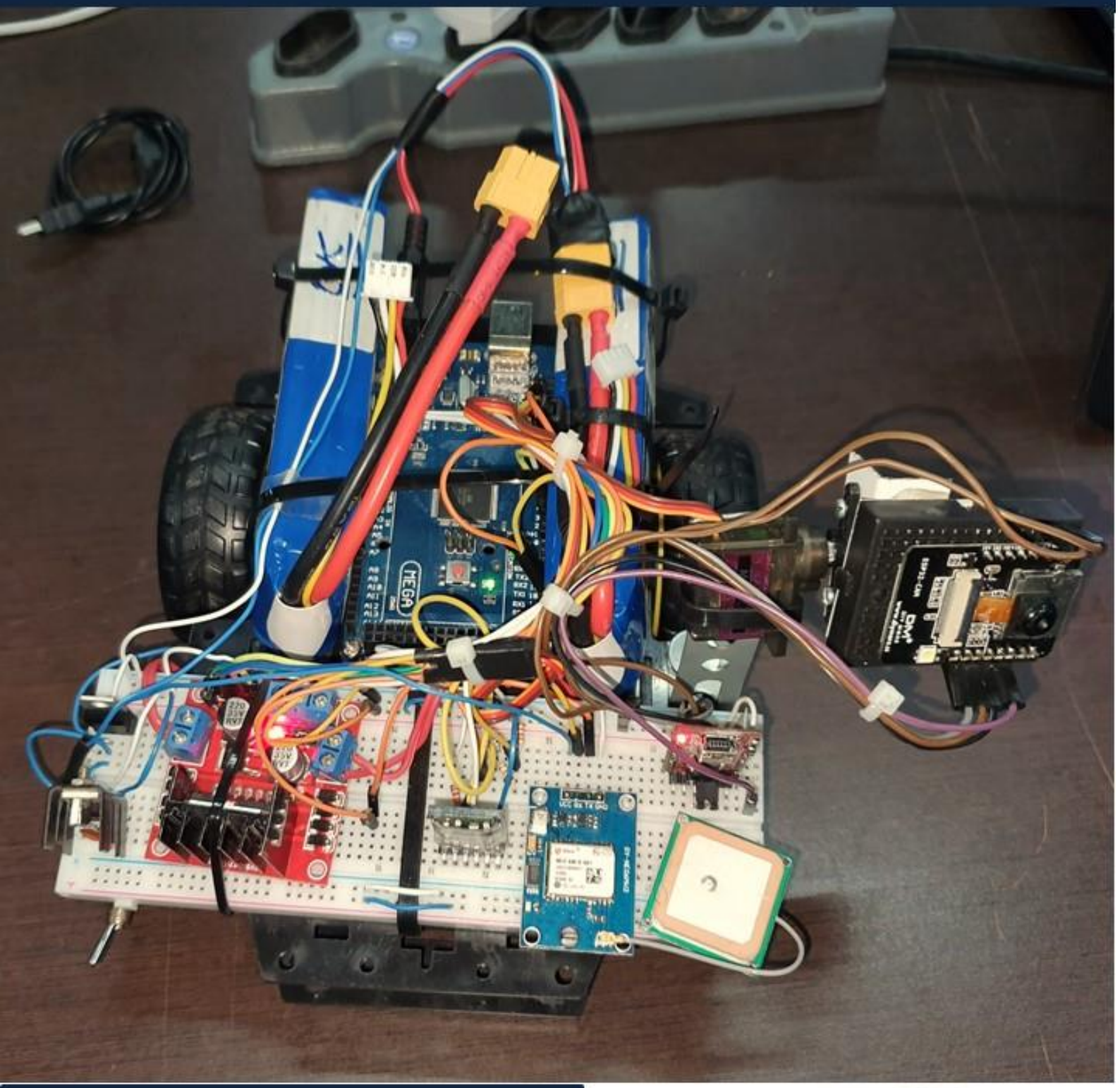
Intellectus

REVISTA ACADÊMICA DIGITAL

Volume de Ciências Exatas e Tecnológicas
N.º55 Outubro/Dezembro 2019

ISSN 1679-8902



Áreas de publicação:

Ciências Exatas e Tecnológicas

Ciências Sociais Aplicadas

Educação, Cultura e Sociedade

Ciências da Saúde

unifaj
Centro Universitário de Jaguariúna

unimax
Centro Universitário Max Planck

faagroh
Faculdade de Agronegócios de Holambra

Intellectus
REVISTA ACADÊMICA DIGITAL

Volume de Ciências Exatas e Tecnológicas
N.º55 Outubro/Dezembro 2019

ISSN 1679-8902

04 **EDITORIAL**
Prof.ª Vivianne Vieira Delgado

ARTIGOS:

06 **AMBIENTE VIRTUAL PARA SIMULAÇÃO DE TRAJETÓRIAS E ENSINO DE ROBÓTICA MÓVEL UTILIZANDO CHATBOT**
MENDELECK, André

27 **PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DE VAZÃO PARA CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL APLICADAS A MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**
SANTOS, Gregory Ramos Soares

46 **IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS QFD E MATRIZ MORFOLÓGICA NO PROCESSO DE CRIAÇÃO DE UMA NOVA PULSEIRA**
MORAES, Luan Pablo

56 **RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE GOIABA - APLICAÇÃO EM BARRAS DE CEREAIS COM ADIÇÃO DE ÓLEO DE CÁRTAMO**
IBA, Ana Paula Baldovinotti

78 **DESENVOLVIMENTO DE E-BOOK SOBRE METODOLOGIA DO DESIGN ERGONÔMICO E DE PROJETO**
NETO, Geraldo Gonçalves Delgado

91 **APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS DMAIC EM PROJETOS DE MELHORIA**
SANTOS, Denis

104 **AUTOMAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DO TESTE PARA PRODUÇÃO DE INTERRUPTORES TÉRMICOS AUTOMOTIVOS**
CALEFFI, Liamara

124 **UTILIZANDO O CONCEITO MILK RUN PARA REDUÇÃO DE CUSTOS LOGÍSTICOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: ESTUDO DE CASO**
BOTAN, Lucas

141 **A RELAÇÃO ENTRE O MARKETING E A LOGÍSTICA NO SÉCULO XXI**
ARAÚJO, Alessandra Viana De

151 **ENSAIO: ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DO VANT (VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULÁVEL) PARA MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS**
GARDIZAN, Marina Torquez

Áreas de publicação:
Ciências Exatas e Tecnológicas
Ciências Sociais Aplicadas
Educação, Cultura e Sociedade
Ciências da Saúde

unifaj Centro Universitário de Jaguariúna
unimax Centro Universitário Max Planck
faagroh Faculdade de Agronegócios de Holambra

Intellectus Revista Acadêmica Digital. Revista científica das seguintes instituições: Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ, Centro Universitário Max Planck – UniMAX e Faculdade de Argronegócios de Holambra –Faagroh.

Eletrônica
Trimestral
Inclui Bibliografia
Capa – Riacho na Califórnia - USA – Banco de dados pessoal de Ana Maria Girotti Sperandio

---

Editora Chefe:
Prof.ª Dr. ª Ana Maria Girotti Sperandio
Assessora Acadêmica do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ, Centro Universitário Max Planck – UniMAX e e Faculdade de Argronegócios de Holambra –Faagroh.

Equipe Técnica
Janini de Oliveira Dias da Silva
Kaíbe Monteiro de Souza
Maria Virginia Rosa

Equipe de Tecnologia da Informação Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ e Faculdade Max Planck. Equipe de Marketing Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ, Centro Universitário Max Planck – UniMAX e e Faculdade de Argronegócios de Holambra –Faagroh.

EDITORIAL

Aqui está o Volume N. 55 da Revista Intellectus – Ciências Exatas e Tecnológicas. Programação, desenvolvimento de produtos, sustentabilidade, ergonomia, melhoria contínua, inteligência artificial, automação, logística e marketing são as áreas sobre as quais circundam as discussões.

Os artigos selecionados mostram assim a pluralidade de temas, apontando a amplitude da pesquisa acadêmica das engenharias em temáticas variadas. São diversas vozes que ao se unirem trazem reflexões, debates, desenvolvimento de soluções e inovações.

Desta forma, a coletânea dos artigos procura inserir a pesquisa acadêmica no contexto das melhores práticas colaborando com a construção do conhecimento de forma estratégica e integrada. Estão aqui representados pesquisadores que têm por missão transformar dados em informação, compartilhar e divulgar o conhecimento científico gerado para toda comunidade acadêmica.

Boa leitura!

Prof. Me. Vivianne Vieira Delgado

AMBIENTE VIRTUAL PARA SIMULAÇÃO DE TRAJETÓRIAS E ENSINO DE ROBÓTICA MÓVEL UTILIZANDO CHATBOT

Virtual Environment for Simulation of Trajectories and Teaching Mobile Robotics using Chatbot

MENDELECK, André
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

RESUMO: Neste artigo é apresentado um ambiente virtual para o ensino e desenvolvimento de aplicações em robótica móvel utilizando chatbots, programação opensource em linguagem C#, sistemas especialistas e inteligência artificial. O ambiente incorpora cenários gráficos com mono ou múltiplos robôs móveis interagindo com obstáculos fixos e móveis em contexto desestruturado com interface homem-máquina/computador em língua portuguesa livre de contexto, permitindo a simulação e implementação de estratégias de navegação, desvios de obstáculos, interação entre robôs móveis, elementos de robótica colaborativa e auto-aprendizagem de máquina.

Palavras-chave: robótica móvel, simulador, ferramenta de ensino-aprendizagem, inteligência artificial, linguagem natural, chatbot.

Abstract: This article presents a virtual environment for the teaching and development of applications in mobile robotics using chatbots, opensource programming in C # language, expert systems and artificial intelligence. The environment incorporates graphic scenarios with mono or multiple mobile robots interacting with fixed and mobile obstacles in a context unstructured with a man-machine / computer interface in Portuguese language free of context, allowing the simulation and implementation of navigation strategies, obstacles deviations, interaction between mobile robots, collaborative robotic elements and machine self-learning.

Keywords: mobile robotics, simulator, teaching-learning tool, artificial intelligence, natural language, chatbot.

INTRODUÇÃO

A geração de movimentos para robôs móveis em ambientes desestruturados solicita a integração de vários elementos de hardware e software que interagem, com dinâmicas próprias, através de complexos algoritmos para fusão de dados, síntese de informações, análise de possibilidades e tomadas de decisões, em contexto não determinístico e não preditivo (BARRERA,2010), assim, conduzir um robô de um ponto inicial até o seu destino, pode envolver a execução de operações complexas e não determinísticas (LEE e CHWA, 2018).

A implementação direta de estratégias para o controle de movimentos em robôs móveis físicos, mesmo em escala reduzida ou em protótipos, geralmente, é antecedida por simulações computacionais que permitem a análise e validações das propostas, antecipando questões problemas minimizando acidentes ao robô e aos elementos constituintes do ambiente de navegação.

Nas áreas de pesquisa em engenharia, desenvolvimento de produtos e equipamentos, e ensino-aprendizagem (FABREGAS, FARIAS, CANTO, GUINALDO, SANCHEZ e BENCOMO, 2016), a utilização de ferramentas de software e ambientes virtuais para simulação, proporcionam cenários potencializadores para experimentações e para a aprendizagem significativa, pois, pode-se formular propostas de soluções, experimentá-las no simulador, efetuar análises e validações, e então, embarcá-las no hardware, minimizando a ocorrência de acidentes, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento.

Em robótica móvel, os simuladores são muito utilizados para a modelagem, análise e validação de estratégias de navegação. Existe um número muito grande de simuladores, comerciais ou *opensource*, que estão disponíveis para utilização em ambientes empresariais, industriais, acadêmicos, pesquisa e ensino-aprendizagem (RODRIGUEZ, GUZMAN, BERENGUEL e DORMIDO, 2016), por exemplo, os simuladores: Webots, ROBOCODE, MRDS e GAZEBO, pois, incorporam características estruturais e funcionais singulares e específicas que utilizaremos como diretrizes para as implementações (BARRERA,2010) (HOLLAND, 2004): ambiente gráfico, ambiente para modelagem, sensoriamento e programação aberta (*opensource*).

ESTRUTURA DO CHATBOT

O chatbot desenvolvido é uma aplicação de software que proporciona uma interface amigável, para a interação homem-máquinas, utilizando linguagem textual (THORNE, 2017) . O fluxo estrutural funcional inicia com uma frase, ou um comando, ou uma solicitação de informação, ou uma mensagem digitada pelo usuário, que é decodificada, interpretada e um conjunto de ações são geradas, permitindo, por exemplo, o acionamento de um equipamento, ou o envio de alguma informação (INDURKHYA, 2010).

O processamento da frase, monoverbal, começa com a separação das palavras, formando um conjunto de tokens que são processados por um analisador léxico, sendo validados com as informações armazenadas em um dicionário. Os tokens válidos são sequenciados, formando uma assinatura léxica para a frase, e os tokens não encontrados no dicionário são separados para posterior processamento, permitindo a aprendizagem de novas palavras.

A assinatura léxica passa pelo analisador sintático que valida a sequência dos tokens com o conjunto de regras gramaticais definidas no chatbot, gerando uma assinatura sintática. A próxima etapa consiste em identificar o significado da frase. O analisador semântico efetua o processamento lógico, a partir das assinaturas léxica e sintática, apontando relações semânticas entre a frase e a base de conhecimentos do chatbot (INDURKHYA, 2010). Os elementos da base são avaliados e um percentual de significância é atribuído, sendo selecionada aquela que apresentar o maior valor. O percentual de significância é calculado em função da ação definida pelo verbo da frase e pelas palavras que completam as assinaturas. Selecionada a regra semântica válida, ou ativada, inicia-se o processamento da análise pragmática que gera a sequência de comandos para a execução dos movimentos pelo robô ou fornece a informação solicitada. Cada movimento passa por uma fase de recodificação gerando códigos para execução pela CPU embarcada no robô.

O dicionário é composto por um conjunto de palavras, previamente definidas, e que estão correlacionadas à ações passiveis de execução pelo robô ou que possibilitam a gestão de informações, estando diretamente vinculada às regras semânticas.

As regras gramaticais definem as sequências válidas entre as palavras formando estruturas que permitem a extração de significância e a associação possíveis estados executórios incorporados pelo conjunto software-hardware.



FIGURA 1. Layout da estrutura de processamentos do chatbot

O conjunto de regras semânticas contém as correlações entre verbos, diretivas passíveis de interpretação e atribuição de significados. Uma frase pode ativar (selecionar) múltiplas regras, que participam de competições algoritmizadas e a que obtiver maior pontuação é selecionada. A atribuição de pontuações para as regras está baseada no método da entropia ou energia. As assinaturas léxicas e sintáticas, os verbos e os tokens válidos ponderam cada uma das regras semânticas em função da sua pertinência funcional, lógica e estrutural (INDURKHYA, 2010). Por exemplo, para a frase: "ROBÔ, POR FAVOR, GIRAR PARA A DIREITA" produz ponderação com regras semânticas relacionadas à ação de "GIRAR", e aos tokens "ROBÔ" e "DIREITA", mas vários outros fatores são considerados na pontuação, como os valores fornecidos pelos sensores que indicam a possibilidade de colisão.

Na figura 2 pode-se observar o processamento da frase e o movimento efetuado pelo robô girando para a direita. A frase é composta por 7 palavras, que geraram 7 tokens válidos, ou seja, pertencentes ao dicionário. A análise sintática selecionou a seguinte assinatura sintática como válida: "SUBSTANTIVO+VERBO+SUBSTANTIVO", em função da assinatura léxica: "ROBO"+"GIRAR"+"DIREITA". O analisador semântico, com 70% de aceite de significância, ou seja, participam da seleção semântica, todas as regras que apresentarem, pelo menos 70% de entropia (ou pertinência), gerando a ação de girar para a direita (MANNING, 1999).

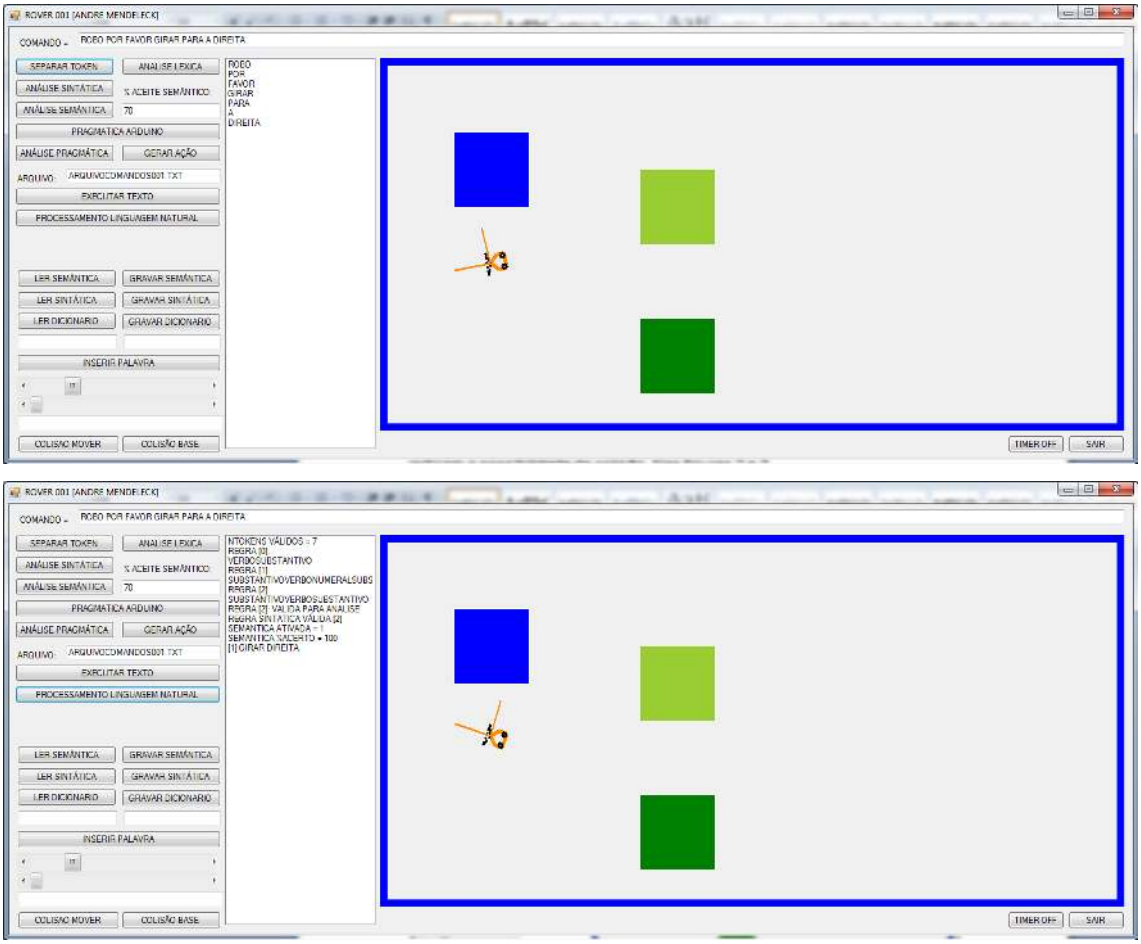


Figura 2. Processamento da frase: "ROBÔ POR FAVOR GIRAR PARA A DIREITA"

APRENDIZAGEM

A aprendizagem é uma questão amplamente discutida nas áreas relacionadas à psicologia, pedagogia, neurociências, psiquiatria, medicina e recentemente (principalmente a partir da segunda metade do século XX), por profissionais da engenharia da computação, em especial, aos vinculados ao desenvolvimento de sistemas que incorporam algum tipo de inteligência artificial (INDURKHYA, 2010). Pesquisadores humanistas propõe teorias e conceitos para qualificar a aprendizagem, permeando modelos conexionistas, construtivistas, cognitivista, interacionistas, sócio interacionistas, psicogênicos, significativos, entre outros. Trata-se de abordagens diferentes, complementares e/ou excludentes, para conjecturar sobre como se processa a aquisição de conhecimentos, comportamentos, competências, habilidades e valores. A diversidade teórica é decorrente do processo metodológico utilizando, centrado

principalmente, nas observações dos resultados aparentes manifestados, e pouco na estrutura que os desencadearam.

> *"Em resumo, teorias de aprendizagem são construções humanas e representam nossos melhores esforços, numa dada época, para interpretar, de maneira sistemática, a área do conhecimento que chamamos de aprendizagem*" (MOREIRA, 1999, pág. 20).

A aprendizagem ocorre como manifestação dos processamentos neuronais (e sem estes não ocorre aprendizagem) modulados pela interação com o meio ambiente e pelos estímulos internos do próprio sistema (MACHADO, 1998) (DIAZ, 2011). Definir uma teoria ou um modelo único, unificador, solicita a compreensão funcional e operacional das estruturas neuronais biológicas, o que ainda não é possível com as tecnologias disponíveis. A capacidade de aprender não é exclusiva de humanos, outros seres também as tem, e os sistemas computacionais também podem incorporá-la. Os sistemas computacionais permitem a modelagem e implementação de variados tipos de estruturas, construindo abstrações para as manifestações de aprendizagem, no contexto de ter a capacidade para adquirir conhecimentos e torná-los efetivos funcionalmente.

A implementação de um chatbot, pressupõe a agregação da capacidade de "aprendizagem", desencadeada pelas interações com os usuários, com o meio operacional específico, e modulada pelas estruturas do software e do hardware (INDURKHYA, 2010). A possibilidade de "aprender" amplia o escopo de aplicabilidades dos sistemas, estendendo a sua abrangência. A resposta funcional do chatbot é reflexo das suas estruturas internas, da sua base de dados e conhecimentos, e da capacidade de processamento, contudo, os tokens não identificados na análise léxica, ou a não seleção de uma regra semântica válida, ou a seleção de uma semântica inválida, ou se esta não produzir a ação desejada ou a informação correta, ou a necessidade de incorporação de novas habilidades ou de novas informações, podem (ou devem) ativar os núcleos de aprendizagem, potencializando a dinâmica e "vivacidade" da plataforma.

No sistema desenvolvido, conceitua-se a aprendizagem como a capacidade adquirir novas ações a partir de primitivas associadas ao hardware,

a capacidade do sistema adquirir novas informações e de usá-las para interação com o meio. Correlacionando com o modelo proposto por Bloom, o chatbot desenvolvido tem a capacidade de "relembrar", "entender" e "aplicar", ou seja, está no nível terceiro nível em seis. As metodologias propostas para a efetuação da aprendizagem, e que esta seja significativa para a plataforma, deve refletir a sua capacidade de processamento. O processo de aprendizagem pode ocorrer de duas formas:

- Aquisição de novas competências e habilidades através da adição de elementos de funcionais em hardware. Neste caso, melhorias ampliam as habilidades motoras, que devem ser verbalizadas através de novas regras semânticas e o estabelecimento dos respectivos vínculos com as primitivas funcionais agregadas. O processo de aprendizagem consiste na solicitação de operacionalidades através de frases e a sua validação através de regras semânticas. O processador semântico cria novos vínculos significativos entre os tokens da frase e as primitivas funcionais, atualizando o dicionário e as regras semânticas, incorporando novas competências, habilidades e saberes. A aprendizagem ocorre por exemplos fornecidos aos sistemas.



FIGURA 3. Layout da aprendizagem por exemplo.

- Aquisição de informações ocorre através de textos que são disponibilizados aos sistemas, da capacidade de processamento destas informações e da interação com o ambiente. Os textos devem ser estruturados com assertivas diretas e afirmativas, não negativas. A interação entre os sistemas ocorre através de uma máquina de inferência que efetua buscas correlacionadas entre a solicitação de

> informações, a partir da frase, e os novos textos, produzindo novas regras semânticas. A aprendizagem também ocorre através da aplicação de metodologias, onde o chatbot participa, como um "aluno", de atividades com os pares (alunos ou outros chatbots), para validação dos significados. Implementamos a metodologia de avaliação em pares, onde uma questão, relacionada ao texto em análise, é apresentada para o chatbot e para os alunos. Cada qual deve optar pela melhor resposta de 5 opções. A resposta com maior pontuação é analisada pelo "professor" ou "tutor" que destaca algumas palavras que devem ser analisadas para a formulação das respostas, todos os participantes realizam nova avaliação e a resposta correta é apresentada. O chatbot compara a resposta que indicou com a resposta correta e efetua a geração de uma nova regra semântica utilizando o método da entropia ou energia, onde os tokens e as palavras no texto sofrem um processo de ponderação. Após este processamento, o dicionário e as regras semânticas são atualizados. A aprendizagem ocorre quando o sistema identifica novos tokens e/ou quando identifica tokens válidos na estrutura dos novos textos.

O modelo de aprendizado implementado assemelha-se a alguns paradigmas propostos por Watson, Skinner, Bandura, Gagné, Piaget e Vygotsky (MOREIRA, 1999) (SKINNER,2007) (ANGELO, 2011), onde as informações textuais são os estímulos disponibilizados para o sistema e as respostas, após validação, permitem a sua incorporação aos "saberes aprendidos" ou adquiridos (HARMELEN, LIFSCHITZ e PORTER, 2008). As interações internas, entre os saberes já internalizados e os novos, modulam todo o processo. A formação de novas regras semânticas, com atribuição de significância, ocorrerá, se e somente se, os tokens forem válidos, ou seja, os conhecimentos prévios potencializam a estruturação das informações.



Figura 4. Layout do processo de aprendizagem de novas informações a partir de texto e interação com pares.

A aprendizagem está associada à capacidade de recepção e processamento de estímulos, à sua relevância, à frequência com que ocorrem, à capacidade de decodificação e interiorização (ou armazenamento), de associações com conhecimentos já adquiridos, de suas diferenciações e interconexões, mas principalmente pelo feedback fornecido pela interação com o meio. A confrontação com o mundo físico quantifica ou não, a aprendizagem (TOURETZKY e SAKSIDA, 1997).

Em sistemas computacionais o reforço, externo (do ambiente ou de um tutor) ou interno (proveniente do próprio sistema), é o elemento definidor para a aprendizagem. No sistema proposto, a apresentação de um texto implica somente no armazenamento de dados. A responsividade está vinculada à capacidade de inferência, estabelecimento de vínculos com a base de dados existentes, principalmente com os tokens definidos no dicionário. O reforço pode ser efetuado pelo tutor docente, ou por tutores discentes ou por tutores virtuais, que aos formularem questionamentos sobre o texto e avaliarem as respostas, em ambiente concorrencial, proporcionam elementos para que o sistema "aprenda". O reforço atua como "um elemento de recompensa" que ratifica a informação no contexto. A resposta é a manifestação de um estímulo, não como um "habito" proposto por Guthrie, mas como responsividade a uma competição entre todas as regras semânticas incorporadas pelo sistema. No modelo implementado, a frequência de uma resposta, se validada, pondera positivamente uma regra semântica atribuindo-lhe maior peso relativo. Watson, aborda a questão da repetição ou da prática, como um fator que potencializa um comportamento. As relações estímulos-respostas-validações redefinem as estruturas internas da base de saberes agregando novas regras semânticas, sendo que a relação entre os estímulos e as respostas são preponderantes

(TOURETZKY e SAKSIDA, 1997). Como proposto por Gagné, a aprendizagem ocorre com a mudança da estrutura interna da base de saberes, gerando "estados persistentes" e o sistema é capaz de verbalizar (de enunciar) o que foi aprendido. Gangé propõe 8 tipos hierarquizados de aprendizagem, iniciando com a resposta condicionada à capacidade de solução de problemas (MOREIRA, 1999, pág. 73). O sistema proposto está no quinto nível, sendo capaz de formular respostas diferentes para estímulos proximais. Thorndike aborda a questão como alteração na estrutura neuronal, que faria sentido se fosse adotado um modelo de redes neurais artificiais como perceptron com múltiplas camadas, hopfield ou máquina de Boltzmann (CARVALHO, 2015) (COPPIN, 2010). A capacidade de inferência do sistema, lastreada pelas regras semânticas, determinam a qualidade da resposta emitida.

Como proposto por Hull, algumas "conexões estímulo-resposta não são aprendidas; o indivíduo nasce com elas e com o equipamento sensorial necessário para que sejam despertadas pela estimulação do ambiente" (MACHADO, 1999, pág. 28). As competências e habilidades relacionadas aos movimentos do ROVER são tratadas como proposto por Hull, pois, são intrínsecas ao hardware eletro-mecânico-computacional do equipamento. Neste caso a aquisição de novas habilidades implica em alterações de hardware.

A aprendizagem ocorre pela interação do sistema com o ambiente, recebendo informações textuais que são internalizadas na estrutura de memórias de curto prazo, sendo consideradas com situações de uma representação da realidade, que contém informações, incorporam significados e comporão o repertório de saberes, formando esquemas de “mapas mentais”, que poderão ser utilizados para a busca por respostas em operações de inferências. O sistema não tem autonomia para comprovar o conteúdo dos textos, pois, não interagem operacionalmente e autonomamente com o ambiente real, e os assume como válidos, até que sejam modificados ou substituídos, pela ação de elementos de “aprendizagem”, ou seja, como proposto por Bruner, “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento” (MOREIRA, 1999, pág. 81), considerando-se o nível de desenvolvimento cognitivo do sistema. O sistema atua, como proposto por Brunet, na representação Ativa e Icônica, tendo a sua visão de mundo centrada nas informações que foram interiorizadas. A

capacidade de manipulação simbólica fica restrita à capacidade de inferência e tratamento dos dados, mas somente no sentido direto, em estágio pré-operacional (MOREIRA, 1999) não incorporando a capacidade de reversibilidade das proposições. Assim, o repertório de saberes forma um micro subconjunto de "campos conceituais" (MOREIRA, 2002), representando situações, conceitos, informações e relações de pertinências.

