: how to model activities for accomplishing layout projects in systems of beverage bottling in the food industry*

**Paulo Henrique Lixandrão Fernando** ([paulohlf@yahoo.com.br](mailto:paulohlf@yahoo.com.br))  
Mestre em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) e professor do IFSP.

**Kelly Cristina de Lira Lixandrão** ([kellycrislira@yahoo.com.br](mailto:kellycrislira@yahoo.com.br))  
Doutora em Nanociências e Materiais Avançados pela Universidade Federal do ABC (UFABC) e pós-doutoranda na UFABC.

**Raphael Monteiro Oliveira** ([monteirooliveira@conestogac.on.ca](mailto:monteirooliveira@conestogac.on.ca))  
Bacharel em Sistemas de Informação do Centro Universitário Fundação Santo André.

**David Buzo de Moraes** ([pro7375@cefsa.edu.br](mailto:pro7375@cefsa.edu.br))  
Mestre em Administração pelo Centro Universitário Fecap e professor na Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

FTT Journal of Engineering and Business.

SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP

NOV. 2018 • ISSN 2525-8729

Submissão: 28 fev. 2018. Aceitação: 10 set. 2018

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

FACULDADE TECNOLOGIA TERMOMECANICA, p.8-31

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi demonstrar a utilização dos sistemas de gestão de projetos para propor uma estrutura adequada do *layout* produtivo de envasamento de bebidas na indústria alimentícia, focando em suas linhas de envasamento com base nas melhores práticas. Foram analisadas as etapas do ciclo de vida de gerenciamento de projetos e buscou-se, com base nas informações obtidas com a empresa-caso, identificar a formação das etapas que mais contribuíram para o sucesso do projeto, de acordo com as fases definidas pelo Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI). Os dados obtidos foram confrontados com as teorias administrativas tanto das áreas de produção quanto das áreas de gestão de projetos, abrangendo-se os fatores decisivos para a constituição de um modelo de organização das tarefas a serem realizadas no projeto, nas etapas de implementação do *layout* da linha de envasamento de produtos. O levantamento foi realizado em uma grande empresa fabricante de equipamentos para envasamento de bebidas, considerando-se sua carteira de projetos por meio de uma pesquisa quantitativa. Entre esses projetos, foram estudados os *layouts* desenvolvidos para alguns clientes. Ao final, os dados obtidos mostraram a necessidade de se definir uma estrutura analítica do projeto (EAP), específica para cada tipo de negócio ou produto a ser gerado por meio do projeto e, a partir disso, verificou-se a forma como uma empresa estrutura seus projetos.

**Palavras-chave:** Gestão de projetos. Projetos de *layout*. Linha de envasamento. Estrutura Analítica do Projeto.

## Abstract

The aim this paper is to demonstrate the application of project management techniques in order to propose a suitable layout of beverage bottling in the food industry, focusing on their bottling lines based on the best practices. The project management lifecycle stages were applied to projects from the target company to identify the most relevant phases for the project's success, according to the phases defined by techniques of the Project Management Institute (PMI). The data obtained were analyzed through the management theories' perspectives from both the operational and the project areas of knowledge, highlighting critical factors for organizing the tasks to be done in a bottling plant layout structure project. The survey was conducted at a large manufacturer of equipment for beverage bottling, considering its portfolio of projects by means of a quantitative research. Among these projects, the designs developed for some clients were studied. At the end, the data obtained showed the need to define an analytical structure of the project (EAP), specific to each type of business or product to be generated through the project, and from this point, it was verified the way a company structures its projects.

**Keywords:** Project management. Layout project. Bottling plant. Work breakdown structure.

# Introdução

Este trabalho tem como objetivo dar suporte aos gestores, clientes e empresas de engenharia dedicados à construção e revisão de plantas de envase de bebidas das indústrias alimentícias na definição das etapas para a estruturação do projeto de *layout*. Existe um vasto campo de literatura técnica na área de gestão de projetos; no entanto, especificamente para os projetos de linha de envasamento, são raras as pesquisas, ou mesmo, a literatura associada ao tipo de projeto. Devido a este fato, foi feita a busca de alguns estudos sobre gestão de projetos ou sobre processos de fabricação ou sobre linhas de envase. Por exemplo, Voigt et al. (2012) discutem um modelo de diagnóstico de falhas em plantas de envasamento; Bazargan-Lari (1999) apresenta modelos de manufatura para layout de grupos celulares; Artto et al. (2001) mostram estratégias para a produção por meio de modelos de gerenciamento de projetos; Schonemann et al. (2015) fornecem os modelos de matriz estruturados para sistemas de fabricação. Além destes, há vários estudos específicos a estas áreas (gestão de projetos, linhas de envasamento, processos de fabricação) que são abordados neste artigo.

Como objetivo específico, procurou-se demonstrar uma estrutura analítica de projetos para facilitar aos projetistas, gerentes e arquitetos que buscam desenvolver uma planta de envase de bebidas otimizada e que tenha os recursos de atividades improdutivos no processo minimizado, de modo que seja possível apenas a integração entre as máquinas constituintes do processo de envase, obtendo-se a máxima produção com foco no processo.

No Brasil, há diversas empresas prestadoras de serviços de projetos e fabricantes de equipamentos para linha de envasamento, como a empresa Krones do Brasil (Diadema – SP), KHS (Vila Maria – SP), Masipack (São Bernardo do Campo – SP), Lies (Canoas – RS) e tantas outras. Como os fornecedores são conhecidos entre si, a diferenciação que se encontra entre essas empresas é o grau de qualidade do serviço prestado ao cliente. Dessa forma, apresentou-se a questão de pesquisa da empresa caso da seguinte maneira: “Como estruturar as atividades para a realização de projetos de *layout* em sistemas de produção de linhas de envasamento de bebidas na indústria alimentícia?”

Para responder à questão, foi adotada uma metodologia que procurou identificar as etapas de projeto da empresa para a produção de equipamentos de envase; por meio dessa identificação e da base teórica dos conceitos do PMI<sup>1</sup>, obteve-se uma estrutura a ser seguida por qualquer projetista ou gerente de projetos que pode melhor definir o gerenciamento de projetos junto à sua equipe, resultando na melhor eficiência ou melhor performance de trabalho.

Brown (1998) ressalta que não é mais suficiente adequar os serviços às necessidades dos clientes. É imprescindível incluir a existência do fator atendimento, efetuado por pessoas, como forma das organizações fidelizarem seus clientes. Sendo assim, o trabalho visa dar uma contribuição à área em questão tendo em vista propor uma estrutura para o projeto especificado, que pode resultar em uma maior satisfação do cliente devido à sua organização, fazendo com que o projeto se torne rentável e que possa abrir novos negócios para as empresas.

É válido enfatizar, portanto, que o conhecimento adquirido por meio da metodologia deste trabalho pode fazer com que o leitor deste artigo científico ao menos entenda o que é uma estrutura construída a partir de uma metodologia. Assim, o artigo procura dar bases para que a metodologia possa ser aplicada pelos projetistas e gerentes de projetos das empresas fabricantes de máquinas de engarrafamento.

## ***Introdução teórica***

O projeto está baseado nas especificidades dos serviços em relação à manufatura, na qual a alocação desses serviços é fator determinante para a análise completa do projeto em questão. Assim, cabe identificar o que seriam: serviços, projeto, produtos e processos. Segundo Giansi e Corrêa (1996), os serviços precisam da presença do cliente para serem produzidos; já os produtos não precisam dessa presença. Dessa forma, a clareza das informações obtidas por parte dos clientes pode transformar ideias geradas

---

<sup>1</sup> PMI – (Project Management Institute) – é uma organização mundial, com o objetivo de difundir as principais práticas da área de gestão de projetos.

na produção de serviços de natureza intangível em um projeto de produto que se torne tangível.

## O setor de serviços

Com base em Gianesi e Corrêa (1996), a relação entre a produção de bens e a produção de serviços está vinculada ao tipo de produto final, ou seja, um produto físico poderá estar atrelado a um serviço intangível, que é o caso dos pacotes de serviços. A característica mais importante do produto ou serviço é a atividade típica de serviços para “a tradução das necessidades dos clientes em especificar as necessidades de projeto”, conforme definido por Gianesi e Corrêa (1996), que também oferecem uma referência para classificar os produtos e serviços puros, que são ofertados pelas empresas como polos extremos de uma continuidade conforme ilustrado na Figura 1.

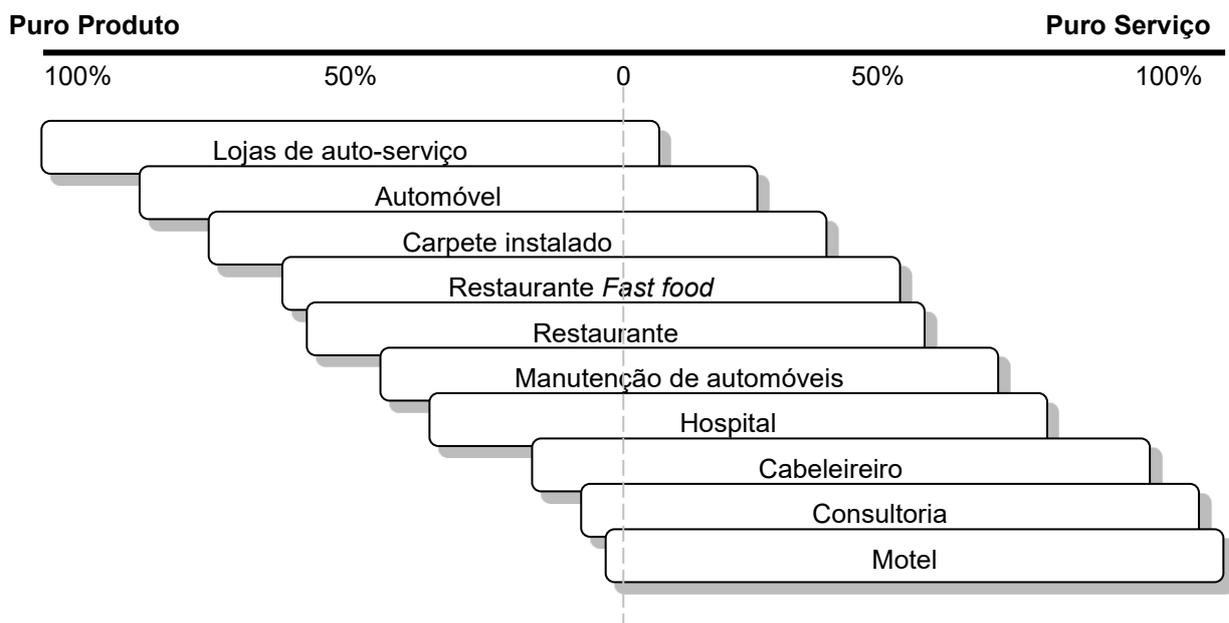


Figura 1: a continuidade entre produtos e serviços.  
Fonte: adaptado de Gianesi e Corrêa (1996)

Observa-se que a concepção principal de especificidades de empresas pode indicar que o trabalho é feito exclusivamente com venda de produto ou exclusivamente com venda de serviço, conforme se verifica na Figura 1, ou também com uma mistura de produtos e serviços, como por exemplo, o caso de um restaurante que, além de produzir a refeição, oferece ao cliente um serviço de locação de um espaço onde possam ser feitas

as refeições.) Assim, o conjunto desses serviços é denominado por alguns autores como pacote de serviços.

Chama atenção o fato de que Giansesi e Corrêa (1996) procuram demonstrar a existência desses pacotes de serviços. Determinadas empresas apresentam como característica não ter somente um produto como também serviço incorporado ao processo de produção final. Com base nos produtos finais das empresas, elas podem utilizar uma ou outra forma de organizar seu processo de produção.

## *A produção de bens e a produção de serviços*

A identificação do serviço com clareza é uma das peculiaridades específicas que Normann (1993) procura definir. Giansesi e Corrêa (1996) avaliam que os processos de produção de um novo serviço na indústria de manufatura podem ser de cinco aspectos: focados em projeto, *jobbing*, *batch*, linha e processo. Estes processos estão ilustrados na Figura 2.

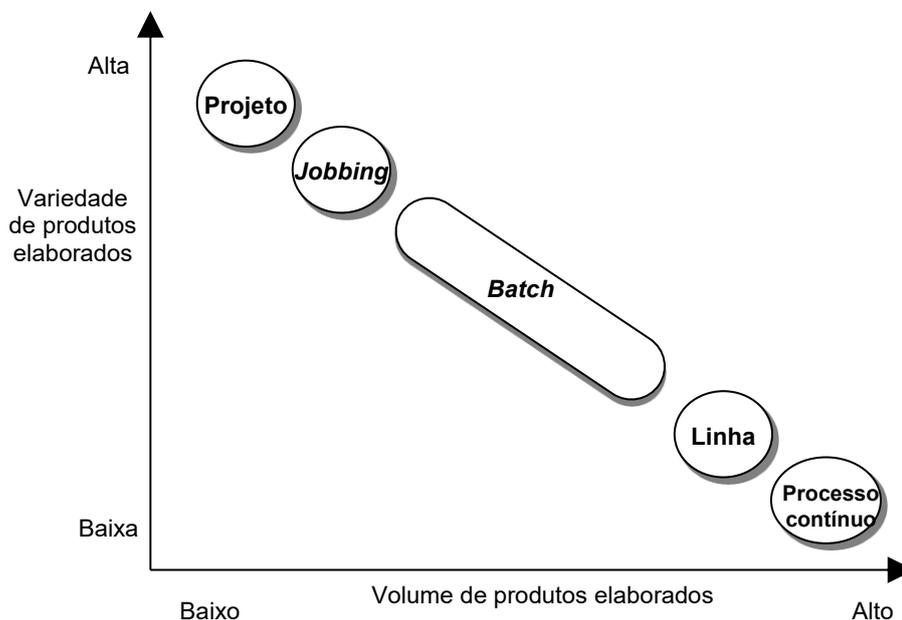


Figura 2: tipos genéricos de processos produtivos na manufatura.  
Fonte: Giansesi e Corrêa (1996)

Observa-se, portanto, que na Figura 2 as empresas podem organizar seu processo produtivo com base na quantidade, no volume e na variedade de seus produtos, sendo que um determinado projeto pode ter um volume baixo de produtos produzidos, porém

pode apresentar uma gama alta de diversos tipos de produtos, enquanto um processo contínuo serve para ter um volume de produtos produzidos de um único tipo, pois a diversidade da é baixa.

## *Projeto, processo e produto*

Heldmann (2005) define que projeto é a capacidade de se delinear algo distribuído e transformado em um gerenciamento de projetos. Os projetos são destinados a se obter algo que não foi feito antes; sendo assim, eles passam a transformar uma ideia em algo factível. As tarefas pré-elaboradas ao processo de projeto são contínuas, ou seja, têm início, meio e fim; isto se deve ao fato de que seu prazo é limitado e sua natureza é temporária.

Maximiano (1997) demonstra que projeto é uma sequência de atividades temporárias que têm o objetivo de fornecer um produto; já o PMI, por meio do PMBOK<sup>2</sup>, define projeto como “um esforço temporário, levado a efeito para criar um produto, serviço ou resultado único”.

Valeriano (1998) define processo como um conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam insumos em produtos ou resultados. Dessa forma, podemos organizar metodologicamente as entradas (*input*) como a chegada dos insumos, e os produtos, conseqüentemente, como as saídas (*output*).

Hamer e Champy (1994) definem processos em função da gerência corporativa, ou seja, enfatizam que muitas pessoas de negócios estão “orientadas aos processos”, e estão focadas em tarefas, ofícios, pessoas, estruturas, e não propriamente em processos; sendo assim, a caracterização de processos de negócios é um conjunto de atividades que recebe um ou mais insumos e apresenta um produto de valor para o cliente. Dessa forma, a comparação entre projetos e processos pode ser estruturada de acordo com a Tabela 1.

---

<sup>2</sup> PMBOK – Project Management Body of Knowledge ou conjunto de conhecimentos da área de gerenciamento de projetos (conjunto das melhores práticas na área em questão).

**Tabela 1: Diferenças entre projetos e processos**

<b>Projetos</b>	<b>Processos</b>
Início e fim definidos	Sem início e fim definidos
Temporário por natureza	Contínuo
Produz um só produto ou serviço	Produz o mesmo produto ou serviço ininterruptamente
Os recursos são exclusivos para o projeto	Os recursos são exclusivos das operações
O encerramento é definido por critérios específicos	Os processos não são encerrados

**Fonte: adaptado de Heldmann (2005)**

Verifica-se que, embora as linhas de desenvolvimento dos projetos e processos ocorram por meios diferentes, ambos geram produto e serviço. Porém, essa diferenciação entre projetos e processos faz-se necessária, pois a forma de se fazer a gestão de projetos é diferente da forma de se gerenciar atividades processuais ou rotineiras, conforme se observa em Valeriano (1998).

## ***Gerenciamento de projetos***

Segundo o guia PMBOK (2017), o gerenciamento de projetos nada mais é do que a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas com o intuito de cumprir os objetivos de um projeto. O gerenciamento dos projetos tem uma evolução dentro de suas partes, sendo elas:

- a) **Iniciação:** ao ser identificada uma possível viabilidade da ideia, após a autorização do cliente, é feito o embasamento da pesquisa do planejamento, tornando-se possível identificar futuros clientes consumidores do projeto;
- b) **Planejamento:** é nesta fase que são colhidas as principais informações técnicas e comerciais sobre o que o cliente deseja, ou seja, são definidos os tipos de produtos e objetos dos clientes aos quais será necessária uma análise mais aprofundada, para que os custos do projeto sejam calculados e os riscos minimizados. Segundo Valeriano (1998), é o momento em que se estabelece o que fazer, como, quando, por quem, por quanto, em que condições etc.;

O planejamento envolve desde a concepção da ideia inicial até o aceite técnico do produto; sendo assim, pode-se dizer que existe um ciclo de vida do produto, que se inicia, se processa e se encerra;

- c) Execução: esta etapa se refere às partes as quais é processado um projeto, sendo ela de forma conjunta com os “*stakeholders*”<sup>3</sup>, a fim de possibilitar a entrega dos produtos no tempo certo (prazo calculado), com a melhor qualidade e menor custo;
- d) Controle: segundo Valeriano (1998), é a etapa que acompanha a execução do projeto servindo para acompanhar os resultados e confrontá-los com o planejamento, podendo assim adequar-se à execução ao planejamento ou até mesmo reajustar o plano;
- e) Encerramento: é identificado se o projeto está em plena fase de ser concluído; caso ainda haja pendências, o encerramento é revisto a fim de não gerar custos de garantia; sendo assim, o encerramento é executado quando todas as etapas do projeto são concluídas junto a todos participantes do projeto.

Verifica-se na Figura 3 que é possível identificar as etapas do projeto e suas inter-relações, de acordo com sua intensidade.

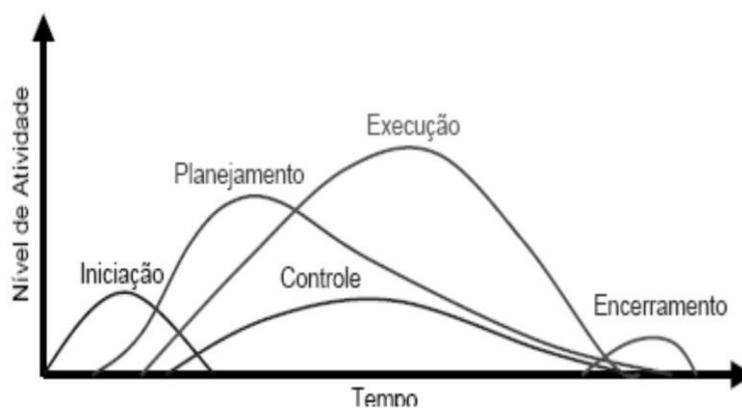


Figura 3: a superposição entre as fases de um ciclo de vida de um projeto genérico.  
Fonte: Valeriano (1998)

---

<sup>3</sup> Stakeholders – Grupo de pessoas interessadas nas atividades da empresa.

## *Escopo do projeto*

O escopo do projeto, segundo Sotille (2015), refere-se ao trabalho que deve ser realizado para se entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas. As tarefas são definidas pelo gerente do projeto durante o planejamento, delimitando a área de atuação do empreendimento e compreendendo as tarefas pertinentes à sua execução. Salienta-se que as necessidades que o cliente possui nem sempre são as declaradas por ele no momento da descrição do seu pedido, cabendo aos realizadores do projeto a determinação dos fatores que influenciam na satisfação do cliente, sendo necessário o acompanhamento, durante todo o empreendimento, pelas partes interessadas no projeto.

As tarefas a serem realizadas são desenvolvidas por meio de sua divisão em atividades e ações inter-relacionadas, observando-se certas questões, conforme orienta Sotille (2015):

- a) Quem são as partes interessadas?
- b) O que deve ser produzido?
- c) Por que devemos fazê-lo?
- d) Quando será feito?
- e) Onde será feito?
- f) Quanto custará?
- g) Como será feito?

As entregas devem abranger uma perspectiva realística do projeto, com análise de risco e planos de gerenciamento dos fatores que influenciarão o trabalho.

## *Estrutura analítica do projeto (EAP)*

O estudo das atividades, sendo elas subdivididas nas tarefas, deverá seguir uma organização estruturada que pode representar uma estrutura analítica, conhecida pela sigla EAP. Segundo o PMBOK (2017), a EAP é descrita como uma decomposição hierárquica, orientada para entregas do trabalho a ser executado pela equipe do projeto, de forma a se alcançar os objetivos e criar as entradas solicitadas. Heldmann

(2005) define EAP como uma ferramenta utilizada para demonstrar graficamente as entregas do projeto numa estrutura hierárquica. Ela organiza o trabalho do projeto em agrupamentos lógicos e mostra a informação em formato de árvore ou lista de tópicos. A EAP pode ser caracterizada como o agrupamento de componentes do projeto que organiza e define o escopo total do desse projeto: o trabalho que não está na EAP está fora da amplitude do projeto. As atividades do andamento do projeto são estruturadas a fim de garantir a melhor relação-benefício entre a transformação das ideias originais dos clientes, de conteúdo intangível em algo factível, físico e tangível. Não há somente uma única forma de se construir uma EAP. Diferentes tipos de projetos podem utilizar a mesma metodologia de construção da EAP.

## *Tipos de projetos de EAP*

Segundo Meredith e Mantel (2011), há duas formas para se classificá-los:

- a) Tipo 1: estes projetos são geralmente bem entendidos, sendo até considerados rotineiros. Apresentam-se de forma simples no seu início. Raramente falham por atraso ou por exceder o orçamento, apesar de comumente ocorrerem ambas as situações. Eles não dão certo por não estarem estruturados de forma a suportar crises inesperadas e divergências com o planejado. Estes projetos geralmente não incorporam experiência técnica para lidar com tais crises;
- b) Tipo 2: estes projetos não são bem entendidos e pode haver considerável incerteza sobre o que especificamente precisa ser feito. Muitas dificuldades surgem no início do ciclo do projeto, geralmente associadas a problemas de planejamento. Muitos desses problemas são resultantes da falha na definição cuidadosa da missão a eles atribuída. Geralmente não obtêm sucesso na aprovação do cliente.

Isso significa que projetos de envasamento de produtos, conforme a classificação apresentada, podem se enquadrar em qualquer dos dois tipos, pois utilizam metodologias estruturadas para se obter a EAP.

## *Projetos de envasamento de produtos*

Segundo Reinhold (1997), na indústria alimentícia de fabricação de cervejas existem classificações para o envasamento de produtos. Elas são definidas, portanto como:

- a) Embarrilamento: é o processo pelo qual se utilizam barris para armazenar o produto; geralmente, estes são constituídos em material de alumínio, porém existem diversos tipos de barris. A aplicação no uso de barris se deve principalmente à demanda do mercado. Restaurantes, bares, lanchonetes, etc. solicitam os barris para distribuição de chope;
- b) Engarrafamento: utiliza-se como auxílio na armazenagem e logística do produto final, que, no caso, está sendo exemplificado como cerveja; as garrafas de vidro possuem características que asseguram a preservação das funções químicas do produto, colaborando para a manutenção do prazo de validade. O engarrafamento é constituído de algumas etapas básicas de um processo, os quais se caracterizam por determinadas ações a fim de resultar no produto final. Outro tipo de envasamento encontrado no mercado europeu nas últimas décadas, e agora em ascendência no Brasil, é o sistema de engarrafamento em frascos de polietileno (PET), ou seja, este material é utilizado para armazenar, distribuir e conservar o produto dentro de seu prazo, além de ter um custo reduzido no processo;
- c) Enlatamento: por fim, o enlatamento segue os mesmos princípios do engarrafamento para a embalagem utilizada no transporte do produto final, mas pelo fato de que sua composição é de alumínio e considerando que este material não retém calor, há uma maior conservação no produto, principalmente na manutenção da temperatura.

Todas estas classificações precisam estar alocadas em um *layout* para que a ação de engarrafar produtos possa ser posta em prática.

## *Produção de layout*

A produção de *layout* se dá em diversas fases na gestão de projetos, seja ela no anteprojeto (fase de orçamento), no projeto inicial (fase de esclarecimento) e no projeto para fabricação. Segundo Houaiss (2001), a palavra *layout* vem do inglês, em alguns casos traduzidos para “leiaute”, que significa o modo de distribuição de elementos num determinado espaço. Nas empresas, o conceito segue os mais modernos requisitos de ergonomia. Podemos também definir *layout* como a concepção ou projeto delineado em seus traços gerais, visando à sua exposição. São usados também os termos *layoutman* ou leiautista, que designam a pessoa ou colaborador que é o responsável pela produção do *layout*.

De acordo com Gaither e Frasier (2001 p.197), verifica-se que:

planejar o *layout* da instalação significa planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios e salas de computador, e ainda, os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam nos prédios.

Os arranjos físicos que o *layoutman* pode propor ao projeto, de acordo com Lorini (1993), podem ser subdivididos em três sistemas básicos, encontrados nas instalações industriais, que são: arranjos em linha, funcional e de grupo. O arranjo em linha consiste em ordenar uma sequência de processos determinados ao tipo do produto através de uma forma sequencial dentro de uma linha de produção. O *layout* funcional, que é um dos mais antigos e comuns encontrados na maioria das instalações industriais, é caracterizado pela disposição das máquinas em blocos, ou seja, há uma especialização por processo. O *layout* de grupo (celular) é caracterizado por reunir equipamentos a fim de constituírem células de produção destinadas a atender inteiramente a produção. Na figura 4 temos um esquema genérico de um arranjo em linha de uma linha de engarrafamento de retornáveis.

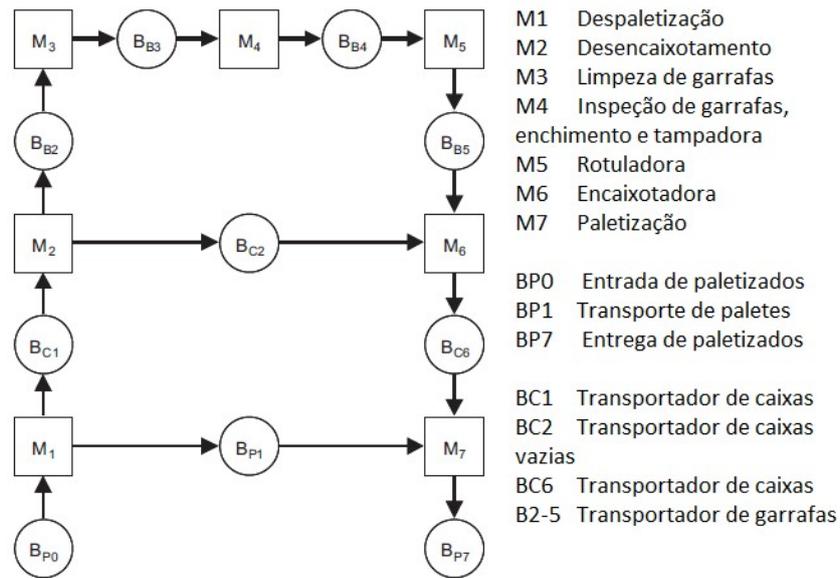


Figura 4: Estrutura genérica de uma planta de garrafas retornáveis.

Fonte: Adaptado de Voigt et al. (2015)

## Metodologia

O objetivo da metodologia é o de auxiliar a compreender, nos mais amplos termos, não os produtos da pesquisa científica, mas o próprio processo; assim, qualquer pesquisa científica bem-sucedida implica em certa consciência metodológica (KAPLAN; HEGENBERG; MOTA, 1972). O processo de pesquisa também pode ser influenciado pelo conhecimento experiencial do pesquisador que está associado ao estudioso de algum campo, mercê de sua prática, sua experiência, seus mecanismos de compreensão dos fenômenos e suas opiniões sobre o mundo (STRAUSS, 1987). Dessa forma, na elaboração do trabalho, adotou-se uma metodologia que pode ser estruturada pela sequência de passos representados graficamente na Figura 5.

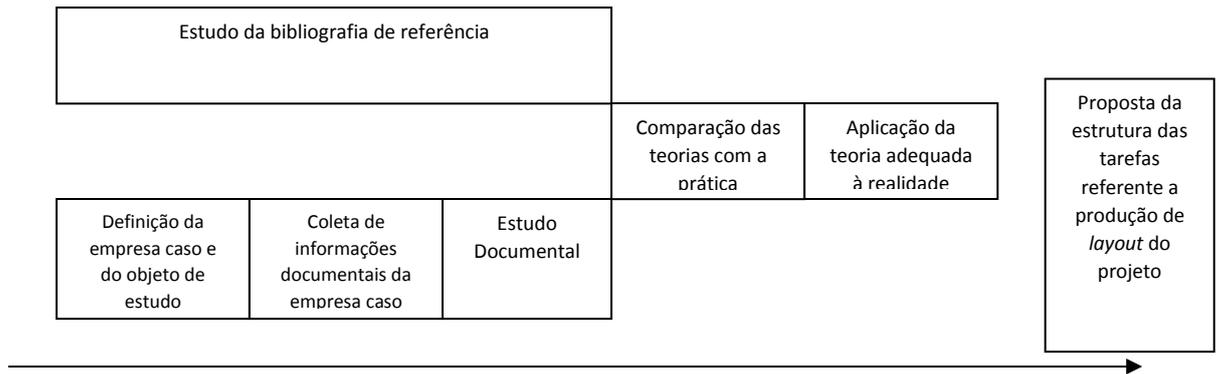


Figura 5: Estrutura da pesquisa.  
 Fonte: Elaboração dos autores

Por meio da técnica proposta, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de referência com enfoque nas áreas de Gestão de Projetos, Administração da Produção e Conhecimentos Gerais da Administração, representadas na Figura 6. Foram levadas em consideração estas áreas por estarem mais associadas à delimitação do tema. Os conceitos abordados em relação a estas três áreas contemplam o interesse da pesquisa.

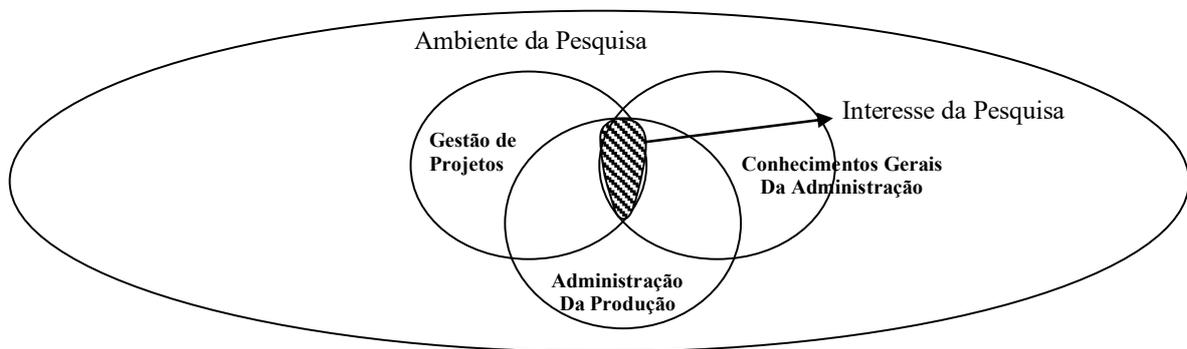


Figura 6: área de interesse da pesquisa.  
 Fonte: Elaboração dos autores

Observam-se nas Figuras 5 e 6 os principais itens relativos à questão da pesquisa. Na figura 5, verifica-se a estruturação da pesquisa com a definição do objeto de estudo, que se refere aos sistemas de produção de linhas de envasamento de bebidas na indústria alimentícia, representada pela empresa objeto do estudo. Na figura 6, verificam-se as áreas de interesse da pesquisa que foram utilizadas para estruturar as atividades para a realização de projetos de *layout*. Também foram definidos os diferentes aspectos envolvidos tais como: ambiente, características da empresa estudada e características

dos projetos dessa empresa. Além disso, foi utilizada uma amostra (5 projetos principais da empresa), para estruturar o objeto de estudo. Como principal técnica deste trabalho, utilizou-se a pesquisa documental que, segundo Godoy (1995), é o exame de materiais de natureza diversa que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reexaminados, buscando-se interpretações novas ou complementares. A partir da análise documental, os dados foram examinados à luz dos principais itens detectados na teoria e foram analisados com o auxílio de um quadro analítico.

Em seguida, efetuou-se uma pesquisa quantitativa, com um formulário aberto, por meio do qual foi entrevistado o gestor de projetos de uma das empresas produtoras destes equipamentos especiais de máquinas de engarrafamento sobre os 5 projetos principais da empresa; além disso, foram levantadas as principais informações referentes ao projeto, fruto da análise anterior, partindo-se para as conclusões do trabalho.

## ***Método de pesquisa***

### ***Objeto de estudo***

A empresa é uma multinacional alemã líder no segmento de fornecimento de equipamentos para processo e produto. A pesquisa foi realizada na filial localizada na região do Grande ABC - SP, com o gestor de projetos do departamento de produção de projetos de *layout*. Fizeram parte da amostra os documentos (arquivo eletrônico) dos projetos que a empresa obteve como entrada de pedidos entre os anos de 2004 e 2006. O objeto de estudo ficou restrito aos projetos de linha de envasamento para a área alimentícia por meio do tratamento estatístico destes dados, bem como por uma amostragem útil de cinco dos principais projetos vendidos, analisados pela capacidade produtiva e pelo fato de serem destinados a clientes considerados novos para a empresa.

## *Característica do projeto*

Verificou-se que a estrutura adotada pela empresa se baseia em técnicas de práticas desenvolvidas ao longo dos anos de sua atuação para a elaboração de projetos. Por meio destas técnicas, foi possível constatar que existe a possibilidade de aproveitar ideias de projetos anteriores para se usufruir do aperfeiçoamento em novos projetos. Com base nesses dados fornecidos pela empresa em foco observou-se que existe a necessidade de se estruturar as atividades desses projetos, que é o problema estudado neste artigo, para o qual buscou-se desenvolver a estrutura principal (EAP) deste negócio.

Foram estudadas as operações de produção de envasamento de bebidas, sendo possível verificar-se que as máquinas participantes do processo, como a enchedora, a rotuladora, a despaletizadora, a paletizadora e a encaixotadora são equipamentos que têm funções distintas dentro do processo de envase. Por exemplo, a enchedora insere a bebida no frasco, a rotuladora cola a etiqueta na lateral do frasco, a despaletizadora retira a caixa do palete que chega com os frascos vazios retornando do cliente, a encaixotadora coloca os frascos dentro da caixa e a paletizadora monta as caixas sobre paletes para serem transportadas ao caminhão para entrega ao cliente. Depois de estudadas todas as funções destas máquinas e observada a capacidade de produção do processo, foi possível estruturar um novo layout, permitindo a melhor disposição das máquinas com base na realização das etapas, de tal forma que as atividades não produtivas sejam minimizadas.

## *Análise e resultados*

Os dados foram tabulados e expostos a partir da metodologia da estrutura de atividades para este negócio (EAP), expressas na Figura 7. Posteriormente, foi realizada a análise dos resultados e as considerações referentes ao objeto da pesquisa. Observou-se que a estruturação foi separada em níveis, definidos primeiramente pelo gerente do projeto para fazer parte dele especificamente. No 2º nível, verificou-se a separação das etapas principais do projeto. Feito isto, definiram-se as atividades deste projeto de acordo com

a teoria da EAP. Dentro desta EAP específica, deu-se ênfase aos itens pertinentes à produção do *layout* dentro da cadeia de projetos, como pôde ser observada na EAP determinada; dessa forma, houve a percepção de que a produção do *layout* contempla diversas atividades; portanto, estes itens tornam-se relevantes neste tipo de negócio; porém, as aplicações poderão ser analisadas pelo ponto de vista gerencial. Observou-se que o planejamento da estrutura do *layout* de equipamentos de envasamento para a indústria alimentícia é gerado por meio da participação de várias atividades, que apresentam um grau de dificuldade para serem executadas, pois além de se preocupar com os aspectos básicos de produção do *layout*, o *layoutman* preocupa-se em identificar várias partes necessárias na estrutura do EAP para definir o projeto, que pode englobar desde a análise de viabilidade do negócio, através do desejo do cliente, até o arranjo físico das instalações.

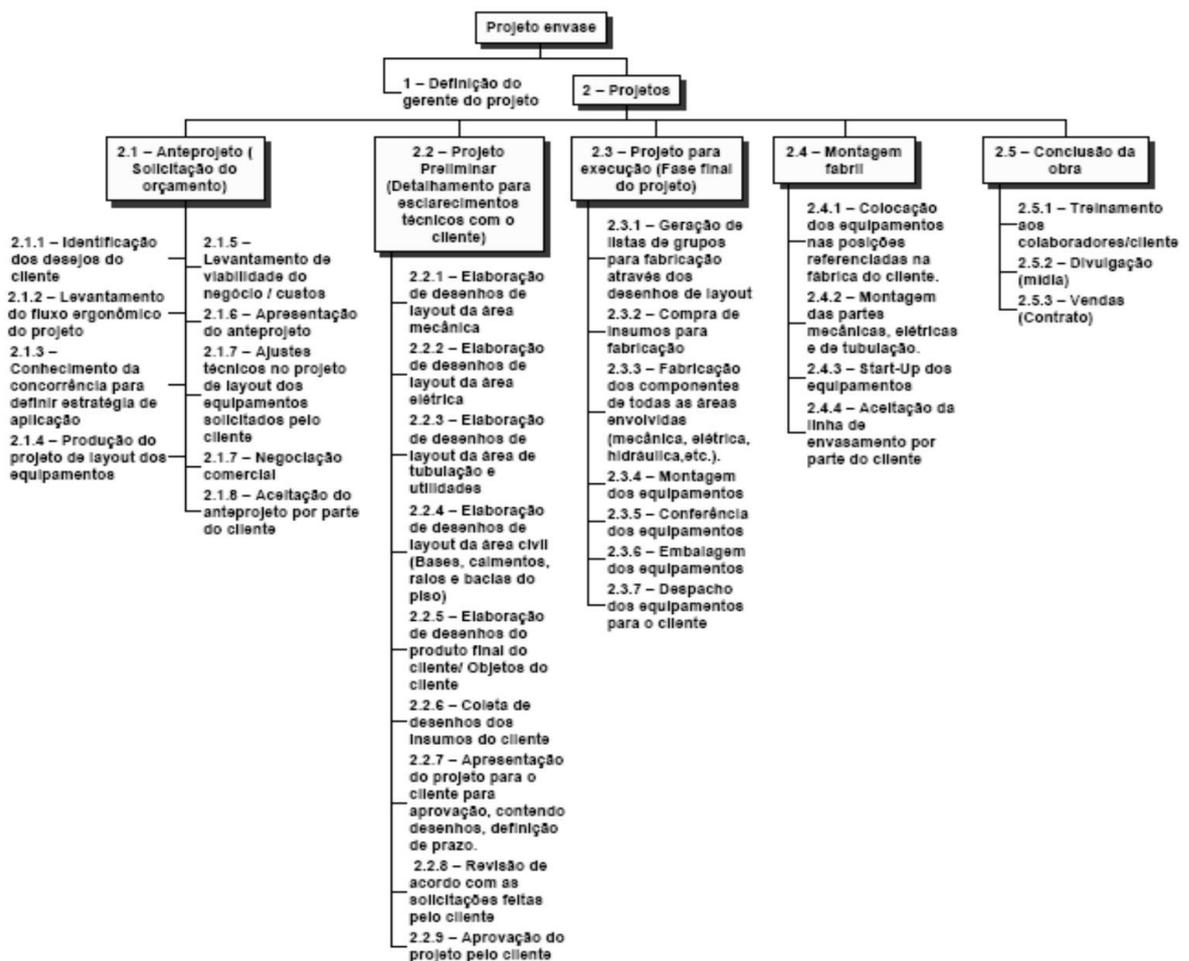


Figura 7: estruturação da EAP de um projeto de linha de envasamento.

Fonte: Elaboração dos autores

## Resultados da pesquisa quantitativa

Esta pesquisa procurou identificar as atividades dentro da gestão de projetos da referida empresa, e posteriormente estruturar o método científico para as atividades do negócio em questão. Através desse critério, foi possível observar o quanto é importante delinear projetos a partir de suas atividades, em qualquer ramo de negócio. Sendo assim, foi possível por meio da entrevista com o gestor de projetos e da análise do estudo documental desta amostra, determinar e quantificar outros dados relevantes como:

- a) Diferenciação por setor de segmentação: cliente produtor de cerveja e de refrigerante, na área de bebidas, e clientes diversos que contemplam a área alimentícia, classificados como não bebidas. Na Figura 8, observa-se a quantidade dos projetos por setor de segmentação.

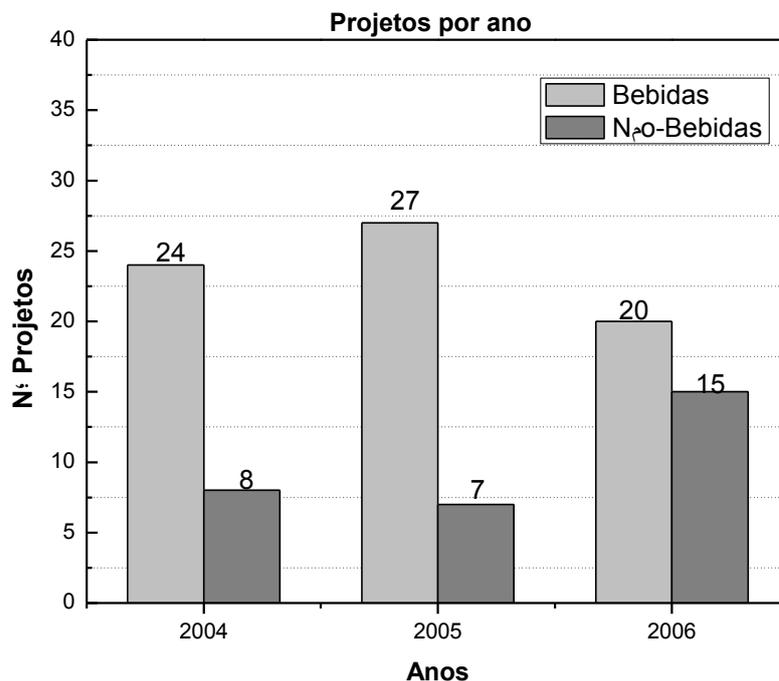


Figura 8: Composição dos Projetos  
Fonte: Elaboração dos autores

- b) Projetos relevantes: a amostra de projetos se caracterizou por colher dados apenas dos "grandes projetos", ou seja, projetos com capacidade produtiva em

unidades/hora mensuráveis e analisáveis. Dessa forma, os cinco projetos que foram utilizados para a análise se mostraram constituintes de linhas completas de engarrafamento, ou seja, de toda a gama de produtos que a empresa pode oferecer ao cliente para um único projeto;

- c) Identificação das intervenções (revisões) nas etapas dos projetos: como os projetos foram analisados levando-se em consideração que os clientes eram novos, fossem eles voltados para constituir uma fábrica nova ou uma nova filial de um cliente já existente, verificou-se que houve várias revisões no projeto causadas por alguma intervenção técnica ou comercial, a fim de entregar o projeto da melhor forma possível. De acordo com a EAP estruturada, foram separadas as três principais etapas, conforme abaixo descrito, e foram obtidas as seguintes conclusões:
- i. Projetos em fase de desenvolvimento (anteprojeto);
  - ii. Projetos vendidos ao cliente, ainda em fase de esclarecimento (projeto preliminar);
  - iii. Projeto de fabricação dos produtos (projeto para execução).