Os contextos sociais, culturais, históricos e temporais, de certa forma, interferem na significância das informações, que para Vygotsky (MOREIRA, 1999), são fatores estruturais no desenvolvimento cognitivo, contudo, para o sistema, face as suas estruturas algorítmicas implementadas, tornam-se irrelevantes, mas não menos importantes se múltiplos contextos forem selecionados concomitantemente para processamento concorrencial (MONTAG, JONES e SMITH, 2018). A capacidade de interação social com o ambiente real ou com ambientes virtuais (outros chatbots ou outras máquinas com capacidade de inteligência artificial) pode ampliar a capacidade resolutiva, de discernimento do sistema e de formação da "personalidade artificial", avultando a aptidão para o discernimento em sistemas com inteligência artificial, pois, promovem cenários para a mediação e aculturação (RUSSELL e NORVIG, 2014). Assim, as interações "sociais" passam a referenciar, temporal e espacialmente, as construções "cognitivas artificiais". Estas questões podem ser implementadas computacionalmente e serão tratadas em trabalhos futuros.

METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM:

A utilização de chatbots, como metodologia de aprendizagem, tem por objetivos criar cenários colaborativos para que o aluno interaja com as informações e ações, e em um ambiente de sua própria "criação". O chatbot foi utilizado como ambiente para o estudo de robótica móvel, proporcionando aos alunos, cenários para experimentação de problemas relacionados ao tema:

I. Entender o que é um chatbot e suas aplicações
II. Projeto de um chatbot
III. Implementação de um chatbot
IV. Interação com o chatbot

A construção do chatbot implica em conhecer e planejar as aplicações a que se destina, ou seja, o aluno deve realizar estudos prévios para compreender o problema em questão, estabelecer vínculos operacionais com os saberes, de tal forma que consiga aplicá-los na resolução de problemas relacionados à robótica. Nos três primeiros cenários, aplicamos as metodologias de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), Estudos de Casos, Sala de Aula Invertida e Aprendizagem em Pares, onde os alunos devem desenvolver, individualmente, coletivamente e colaborativamente um chatbot. Cada aluno desenvolve o seu chatbot, contribuindo com os pares, na elaboração dos projetos individuais, ou seja, deve-se respeitar as singularidades individuais, fortalecendo a colaboração para a construção coletiva através da aprendizagem em pares. O planejamento do chatbot foi estruturado na individualidade, através das experiências individuais, e na discussão entre os pares, a partir de estudos de casos. A valorização das ações individuais e do compartilhamento de experiências proporcionam, aos alunos, ferramentais para a troca de experiências, o auxílio à aprendizagem em pares, o autoconhecimento, a quantificação e a auto avaliação da aprendizagem. A possibilidade de comparação de níveis cognitivos, em ambiente competitivo, permite aos discentes avaliarem o seu rendimento relativo aos pares e absoluto com a implementação funcional de um projeto. A participação do discente, elemento central da própria aprendizagem, em todas as etapas das atividades, é fundamental e estruturante, pois, um produto funcional, que deve ser apresentado no final do processo, é formado a partir da integração sistêmica de unidades básicas integradas, exigindo inciativa, curiosidade, autonomia, análise, raciocínio lógico, criticidade e ética, que devem estar impregnados nos fazeres dos discentes, assim, a aprendizagem assume caráter significativo e dinâmico, onde o saber, o saber fazer, o saber fazer bem feito são incorporados ao empreender. O experimentar, proporciona ao aluno, vínculos validatórios entre conceitos e aplicações, onde o conceito terá fim, na sua aplicabilidade funcional. O processo de elaboração do projeto, implementação, validação e operacionalização do chatbot foi utilizado elementos de contextualização para atender aos requisitos especificados no perfil de formação de engenharia.

O chatbot foi desenvolvido objetivando a atender a requisitos de Competências, Habilidades, Saberes e Fazeres (CHSF), específicos para um

Curso de Graduação de Engenharia. Demandando a elaboração e aplicação de metodologias de aprendizagem objetivando a significância para o aluno e efetividade das ações (BENDER, 2014) (ELET, 2008) (FERNANDES, FLORES e LIMA, 2010) (MENDELECK, 2008) (SCHMITZ, 2016). Inicialmente os alunos participaram de atividades de motivação e contextualização onde puderam vivenciar o produto final da sua aprendizagem, mantendo contato com chatbots disponíveis para uso, através de os estudos de casos e a utilização de aplicativos, antecipando os resultados de sua aprendizagem e estabelecendo benchmarks para validação dos processos. A resolução de problemas, solicita a formação de repertórios, cuja integração, modulação e experimentação, permitem a incorporação de novos saberes. As ações de aprender praticando, pesquisando, investigando, interagindo com os saberes, obtendo e avaliando feedbacks, proporcionam conjunturas proativas para a aprendizagem com relevâncias substantivas e não-arbitrárias (MOREIRA, 199, pág. 151-165). Desta forma, novas CHSF são integradas às estruturas cognitivas estabelecendo "ligações robustas e significativas", necessárias para a elaboração de soluções e a resolução de problemas que envolvam raciocínio lógico matemático dedutível, criatividade e inovação.

A estrutura de um chatbot agrega alguma complexidade algorítmica, com o desenvolvimento de múltiplos objetos e métodos (RUSSELL e NORVIG, 2014) (HARMELEN, LIFSCHITZ e PORTER, 2008) (INDURKHYA e DAMERAU, 2010), que devem atuar integrados operacionalmente. Antecedendo a implementação de cada etapa, os alunos devem atuar como usuário do produto final a ser produzido, assim, a experimentação inicial atua como elemento de suporte referencial para confrontação validativa de feedbacks. Cada etapa deve ser implementada, validada e integrada ao sistema, obedecendo critérios de operacionalidade, funcionalidade e estabilidade (computacional, eletrônica e mecânica – física), conduzindo ao produto final que atenda aos requisitos e especificações previamente definidos. Nesta etapa, múltiplas CHSF devem estar atuando concomitantemente e concorrentemente, gerando grandes fluxos de "energia cognitiva", aumentando a entropia, a ativação e a diversidade de subsunçores (MOREIRA, 199, pág. 151-165), que promovem a busca e obtenção de soluções para as questões em análise. O docente, ou outro elemento qualquer de mediação (de simulação, de emulação, de inteligência

artificial, etc.), deve fornecer feedbacks ontime aos alunos, validando e referenciando os processos de aprendizagem, proporcionando condições para as devidas correções (RUSSELL e NORVIG, 2014).

A interação e a operação do chatbot também foram utilizados como ferramentais para aprendizagens específicas de questões relacionadas à robótica móvel. A colaboração entre os pares e utilização da própria criação, oportuniza circunstâncias e episódios para o aluno validar a sua obra, oportunizando elementos para a potencialização da aprendizagem. Neste último cenário (etapa), aplicou-se as metodologias de Estudos de Casos e Aprendizagem Baseada em Problemas, pois, proporcionam ao aluno, exemplos, estudos, experimentações e contextos para reflexões sobre a efetividade da sua aprendizagem.

A diversidade metodológica, utilizada na implementação das atividades, proporciona múltiplas situações-problemas, diferenciando e ampliando os diálogos entre os métodos, as "formas de aprendizagem" pelos alunos e os saberes, tornando o processo de aprendizagem multimodal e co-construtivo, onde o discente, o ambiente, os pares, o projeto e o orientador, constroem, colaborativamente, interativamente e iterativamente, processo cognitivos proativos, motivantes, desafiadores e positivamente significativos.

A utilização de Aulas Expositivas Dialogadas, foi restrita aos cenários II e III, pois, demandaram ações metodológicas focadas no conhecimentos e aplicação dos ambientes de desenvolvimentos envolvendo a linguagem C# e programação orientada a objetos.

A escolha de metodologias ativas, centradas na Aprendizagem Baseada em Projetos e Problemas, Estudos de Casos, Sala de Aula Invertida e Aprendizagem em Pares (BENDER, 2014) (ELET, 2008) (FERNANDES, FLORES e LIMA, 2010) (MENDELECK, 2008) (SCHMITZ, 2016), deu-se em função das características das CHSF especificadas, onde o “saber fazer” e “fazer com qualidade” adquirem quantificação preponderante sobre os conceitos, que devem atuar como suporte inicial para a aprendizagem, mas não inercial, pois, a criatividade sobrepõe, modula e modifica os referenciais. O desenvolvimento de Projetos Temáticos, como o chatbot, permite a integração sistêmica de múltiplos saberes proporcionando ambientes dinâmicos para a aprendizagem significativa.

RESULTADOS

O chatbot foi desenvolvido em disciplina da grade curricular do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para uma turma do nono semestre, com 92 alunos, divididos em times de 2 alunos. Foram realizados 3 projetos baseados em estudos de casos: o primeiro consistiu em acionar um motor DC utilizando a plataforma ARDUINO (AMARIEI, 2015); no segundo projeto consistiu no desenvolvimento de um chatbot para o acionamento de uma fresa CNC para elaboração de desenhos no plano; e no projeto final (terceiro projeto), os times desenvolveram um chatbot para controle de movimentos de um robô móvel para deslocamento em ambiente desestruturado com desvio de obstáculos.

Nos dois primeiros projetos, os objetivos principais foram desenvolver CHSFs capacitando os alunos para a elaboração e implementação de chatbots, sendo utilizadas as metodologias: Aprendizagem Baseada em Projetos, Sala de aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem em Pares, Estudos de Casos. Aulas Expositivas Dialogadas. No projeto final, os times receberam uma biblioteca com um drive para acionamento de um robô móvel, servindo de base para a implementação do chatbot. Foram propostos 46 chatbots sendo finalizados 41 com status operacional, ou seja, a interface e as funcionalidades mínimas foram implementadas e o robôs apresentava capacidade de navegação pela área de trabalho.

A avaliação dos trabalhos foi efetuada adotando critérios de continuidade e progressividade de implementação adotando critérios quantitativos totalizando 10 pontos e mais 2 pontos extras pela originalidade e inovação, sendo a pontuação máxima 10 pontos (apesar de alguns times atingirem 12 pontos). Os critérios quantitativos foram os seguintes: implementação do item, prazo e funcionalidade, ou seja, em cada etapa do projeto, se a implementação foi realizada, respeitando o prazo estabelecido, funcionalmente operante e sem cópia (plágio) o time recebia o ponto. Nestas avaliações, não foram considerados critérios de originalidade e inovação, contudo, as observações foram registradas. Adotou-se esta metodologia de avaliação objetivando-se minimizar questões relacionadas com as "subjetividades de observação e avaliação por parte do docente", assim, "o fazer" sobrepõe as possíveis parcialidades inerentes (mesmo que não intencionais)

dos processos avaliatórios, minimizando as possíveis personalizações e volatilidades. As avaliações ocorreram individualmente e no time, sendo que a média final é a composição das duas. Por outro lado, os 2 pontos extras, vinculados às questões relacionadas às singularidades criativas e autênticas apresentadas pelos times no desenvolvimento dos projetos, e muitas vezes de caráter subjetivo do docente, permite a atribuição de pontuação para os elementos de originalidade incorporados aos chatbots.

PROJETOS	QUANTIDADE	%	NOTA MÉDIA
CHATBOT NÃO ENTREGUE - NÃO OPERACIONAL	5	10,9%	2,39
CHATBOT MINIMAMENTE OPERACIONAL	23	50,0%	6,80
CHATBOT OPERACIONAL COM CÓDIGOS EFICIENTES	11	23,9%	8,31
CHATBOT OPERACIONAL E COM ELEMENTOS DE ORIGINALIDADE	7	15,2%	9,72
[TOTAL] [%] [MÉDIA] =	**46**	**100%**	**7,13**

QUADRO I. Resultados. Entrega do projeto final.

No quadro I são apresentados os resumos dos resultados consolidados, sendo que 89,1% dos projetos elaborados estavam operacionais, e todos foram implementados em linguagem natural em português. Os dados foram agrupados em 4 categorias para facilitar as análises:

- CHATBOT NÃO ENTREGUE - NÃO OPERACIONAL
- CHATBOT MINIMAMENTE OPERACIONAL
- CHATBOT OPERACIONAL COM CÓDIGOS EFICIENTES
- CHATBOT OPERACIONAL E COM ELEMENTOS DE ORIGINALIDADE

Os chatbots classificados como "CHATBOT NÃO ENTREGUE - NÃO OPERACIONAL", totalizando 10,9%, não apresentaram funcionalidade ou operacionalidade como especificado no projeto, e/ou entregaram as atividades fora dos prazos. Os "CHATBOT MINIMAMENTE OPERACIONAL", totalizando 50%, apresentaram resultados minimamente funcionais e operacionais permitindo a interação, em linguagem natural, do usuário com o robô. Os "CHATBOT OPERACIONAL COM CÓDIGOS EFICIENTES", totalizando 23,9%, apresentaram resultados funcionais, operacionais e com a implementação de códigos com maior eficiência que a especificada nos projetos, permitindo a interação, em linguagem natural, do usuário com o robô. Por fim, 15,2% dos projetos apresentaram resultados acima do esperado incorporando funcionalidades, operacionalidades e alguns elementos de inovações.

CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento dos projetos, pudemos identificar algumas questões que devem ser consideradas na implementação das metodologias de aprendizagem, principalmente as centradas em projetos temáticos e problemas. A participação dos alunos é estruturante para a efetividade dos processos, que demandam tempo para preparações prévias, discussões, elaborações cognitivas e implementações, para os testes/validações e elaboração de relatórios/documentações. As atividades foram desenvolvidas para uma turma de alunos de curso noturno, sendo que 96% executam atividades não acadêmica em outros períodos, restringindo o tempo de dedicação, ao período presencial na Instituição e aos fins de semanas. A opção pela formação de times com 2 alunos (livre escolha dos discentes, priorizando a proximidade física: residência na mesma cidade, ou trabalham na mesma empresa, ...), e foi uma escolha adequada, para minimizar questões relacionadas à distância física para reuniões, pois, os alunos residem em cidades na região de Jaguariúna (região Metropolitana de Campinas - SP) e para facilitar ao acesso às atividades no laboratório de informática. Efetuadas as escolhas, os times não poderiam ser alterados. Em caso de desistência de algum membro, o outro deveria assumir todas as atividades propostas para o time. As administrações das questões de relacionamentos interpessoais foram mínimas, mas ocorreram, principalmente pela inoperância de um ou outro membro que não cumpria as atividades propostas, penalizando o time. Foram pouquíssimas as intervenções do docente.

A infraestrutura de laboratórios e equipamentos é outro ponto que precisa ser analisado. Como as atividades extraclasse, muitas vezes sobrepõe, temporalmente, às atividades com a classe, o suporte físico e de tutores faz-se necessário. Durante a realização das atividades não tivemos problemas com falta de materiais e infraestrutura de laboratórios de informática, pois, no planejamento previu-se a redundância de equipamentos.

O alto percentual de times que cumpriram as atividades propostas e efetuaram as entregas dos projetos minimamente operacionais, é um indicativo da efetividade das metodologias adotadas como instrumentos de aprendizagem. O projeto final foi o principal instrumento de verificação da aprendizagem, pois, os times deveriam desenvolver um novo chatbot sem o auxílio direto do docente, que atuava em questões pontuais. Os resultados são muito interessantes, pois,

somente 10,9% não entregaram a versão final do projeto temático. Tendo 89,1% de sucesso, não pode-se afirmar que este percentual indique a efetiva aprendizagem significativa dos discentes com igual valoração, muito pelo contrário, outros critérios deveriam ser adotados, como por exemplo, submeter os times a problemas com gradativos e progressivos níveis de dificuldades, solicitando a aplicação das CHSF para o desenvolvimento dos projetos temáticos, focando o empreendedorismo, a inovação e a implementação de produtos originais passíveis de patentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma do chatbot apresentada neste artigo está em seu estágio inicial de construção, mesmo operacional, pode-se agregar muitas outras estruturas para permitir a autonomia dos sistemas capacitando-os à autoaprendizagem, fornecendo melhores respostas e funcionalidades às interações com os usuários (RUSSELL e NORVIG, 2014).

A incorporação de sistemas fuzzy e redes neurais artificiais para o auxílio à tomada de decisão em relação às escolhas e seleção de regras semânticas, compondo o escopo decisório, juntamente com a aplicação dos critérios centradas na entropia ou energia, possibilitará a redundância de análise para a formação das respostas, minimizando a geração de respostas indevidas, inapropriadas ou erradas (BROOKS, 1991). A implementação de lógica fuzzy, para processamento em tempo real, é relativamente simples e não solicita hardware específico, contudo, o treinamento de redes neurais, dependendo da estrutura adotada, poderá solicitar a utilização de computadores com alta capacidade de processamento, e em arquitetura paralela (CARVALHO, 2015) (COPPIN, 2010). A evolução do hardware computacional é muito rápida, este problema tende a não ser crítico.

A integração de novas máquinas de estados, de buscas, de inferências lógicas e, para a identificação e processamento de contextos, permitirá o tratamento de ambiguidades e a incorporação de habilidades, como proposto por Bloom, para "analisar", "avaliar" e "criar", ampliando a autonomia operacional, a sua capacidade responsiva às necessidades dos usuários e a sua interação com os alunos.

A personalização da usabilidade da plataforma, adaptando-a às características de cada usuário é um elemento importante a ser considerado para as próximas implementações, pois, permitirá a continuidade interacional, reduzindo as redundâncias de manifestações, a otimização do fluxo de dados, a formação de contextos, e a individualização na comunicação.

O chatbot, como proposto, não é uma plataforma estanque, unicelular, fechada na sua própria estrutura. A possibilidade de trocas de informações, de comunicação e interações com outros chatbots, proporcionam o compartilhamento de dados e de conhecimentos, ou seja, pode-se efetuar a transferência de bases de conhecimentos e "habilidades" entre pares. A implementação de protocolos para a "troca de experiências" possibilita o agrupamento de plataformas formando "colônias" ou "tecidos orgânicos pluricelulares", que na sua coesão, podem formar um “organismo artificial vivo" (RUSSELL e NORVIG, 2014).

A interface é um dos elementos principais para o sucesso de um sistema computacional, como o chatbot congrega uma camada de interfaceamento com o usuário, a utilização de elementos de animação gráfica e sonora, torna o ambiente "mais amigável". Nas próximas versões, pretendemos incorporar um avatar para que as trocas de informações ocorram com processamento de voz sincronizada com uma imagem humanóide e através de um "*animatrônic".*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMARIEI, C. **Arduino Development Cookbook.** Ed. Packt Publishing. 2015.

ANGELO, T. N. **Behaviorismo Radical e Inteligência Artificial: Contribuições além das Ciências Cognitivas.** Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da UNICAMP. 2011. Disponível em <http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA889/2011/IA889-19.pdf > . Acesso em 31 de mar. 2018 .

BARRERA, A. **Mobile Robots Navigation**. In-Tech. 2010.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos.** Ed. Grupo A. 2014

BROOKS,R. A. **Intelligence without representation**. Artificial Intelligence, n# 47. Ed. Elsevier. 1991. Pág. 139-159.

CARVALHO, A. **Inteligência Artificial - Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina.** Ed. LTC. 2015

COPPIN, B. **Inteligência Artificial.** Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2010.

DIAZ, F. **O Processo de Aprendizagem e seus transtornos**. Editora da Universidade Federal da Bahia. 2011.

ELLET, W. **Manual de Estudo de Caso: como ler, discutir e escrever casos de forma persuasiva.** Porto Alegre: Bookman. 2008.

FABREGAS, E ; FARIAS, G. ; CANTO, S. D. ; GUINALDO, M. ; SANCHEZ, J. ; BENCOMO, S. D. **Platform for Teaching Mobile Robotics**. Journal of Intelligent & Robotic Systems. Vol. 81. Pág. 131–143. Janeiro 2016.

FERNANDES, S. R. ; FLORES, M. A. ; LIMA, R. M. A. **Aprendizagem Baseada em Projetos Interdisciplinares: Avaliação do Impacto de uma Experiência no Ensino de Engenharia.** Avaliação. Volume 15. n. 3. pág. 59-86, nov. 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/aval/v15n3/04.pdf>. Acesso em: 01 Mai. 2018

HARMELEN, F. ; LIFSCHITZ, V. ; PORTER, B. **Handbook of Knowledge Representation**. Foundations of Artificial Intelligence. Ed. Elsevier. 2008.

HOLLAND, J. **Designing Autonomous Mobile Robot**. Ed. Elsevier. 2004.

INDURKHYA, N. ; DAMERAU, F. J. **Handbook of Natural Language Processing**. CRC Press. Second Edition. 2010.

LEE, G. ; CHWA,D. **Decentralized behavior-based formation control of multiple robots considering obstacle avoidance**. Intelligent Service Robotics. Vol. 11. Pág. 127–138. Janeiro 2018

MACHADO, A**. Neuroanatomia Funcional**. Ed. Atheneu. 2 Edição. 1998

MANNING, C. D. ; SCHUTZE, H. **Foundations of Statistical Natural Language Processing**. Ed. MIT Press. Segunda edição. 1999.

MENDELECK, A. **Projetos Temáticos Interdisciplinares Aplicados em Engenharia de Controle e Automação - Mecatrônica - Estudo de Caso.** In: COBENGE - XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. COBENGE - XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo: ABENGE, 2008. v. 1.

MONTAG, J. L. ; JONES, M. N. ; SMITH, L. B. **Quantity and Diversity: Simulating Early Word Learning Environments.** Cognitive Science. Volume 42. Special Issue: Word Learning and Language Acquisition. Maio. 2018. Pág. 375-412.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. EPU. São Paulo. 1999.

MOREIRA, M. A. **A Teoria dos campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa Nesta Área.** Investigações em Ensino de Ciências. V7(1). Pág. 7-29. 2002.

RODRIGUEZ, C ; GUZMAN, J. L. ; BERENGUEL, M. ; DORMIDO, S. **Teaching real-time programming using mobile robots**. IFAC-PapersOnLine. Volume 49. Issue 6. 2016. Pág. 10-15. Ed. Elsevier.

RUSSELL, S. ; NORVIG, P. **Inteligência Artificial.** 2 ed. Rio de Janeiro: Campus. 2014

SCHMITZ, E. X. S. **Sala de Aula Invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem.** Disponível em <https://nte.ufsm.br/images/PDF_Capacitacao/2016/RECURSO_EDUCACIONAL/Ebook_FC.pdf>. Acesso em: 04 Abr. 2018.

SKINNER, B. F. **Porque eu não sou um psicólogo Cognitivista**. Revista Brasileira de Análise do Comportamento (BRAZILIAN JOURNAL OF BEHAVIOR ANALYSIS). 2007. Volume 3. No 2. Pág. 307-318.

THORNE, C. **Chatbots for troubleshooting: A survey.** Language and Linguistics Compass. Volume 11. Outubro. 2017.

TOURETZKY, D. S. ; SAKSIDA, L. M. **Operant Conditioning in Skinnerbots.** Adaptive Behavior 5(3/4). The MIT Press. 1997.

PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DE VAZÃO PARA CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL APLICADAS A MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Programming and flow control of fuel cells applied in internal combustion engines

SANTOS, Gregory Ramos Soares
Centro Universitário de Jaguariúna

Resumo: Este trabalho tem como objetivo a criação de um sistema de controle de vazão de combustíveis para motores movidos à combustão interna. Para tal efeito o projeto é baseado no desenvolvimento de um sistema de injeção eletrônica incorporado por dispositivos de controle, sensores e atuadores. Como meios principais de programação e recebimento de dados são utilizados um micro controlador Arduino como interface de dados e um computador comum associados a plataforma LabVIEW como processador principal e elemento supervisório do sistema. Com o objetivo de redução no consumo de combustíveis líquidos (gasolina, Álcool e outros) será realizado o controle e tratamento de vazão de gás hidrogênio concretizando estudos de viabilidade e eficiência relacionados ao uso de células de combustíveis em veículos automotores. Para realização dos efeitos desejados será desenvolvida a programação adequada ao dispositivo controlador utilizado onde serão capturadas variáveis, manipuladas e devolvidas de forma controlada ao sistema que deverá trabalhar de forma estável. Portanto será projetado e desenvolvido um sistema de controle de vazão que terá como finalidade a dosagem conjunta de combustíveis líquidos e gasosos em motores, de forma controlada, tratada e automática, tendo como parâmetros de programação o funcionamento adequado e eficiente do motor, dessa forma proporcionando conclusões sobre o uso de células de hidrogênio. O trabalho tem como objetivo a aplicação dos conceitos teóricos estudados, demonstrando a montagem e os métodos utilizados para o experimento proposto bem como os resultados obtidos com o sistema construído.

Palavras-chaves: Programação, Controle de Vazão, Processamento de Variáveis, combustíveis, Hidrogênio.

Abstract: This paper aims to create a flow control system of motor fuel-powered internal combustion for this purpose the project is based on the development of an electronic injection system incorporated by control devices, sensors and actuators as means main programming and receiving data is used a micro Arduino controller as data interface and a PC Personal joint Co associated with LabVIEW main processor and supervisory system element. In order to reduce the consumption of liquid fuel (petrol, alcohol, etc.) will be performed the control and treatment hydrogen gas flow embodying feasibility and efficiency related to the use of fuel cells for automotive vehicles. For achieving the desired effects will be developed appropriate programming to the controller device used where variables are captured, manipulated and returned in a controlled way the system should work stably. So it will be designed and developed a flow control system that will aim the joint dosing liquid and gaseous fuels in engines, controlled, treated and automatically, with the programming parameters the proper and efficient operation of the engine thus providing conclusions on the use of

hydrogen fuel cells. The paper aims at the application of theoretical concepts studied, demonstrating the assembly and the methods used for the experiment proposed and the results obtained with the system built.

Key words: Programming, Flow Control, Variable Processing, Fuel, hydrogen.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os veículos automotores, comercializados mundialmente, em sua grande maioria utilizam como combustível a gasolina, o etanol e o diesel, a prática global do uso desses combustíveis tem se tornado alvo de grandes discussões quando é associada principalmente a poluição do meio ambiente. Além dos danos causados ao meio ambiente, no Brasil os preços praticados na venda desses combustíveis têm desmotivado consumidores seja no uso particular ou no reflexo dos preços causado nos transportes coletivos, fretes e outros. Seja pela poluição causada ou pelos preços de venda praticados, a busca por novas tecnologias de combustíveis é necessária e aquela que atenda a níveis satisfatórios de eficiência e economia deve ser implantada no mercado o quanto antes.

Além do surgimento e do desenvolvimento constante dos métodos de injeção eletrônica nos veículos, fator que implicou no controle eletrônico de dosagem de combustível e assim na economia, adaptações tem sido elaboradas fora das industrias montadoras tal como a utilização de “kits” do gás GNV e GLP(gás natural veicular e gás liquefeito de petróleo respectivamente), gases com custo relativamente mais baixo que outros combustíveis e utilizados em instalações realizadas em conjunto com os elementos originais dos veículos, porém trata-se de um método adquirido com o objetivo de economia financeira e popularizado principalmente entre motoristas profissionais. A busca por outros meios de transporte e motorização não gira só em torno de combustíveis, ocorrendo assim tendências tais como o carro elétrico que tem se mostrado como alternativa viável no futuro, sendo um meio de transporte não poluente e que atualmente depende apenas da evolução de tecnologias de armazenamento de energia elétrica, trazendo ainda grandes limitações de autonomia. Assim como a implantação de combustíveis alternativos caso do GNV e GLP em

sistemas originais de veículos, tecnologias de células de combustíveis tem se popularizado na forma de promessas de economia para o consumidor.

O gás hidrogênio é um elemento abundante na superfície da Terra, sendo encontrado na natureza em forma de gás, trata-se de um elemento promissor na corrida mundial incessante por novas alternativas de fontes de energia. Apesar do hidrogênio ser uma fonte de energia não poluente, assim como outros recursos ele apresenta limitações relacionadas ao armazenamento e riscos de explosões visto que é um gás muito pouco denso (o que atualmente dificulta a armazenagem) e altamente inflamável. As células de combustível são equipamentos que tendem a auxiliar na utilização do hidrogênio como combustível em automóveis pois nelas o hidrogênio é gerado em processos equivalentes aos que ocorrem com baterias, neste caso a eletrólise da água é realizada para a obtenção do gás, ocorrendo a geração e utilização do gás pelo motor simultaneamente, condições que tendem a anular as dificuldades de utilização apresentadas.

Portanto, as células de hidrogênio são equipamentos que já são utilizados em veículos e funcionam em conjunto com os meios de injeção originais do automóvel, desta forma o controle de injeção do veículo adaptado com uma célula de hidrogênio vária em função dos meios originalmente projetados para trabalhar apenas com combustíveis líquidos, não havendo misturas para a queima e funcionamento do motor. As ferramentas de controle e programação são elementos que podem auxiliar neste controle, tornando o funcionamento mais eficiente, calculado e estável, executando funções que determinem variáveis de injeção dos combustíveis líquidos no motor em função da variação de geração do hidrogênio em uma célula.

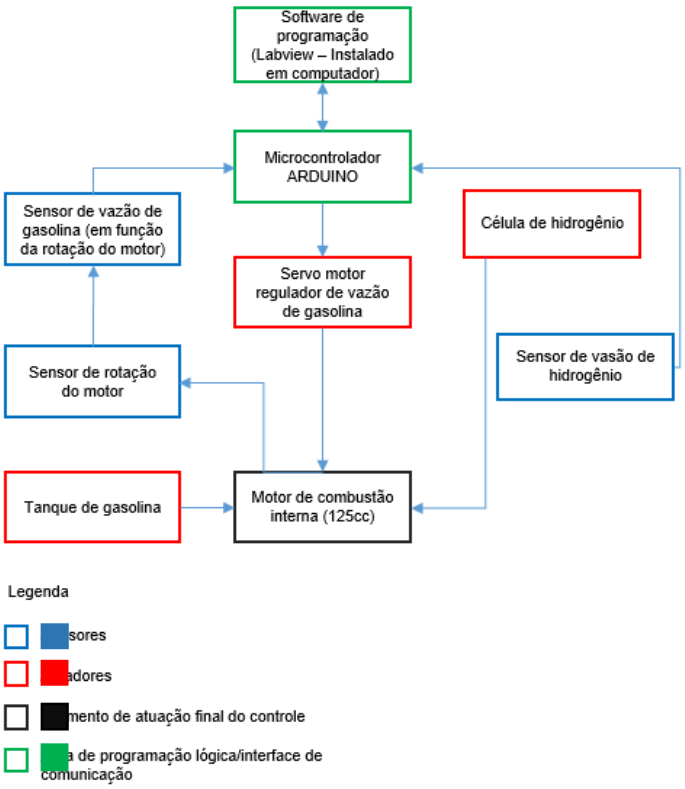
Busca-se com este projeto o desenvolvimento de um sistema de controle de vazão de combustíveis para motores de combustão interna que analise a viabilidade da utilização de células de hidrogênio com controle dedicado. Nele serão explorados os recursos de processamento e controle disponibilizados por computadores digitais assim como a utilização de uma programação eficiente baseada na plataforma *Labview* que deverá trabalhar como método de programação e *software* supervisório, sendo capaz de gerar dados suficientes para analises de eficiência e funcionamento em relação ao emprego de uma célula de combustível em um motor de combustão comum. Os testes serão

realizados em um motor utilizado em motocicletas produzidas e comercializas atualmente, como resultante deste processo de programação busca-se a definição sobre o uso de células de combustível controladas eletronicamente assim como os benefícios relacionados a economia de combustíveis fosseis e orgânicos poluentes.

METODOLOGIA

Nesta seção serão explorados e descritos os procedimentos utilizados para a programação lógica, aplicação e testes que tendem a sanar as necessidades da proposta demonstrando o funcionamento real da ideia base (figura 1).

Figura 1. Modelo simplificado de ligação geral do projeto



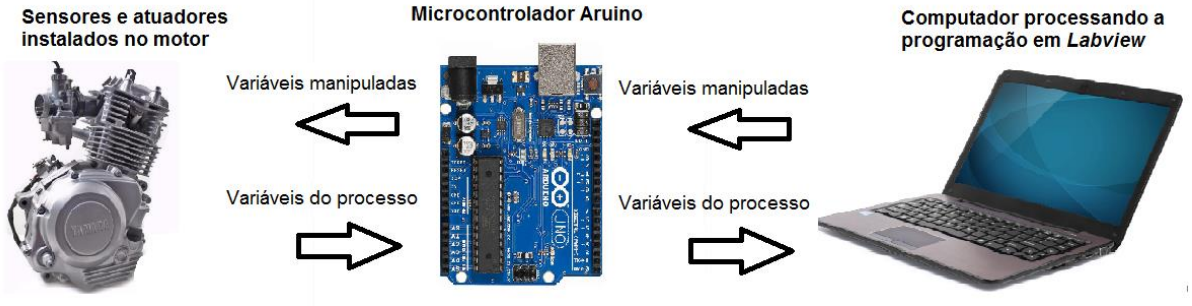
Fonte: Autor

Ligação da interface entre o meio físico e a área lógica do sistema

Tratando-se de um experimento onde são necessárias a programação em ambiente lógico e a obtenção de variáveis do meio físico, faz-se necessária uma rede de comunicação entre eles. Dessa forma, a comunicação dos meios idealizada para o projeto pode ser exemplificada por um microcontrolador

Arduino para obtenção de variáveis e geração de sinais para atuadores, ligado a um computador por meio de um cabo USB Serial (Figura 2).

Figura 2. Modelo básico de interface de comunicação implementado



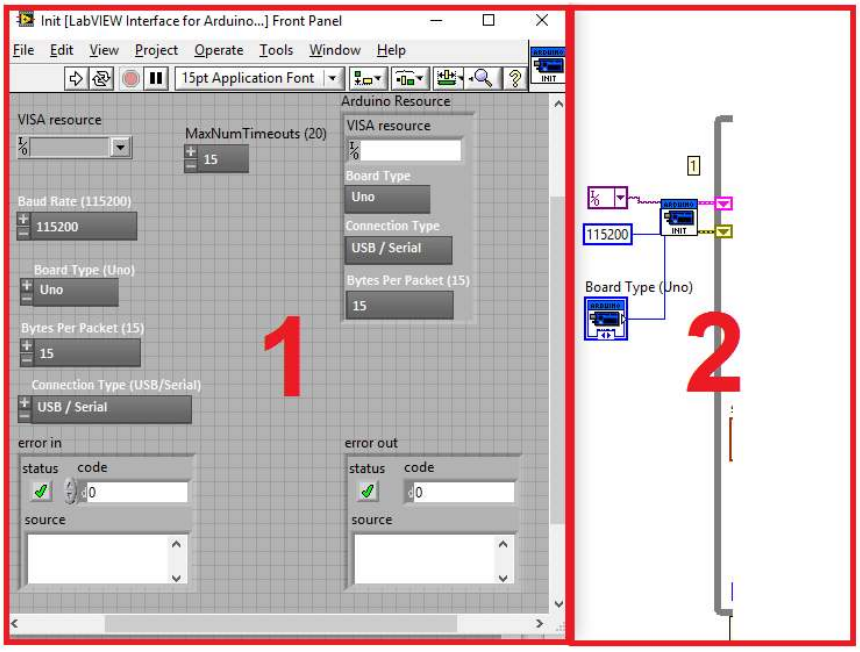
Fonte: Autor

O fluxo de informações ilustrado pelas setas em cor verde representa a comunicação entre o Arduino e o *software LabVIEW* realizada por um cabo USB serial. O fluxo de informações ilustrado pelas setas em cor azul representa a comunicação entre o Arduino e os sensores e atuadores do sistema, a comunicação neste caso é realizada por cabeamento ligado as portas de entrada e saída do controlador (portas analógicas, digitais e PWM).

Uso da ferramenta Arduino aplicada ao *software Labview*

O *software Labview*, possui bibliotecas dedicadas a diversos tipos de aplicação, dentre elas é utilizada no projeto a biblioteca Arduino cuja função é realizar a comunicação direta com as portas do controlador, realizar o monitoramento da variação das portas e disponibiliza-las para utilização dentro da área lógica do *software*. Com o uso dessa biblioteca não é necessária a utilização de programações dentro do controlador, e ao aplica-la caracteriza-se o controlador Arduino como dispositivo de interface de comunicação, suprindo a necessidade proposta idealizada para o projeto (Figura 3).

Figura 3. Representação da biblioteca Arduino no *software LabVIEW*



Fonte: Autor

A área 1: Área de programação de parâmetros do Arduino onde são configurados para o projeto os itens:

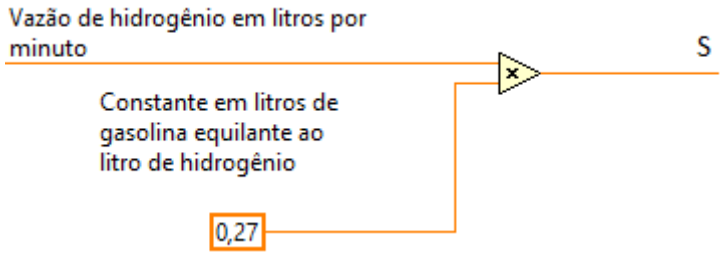
- *Board type (Tipo de placa)* - Tipo do Arduino utilizado, que no caso considera-se o modelo Uno.
- *Connection type (Tipo de conexão)* - Tipo de conexão, definida como conexão USB.
- *Error in* e *error out (Entrada de erro e saída de erro)* - Área onde serão apresentados possíveis erros de entrada e erros de saída.
- Os outros parâmetros apresentados na área de configuração do Arduino serão mantidos os originais da aplicação.
- Área 2: Área de programação onde é demonstrado o bloco programável dedicado a comunicação com o controlador Arduino.

Metodologia de utilização do hidrogênio

Conforme os conceitos apresentados e disponibilizados por NETO, 2016, para utilização no projeto em questão, a vazão de hidrogênio será fornecida diretamente ao programa principal em litros por minuto. Sabe-se que a energia contida em 1 litro de hidrogênio equivale a 0,27 litro de gasolina (HOFFMANN, 2005), dessa forma é considerado para o projeto o cálculo de

porção de gasolina que pode ser substituída por determinada vazão de hidrogênio medida conforme demonstra a figura 4.

Figura 4. Cálculo de equivalência hidrogênio X gasolina



Fonte: Autor

Onde a saída “S” é a resultante direta em litros de gasolina por minuto que podem ser substituídos ou compensados pelo hidrogênio gerado.

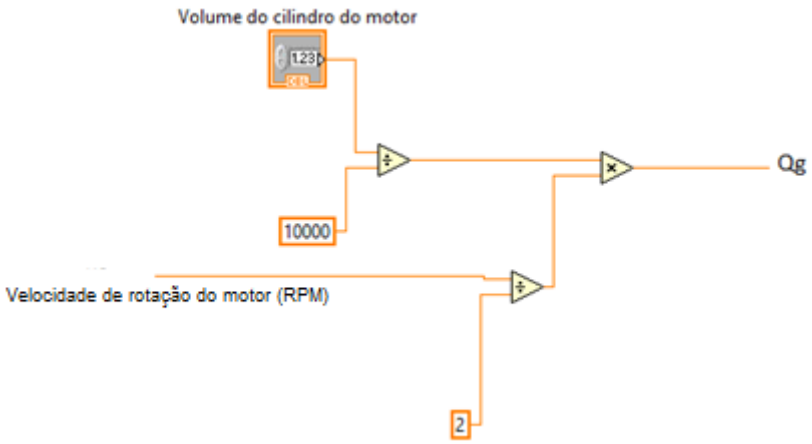
Programação da variável de vazão de gasolina

Utilizando o cálculo de vazão ideal para um motor de combustão interna (PUGLIESI, 1998), é obtida a vazão de gasolina em função da rotação do motor conforme a equação.

$$Qg = \frac{Vm}{10000} * \left(\frac{Rpm}{2}\right) \quad (1)$$

A implementação da formula na plataforma *Labview* é obtida utilizando as ferramentas matemáticas conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5. Implementação da formula de vazão de gasolina

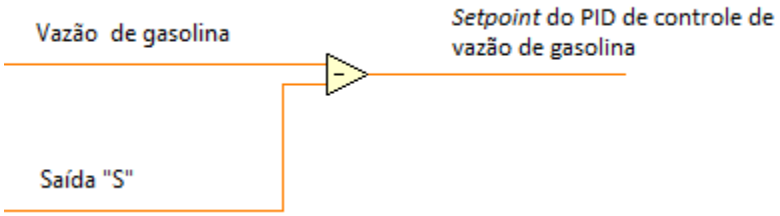


Fonte: Autor

Função de substituição da parcela gasolina em função da vazão de hidrogênio

Considerando a saída “S” demonstrada no item 2.4 é utilizada a subtração da vazão de gasolina necessária pela parcela de hidrogênio. Esse cálculo definirá o *setpoint* do controle PID de vazão de gasolina (Figura 6).

Figura 6. Obtenção do *Setpoint* do PID de controle de vazão de gasolina

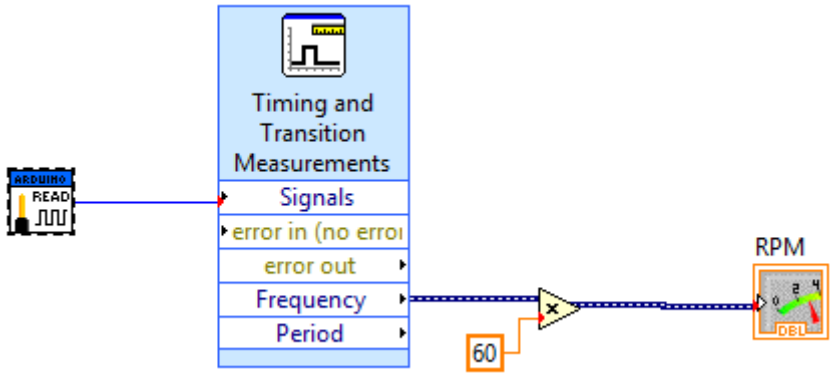


Fonte: Autor

Programação da variável de rotação do motor

Dados os pulsos do sensor indutivo fixado no pinhão do motor, sendo acionado a cada volta completa (OLIVEIRA, 2016), é possível a captação desse sinal que será gerado em uma porta digital do Arduino e fornecido a ferramenta *Timing and Transition Measumements* (Temporização e transição de medidas). O sinal de frequência gerado na saída dessa ferramenta é multiplicado pela constante 60 (Segundos) e então é obtido o sinal em rotações por minuto (Figura 7).

Figura 7. Obtenção da movimentação do motor em rotações por minuto

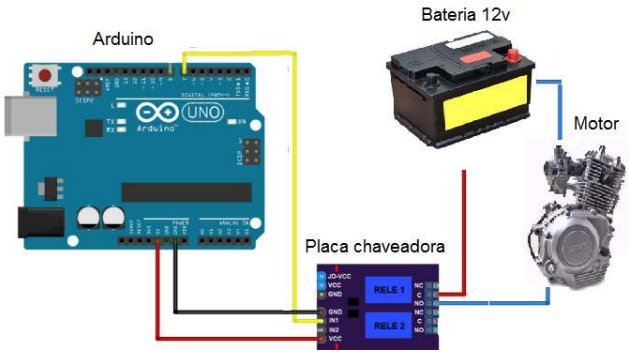


Fonte: Autor

Programação da ligação do motor via software

Dados os elementos necessários para o funcionamento do motor de combustão interna, para se obter seu estado de funcionamento inicial deve-se ocasionar movimentos de rotação iniciais (retirar os mecanismos da inércia) até que os mecanismos de geração de fagulha juntamente com a introdução de combustível na câmera de combustão produzam a energia necessária. No caso, utilizando o dispositivo de partida elétrica original do motor pode-se implementar a ligação do motor via software supervisório com a utilização de um módulo relé 5v, a ligação é representada pela figura 8.

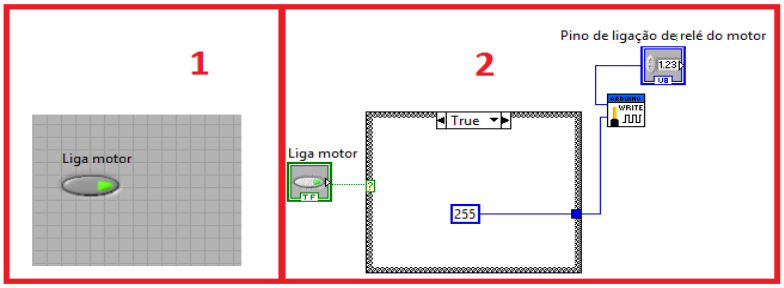
Figura 8. Ligação de módulo relé no arduino



Fonte: autor – Adaptado de Filipeflop, 2013

O método lógico implementado é realizado por meio da *Case Structure* (estrutura “caso”), ferramenta que permite utilizar programações diferentes em função de uma condição verdadeira ou falsa. O *case* é acionado assim que o botão booleano da área supervisória for ativado, dessa forma a condição verdadeira fornecerá ao bloco o valor constante de 255, escrevendo na porta digital selecionada do Arduino o valor 1 e ocasionando o acionamento do módulo relé que acionará o motor de partida da moto enquanto o botão booleano permanecer acionado no supervisório. Caso a estrutura *case* esteja em condição falsa, o valor escrito na porta digital conectada ao módulo relé será como ilustrado na figura 9.

Figura 9. Metodologia de ligação do motor via software

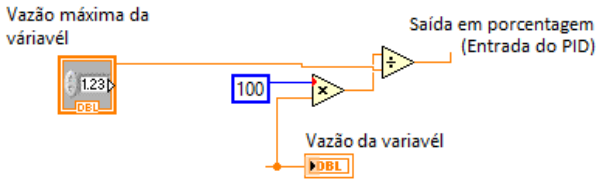


Fonte: autor

Transformação de variáveis em porcentagem

Para a utilização das variáveis nos controles PID envolvidos no processo suas respectivas entradas e saídas são transformadas em porcentagem. A transformação de variável para porcentagem utilizada pode ser exemplificada pela figura 10.

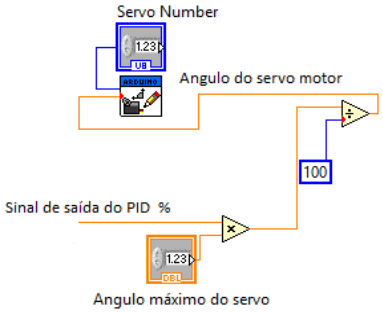
Figura 10. Obtenção de variáveis em porcentagem



Fonte: Autor

O mesmo procedimento é utilizado para a saída do PID, como no processo o atuador final do controle PID será um servo motor (regulador de vazão de gasolina) determina-se seus valores de atuação de porcentagem para ângulo (Figura 11).

Figura 11. Transformação do sinal de saída PID em ângulo de atuação do servo motor

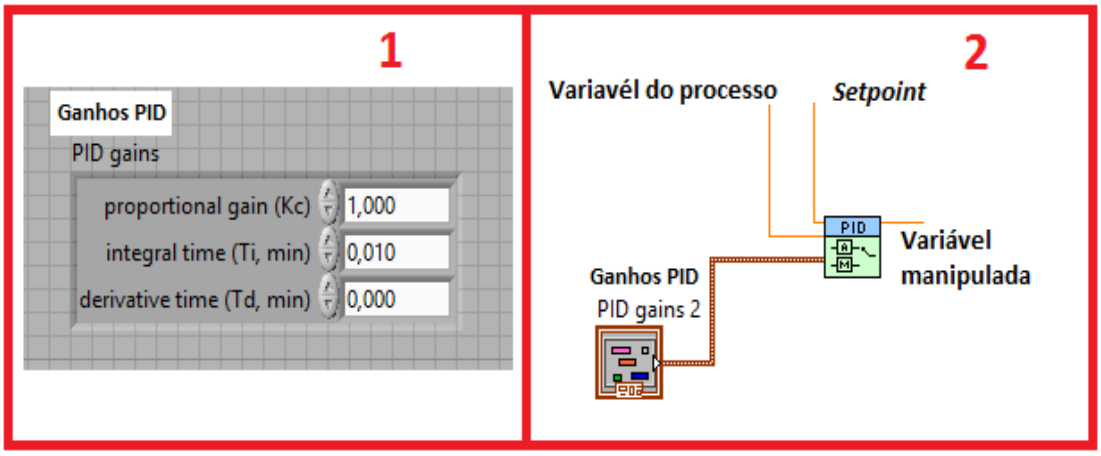


Fonte: Autor

Programação dos blocos PID

Os blocos de PID disponibilizados pelo *software labview* apresentam uma estrutura onde os dados de entrada necessários são apenas o *setpoint* o valor da variável do processo em porcentagem e os ganhos (National instruments, 2013), a área lógica e supervisória dos controles PID a serem utilizados no projeto são demonstradas pela figura 12.

Figura 12. Configuração do controle PID no *Labview*



Fonte: Autor

Onde:

Área 1 – Área de configuração dos ganhos PID

Área 2 – Área de ligação e programação lógica do PID

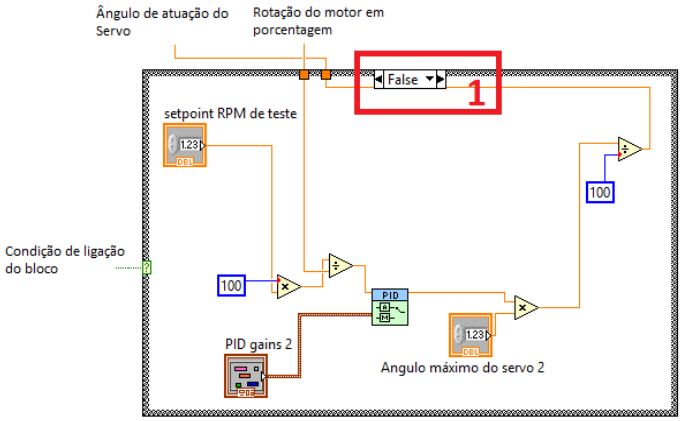
Os ganhos PID serão configurados manualmente, sendo obtidos por meio de testes até que o tempo de estabilidade do processo seja satisfatório, ou

seja quando a estabilidade da variável do processo for estabilizada em relação ao *setpoint* no menor tempo possível.

Controle de vazão para testes

Os testes de economia de combustível terão início a partir de uma rotação determinada no sistema supervisório, a partir do momento em que o valor de rotação de testes for atingido o controle PID de vazão de gasolina será ligado. Para a obtenção da rotação de testes é empregado o controle PID em função da rotação do motor, sendo montado dentro da estrutura *Case Structure* (estrutura "caso"), a área 1 representada na figura 13 demonstrada que este PID funciona enquanto o *case* estiver em estado falso.

Figura 13. PID controlador de rotação de teste



Fonte: Autor

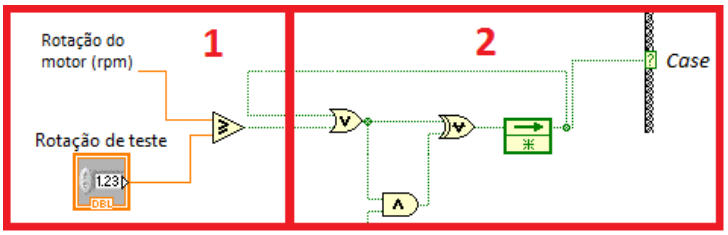
As variáveis do controle PID de rotação de testes são:

- Entradas - *Setpoint* de RPM de testes e RPM real do motor
- Saída - Sinal de atuação para o servo motor (Aumentando ou diminuindo seu ângulo, alterando a vazão de gasolina e respectivamente alterando a rotação do motor).

Programação do PID de controle de vazão de gasolina

Sendo o controle empregado quando o *case* é verdadeiro, o PID de controle de vazão de gasolina será ligado assim que a rotação do motor atingir a rotação de testes desejada, o processo que passará a condição do *case* para verdadeiro é representada pela figura 14.

Figura 14. Programação de condições do *case*



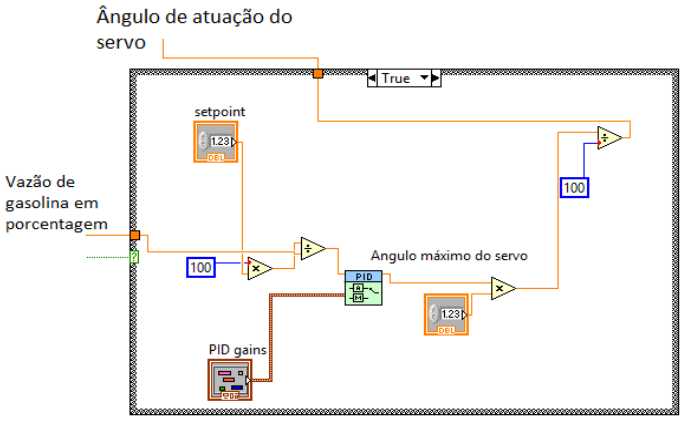
Fonte: Autor

Onde:

- Área1 – área de comparação entre a rotação do motor e a rotação de testes utilizando a ferramenta *Greater Or Equal* (maior ou igual).
- Área2 – Área de programação booleana.

Na programação booleana são utilizadas as portas or (ou), and (e) e xor (x-ou), para formar um lanço, impossibilitando que o *case* torne-se falso após a ligação do PID de controle de vazão de gasolina caso a rotação do motor desça abaixo da rotação de teste. O controle PID de vazão da gasolina então é ligado e tende a manter a vazão de gasolina no *setpoint* desejado (vazão de gasolina necessária subtraída da vazão de hidrogênio proporcional a determinada parcela de gasolina) (Figura 15).

Figura 15. PID de controle de vazão de gasolina



Fonte: Autor

As variáveis do controle PID de vazão de gasolina são:

- Entradas - Set point vazão de gasolina e vazão de gasolina real.
- Saída - Sinal de atuação para o servo motor (Aumentando ou diminuindo seu ângulo, alterando a vazão de gasolina.

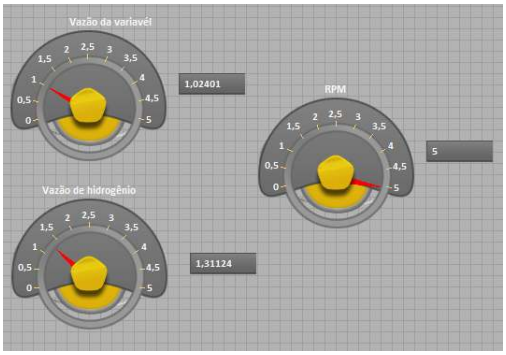
Resultados

Nesta sessão serão demonstrados os resultados experimentais envolvendo a energia obtida com a célula de hidrogênio utilizada, apresentações gráficas de variáveis bem como a conclusão sobre a viabilidade dos processos de controle e automação utilizados para o controle de vazão empregado no projeto em função da economia de combustível.

Apresentação gráfica de variáveis

Para a apresentação gráfica das variáveis de vazão de hidrogênio e gasolina real são utilizados os indicadores de ponteiro predefinidos e disponibilizados pelo *software labview* na área supervisória do programa (Figura 16).

Figura 16. Indicadores de variável em tempo real

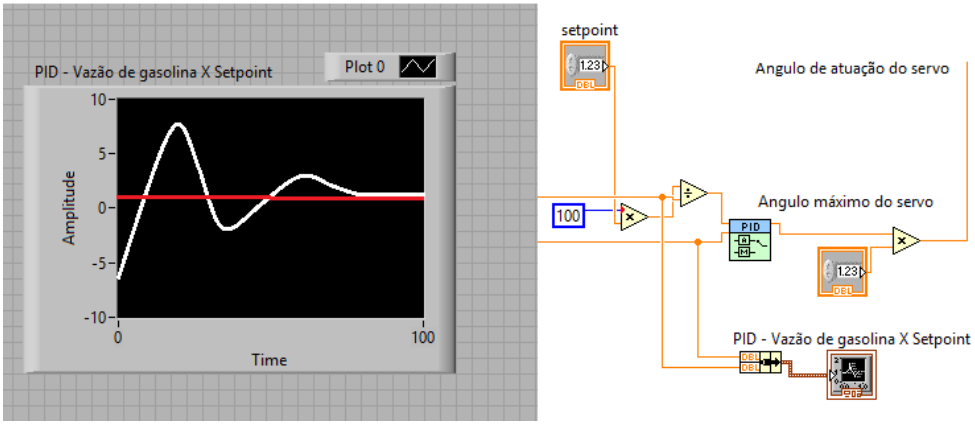


Fonte: Autor

Apresentação de gráfico PID.

Uma das possibilidades de apresentação de um gráfico PID é o gráfico demonstrativo do *setpoint* e variável do processo, ao demonstrar essas variáveis em um único gráfico é possível analisar se a variável do processo é igual ou tende a estabilizar ao *setpoint* (Figura 17).

Figura 17. Representação gráfica *setpoint* X variável do processo



Fonte: Autor

Análise de combustível economizado

A análise de combustível economizado no processo é dada observando a o consumo de gasolina no momento em que o motor atingir a rotação de teste e a rotação do motor no momento em que a parcela de gasolina for substituída pela parcela proporcional de hidrogênio inserido no sistema. Caso a rotação do motor se mantenha a mesma, ou seja, caso a parcela de hidrogênio mantenha a mesma rotação exercida pela energia da parcela de gasolina substituída, o sistema será considerado viável.

Variáveis de vazão de hidrogênio obtidas por experimento

Conforme os conceitos apresentados por NETO, 2016 a vazão de hidrogênio teórica considerando as condições apresentadas abaixo pode ser obtida:

Tabela 1. Vazão de hidrogênio experimental obtida

VARIAVÉIS OBTIDAS NA CÉLULA	CONDIÇÃO OBTIDA POR EXPERIMENTO	VAZÃO DE HIDROGÊNIO OBTIDA
Corrente	60 A	30,12 Litros / Hora
Temperatura	328 K	
Pressão	1 atm	
Tempo	3600 s	

Fonte: Autor – Adaptado de NETO, 2016

Porcentagens simuladas de economia de gasolina obtida em função da vazão de hidrogênio

Abaixo são demonstradas as porcentagens experimentais de economia de combustível líquido para determinadas rotações do motor.