Nas Figuras 9, 10 e 11 observam-se estes dados:

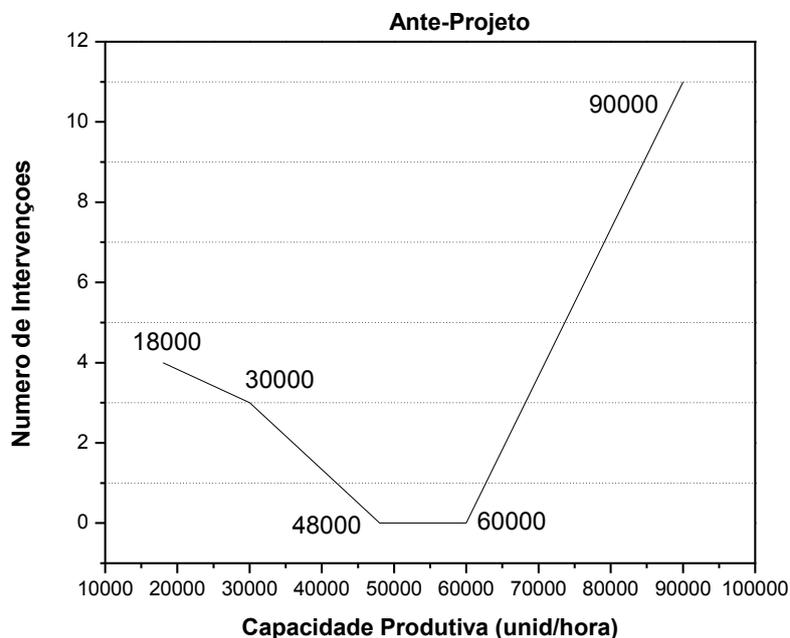


Figura 9: revisões no anteprojeto.  
Fonte: Elaboração dos autores

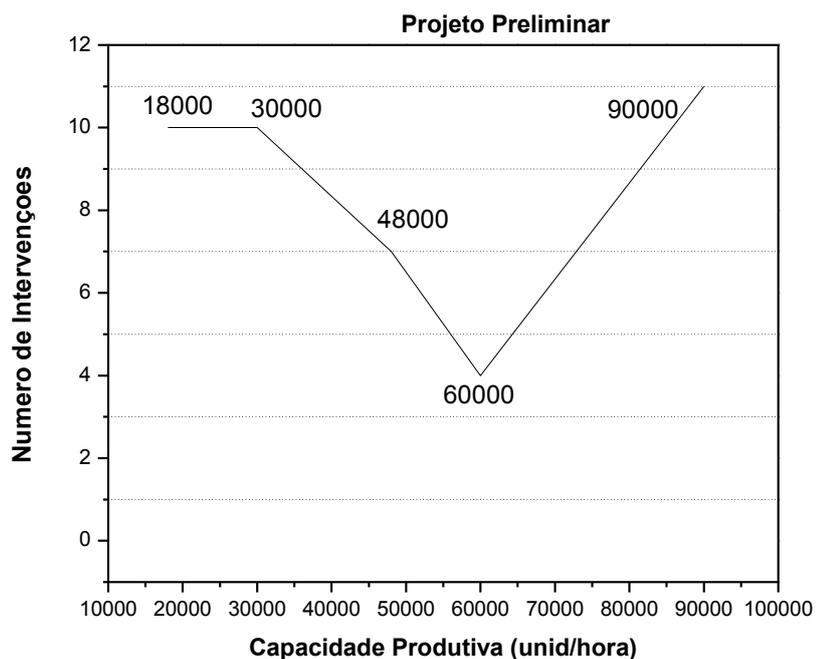


Figura 10: Revisões no Projeto Preliminar  
 Fonte: Elaboração dos autores

Por meio da análise do gráfico da figura 9, deduz-se que há uma distorção mais equivalente entre o número de intervenções para os projetos pesquisados em função da capacidade produtiva de cada um. Conclui-se que os parâmetros atualizados para o dimensionamento do escopo do projeto preliminar dentro da empresa, apresentam falhas menores, que são admissíveis.

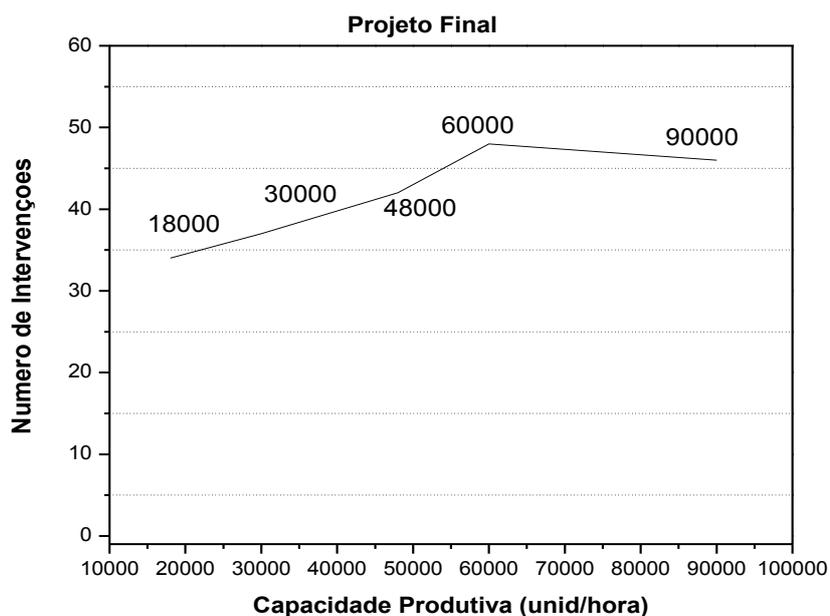


Figura 11: Revisões no Projeto Final  
 Fonte: Elaboração dos autores

Verifica-se, portanto que na fase com maior detalhamento do projeto (projeto final), conforme figura 11, há mais revisões, porém estas apresentam consistência, e pelo fato dos projetos serem disponibilizados para clientes novos, as intervenções são admissíveis, pois são aproximadamente equivalentes se comparadas aos 5 tipos de projetos

Sendo assim, quanto mais revisão contiver um projeto de *layout* específico ao envasamento, maior será seu custo de engenharia de desenvolvimento, porém a probabilidade de que o referido projeto esteja incorreto (no cliente) é mínima. Estima-se por meio da pesquisa, portanto, que nas fases iniciais desses projetos não houve uma estruturação adequada de acordo com a EAP pesquisada, por isso ocorreram as distorções. Sugere-se, em vista disso, que a EAP estruturada deva ser utilizada para qualquer projeto dentro da empresa objeto do estudo para que possamos manter um desvio padrão menor entre as revisões e o porte do projeto, conforme verificado na Figura 10.

## ***Considerações finais***

Após análise do gráfico da Figura 7, comprovou-se que a maior demanda da carteira de projetos está relacionada a clientes produtores de bebida, fato que tornou relevante o tema deste artigo. Os dados obtidos mostram que é necessário definir uma estrutura analítica do projeto (EAP), específica para cada tipo de negócio ou produto a ser gerado por meio de um projeto; este artigo exemplifica isso no ramo específico de envasamento de produtos. Uma vez definida a estrutura, é possível visualizar diversos indicadores; no presente caso, utilizamos as revisões ocorridas nos projetos, conforme Figuras 9, 10 e 11.

Portanto, o conteúdo de um determinado projeto abordado neste artigo contempla os desenvolvimentos resultantes do envasamento de produtos dentro da área alimentícia. Assim, a estruturação analítica do projeto em função do produto a ser obtido é calculada em função das características que o envasamento pode apresentar em todo o seu processo.

Sugere-se um estudo mais profundo nas técnicas de gestão de projetos específicos para a preparação do *layout* da indústria alimentícia de envasamento de produtos. Definições de padrões e análises técnicas deste tipo de projeto são necessidades encontradas neste tipo de indústria que ainda não estão bem definidas no mercado brasileiro.

## Referências

ARTTO, K. A., **Managing projects front-end: incorporating a strategic early view to project management with simulation.** International Journal of Project management., v. 19, p. 255-264, 1999.

BAZARGAN-LARI, M. **Layouts designs in cellular manufacturing.** European Journal of Operation Research., v. 112, p. 258–272, 1998.

BROWN, M. **Customer service: the key to satisfaction and loyalty.** Inglaterra: British Telecommunications Engineering, v. 17, p. 114–119, 1998.

DAVIS, M. A.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** São Paulo: THOMSON, 2001.

GIANESE, I.G.N.; CÔRREA, H.L. **Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente.** V. 3. São Paulo: ATLAS, 1996.

GODOY, A.S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais.** RAE, SP, v 35, n 3, p 20-29, Maio/Jun/1995.

HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reingeniería: Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa. ¡Casi todo está errado!** Traduzido por Jorge Cárdenas Nannetti. Bogotá. Editora Norma S. A., 1994. Tradução de: Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution.

HELDMAN, Kim. **Gerência de projetos: fundamentos.** Rio de Janeiro: CAMPUS, 2005.

HOUAISS, A. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: OBJETIVA, 2001.

KAPLAN, A.; **A Conduta na pesquisa: metodologia para as ciências do comportamento.** Traduzido por Leônidas Hegenberg e Ocyanny Silveira da Moda. São Paulo: Editora Helder, 1972. Tradução de: The conduct of inquiry. Methodology for behavioral science.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle.** São Paulo: Atlas, 1994.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** São Paulo: Saraiva, 2006.

- LORINI, F.J. **Tecnologia de grupo e organização da manufatura**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.
- MAXIMIANO, A.C.A. **Administração de Projetos**: como transformar ideias em resultados. São Paulo: ATLAS, 1997.
- MAYER, R. R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.
- MEREDTH, J. R.; MANTEL, S. J. **Project management**: a managerial approach. New York: Wiley, 2011.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e Operações**. São Paulo: PIONEIRA, 1998.
- NORMANN, R. **Administração de serviços**: estratégia e liderança na empresa de serviços. Traduzido por Ailton Bomfim Brandão. São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Atlas, 2000.
- PMI, P. M. I. **A guide to project management body of knowledge: PMBOK guide**. 6a. ed. Newtown Square: PA: Project Management Institute, 2017.
- REINHOLD, M.R. **Manual Prático de Cervejaria**. 1ª ed. São Paulo: ADEN, 1997
- SCHONEMANN, M; HERRMANN, C.; GRESCHKE, P.; THIEDE, S. Simulation of matrix-structures manufacturing systems. **Journal of Manufacturing Systems**. v. 37, p. 104-112, 2015.
- SOTILLE, M.A. et al. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 1ª ed. São Paulo: FGV Management, 2005.
- STRAUSS, A. L. **Qualitative analysis for social scientists**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- TEIXEIRA, C. Z. **Organização industrial da pequena empresa**. São Paulo: IBRASA, 1986.
- VALERIANO, D.L. **Gerência em projetos**: pesquisa, desenvolvimento e engenharia. São Paulo: PEARSON, 1998. VOIGT, T.; FLAD, S.; STRUSS, P. Model-based fault localization in bottling plants. **Advanced Engineering Informatics**, v. 29, p. 101-114, 2015.



# Alavancagem financeira como ferramenta de investimento da pessoa física no mercado de capitais utilizando a diversificação de carteiras

*Financial leverage as a tool for personal investments in the capital market using portfolio diversification*

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

*Mestre em Ciências Contábeis e Atuariais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).*

## *Resumo*

Este trabalho apresenta os conceitos de alavancagem financeira como meio de aumentar o volume das transações. Investimentos que buscam maiores retornos estão associados a maiores riscos; sendo assim, a diversificação de carteiras de Markowitz é apresentada como conceito fundamental para redução de riscos. O objetivo do trabalho é apresentar e discutir os conceitos da diversificação de carteiras como ferramenta de alavancagem financeira no mercado de capitais. Para a realização deste trabalho, foram usadas ações de empresas que estão listadas no índice Ibovespa como: Vale, Petrobrás, Itaú, Magazine Luiza e Gerdau, todas de setores diferentes, sendo validado o conceito de correlação positiva e negativa e o de covariação. O resultado apresentou uma concepção que mistura o conceito de capital ótimo com o capital próprio e a utilização do capital de terceiros além de apresentar a redução do risco ao diversificar a carteira buscando o mesmo retorno de apenas um ativo.

**Palavras-chave:** Investimentos. Alavancagem Financeira. Pessoa Física.

## *Abstract*

The present paper aims to discuss and present the concepts about investments for individuals who wish to leverage their investment portfolio using the financial leverage within the capital market. Investments which try to get higher financial returns are subjected to greater risks; using the Markowitz diversification wallet shows the fundamentals to reduce risks. The purpose of this paper is to discuss) the concept of diversification of the portfolios as a tool to financial leverage at capital market. To finish this paper it was used stocks of companies which are listed on the Bovespa index as Vale, Petrobras, Itaú, Magazine Luiza e Gerdau, which are from different sectors being checked the positive and negative correlation concept of the best mix capital between own equity and third equity beyond to show the reduction of risks with the wallet diversification searching for the same return of one asset.

**Keywords:** Investments. Financial Leverage. Individuals

# *Introdução*

Silva (2010) afirma que muitos investidores que atuam no mercado de capitais necessitam tomar uma posição dentro do mercado com relação à compra de ações na participação de suas carteiras de investimentos. Este tipo de decisão sobre compra e venda dos ativos de seus investimentos está relacionado com a prática de realizar a gestão dos investimentos. Um tipo de estratégia utilizada pelos investidores para minimizar as perdas de seus investimentos é a utilização da diversificação dos seus investimentos, distribuindo-os de maneira que, no caso de perda em um título, ela seja compensada por um ganho em outro título. Segundo Cerbasi (2008), o uso de apenas uma opção de investimento é um dos erros a ser evitados, e diversificar os investimentos é uma excelente estratégia para atingir os objetivos de um investidor.

Bodie (2000) ressalta que na verdade, a carteira dos investidores não é mais do que sua coleção de ativos do mercado de capitais a qual, após ser estabelecida, deve ser equilibrada com as vendas desses ativos e a reutilização dessa renda para uma nova compra de ativos, fazendo com que a carteira aumente em volume como um todo.

Outra forma de o investidor conseguir melhorar seus ganhos no mercado de capitais é a utilização da alavancagem financeira, estratégia utilizada por muitas empresas para conseguir aumentar seus próprios lucros, ou de terceiros, com investimentos, fazendo com que estes investimentos aumentem a receita de vendas e conseqüentemente o lucro dos acionistas. Os investidores também podem utilizar este método para aumentar seus investimentos no mercado de capitais, onde, de acordo com critérios bem conhecidos, quanto maior for a alavancagem maior será o risco e conseqüentemente o retorno. Segundo Silva (2010) na administração financeira, o conceito de alavancagem financeira tem recebido diferentes interpretações tais como a relação entre capitais de terceiros e capitais próprios incluindo até processos elaborados em que se compara o custo do empréstimo com o retorno propiciado pelos ativos da empresa considerando o poder aquisitivo da moeda.

A utilização de capital de terceiros, no caso, empréstimos concedidos por intermediários financeiros como bancos comerciais para as pessoas físicas no Brasil, apesar de serem

utilizados para consumo, pode ser um meio de alavancagem dos recursos destinados ao investimento no mercado de capitais se analisado como critério e justificado.

No intuito de contribuir para um melhor entendimento do assunto, segundo o relatório do panorama do mercado de crédito de dezembro de 2017 da Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN,2018), os recursos de terceiros atualmente são utilizados pelas pessoas físicas para o consumo imediato como aquisições de bens e leasing. A taxa de juros controlada ajuda a equilibrar a economia do país aumentando o PIB, porém, estes recursos podem ser destinados aos investimentos no mercado de capitais como fontes de alavancagem financeira para o investidor que deseja aumentar seus lucros (FEBRABAN, 2018). Este trabalho tem por objetivo apresentar e discutir os conceitos da diversificação de carteiras como ferramenta de alavancagem financeira no mercado de capitais. A maioria dos trabalhos apresenta sempre a teoria da diversificação da carteira como matéria de redução dos riscos, porém não utilizam o conceito de custo de capital considerado ótimo, utilizando o máximo de alavancagem financeira e usufruindo da redução do custo de capital de terceiros em relação ao Imposto de Renda. A união dos conceitos traz ao investidor um maior retorno com a redução de riscos.

Além desta introdução, o trabalho é composto na segunda sessão pela revisão da literatura; a terceira sessão discute metodologia; a quarta, apresenta os resultados alcançados e a quinta traz as considerações finais.

## ***Referencial teórico***

### ***Teoria moderna de carteiras***

A Teoria Moderna de Carteiras não apenas fundamenta-se na Teoria de Carteiras de Markowitz como se baseia diretamente em outros dois pilares muito importantes, que são: o Modelo de Precificação de Ativos de Capital proposto por Sharpe (1964) e a Teoria dos Mercados Eficientes formulada por Fama (1970). O CAPM (Capital Asset Price Model) iniciou-se com o artigo intitulado “Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk” de Sharpe (1964) publicado no *Journal of Finance*. O CAPM é o modelo que permite calcular a taxa de retorno de um ativo utilizando a base em parâmetros do mercado financeiro. O retorno de um ativo é determinado pelo seu

retorno livre de risco e pelo prêmio de mercado multiplicado pelo fator beta, o qual mede a sensibilidade do retorno do ativo em relação à carteira de mercado. O beta será o indicador de risco utilizado neste modelo.

Por outro lado, a Teoria Moderna de Carteiras foi criada por Eugene Fama (1970), que demonstrou que nos mercados onde há um grande número de investidores extremamente informados, os investimentos serão precificados de modo a refletir todas as informações disponíveis. Os estudos de Fama foram publicados no *Journal of Finance*, em um artigo intitulado “Efficient capital markets: a review of theory and empirical work”. O conceito fundamental da Hipótese da Eficiência de Mercado (HEM) de Fama (1970) está apoiado na tese de que os preços dos ativos financeiros são um reflexo das informações disponíveis no mercado. O resultado é que os preços dos ativos são aleatórios, sendo difícil estabelecer estratégias de alocação de recursos que venham a proporcionar lucros acima do lucro normal, pois os preços são sensíveis às informações disponibilizadas pelo mercado a cada novo momento. Este trabalho está fundamentado apenas na Teoria de Carteiras de Markowitz, não tendo, portanto, levado em consideração os fundamentos da CAPM e da HEM.

## *Alavancagem financeira*

Segundo Gitman (2000), pode-se definir alavancagem financeira como a utilização potencial de custos fixos financeiros como uma maneira de maximizar ou aumentar em caráter exponencial as variações entre o lucro antes dos juros e do imposto de renda e a variação do lucro líquido. Braga (2009) comenta que o volume de empréstimos e financiamentos que derivam em taxas de juros e encargos cobrados pelos intermediários financeiros resultam em despesas financeiras para a empresa em determinado período de tempo; assim sendo, estes gastos, ao longo do tempo, irão constituir um custo fixo de capital porque irão depender da composição do financiamento e não da produção ou da venda da empresa. Esses custos fixos financeiros serão incluídos no cálculo do resultado da empresa que dispenderá parte de seu lucro para pagar estas despesas. Todavia isto é considerado uma maneira de alavancar o retorno do investimento, criando uma alavancagem financeira.

Conforme propõe Gitman (2000): “Você pode aplicar os princípios da alavancagem financeira para a sua própria carteira de investimentos. (GITMAN, 2000, p. 379)”. A alavancagem financeira pode ser definida, conforme destaca Braga (2009), como a capacidade da empresa utilizar os encargos financeiros fixos obtidos de um financiamento ou de empréstimos como meio de maximizar os efeitos de acréscimos do lucro antes da incidência dos juros e impostos sobre o lucro líquido da empresa, ou seja, utilizar recursos de terceiros para prover mais receita para a empresa e fazer com que o lucro líquido seja maior, controlando os custos com juros e impostos de maneira que eles não impactem o lucro líquido da empresa.

Segundo afirma Sanvicente (2010): “[...] algumas (ou todas) as empresas devem em princípio assumir um certo grau de risco financeiro para os seus proprietários, pois há certas vantagens em fazer isso. (SANVICENTE, 2010, p. 94)”. Dessa forma, é possível perceber que as empresas tendem a correr riscos em troca de um retorno maior que o esperado e acabam utilizando o capital de terceiros para maximizar esses retornos. O retorno sobre o capital próprio deve ser superior ao retorno sobre o ativo total, devido ao uso de capital de terceiros para financiar parte do ativo já que o custo do capital de terceiros é limitado e fixo, diferente do capital próprio; porém, quanto maior for o capital de terceiros maior será o risco a ser assumido. O ideal é que haja um equilíbrio entre o capital de terceiros e o capital próprio. Na tabela 1 é possível verificar o evento classificado como alavancagem financeira, ou o ato ou ação de incluir recursos de terceiros ao capital próprio com o intuito de maximizar o resultado.

**Tabela 1 – Cenários de alavancagem operacional de uma empresa**

Receita de Vendas	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
(-) CMV	-R\$ 1.200,00	-R\$ 1.200,00	-R\$ 1.200,00
= Margem Bruta	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00	R\$ 1.800,00
(-) Outras desp. Operacionais	-R\$ 1.500,00	-R\$ 1.500,00	-R\$ 1.500,00
= Resultado operacional	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00
(-) Custo do endividamento	R\$ -	-R\$ 60,00	-R\$ 100,00
= Lucro Líquido antes do IR	R\$ 300,00	R\$ 240,00	R\$ 200,00
(-) Imposto de Renda (35%)	-R\$ 105,00	-R\$ 84,00	-R\$ 70,00
= Lucro líquido depois do IR	R\$ 195,00	R\$ 156,00	R\$ 130,00

Fonte: Sanvicente (2010)

Na opção A não se utilizou de recursos de terceiros, ou seja, não existe endividamento; neste caso, o capital próprio é de 100% do investidor; para a opção B usa-se 30% de capital de terceiros com um custo de 20% ao ano do custo operacional, e para a opção C usa-se 40% de capital de terceiros com um custo de 33,33% ao ano do custo operacional. Verifica-se na tabela 1 que, neste caso, a alavancagem financeira, se não trouxer aumento na receita de vendas, torna-se não atrativa já que gera o custo do capital fixo.

## *Risco e retorno*

Segundo Paschoarelli (2008), risco e retorno são como as diferentes faces de uma mesma moeda. Falar do retorno sobre um investimento sem falar do risco é a mesma coisa que supor que possa existir uma moeda com cara e sem coroa. Dentro do mercado financeiro, onde vários investidores e até mesmo empresas esperam maximizar seus lucros utilizando muitas vezes o capital de terceiros como estratégia para alavancar financeiramente seu capital, o risco poderá ser calculado, assim como seu retorno, deixando à mercê do investidor ou do analista financeiro a decisão de correr ou não o risco.

Segundo Bodie (2000), os investidores investem por retornos futuros antecipados, mas raramente estes retornos podem ser previstos com precisão. Quase sempre haverá um risco associado ao investimento. A regra de nenhuma pechincha informa que, para quem deseja retornos mais altos, considerando-se que é natural que os investidores busquem maiores retornos, existe um preço também mais elevado por aceitar um risco mais alto em sua carteira de investimentos.

Conforme a proposta de Gitman (2000), risco é a chance de perda ou, mais formalmente, a variabilidade de retorno. Retorno é a mudança em valor mais quaisquer distribuições em dinheiro com uma percentagem do valor inicial. Estas definições são para o cenário financeiro onde a pessoa física ou jurídica (empresa) corre o risco, mas espera um retorno financeiro, utilizando medidas que poderão ser tomadas para minimizá-lo ou pelo menos assegurar que possa existir uma recompensa por assumi-lo.

Outro autor nos informa que “risco e retorno estão para os investimentos assim como os pólos Norte e Sul estão para um ímã: não é possível dissociar uma coisa da outra (PASCHOARELLI, 2008)”. Sendo assim, uma forma de expressar o retorno sobre os investimentos é considerá-lo em termos de uma unidade monetária, ou seja, o total recebido nessa moeda pelo investimento menos a quantia que foi investida anteriormente.

Brigham (2010) apresenta dois problemas em utilizar o modelo de precificação dos ativos financeiros: o primeiro é o tempo que será necessário esperar para obter esse retorno em unidade monetária e o segundo é a quantia a ser investida em relação ao valor de retorno. Neste caso, como forma de solução para a escala e o tempo do retorno em unidade monetária é prudente expressar os resultados desses investimentos em taxa de retorno (percentual). Dessa maneira, padroniza-se o retorno em uma unidade de investimento universal como taxa de retorno, ou seja, a quantia recebida subtraída da quantia investida dividida pela quantia investida, informando em porcentagem a taxa do retorno do investimento.

Dessa forma, expressar as taxas utilizando uma base de parâmetro anual soluciona a questão acerca do tempo de retorno esperado; assim é possível determinar a taxa de retorno esperada, a partir da qual o investidor poderá tomar a decisão se, com a referida taxa, vale o risco a ser corrido em função do tempo previsto.

Para analisar a taxa de retorno esperada será necessário utilizar uma propriedade da matemática como propõe Brigham (2010): multiplicar os possíveis resultados por sua probabilidade de ocorrência e efetuar a soma dos produtos para criar uma média ponderada, onde os pesos serão as probabilidades e a média ponderada será a taxa de retorno esperada ao final da análise. Essa taxa pode ser demonstrada pela equação 1 e é muito utilizada como referência para um retorno esperado pelo investidor.

$$\text{Taxa de retorno esperada} = K = P_1(k_1) + P_2(k_2) + \dots + P_n(k_n) \quad (1)$$

Dentro do mercado de capitais, os investidores tendem a realizar os cálculos da taxa de retorno de seus ativos como maneira de minimizar as perdas levando em consideração os valores dos ativos de mercado, conforme cita Bodie (2000): “Quem pensa em investir em um ativo com um preço agora mais alto, considerará o investimento menos atrativo:

se comprar a um preço mais alto, a sua taxa de retorno esperado (isto é, lucro por dólar investido) é mais baixa (BODIE, 2000, p. 29)”.

Para Brigham (2010), o conceito de risco é de difícil compreensão para muitos e tentar defini-lo, e principalmente medi-lo, pode trazer muitas controvérsias; dessa forma, propõe que determinar o risco em termos de distribuição de probabilidade pode fornecer uma chance menor de que o retorno real seja muito inferior ao retorno esperado pelo investidor, sendo mais útil definir uma medida de risco utilizando a concentração da distribuição da probabilidade, a qual pode ser definida através do desvio padrão onde, quanto mais estreita for a distribuição de probabilidade menor será o risco da ação.

No decorrer do trabalho de Sanvicente (2010) é possível verificar que a questão da incerteza dos eventos que podem ou não acontecer depende do planejamento, ou seja, a partir do momento em que se fazem estimativas e probabilidades passa-se do ponto de incerteza para o risco. Na tabela 2 podemos verificar que um investidor com aversão a riscos provavelmente optará pelo investimento com menor risco, análise efetuada através do desvio-padrão da distribuição de probabilidade no futuro, com um máximo de retorno esperado.

**Tabela 2 – Retorno x Risco**

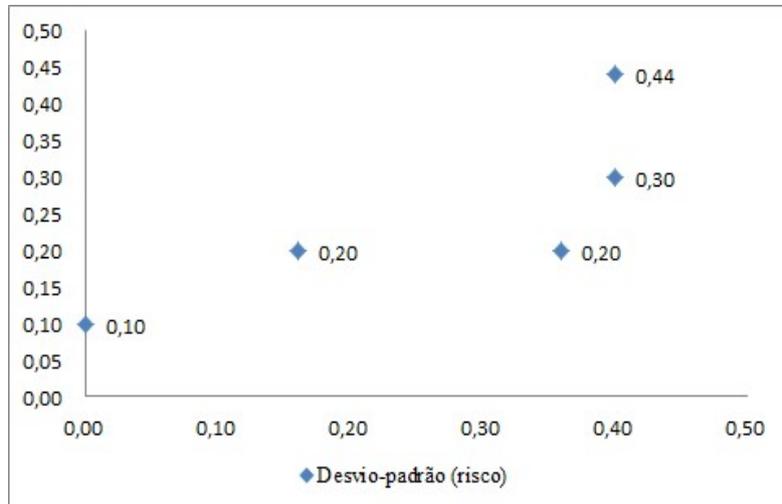
Alternativa	Retorno esperado	Desvio padrão
A	0,10	0,00
B	0,20	2,83
C	0,44	0,40
D	0,20	0,36
E	0,30	0,40

**Fonte: Elaboração do autor**

Ao analisar os dados da Tabela 2 é possível verificar que a alternativa C é a que apresenta maior retorno, se comparada com a alternativa E, e a B, se comparada com a D, tem o mesmo retorno só que com um risco inferior sobrando apenas a alternativa A com pouco retorno e pouco risco também, o que acaba não sendo atraente para o investidor. Para dois investidores diferentes, um arrojado e outro conservador, verifica-se que o

primeiro tende a assumir riscos em troca do retorno diferente do segundo, que prefere ter menos retorno em troca de riscos mais baixos como demonstra o gráfico 1.

Gráfico 1



Fonte: Elaboração do autor

Neste caso, ambas as pessoas físicas, que são os investidores, preferem optar por menores-riscos em relação ao retorno, uma vez que, para cada aumento de risco exige-se uma compensação crescente. A partir deste ponto surge a necessidade de se utilizar mais uma ferramenta para reduzir os riscos e maximizar os lucros nos investimentos que, neste caso, é a diversificação da carteira.

## *Diversificação de carteira*

Bodie (2000) diz que diversificação significa que muitos ativos são mantidos na carteira para que a exposição a qualquer ativo específico seja limitada e o efeito desta diversificação sobre o risco da referida carteira de investimentos será justamente o fato de ser necessário considerar a interação entre os ativos, levando-se em conta este efeito da diversificação sobre o risco da carteira como um todo.

Diversificar a carteira poderá eliminar ou reduzir os riscos, como cita Damodaran (2004); como investidor, você poderá investir seus recursos em apenas um ativo e, ao fazer isso, estará exposto tanto ao risco específico da empresa da qual você adquiriu ativos quanto

ao risco do próprio mercado. Por outro lado, se expandir sua carteira incluindo outros ativos ou ações poderá reduzir sua exposição aos riscos utilizando a diversificação da carteira como estratégia de combate ao risco e buscar a taxa de retorno esperada. Damodaran (2004) ainda explica que o uso da diversificação faz com que se reduzam ou até mesmo se eliminem os riscos nas ações de investimentos. Ao diversificar, há a probabilidade de os riscos serem distribuídos em frações, fazendo com que a porcentagem de risco seja menor com relação ao todo; por outro lado, os preços dos ativos ficarão individualizados, dividindo-se entre positivos e negativos para cada ativo em relação ao período de compra e venda dos ativos no mercado de capitais.

Para Markowitz (1952), desejando-se criar uma ótima carteira de investimentos, é necessário primeiramente dividi-la em duas seções, sendo a primeira com base na observação do mercado e na experiência em acompanhá-lo; neste caso, o resultado será obtido com a busca por opiniões sobre o desempenho futuro dos investimentos selecionados. A segunda seção utiliza as opiniões relevantes sobre o futuro e o resultado será a definição de uma carteira de investimentos. A proposta de Markowitz é a de que é possível obter o máximo de rentabilidade com riscos aceitáveis, ou seja, é possível manter o mesmo retorno esperado distribuindo os riscos entre os ativos; assim eles são reduzidos e fragmentados, e passam a ser menores do que o risco individual de um ativo.

Segundo informa Sanvicente (2010), para qualquer pessoa física que invista em títulos ou uma empresa que invista na sua linha de operação, por exemplo, o risco total assumido dependerá também da relação entre os retornos esperados das suas aplicações se comparados com a variabilidade desses retornos. Neste caso, diversificar pode ser classificado como o coeficiente entre os retornos de duas ou mais aplicações.

## ***Metodologia***

Este capítulo tem por objetivo caracterizar o tipo de pesquisa segundo a qual o trabalho pode ser classificado, bem como apresentar a metodologia utilizada para a consecução dos objetivos propostos: “A metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método do trabalho de pesquisa.” (MATTAR, 1997). Para a aplicação da

Moderna Teoria de Carteiras podemos utilizar duas situações, que são as informações passadas, supondo que o futuro seja uma continuação do passado ou usar informações futuras, formadas pelas expectativas dos analistas. Cabe ao investidor analisar, entre as diversas opções, a menos onerosa. Neste caso, é a de dados históricos, que será a utilizada neste trabalho. Serão analisadas e simuladas situações para o uso da alavancagem dos investimentos utilizando-se o capital próprio e o capital misto, ou seja, o capital próprio e o capital de terceiros. Também serão utilizadas fórmulas para demonstrar os cálculos de redução de riscos ao se analisar a diversificação da carteira de investimentos.

Foi utilizada a base de dados on-line da Bovespa (2018) para o levantamento dos dados, bem como pesquisas de cotações históricas para a posterior composição das carteiras de investimento. As cotações foram consideradas com base no fechamento diário, no período compreendido entre os dias 14 e 28 de dezembro de 2017, sem se levar em conta os seus possíveis proventos e considerando-se somente a cotação de fechamento de cada dia útil.

Foi realizada uma observação histórica a partir do retorno e do risco proporcionados por cada ativo e foi possível analisar quais ativos têm apresentado maior desvio padrão, assim como os que têm proporcionado maior ou menor rentabilidade. Posteriormente, foram realizados cálculos dos coeficientes de correlação e as matrizes de covariância entre os ativos assim como a aplicação do modelo de Markowitz e a análise dos resultados.

Além disso, foram realizadas pesquisas bibliográficas que permitem que se tome conhecimento de material relevante, tomando-se por base o que já foi publicado em relação ao tema, de modo que se possa delinear uma nova abordagem sobre o assunto, chegando a conclusões que possam servir de embasamento para pesquisas futuras. Faz-se necessária a utilização da ferramenta Microsoft Excel para o cálculo das tabelas e resultados obtidos neste trabalho, assim como da ferramenta Solver para o cálculo do retorno esperado e do desvio padrão pelo modelo de Markowitz.

A obtenção dos dados, de origem secundária, foi feita através da técnica de pesquisa de documentação indireta, utilizando-se a pesquisa documental e bibliográfica. Dessa forma, foram empregados dados secundários (análise documental e/ou bibliográfica). A pesquisa bibliográfica teve por objetivo desenvolver um marco teórico dos temas abordados, especificamente os relacionados ao tema de alavancagem financeira e a

relação de risco e retorno apresentados neste trabalho. Já as análises da pesquisa documental, permitiram levantar as informações necessárias para a realização deste estudo, seu funcionamento e estrutura, conferindo maior fidedignidade à análise.

## ***Apresentação dos resultados***

O intuito deste trabalho foi verificar a correlação da alavancagem financeira utilizada nas empresas como ferramenta de maximização dos resultados e a utilizada nos investimentos das pessoas físicas dentro do mercado de capitais como ferramenta de maximização dos resultados destes investimentos utilizando-se o modelo de Markowitz (1952) para o cálculo de seleção de carteira com risco e retorno esperados. A tabela 3 apresenta um exemplo utilizando o princípio de alavancagem apresentado por Sanvicente (2010) onde é possível verificar que na opção A, na qual a pessoa física que possui um capital próprio de R\$ 3.000,00, utilizando-se da isenção de IR para as pessoas que têm seu limite em operações de venda de até R\$ 20.000,00, obtém o retorno de seu investimento no total de R\$ 270,00 referente ao período de 30 dias no mercado de capitais.

**Tabela 3 – Cenários de alavancagem operacional de um investidor**

	A	B	C
Investimento (Renda+CDC)	R\$ 3.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 9.000,00
(-) Despesas diversas	-R\$ 1.000,00	-R\$ 1.000,00	-R\$ 1.000,00
= Resultado	R\$ 2.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 8.000,00
(+) Juros investimentos	R\$ 270,00	R\$ 540,00	R\$ 810,00
(-) Custo do endividamento	R\$ -	-R\$ 3.031,80	-R\$ 6.063,60
= Lucro Líquido antes do IR	R\$ 2.270,00	R\$ 2.508,20	R\$ 1.936,40
(-) Imposto de Renda (Isento)	R\$ -	R\$ -	R\$ -
= Lucro Líquido depois do IR	R\$ 2.270,00	R\$ 2.508,20	R\$ 1.936,40

Fonte: Elaboração do autor

Esta simulação foi feita para uma aplicação com uma taxa de retorno esperado de 9% a.m. durante um período de 30 dias em ações da BMF & Bovespa, utilizando o capital de terceiros com uma taxa de juros de 1,04% a.m como custo do endividamento da utilização de um CDC do Banco BNP Paribas Brasil S.A. conforme tabela do Banco Central. (BANCO CENTRAL, 2018).

Para a opção B, é possível notar que com uma alavancagem financeira composta de 50% de capital próprio e 50% capital de terceiros, o retorno tem um crescimento de 10,49%. Para a opção C, se utilizarmos uma alavancagem composta de 33,33% de capital próprio e de 66,67% de capital de terceiros, existe uma redução de 14,69% do retorno sem alavancagem, o que demonstra que trabalhar com uma alavancagem exagerada pode não ser rentável para o investidor; segundo Sanvicente (2010), para a opção C existiu uma alavancagem financeira desfavorável. Neste caso, é possível perceber que a opção B é mais atrativa para a pessoa física, pois maximiza o retorno sobre o investimento inicial, mas passa então a existir um risco associado a este retorno que é possível calcular e é apresentado na tabela 4.

**Tabela 4 – Cálculo do desvio padrão para um ativo**

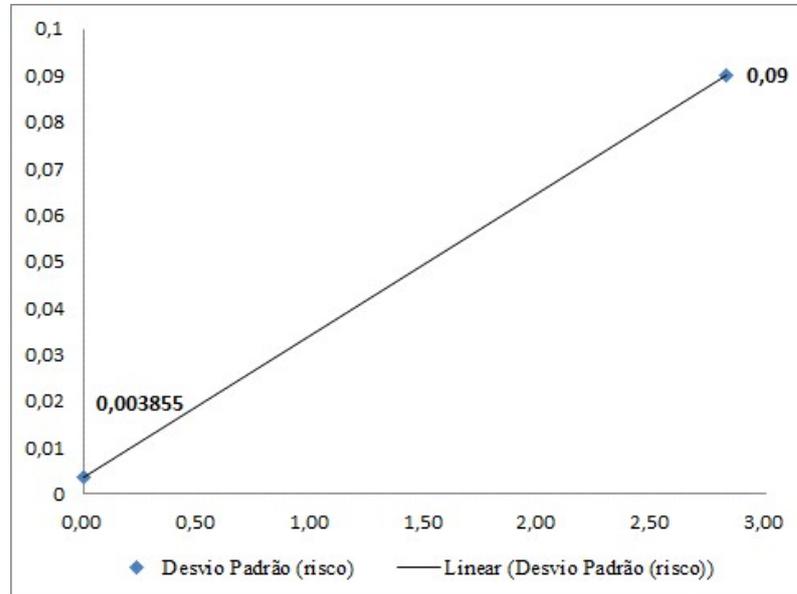
	Retorno %	Probabilidade	Retorno Médio	Dispersão	Variância	Variância Ponderada
	k	p	m	k - m	(k-m) <sup>2</sup>	((k - m) <sup>2</sup> ) <sup>½</sup>
Pessimista	8	0,25	2	6	2,45	
Mais Provável	12	0,5	6	6	2,45	
Otimista	16	0,25	4	12	3,46	
Média			12	-	8,36	2,8284
Intervalo	8			-		

Fonte: Elaboração do autor

Para o cálculo do desvio padrão, usa-se a fórmula  $s = ((k - m)^2 \times P)^{\frac{1}{2}}$  por meio da qual encontra-se o valor de  $s = 2,8284$ . O gráfico 2 apresenta o ativo livre de risco que proporciona um retorno de 0,003855 no período e não corre risco em relação ao mercado enquanto o segundo ponto do gráfico 2 apresenta o retorno do investimento

em apenas um ativo de 0,09 no período, com um risco de 2,8284; neste caso, corre-se 2,8 vezes o risco do mercado.

Gráfico 2



Fonte: Elaboração do autor

Nesta simulação, analisa-se que, ao utilizar o montante do investimento (capital próprio e capital de terceiros) em apenas um ativo, há um risco em relação ao retorno esperado; caso o investidor deseje investir com um risco tendendo a zero, pode-se ver que o retorno é baixo também, considerando-se os juros da poupança do mês de janeiro de 2018 para critério de comparação, já que este tipo de aplicação apresenta baixo risco. Na tabela 5, é apresentado um cenário de uma carteira de investimentos utilizando-se a metodologia de Markowitz (1952) para diversificação do investimento, isto é, comparando diversos ativos, buscando assim reduzir o risco do capital investido.

**Tabela 5 – Retornos dos ativos no período**

Dias	VALE3	PETR4	ITUB4	MGLU3	GOAU4
14/12/2017	0,36%	-1,12%	-1,58%	0,58%	2,98%
15/12/2017	1,79%	-0,40%	0,32%	0,30%	3,62%
18/12/2017	2,58%	1,81%	-0,02%	-0,89%	-3,32%
19/12/2017	0,03%	-0,53%	-0,56%	-2,72%	0,54%
20/12/2017	3,43%	0,66%	0,37%	4,57%	2,51%
21/12/2017	1,48%	4,07%	4,22%	3,72%	0,35%
22/12/2017	1,07%	-0,69%	-0,47%	0,90%	-0,17%
26/12/2017	0,15%	1,40%	0,40%	3,61%	2,27%
27/12/2017	0,03%	0,50%	-0,54%	2,40%	-0,85%
28/12/2017	1,00%	0,31%	0,26%	3,78%	-0,17%

Fonte: Elaboração do autor

A tabela 5 apresenta 5 ativos negociados na BMF & Bovespa ao longo de 10 dias úteis (BOVESPA, 2018). Estes ativos foram distribuídos igualmente numa proporção de 20 % cada, o que gerou um retorno médio de 8,87% por ativo ao longo do mês. Suas rentabilidades médias constam na tabela 6.

**Tabela 6 – Rentabilidade acumulada no período**

	VALE3	PETR4	ITUB4	MGLU3	GOAU4	Retorno médio obtido
Rentabilidade Acumulada	11,92%	6,01%	2,40%	16,25%	7,76%	8,87%

Fonte: Elaboração do autor

Pode-se observar um retorno médio de 8,87% distribuídos entre os ativos. Conforme a metodologia de Markowitz, é necessário calcular as covariâncias que existem entre os ativos, o que é demonstrado na tabela 7.

**Tabela 7 – Cálculo da variância dos ativos**

	VALE3	PETR4	ITUB4	MGLU3	GOAU4
Variância	<b>0,01191%</b>	<b>0,02114%</b>	<b>0,02102%</b>	<b>0,05082%</b>	<b>0,03963%</b>
VALE3	<b>0,01190%</b>	0,00445%	0,00439%	0,00554%	-0,00116%
PETR4	0,00445%	<b>0,02110%</b>	0,01857%	0,01426%	-0,00985%
ITUB4	0,00439%	0,00439%	<b>0,02100%</b>	0,01492%	-0,00184%
MGLU3	0,00554%	0,01426%	0,01492%	<b>0,05080%</b>	0,00982%
GOAU4	-0,00116%	-0,00985%	-0,00184%	0,00982%	<b>0,03960%</b>

Fonte: Elaboração do autor

Com base no cálculo da covariância é possível determinar o risco da carteira de 1,77% e seu retorno médio em 8,87% segundo as fórmulas 2 e 3 de Markowitz (1952).

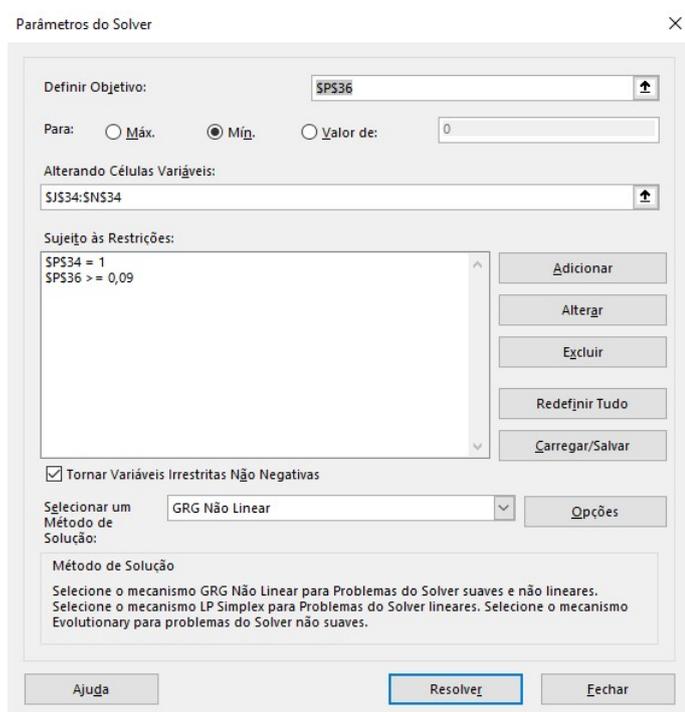
$$E = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i \quad (2)$$

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (3)$$

Após terem sido realizados estes cálculos, faz-se necessário utilizar a ferramenta do software Microsoft Excel chamada Solver. Para isso, é necessário habilitar essa função no referido software.

Após ativar o Solver e nele incluir os parâmetros com as informações calculadas, teremos o resultado por meio do qual será possível obter os dados de um retorno esperado maior que 9% reduzindo-se a variância e conseqüentemente o desvio padrão que, neste caso, é o risco conforme demonstra a figura 1.

Figura 1: Parametrização do Solver



Fonte: Elaboração do autor

Após utilizar a ferramenta para propor uma nova distribuição da carteira de ativos, o que anteriormente estava definido em 20% para cada ativo, agora passa a ser distribuído com pesos diferentes, ajustando-se o risco e o retorno conforme demonstra a tabela 8 e assim busca-se o máximo retorno com o menor risco em relação ao mercado.