Tabela 2. Porcentagens de economia experimentais obtidas

Rotação	Vazão de gasolina necessária (L/min)	Energia proporcional Hidrogênio X gasolina (L/min)	Porcentagem de economia (%)
1000 RPM	0,00625	0,135	2160
3000 RPM	0,01875		720
5000 RPM	0,03125		432

Fonte: Autor

Portanto, é observado que as porcentagens de economia de gasolina simuladas em função da vazão de hidrogênio (considerando dados constantes para obtenção da vazão de hidrogênio) são elevadas e tendem a suprimir totalmente o consumo de gasolina. Com tudo, sabe-se que a dos dados para obtenção de vazão de hidrogênio são variáveis e cabe ao processo de controle a análise de dosagem de gasolina em função da vazão variável de hidrogênio.

Rotação de funcionamento inicial do motor

A rotação inicial do motor obtida por medição é dada pela multiplicação da frequência inicial por 60 (Rotações por minuto). Dessa forma foi considerada que a rotação inicial do motor é igual a aproximadamente 1319 rotações por minuto para uma frequência de 21,98 Hz (Hertz) conforme demonstra a figura 18.

Figura 18. Frequência inicial do motor obtida por medição



Fonte: Autor

Porcentagem de economia de gasolina para rotação inicial do motor

Considerando a rotação inicial do motor obtida por medição direta em função da frequência e que a vazão do hidrogênio se mantenha constante a 5% da vazão obtida em teste (item 3.4) é demonstrada abaixo a economia de gasolina possibilitada pelo controle desenvolvido (tabela 3).

Tabela 3. Porcentagens de economia para rotação inicial do motor obtida

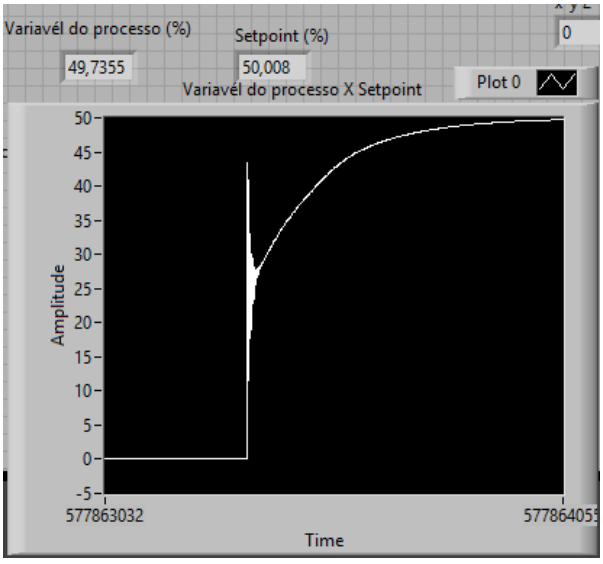
Rotação	Vazão de gasolina necessária (L/min)	Energia proporcional Hidrogênio X gasolina (L/min)	Porcentagem de economia (%)
1319RPM	0,00824375	0,00675	81

Fonte: Autor

Controle PID implementado

O controle PID utilizado proporcionou ao sistema de controle a variação e estabilização da vazão de gasolina em função do *setpoint* demonstrado no item 2.5 onde a vazão de gasolina é subtraída do pela equivalência de energia fornecida pela vazão de hidrogênio. Em modelo de teste, considerando que o atuador varie a aceleração em uma escala de 0º a 180º e que cada grau corresponda a vazão de 4,8% de gasolina é possível obter a curva característica do PID de controle de vazão de gasolina com sua aproximação ao *setpoint* (Figura 19).

Figura 19. Curva característica do PID implementado



Fonte: Autor

Conclusão

Considerando que motores movidos a combustão interna necessitam de um controle de vazão preciso e eficiente, não só pelas características e condições de funcionamento como também para a redução de consumo excessivo de combustíveis bem como a diminuição dos gases prejudiciais para a atmosfera terrestre, a utilização de controles PID aplicados a vazão de combustíveis tende a sanar essa necessidade.

A inserção de células de hidrogênio em motores de automóveis para auxílio na redução de consumo de combustíveis é um método que apresenta resultados satisfatórios para essa função, mesmo sendo aplicadas em processos originalmente não preparados para receber o hidrogênio como combustível. Com esses fatores é possível concluir que um controle PID aplicado ao objetivo de controlar a vazão de combustível de um motor em função da vazão de hidrogênio pode aumentar a precisão de injeção adequada ao sistema, as conclusões descritas podem ser embasadas na precisão e confiabilidade proporcionada por controles de malha fechada onde o erro (relação entre a saída do processo e o *SETPOINT*) é tratado continuamente tendendo a zero. A utilização do *LabiVIEW* para programação de teste mostra-se adequada visto que o software apresenta ferramentas de controle e automação que suprem a necessidade.

Com a pesquisa realizada é possível observar que o controle e a automação empregados na otimização ou adaptação de sistemas de injeção de veículos originalmente não preparados para receber determinadas variáveis é um meio viável e que pode gerar melhorias como no caso, a redução do consumo de combustível original do veículo. Outro ângulo de estudos e de análise quanto ao uso de tecnologias envolvendo células geradoras de hidrogênio é a área do consumo de energia, o estudo do consumo de energia utilizada por uma célula de hidrogênio pode auxiliar nas conclusões de viabilidade em uma visão diretamente ligada ao consumo de energia versus a inserção de energia no sistema alimentado (ex: gasolina economizada versus energia elétrica utilizada).

Como trabalhos futuros podem ser implementados ao sistema sensores diretos de vazão de hidrogênio e gasolina possibilitando a aproximação de valores reais de variáveis bem como a elaboração de um sistema similar que

possibilite a utilização do controle proposto em sistemas originais de veículos diretamente de fábrica, podendo proporcionar ao consumidor a opção de utilização de células de hidrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

E. Hoffmann Gomes Neto**, "**Evoluir sem Poluir – A Era do Hidrogénio, das Energias Sustentáveis e das Células a Combustível**", BrasilH2 Fuel Cell Energy,** Curitiba**.** 2005.

National instruments, **Usando o toolkit LabVIEW PID Control com o modulo LabVIEW Control Design and Simulation**. Disponível em: http://www.ni.com/tutorial/6931/pt/15/05/2013>. Acesso em: 01/06/2016

NETO, WELLINGTON. **MEDIÇÃO DA VAZÃO DO HIDROGÊNIO PARA UM SISTEMA DE CONTROLE DE VAZÃO DE GASOLINA.** 2016.

OLIVEIRA, Vinicius Marinho - **Célula De Eletrolise, Adaptações Mecanicas Para Automatização Da Injeção De Bicombustiveis E Sensores Aplicado Em Motor A Combustão Ciclo Otto.** 2016

PUGLIESI, Márcio - Manual Completo do Automóvel - **Hemus**. 1998.

IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTASQFD E MATRIZ MORFOLÓGICA NO PROCESSO DE CRIAÇÃO DE UMA NOVA PULSEIRA

Implementation of QFD tools and Morphological Matrix in the process of creating a new bracelet

MORAES, Luan Pablo
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

PORETTO, Matheus Henrique
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

ZAULI, Marcos Tadeu
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

DELGADO NETO, Geraldo G.
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

RESUMO: O presente artigo tem por objetivo estudar e analisar a implantação das ferramentas Desdobramento da Função da Qualidade e a Matriz Morfológica no desenvolvimento de um novo produto no ramo de acessórios. As ferramentas foram eleitas devido aos seus amplos caminhos de visualizar soluções, de modo a destacar as que se aproximam de atender o real desejo do consumidor, considerando diferentes aspectos, como materiais, processos e custos e etc.

Palavras-chave: Desdobramento da Função Qualidade; Matriz Morfológico; Voz do Consumidor.

ABSTRACT: The present article intends to study and analyze the implementation of the tools Quality Function Deployment and Morphological Matrix in development of a new product from the accessories market. The tools were elected due your large ways to find solutions and the way that they show to us inside these solutions which will find the costumer voice, considering different aspects like materials, process and costs.

Keywords: Quality Function Deployment; Morphological Matrix; Costumer Voice.

INTRODUÇÃO

Este artigo tem por finalidade, apresentar ferramentas para gerar possibilidades de soluções, com objetivo de desenvolver novos produtos que atendam aos desejos e expectativas dos consumidores. Visto que atualmente os principais meios de diferenciação entre as empresas que buscam ganhar posição num ambiente cada vez mais competitivo está diretamente voltado à sua

capacidade de introduzir no mercado produtos e serviços, com conteúdo tecnológico e características de qualidade, desempenho, custo e distribuição que satisfaçam as exigências dos clientes. (FARIA, 2008).

Com intuito de inovar, empreendedores buscam novos ambientes para atuar, visando maior potencial de crescimento. Um segmento que tem altas expectativas e no qual investidores vem atuando é o mercado de bijuterias, pelo fato de ser um ramo com pouco tempo no pais e com um alto crescimento de consumidores independente de suas classes econômicas. Atualmente o segmento de produção de acessórios vem tendo uma crescente, no qual há o surgimento de novas ideias e conceitos, além da utilização de novos materiais. Por ser um setor bem competitivo, os produtos ofertados pelas empresas atuantes, devem atingir elevados índices de qualidade, ser identificável e corresponder a um mercado consumidor sempre gradativo e rigoroso.

Aplicado em um projeto durante a graduação no Centro universitário de Jaguariúna - UNIFAJ, localizada na região metropolitana de Campinas (RMC), a aproximadamente 130Km de São Paulo Capital–SP, no curso de Projeto de Desenvolvimento de Produto. Foi desenvolvido um produto de acordo com os desejos dos consumidores, para ser entregue durante o evento semestral do Curso de Engenharia de Produção (Production Day).

Este artigo tem como objetivo apresentar de forma clara e simples a elaboração de um novo produto com baixa complexidade, evidenciando cada etapa do projeto. O produto abordado foi uma pulseira. Para tal, se fez uso da metodologia de projetos, explorando o uso das ferramentas Desdobramento da Função Qualidade(QFD) e a Matriz Morfológica. Sendo assim possível demonstrar de forma categórica o sucesso perante as necessidades de uma empresa, referente ao processo de produção e transformação de ideias para aplicabilidade em projetos.

REVISAO DE LITERATURA

Visto que em mercados altamente criteriosos, disputados e internacionalizados, empresas buscam distinguir-se, elevando sua capacidade de agregar valor, seus meios de inovação e até mesmo economia de seus diversos produtos e serviços (Moraes, 1997).

Uma forma de diferenciação que empresas tem buscado, é elevar a variedade de produtos disponíveis, deste modo optando cada vez mais por novas técnicas de criação. O processo de desenvolvimento de novos produtos é abrangente, constituído por princípios formais, tendo como fundamento metodologias de projeto, nas quais coordenam o trabalho de produção apropriadamente BASSETO (2004, apud PLENTZ, 2012, p.18).

Segundo Geschka (1983) o planejamento e o desenvolvimento do projeto reúnem uma série de elementos que demandam soluções criativas. Conforme expresso pelo auto, ao organizar estes elementos é possível classificar e adicionar novas ideias que possivelmente tragam melhoria, deste modo os contratempos encontrados no decorrer do projeto poderão ser resolvidos de forma organizada, fazendo uso de técnicas de criatividade.

Para que a criatividade seja um elemento constante no desenvolvimento de todas as fases da atividade, o uso de ferramentas metodológicas se mostra uma excelente opção, pois com elas é possível gerar inúmeras soluções criativas no momento e local exato na quais são necessárias (ALVES et al., 2007).

Diante de várias ferramentas disponíveis, se encontra a Matriz Morfológico, que proporciona o desenvolvimento de um produto ou serviço de forma clara, evidente e protegido. Com sua utilização é possível propor inúmeras soluções para desenvolvimento ou aperfeiçoamento de um projeto, fazendo com que sua melhor solução seja escolhida levando em conta fatores como recursos, demandas ou possíveis outros fatores relevantes (RODRIGUES,2017).

Segundo PINTO (2013) um fator considerável que proporciona a aceitação de um determinado serviço ou produto no mercado está relacionado à qualidade. No qual para se obter sucesso, determinado produto deve ser agradável a todos, um determinado nível de funcionalidade, possuir um *shelf life* adequado, ter uma finalidade e atende-la conforme proposto pelo consumidor. Um método que permite expor essas circunstancias é o Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

Segundo TOLEDO *et al.* (2013, apud GALVAO, 2017, p.7) o Desdobramento da Função Qualidade, é uma ferramenta que permite ofertar, configurar e gerar um bem ou serviço a partir das vontades e necessidades dos consumidores, tal como pode ser utilizado para solucionar possíveis adversidades percebido no ambiente empresarial.

A execução do Desdobramento da Função Qualidade não possui um método único de aplicabilidade, a diversas propostas de como executa-lo e neste artigo será desenvolvido o modelo proposto de Don Clausing, no qual são necessários os seguintes elementos, Clausing (1993, apud DELGADO, 2009, p.109):

a) Ouvir a Voz do Consumidor;
b) Determinar os Requisitos de Projeto;
c) Relacionar Voz do Consumidor x Requisitos de Projeto;
d) A percepção do consumidor;
e) Avaliação dos competidores;
f) Correlação dos Requisitos de Projeto;
g) Planejamento;
h) Determinação das Metas.

METODOLOGIA

A pesquisa cientifica sobre a inserção das ferramentas no desenvolvimento de um novo produto tem abordagem exploratória e qualitativa. Para que fosse possível este estudo, foi realizada uma intensa pesquisa relacionando os conceitos teóricos sobre o processo de desenvolvimento de produtos, tornando visível quais aspectos seriam abordados, ao longo do projeto.

Após elaborado as etapas do projeto e ferramentas a serem utilizadas, iniciou-se uma pesquisa de campo, visando evidenciar as necessidades e desejos dos consumidores, a fim de identificar possibilidades diversas no quesito de aperfeiçoamento de produto, redução de tempo em desenvolvimento, melhor qualidade do produto e minimização de seus custos.

Posteriormente a coleta de dados e analise da demanda, realizou-se o aperfeiçoamento dos dados por meio da utilização da metodologia Desdobramento da Função Qualidade, com o intuito de estruturar todos os pontos relevantes para o estudo, afim de serem aplicados na matriz morfológica, para que assim fosse possível identificar inovações para o produto em questão

DESENVOLVIMENTO

O estudo, como anteriormente citado, tem como objetivo gerar o maior número de possíveis soluções para criação de novos produtos/serviços de forma gráfica e de fácil interpretação no desenvolvimento de novos produtos, e

destacar as que apresentam os melhores resultados perante aos requisitos do consumidor.

Fazendo-se uso da metodologia que empresas de porte mundial têm utilizado, chamada de Desdobramento da Função Qualidade(QFD), que tem por finalidade orientar o processo e o andamento das tarefas que envolvem desde a elaboração até a aplicação do produto no mercado, garantindo a modificação das necessidades e desejos dos clientes em produtos que realmente os satisfaçam.

Segundo LEVITT (1991, apud HEGEDUS, 2000, p.19) “Como todas as estratégias de negócios dependem firmemente dos clientes, faz sentido ser explícito a respeito daquilo que é necessário para atrai-los e mantê-los”. Para tal tornou-se necessário a realização de uma pesquisa de mercado, através de entrevistas e questionários com o público, para que seja possível extrair a Voz do consumidor (VOC) visando entender as características do seu real desejo.

Após expor a VOC, próximo passo foi aplicação de requisitos do projeto, com o intuito de mensurar e transcrever para requisitos de engenharia, as exigências dos clientes. Sendo assim possível formular o corpo da matriz estabelecendo uma relação entre a VOC e Requisitos de projeto. Tendo como base símbolos para determinar a relação entre ambos, foi possível investigar de forma qualitativa a correlação entre eles.

Partindo para a fase de avaliação de mercado, onde englobam as fases de percepção do consumidor juntamente com a avaliação dos competidores, foi levantado um comparativo entre quatro diferentes empresas, que participam do mesmo mercado competitivo. De modo a atribuir notas aos produtos de cada empresa, com finalidade de perceber como cada organização está disposta aos olhos dos clientes. Segundo LOZANO (2010) os gestores que fazem uma análise de mercado têm melhor visão para adequar seus procedimentos internos e externos no gerenciamento de seus planos de forma melhorar as tomadas de decisões.

Ao finalizar as etapas anteriores prosseguiu com a implementação da correlação dos requisitos do projeto, com finalidade de estabelecer inter-relacionamento das caraterísticas da qualidade e o grau de dependência entre elas.

Tendo como base os passos expostos por Don Clausing, se fez possível montar o QFD de modo a preencher todos os critérios de avaliação da ferramenta, para tornar visível quais requisitos tem maior importância na visão do cliente e assim como as metas a serem atingidas para obtenção do melhor resultado. Figura 1, expõe o modelo desenvolvido, deixando visualmente claro como a ferramenta auxilia no desenvolvimento do projeto.

Após levantamento de todas as informações pertinentes a construção do produto, utilizou-se a ferramenta metodológica Matriz Morfológica, com intuito de desenvolver múltiplas soluções para ser levadas em conta na criação da pulseira.

Considerando-se que a Matriz Morfológica possibilita organizar e analisar de forma criativa todas as combinações dos elementos que constituem problemas multidimensionais, com finalidade de gerar o maior número de ideias, para tal foi necessário explorar todos os requisitos para confecção da pulseira. Extraída da VOC mostrou-se que para sua construção é necessários 8 parâmetros.

Diante aos parâmetros estabelecidos, iniciou-se uma pesquisa para levantamento dos materiais que estão disponíveis atualmente, com intuído de inserir todos os componentes responsáveis para concluir cada função de sua criação.

Após concluir as atividades de construção de parâmetros e materiais necessários, tornou-se possível a criação da Matriz Morfológica, de modo a deixar visualmente fácil de assimilar cada solução em relação a seus parâmetros, assim como explorar novos meios de diferenciação do produto.

Para o produto estudado, utilizando-se desses requisitos de materiais na construção, foi gerado um total de 55.296 soluções, e desse total foram extraídas, as três com maior potencial de agradar o mercado. Os maiores anseios dos consumidores, foram que o produto fosse simples, leve, durável e de baixo custo, portanto a solução que atende a esses requisitos é a solução exposta na figura 2.

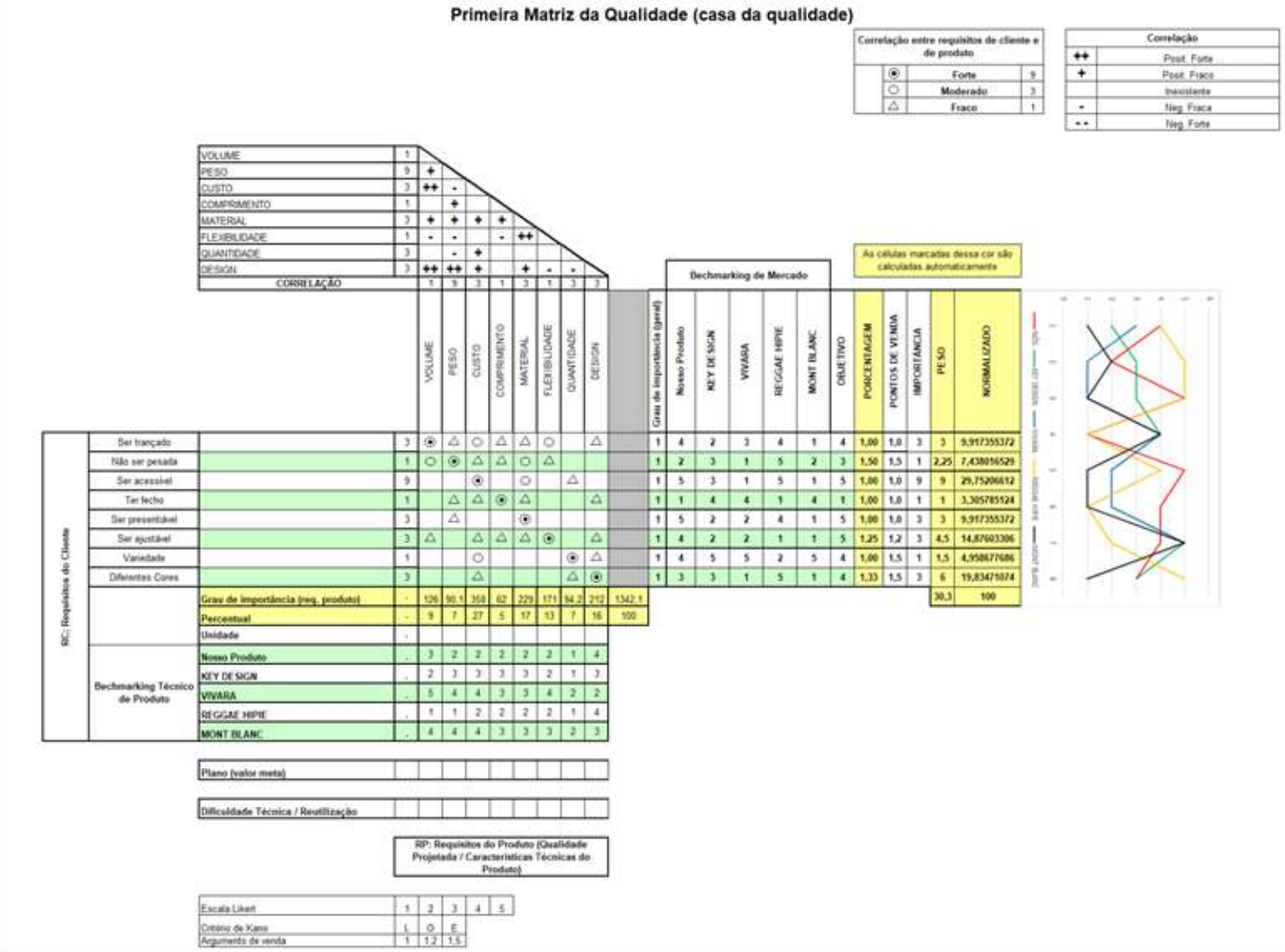


Figura 1 - Vista Geral Desdobramento da Função Qualidade

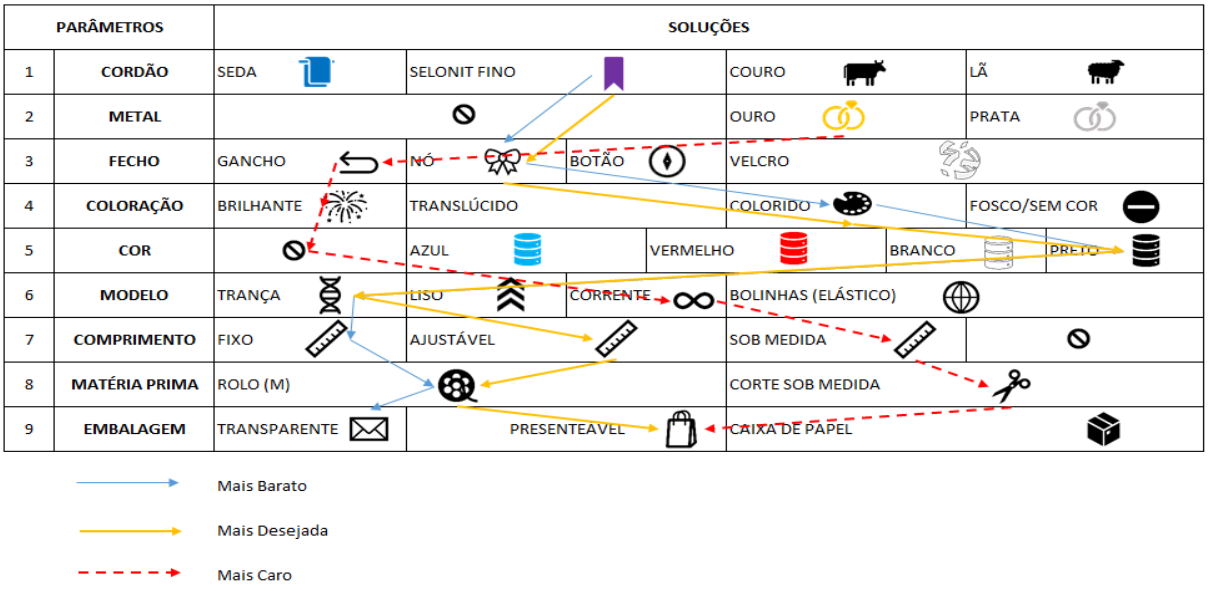


Figura 1 - Matriz Morfológica

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma pode-se dizer que o presente artigo teve seus objetivos alcançados independente da simplicidade do produto e das adversidades encontradas pelo caminho. Se fez possível expor de maneira lúdica e visual a importância de se fazer uso de metodologias na construção de um projeto, de modo a compreender o consumidor, transformar seus desejos e aspectos palpáveis, assim tornando possível gerar ideias a partir de uma necessidade ou oportunidade.

A utilização das ferramentas expostas neste trabalho teve grande importância para distinguir modelos inovadores e alternativos para a construção de uma pulseira, assim propondo um meio para atingir resultados qualitativos e até mesmo quantitativos por um método seguro, fácil e eficiente. Sendo possível expor de forma gráfica as diversas soluções e melhores condições que atenda os consumidores.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. D. A.; CAMPOS, F.; NEVES, A. Aplicação da técnica criativa "Brainstorming Clássico" na geração de alternativas na criação de games. **Departamento de Design** – UFPE, p.6, 2007.

BORGATTI, Ricardo N., Perspectivas da complexidade aplicadas a gestão de empresas. São Paulo: **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, 2008. 309 p. Tese (Doutorado).

DELGADO NETO, Geraldo G., Desenvolvimento e aplicação de um programa computacional, para abordagem sistemática de desenvolvimento de produtos e serviços, Campinas: **Faculdade de Engenharia Mecânica**, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 166 p. Tese (Doutorado).

DELGADO NETO, Geraldo G., Uma contribuição à metodologia de projeto para o desenvolvimento de jogos e brinquedos infantis. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas - **Faculdade de Engenharia Mecânica** 2005.

FARIA, Adriana Ferreira de; PINTO, A. C. A.; RIBEIRO, M. N.; MUGLIA, T. S. C.; RIBEIRO, J. P. C. Processo de desenvolvimento de novos produtos: uma experiência didática. In: XXVIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro. XVIII ENEGEP - **Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

GALVÃO, A. C. S.; XAVIER, E. R. C.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA FILHO, M. S.; SOUZA, R. M. Aplicação da Matriz QFD em uma Empresa de Pequeno Porte do Ramo Varejista. In: XXXVII **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2017, Joinville.

GESCHKA, Horst. Creativity techniques in product planning and development: a view from West Germany. **R&D Management**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 169, 1983.

HEGEDUS; C. E. N. A compreensão da percepção da qualidade pelo consumidor como base para definição de estratégias pelas empresas e suas cadeias de fornecimento. 2000. 183 f. Dissertação (Mestrado em engenharia) –**Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2000.

KANDA, Gisele Brandão; SOUZA, Rejane de Oliveira; HELD, Maria Sílvia Barros de. Matriz morfológica e biométrica: geração de alternativas em design. **Projética,** Londrina, v.9, n.1, p. 53-68, Jan./Jun. 2018.

KOTLER, PHILIP. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. 5. ed. São Paulo: **Atlas**, 1998;

Moraes, D. Limites do design. São Paulo: **Studio Nobel**, 1997.

PINHEIRO, Rogélio Carpes; VIARO, Felipe Schneider; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre. Aplicativo de Desdobramento das Funções da Qualidade (QFD) Utilizando Conceitos de Programação Orientada a Objetos. In: 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2019, Joinville. **Blucher Design Proceedings**. São Paulo: Editora Blucher, 2018. v. 6. p. 1928-1942.

PINTO, R. S.; FONTENELLE, M. A. M. Desdobramento da Função Qualidade - QFD no processo de desenvolvimento de produtos: Uma aplicação prática. In: ENEGEP,

2013, SALVADOR. Desdobramento da Função Qualidade - QFD no processo de desenvolvimento de produtos: **Uma aplicação prática**, 2013.

PLENTZ, Samuel Sebben. Taxonomia para técnicas criativas aplicadas ao processo de projeto. 2011. 130 f. Dissertação (Mestre em Design) – **Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2011.

PLENTZ, S. S.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. Uma Taxonomia para a Classificação de Técnicas Criativas Aplicadas ao Processo de Projeto. In: 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2012, São Luiz / MA. **Anais do P&D DESIGN 2012**, 2012.

RODRIGUES, Danielle Gonçalves. O quadro morfológico aplicado para o desenvolvimento de um equipamento para desinfecção da agua através da energia solar. **Revista Intellectus**, Jaguariúna, v.1, n.43, p.100-114, Out./Dez. 2017.

TREVISANI, Felipe Moreira. Desenvolvimento da voz do consumidor através da aplicação do QFD na criação de lixeira infantil para conscientização. **Revista Intellectus**, Jaguariúna, v.2, n.30, p. 25-40, Abril/Jun. 2015.

RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE GOIABA: APLICAÇÃO EM BARRAS DE CEREAIS COM ADIÇÃO DE ÓLEO DE CÁRTAMO

The waste of the Industrialization of guava: Application in cereal bar with addition of safflower oil

IBA, Ana Paula Baldovinotti;
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

DIAS, Letícia Lamas;
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

GONÇALVES, Michelle Cardoso.
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ

SILVA, Vera Sônia Nunes da
Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ
Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL

RESUMO: O crescimento das atividades agroindustriais tornou-se intensa nos últimos anos para atender a demanda por alimentos no Brasil, e com isso intensificou a quantidade de resíduos agroindustriais oriundas destes processamentos. Dentro deste cenário, a goiaba (*Psidium guajava* L.*)* se destaca por ser uma fruta muito utilizada pelas indústrias de alimentos, o que resulta em torno de 30 % de resíduos. Além disso, a vida moderna tem levado a população a buscar produtos práticos e saudáveis, dentre as opções disponíveis no mercado estão as barras de cereais. Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo produzir uma farinha com os resíduos de goiaba desidratados (FRGD) aplicando-a em barras de cereais. Adicionalmente, a gordura vegetal usada na formulação de barra de cereais foi substituída pelo óleo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L) rico em ω 6 e ω 9 com a finalidade de atribuir ao produto qualidade nutricional. A FRGD apresentou elevado teor de fibra alimentar (65 %). Na avaliação sensorial das barras de cereais, somente o atributo textura da formulação com 5 % de FRGD (F5) apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) comparado a formulação padrão (FP). Os resíduos da industrialização da goiaba, desde que sejam sanitizados adequadamente podem ser utilizados como ingredientes para incrementar o conteúdo de fibras em alimentos. Além disso, o óleo de cártamo elevou os níveis de ácidos graxos poli-insaturados (ω 6 e ω 9) em 43 % e 81 % nas barras de cereais com 5 % e 10 % de FRGD em relação a barra de cereais padrão, sem afetar a qualidade sensorial do produto.

Palavras-chaves: resíduos de goiaba; óleo de cártamo; barra de cereais.

Abstract: The growth of agro-industrial has become intense in recent years to meet the demand for food in Brazil and with that, it has intensified the amount of agro-industrial waste resulting from these processes. Within this scenario, guava (*Psidium guajava* L.*)* stands out as a fruit widely used by the food industry, which results in around 30 % of waste. In addition, modern life has led the population to seek practical and healthy products, among the options available in the market are the cereal bars. The objective of this work was to produce a flour with

dehydrated guava residues (DGRF) and applying it to cereal bars. In addition, the vegetable fat used in the cereal bar formulation was replaced by safflower oil (*Carthamus tinctorius* L.) rich in ω 6 e ω 9 to attribute nutritional quality to the product. The DGRF presented high food fiber content (65 %). In the sensory evaluation of the cereal bars, only the texture attribute of the formulation with 5 % (F5) of DGRF presented statistical difference ($p < 0,05$) compared to the standard formulation (SF). Residues from guava industrialization, if properly sanitized can it used as ingredients to increase the fiber content in foods. In addition, safflower oil raised the levels of polyunsaturated fatty acids (ω 6 e ω 9) by 43 % and 81 % in the bars of cereals with 5 % and 10 % of DGRF, without affecting the sensorial quality of the product.

Key-words: guava waste; safflower oil; cereal bar.

INTRODUÇÃO

Para atender a demanda por alimentos no Brasil, a atividade agroindustrial tornou-se cada vez mais necessária, e com isso intensificou a quantidade de resíduos agroindustriais gerados pelas indústrias de alimentos, os quais ainda são poucos aproveitados. Quando descartados na natureza de maneira inadequada tornam-se potenciais poluentes ao meio ambiente, sendo necessário buscar alternativas para a utilização desses resíduos.

A maior parcela destes resíduos é proveniente de frutas e vegetais, como as cascas e sementes que podem ser utilizadas como recursos alternativos para a alimentação humana como excelentes fontes naturais de fibras alimentares.

No Brasil, as frutas mais processadas são laranja, manga, banana, maracujá e a goiaba. A goiaba, cuja espécie é *a Psidium guajava* L., pode ser encontrada em todo o Brasil por ser uma fruta nativa da América Latina. Ela pode ser apreciada tanto em sua forma *in natura* como na forma de sucos naturais, concentrados e doces em conserva, além de ser rica em vitamina C e licopeno, que exercem funções antioxidantes. Apresenta em sua composição ácidos, açúcares, pectinas e também, taninos, flavonoides e óleos essenciais (IHA et. al., 2008; NASCIMENTO et al., 2010), nutrientes que apresentam capacidade antioxidantes (taninos, flavonoides) e óleo essencial e a pectina utilizados como ingredientes em produtos farmacêuticos e alimentícios.

A goiaba é considerada uma das frutas de maior importância nas regiões subtropicais e tropicais, com sabor e aroma acentuados e agradáveis. O

consumo interno da fruta "*in natura*" está estimado em 300 g/habitante/ano, é processada pelas indústrias alimentícias, na forma de goiabada, geleias, pastas, fruta em calda, purê, alimentos para criança, base para bebidas, refrescos, sucos e xaropes (SEBRAE, 2016). Durante seu processamento pelas agroindústrias são coletadas cerca de 30 % de resíduos compostos por cascas e a sementes. Porém, muitos de seus atributos sensoriais e nutricionais ainda permanecem em seus resíduos, como por exemplo, fibra alimentar, nutriente importante para composição de dieta, responsável por prevenir alguns tipos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Desta forma, o aumento da preocupação com a saúde tem levado a população a dar mais atenção à alimentação como, por exemplo, a diminuição do consumo de gorduras saturadas e constante busca por produtos com características mais saudáveis. Para minimizar o impacto negativo causado à saúde devido ao baixo consumo de fibras o mercado passou a oferecer muitas opções, dentre elas estão as barras de cereais que continuam alavancando as indústrias do ramo alimentício, já que as indústrias e pesquisadores estão inovando esse produto com adição de proteína, prébiotico e probiótico (IZZO; NINESS, 2001; GOMES-RUFFI; CRUZ, 2011; RODRIGUES, 2013). É importante enfatizar também que estão sendo utilizados ingredientes singulares, como por exemplo, farinha de grilo para elevar o teor proteico do produto final (DUARTE, 2017).

As barras de cereais foram introduzidas no Brasil na década de 90 como uma alternativa "saudável" de confeito, época em que os consumidores passaram a se interessar em saúde e dietas (FREITAS & MORETTI, 2006). O consumo de barra de cereais está se tornando cada vez mais uma boa opção para quem busca praticidade e qualidade nutricional. E são inovadas a cada ano, com inclusões de novos ingredientes, como por exemplo, inclusões de diversas variedades de castanhas e sementes ricas em ácidos graxos poli-insaturados.

Os ácidos graxos poli-insaturados podem ser encontrados também no óleo extraído das sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), no qual predominam ácidos graxos do tipo mono e poliinsaturados, composto principalmente pelo ácido oleico (20 a 30 %) e ácido linoleico (55 a 88 %), denominados de gorduras do tipo ω 6 e ω 9. Além disso, este óleo é rico α-tocoferol, conhecido como potente antioxidante (SCHULZE et al., 2014).

Os teores de óleo nos grãos de cártamo podem chegar a um rendimento de 50 %, são considerados de ótima qualidade tanto para consumo humano como para produção de biodiesel (GERHARDT, 2014). Dentre os diversos benefícios descritos na literatura em relação ao consumo do óleo de cártamo destacam-se a prevenção e o tratamento de hiperlipidemia, ou seja, redução nas concentrações de triglicerídeos, colesterol total e lipoproteína de baixa densidade - LDL, reduções das lesões ateroscleróticas, prevenindo as doenças cardíacas, hipertensão e estimulação do sistema imunológico (SCHULZE et al., 2014).

Portanto, a necessidade de promover um meio para diminuir o impacto ambiental provocado pelos processos de industrialização de alimentos, considerando também a necessidade de encontrar fontes alternativas de alimentos saudáveis aliados a praticidade oferecida pelas barras de cereais. Esta pesquisa teve como objetivo viabilizar tecnologicamente a obtenção de farinha com os resíduos provenientes do processamento da goiaba e utilizar essa farinha e o óleo de cártamo na elaboração de barras de cereais. No produto final foi avaliado as propriedades físico-químicas, sensoriais e a vida de prateleira por um período de 60 dias.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Goiabas *in natura* (*Psidium guajava L.*) adquiridas no supermercado da cidade de Campinas/SP; Flocos de arroz redondo (Kerry); Flocos de arroz longo (Kerry); Xarope de Glicose (Ingredion); Aveia em flocos (Natu's); Goiaba desidratada (Biomarket); Flocos de milho (Nestlé); Açúcar mascavo (Natu's); Polpa de goiaba (DeMarchi); Óleo de cártamo bruto (Pazze); Sal (Cisnei); Aroma natural de goiaba (Kerry).

MÉTODOS

ETAPA I - Processamento da farinha de resíduos de goiaba desidratados

Na Figura 1, estão apresentados os resíduos da goiaba antes e depois do processo de secagem em estufa de ventilação forçada e a farinha de resíduos de goiaba desidratados (FRGD).

Para extração da farinha foram utilizadas as goiabas vermelhas no início da maturação, e as mesmas foram submetidas a uma lavagem em água corrente para a retirada das maiores sujidades e imersas em solução de hipoclorito de sódio, numa concentração de 100 ppm durante 10 minutos e posteriormente foram enxaguadas para a remoção das impurezas e cloro residual.

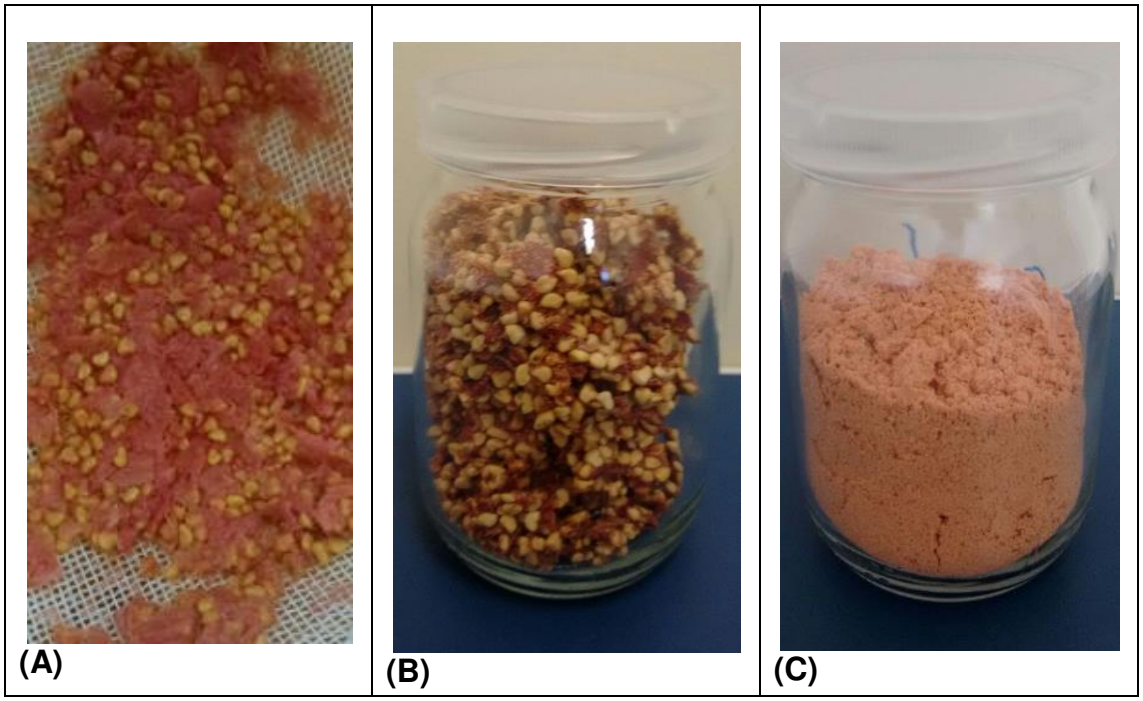


Figura 1. (A) Resíduos de goiaba antes da secagem, **(B)** Resíduos de goiaba após a secagem, **(C)** Farinha de resíduos de goiaba desidratados - FRGD.

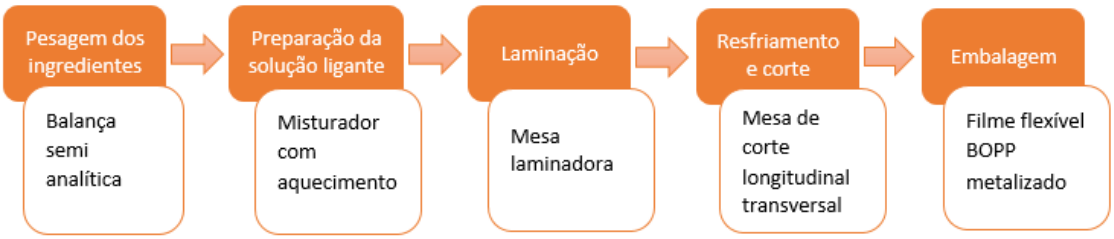
Fonte: arquivo pessoal

Após a etapa de higienização as goiabas foram descascadas e processadas em escala laboratorial para garantir a qualidade do produto final, e simulando a produção industrial do suco de goiaba, o suco extraído foi pasteurizado e reservado. As cascas foram descartadas, e os resíduos resultantes do processamento foram dispersos em bandejas e submetidas ao processo de secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 45 °C por 16 horas (*overnight*) e subsequentemente moídas para transformação em farinha de resíduos de goiaba desidratados (FRGD), essa farinha foi armazenada em recipientes de vidro e mantidas à temperatura de 5ºC, até o momento da produção das barras de cereais.

ETAPA II – Processamento das barras de cereais

As barras de cereais foram preparadas na planta piloto da Faculdade de Jaguariúna, de acordo com a Figura 2, baseado no estudo de Cunha et al. 2014. Na Figura 3, encontram-se as 3 formulações produzidas, a padrão (FP), com 5 % (F5) e 10 % (F10) de farinha de resíduos de goiaba desidratados (FRGD), conforme descrito na Tabela 1. O óleo de cártamo foi adicionado em todas as formulações para substituir a gordura vegetal.

Figura 2. Etapas do processo para obtenção das barras de cereais em escala piloto



Fonte: CUNHA et al., 2014

A primeira etapa consistiu na pesagem dos ingredientes secos e da solução ligante. A solução ligante foi aquecida (75 ºC), monitorada por um refratômetro até atingir 80 ºBrix e misturada aos ingredientes secos, após breve resfriamento a temperatura ambiente.

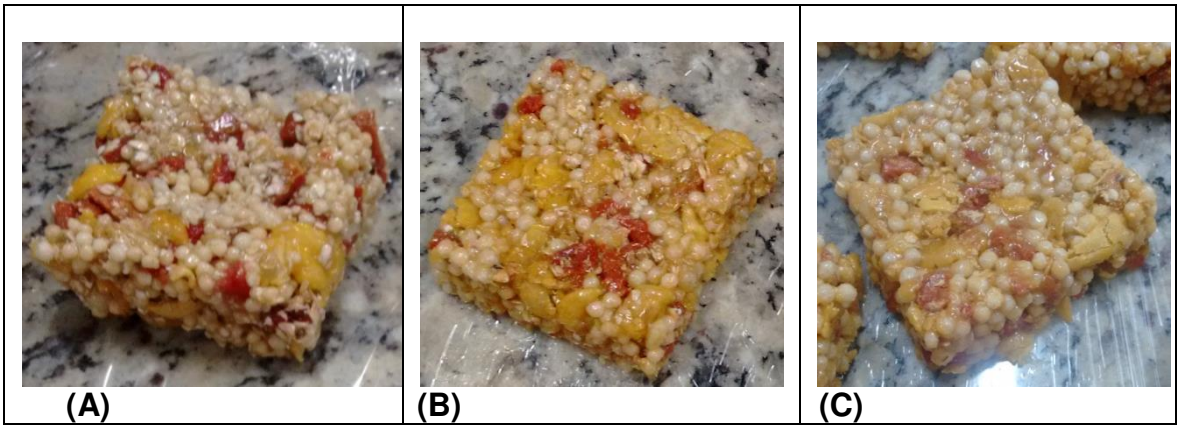
Tabela 1. Formulações das barras de cereais que foram empregadas no estudo

Ingredientes secos	**Quantidades (%)**		
	FP	**F5**	**F10**
Flocos de arroz (redondos)	11,0	11,0	11,0
Flocos de arroz (longo)	3,3	3,3	3,3
Goiaba desidratada	12,0	12,0	12,0
Farinha de goiaba	-	5,0	10,0
Flocos de milho	7,5	7,5	7,5
Aveia em flocos	16,2	11,2	6,2
Ingredientes Ligantes	**Quantidades (%)**		
Xarope de glicose	37,85		
Açúcar mascavo	2,50		
Polpa de goiaba	5,00		
Óleo de cártamo	4,00		
Sal	0,15		
Aroma natural de goiaba	0,50		

FP: Barra de Cereais padrão, **F5:** Barra de Cereais com 5 % de FRGD, **F10:** Barra de cereais com 10 % de FRGD. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.

Após a homogeneização, a massa foi distribuída em uma bancada, resfriada a temperatura ambiente, por um período médio de 20 minutos. Posteriormente foi cortada no tamanho de 9 cm x 3 cm x 1,5 cm, dando origem ao produto final equivalente a 30 g/unidade. As barras de cereais obtidas foram embaladas em filme laminado de polipropileno bi-orientado (BOPP) metalizado.

Figura 3. (A) Formulação FP: Barra Cereais padrão, **(B)** Formulação F5: Barra Cereais com 5 % de FRGD, **(C)** Formulação F10: Barra de cereais com 10 % de FRGD. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.



Fonte: arquivo pessoal

É importante ressaltar que o óleo de cártamo foi adicionado em todas as formulações na mesma proporção de 4 %, com o intuito de incorporar ácidos graxos essenciais e substituir a gordura vegetal que é um dos ingredientes geralmente utilizados em barras de cereais. As porcentagens para a aplicação do óleo de cártamo foram calculadas de acordo com a ingestão diária recomendada para as cápsulas de óleo de cártamo, equivalente a 2000 mg por dia, ou seja, duas cápsulas. Desta forma, as formulações das barras de cereais foram calculadas baseando na ingestão de 1000 mg (1 cápsula) para uma porção de 30 g, presumindo assim o consumo de 2 barras de cereais por dia.

ETAPA III – Avaliações Físico-químicas e Sensoriais

Análises físico-químicas

Para avaliação da composição química da matéria-prima e produto final, foram realizadas as análises de cinzas, lipídios, umidade e fibras alimentares de

acordo com os métodos da AOAC (LATIMER, 2012), proteína segundo IAL (ZENEBON, 2005), o carboidrato foi calculado por diferença e calorias segundo KALIL (1975); PASSMORE et al. (1975); USDA (1963). Para determinação da composição de ácidos graxos das matérias-primas (FRGD e óleo de cártamo) e das barras de cereais foi utilizado o cromatógrafo a gás CG (Varian), modelo 3900, equipado com detector por ionização de chama (FID), coluna (CP-Sil 88, 100 m x 0,25 mm - Agilent Technologies) de acordo com os métodos oficiais da AOCS e da AOAC (FIRESTONE, 2014; LATIMER, 2012).

Vida de Prateleira (*Shelf-life*)

As estabilidades das barras de cereais foram monitoradas através das análises de atividade de água (Aw), realizada em triplicata, utilizando o sensor de ponto de orvalho e temperatura da amostra de 25 ± 0,5 °C, em equipamento *Aqualab A*. A determinação do índice de acidez graxa (IAG) e ácidos graxos livres (AGL) foram determinadas de acordo com os métodos oficiais da AOCS e da AOAC (FIRESTONE, 2014; LATIMER, 2012), e os lipídios foram extraídos da amostra pelo emprego do método Bligh e Dyer (1959). O resultado final foi calculado considerando a IAG e AGL da amostra, que foi analisada no tempo inicial, 30 e 60 dias de estocagem, sob as condições de local seco, não exposto à luz e livre de intempéries.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada pelo método do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBON, 2005) com 60 provadores não treinados e recrutados pessoalmente, com faixa etária entre 20 a 55 anos e que gostavam de consumir não somente barra de cereais como também a fruta goiaba. O projeto foi submetido ao site da Plataforma Brasil, do Ministério da saúde e aprovado pela comissão nacional de ética em pesquisa – CONEP com número CAAE 59253416.5.0000.5409. A todos provadores foi apresentado o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, onde havia uma explicação sobre o projeto e o produto a ser avaliado.

Os voluntários que manifestaram interesse e consentimento participaram da avaliação sensorial. O teste foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos da Faculdade de Jaguariúna –

FAJ CAMPUS II. Utilizou-se o teste afetivo de aceitação, com escala hedônica estruturada de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo) para a avaliação da aceitabilidade do produto como um todo, aparência, cheiro, cor, textura, sabor.

Os provadores foram questionados também sobre gosto doce. Foi solicitado aos consumidores que indicassem, também a intenção de compra (5 = certamente compraria, 3 = talvez compraria/talvez não compraria e 1 = certamente não compraria). As amostras foram apresentadas de forma monádica sequencial em recipientes descartáveis e identificadas com códigos de três dígitos numéricos aleatórios. Com o objetivo de limpar o palato, foi disponibilizada aos julgadores água mineral natural, para uso antes e entre as amostras.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (PIMENTEL GOMES, 2009), para determinação da diferença significativa entre as médias (nível de significância de $p \leq 0,05$), utilizando o programa SAS – Statistical Analysis System (SAS, Cary, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização físico-química da matéria-prima

A composição centesimal da FRGD, conforme descrito na Tabela 2, apresentou elevados valores percentuais de fibra alimentar quando comparado ao percentual da aveia em flocos.

O teor de fibra foi decisivo para o desenvolvimento das outras duas formulações, F5 e F10. Foi possível, assim, a substituição de partes da aveia em flocos presentes nas barras de cereais pela FRGD. O teor de Lipídios foi bastante expressivo 10,6 %, portanto durante o desenvolvimento do estudo foi decidido avaliar o teor de ácidos graxos presentes na FRGD.

Tabela 2. Composição centesimal da FRGD expressa em base úmida e base seca

Determinações	FRGD	FRGD (base seca)	(AF)****
Umidade e Voláteis* (g/100g)	5,22 ± 0,08	-	-
Proteína* (g/100g)	8,30 ± 0,02	8,75	16,67
Lipídios totais* (g/100g)	10,57 ± 0,24	11,15	8,00
Cinzas* (g/100g)	1,40 ± 0,01	1,48	-
Fibra Alimentar Total* (g/100g)	64,50 ± 0,04	68,05	10,00
Carboidratos** (g/100g)	10,01	10,56	56,67
Calorias*** (kcal/100g)	168	177	363
Fibra Alimentar Solúvel* (g/100g)	1,50 ± 0,02	1,58	-
Fibra Alimentar Insolúvel* (g/100g)	63,00 ± 0,06	66,46	-

*Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. **Calculados por diferença: 100 – (proteína + umidade + Lipídios totais + cinzas + Fibra alimentar total). ***Calculada pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos multiplicado pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de Lipídios totais multiplicado pelo fator 9 (kcal/g). Fator de conversão de nitrogênio em proteína: (Nx5,75). **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados. **(AF)******: Aveia em flocos e os valores Informados na rotulagem nutricional do produto.

Composição em ácidos graxos das matérias-primas

Os resultados dos ácidos graxos presentes no óleo de cártamo (Tabela 3) apresentaram valores de saturados, monoinsaturados e poliinsaturados de 8,4 %; 63,5 % e 24 %; respectivamente. Os ácidos graxos encontrados em maior quantidade na farinha de resíduos de goiaba (Tabela 3) foram ácido oleico (C18:1 ω 9) com 1,0 3 % e o ácido linoleico (C18:2 ω 6) com teor de 7,7 %.

A aveia em flocos (TACO, 2011) apresenta praticamente na razão de 1:1, ou seja, valores similares de ácido oleico (C18:1 ω 9) e ácido linoleico (C18:2 ω 6) que foram equivalentes a 3,10 % e 2,95 %. Já o óleo de cártamo apresentou 63 % e 17,8 % de ácido oleico (C18:1 ω 9) e ácido linoleico (C18:2 ω 6) respectivamente, e 5,96 % de α linolênico (C18:3 ω 3 a).

Tabela 3. Composição em ácidos graxos da Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados, aveia em flocos e do óleo de cártamo.

Ácidos Graxos (g/100g)	**FRGD**	**AF**	**Óleo de Cártamo**
Mirístico (C14:0)	0,01	0,02	0,07
Palmítico (C16:0)	0,78	1,37	4,86
Palmitoleico (C16:1 ω 7)	ND<0,01*	ND<0,01*	0,27
Margárico (C17:0)	0,01	ND<0,01*	ND<0,01*
Esteárico (C18:0)	0,45	0,14	0,27
Oleico (C 18:1 ω 9)	1,02	3,10	63,03
Linoleico (C18:2 ω 6)	7,73	2,95	17,82
Araquídico (C 20:0)	ND<0,01*	ND<0,01*	0,44
α Linolênico (C18:3 ω 3 a)	ND<0,01*	0,06	5,96
Behênico (C 22:0)	ND<0,01*	ND<0,01*	0,33
Lignocérico (C 24:0)	ND<0,01*	ND<0,01*	0,21
Nervônico (24:1)	ND<0,01*	ND<0,01*	0,18
Ácidos graxos (g/100g)	**FRGD**	**AF**	**Óleo de Cártamo**
Saturado	1,31	1,50	8,35
Monoinsaturado	1,02	3,20	63,48
Poliinsaturado	7,78	3,00	23,78
Ômega 3	0,05	0,06	5,96
Ômega 6	7,73	2,95	17,82
Trans	ND<0,01*	ND<0,01*	ND<0,01*

Resultados expressos em grama de ácido graxos por 100 g de amostra. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados; **AF:** Aveia em flocos (TACO, 2011); óleo de Cártamo. *ND: Não Detectado, ω: ômega.

Caracterização centesimal das barras de cereais

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas das barras de cereais. Analisando as três formulações, constatou-se que não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as barras de cereais em relação ao teor proteico.

O teor de fibra alimentar foi superior (9,26 % e 12,87 %) nas formulações F5 e F10 em relação à formulação padrão (7,28 %), com uma diferença estatística ($p < 0,05$) entre os grupos. Considerando que a porção de barra de cereais é equivalente a 30 gramas, o teor de fibra alimentar para a F5 e F10 foi calculado em 2,8 e 3,9 gramas por porção, portanto todas se enquadram na RDC 54 (ANVISA, 2012), como alimento fonte de fibra, uma vez que a RDC 54

preconiza o mínimo de 2,5 g de fibra por porção de alimento para que o mesmo seja considerado fonte de fibra.

Tabela 4. Composição centesimal das barras de cereais.

Determinações	FP	F5	F10
Umidade e voláteis* (g/100g)	5,70 ± 0,03[c]	6,98 ± 0,01[b]	7,46 ± 0,10[a]
Proteína* (g/100g)	4,08 ± 0,09[a]	4,11 ± 0,10[a]	4,09 ± 0,02[a]
Lipídios totais* (g/100g)	4,27 ± 0,12[b]	5,83 ± 0,13[a]	6,12 ± 0,14[a]
Cinzas* (g/100g)	0,91 ± 0,01[b]	0,87 ± 0,00[b]	0,98 ± 0,01[a]
Fibra Alimentar Total* (g/100g)	7,28 ± 0,01[c]	9,26 ± 0,007[b]	12,87 ± 0,08[a]
Carboidratos** (g/100g)	77,76[a]	73,88[b]	68,48[c]
Calorias*** (kcal/100g)	366[a]	364[a]	345[b]

*Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. **Calculados por diferença: 100 – (proteína + umidade + Lipídios totais + cinzas + Fibra alimentar total). ***Calculada pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos multiplicado pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de Lipídios totais multiplicado pelo fator 9 (kcal/g). Fator de conversão de nitrogênio em proteína: (N x 5,75). Médias seguidas por uma mesma letra na mesma linha não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey *($p < 0,05$)*. **FP:** Barra Cereais padrão; **F5:** Barra Cereais com 5 % de FRGD; **F10:** Barra Cereais com 10 % de FRGD. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.

Em relação às gorduras totais, a formulação padrão apresentou teor de 4,27 %, com diferença estatística (*$p < 0,05$*) quando comparado às formulações F5 e F10, que obtiveram valores de 5,83 % e 6,12 %, respectivamente. Segundo a ANVISA (2012), de acordo com o ítem 5.1. da RDC 54/12, para um produto ser declarado com o atributo “baixo” teor de gorduras totais, deve haver no “máximo 3 g de gorduras totais” por 100 g, ou na porção e quando essas forem menores ou iguais a 30 g, a condição deve ser atendida em 50 g. Portanto, os teores de gorduras totais para a FP, F5 e F10 na porção de 30 g, foram calculados na condição de 50 g, e os valores correspondentes foram de 2,1; 2,9 e 3,0 gramas de gorduras totais para a FP, F5 e F10 respectivamente, assim todas as barras de cereais foram caracterizadas com “baixo teor de gorduras totais” de acordo com a RDC 54/12 (ANVISA, 2012).