Tabela 8 – Nova Distribuição da carteira de ativos

	VALE3	PETR4	ITUB4	MGLU3	GOAU4		
Retorno dos Ativos	11,92%	6,01%	2,40%	16,25%	7,76%	8,87%	Retorno da carteira
Risco	1,15%	1,53%	1,53%	2,38%	2,10%	1,77%	Risco da Carteira
<b>Distribuição</b>	<b>10,67%</b>	<b>44,86%</b>	<b>9,59%</b>	<b>24,68%</b>	<b>10,20%</b>	<b>100,00%</b>	<b>Distribuição</b>
Peso x Risco	0,12%	0,69%	0,15%	0,59%	0,21%	1,76%	
Peso x Retorno	1,27%	2,70%	0,23%	4,01%	0,79%	9,00%	

Fonte: Elaboração do autor

Neste caso, após aplicar a função *Solver* para redistribuir o peso para cada ativo na tabela 8, a nova distribuição em porcentagem entre os ativos (diversificação) com base no cálculo da variância de Markowitz (1952) resultou em um novo desvio padrão de 1,76%, o que demonstra uma redução no risco calculado através da distribuição dos ativos e sua correlação com a maximização do retorno de 9,00%.

## *Considerações finais*

Analisando-se os dados, foi possível concluir que a utilização da alavancagem financeira como ferramenta de auxílio na maximização dos resultados das pessoas físicas ao investir no mercado de capitais, se utilizada com critério adequado de porcentagem do capital de terceiros e do capital próprio, pode alavancar mais os investimentos iniciais; todavia, se utilizada numa proporção maior, ou seja, muito capital de terceiros em relação ao capital próprio, pode ser prejudicial para o retorno dos investimentos devido ao custo deste capital ser elevado em relação ao retorno esperado. Neste caso, a simulação demonstra que esta situação é inviável e traz um retorno menor do que se for utilizado apenas o capital próprio, o que mostra não ser uma boa oportunidade de decisão já que o risco ao se utilizar o capital de terceiros é maior se comparado ao de se utilizar apenas o capital próprio.

Outro ponto a se destacar é que se faz necessário diversificar os investimentos em diversos ativos distintos. As fórmulas de Markowitz (1952) e a utilização do software Microsoft Excel em conjunto com o complemento *Solver* ajudaram no cálculo das variâncias e covariâncias, além de confirmarem os novos retornos, mostrando que, através da diversificação, é possível reduzir o risco mantendo o retorno que o investidor deseja. Neste caso, fica constatado que, ao escolhermos 5 ativos e apenas distribuir o capital de uma maneira uniforme não se configura como o melhor modelo de distribuição do risco entre os ativos. A simulação demonstra que, seguindo a covariância entre os ativos escolhidos, o ativo 3 deve receber um maior aporte, que no caso é de

61,67% do total do capital próprio e de terceiros, o que demonstra que este ativo traz o retorno de acordo como o que é esperado, sendo possível correr o risco dentro do que foi calculado. Como esta técnica leva em consideração a relação que um ativo pode ter com o outro, é sugerido efetuar esta simulação para diversas combinações, buscando-se sempre o retorno esperado com menor risco.

A ideia de utilizar tanto a alavancagem financeira como a diversificação é muito atrativa para o investidor, mas vale lembrar que o mercado de capitais é extremamente complexo. Muitos analistas utilizam técnicas fundamentalistas e grafistas, entre outras, para definir em quais ativos devem diversificar seus investimentos com o intuito de reduzir o risco. Esta simulação serve como sugestão para as pessoas físicas que possuam um mínimo de conhecimento sobre o mercado de capitais e que desejam alavancar seus investimentos com a perspectiva de receber seus lucros no futuro e garantir uma aposentadoria.

Existem, na literatura, outros métodos de cálculo de risco e de retorno, como o Beta Desalavancado, que considera o Beta alavancado do ativo, assim como o CAPM (Capital Asset Price Model), que utiliza o Risco Brasil e que podem apresentar melhores resultados. Por exemplo, é possível calcular o retorno esperado do ativo, utilizando-se o Beta desalavancado por meio da premissa do passivo oneroso em relação ao patrimônio, modelo este aplicado às empresas, mas que também pode ser aplicado às pessoas físicas. Portanto, outras pesquisas poderiam testar outros métodos que viabilizam a formação de novos cálculos de riscos, os quais não fizeram parte dos objetivos centrais desta pesquisa a fim de verificar se os resultados se sustentam.

Apesar das limitações apresentadas, estas metodologias não invalidam os resultados do trabalho, uma vez que os resultados são consistentes com as evidências apresentadas, contribuindo assim para a criação de aplicações de conceitos de finanças corporativas indicadas para pessoas físicas.

## Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Diretório de Política Econômica. Perguntas mais frequentes: risco-país.** Brasília: Departamento de Relacionamento com Investidores e Estudos Especiais, 2018. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/gci/port/focus/FAQ%209-Risco%20Pa%C3%ADs.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

FEBRABAN, **Federação Brasileira de Bancos. Panorama do Mercado de Crédito,** 2018. Disponível em: <<https://portal.febraban.org.br/pagina/3130/21/pt-br/panorama>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO – BOVESPA. **Índice Bovespa – Ibovespa.** Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=IBOVESPA&Idioma=pt-BR>>. em 22 fev. 2018

BODIE, Z; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Fundamentos de investimentos.** 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira.** São Paulo: Atlas, 2009.

BRIGHAM, E. F; EHRHARDT, M. C. **Administração Financeira.** São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CERBASI, G. **Investimentos inteligentes:** para conquistar e multiplicar o seu primeiro milhão. Rio de Janeiro: Thomas Nelson Brasil, 2008.

DAMODARAN, ASWATH. **Finanças corporativas:** teoria e prática. São Paulo: Bookman, 2004.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **Journal of Finance**, n. 2, v. 25, p. 383-417, maio 1970.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da administração financeira.** 2a. ed. São Paulo: Bookman, 2000.

MARKOWITZ, Harry. Portfolio Selection. **Journal of Finance.** Vol. 7, No. 1 (Mar., 1952), pag. 77-91. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2975974?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=47698813513437>>. Acesso em: 22 out. 2018.

MATTAR, F.N.. **Pesquisa de marketing:** metodologia, planejamento, execução e análise. São Paulo: Atlas, 1997.

PASCHOARELLI, R. **Como ganhar dinheiro no mercado financeiro:** encontre o perfil de investidor adequado à sua personalidade. 2a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SANVICENTE, A. Z. **Administração financeira.** 3ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, J.P. **Análise financeira das empresas**. São Paulo: Atlas, 2010.

SHARPE, W. F. – Capital Asset Prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**. Vol. 19, No. 3 (Sep., 1964) pag. 425-442. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/2977928?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2977928?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 11 out. 2018.



# Efeito da aplicação de revestimentos em uva Niágara (*Vitis labrusca*) na elaboração de vinho

*Effect of coatings on Niagara grapes (Vitis labrusca) in the elaboration of wine*

**Ilana Racowski** ([ilmb80@gmail.com](mailto:ilmb80@gmail.com))

Doutora em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo (USP) e professora da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Marco Antonio Conti Carlotti Filho** ([pro5429@cefsa.edu.br](mailto:pro5429@cefsa.edu.br))

Mestre em Engenharia de Processos Químicos pelo Instituto Mauá de Tecnologia e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Paula Cirto Mafra** ([paulinha449@hotmail.com](mailto:paulinha449@hotmail.com))

Tecnóloga em Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Juliana Massutti** ([jumassuti@gmail.com](mailto:jumassuti@gmail.com))

Tecnóloga em Alimentos pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

Engenharia de Alimentos

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

NOV. 2018 • ISSN 2525-8729

Submissão: 12 maio. 2018. Aceitação: 15 ago. 2018

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

FACULDADE TECNOLOGIA TERMOMECANICA, p. 54-66

## Resumo

A uva cultivada Niágara Rosada (*Vitis labrusca L.*), utilizada na elaboração de vinho rosé, é uma fruta não climatérica, devendo ser colhida já madura. Para aumentar sua vida útil e, conseqüentemente, a flexibilidade de produtividade de seu vinho, foram aplicados três tipos de revestimentos nas uvas: amido de milho, quitosana e *Aloe vera*. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de revestimento em uvas Niágara Rosada na extensão da vida útil da fruta, na cinética de fermentação durante a vinificação, possíveis interferências nas propriedades químicas do produto final assim como identificar alteração na intensidade de sua cor. Para tal, foram feitos acompanhamentos de vida útil da uva por meio de análises de índice de degrana e teor de sólidos solúveis e análises físico-químicas no vinho, como teor alcoólico por destilação e ebulliometria, acidez volátil e concentração de fenólicos, além de análise sensorial visual de comparação múltipla das amostras. Concluiu-se que a presença do revestimento de quitosana aumentou a vida útil das uvas, pois o índice de degrana apresentou os menores valores na maioria dos tempos estipulados, assim como a concentração de sólidos solúveis tendeu à estabilidade, quando comparada às demais amostras. O teor de compostos fenólicos indicou maior concentração na amostra submetida à quitosana. Aspectos como teores alcoólicos e acidez volátil não mostraram tendência de alteração quanto à presença dos revestimentos.

Palavras-chave: Vinho. Revestimentos. Compostos fenólicos.

## Abstract

The cultivated Niágara Rosada (*Vitis labrusca L.*) grape, used in the elaboration of rosé wine, is not a climate fruit, so it should be harvested when already mature. To extend the life cycle of grapes and the wine's productivity flexibility as well, three sorts of edible coatings were applied on the grapes: corn starch, chitosan and *Aloe vera*. The objective of this work was to verify the effect of coating application in Niagara Rosada grapes in the life span of the fruit, fermentation kinetics during vinification, possible interferences in the chemical properties of the final product, and also to identify changes in the color intensity. For this purpose, a monitoring of the grape's life span was done by means of analysis of free berries observed, soluble solids, and wine's physical and chemical analysis, such as alcohol by distillation and ebullioscopy, volatile acidity and phenolic content in wines, besides visual sensory analysis by multiple comparisons of the samples. The conclusion is that chitosan coating increased the life span of grapes, because the number of free berries showed the lowest values in most of the times, just like soluble solids tended to stability compared to other samples. Content of polyphenols indicated greater concentration in the sample submitted to chitosan. Aspects such as alcoholic content and volatile acidity showed no change in trend when coatings were applied.

**Keywords:** Wine. Coatings. Phenols compounds.

## Introdução

Tendo em vista as novas tecnologias de conservação de alimentos, principalmente de frutas e hortaliças, que são produtos frescos e de rápida deterioração, os revestimentos despontam como um dos meios de conservação mais eficientes, pois é possível criar uma película protetora contra microrganismos deteriorantes de modo a melhorar o aspecto visual dos produtos e reduzir a perda de massa por evaporação e transpiração. Com isso, há um aumento na *vida útil do vegetal* diminuindo, assim, os prejuízos pós-colheita (LUVIELMO; LAMAS, 2012; SILVA et al, 2011).

A quitosana é constituída de um polímero natural resultado de reações químicas realizadas sobre a quitina, substância encontrada em carapaças de crustáceos (TAMURA, 2012). Suas principais características são a redução de crescimento de patógenos, controle de doenças pós-colheita, propriedade fungicida, aumento de compostos fenólicos, diminuição de perdas por transpiração e retardo do amadurecimento e escurecimento enzimático (MAZARO et al, 2008; TAMURA; 2012).

O amido é um polissacarídeo que possui algumas funções e aplicações de agentes adesivos, ligantes e formadores de filmes, além da atuação como gelificante, espessante e retentor de umidade de alguns alimentos. A principal característica da cobertura comestível elaborada com amido de milho é evitar a perda de massa por transpiração (BOURTOOM, 2008; WEBER; COLLARES-QUEIROZ; CHANG, 2009).

A *Aloe vera* é uma planta originária de regiões desérticas; seu gel possui atividade antifúngica em quatro organismos patogênicos que afetam frutos na pós-colheita (MANUEL, 2011; PARENTE et al, 2013). As principais características deste filme é evitar a perda de umidade e firmeza dos alimentos, diminuir a taxa de respiração, manter o controle de desenvolvimento e maturação, adiar o escurecimento oxidativo e reduzir a proliferação de microrganismos (SOPHIA; ROBERT; NGWELA, 2015; VALVERDE et al, 2005).

A aplicação de revestimentos em uvas visa, portanto, a aumentar *sua vida útil* e, conseqüentemente, a produtividade de vinho, visto que pode entrar no estado de senescência mais rapidamente na pós-colheita, prejudicando a logística da vinificação, uma vez que deve ser colhida já madura enquanto as climatéricas podem ser colhidas antes de amadurecer, teoricamente levando mais tempo até a senescência. O objetivo

deste trabalho foi aplicar revestimentos em diferentes tipos de uvas do cultivar Niágara rosada e verificar os efeitos proporcionados à sua conservação e possíveis alterações na cinética de fermentação (baseadas em análises físico-químicas no vinho, como teor alcoólico por destilação e ebulliometria, acidez volátil e concentração de fenólicos) e qualidades finais físico-químicas e sensoriais (atributo de intensidade de cor dos vinhos produzidos com essa matéria-prima).

## ***Material e métodos***

### ***Elaboração e aplicação das coberturas***

Foram elaborados 3 tipos de coberturas comestíveis: à base de quitosana, à base de amido e à base de *Aloe vera*.

De acordo com Tamura (2012), a quitosana foi utilizada a uma concentração de 1,5%, quando adicionada a 2L de solução acidificada a 0,8% de ácido ascórbico, ficando sob agitação constante por 2 minutos. Adicionou-se, posteriormente, 10mL de glicerol e 10g de sorbitol com agitação até a total homogeneização. A quitosana utilizada foi adquirida na farmácia de manipulação Stevia, na cidade de Santo André - SP.

A metodologia utilizada para a formulação do revestimento à base de amido foi a indicada por Sousa et al (2013), na qual o amido de milho Maizena® foi diluído em água destilada a 75°C na concentração de 15%.

As metodologias utilizadas para a fabricação do revestimento de *Aloe vera* foram adaptadas de Valverde et al (2005) e de Parente et al (2003); foi retirado o gel da folha da *Aloe vera*, o qual foi lavado cuidadosamente com água corrente a fim de não ficar com residual amargo, deixando-o o mais puro possível. Após a lavagem, foi homogeneizado em água destilada na proporção de 1:3 (látex: água) com uso do liquidificador Skymesen®. Em seguida, as uvas, adquiridas na Companhia Regional de Abastecimento Integrado de Santo André - SP – CRAISA -, ficaram imersas nas soluções por 5 minutos e depois secadas ao ar livre (em temperatura ambiente) por 30 minutos antes de serem armazenadas em câmara fria (75% UR a 5°C).

Após aplicação das coberturas comestíveis, as uvas foram armazenadas em câmara fria à temperatura de 5°C e umidade relativa de 75% (medida através de termo-higrômetro da marca Oregon Scientific®).

## *Vinificação*

Para o desenvolvimento do vinho referente ao estudo, foram utilizadas uvas do cultivar Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L.), adquiridas na Companhia Regional de Abastecimento Integrado de Santo André - SP – CRAISA. A produção do vinho foi baseada em Guerra e Barnabé (2005) e Rizzon, Miele e Meneguzzo (2000). Estabeleceram-se os processos de vinificação para as amostras de uvas: revestidas com quitosana (Q), Aloe vera (V), amido de milho (A) e controle (C). O esmagamento e desengace foram feitos pela passagem na desengaçadeira-esmagadeira da empresa Elettronica Veneta, modelo DSP/EV. Ao final dessa etapa, cada mosto, individualmente, foi colocado em baldes de 10 L e retirou-se amostra a fim de se quantificar seu potencial alcoólico através do uso de mostímetro de Babo. Antes da inoculação do pé de cuba, que foi preparado de acordo com as instruções do fabricante Maurivin®, foi necessária a realização da sulfitação do mosto através da adição de metabissulfito de potássio, sob forma de solução aquosa a 10%, a uma proporção de 8g/hL, como o indicado por Guerra e Barnabé (2005). O pé de cuba foi adicionado 2 horas após a etapa de sulfitação.

Em seguida, ocorreu a adição de pectinase, 50 mL/ton, conforme indicado pelo fabricante, Amazon Group®, o que aumenta o rendimento devido à extração de compostos fenólicos, intensificando cor, sabor e aroma (UENOJO; PASTORE, 2007). Os mostos foram colocados em galões de vidro. Após um período de 24 horas foi feita a correção do açúcar. Durante a fermentação alcoólica, foi realizada uma remontagem diária para a mistura das partes sólida e líquida. Ao final dos 7 dias, conforme Barnabé (2006), foi realizada a descuba dos vinhos pelo método de peneiramento, de forma a separar a parte sólida da líquida, que foi acondicionada em Erlenmeyer de 6L, com presença de batoque hidráulico. O final da fermentação foi estabelecido com a estabilização dos sólidos solúveis (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994), acompanhados, em seus teores, com medidas diárias através do uso do refratômetro, marca Logen

Scientific<sup>®</sup>, modelo N1001. Posteriormente, realizou-se a trasfega para balões volumétricos, sendo, antes, realizada nova sulfitagem, nos mesmos teores anteriormente utilizados, e adição de bentonite da marca Amazon Group<sup>®</sup>, em dosagens de 60g/hL, conforme indicação do fabricante, com o intuito de diminuição da turbidez dos vinhos (VARNAM; SUTHERLAND, 1994). Com a realização de atesto e o preenchimento completo dos balões de estocagem, o vinho foi armazenado até o momento da realização das análises. Cada tipo de vinho foi elaborado em duplicata (vinificações 1 e 2).

## *Análises físico-químicas*

Todas as análises físico-químicas das amostras foram realizadas em duplicata, num período de 2 semanas para cada vinificação. A determinação de acidez volátil, teor alcoólico por destilação e ebuliometria se deram de acordo com a metodologia adaptada de Rizzon, Meneguzzo e Manfroi (2003). O ebuliômetro utilizado foi da marca Metalúrgica Tech Vision<sup>®</sup> Ltda. A análise do teor de compostos fenólicos foi realizada tomando como base os procedimentos adotados por Vargas et al (2008). Para a obtenção do teor de compostos fenólicos, pelo método colorimétrico desenvolvido por Singleton e Rossi, foram utilizados o reagente de Folin Ciocalteu e o ácido gálico para a elaboração de curva padrão em espectrofotômetro da marca Quimis, modelo 432, com leitura do comprimento de onda de 700nm. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e teste complementar de comparação de Tukey.

## *Análise de extensão de vida útil*

A fim de corroborar a tese de que os recobrimentos associados à refrigeração aumentam a vida de prateleira da uva Niágara Rosada, estudou-se o efeito da presença desses elementos na fruta e o impacto resultante de sua presença. A metodologia utilizada foi a de Detoni et al (2005). As análises realizadas foram as de índice de degrana e de teor de sólidos solúveis, expressas em °Brix. Para esta última, foram recolhidas 10

bagas aleatórias do cacho a cada medição. O índice de degrana foi calculado em porcentagem, analisando-se o número de bagas caídas a cada semana em relação ao número total de bagas no cacho. Este teste foi realizado durante o período mencionado até que todas as amostras apresentaram uma degrana de 100%. O teor total de sólidos solúveis foi determinado por refratometria, por meio de refratômetro marca Logen Scientific®, durante a análise.

## Resultados e discussão

Para a análise, não foram comparados os resultados quantitativos obtidos na vinificação 1 em relação à vinificação 2. A avaliação dos resultados entre as vinificações realizadas foi de caráter qualitativo.

O índice de degrana é um dos indicativos de vida útil da uva, sendo que, quanto maior a queda de bagas, maior o indício de que a fruta está chegando à senescência (DETONI et al; 2005).

Os resultados obtidos após a análise de degrana da vinificação 1 estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1: Resultados obtidos após contagem de degrana das uvas para as vinificações 1 e 2<sup>4</sup>.**

Índice de Degrana								
Tempo (dias)	C1	C2	Q1	Q2	V1	V2	A1	A2
0	0%	0%	0%	0%	0%	1,1%	0%	0%
7	1,6%	11,2%	1,2%	1,1%	3,8%	1,1%	11,3%	20%
14	26,2%	22,3%	7,2%	1,1%	8,8%	39,1%	77,4%	35%
21	65,6%	45,5%	50,6%	39,1%	17,5%	74,0%	100%	60%
28	100%	100%	81,9%	74,0%	100%	100%	-	100%
35	-	-	100%	100%	-	-	-	-

Fonte: Elaboração dos autores

<sup>4</sup> As amostras estão identificadas de acordo com a presença de revestimento: C (controle), V (Aloe Vera), Q (quitosana), A (amido).

As amostras C1, C2, V1, V2, A1 e A2 apresentaram 100% das bagas, destacadas do pedúnculo, em período anterior a 28 dias.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, pode-se sugerir que o revestimento de amido de milho, associado à temperatura de armazenamento de 5°C e umidade relativa de 75%, não foi efetivo no aumento da vida útil da fruta, pois foi o que obteve maior índice de degrana comparado às demais amostras em ambas as vinificações e ainda durou menos tempo na vinificação 1 (alcançou mais precocemente o índice de 100%). As uvas submetidas à quitosana foram as que obtiveram menores níveis de degrana na maioria dos tempos estudados nas vinificações 1 e 2. Também alcançaram os índices mais extensos de 100% de queda das bagas, durando 35 dias. A cobertura de *Aloe vera* teve o segundo melhor desempenho quanto ao *aumento da vida útil*, tendo alcançado 100% na mesma quantidade de dias que o controle, pois, em geral, apresentou menores índices de degrana que a amostra padrão nos períodos intermediários.

As medições de sólidos solúveis ocorreram durante o mesmo período em que durou a degrana. Os resultados da vinificação 1 podem ser conferidos na Tabela 2.

**Tabela 2: resultados obtidos da medição de sólidos solúveis das vinificações 1 e 2, para o acompanhamento de vida útil das amostras de uva com aplicação de revestimentos e controle<sup>5</sup>**

Acompanhamento de °Brix								
Tempo (dias)	C1	C2	Q1	Q2	V1	V2	A1	A2
0	17,8	14,2	17,6	13,8	18	13,6	17,4	14,6
7	17,8	13,0	17,2	12,2	18,2	12,4	13,8	13,4
14	16,6	13,0	16	14,2	16,4	11,0	13,4	14,6
21	16,6	13,4	17,8	12,4	17,4	11,6	13	13,4
28	20	13,6	17,2	11,8	17	11,4	-	12,2
35	-	-	16,4	12,0	-	-	-	-

Fonte: Elaboração dos autores

Como pode ser observado na Tabela 2, as amostras com *Aloe vera* (V) e amido (A) apresentaram tendência de decaimento de teor de sólidos solúveis, diferentemente das amostras de controle (C) e quitosana (Q), que mostram tendência à estabilidade neste mesmo aspecto. Provavelmente, com a presença desses revestimentos, houve uma

<sup>5</sup> As amostras estão identificadas de acordo com a presença de revestimentos: C (controle), V (*Aloe Vera*), Q (quitosana), A (amido)

aceleração metabólica do fruto devido ao fato de as coberturas terem como uma de suas características a impermeabilidade de gases levando a uma anaerobiose, o que propiciou o processo fermentativo, resultando em consumo de sólidos solúveis (ASSIM; BRITTO, 2014; LAJOLO, 2009). Esse resultado equipara-se com os obtidos no índice de degrana, pois um metabolismo mais acelerado acarreta aceleração da senescência retratada pelo aumento do índice de queda das bagas. A diferença que houve entre amostras de um mesmo experimento dentro de um certo período pode ser explicada pela não uniformidade das bagas contidas no cacho.