Composição em ácidos graxos das barras de cereais

Na Tabela 5, observa-se que a F5 apresentou maior teor de ácidos graxos monoinsaturados (3,00 %), enquanto a F10 apresentou maiores teores

de ácidos graxos poli-insaturados (2,52 %), e estes valores já eram esperados uma vez que na F5 possui o dobro de flocos de aveia, o que contribuiu para o aumento dos monoinsaturados. Já na F10 a farinha de resíduos de goiaba contribuiu para elevar os teores de ácidos graxos poli-insaturados.

Tabela 5. Composição em ácidos graxos das barras de cereais.

Ácidos Graxos (g/100g)	**FP**	**F5**	**F10**
Palmítico (C16:0)	0,34	0,41	0,41
Esteárico (C18:0)	0,08	0,14	0,13
Oleico (C 18:1 ω 9)	2,27	3,00	2,79
Linoleico (C18:2 ω 6)	1,09	1,67	2,16
Alfa Linolênico (C18:3 ω 3 a)	0,29	0,32	0,36
Ácidos graxos (g/100g)	**FP**	**F5**	**F10**
Saturado	0,42	0,58	0,54
Monoinsaturado	2,27	3,00	2,79
Poliinsaturado	1,39	1,99	2,52
Ômega 3	0,29	0,32	0,36
Ômega 6	1,09	1,67	2,16
Trans	ND<0,01*	ND<0,01*	ND<0,01*

FP: Barra Cereais padrão; **F5**: Barra Cereais com 5 % de FRGD; **F10**: Barra Cereais com 10 % de FRGD. *ND: Não Detectado, ω: ômega. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.

De acordo com o ítem 5.1. da RDC 54/12 (ANVISA, 2012), para declarar o atributo “baixo” de gorduras saturadas, deve haver no “máximo de 1,5 g da soma de gorduras saturadas e trans” por 100 g, ou na porção e quando essas forem menores ou iguais a 30 g, a condição deve ser atendida em 50 g. Além de cumprir com as condições estabelecidas para os atributos “não contém” gorduras trans, e a energia proveniente da gordura saturada não deve ultrapassar 10% do valor energético total do alimento.

Portanto, os teores de gorduras saturadas para a FP, F5 e F10 na porção de 30 g, foram calculados na condição de 50 g, e os valores correspondentes foram de 0,21; 0,29 e 0,27 gramas de gorduras saturadas para a FP, F5 e F10 respectivamente. Não foi encontrado gordura trans, e a energia proveniente das gorduras saturadas foi inferior a 10% do valor energético total, deste modo todas

as barras de cereais foram caracterizadas como “baixo teor de gorduras saturadas” de acordo com a RDC 54/12 (ANVISA, 2012).

Análises das barras de cereais durante o armazenamento

Na Tabela 6 estão apresentados os dados do acompanhamento da vida de prateleira do produto baseado nos resultados das análises de atividade de água, índice acidez graxa e teor de ácidos graxos livres. A atividade de água (Aw) representa a água disponível no alimento capaz de facilitar as reações químicas e bioquímicas, sendo este um parâmetro determinante para avaliar a qualidade microbiológica do alimento (TROLLER, 1980).

Os resultados de Aw (Tabela 6) entre as amostras no tempo inicial do estudo apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) com valor maior para amostra padrão em relação a F5 e F10. Porém, todas as amostras em todos os tempos estudados apresentaram valores de Aw inferiores a 0,60. Mostrando que as barras de cereais permaneceram em ótimo estado de conservação no prazo de 60 dias de armazenamento, alcançando valores máximos de Aw 0,595; 0,593 e 0,569 para a FP, F5 e F10 respectivamente. Estes resultados foram corroborados por Correia (2015) que reportou que a maior parte dos microrganismos desenvolvem-se em alimentos com valores de Aw superiores a 0,70, e na maioria dos casos a produção de toxinas é inibida a valores de Aw inferiores a 0,90. Além disso, Ordoñez et al. (2005) revelaram que os fungos e bolores se desenvolvem em atividade de água entre 0,60 e 0,85. Portanto, valores de Aw inferiores a 0,60 não possibilitam a deterioração microbiana, pois não permitem crescimento de microrganismos, embora eles ainda possam sobreviver (TROLLER, 1980).

Tabela 6. Atividade de água, índice acidez graxa e teor de ácidos graxos livres das barras de cereais.

	Determinações	FP	F5	F10
Tempo Inicial	Aw	$0,552^{aC}$	$0,533^{bB}$	$0,534^{bC}$
	AGL (%)	$0,04\pm0,001^{aC}$	$0,03 \pm 0,001^{bC}$	$0,02 \pm 0,00^{cB}$
	IAG (mL KOH 0,1 N/100 g)	$1,40\pm0,02^{aC}$	$1,05\pm0,02^{bC}$	$0,76\pm0,01^{cC}$
T= 30 dias	Aw	$0,564^{aB}$	$0,538^{cB}$	$0,548^{bB}$
	AGL (%)	$0,06\pm0,00^{aB}$	$0,05\pm0,01^{aB}$	$0,03\pm0,00^{bB}$
	IAG (mL KOH 0,1 N/100 g)	$2,10\pm0,00^{aB}$	$1,76\pm0,02^{bB}$	$1,14\pm0,03^{cB}$
T= 60 dias	Aw	$0,595^{aA}$	$0,593^{aA}$	$0,569^{bA}$
	AGL (%)	$0,10\pm0,01^{aA}$	$0,05\pm0,00^{bA}$	$0,06\pm0,01^{cA}$
	IAG (mL KOH 0,1 N/100 g)	$3,50\pm0,03^{aA}$	$1,76\pm0,03^{bA}$	$2,10\pm0,02^{cA}$

Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na mesma linha e as seguidas por uma mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). **Aw:** atividade de água; **IAG**: Índice de Acidez Graxa; **AGL**: Ácidos Graxos Livres; **FP:** Formulação Padrão da Barra Cereais; **F5**: Formulação Barra Cereais com 5 % de FRGD; **F10**: Formulação Barra Cereais com 10 % de FRGD. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.

O índice de acidez é uma das ferramentas utilizadas para o monitoramento da conservação do óleo ou do produto que o contém, neste caso as barras de cereais contêm o óleo de cártamo, além da aveia e da farinha de resíduos de goiaba. Nestes ingredientes estão presentes frações lipídicas importantes, as quais podem promover a rancidez hidrolítica acompanhada pela formação de ácidos graxos livres no produto final.

O índice de acidez graxa (IAG) avaliado no início do estudo da vida de prateleira apresentou teores menores aos relatados por Colussi et al. (2013) em barras de cereais com aveia e linhaça dourada, que apresentaram valores de IAG no tempo inicial entre 2,28 e 10,40 mL KOH 0,1 N/100 g amostra. Os autores atribuíram o elevado IAG à aveia presente no produto, como já havia sido reportado no estudo de Peterson et al. (2001), que a aveia seria o ingrediente responsável pela elevação da acidez graxa em razão da rancidez hidrolítica provocada pela presença das enzimas lipoxigenase e lipase. Neste trabalho foi observado uma diminuição da acidez nas amostras com quantidades menores de aveia, porém serão necessários mais estudos para correlacionar tal evento.

Foi quantificado também conforme descrito em Tabela 6, o percentual de ácidos graxos livres (AGL) que foi calculado como ácido oleico, já que o ácido graxo predominante nas barras de cereais (Tabela 5) foi o ácido oleico.

Após 30 dias o IAG, assim como os AGL apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) em relação ao tempo inicial (representado pelas letras maiúsculas) demonstrando um aumento não muito expressivo de IAG assim como os AGL, porém os valores permaneceram baixos. Após 60 dias de armazenamento, as amostras apresentaram aumentos expressivos de IAG e AGL com diferenças estatísticas ($p < 0,05$), que provavelmente estão relacionados a diminuição da insaturação em função da hidrólise ocorrida durante o armazenamento. Contudo, pode ser afirmado que as barras de cereais não sofreram alterações prejudiciais durante o período de armazenamento de 30 e 60 dias, considerando que os maiores valores de AGL alcançados neste estudo foram de 0,10 %; 0,05 % e 0,06 % para a FP, F5 e F10, respectivamente, com Aw abaixo de 0,60 em todos os casos.

Análise sensorial das barras de cereais

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios dos atributos avaliados na análise sensorial para cada amostra. Os atributos aparência, aroma, cor e sabor não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras.

Tabela 7. Médias dos atributos avaliados no teste de aceitação (N=60), através do método sensorial afetivo de aceitação das amostras das barras de cereais**.**

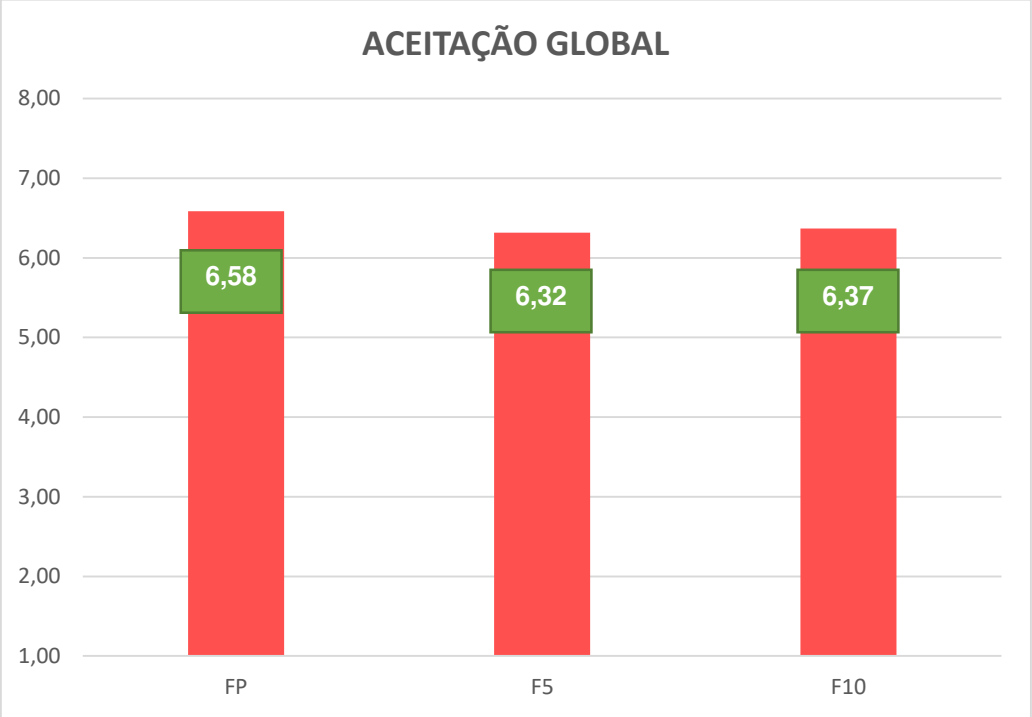
Atributos	Barra de Cereais			
	FP	F5	F10	DMS
Aparência	6,50ª	6,70ª	6,60ª	0,562
Aroma	6,27ª	6,25ª	6,12ª	0,500
Cor	6,70ª	6,77ª	6,62ª	0,620
Textura	7,27ª	6,60ᵇ	6,73ᵃᵇ	0,605
Sabor	6,55ª	6,28ª	6,25ª	0,630
Aceitação Global	6,58ª	6,32ª	6,37ª	0,672
Intenção de compra	3,73ª	3,48ª	3,65ª	0,369 ª

*Médias seguidas por uma mesma letra na mesma linha não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), **D.M.S.:** diferença mínima significativa. **FP:** Formulação padrão; **F5:** Formulação adicionada de 5 % de FRGD; **F10:** Formulação adicionada de 10 % de FRGD. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.

No atributo textura houve diferença significativa entre as amostras FP e F5, enquanto a F5 e F10 não apresentaram diferença significativa entre si. Todas as amostras foram comparadas ao valor de DMS (Diferença Mínima Significativa) em 5 %, e a letra (a) representativa ao maior valor.

Em relação à aceitação global do produto, na Tabela 7 e na Figura 4, estão apresentados os valores para cada formulação, pode-se concluir que as barras de cereais obtiveram uma média aceitável de acordo com classificação das notas estabelecidas. Porém a formulação padrão foi a mais aceita quando comparadas as outras duas formulações. Quanto à intenção de compra na escala estudada (5 = provavelmente compraria, 3 = talvez compraria/talvez não compraria e 1 = provavelmente não compraria), o teste não mostrou diferença significativa entre o Padrão e as formulações F5 e F10, que apresentaram médias situadas (Tabela 7) entre "talvez compraria/talvez não compraria" e "provavelmente compraria".

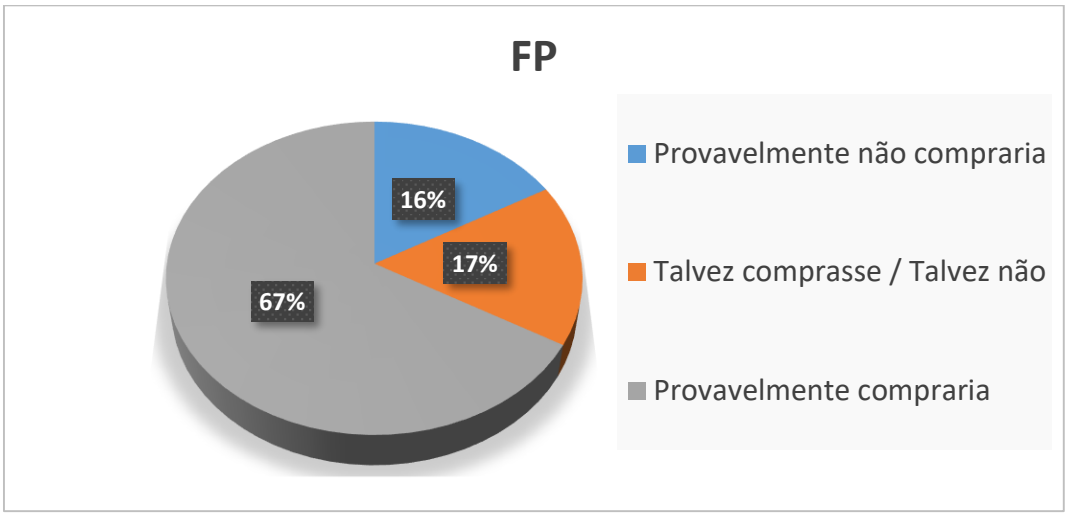
Figura 4. Gráfico de aceitação global das barras de cereais. **FP:** Formulação padrão; **F5:** Formulação adicionada de 5 % de FRGD; **F10:** Formulação adicionada de 10 % de FRGD. **FRGD:** Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados



Fonte: Elaborado pelo autor

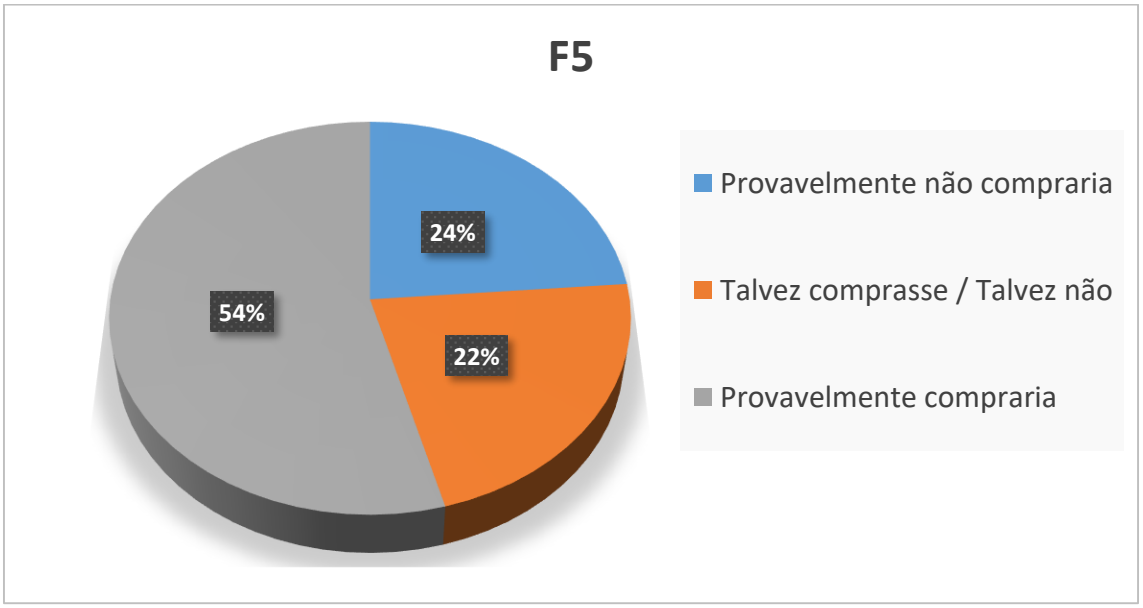
Os resultados médios obtidos na intenção de compra também podem ser analisados nas Figuras 5, 6 e 7. A formulação que apresentou maior intenção de compra foi a formulação FP com 67 % contra 54 % e 56 % para F5 e F10 respectivamente.

Figura 5. Gráfico de intenção de compra da formulação padrão (FP) da barra de cereais.



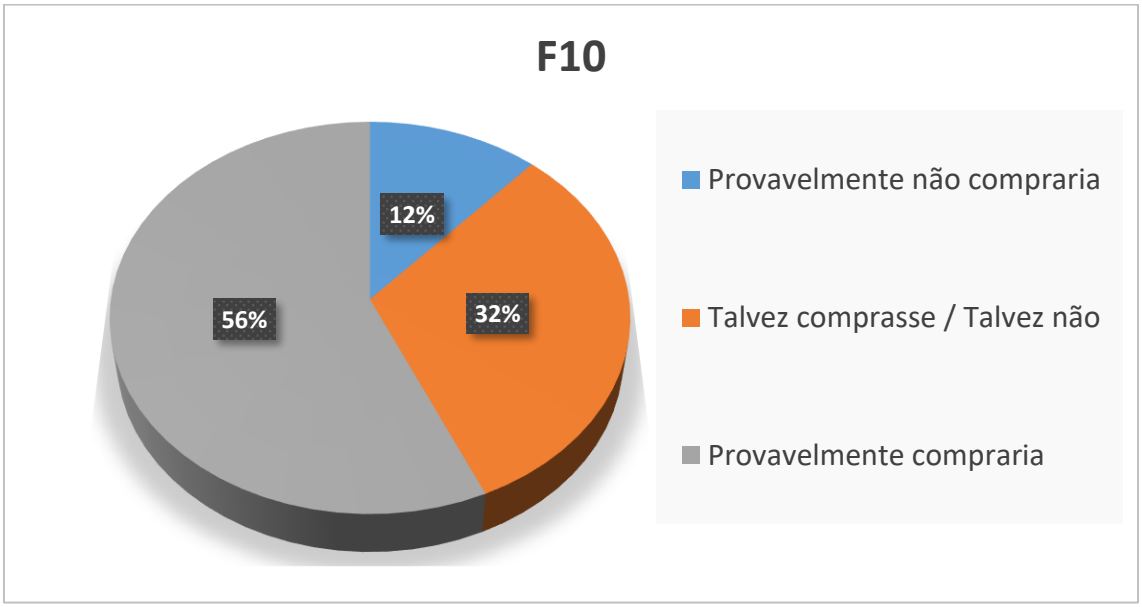
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6. Gráfico de intenção de compra da formulação (F5) da barra de cereais com 5 % de Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7. Gráfico de intenção de compra da formulação (F10) da barra de cereais com 10 % de Farinha de Resíduos de Goiaba Desidratados.



Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÃO

Foi possível obter barras de cereais com boa aceitação sensorial com a adição em até 10 % de farinha de resíduos de goiaba e 4 % de óleo de cártamo, além de resultar em produto rico em fibras e com bom aporte de ácidos graxos insaturados ω 9 e ω 6.

As características encontradas na farinha de resíduos de goiaba foram positivas, e demonstraram a importância da transformação dos resíduos provenientes da indústria de alimentos em novos ingredientes. Além de ser uma fonte alternativa para aproveitamento e utilização desses resíduos em escala industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico Mercosul Sobre Informação Nutricional Complementar. MERCOSUL, 13 nov. 2012.

BARROS FILHO, Antônio de Azevedo et al. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO,** 4ª edição revisada e ampliada. 2011.

BLIGH, E.C.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid. Extraction and Purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiologic.** v. 37, p. 911-917, 1959

COLUSSI, R.; BALDIN. F.; BIDUSKI, B.; NOELLO, C.; HARTMANN, V.; GUTKOSKI, L. C. Aceitabilidade e estabilidade físico-química de barras de cereais elaboradas à base de aveia e linhaça dourada. **Brazilian Journal of food technology**. v.6, n.4, p.292-300, out./dez. 2013.

CORREIA, J. L. Avaliação microbiológica de refeições servidas em Cantina Universitária. **Dissertação de Mestrado em Segurança Alimentar apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra**, 2015. Disponível em: https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/31045/1/Tese%20Jessica%20Correia.pdf Acesso em: 01/08/2018.CUNHA, C. R.; Cruz, C. L. C. V.; Duarte, D.; Souza. J. M. L.; Silva, V. S. N. **Barras de Cereais com Farinhas de Castanha-do-brasil e de Banana Verde**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 51, Embrapa Acre, 2014.

DUARTE, D. **"FAZENDEIROS DE INSETOS" FABRICAM BARRA DE CEREAL COM FARINHA DE GRILO**. Disponível em: https://revistapegn.globo.com/Banco-de-ideias/Alimentacao/noticia/2017/05/fazendeiros-de-insetos-fabricam-barra-de-cereal-com-farinha-de-grilo.html. Acesso em: 21/06/2018.

FIRESTONE, D. (Ed.). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 6th ed., 3rd printing, Urbana: AOCS, 2014. Met. Ca 5a-40.

FREITAS D.G.C.; MORETTI, R. H. **Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor proteico e vitamínico**. Ciênc. Tecn. Alim. v.26, n.2, p.318, 2006.

GERHARDT, I.F.S. DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE CÁRTAMO. **Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP** – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura). 2014

GOMES-RUFFI, C.R.; CRUZ, C.L.C.V**. Apostila do Curso de Tecnologia de Barras de Cereais**. Campinas: ITAL, 2011. 122 p.

IHA, M. S. et al. Estudo fitoquímico de goiaba (Psidium guajava L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética. **Brazilian Journal Pharmacognosy**, v. 18, n. 3, p. 387-393. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Químicos e Físicos para análise de alimentos: 415/IV Farinhas e produtos similares – **Determinação de acidez álcool-solúvel.** In coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: IMESP, 1. ed., 2008. p. 813- 814.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulation nutrition bars with inulin and oligofructose. **Cereal Food World**, v. 46, n.3, p. 102-106, 2001.

KALIL, A. C. Manual Básico de Nutrição. São Paulo: Instituto de Saúde, 1975.

LATIMER Jr., G. W. (Ed.) **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**.19th Ed. 2012. Gaithersburg, Maryland, AOAC, 2012.

NASCIMENTO, Rosilda Josefa do; ARAÚJO, Cristiane Rodrigues de; MELO, Enayde de Almeida. Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba

(psidium guajava l.). **Alimentos e Nutrição,** Araraquara, v. 21, n. 2, p.209-2016, jun. 2010. Trimestral.

ORDOÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos**. Tradução: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, p.25-31; 201-203. 2005.

PASSMORE, R.; NICOL, B. M.; RAO, M. N. **Manual sobre necessidades nutricionales del hombre**. Ginebre: OMS, 1975

PETERSON, D. M., EMMONS, C. L., HIBBS, A. H. Phenolic antioxidants and antioxidant activity in pearling fractions of oat groats. **Journal of Cereal Science**, London, v. 33, n. 1, p. 97-103, 2001.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15ªed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

RODRIGUES, C. S. **DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE CEREAIS COM INGREDIENTES PREBIÓTICOS E PROBIÓTICO**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos para a obtenção do título de Mestra em Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2013.

SAS INSTITUTE INC. SAS **Use's Guide**. Cary: SAS Institute Inc, 1028p. 1983.

SCHULZE, B.N.; SCHULTZ, C.; ULBRICH, A.Z.; BERTIN, R.L. **Efeito da Suplementação de Óleo de Cártamo sobre o Perfil Antropométrico e Lipídico de Mulheres com Excesso de Peso Praticantes de Exercício Físico**. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, Volume 18 Suplemento 4 Páginas 89-96 2014**.**

SEBRAE. **O cultivo e o mercado da goiaba.** Disponível em: http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-goiaba,d3aa9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD**.** Acesso em: 20/06/2018.

TROLLER, J. A. Influence of water activity on microorganisms in foods. **Food Technology**, Chicago, v. 34, p. 76-82, 1980.

UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. **Composition of Foods.** Washington: USDA, 1963

ZENEBON, O.; PASCUET, NEXUS S. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA. São Paulo: IAL, 2005.

SOBRE OS AUTORES:

Ana Paula Baldovinotti IBA
Aluna do curso de Engenharia de Alimentos do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ.

Letícia Lamas DIAS
Aluna do curso de Engenharia de Alimentos do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ.

Michelle Cardoso GONÇALVES
Aluna do curso de Engenharia de Alimentos do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ.

Profa. Dra. Vera Sônia NUNES DA SILVA
Doutora em Alimentos e Nutrição e Mestra em Ciência da Nutrição Aplicada a Tecnologia de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP e Graduada em Química pela Universidade Metodista de Piracicaba. Professora do curso de Engenharia de Alimentos do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ. e-mail: nunesdasilva.verasonia@gmail.com e Pesquisadora contratada pelo Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos – CCQA do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL. e-mail: vera.silva@ital.sp.gov.br

Agradecimentos:
Ao Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ pela oportunidade de desenvolver o projeto de pesquisa.
Ao Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos – CCQA do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, pelas análises de fibra alimentar e ácidos graxos.
A Empresa Kerry do Brasil pelas análises de atividade de água (Aw).

DESENVOLVIMENTO DE *E-BOOK* SOBRE METODOLOGIA DO DESIGN ERGONÔMICO E DE PROJETO

E-Book Development Of Ergonomic Design And Design's Methodology

NETO, Geraldo G. Delgado
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

SILVA, Janini de Oliveira Dias
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

RESUMO: Neste trabalho é proposto um estudo que tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade da metodologia do design ergonômico e metodologia de projeto, para segmentos de desenvolvimento de produtos. A criação de novos produtos implica em uma elevada probabilidade de insucesso. Técnicas que permitam reduzir o tempo de desenvolvimento de projeto, com maior eficiência e que sejam sistematizadas são altamente indicadas, para projeto e melhorias de produtos e serviços. Neste contexto, a metodologia do design ergonômico e metodologia de projeto apresenta uma série de ferramentas e técnicas que podem nortear os objetivos desejados. A metodologia do design ergonômico e de projeto será utilizada no desenvolvimento de novos produtos, através de um roteiro comum que contemple as metodologias e procedimentos de boas práticas de projeto. Dessa forma, será possível apresentar e avaliar esse processo sistemático, com os usuários apoiados pelo método que certamente poderão difundir a importância da metodologia do design ergonômico e do projeto no desenvolvimento de produtos. Como resultado deste trabalho será apresentado uma proposta de metodologia, na qual são apresentadas as etapas do design ergonômico e de projeto para o desenvolvimento de produto com uma linguagem mais acessível e evidenciando a utilidade da metodologia para melhorar a qualidade da vida humana por meio do entendimento e predição da interação entre o homem e seus dispositivos tecnológicos.

Palavras Chave: Design Ergonômico, Metodologia de Projeto, Projeto de Design

ABSTRACT: In this work a study is proposed that aims to demonstrate the applicability of ergonomic design methodology and design methodology to product development segments. The creation of new products implies a high probability of failure. Techniques that allow to reduce the time of development of project, with greater efficiency and that are systematized are highly indicated, for design and improvements of products and services. In this context, the methodology of ergonomic design and design methodology presents a series of tools and techniques that can guide the desired objectives. The methodology of ergonomic design and design will be used in the development of new products, through a common roadmap that contemplates the methodologies and procedures of good project practices. In this way, it will be possible to present and evaluate this systematic process, with the users supported by the method that can certainly spread the importance of ergonomic design methodology and design in product development. As a result of this work will be presented a methodology proposal, which presents the steps of ergonomic design and design for product development with a more accessible language and demonstrating the

usefulness of the methodology to improve the quality of human life through understanding and prediction of the interaction between man and his technological devices.

Key-Words: Ergonomic Design, Design Methodology, Design Design

INTRODUÇÃO

A acirrada concorrência no mundo empresarial provoca instabilidades e mudanças nos mais diversos setores. Por decorrência desta condição surgem novas necessidades de mudanças nas operações e nas atividades dos negócios. Desta forma, tanto o ambiente interno como o externo, assim como as exigências governamentais se tornam influência no desenvolvimento das empresas e em projetos ao longo do tempo.

Neste ambiente competitivo e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos tem se tornado o principal foco de competição industrial internacional em busca de mercados consumidores sofisticados, e que tentam acompanhar as evoluções tecnológicas (Machado, 1997).