Os resultados das análises físico-químicas dos vinhos processados estão demonstrados na Tabela 3.

**Tabela 3: médias dos valores encontrados de teores alcoólicos das amostras das vinificações 1 e 2<sup>6</sup>.**

Amostras	Destilação %(V/V)		Ebuliometria %(V/V)		Acidez volátil (meq/L)		Compostos fenólicos (g/L)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>C</b>	10,1 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>	10,65 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	0,225 <sup>a</sup>	0,225 <sup>a</sup>	0,9812 <sup>a</sup>	1,0819 <sup>a</sup>
<b>A</b>	9,95 <sup>a</sup>	9,1 <sup>b</sup>	10,35 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	0,170 <sup>b</sup>	0,183 <sup>a</sup>	0,9162 <sup>b</sup>	0,8498 <sup>b</sup>
<b>V</b>	8,55 <sup>a</sup>	9,3 <sup>c</sup>	9,7 <sup>a</sup>	10,03 <sup>a</sup>	0,250 <sup>c</sup>	0,163 <sup>a</sup>	0,6694 <sup>c</sup>	0,8112 <sup>c</sup>
<b>Q</b>	9,85 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>	9,4 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>	0,195 <sup>d</sup>	0,245 <sup>a</sup>	1,0631 <sup>d</sup>	1,1394 <sup>d</sup>

\*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ( $p < 0,05$ )

Com exceção das análises por destilação da vinificação 2, as amostras não apresentaram diferença significativa a  $p < 0,05$  nos valores obtidos. Dessa forma, verificou-se a tendência de que a presença das ceras não influencia no teor alcoólico dos vinhos obtidos.

Segundo Guerra e Barnabé (2005), a acidez volátil ocorre principalmente pela presença de ácido acético que em altos teores indica a incidência de avinagramento, um dos maiores problemas da vinificação. Porém, é importante citar que um pequeno teor desse ácido é produzido pela levedura durante a fermentação. De acordo com os

<sup>6</sup> As amostras estão identificadas de acordo com a presença de cera: C (controle), V (Aloe Vera), Q (quitosana), A (amido)

resultados obtidos na vinificação 1, todas as amostras apresentaram valores diferentes entre si, sendo que o maior valor de acidez volátil foi com *Aloe vera* (V), seguido por controle (C), quitosana (Q) e, por último, com amido de milho (A). Quanto à vinificação 2, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si ao nível de significância de 5%. Considerando as amostras com cera, o maior valor de acidez volátil verificado na vinificação 1 foi o da amostra V, o que não ocorreu na 2, em que, para essa mesma amostra, o valor obtido foi o menor. Sendo assim, não se pode estabelecer uma relação direta entre a aplicação de cera na uva para a fabricação de vinho e a formação de acidez volátil. O valor máximo de acidez volátil que pode ser encontrado no produto sem proporcionar alteração sensorial é de 20 meq/L (RIZZON; MENEGUZZO; MANFROI, 2003); portanto, todas as amostras se encontram dentro desse parâmetro, mesmo havendo diferença significativa entre os vinhos da vinificação 1.

Na análise da concentração de compostos fenólicos, expressos em ácido gálico, observou-se que todas as amostras têm diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ) tanto na vinificação 1 quanto na 2. Os vinhos que apresentaram maior concentração de compostos fenólicos, expressa em concentração de ácido gálico, foram os feitos de uvas revestidas com cera de quitosana. Este fato pode ser explicado pelo fato de esta cobertura possuir como uma de suas características o aumento da concentração de compostos fenólicos nos alimentos em que é aplicada (MAZARO et al, 2008). As amostras com a segunda maior concentração foram as dos vinhos de controle. Isso sugere que as demais ceras (amido e *Aloe vera*) interferem na passagem de compostos fenólicos provenientes da casca (local de aplicação dos filmes comestíveis) e das sementes das uvas, sendo que a cobertura de *Aloe vera* é a que mais altera o teor de compostos fenólicos. Nas duas vinificações, a ordem de concentração de compostos fenólicos foi a mesma, sugerindo que esse fenômeno é concreto.

## *Considerações finais*

Quanto às análises de vida útil, percebeu-se que a cera de quitosana, entre as amostras testadas, obteve o melhor desempenho, pois o índice de degrana foi o menor na maioria dos tempos analisados e o teor de sólidos solúveis tendeu à estabilidade, característica esta, importante para a vinificação, já que remete ao teor de açúcar que estará presente no mosto. As análises de teor alcoólico por destilação e ebulliometria, bem como as de acidez volátil, não revelaram tendência de alteração entre as amostras com aplicação de cera e controle. As amostras feitas com uvas recobertas com filme comestível de quitosana apresentaram maior teor de compostos fenólicos, enquanto os fabricados com uvas revestidas de cera de *Aloe vera* apresentaram menor concentração dos referidos compostos. A análise global dos resultados possibilita a avaliação da promissora aplicação de ceras para a extensão da vida útil de uvas para vinificação, pois possibilita maior flexibilidade de tempo em logística não afetando significativamente a composição físico-química do produto.

## Referências

- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 2, abr./jun. 2014.
- BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara Rosada e Bordô**: Análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol e partir do bagaço. 2006. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Energia na Agricultura, Unesp, Botucatu, 2006.
- BOURTOOM, T. Edible films and coatings: characteristics and properties. **International Food Research Journal**, [S.l], v. 15, n. 3, 2008.
- DETONI, A. M. et al. Uva "niágara rosada" cultivada no sistema orgânico e armazenada em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 25, p.546-552, jul. 2005.
- GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho. In: VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni et al (Org.). **Tecnologia de bebidas**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2005. Cap. 17. p. 423-452.
- LAJOLO, F. M. **Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento de frutos: aplicações da genômica funcional**. 2009. 123 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, USP, São Paulo, 2009.
- LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, [S.l], v. 8, n. 1, jan./jun. 2012.
- MANUEL, V. Y. L. L. **A planta medicinal Aloe vera na indústria alimentar**. 2011. Tese (Doutorado) - Curso de Mestrado em Inovação Alimentar, Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, Portugal, 2011.
- MAZARO, S.M. et al. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar-smetil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p.185-190, mar. 2008.
- PARENTE, L. M. L. et al. Aloe vera: características botânicas, fitoquímicas e terapêuticas. **Arte Médica Ampliada**, São Paulo, v. 33, n. 4, out./nov./dez. 2013.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Niágara para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, abr. 2000
- RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; MANFROI, L. **Documentos nº 38**: Planejamento e instalação de uma cantina para elaboração de vinho tinto. EMBRAPA, Bento Gonçalves, RS, 2003.
- RIZZON, L. A. **Sistema de produção de vinho tinto**: recebimento da uva. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoVinhoTinto/recebimento.htm>>. Acesso em: 18 out. 2015.
- RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa, 1994.

SILVA, M. C. et al. Qualidade pós-colheita de caqui 'fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, jan./fev. 2011.

SOPHIA, O.; ROBERT, G. M.; NGWELA, W. J. Effect of Aloe vera gel coating on postharvest quality and shelf-life of mango (*Mangifera indica* L.) fruits Var. 'Ngowe'. **Journal Of Horticulture And Forestry**. [S. l], p. 1-7. jan. 2015.

SOUSA, S. F. et al. Estabilidade físico-química da uva Itália (*Vitis vinifera* L.) obtida por diferentes concentrações de amido de milho e armazenada em refrigeração. **Revista Magistra**, v. 26, 2013.

TAMURA, M. S. **Qualidade pós-colheita de uva de degrana revestidas com películas biodegradáveis e conservadas sob refrigeração**. 2012. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, Campinas, v. 30, n. 2, p.388-394, jan. 2007.

VALVERDE, J. M. et al. Novel Edible Coating Based on Aloe Vera Gel To Maintain Table Grape Quality and Safety. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, S.l., v. 53, n. 20, out. 2005.

VARGAS, P. N. et al. Determinação do teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em suco de uva comercial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, jan. 2008.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Beverages: technology, chemistry and microbiology**. London: Chapman & Hall, 1994.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p.748-753, out./nov./dez. 2009.



# Oxímetro de pulso com monitoramento remoto via bluetooth

*Pulse oximetry with Bluetooth remote monitoring*

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

Doutor em Engenharia de Automação e Controle pela Universidade de São Paulo e professor da Faculdade de Tecnologia Termomecânica (FTT).

**Hugo Magalhães Martins** ([hugo.magalhães@ifsp.edu.br](mailto:hugo.magalhães@ifsp.edu.br))

Mestre em Automação e Controle pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP) e professor do IFSP.

**Amanda da Silva Pereira** ([amandasilvap94@gmail.com](mailto:amandasilvap94@gmail.com))

Bacharel em Engenharia Eletrônica pela Universidade Paulista (Unip)

**David Martins Rodrigues Neto** ([davidfavoritos@hotmail.com](mailto:davidfavoritos@hotmail.com))

Bacharel em Engenharia Eletrônica pela Universidade Paulista (Unip)

**Kayque Caramelo Félix** ([kayque\\_cf@hotmail.com](mailto:kayque_cf@hotmail.com))

Bacharel em Engenharia Eletrônica pela Universidade Paulista (Unip)

**Thais Vieira Rodrigues** ([thaisvieira\\_@hotmail.com](mailto:thaisvieira_@hotmail.com))

Bacharel em Engenharia Eletrônica pela Universidade Paulista (Unip)

**Vitor Gomes Mendonça** ([vitor.gomes92@yahoo.com.br](mailto:vitor.gomes92@yahoo.com.br))

Bacharel em Engenharia Eletrônica pela Universidade Paulista (Unip)

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

NOV. 2018 • ISSN 2525-8729

Submissão: 28 mar. 2018. Aceitação: 21 set. 2018

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

FACULDADE TECNOLOGIA  
TERMOMECANICA, p.67-80

## *Resumo*

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um oxímetro de pulso não invasivo para medição do percentual de saturação de oxigênio na corrente sanguínea. O projeto envolve a etapa de aquisição de sinais ópticos provenientes de diferentes diodos emissores de luz, com diferentes absorções de radiações (vermelha e infravermelha) que, após atravessarem o sangue, são captados por fotodiodos. O condicionamento do sinal é feito por amplificadores e filtros passa-baixas. Sequencialmente, inicia-se a fase de processamento do sinal através do uso de microcontrolador, que é responsável tanto por converter o sinal de analógico para digital via ADC quanto por realizar o algoritmo de taxa de saturação de oxigênio no sangue em função dos valores ópticos adquiridos. O resultado do processamento de sinal é apresentado de forma percentual através de um visor gráfico. O sistema possui ainda interface de comunicação *Bluetooth* permitindo, opcionalmente, um monitoramento remoto.

**Palavras-chave:** oximetria; saturação de oxigênio; telemetria; Bluetooth.

## *Abstract*

This paper presents the development of a noninvasive pulse oximeter to measure the percentage of oxygen saturation in the bloodstream. The project involves the acquisition of optical signals from different light emitting diodes, with different absorptions of radiation (red and infrared) which are captured by photodiodes after crossing the blood. The signal conditioning is done by amplifiers and low pass filters. Signal processing is initiated using a microcontroller, which is responsible for converting the signal from analog to digital through its internal ADC followed by an algorithm that determines the rate of oxygen saturation in the blood. The result of the signal processing is displayed in percentage by means of a graphic display. The system also has Bluetooth communication interface, optionally allowing remote monitoring.

**Keywords:** Oximetry. Saturation of oxygen. Telemetry. Bluetooth.

## *Introdução*

A oximetria de pulso é um método utilizado para analisar o nível de saturação na corrente sanguínea (SpO<sub>2</sub>), além de ser importante para determinar deficiências no sistema respiratório, bem como auxiliar no diagnóstico de várias doenças como a hipóxia (doença causada pela insuficiência de oxigênio). A oxigenação no sangue é vital para cada célula do corpo humano e sua ausência prolongada pode ocasionar morte celular. Sua medição é realizada por meios ópticos em regiões que apresentam camadas compactas de tecido, como por exemplo o dedo, através da alteração das propriedades ópticas (comprimento de onda) ao se transmitir e capturar um sinal óptico através do sangue e demais tecidos (BRONZINO, 1999). Assim, há crescente interesse em realizar seu monitoramento e análise de forma rápida, prática e segura.

Esta proposta visou ao desenvolvimento de um oxímetro para uso no pulso, focando na portabilidade, precisão e menor custo para tal dispositivo.

## *Limitações de uso*

Alguns fatores podem ocasionar problemas na verificação de SpO<sub>2</sub> por meio da oximetria de pulso, destacando-se (COREN, 2016):

- Movimentação do paciente;
- Baixa perfusão periférica;
- Hipoxemia local;
- Baixa saturação de O<sub>2</sub> (inferior a 70%);
- Alteração nos níveis de bilirrubina;
- Anemia;
- Convulsão;
- Congestão venosa;
- Interferência luminosa: fonte de luz de xênon, fototerapia, incidência direta de luz solar;
- Esmalte de unhas;
- Oclusão arterial próxima ao sensor.

## ***Objetivo***

Elaboração de um protótipo de oxímetro de pulso com monitoramento remoto não invasivo, que permite acompanhar a porcentagem de saturação de oxigênio no sangue através de um aparelho móvel de forma fácil, segura e prática, oferecendo comodidade, praticidade e conforto ao usuário, baseado nas técnicas descritas por Webster (1997).

# ***Fundamentação teórica***

## ***Introdução à oximetria***

O estudo da oximetria iniciou-se em meados de 1860, quando Felix Hoppe Seyler demonstrou que a absorção de luz no sangue se modificava quando esse elemento estava misturado com oxigênio, e que a mistura de sangue e oxigênio formava um novo composto chamado oxi-hemoglobina. Nos glóbulos vermelhos do sangue encontra-se um pigmento, a hemoglobina, que lhes confere a cor característica. Nos pulmões, a hemoglobina combina-se com o gás oxigênio formando tal composto.

Isto ocorre porque as duas formas mais comuns da molécula, oxi-hemoglobina (HbO<sub>2</sub>) e a desoxi-hemoglobina (RHb ou Hb) apresentam diferenças no espectro de luz visível, na faixa de comprimento de onda vermelha de 660 nanômetros (nm) e infravermelha de 940 nanômetros (nm). A Figura 1 mostra o espectro de absorção de luz pela HbO<sub>2</sub> e pela Hb. As linhas verticais representam os dois comprimentos de onda de luz (660nm e 940nm) usados pelo oxímetro de pulso<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Quando a saturação da oxi-hemoglobina arterial é medida por uma gasometria arterial (punção com agulha) é referida como SaO<sub>2</sub>. Quando é medida de forma não invasiva pela oximetria de pulso, é referida como SpO<sub>2</sub> (BRONZINO, 1999).

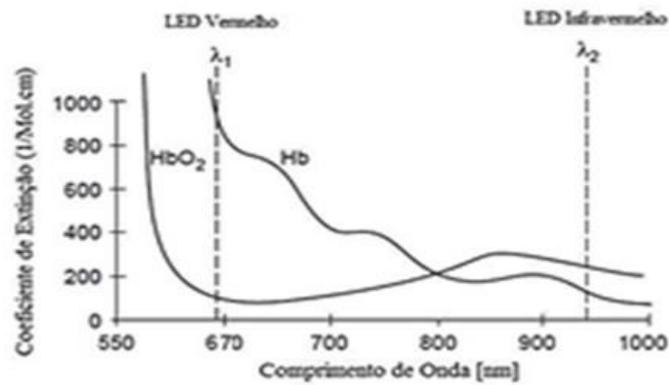


Figura 1: Espectro de absorção de Hb e HbO<sub>2</sub>  
 Fonte: LIMA, 2016.

## *Princípios aplicados à oximetria*

A circulação sanguínea é responsável pelo fornecimento de oxigênio para todos os tecidos do corpo humano. No pulmão, o oxigênio se difunde nos alvéolos para chegar ao sangue nos vasos capilares. Este depois é bombeado do coração para os tecidos. O sangue circulante no corpo humano está sob duas formas: o venoso (sangue das veias, pobre em oxigênio e rico em gás carbônico) e o arterial (sangue das artérias, pobre em gás carbônico e rico em oxigênio). O primeiro tem uma cor mais escura e é o que corre pelas veias até o pulmão.

No pulmão, a hemoglobina do sangue perde gás carbônico e recebe oxigênio. Com essa troca, ele se transforma de sangue venoso em sangue arterial, que tem a função de levar oxigênio dos pulmões para todo o corpo.

A hemoglobina não transporta somente o oxigênio, mas também nutrientes às células de todo o corpo, e recolhe as substâncias que as células descartam, conduzindo-as mais tarde para fora do organismo. Quando a hemoglobina se une ao oxigênio, surge a oxi-hemoglobina.

Essa ligação é instável, pois quando o sangue atinge os tecidos, ela se desfaz e o oxigênio é cedido para as células, sendo usado na respiração. A hemoglobina possui diversos tipos de pigmentação, variando com o nível de oxigenação. Caso a molécula esteja

oxigenada, a sua coloração é vermelha brilhante; já se estiver sem oxigênio, ela se torna vermelho-escura.

O nível de oxigênio no corpo humano é medido em termos de saturação do oxigênio no sangue. Os níveis normais de oxigênio no sangue são de 95% até 100%, pois é a quantidade necessária para o bom funcionamento do organismo. Quando esses níveis estiverem abaixo de oitenta e nove por cento (hipoxemia: insuficiência de oxigênio no sangue), é necessário que o paciente tenha atendimento médico. A medição de saturação do oxigênio na hemoglobina é feita através da hemoglobina arteriolar, encontrada em algumas regiões do corpo com mais facilidade de acesso como pés, mãos, lóbulo da orelha, extremidades digitais dos pés e principalmente das mãos, que são mais comuns para a aplicação.

Desse processo obtém-se o nível de saturação do oxigênio na hemoglobina (SpO<sub>2</sub>) em percentual, obtido da relação entre a concentração de hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) e a concentração total de hemoglobinas no sangue, que é formada pela soma das hemoglobinas oxigenadas e desoxigenadas (Hb). A saturação do oxigênio SpO<sub>2</sub> é definida como a razão da quantidade de oxigênio saturado pela capacidade total de oxigenação, sendo que HbO<sub>2</sub> é a concentração de oxi-hemoglobina e RHb é a concentração de desoxi-hemoglobina. Pode-se assim determinar a curva de dissociação da hemoglobina, que é a relação entre a saturação percentual de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e a sua pressão parcial PO<sub>2</sub>. Esta relação é conhecida como curva de dissociação da oxi-hemoglobina, como mostra a Figura 2 (BRONZINO, 1999).

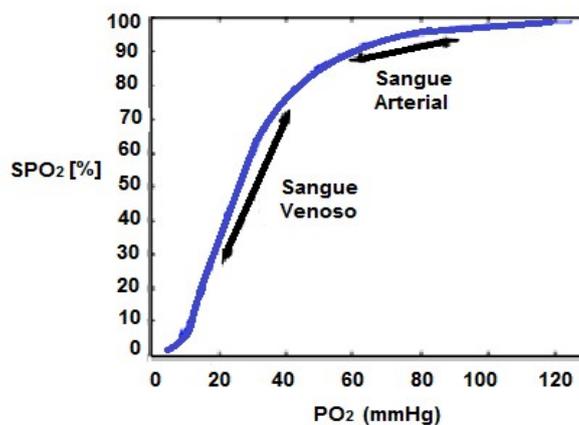


Figura 2: Curva de dissociação da oxi-hemoglobina.  
Adaptado de ELECTRIC, 2016

## Lei de Beer-Lambert

O oxímetro de pulso possui princípio de funcionamento baseado na Espectrofotometria (método de análise óptico) e na Lei de Beer-Lambert, que relacionam a absorção de luz com as propriedades do material. Um feixe de luz incide sobre o corpo a ser medido e retorna à fonte. Através da quantidade de luz absorvida pelas moléculas de hemoglobina é possível fazer a medição de oxigenação corrente do sangue. (KUSHIMA, 2014).

A Lei de Beer-Lambert diz que “a intensidade da luz transmitida decresce exponencialmente quanto maior for a concentração da substância absorvente do meio, e que a intensidade de um feixe de luz monocromático decresce exponencialmente quanto maior for a concentração da substância absorvente do meio”. É uma análise que se baseia em medir a absorção de radiação eletromagnética, sendo representada na Figura 3 (LIMA, 2016).

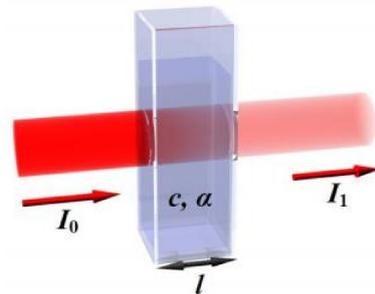


Figura 3. Representação da Lei de Beer-Lambert.  
Fonte: LIMA, 2016

A absorção ( $A$ ) se dá pela relação entre o coeficiente de absorvidade molar de uma substância, sendo influenciada pelo caminho óptico do raio incidente no meio ( $L$ ), pela concentração ( $c$ ) e pelo coeficiente de extinção molar ( $\epsilon$ ), como indica a equação 1.

$$A = \epsilon \cdot L \cdot c \quad (1)$$

Portanto, a absorbância é proporcional a todos os outros parâmetros envolvidos e será igual à intensidade da luz incidente subtraída da intensidade da luz transmitida. A

intensidade da luz transmitida em um meio possui uma relação logarítmica expressa pela equação 2.

$$I = I_0 \cdot e^{-\epsilon \cdot L \cdot c} = I_0 \cdot e^{-A} \quad (2)$$

Onde:

$I_0$ : intensidade da luz incidente ( $W/m^2$ );

$I$ : intensidade da luz transmitida emergindo do meio ( $W/m^2$ );

$L$ : distância que a luz percorre o corpo (espessura da solução);

$c$ : concentração de substância absorvente no meio ( $mmol/l$ );

$\epsilon$ : coeficiente de extinção molar da substância em determinado comprimento de onda.

## *Cálculo de SpO<sub>2</sub>*

O índice SpO<sub>2</sub> é definido como a taxa de saturação pulsátil de oxigenação, correspondente ao SpO<sub>2</sub>, e sua sigla é diferente devido ao método pelo qual este índice é obtido. O método para o cálculo do SpO<sub>2</sub> é baseado na pulsação cardíaca, que acaba alterando o fluxo sanguíneo responsável pela oxigenação do indivíduo. Um ciclo cardíaco é composto pela sístole e pela diástole. As artérias contêm mais sangue na sístole do que na diástole. Dessa forma, a concentração e o comprimento óptico das hemoglobinas aumentam; conseqüentemente, a intensidade luminosa dos feixes que as atravessam, diminui. O processo inverso pode ser inferido durante a diástole. O cálculo da concentração de oxigênio é feito através do método de “pico” e “vale” (ou máximo e mínimo) dos sinais de absorção do vermelho e do infravermelho. Com os valores de pico e de vale, pela equação 3, encontra-se a razão R (BRONZINO, 1999).

$$R = \frac{\ln\left(\frac{I_{vb}}{I_{va}}\right)}{\ln\left(\frac{I_{ivb}}{I_{iva}}\right)} \quad (3)$$

Onde  $I_{vb}$  e  $I_{va}$  são, respectivamente, as correntes de pico e de vale no vermelho e  $I_{ivb}$  e  $I_{iva}$ , são, respectivamente, as correntes de pico e de vale no infravermelho. As constantes de absorção variam para cada indivíduo.

O cálculo da razão  $R$  é importante, pois é ela que permite que o oxímetro funcione para qualquer pessoa e qualquer tipo de dedo, sendo utilizado para a obtenção de saturação de oxigênio, de acordo com a equação 4.

Deste processo obtém-se o nível de saturação do oxigênio na hemoglobina ( $SpO_2$ ) em percentual, obtido da relação entre a concentração de hemoglobina oxigenada ( $HbO_2$ ) e a concentração total de hemoglobinas no sangue, que é formado pela soma das hemoglobinas oxigenadas e desoxigenadas ( $RHb$ ), como mostra a equação 4. (BRONZINO, 1999).

$$SpO_2 = \frac{HbO_2}{RHb + HbO_2} \quad (4)$$

## ***Métodos e aplicações***

### ***Visão geral do projeto***

Pode-se entender melhor o sistema observando-se o diagrama de blocos apresentado na Figura 4.

O funcionamento do sistema inicia-se com a emissão dos feixes de luz pelos LEDs (vermelho e infravermelho), que irão atravessar o dedo do indivíduo, sendo captados pelo fotodiodo localizado do lado oposto do dedo. A emissão dos feixes deve ser separada, emitindo o feixe vermelho e depois o infravermelho, com um intervalo entre ambos. Posteriormente, a luz detectada pelo fotodiodo é convertida em corrente elétrica, condicionada para tensão elétrica e amplificada pelo AmpOP (amplificador operacional). Para remover ruídos de frequência acima de 13Hz, é necessário que o sinal seja tratado por um filtro passa-baixa. Após esse tratamento, o sinal é convertido de analógico para digital pelo microcontrolador (Atmega 328p), responsável também por fazer o armazenamento dos dados, pelos cálculos do valor de saturação e por enviar

informações necessárias para o *display* e, redundantemente, para um sistema de transmissão de dados via *bluetooth*, para um aplicativo que possa ser acessado em *smartphone*. A fonte de alimentação simétrica, vista na Figura 4, pode ser de +/- 5V, com potência de 200mW.

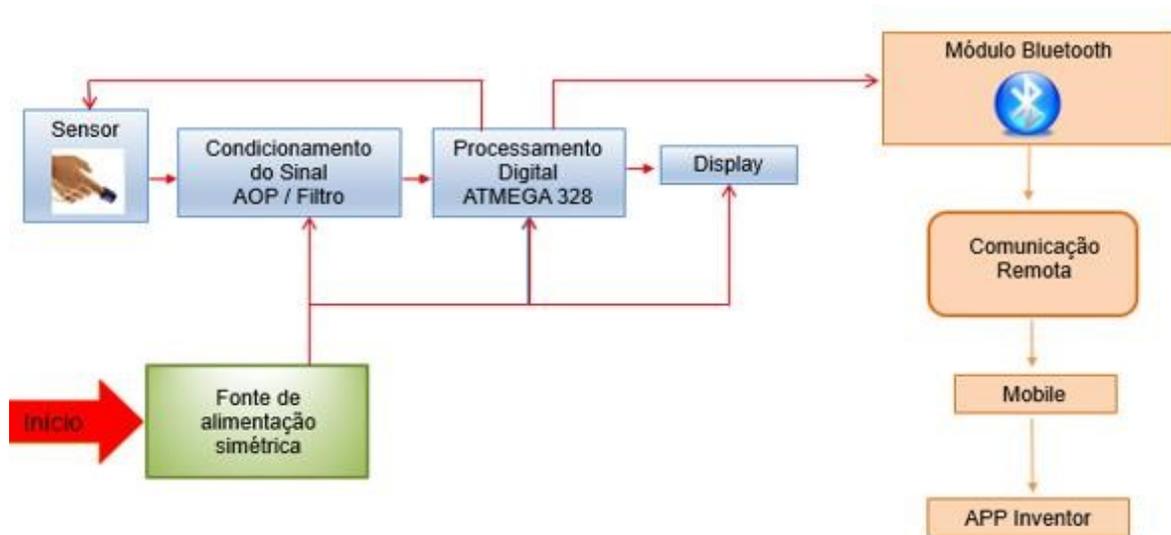


Figura 4: diagrama  
Fonte: Elaboração dos autores

## Placa de circuito impresso

Para a confecção da placa de circuito impresso foi utilizado o *software* PROTEUS®. Definiu-se um tamanho de placa de fenolite (plástico laminado) de dimensões 10 x 10 cm, que favorece a aderência do cobre à fibra, visando a aumentar a rigidez mecânica da placa de circuito impresso.

O método escolhido para a gravação na placa foi o processo de fotossensibilidade, no qual a imagem do circuito é preparada e gravada sobre a placa de cobre com tinta fotossensível colocada sob um fotolito, sendo este conjunto (matriz e fotolito) colocado, por sua vez, sobre luz ultravioleta. Após a gravação por exposição à luz ultravioleta, a imagem passa por solução reveladora, que permite que o circuito permaneça gravado com a tinta fotossensível, sendo o excedente removido pelo processo de corrosão.

Com a placa gravada, passa-se à lavagem reveladora, quando a luz endurece toda a superfície exposta. A Figura 5 mostra o circuito montado em placa de circuito Impresso.

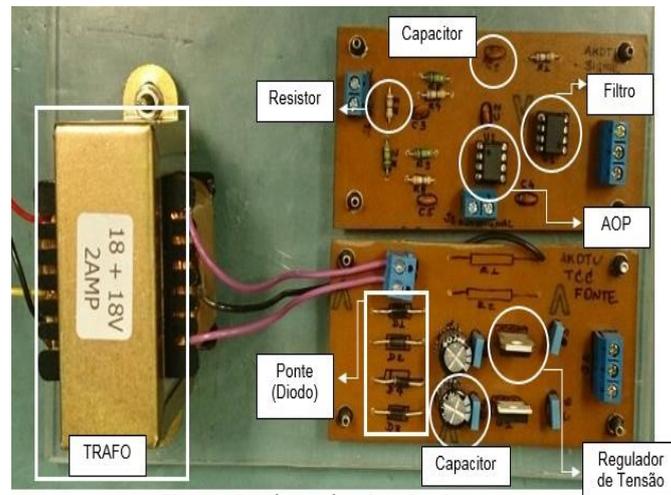


Figura 5: placa de circuito impresso  
Fonte: Elaboração dos autores

Depois, procede-se aos retoques de vedação de todos os furos ou falhas existentes. Na sequência, é feita uma análise das trilhas da placa corroída para avaliar possíveis curtos-circuitos a fim de obter maior precisão do leiaute. A fim de manter a confidencialidade do circuito projetado, os esquemas elétricos não foram colocados neste artigo.

Para a revelação, foram utilizados elementos químicos adequados para eliminar a película protetora, exceto nos lugares onde devem permanecer as trilhas de cobre. Após esse processo, a placa foi imersa em uma solução de percloroeto de ferro ( $\text{FeCl}_3$ ) para remover o cobre exposto. Em seguida, as ilhas da placa foram perfuradas com furador específico, sendo que o circuito foi montado de acordo com o projeto.

### *Teste de isolamento elétrica*

É importante destacar que foram executados testes de isolamento elétrica do sensor com o intuito de garantir a segurança dos usuários, em caso de desequilíbrio de tensão ou de corrente, protegendo o indivíduo e atestando a segurança do sensor de  $\text{SpO}_2$  contra descargas elétricas.

A Figura 6 mostra o equipamento específico que foi utilizado para testes de isolamento elétrica, o *HiPot* (teste de elevado potencial elétrico, utilizado para se medir resistência).



Figura 6: equipamento *Hipot*  
Fonte: Elaboração dos autores

A Tabela 1 mostra os resultados do teste de isolamento com o sensor. O equipamento utilizado para a experiência é foi o equipamento de teste de isolamento e resistência VITREK<sup>®</sup> V73 - AC/DC Nipot da *Safety Testes*.

Corrente de Fuga ( $\mu$ A)	Tensão Aplicada (V)	Tempo de Exposição
0,00	10 V DC	10s
0,00	50 V DC	10s
0,00	110 V DC	10s
0,00	220 V DC	10s
0,00	250 V DC	10s
0,00	1500 V DC	10s
100	3500 V DC	10s
200	4500 V DC	10s

Tabela 1: isolamento da borracha do fotodiodo.  
Fonte: Elaboração dos autores

Verificou-se que o sensor respondeu às especificações após ter submetido os LEDs a uma corrente de 20mA, quando o fotodiodo gerou uma tensão relativa à corrente próxima a 260mV (sem dedo inserido no sensor) e próximo de 180mV (com dedo inserido no sensor). Também foi observado que, sem dedo, o sinal gerado se mantinha contínuo (260mV) e quando inserido o dedo, o sinal gerado permanecia alternado (180mV periódico). Na saída do amplificador, obteve-se um ganho próximo de 14 vezes,

sendo o sinal de saída do amplificador igual a 2,5Vac periódico. Na saída do filtro, obteve-se um sinal com menos ruído, podendo-se notar, com maior clareza, o tipo de sinal gerado.

## *Considerações finais*

Este artigo tem a intenção de descrever o projeto de um protótipo de equipamento que visa a monitorar a saturação de oxigênio na corrente sanguínea, enviando os dados obtidos, via comunicação remota, a um dispositivo móvel (*Bluetooth*).

Até o momento, pôde-se observar a eliminação de ruídos e interferências, que foram problemas encontrados durante os testes de extração de sinais biológicos. Com isso, a aferição obtida foi mais precisa e apurada quanto às frequências trabalhadas.

O sinal obtido ao final das etapas de amplificação e filtragem corresponde ao desejado, com a eliminação das frequências indesejáveis, acima de 13Hz.

Nos testes comparativos com um equipamento comercial, contido em um smartphone Samsung modelo S6, constatou-se erro máximo de leitura e processamento de informação final inferior a 5%. Esse índice mostra-se satisfatório, tornando o equipamento projetado plausível para aplicações práticas.

A simulação do circuito e a confecção da placa de circuito impresso, usando o *software* PROTEUS®, mostraram-se eficientes (demonstraram ser eficientes) para a elaboração do projeto.

Os testes com o módulo *Bluetooth* também foram satisfatórios em termos de transmissão de dados e alcance. Até o momento, o equipamento conseguiu enviar sinais com raio de alcance de 6 metros, para áreas sem obstáculos, e 2,5 metros, nas áreas com obstáculos, como portas, cadeiras de madeira e paredes de *DryWall*.

Futuramente, uma melhoria nos circuitos de aquisição deverá ser feita para que haja um melhor aproveitamento do sinal captado. Além disso, melhorias (aperfeiçoamentos) no software de aquisição podem também ser realizadas (realizados) para a otimização do sistema.

## Referências

- BRONZINO, J. D.; **Biomedical Engineering**, 1ª Ed. Vol. 1, Editora CRC Press 1999.
- COREN. **Conselho Regional de Enfermagem do Estado de São Paulo**. Oximetria de Pulso Arterial. Artigos Científicos. São Paulo. 2009. Disponível em <http://www.inter.coren-sp.gov.br>. Acesso em abril de 2016.
- ELETRIC, G.; **Oxímetro de pulso 3800 GE**, Clinical System. Manual de Instruções GE *Medical Systems Information Technologies HealthCare*. São Paulo 2005.
- KUSHIMA, M. A.; **Oxímetro de pulso para medição da oxigenação periférica e pulsação cardíaca com interface via Web**, Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade de São Paulo - São Carlos, São Paulo, 2014
- LIMA, D. W.; **Oxímetro de Pulso**, Artigo Científico. Disponível em <<http://www.ufrgs.br>>. Acesso em abril de 2016.
- WAGNER, M. S.; RODRIGUES, J. E.; RODRIGUES, T. V.; - **Guia de Normalização da Universidade Paulista**, Arquivos internos da Universidade Paulista. São Paulo, 2016.
- WEBSTER, J. G.; **Design of Pulse Oximeters**, 1ª Ed. *Medical Science Series*. Editora EMBS Magazine. United States of America. 1997.



# **Irradiação garante segurança fitossanitária e pode aumentar durabilidade de alimentos**

*Processo pouco conhecido pela opinião pública impede a proliferação de micro-organismos sem prejudicar as características nutricionais*

**Entrevista**

A irradiação, se feita em doses adequadas, garante a segurança fitossanitária de alimentos, impedindo a proliferação de micro-organismos. O processo também pode aumentar a durabilidade de alimentos sem prejuízo de suas características nutricionais. Estes benefícios, porém, não são suficientemente conhecidos pelos consumidores e ainda há muito temor em relação a esta técnica, frequentemente confundida com contaminação radioativa. Anna Lúcia Villavicencio é professora titular do programa de pós-graduação do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN), instituição onde trabalha desde 1982. Ao longo de sua carreira, a pesquisadora, que é doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade de São Paulo, tem desenvolvido trabalhos na área de segurança alimentar, com ênfase em análise de alimentos irradiados.

Além de sua rotina acadêmica como pesquisadora e professora, Anna Lúcia tem defendido o direito do consumidor à informação sobre alimentos irradiados e divulgado informações científicas sobre os benefícios do uso pacífico da tecnologia nuclear na área de alimentos. "Nós estudamos benefícios e prejuízos do processo de irradiação porque queremos informar o consumidor sobre qualidade, danos e segurança dos alimentos", explica a pesquisadora. Em abril de 2018, ela participou do Encontro Tecnológico na FTT. Juntamente com as pesquisadoras, doutora Amanda Cristina Ramos Koike que trabalha com flores comestíveis e a doutoranda Regiane Martins, que trabalha com a parte de estudos sobre mutagenicidade que poderia existir com altas doses de radiação, a professora Anna Lúcia concedeu esta entrevista a *FTT Journal*, na qual explica o processo de irradiação de alimentos, destacando suas vantagens e desvantagens, bem como as inovações obtidas com a pesquisa na área.

### **FTT Journal – O que é irradiação de alimentos?**

**Profa. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** – As pessoas ficam bem curiosas quando veem biólogos trabalhando no IPEN. Todo mundo se imagina num submarino nuclear. Mas onde nos encaixamos nesse contexto? Os alimentos também dependem, de certa forma, de um reator nuclear, porque o sol é um reator nuclear natural e nós temos essa proximidade com os estudos das radiações que nos chegam e são benéficas. Quando há exagero, elas não são benéficas e podem causar prejuízos. Nós usamos a radiação bem dosada para conter o crescimento de micro-organismos que vão povoar os alimentos.

Utilizamos esta radiação de forma mais agressiva para quebrar DNA. O mesmo ocorre com o Sol ao enviar radiações ultravioletas que podem ser prejudiciais. As radiações em doses baixas provocam modificações genéticas, que podem ser consideradas melhorias nos alimentos. Temos exemplos de flores e sementes que se modificam por meio da radiação. Alguns tomates são frutos de uma mutação genética e são muito bem-vindos. Nós estudamos benefícios e prejuízos do processo de irradiação, porque queremos informar o consumidor sobre qualidades, danos e segurança dos alimentos. Trabalhamos junto com equipes da indústria e de outras áreas de pesquisas.

### **FTT Journal – Como ocorre a irradiação dos alimentos?**

**Prof. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** - O processo em si é muito simples. O alimento não fica exposto a nenhum elemento radioativo, mas sim, a ondas eletromagnéticas. O raio X por exemplo, é utilizado para irradiar alimentos assim com as radiações gama de  $^{60}\text{Co}$  e os elétrons acelerados, todas estas radiações são consideradas ionizantes e são utilizadas no processamento dos alimentos. A onda eletromagnética nas condições previamente adequadas que nós utilizamos para irradiar alimentos tem a função de quebrar alguns constituintes nos alimentos que vão fornecer outras propriedades desejadas durante o armazenamento, tal como a inibição do brotamento ou a redução de carga microbiana. A irradiação também pode diminuir a contaminação por insetos, impedindo que suas larvas eclodam e contaminem as matérias-primas. É preciso saber que a irradiação é adequada em determinadas condições e inadequada em outras. Não existe processo único e soberano. A irradiação depende do objetivo, do custo-benefício, de como vão embalar o alimento e para qual público. Não adianta, por exemplo, fazer irradiação em produtos a granel, porque pode haver uma recontaminação posteriormente pelo ar. A irradiação serve para diminuir carga microbiana, oferecendo segurança em produtos embalados. Como inovação, temos também as rações para animais, que buscam ser mais naturais, com menos conservantes e corantes. Neste caso, a irradiação cumpre os objetivos. Os estudos para alimentos gourmet, como as flores comestíveis estão em ascensão, uma vez que promove uma segurança relacionada ao tempo de vida útil, de pelo menos 4 dias com a eliminação de ovos de insetos que não eclodem e não há neste caso, a presença de larvas nos alimentos. A irradiação em frutas

pode deixá-las mais doces, além das qualidades relacionadas ao tratamento fitossanitário. Em termos fitossanitários, é ampla a aplicação desta técnica, que envolve vários tipos de insetos e atua nas barreiras sanitárias eliminando pragas e é muito aplicada na irradiação comercial e em tratados bilaterais com diferentes países no caso de importação e exportação de frutas, servindo para a não proliferação ou inserção de novas espécies de insetos. As frutas que vão para exportação não podem levar insetos que não existem em outro país. O mesmo vale para as frutas que chegam ao Brasil. Nesses casos, as caixas ficam lacradas e embaladas, reduzindo-se o risco de contaminação pelo ar.

### **FTT Journal – Que benefícios há no processo de irradiação?**

**Prof. Dr. Anna Lúcia Villavicencio** – Há muitos problemas em alimentos derivados de contaminação microbiológica. Boas práticas de manuseio e fabricação são essenciais para evitar essa contaminação. Na indústria, pode-se usar a irradiação para garantir a segurança dos alimentos e sua qualidade bactericida e sanitária evitando, por exemplo, a proliferação de bactérias em folhagens e carnes. A irradiação até uma dose de 4 a 5 kGy (kilo Grays) não modifica a estrutura dos alimentos. Em doses estipuladas, sabemos que ela reduz a carga microbiana garantindo a segurança desse alimento tanto do ponto de vista nutricional quanto microbiológico. A irradiação pode ser aplicada em alimentos secos desidratados, grãos, carnes, frutos do mar e em frutas, para retardar seu amadurecimento e destacar boas propriedades como um leve aumento no sabor adocicado da fruta. Em alhos e cebolas, conseguimos impedir brotamentos. Frutas exóticas da região do cerrado e da Amazônia estão sendo analisadas e estudados seus compostos bioativos e a aplicação desta tecnologia em prol da segurança deste alimento e a sua comercialização dentro de um período maior. Para frutas mais conhecidas, como pêssego e maçã, o processo já é bem estudado. A irradiação também contribui para o cumprimento de medidas fitossanitárias que visam a impedir a introdução de insetos no Brasil ou em outros países, conferindo a segurança dos alimentos. Voltado ao tema de inovação, uma das novidades são as flores comestíveis que, por meio da irradiação, têm sua duração estendida por período maior. A irradiação aumenta a vida útil dos alimentos, seja qual for este alimento que foi previamente testado e que não ofereceu

riscos ou perdas nutricionais. O processamento por radiação não pode ser utilizado em todos os alimentos, existem alguns tipos de alimentos que não aceitam este processo e por isso é fundamental os estudos neste campo de aplicação pacífica das radiações.

#### **FTT Journal – Que desvantagens do processo de irradiação podem ser mencionadas?**

**Profa. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** – A irradiação foi vendida nos últimos 30 anos como um milagre e essa ideia é mentirosa. Havia muitos interesses em máquinas enormes, em processos que exigiam muito capital de giro e isso não deu certo porque há alimentos cujas características não suportam a irradiação. A pesquisa e a irradiação se voltaram para aplicações em menor escala. Para leite, suco de laranja e líquidos em geral, existem outros processos eficientes. A pasteurização é um deles e não há necessidade de usar a irradiação, porque ela vai produzir mais radicais gerando a oxidação do alimento. Se houver gordura, pode ocorrer, portanto, peroxidação e o alimento pode ficar rançoso. Doses altas de irradiação na Castanha do Brasil e em outras oleaginosas prejudicam o sabor destes alimentos. Também não é possível eliminar fungos se a toxina já foi desenvolvida pelos fungos, como por exemplo o café. Se o grão já vier contaminado por fungo do campo, tem de passar por outro processo. Por isso, para irradiar é necessário estudar as doses adequadas para cada necessidade e se determinar a finalidade. Já é sabido há mais de 50 anos que as doses mais baixas de irradiação são benéficas, suficientes para a germinação de sementes e melhoramento genético. Quanto mais baixa a dose, mais os biocompostos naturais dos alimentos são preservados e não há risco de serem danificados. Se as doses de irradiação forem muito altas, como certas indústrias desejam para aumentarem seus ganhos, pode haver oxidação de compostos bioativos e o alimento não fica mais natural. Já trabalhamos em pesquisas sobre toxicidade dos alimentos e citotoxicidade nos processos de irradiação. Podem se formar compostos derivados de ácidos graxos pré-existentes nestes alimentos com altas concentrações de gordura e altas doses de radiação, mas para serem prejudiciais, possivelmente precisam ser ingeridos em grande quantidade como demonstra a literatura na área. Para contribuirmos no esclarecimento desta questão de toxicidade e citotoxicidade, estamos trabalhando com amostras de gordura irradiada em altas doses e administrando-a em seguida em animais. Em análises com doses de 10

e 20 kGy para avaliarmos as doses mais altas. Dez kilograys foi uma dose preconizada por físicos e não por cientistas de alimentos. Sabemos que doses mais baixas, de 200 a 600Gy (grays), já são suficientes para inibir a proliferação de insetos. Nessas doses baixas, já se impede a eclosão de ovos de insetos. Nas ervas e vegetais secos são observados uma grande quantidade de lepidópteros e traças, característicos em chás processados e empacotados ou a granel para o comércio. Tem ácaros no alho e na cebola; caruncho, no feijão e no milho. São várias as espécies que conseguimos controlar na agricultura para que o alimento chegue limpo no comércio. Com o uso da irradiação, os alimentos ficaram livres de diversos tipos de contaminação, inclusive bacteriana e fúngica, em determinados alimentos e condições, mas o consumidor não sabe disso porque as informações não estão no rótulo. No mercado, trabalha-se com doses mais altas por interesses comerciais, o que inviabiliza o uso da irradiação para pequenos produtores que não vão conseguir pagar o preço cobrado. Há muitos problemas de logística para transportar os alimentos até os locais onde há irradiadores.