A missão de uma equipe de desenvolvimento de novos produtos é encontrar soluções para os problemas e necessidades do mercado. Para tanto, esta equipe deve ter um grande conhecimento interdisciplinar, ideias e talentos para determinar as características técnicas, ergonômicas, econômicas e ecológicas do produto perante o fabricante e o usuário. As soluções precisam atender aos objetivos pré-determinados. Esclarecidos os problemas estes são transformados em sub-tarefas concretas que a equipe terá pela frente durante o processo de desenvolvimento do produto (Pah *et. al*, 2005).

A indústria brasileira ainda não apresenta um caminho bem definido na área de desenvolvimento de projetos de produtos. O que muito se vê nesta área é a tropicalização de produtos, através da execução de cópias, projetos similares, adaptados, com substituição, e a isto se denomina erroneamente de desenvolvimento de novos produtos (Leite, 2007).

A ideia de desenvolvimento de produto na indústria brasileira surgiu principalmente na era de Getúlio Vargas e de Juscelino Kubitschek, em que a principal proposta e palavra de ordem eram o desenvolvimentismo, trazendo produtos do mercado externo para serem fabricados no País. A consequência disto foi a negligência de metodologias de projeto, pois para os engenheiros da

época havia o conforto do fazer intuitivo, em face ao fazer sistematicamente. Outra causa para essa falha no conhecimento na área de projetos e o atraso das áreas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) era a necessidade e ambição de retorno rápido dos investimentos, em geral de curto prazo.

A partir da década de 80, com o lançamento da primeira obra literária brasileira sobre metodologia de projetos, do autor Nelson Back, ocorrem estímulos a pesquisadores e universidades sobre o tema. Desde então, universidades, equipes e centros de pesquisa vem introduzindo a cultura e a filosofia do projeto no meio acadêmico e industrial.

Atualmente, no Brasil, verifica-se que esta mudança de ponto de vista sobre projetos tem trazido bons resultados, em especial em alguns segmentos do mercado nacional, especialistas em suas áreas de atuação. Um exemplo de sucesso é a Petrobrás que para atender a sua demanda específica perceberam a necessidade de desenvolver um departamento de P&D e várias parcerias com universidades e centros de pesquisa. Um ponto importante a ser observado é o valor das lições aprendidas, através de um levantamento histórico e pesquisa para desenvolvimentos “tropicalizados” e evitar cometer erros repetidos ao longo da história industrial do país.

Outro ponto importante a destacar é o de que em países em desenvolvimento, às vezes faltam condições necessárias para o melhor desenvolvimento de produtos, como por exemplo, investimentos e infraestrutura de pesquisa, condições tecnológicas e sociais. Com isso há uma maior facilidade de se trabalhar com adaptações e melhorias do produto, e o desenvolvimento dos produtos ocorre nos países com centros de desenvolvimento próprio. Dessa forma, nos países com extensão das empresas matrizes ocorre a transferência internacional de tecnologia (Caminada Netto, 2006).

Neste contexto esta proposta de pesquisa pretende apresentar um veículo sobre o desenvolvimento de produto aplicando metodologia de design ergonômico e projeto com linguagem mais acessível, para diferentes perfis e formação dos membros de equipes multidisciplinares que aplicará o método no seu desenvolvimento de produto, sem a pretensão de ser uma metodologia única, completa ou acabada. Ela procura ser simples, segura e inequívoca, auxilia no desenvolvimento do produto e buscando ampliar e evoluir a metodologia de design ergonomia sem perder o foco na interação entre o homem

e seus dispositivos tecnológicos. O objetivo é fornecer uma visão ao designer, de técnicas e ferramentas para o produto na fase de viabilidade física e econômica e conceitual, estas etapas são fundamentais para as etapas posteriores do desenvolvimento do produto: projeto preliminar e projeto detalhado.

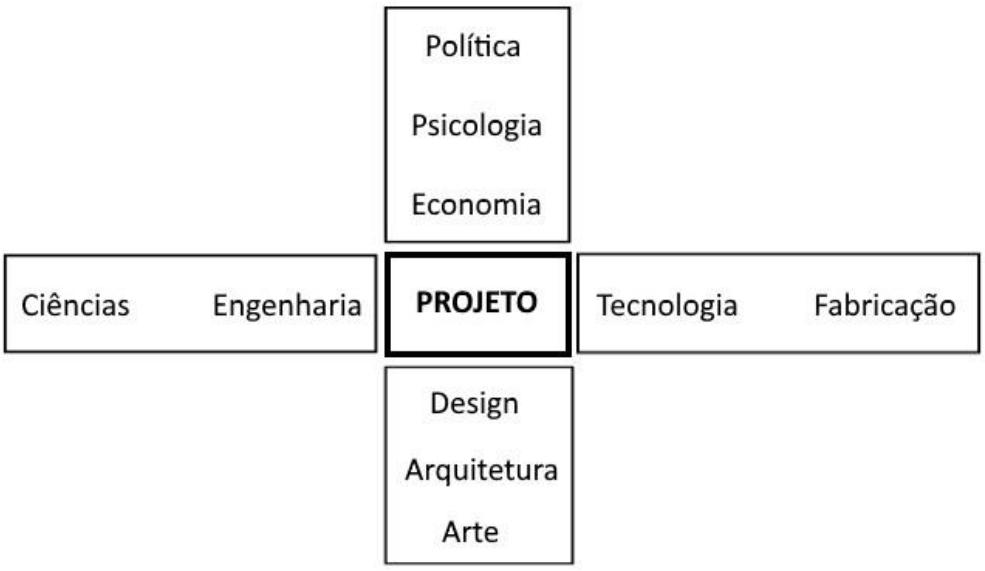
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem inúmeras definições sobre projeto, que mostram como é ampla a conceituação do "ato de projetar". Cada autor ou pensador tem sua definição ótima a respeito. Como descrito por Ertas e Jones (1993), design é o processo de desenvolver um sistema /componente, ou processo, de forma a atender determinadas necessidades.

É um processo de decisão - muitas vezes interativo - no qual as ciências básicas - matemática e ciências da engenharia - são aplicadas para converter recursos otimizados para o atendimento de um objetivo primário.

Esta atividade apresenta inúmeros aspectos, podendo ser descrita sob diferentes pontos de vista. Pahl *et al* (2005), situam o projeto no centro de influências interferentes da vida cultural e técnica da sociedade moderna, conforme figura 1.

Figura 1 – Atividade de projeto como interseção das atividades cultural e tecnológica (Pah et. al, 2005).



Fonte: Os autores

Com as novas equipes multidisciplinares de projeto devem usar uma forma de se comunicar de forma clara, simples, segura e inequívoca para não executar erros durante o Planejamento, Desenvolvimento e Implantação do design do produto. Para tanto não pode ser dispendioso o tempo investido em estudo e entendimento aprofundado sobre as áreas de conhecimento especifica de cada integrante destes grupos multidisciplinares ou estudo especifico, mas é necessário o entendimento do papel e área de atuação destes envolvidos no projeto. É importante compreender as etapas de projeto, as ferramentas usadas nela, as informações e dados por elas gerados e o conhecimento dos resultados.

Na visão de Back (2004), o projeto do produto é uma atividade orientada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura. Assim a metodologia é o estudo dos métodos aplicados a soluções de problemas teóricos e práticos. O conceito “método” deriva etimologicamente do grego e significa “caminho para alguma coisa”, “caminho para se chegar a um fim” ou “andar ao longo de um caminho”.

Neste sentido, as metodologias são aplicadas no desenvolvimento de projetos de produto. Para se obter bons resultados, independentemente de acasos, é necessária a adoção de metodologias no processo de criação.

A metodologia nada mais é do que um instrumento de trabalho e, portanto, devemos ficar atentos à crença que, de sua aplicação, resultaria automaticamente num bom projeto de produto. O bom resultado é função da capacidade técnica e criativa de quem resolve o problema, sendo a metodologia apenas um suporte lógico. O objetivo de toda metodologia é apoiar o designer no desenvolvimento do produto.

Segundo a definição adotada em 2000 pela *International Ergonomics Association*, a ergonomia é uma ciência que busca compreender as interações entre os seres humanos e outros componentes de um sistema e utiliza métodos para otimizar o desempenho global dos sistemas para tornar a usabilidade harmoniosa com as necessidades, capacidades e limites das pessoas. Desta forma, o designer de produto é peça central para que parâmetros ergonômicos sejam aplicados no projeto do produto, através da análise de sistemas envolvidos utilizando critérios como confiabilidade, custo e segurança, por exemplo, chegando até a verificações das exigências físicas e psicológicas de

uso destes sistemas. Pode-se trabalhar em duas frentes: na ergonomia de concepção, no projeto do produto em si, e na ergonomia de correção, re-projetando-se sistemas.

Henry Dreyfuss, foi um dos precursores da abordagem que une Ergonomia e Design, alguns autores indicam como referência mais antiga ao aplicar o termo “human factors” em seus trabalhos da década de 1930. Autores como Moraes (2003) apontam Dreyfuss com um dos designers industrial pioneiros que aplicou ativamente os conceitos da antropometria no projeto de produtos e sua clara preocupação com o usuário.

A pressão pelo aumento de produtividade, os prazos cada vez menores para o desenvolvimento de produtos e a concorrência cada vez mais acirrada tem gerado um ambiente organizacional e acadêmico com inovações acontecendo com maior frequência, novos produtos surgindo em um tempo cada vez menor e uma sociedade caracterizada pelo consumo. Isto tem gerado uma maior influência do Código de Defesa do Consumidor e Diretrizes Normativas. Segundo Paschoarelli (2006), dentro dessa nova condição produtiva, apresenta-se o denominado design ergonômico que pode caracterizar um segmento do desenvolvimento do projeto do produto, com o objetivo de alcançar produtos e sistemas seguros, confortáveis, eficientes, efetivos e aceitáveis.

A abordagem proposta por Pugh (1990 e 1991), segundo Delgado Neto (2009), possui uma forte influência da experiência prática que este teve trabalhando durante anos como projetista e gerente de projetos em diversas indústrias. Sua principal preocupação era com a busca de uma visão total da atividade de projeto, ou seja, que superasse as visões parciais presentes em cada setor tecnológico específico. Para atingir este objetivo ele deu uma grande ênfase à educação e desenvolveu um modelo, que ficou muito conhecido como Total Design. Este modelo possui um conjunto de 6 etapas, todas elas interativas e aplicáveis a qualquer tipo de projeto (independente da disciplina tecnológica envolvida). Cada etapa é representada por uma fase significando que nela são empregados um conjunto específico de conhecimentos compostos por diversas visões tecnológicas parciais. O seu modelo do projeto dinâmico consistia em:

- Entender as necessidades do cliente;
- Especificar: Utilizar ferramentas (Utilização do método Desdobramento da Função da Qualidade);

- Fase Conceitual do projeto;
- Detalhamento do projeto (Utilização do método Taguchi);
- Fabricação;
- Colocar no mercado

Bob King, um dos principais autores sobre métodos criativos apresenta a importância de se definir ferramentas metodológicas adequadas para determinadas etapas do desenvolvimento do projeto do produto, levando em consideração alguns aspectos principais como a maturidade da equipe, número de integrantes, complexidade do projeto e prazo de execução. Se estes aspectos forem levados em consideração para se recomendar ferramentas de design e da ergonomia para equipes de desenvolvimento de projeto do produto dentro de uma metodologia de design ergonômico seria uma oportunidade de inovação metodológica.

Ressalta-se também a importância da possível cooperação, resultante desta pesquisa, entre a pesquisa acadêmica (graduação e pós-graduação) e a indústria, evidenciada pelos resultados do desenvolvimento de novos produtos.

É consenso que, hoje, o ensino deve ser voltado para a formação de cidadãos preparados para atuar de forma crítica na sociedade. Com isso deve-se focar a educação na capacidade de resolver problemas, enfrentar desafios através do raciocínio crítico e da autonomia. Também é papel fundamental dar oportunidade aos alunos de colocar em prática os conhecimentos adquiridos.

A geração atual vive a Era da Informação e isso gera muitas mudanças no mercado de trabalho, o que estabelece mudanças também na educação. Hoje, o que se vê nas empresas é a necessidade de pessoas capazes de gerenciar tarefas, avaliar resultados e trabalhar de forma colaborativa. As empresas cada vez mais necessitam de profissionais generalistas que se sintam à vontade em serem desafiados e a usarem a criatividade. E é dentro deste contexto profissional que o mundo acadêmico também deve preocupar-se.

Os perfis dos alunos de graduação são diferentes em vários aspectos: região, curso, instituição, recursos financeiros, etc. O que gera uma linha comum entre eles, é que a qualquer momento durante sua vida acadêmica será solicitado o desenvolvimento de um projeto de produto que supra uma necessidade em particular. Assim cabe ao educador fornecer subsídios em

forma de modelos e métodos de forma a sustentar os alunos para responder a esta solicitação acadêmica, assim como a uma provável demanda real do mercado e indústrias.

OBJETIVOS

O objetivo desta proposta de pesquisa é revisar as principais metodologias de design ergonômico e metodologias de projeto do produto, a fim de demonstrar as semelhanças e contradições entre elas, e apresentar uma alternativa de metodologia comum destacando os pontos fortes de cada um dos métodos pesquisados, ao fim, uma nova proposta metodológica será apresentada após testa-la em aplicações práticas de desenvolvimento de produtos.

METODOLOGIA

A proposta contribui no esclarecimento da importância estratégica da ciência do projeto e desenvolvimento de produto com ênfase na ergonomia e design, como componente principal para obtenção de competitividade e qualidade dos produtos industriais. Segundo Dedini (2002), verifica-se que a negligência, com relação a esta ciência, tem levado países a perderem competitividade, devido à baixa qualidade de projetos de seus produtos.

Nos últimos anos, a área da metodologia de projeto vem ganhando reconhecimento como prioridade estratégica, visando sistematizar, de forma integrada, o processo e desenvolvimento de produtos. Assim, o desenvolvimento e aprimoramento de metodologias direcionadas para o design ergonômico que apoie o projetista durante todas as etapas de projeto são essenciais para aumentar as chances de sucesso do produto.

A metodologia aplicada para esta proposta será dividida em três fases principais de atuação e uma fase de documentação: Primeira fase - Viabilidade do Projeto, segunda fase - Preliminar/ Aplicação, terceira fase - Fase Detalhamento/ Resultados e Fase de Documentação - Relatórios de Acompanhamento.

Na figura 2 pode ser visto um Mapa Mental preliminar da proposta de pesquisa com as principais atividades a serem desenvolvidas evidenciadas e explicadas no tópico do cronograma.

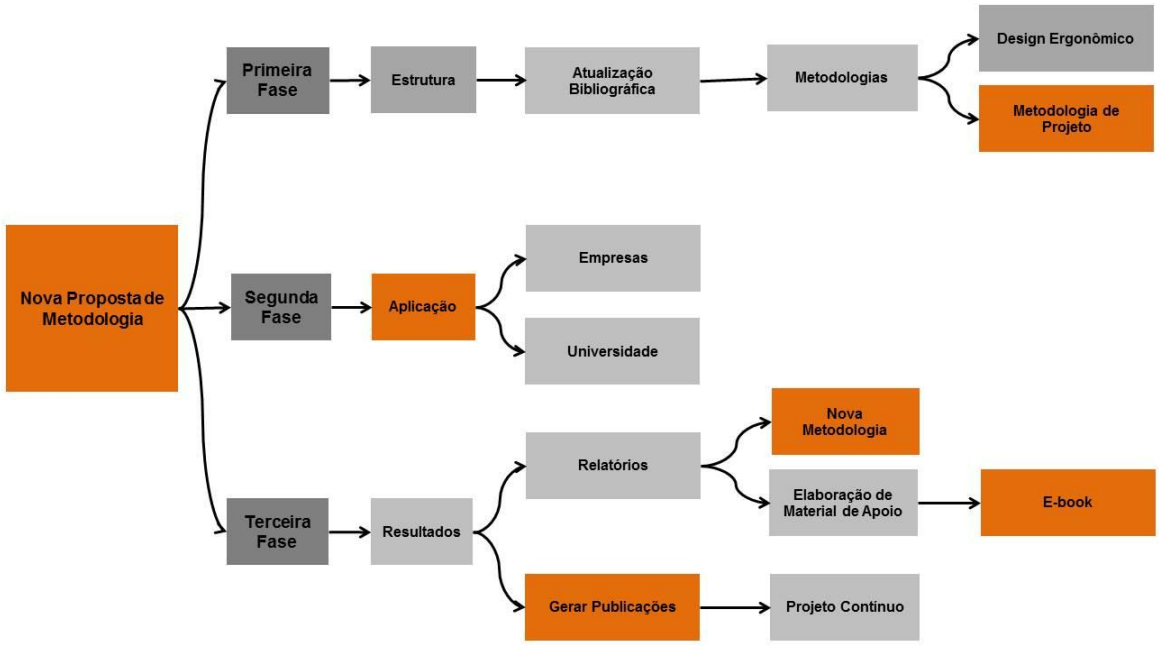


Figura 2 - Mapa Mental da metodologia da proposta de pesquisa

A primeira fase da proposta seria o estudo da viabilidade das propostas, através de um levantamento bibliográfico sobre os principais autores que estudaram a metodologia do design ergonômico e assim reconstruir o seu caminho de como estes chegaram nestas propostas, através do levantamento cronológico das ergonomias principais, usabilidade e design. Neste momento será necessário um levantamento bibliográfico focado em artigos disponíveis em banco de dados digitais referencia no meio acadêmico, bem como uma equipe de pesquisa com características investigativas acadêmicas. Outro ponto importante e identificar em que momento na historia ocorre a intersecção da metodologia do design ergonômico e a metodologia de projeto de produtos estudados pela engenharia e como foi definido o caminho de cada uma delas no

momento seguinte. Com este material delimitado para a fundamentação teórica será possível criar um Material de Apoio inicial com a proposta de auxiliar na indicação das metodologias mais cabíveis para a realização de cada etapa do projeto de desenvolvimento do produto, através de ferramentas metodológicas e textos explicativos. Assim, no fim desta etapa já estaria disponível uma proposta inicial de metodologia de design ergonômico.

Como uma forma de mensurar e comparar os resultados de aplicação e atualização da proposta é importante a criação de formulários de acompanhamento, check-list, relatórios e trabalhos acadêmicos que tenha pontos comuns para a extração de dados estatísticos quantitativos e qualitativos. Facilitando a continua atualização da metodologia e aprimoramento de sua aplicação, bem como possibilitando vislumbrar se a proposta é promissora para a sua continuidade.

A Fase de Documentação é fundamental para registrar todas as fases de projeto os tipos de documentos produzidos durante o processo e facilitar a identificação de possíveis falhas e sucessos da proposta. E apresentar a todos os membros da equipe os resultados obtidos.

As contribuições deste trabalho, entretanto, não ficariam restritas em apresentar um método e criar uma forma de utilizá-lo, mas torna possível uma constante atualização de seus recursos e troca de informações entre os usuários, propondo a maior aplicação de metodologia do design ergonômico por todos os usuários de diferentes formações.

CONCLUSÃO

O cronograma da proposta de pesquisa foi todo estruturado utilizando as atividades apresentadas no Mapa Mental da metodologia indicada que pode ser vista na figura 1, facilitando a visualização do desdobramento da proposta de pesquisa. A proposta apresenta as três fases principais de atuação e uma fase de documentação: 1.1 Fase de Viabilidade do Projeto, 1.2 Fase Preliminar - Aplicação, 1.3 Fase Detalhamento - Resultados e 1.4 Relatórios de Acompanhamento

Desdobrando o Mapa Mental apresenta-se o cronograma de atividade para três anos de trabalho, de acordo com a figura 3 e em seguida o detalhamento das atividades.

A seguir é apresentado um descritivo do cronograma de trabalho e suas fases principais de atuação e uma fase de documentação:

1.1 Fase de Viabilidade do Projeto; contemplando o levantamento de pesquisa bibliográfica das metodologias designadas priorizando a área de atuação do Design Ergonômico. Nesta fase será importante a prospecção e seleção da Equipe de Pesquisadores envolvidos no trabalho cientifico da graduação e pós-graduação e grupos de pesquisas internos a UniFAJ para compor a equipe multidisciplinar e suas interações entre Faculdades. Para auxiliar estes grupos de trabalho será necessário a elaboração de Material de Apoio Impresso, como apostilas, para facilitar a avaliação da aplicação da metodologia e respeitar as etimologias das palavras de acordo com a área de atuação dos membros da equipe de trabalho e assim tornar os resultados do trabalho mensuráveis viabilizando maior acessibilidade a proposta metodológica e publicação de artigos científicos.

1.2 Fase Preliminar – Aplicação: Nesta fase será disponibilizado o material para a aplicação no desenvolvido no projeto para auxiliar equipes de desenvolvimento de produtos. Aplicação da metodologia com grupos acadêmicos – alunos de graduação: Aplicar a metodologia em grupos de alunos de graduação do curso de Design e avaliar a aplicação. Aplicação da metodologia com grupos acadêmicos – alunos de pós-graduação: Aplicar a metodologia em grupos de alunos de pós-graduação e avaliar a aplicação. Oferecer apoio a indústria e outras instituições de desenvolvimento – equipes com pouca experiência na aplicação de metodologia de design ergonômico para o desenvolvimento de projetos e produtos; Aplicar a metodologia em grupos de projeto na indústria.

1.3 Fase Detalhamento - Resultados; Nesta fase será avaliado os resultados da aplicação da metodologia e gerar publicações. Elaborar ferramentas para avaliar a proposta do projeto: Utilizando metodologia e ferramentas estatísticas

para colher os resultados do projeto. Gerar publicações e patentes dos resultados: Gerar artigos, patentes e participar de congressos para troca de conhecimento na área de design ergonômico e desenvolvimento de produto. Estratégias para dar continuidade no projeto: Elaborar material para divulgar a proposta do projeto e conseguir colher resultados mais abrangentes, como o uso do método em outras Universidades.

1.4 Relatórios de Acompanhamento – Documentação: Nesta etapa é evidenciada a preocupação e importância da informação levantada neste projeto para facilitar o acompanhamento do trabalho da equipe e seu gerenciamento. Através de relatórios parciais e anuais serão apresentados os resultados desta proposta de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, Nelson. **Metodologia de projeto de produtos industriais.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. 389 p.

CAMINADA NETTO, A. **Gestão da qualidade em projeto e desenvolvimento do produto: contribuição para a avaliação da eficácia.** 2006. 317 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DEDINI, F. G., CAVALCA, K. L. **Projeto de sistemas mecânicos. Apostila graduação**, Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Projeto Mecânico, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2002, 120p.

DELGADO NETO, Geraldo Gonçalves, 2009. **Desenvolvimento e aplicação de um programa computacional, para abordagem sistemática de desenvolvimento de produtos e serviços**. 165p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas.

DREYFUSS, Henry. **Simbol source book – An authoritative gride to intenacional grafic symbols**. New York: Mcgraw Hill, 1972.

ERTAS, ATILA; JONES, J. C.. **The engineering design process.** 2. ed. New York: Willy, 1993. 525 p.

KING, B.. **Criatividade: uma vantagem competitiva.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999. 330 p.

LEITE, Heymann A.R. **Gestão de projeto do produto: a excelência na indústria automotiva.** São Paulo: Atlas, 2007.

MACHADO, C. S.. **Contribuição ao Estudo da Metodologia e Morfologia do Processo de Projeto Mecânico.** 1997. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Projeto Mecânico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Metodologia ergonômica: ergonomia, conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro, iUsEr, 2003. 132 p.

PASCHOARELLI, LUÍS C.; SILVA, JOSÉ CARLOS P. da. **Design ergonômico: uma revisão dos seus aspectos metodológicos**, Revista Conexão – Comunicação e Cultura, UCS, Caxias do Sul, v. 5, n. 10, jul./dez. 2006

PHAL, G. et al. **Projeto de Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

APLICABILIDADE DAS FERRAMENTAS DMAIC EM PROJETOS DE MELHORIA

Applicability Of DMAIC Tools In Improvement Projects

SANTOS, Denis
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

SOUSA, Érica
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

BOLDRIM, Liliane
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

SOUZA, Mayara
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

SPROESSER, Zita
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

RESUMO: Este artigo apresenta a aplicabilidade do DMAIC e suas ferramentas. O tema visa aumentar o conhecimento de melhorias em projetos. Aprofundar a explicação teórica de ferramentas de Qualidade e suas aplicações no mercado. Os resultados analisados através de pesquisa mensuraram a aplicabilidade das principais ferramentas do DMAIC e a facilidade na implementação. O objetivo geral é mensurar a aplicabilidade projetos de melhoria contínua, demonstrar sua utilização e como atingir o objetivo esperado. Analisar a compreensão das cinco etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Abordar melhor os conhecimentos sobre a ferramenta e auxiliar a investigação de problemas. A metodologia escolhida foi uma pesquisa quantitativa, através de questionário aplicado em uma amostra da empresa Y do ramo de Laboratório de Análises para estudo da aplicação da ferramenta. Foi mensurada a aplicabilidade das principais ferramentas do DMAIC em projetos de melhoria continua para geração de ações eficazes, padronização e melhoria de desempenho.

Palavras-chave: DMAIC; Melhoria; Qualidade.

Abstract: This project presents the applicability of the DMAIC and its tools. The theme aims to increase the knowledge of improvements in projects. Deepen the theoretical explanation of Quality tools and their applications in the market. The results analyzed through research will measure the applicability of the main DMAIC tools and ease of implementation. The overall objective is to measure the applicability of continuous improvement projects, demonstrate their use and how to achieve the expected goal. Analyze the understanding of the five steps: define, measure, analyze, improve and control. Better, approach the knowledge about the tool and help investigate problems. The methodology chosen was a quantitative research, through a questionnaire applied in a sample of company Y of the branch of Analysis Laboratory to study the application of the tool. If the research yields positive results, the applicability of the main DMAIC tools in continuous improvement projects will be measured for effective action generation, standardization, and performance improvement.

Keywords: DMAIC; Improvement; Quality.

INTRODUÇÃO

Este artigo visa apresentar as ferramentas usuais e a aplicabilidade do DMAIC em projetos para melhorias de processos. Será abordada a explicação teórica das principais ferramentas para definição do problema, medição e coleta de dados, análise de causa raiz, definição de plano de ação e controle dos processos.

O tema foi escolhido para aumentar o conhecimento dos alunos de pós-graduação na utilização das ferramentas de melhorias em projetos. Aprofundar a explicação teórica de ferramentas de Qualidade e suas aplicações no mercado. A utilização das ferramentas de melhorias de processos é eficaz na correta investigação e correção dos problemas encontrados.

Frente ao auxílio à tratativa de problemas ou desperdícios identificados na elaboração de projetos de melhoria de processos, surgiu o questionamento sobre: quais são os principais benefícios da utilização correta das ferramentas de qualidade na região metropolitana de Campinas. Para Heineck (2001):

> *O pleno domínio de sofisticadas técnicas de melhoria e gestão dos processos tem se tornado vital para a manutenção da competitividade das empresas e por consequência para sua sobrevivência no ambiente de negócios também*. (HEINECK, 2001)

A pesquisa foi realizada para avaliar a aplicabilidade das principais ferramentas do DMAIC em projetos de melhoria continua. Com o resultado obtido na pesquisa, é possível identificar que as ferramentas da qualidade são utilizadas, a causa raiz é encontrada utilizando apenas uma das ferramentas, mas que existem dificuldades para execução das ações definidas para a correção dos problemas. Com isso, não serão geradas ações eficazes para melhoria dos processos, sua padronização e melhoria de desempenho.

Este projeto tem como objetivo geral, investigar na prática, sobre as ferramentas DMAIC para aplicação em projetos. E como objetivo específico, descobrir a finalidade e as principais ferramentas para aplicação. O DMAIC é uma ferramenta utilizada em empresas para auxiliar a investigação de problemas, estudos de processos e identificação de melhorias para as rotinas de

trabalho dividida em 5 (cinco) etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. (HOLANDA, SOUZA, FRANCISCO, 2013).

A ferramenta auxilia na identificação aprofundada de causa raiz e propostas de planos de ação eficazes que possam ser controlados e mensurados dentro das indústrias e outros ramos de organização.

1. Metodologia

1.1. Seis *Sigma*

Na busca constante de melhorias de processo, houve o aparecimento do "Seis *Sigma*", uma metodologia baseada em fatos e dados visando a implementação de mudanças que podem gerar melhorias. Este programa de melhoria de produtos ou serviços, surgiu na empresa Motorola no final dos anos de 1980. Esse programa auxiliou a empresa a aumentar seus ganhos e até prêmios de qualidade. Com isso, outras empresas resolveram adotar o programa com o objetivo de atingir os mesmos resultados da Motorola. (HOLANDA, SOUZA, FRANCISCO, 2013).

Em sua forma tradicional, ela emprega algumas ferramentas de análise de processos e de dados. Hoje já se tem ciência de sua utilidade nos mais diversos segmentos para melhorar a competitividade e produtividade das empresas. O Seis *Sigma* possui uma grande quantidade de definições, pode ser considerado um método altamente técnico e uma estruturação estatística para análise de variabilidade de processos que são alguns de seus componentes mais utilizados.(SANTOS, 2015)

A letra Sigma (σ) é utilizada para referenciar o desvio padrão de uma distribuição, que mede a variação de determinados dados a partir de uma média conhecida. O objetivo principal é reduzir o desvio padrão, que no caso são considerados defeitos de produção, o mais próximo possível de zero. O que garante uma qualidade elevada de produto ou serviço oferecido. (HOLANDA, SOUZA, FRANCISCO, 2013).