#### **FTT Journal – Que outros aspectos podem ser destacados sobre a pesquisa em irradiação?**

**Profa. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** – Sabemos que as doses mais altas de radiação em determinados casos não são benéficas. Mas há aspectos interessantes que podemos considerar no contexto da inovação. A aplicação de doses mais altas em alguns alimentos pode gerar biofilmes. Quando se irradia o amido com doses mais altas, ele se transforma quimicamente em um polímero biocomestível que pode ser colocado em outros alimentos, como na cobertura de frutas e bolos. Temos assim a criação de um ingrediente. Não é um alimento propriamente dito porque os compostos bioativos se alteram. Há pesquisas que investigam como se modificam as estruturas químicas nesse processo. A irradiação não é recomendada para leite, alguns laticínios e suco de laranja porque causa formação de radicais livres. Quando há gordura no alimento, pode ocorrer peroxidadação. Mas é possível irradiar queijos com doses mais baixas para produzir sabor diferente ou para obter um tempo maior de estocagem.

### **FTT Journal – Como você avalia a legislação brasileira em relação à irradiação?**

**Profa. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** – Não temos no Brasil uma legislação específica. Temos a Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, ementa não oficial que aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos, é uma publicação D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 29 de janeiro de 2001. Tem como atos relacionados a Lei nº 6437, de 20 de agosto de 1977; o Decreto nº 72718, de 29 de agosto de 1973; a Lei nº 7394, de 29 de outubro de 1985 e a Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. A RDC 21 revoga as Portaria nº 9, de 08 de março de 1985 e a Portaria nº 30, de 25 de setembro de 1989. A RDC 21 foi um resultado de discussões de um grupo internacional formado por iniciativa do IPEN em 1999. O Brasil quis ser ousado e adotou uma regra que prevê que a irradiação pode ser utilizada desde que não altere propriedades sensoriais e nutricionais e alcance seus objetivos. O mais correto é ter uma dose controlada e aplicada conforme as necessidades exigidas pelo tipo de alimento.

### **FTT Journal – Como você avalia a relação com a opinião pública?**

**Profa. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** - Já fizemos cartilhas para consumidores, enquetes e há muita confusão em relação a irradiação, contaminação e radioatividade. O consumidor acredita nos mecanismos de controle. Ele valoriza, por exemplo, o selo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Por isso, acho importante que haja identificação do processo de irradiação por meio de selo ou pela escrita nas embalagens, porque defendemos que ele é seguro e bom para o consumidor, que precisa saber a respeito disso. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) deve participar e ser atuante nas discussões e no processo de controle e identificação de alimentos processados por radiação conforme legislação traduzida e publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O próprio produtor nem sempre informa que houve irradiação na matéria-prima. Indústrias que fabricam pão irradiam farinha para não dar bolor. Aveia, componente básico das barrinhas de cereais, também é irradiada. Enquanto o consumidor tiver medo, a indústria também ficará com medo de informar que matérias-primas foram irradiadas.

## **FTT Journal – Qual o estágio da pesquisa brasileira na área?**

**Prof. Dra. Anna Lúcia Villavicencio** – No Brasil, temos poucos grupos. Não se tem verba para contratar os jovens pesquisadores. A pesquisa vai caindo no esquecimento. A maioria dos nossos ex-alunos estão fazendo pesquisa em universidades, mas tem gente em consultoria, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e no Ministério da Agricultura. Participamos em colaboração com grupos de pesquisas nacionais e internacionais sempre voltados às novas aplicações e equipamentos de última geração para dar continuidade aos nossos projetos. Temos pedido apoio à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) via Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) para trabalhos em colaboração com a indústria para “Pets” e também temos trabalhos que se direcionam a futuros projetos PIPE com a indústria alimentícia e alimentos prontos para consumo. O Brasil é um grande mercado. A irradiação pode contribuir para que a alimentação dos “Pets” seja menos artificial e sem tantos conservantes, para uma oferta aos consumidores adeptos dos alimentos mais naturais.



**FTT JOURNAL**  
*of Engineering and Business*

# Inovação tecnológica acelerada tende a mesclar áreas distintas do conhecimento científico

*Acesso à informação propicia o desenvolvimento  
de novas soluções, que dependem de uma sólida  
base educacional na sociedade.*

**Entrevista**

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

NOV.. 2018 • ISSN 2525-8729

FACULDADE TECNOLOGIA  
TERMOMECANICA, p.89-97

O Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL) é um centro de excelência no ensino e na pesquisa na área de Engenharia e Tecnologia. Desde 1965, o Instituto vem se dedicando a formar profissionais e pesquisadores na área tecnológica. O estímulo à inovação e ao empreendedorismo fazem parte da rotina e dos projetos desenvolvidos pelo INATEL. O vice-diretor do Instituto, Carlos Nazareth Motta Marins, esteve em abril na FTT para participar do Encontro Tecnológico, quando pôde apresentar para alunos e professores questões e tendências que afetam a inovação tecnológica. Marins, que também é pro-diretor de Graduação do INATEL, é doutor em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), tem larga experiência no campo da Engenharia e em seu ensino. Nesta entrevista, concedida a *FTT Journal*, Marins fala sobre inovação e avalia as potencialidades do Brasil para fomentar a inovação.

**FTT Journal – Quais as características da inovação tecnológica? Ela sempre esteve presente na história da ciência e da tecnologia?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – A inovação está presente na história e na sociedade desde os primórdios da humanidade. Se a gente imaginar que, ao longo da história, o homem foi buscando utensílios e ferramentas para transformar seu dia a dia em algo mais fácil, a inovação pode ser tida única e exclusivamente como um processo que nunca deixou de existir nas sociedades e na humanidade. A única diferença é que temos uma sociedade na qual o conhecimento se acumula de forma mais rápida e, conseqüentemente, em intervalos de tempo menores, mesclando diferentes áreas da ciência. Então, acho que a inovação acontece hoje de modo muito rápido, pelo volume de informação que nós temos em mãos e pela possibilidade de diferentes áreas trabalharem conjuntamente para o desenvolvimento de novas soluções. Por exemplo, nos últimos 60 anos, a Medicina começou a trabalhar com a Engenharia e a Tecnologia de informação e da Comunicação, e foram criados equipamentos eletromédicos. Antes disso, havia apenas utensílios disponíveis para melhorar a percepção do médico sobre o que o paciente sentia. Havia estetoscópio mais avançado e outras ferramentas que permitiam um diagnóstico mais ou menos preciso, porém em um contexto atrelado à habilidade do médico em realizar o diagnóstico. Usando tecnologia, foi possível

aumentar o campo de visão do médico tanto no aspecto do diagnóstico quanto no campo cirúrgico. Essa tecnologia começou a ser usada maciçamente. A inovação sempre esteve presente em qualquer sociedade. Talvez ela tenha se intensificado nos últimos anos porque o conhecimento tem sido acumulado e disponibilizado com mais facilidade, então, daqui para frente, a tendência é essa velocidade aumentar cada vez mais e nós assistirmos às diferentes ciências se aproximarem cada mais e mais na medida em que elas percebem que podem trabalhar conjuntamente em melhores técnicas, em novas descobertas. Ainda, falando sobre a aproximação entre Medicina e Engenharia, já sabemos que existem robôs que podem ser feitos em dimensões muito pequenas, com pinças na dimensão de milímetros. Técnicas cirúrgicas pouco invasivas podem ser usadas com pinças de corte robotizado e câmeras dentro do paciente num processo de laparoscopia. O cirurgião pode manipular tudo isso com uma luva sensível enxergando a imagem num monitor de 52 polegadas e por meio de óculos de realidade virtual. Na verdade, o que está por trás disso é a junção de duas áreas a princípio distintas, sendo que a Engenharia coloca a serviço da Medicina tudo que ela pode oferecer para que a técnica seja aperfeiçoada. Isso tende a aumentar muito nos próximos anos com a robótica, a inteligência artificial, a internet das coisas, que é uma outra área que também vai trazer bastante avanço. Tudo isso está acontecendo pela facilidade que se tem para ter acesso à informação e à comunicação. Consultando a web, é possível descobrir muito a respeito das novas tecnologias no mundo. A tendência é que esse crescimento seja cada vez mais intenso.

#### **FTT Journal – Quais seriam as tendências dos próximos anos?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – Nos próximos anos, acredito, a inteligência artificial, a robotização junto com a possibilidade de ter tudo conectado vão fazer com que o mundo se transforme. Por exemplo, há pouca conexão hoje entre o seu dia a dia e a estrutura da realidade que faz parte da sua vida. Inevitavelmente, em um futuro próximo, vamos ter toda a casa conectada e disponível em termos de informação no celular. O mesmo vai acontecer com o carro, com os meios de transporte em geral, com a saúde, com informações ligadas à cidade. Teremos disponíveis as informações que fazem parte do nosso universo e isso vai gerar uma quantidade de possíveis aplicações

que não conseguimos ainda imaginar. Existem exemplos mais comuns que se ouve falar sobre internet das coisas. Se, por exemplo, você quer fazer um jantar e seleciona no seu aplicativo de gastronomia qual o prato que será preparado, os sensores disponíveis conseguem verificar se na despensa da sua casa, na geladeira ou no freezer, há todos os ingredientes. Se não houver, você tem duas opções: passar no supermercado e comprá-los ou pedir para que uma empresa especializada entregue todos esses ingredientes em sua casa. Consequentemente, quando você chegar ao seu prédio, aquela encomenda já estará a sua disposição. Esse é um pequeno exemplo do que pode acontecer, e existem vários outros. Roupas sensoriadas podem fazer medições no seu corpo e fornecer as informações a um plano de saúde, não de modo obrigatório. Ao usar essas roupas e oferecer as informações ao convênio médico, será possível ter contrapartidas por parte do plano. Se eu uso um *wearable* todo dia e vou correr no parque, faço um exercício adequado e essas atividades são monitoradas pelo plano de saúde o que pode me livrar de vários problemas e até mesmo me proporcionar descontos no plano. Se a roupa registra que durante os exercícios eu tive uma arritmia, o dispositivo pode me oferecer a possibilidade de me colocar em contato com especialistas ou marcar uma consulta. Isso é outro exemplo que conseguimos imaginar, mas tem várias outras possibilidades ainda não vislumbradas. Há dez anos, a principal funcionalidade do smartphone era o telefone. Hoje, o que menos se faz é usar o smartphone como telefone. A tecnologia criou uma nova forma de se comunicar, muito mais rápida, que se adaptou muito bem às novas gerações e inevitavelmente está mudando o contexto da comunicação. Eu acredito que isso vai acontecer daqui para frente em várias outras áreas.

#### **FTT Journal – Que limites existem hoje para a inovação?**

**Prof.Dr. Carlos Nazareth Marins** – Os limites tecnológicos existem, mas eles vão sendo quebrados e outros limites se impõem. Vou dar um exemplo: hoje, no Brasil, existe a tecnologia de carro autônomo, mas não existe a possibilidade de usá-lo de forma abrangente no país porque faltam redes de comunicação, com taxa de transmissão suficiente para transformar o carro num veículo definitivamente autônomo. A tecnologia existe, mas há uma precariedade no que diz respeito à construção de uma infraestrutura de telecomunicações que nos impede de desfrutar dessa tecnologia. A

única coisa que talvez eu possa prever é que os limites serão vencidos de forma mais rápida. Se demoramos 40 anos em relação aos Estados Unidos para ter a primeira geração de telefonia celular e 15 anos para ter a segunda geração, daqui para frente estaremos cada vez mais próximos daquilo que acontece na grande economia globalizada. A quinta geração já está em implantação nos Estados Unidos. No Brasil, já temos a geração 4.5 e bem possivelmente em 2020 teremos esta tecnologia implantada no país. Os espaços, os intervalos de tempo para viabilizar tecnologicamente uma determinada ferramenta para o mundo como um todo estão diminuindo. Então, quanto mais a gente trabalha com uma determinada tecnologia, mais se espera que essa tecnologia seja aperfeiçoada para que outros usos que a princípio não conseguimos ter, mas que conseguimos imaginar, sejam realmente implementados, como é o caso do carro autônomo.

#### **FTT Journal – Como estes limites são vencidos?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – A sociedade começa a cobrar. Por que eu não tenho internet das coisas se toda a hora eu vejo na TV? Consequentemente, essas tecnologias passam a ser exigidas pela população e vistas pelos grupos econômicos como uma oportunidade de criar mercado. Hoje, o carro autônomo no Brasil é um produto muito caro. Então uma operadora de telecomunicações analisa o problema da seguinte forma: vale a pena ampliar a rede na proporção necessária para um carro autônomo operar no Brasil, sendo que eu vou ter dois ou três usuários por cidade? Não vale a pena. Mas a hora que esta tecnologia ficar viável é diferente e haverá mais demanda.

#### **FTT Journal – Que condições devem existir para que a inovação ocorra de fato?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – É um conjunto de coisas, mas eu aposto na educação, porque inovação se dá com o uso daquilo que você adquiriu como competência e habilidade para o desenvolvimento de soluções que estão ao nosso redor. Se alguma coisa for inventada, mas não solucionar um problema que faz parte da sociedade, não é considerada uma inovação. É um invento. Para que haja inovação, deve haver antes educação. Gostaríamos, por exemplo, de ter uma droga que resolvesse o problema de

astigmatismo. Existe o problema, a sociedade anseia por uma solução que pode ser medicamentosa ou cirúrgica, mas como vamos chegar a ela se não tivermos químicos, bioquímicos e médicos envolvidos na busca por uma solução? Então, um ambiente é inovador quando se tem educação, projetos e a possibilidade de que as pessoas envolvidas no processo de educação tenham a liberdade de criar, sejam motivadas a buscar soluções para seu dia a dia. Sem educação, isso não acontece. Costumamos falar brincando que o brasileiro é muito mais criativo que o alemão ou o japonês. Ótimo, mas o que falta para o brasileiro ter resultados melhores em termos de inovação é educação. Ele é criativo na forma de obter uma forma diferente de ganhar a vida. Ele é bem-humorado. Ele usa do humor para vender coisas no sinal de trânsito, mas falta educação para conseguir inovar e se posicionar de forma diferenciada em relação aos países do Primeiro Mundo. O que esses países descobriram é que se investir maciçamente em educação, você tem inevitavelmente o primeiro grande pilar para que seu ambiente se torne criativo. Se você tiver uma boa educação, oferecer um bom ambiente e liberdade para que as pessoas possam criar, inevitavelmente a inovação vai acontecer. A sociedade do conhecimento justifica o fato de que temos cada vez mais inovações. Quanto mais valor uma sociedade dá ao conhecimento, mais valor ela dá à educação. A Alemanha descobriu uma forma de ser inovadora, sobretudo na indústria química e farmacêutica. A educação foi um fator primordial.

#### **FTT Journal – Como você avalia o ambiente brasileiro para inovação?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – A potencialidade de um jovem brasileiro, se comparada à de qualquer outro jovem em outro lugar do mundo, é igual. A única diferença é que no Brasil talvez haja menos espaços voltados para se usar a criatividade, gerar conhecimento e criar inovação. Quando se fala em investimento, não é só em pesquisa, em laboratórios ultra-sofisticados, mas é investimento principalmente na educação fundamental. Temos de imaginar que uma pessoa descobre sua vocação a partir do momento em que ela experimenta e se torna apta a fazer determinadas coisas. Ao se tornar apta, ela descobre que gosta de fazer, que consegue fazer bem e descobre que tem uma vocação para aquilo que consegue fazer de forma mais natural. Se apresentamos um laboratório de física ou de química a um jovem só depois dos 18 anos,

o que acontece em grande parte com meninos e meninas que vivem no Brasil, a ciência se torna complicada, distante da realidade. No Brasil, tem muita escola que não tem nenhum laboratório e o estudante vai ter esta experiência quando entra na faculdade, se o curso tiver essa exigência. Em muitos casos, o jovem se desencanta e se descobre não vocacionado para aquela atividade porque acredita não ter habilidade. Uma criança de 5 ou 6 anos aprende ciência de forma lúdica. Ela acaba descobrindo que não é tão complicado, que faz parte do seu dia a dia, faz parte de sua dinâmica de colégio. Aí ela se encanta pela ciência de forma mais natural. Eu acho que o grande desafio nos próximos anos vai ser justamente isso, investir maciçamente na educação fundamental. Primeiro, tem de criar uma boa base para depois o jovem se aperfeiçoar naquilo que ele escolheu. O ensino fundamental é o grande desafio do Brasil nos próximos anos. É uma pena que a política brasileira, independentemente do viés partidário ou até do mesmo ideológico, não descobriu que mais vale investir maciçamente na educação fundamental do que propriamente na universidade. Não estou dizendo que não se deva investir na universidade, mas prioritariamente, se investirmos na educação fundamental, em 10 ou 15 anos começaremos a ter jovens muito bem formados na escola fundamental. Consequentemente, o investimento na escola superior vai se tornar mais bem utilizado. Todos os países que se desenvolveram nos últimos anos passaram por isso. A Coreia investiu maciçamente no ensino fundamental, depois investiu na escola superior, sim, mas começou no ensino fundamental. Na Finlândia, ocorreu a mesma coisa, na China também. Então, na minha visão, para criar um ambiente criativo e inovador, a solução é investir em educação.

#### **FTT Journal – Como você avalia o parque científico e tecnológico brasileiro?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – Eu acho que é muito significativo, mas ele é pequeno frente ao tamanho do país. Quantos pesquisadores fazem parte do seu convívio social? Existem universidades, mas que ainda transformam muito pouco o saber em algo que se materialize. Quantas empresas brasileiras trabalham de forma efetiva com a escola, com a universidade? São poucas. Existem polos de excelência. São Carlos é um polo de excelência, Campinas é um polo de excelência. São Paulo tem algumas universidades que são consideradas polos de excelência. Aqui em Santa Rita, onde está o câmpus do

Inatel, é um polo de excelência na área de eletroeletrônica. Campina Grande, na Paraíba, é um polo de excelência. Mas o quanto que esses polos desenvolvem se transforma em produtos efetivos ou em empresas? Nós temos publicações científicas na mesma proporção que a Coreia. No entanto, o número de patentes no Brasil é absurdamente inferior ao número de patentes na Coreia. Isso mostra que geramos conhecimento, mas não geramos inovação. A única coisa que eu acredito é que o Brasil precisa começar a ser levado a sério. Os políticos devem começar a olhar a educação como solução para a nação. É preciso seriedade nas políticas ligadas à educação e continuidade. A população não cobra isso do político.

**FTT Journal – E no setor em que você atua, de Tecnologia da Informação e Comunicação?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – Nesse setor, temos um caminho para agregar valor na economia. Santa Rita do Sapucaí pode ser vista como uma vitrine nesse aspecto. São 160 empresas de eletroeletrônica e elas devem ser inovadoras, porque senão elas não conseguem se manter no mercado com toda a concorrência que existe hoje em termos mundiais. Então, investir em inovação, em inovação tecnológica é um caminho. É um grande mercado para os nossos jovens, porque hoje em dia no Brasil falta engenheiro de telecomunicações, falta engenheiro na área de controle e automação. Por que é que falta? Porque existe uma demanda reprimida por parte da indústria, por parte do usuário de forma generalizada. Ninguém hoje quer ficar sem celular, ninguém hoje quer ficar sem acesso a uma rede de alta velocidade, a sociedade clama por estes avanços tecnológicos, então consequentemente, se o Brasil investir em tecnologia e em desenvolvimento tecnológico, inevitavelmente vai gerar emprego, renda e novos mercados, que podem ser absorvidos internamente, e o Brasil tornar-se também um exportador de tecnologia.

**FTT Journal – O setor privado tem investido em inovação e em tecnologia?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – O setor privado tem mais velocidade que o setor público e muitas vezes enxerga de forma mais rápida as demandas tecnológicas. Hoje,

em todas as capitais existem cinco ou seis empresas de telefonia, todas elas brigando no mercado para atender o cliente, que necessita de comunicação, mas não conta com nenhuma empresa pública agindo no setor. Quando tinha uma empresa pública, as pessoas ficavam na fila por mais de dez anos para conseguir uma assinatura. No entanto, existem para algumas áreas estratégicas, a necessidade de trabalharmos de forma conjunta e a parceria entre empresas privadas, governos (empresas estatais) e as universidades pode ser uma solução de grande valia para o desenvolvimento do Brasil. Um exemplo bem-sucedido de parceria público e privada são os projetos trabalhados dentro do programa de inovação desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) em parceria com Instituições de Ciência e Tecnologia e empresas. O Inatel é uma célula EMBRAPII e está conseguindo desenvolver, com várias empresas que atuam no mercado brasileiro, resultados inovadores que agregam conhecimento tecnologia e inovação e competitividade para indústria nacional.

#### **FTT Journal – E qual a demanda por profissionais de tecnologia no Brasil?**

**Prof. Dr. Carlos Nazareth Marins** – O Brasil tem tudo para para deslanchar, mas precisamos de jovens bens formados. O Inatel Competence Center (Centro de pesquisa, desenvolvimento e inovação do Inatel) necessita contratar desenvolvedores de software, mas infelizmente encontra muita dificuldade em descobrir bons desenvolvedores. Hoje no mercado de tecnologia da informação e comunicação falta profissionais. Tudo se move com conhecimento e com pessoas. Se não há número de profissionais necessários para desenvolver tecnologia, lamentavelmente não conseguimos acompanhar o ritmo dos outros países. Existem países que adotam até táticas diferentes. Nos Estados Unidos, por exemplo, há uma quantidade enorme de pessoas que saíram de todos os lugares do mundo para desenvolver tecnologia lá. Há gente do mundo inteiro indo para as grandes universidades americanas, gerando conhecimento e desenvolvendo tecnologia. Então, eles precisam de gente trabalhando para que tudo ocorra de acordo com o esperado. O futuro do Brasil está na educação.