O Seis Sigma se concentra em eliminar erros, desperdícios e repetições, para uma empresa atingir um nível seis sigma ela deve ter no máximo 3,4 defeitos a cada um milhão de oportunidades. Por exemplo, a cada 1 milhão de peças produzidas só poderiam aparecer 3,4 peças com defeitos. (PETENATE, 2018)

O Seis *Sigma* possui diversas ferramentas de aplicação para não apenas acabar com produtos finais ruim, mas também descobrir porque esses resultados ruins ocorrem no processo. Utilizada também como uma estratégia gerencial planejada, ela visa melhora os resultados finais financeiros e de qualidade. A satisfação dos clientes está ligada proporcionalmente à qualidade dos produtos e serviços oferecidos com redução dos defeitos e melhora do desempenho. (PERIARD, 2012)

Entre as ferramentas mais utilizadas para concluir um projeto de Seis Sigma, a mais conhecida é o DMAIC. Que é utilizado como um planejamento de todo projeto utilizando ferramentas de Qualidade para auxiliar na conclusão de causa raiz e propostas de plano de ação.

1.2. DMAIC

O DMAIC é uma ferramenta originada pelo modelo Seis *Sigma*, criada devido ao aumento de exigência do mercado e das empresas com as questões de qualidade. O DMAIC é uma palavra originada da junção dos cinco passos pela qual é composto, originalmente em inglês: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar). (HOLANDA, SOUZA, FRANCISCO, 2013).

Esta ferramenta em seu uso mais comum utiliza a metodologia Seis Sigma, porém a sua aplicação não é exclusiva para projetos guiados por essa metodologia. Cada um de seus passos é preciso executar na ordem correta e quando ao final não de atinge o resultado esperado este ciclo deverá ser reiniciado até que o foco da melhoria desejada seja atingido.(MINETTO, 2018)

Os passos do DMAIC devem ser seguidos e elaborados da seguinte forma:

- **D – Definir**

Este é o primeiro passo a ser aplicado nesta ferramenta, que consiste em definir o escopo do projeto, ou seja, quais são as oportunidades, objetivos e participantes. É neste passo que é definido o que será feito e qual é o resultado esperado ao fim do projeto. Utilizar a técnica de Brainstorming neste passo, ébastante útil para concluí-lo. (SANTOS, 2015)

- **M – Medir**

Segundo passo, medir. Neste é preciso coletar os dados e informações necessárias para analisar e avaliar o cenário atual das atividades do processo. De preferência, os dados devem ser apresentados de forma quantitativa e estatística, para ficar atingiras melhorias pretendidas de forma mais clara. O objetivo principal no uso destes dados é conseguir comparar o cenário atual com o resultado obtido após implementação para assim verificar a eficácia da mesma. Aqui será possível contar com o auxílio de ferramentas de Qualidade, como por exemplo: Diagrama de Ishikawa, Pareto, Matriz de Priorização. (SANTOS, 2015)

- **A – Analisar**

O terceiro passo tem como focoprincipal identificar a causa raiz do problema. Durante uma análise, normalmente são encontradas diversas causas raízes que devem ser priorizadas de acordo com o impacto que ela gera no processo. Uma ferramenta de auxilio para estes casos, muito utilizada, principalmente em reuniões com grupos multidisciplinares, chamada de *brainstorm*, é a ferramenta dos 5 porquês. Após finalizar este passo, é esperado que surjamoportunidades de melhorias. (SANTOS, 2015)

- **I – Melhorar**

O quarto passo é implantar e tratar as oportunidades de melhorias identificadas no processo. São levantadas as possíveis soluções para correção da causa raiz do problema, estas soluções são listadas e uma ferramenta muito eficaz para auxiliar nesta lista é o 5W2H. Durante a implantação são realizados testes para verificação da efetividade da proposta, caso este resultado seja negativo, a ação deverá ser repensada e replanejada pelos responsáveis. Já se o resultado for positivo, a ação deve ser implantada e a rotina atualizada para que ela se mantenha em ação. Outro ponto deste passo também é a quantidade de ações que podem ser levantadas, não há um numero limite ou ideal para isso, porém outra ferramenta pode ser utilizada para auxilio, que é a matriz de priorização. Com esta ferramenta é possível priorizar as soluções que devem realmente ser testadas e implementadas, e outras que podem ser apenas identificadas e registradas para futuramente serem utilizadas que possuem provavelmente, pouco impactos no processo. (SANTOS, 2015)

- **C – Controlar**

O quinto e último passo é controlar as ações implantadas. Uma ação implantada que não é controlada não poderá ser identificada sua eficácia na melhoria de processo. Por isso, torna-se fundamental a definição de critérios para controle destas ações. Esse controle precisa ser uma fonte de informação para verificação do desempenho do plano de ação, garantindo que os resultados foram atingidos. A ideia deste final de ciclo, proposta no item "Controlar" é: Buscar a melhoria contínua sempre! (SANTOS, 2015)

Dentro dos cinco passos abordados por essas ferramentas são utilizadas as ferramentas da Qualidade como total apoio para viabilidade de sua aplicação. Dentre as ferramentas mais usuais no mercado hoje, podemos identificar alguns exemplos como: 5W2H, Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa), a técnica dos "5 porquês", Fluxograma e Matriz de priorização. (HOLANDA, SOUZA, FRANCISCO, 2013).

1.3. Principais Ferramentas de Desenvolvimento

Na etapa definir algumas ferramentas são utilizadas, como:

- VOC (Voice of Customer), que nos ajuda a coletar informações do cliente, por meio de pesquisas e estrutura-las por meio da árvore CTC (critical do customer) ou CTQ (critical to quality), que nos ajuda a transformar ideias abstratas em indicadores concisos;
- O SIPOC, que nos ajuda a enxergar os clientes, produtos do processo, atividades principais, entradas e fornecedores, delimitando as fronteiras do processo a ser estudado;
- O contrato de melhoria, que formaliza todo os tópicos discutidos, alinhando equipe, patrocinador e clientes;
- A matriz de análise de stakeholders, que nos ajuda a identificar todos os envolvidos e programar nossas ações de convencimento;
- A matriz de comunicação, que nos ajuda a evitar problemas causados pelo desalinhamento nas comunicações;
- O diagrama de afinidades, que ajuda a organizar as nossas ideias.

Na etapa medir algumas ferramentas desta fase são:

- Para processos: A ferramenta do SIPOC, com ênfase no mapeamento de processos; A criação de fluxogramas; A elaboração de um VSM (valuestreammapping, ou mapeamento do fluxo de valor);A criação de diagramas de espaguete, ou diagramas de layout;A análise e criação de instruções de trabalho e definições operacionais. (FMS, 2016)
- Para dados: Formulários de coletas de dados e folhas de verificação;Gráficos de tendência;Gráficos de controle;Gráficos de frequência (histogramas, Box-Plots, gráficos de barras, de setores, de Pareto, etc.);Análises de capabilidade;Análises MSA (measure system analysis);Ferramentas para a transformação de variáveis. (FMS, 2016)

Na etapa analisar algumas ferramentas desta fase são:

- Para dados: Estudo de correlação, como gráficos de dispersão e planilhas de contingência; Análise de Regressão Linear. (FMS, 2016)
- Para processos: Os 5 por quês;O diagrama de Ishikawa, ou diagrama de causa e efeito;Diagramas de árvore;Análise de Valor;Criação de Poka-Yokes;Análise de desconexões;As técnicas de criatividade; Os conceitos de mudança. (FMS, 2016)

Na etapa Melhoria as ferramentas mais importantes a serem trabalhadas nesta fase são o ciclo PDSA e o planejamento de experimentos, usando experimentos fatoriais. (FMS, 2016)

- Brainstorming / Planos de Ação
- Mapa Otimizado do Processo
- Cálculo da Nova Capabilidade
- Confirmação da Melhoria

A última fase é a fase do Controle podemos utilizar ferramentas de psicologia, como o diagrama de campos de força e elaboramos bons padrões e bons treinamentos. (FMS, 2016)

- SPC (Controle Estatístico do Processo)
- Metodologia a Prova de Erros
- Procedimentos e Instruções
- CheckLists
- Análise Crítica do Dashboard
- Planos de Controle

1.4. Plano de ação

Plano de Ação é uma das ferramentas de controle, e muito eficiente, para o planejamento e acompanhamento de atividades. Ele pode ser utilizado para garantir que nenhuma tarefa seja deixada para trás, desde uma simples ata de reuniões e\ou até tarefas mais complexas, como grandes projetos. (PAULA, 2016)

De forma resumida, podemos dizer que um Plano de Ação é um documento utilizado para fazer um planejamento de trabalho necessário para atingimento de um resultado desejado ou na resolução de problemas. (PAULA, 2016)

Esse documento geralmente é criado no formato de uma planilha (eletrônica ou mesmo de papel), contendo informações como objetivos, ações e responsáveis com suas respectivas datas de entregas. Você pode criar um Plano de Ação simples, com poucos campos para monitoramento e controle ou um plano de ação mais robusto. (PAULA, 2016)

Em geral, um bom plano de atividades, deve contemplar os seguintes itens:

- Objetivo geral a ser alcançando com o plano de ações;
- Lista de ações e atividades a serem executadas;
- Data de início e fim previsto para cada ação ou atividade;
- Orçamento alocado para cada ação ou atividade;
- Responsável pela execução de cada ação;
- Objetivos de cada ação ou atividade a ser executada;

- Riscos previstos na execução e os seus respectivos planos de contingência.

> *O plano de ação precisa servir de base para a administração do tempo, que é o recurso mais escasso e mais valioso de um executivo. Numa organização seja ela órgão de poder público, empresa ou entidade sem fins lucrativos, a perda de tempo é inerente. Um plano de ação será inútil se não puder determinar de que forma o executivo usa o seu tempo* (PETER DRUCKER)

Sendo assim, no Plano de ação devem estar consolidadas todas as informações sobre o objetivo a ser buscado, detalhando todas as atividades necessárias para conclusão da atividade, isso pode incluir os recursos físicos, monetários e humanos necessários. (PAULA, 2016)

Essa ferramenta permite que todas as decisões sejam tomadas antes mesmo de serem colocadas em prática, garantindo uma maior taxa de acerto e possibilitando a correção prévia de eventuais problemas. Dessa forma, é muito indicada para alcançar soluções a curto prazo, mas nada impede de ser utilizada também em outras circunstâncias. (PAULA, 2016)

O plano de ação pode ser utilizado por profissionais que querem atingir alguma meta em suas carreiras ou por empresas que precisam investir em soluções mais complexas, ou ate mesmo no fechamento de ações do dia a dia. Ele possibilita que o executor siga uma sequência de tarefas mais claras e lógicas previamente delimitadas, o que leva à concretização dos objetivos de forma mais rápida e prática. A sua efetividade é explicada principalmente porque considera as condições internas e externas ao indivíduo ou à companhia para montar estratégias adequadas a serem desempenhadas em determinado período de tempo. (PAULA, 2016)

Por ser uma ferramenta de uso simples, trazendo bastante objetividade para a execução das atividades, os Planos de Ação são extremamente utilizados em áreas de gestão diversas, como por exemplo: Gestão de Projetos, Gestão de Riscos, Gestão Orçamentária, Elaboração de Planos de Negócio, Elaboração do Planejamento Estratégico, entre inúmeros outros usos. (PAULA, 2016)

1.4.1. Criação do plano de ação

Como todo processo de planejamento e acompanhamento, o Plano de Ação também deve ser elaborado, desenvolvido e encerrado. Basicamente, podemos dividir o ciclo de vida dos Planos de Ações em 5 momentos:

- Iniciação
- Planejamento
- Execução
- Monitoramento
- Encerramento

1.4.1.1. Aplicações dos Planos de ações no planejamento e gestão

Para deixar o artigo ainda mais prático, abaixo indicamos quatro situações comuns de Planejamento e Gestão Empresarial onde você pode lançar mão do uso de Planos de Ações. (PAULA, 2016)

1.4.1.2. Planejamento estratégico, tático e operacional

Um dos usos mais comuns dos Planos de Atividades é para tirar o Planejamento Estratégico das empresas do papel. Ou seja, geralmente a ferramenta é utilizada para planejar e acompanhar implementações de ações estratégicas, podendo ser adicionados indicadores estratégicos de seu histórico e de seu progresso. (PAULA, 2016)

1.4.1.3. Gestão de projetos

O Plano de Ação é bastante utilizado também para acompanhar atividades de projetos de baixa complexidade, de preferência com atividades sequenciais, onde você precisa concluir uma para dar início a próxima. Para projetos mais complexos, o ideal é que o acompanhamento seja feito em uma ferramenta mais robusta com possibilidades de criação de cronogramas, para que seja possível o monitorar os indicadores do projeto. (PAULA, 2016)

1.4.1.4. Atividades em grupos ou departamentos

O Plano de Ação serve, ainda, para monitorar e controlar as atividades que não fazem parte da rotina operacional. Neste sentido, podemos citar: novas iniciativas, melhorias, correções de problemas, etc. Para atividades rotineiras é

aconselhável usar apenas um calendário ou um “to do list” (lista de tarefas). (PAULA, 2016)

Sendo assim, você pode lançar mão da utilização de Planos de Ações para planejar e acompanhar atividades de um grupo, time, equipe ou até mesmo de um departamento inteiro. (PAULA, 2016)

2. Considerações Finais

2.1. Análise dos Resultados

A pesquisa foi realizada através de um questionário quantitativo de nove perguntas, com um grupo de sete pessoas, de uma empresa do ramo de Laboratório de Análises, da cidade de Indaiatuba, para avaliar se a ferramenta DMAIC é utilizada e se podemos obter melhorias na sua aplicação.

Pelo resultado da pesquisa, identificou-se que as ferramentas da qualidade são utilizadas. A causa raiz é encontrada utilizando apenas uma das ferramentas, mas que existem dificuldades para execução das ações definidas para a correção dos problemas.

O ciclo DMAIC será rodado novamente para que novos pontos a melhorar sejam encontrados e assim se estabeleça um processo de melhoria contínua. Por fim, nota-se uma consonância total com a literatura, que prevê uso de ferramentas, estatísticas e não estatísticas, que recomendam a execução de todas as etapas do DMAIC, sem que uma inicie antes da outra terminar.

A necessidade de se definir bem o problema, as metas de melhoria, baseadas no estado atual do processo, e de elucidar a causa-raiz do problema, tomar ações de melhoria, controlar o processo e novamente aplicar o método para melhorar outros pontos.

Percebe-se então que o DMAIC gera resultado satisfatório quando aplicado corretamente. Percebe-se também que o método sugere passos simples e de fácil compreensão para ser reaplicado, sendo então bastante útil e adequado.

2.2. Conclusão

Durante a pesquisa foram investigadas na prática as ferramentas DMAIC e sua aplicação em projetos e identificadas quais ferramentas podem ser utilizadas em cada uma das fases: definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

Através de pesquisa realizada com uma empresa da região de Campinas e todo estudo realizado sobre as ferramentas, conclui-se que essa ferramenta pode ser aplicada em empresas de todos os seguimentos.

O método seis sigmas, juntamente, com a ferramenta DMAIC é bastante versátil, podendo ser aplicado com sucesso em diferentes processos.

Acredita-se que se a ferramenta for utilizada em sua amplitude, possivelmente, trará bons resultados e alcançarão aumento de níveis sigma do processo com metas mais concretas e possíveis de alcançar no tempo esperado.

3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CASTELLS, E.; HEINECK, L. F. M. A Aplicação dos conceitos de qualidade de projeto no processo de concepção arquitetônica: uma revisão crítica. In: WORKSHOP GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: Workshop gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2001.

FMS, Murilo. **A Metodologia DMAIC e o Lean Seis Sigma:** MELHORIA DE PROCESSOS, SEIS SIGMA. 2016. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/a-metodologia-dmaic/>. Acesso em: 07 ago. 2019.

HOLANDA, Lucyanno Moreira Cardoso de; SOUZA, Ítalo Diniz de; FRANCISCO, Antônio Carlos de. Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova-PB. Gpros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 4, p.31-44, dez. 2013.

MINETTO, Bianca. O que é DMAIC?: FERRAMENTAS DA QUALIDADE. 2018. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic/>. Acesso em: 07 ago. 2019.

PAULA, Gilles B. de. Plano de Ação: O passo a passo da ideia à concretização de seus objetivos!. 2016. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/plano-de-acao/>. Acesso em: 15 ago. 2019.

PERIARD, Gustavo. Seis Sigma – O que é e como funciona. 2012. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/seis-six-sigma-o-que-e-como-funciona/>. Acesso em: 07 ago. 2019.

PETENATE, Marcelo. Conheça 7 benefícios das ferramentas seis sigma para a sua empresa. 2018. Disponível em: <https://www.escolaedti.com.br/conheca-7-beneficios-das-ferramentas-seis-sigma-para-a-sua-empresa>. Acesso em: 07 ago. 2019.

SANTOS, Virgilio F. M. dos. **O que é Seis Sigma?:** Conheça aqui um pouco mais sobre o tema. 2015. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/o-que-e-seis-sigma/>. Acesso em: 07 ago. 2019.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

SOBRE OS AUTORES

Denis Marcelo Almeida Santos
Analista de Qualidade, Aluno de MBA de Gestão da Qualidade com Certificação Green Belt na Unimax.
denis.santos@miba.com

Érica Luci de Sousa
Supervisora de Produção, Aluna de MBA de Gestão da Qualidade com Certificação Green Belt na Unimax.
erica_ls21@hotmail.com

Liliane Boldrim
Administradora, Aluna de MBA de Gestão da Qualidade com Certificação Green Belt na Unimax.
lilianeboldrim@hotmail.com

Mayara Henriques de Souza
Engenheira Química, Aluna de MBA de Gestão da Qualidade com Certificação Green Belt na Unimax.
mayarahrqs@hotmail.com

Zita Aparecida Pinto Sproesser
Planejamento e Controle de Produção, Aluna de MBA de Gestão da Qualidade com Certificação Green Belt na Unimax.
zitaap23@hotmail.com

AUTOMAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DO TESTE PARA PRODUÇÃO DE INTERRUPTORES TÉRMICOS AUTOMOTIVOS

Automation and Programming of production test of automotive thermal switches

CALEFFI, Liamara
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

RESUMO: Os interruptores térmicos utilizados em automóveis têm a função de ligar a ventoinha do radiador e enviar mensagens ao painel do veículo, incluindo a função de não deixar o veículo superaquecer ultrapassando a temperatura de trabalho ao ponto de gerar danos permanentes. Este projeto visa desenvolver um teste de liberação automático para a produção dos interruptores térmicos, que opera apenas com a necessidade do monitoramento de um operador, tendo por sua vez a vantagem da produção se tornar mais rápida, precisa e menos propícios a erros, em relação ao teste de liberação manual. O método e desenvolvimento para esse teste se tornar automatizado, é através do processamento da linguagem de programação em C desenvolvida e importada à placa Intel Galileo Gen 2 que, detecta o sinal de passagem de corrente dos terminais, identifica a faixa de temperatura através de um sensor e identifica o sinal do ruído característico provocado pelo bimetal, sendo analisado também através de um filtro de espectro de frequência. A função principal é detectar se os terminais fecham o contato no mesmo instante em que atinge a faixa da temperatura de ação e ocorre o ruído do bimetal.

Palavras-chave: interruptores térmicos, automóveis, teste de produção;

Abstract: The thermal switches used in cars have the function of turning on the radiator fan and sending messages to the vehicle panel, including the function of not letting the vehicle overheat above the working temperature to the point of causing permanent damage. This project aims to develop an automatic release test for the production of thermal switches, which only operates with the need of monitoring an operator, in turn having the advantage of production becoming faster, accurate and less error-prone compared Manual release test. The method and development for this test to become automated is through the processing of the C programming language developed and imported to the Intel Galileo Gen 2 board which detects the current passing signal of the terminals, identifies the temperature range through a Sensor and identifies the characteristic noise signal caused by the bimetal, and is also analyzed through a frequency spectrum filter. The main function is to detect if the terminals close the contact at the same instant that it reaches the range of the action temperature and the bimetal noise occurs.

Key-words: thermal switches, automobiles, production test;

INTRODUÇÃO

A concorrência no mercado das indústrias automobilísticas está cada vez mais em busca de novas tecnologias para trazer um conforto melhor e maior

segurança, como por exemplo, o sistema antibloqueio que utiliza um sistema eletrônico para gerar estabilidade na frenagem de emergência do automóvel, tecnologia que hoje já está sendo desenvolvida junto com o *software* do automóvel (CHARETTE, 2009).

Para fornecer informações a este *software*, são necessários sensores que possam informar a posição, o deslocamento, a temperatura e o consumo do automóvel, permitindo ter-se uma leitura exata do funcionamento do conjunto e tomar ações necessárias para que o sistema tenha o mínimo de desgaste possível do motor, freio, amortecimento do veiculo e controle na emissão de gases poluentes.

Um desses sensores é conhecido como interruptor térmico, que aciona a ventoinha do radiador que resfria a água do sistema gerando o arrefecimento do motor, com isto o motor sempre trabalha na temperatura recomendada pelo fabricante do automóvel. O acionamento do interruptor térmico é feito através de um bimetal no formato e tamanho de uma moeda, onde se aquecido a certa temperatura, ele deforma e isso faz com que feche o chaveamento onde passa a corrente elétrica ligando a ventoinha do veículo. O bimetal provoca um ruído característico quando deformado, e muitas vezes há uma diferença no tempo de acionamento entre o ruído do bimetal e o chaveamento, sendo detectado como não calibrado e isto gera um risco para o uso nos automóveis. Por esse motivo, antes que seja feito a produção, ele é testado para verificar se está com a calibração perfeita.

O teste de liberação dos interruptores térmicos atualmente é feito de modo manual através de um operador, onde o mesmo liga os terminais do interruptor a um LED e utiliza a audição para detectar o ruído quando aquecido o bimetal. Ao atingir a temperatura adequada, o operador fica atento para ouvir o ruído do bimetal e ao mesmo tempo verifica se a luz do LED foi acesa devido aos terminais fecharem contato. Se isto ocorrer no mesmo instante, o interruptor está calibrado e pronto para produção. Todavia, pelo motivo do teste ser feito de modo manual, o mesmo está suscetível a ter uma grande margem de erro devido ao fator humano, sem contar o demasiado tempo gasto para liberar a produção, ocasionando gargalos nas células de produção que não é suficientemente rápida e eficaz.

Para que o processo de teste de liberação se torne mais rápido e tenha uma melhor acuracidade e capacidade de repetibilidade em termos estatísticos, foi desenvolvido um teste de liberação de interruptores térmicos que possui a função de automatizar esse processo, sendo somente necessário que o operador monitore os resultados dados pelo aparelho.

Neste teste de liberação automático é utilizada a placa Intel Galileo Gen 2, que por sua vez é composta por um microcontrolador que quando programado, realiza tarefas com as conexões de entrada e saída do dispositivo e todos os outros componentes externos conectados, muito mais rápidos e precisos devido à velocidade de processamento de 400Mhz. As conexões da placa permitem ser independentes, mas também podem trabalhar em conjunto com um computador, rede ou internet.

Na automação, os conectores dos terminais do interruptor no aparelho de teste e ligados diretamente à Intel Galileo Gen 2, logo após, o interruptor é colocado em um banho para aquecer, e quando o banho atinge a temperatura exata de deformação do bimetal, através de um sensor de temperatura é verificado se a faixa de ação está correta e o microfone acoplado no bimetal capta o ruído característico do bimetal, identificando esse som e convertendo-o no formato de espectro de frequência.

O espectro de frequência passa por um filtro onde, seleciona o ruído do bimetal em uma faixa de frequência. Quando o mesmo for verdadeiro, ou seja, o filtro detecta uma faixa bem próxima do ruído do bimetal, este envia um sinal para um pré-amplificador, onde amplia o ganho do sinal para melhor identificação e logo depois para a entrada analógica na placa Intel Galileo Gen 2. A placa tem a função de selecionar via programação exclusivamente o ruído do bimetal e a faixa de temperatura de ação, deste modo o filtro e o programa são capazes de gerar o sinal até mesmo em meio de outros ruídos da indústria, não abrangendo a necessidade do aparelho de teste permanecer em um lugar isolado.

O modo de programação da Intel Galileo Gen 2 é a linguagem de programação em base “C”, sendo geralmente utilizada para realizar a automação com microcontroladores, deste modo, no projeto proposto os programas desenvolvidos são capazes de identificar o ruído exato do bimetal, a faixa de temperatura de ação e identificar no interruptor térmico se os terminais fecham contato no mesmo instante que recebem o sinal digital enviado pelo filtro. Se sim

são liberados para a produção e estão calibrados, se não, voltam em um processo para serem calibrados novamente. Para conhecimento do operador, esse resultado é apontado em um alarme visual.

DESENVOLVIMENTO E METODOLOGIA

Para auxiliar as indústrias de autopeças a transformar a produção dos interruptores térmicos mais rápidas, precisas e com uma ótima qualidade, é necessário o auxilio e implementação do sistema automatizado nos testes, em destaque a figura 1, mostrando o diagrama do processo geral do teste automático. Em vista que, serão evitados ao máximo os erros provocados pelo atual teste manual de liberação, que acaba trazendo também algumas complicações, como um desconforto nos ouvidos do operador de executar o teste muitas vezes ao dia, através deste desconforto, pode ocorrer lentidão na liberação ou até mesmo uma liberação errônea, não sendo satisfatória para a qualidade da indústria.

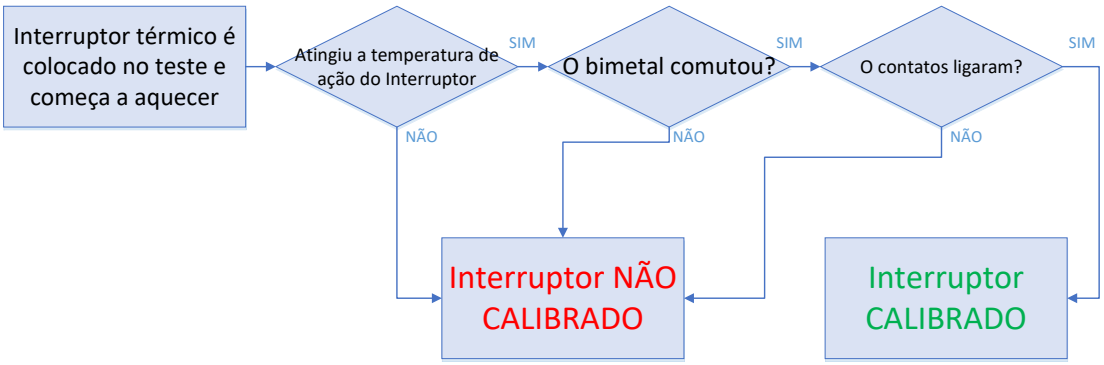


Figura 2 - Diagrama do processo geral (FONTE: Autor).

Portanto, para entender com mais clareza a funcionalidade do teste de liberação automático, é necessário o conhecimento de ação dos interruptores térmicos.

Interruptores térmicos – Funcionamento e aquecimento

Os interruptores são dispositivos sensores de segurança dos automóveis, com a função de acionar a ventoinha do veiculo no caso do aumento

da temperatura de trabalho, permitindo o resfriamento da água que passa pelo motor, para que possa retornar a temperatura ideal.

O principal responsável pelo acionamento dos contatos que energizam a ventoinha é o bimetal presente no interruptor térmico.

Funcionamento dos interruptores térmico

A ação de deformação do bimetal ocorre quando aquecido à temperatura de trabalho definida em cada interruptor térmico, consequentemente após a deformação, os contatos são ligados instantaneamente, conforme mostrado na figura 2.

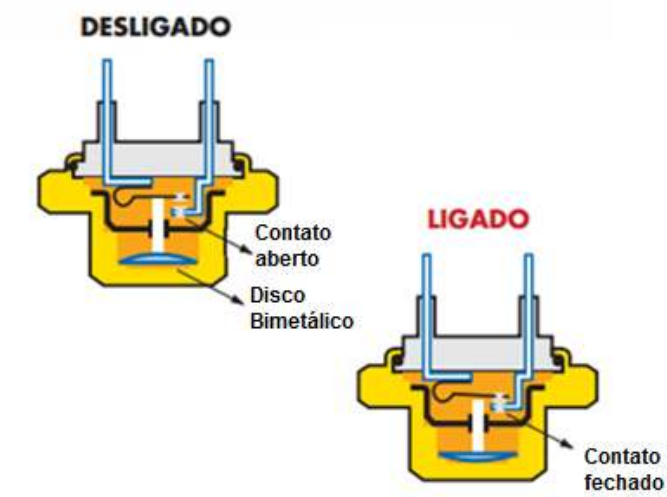


Figura 2 - Detalhe interno do Interruptor Térmico. (FONTE: DISPEMEC).

Aquecimento do interruptor térmico.

Para que o interruptor térmico feche contato e realize a função de acionar a ventoinha, é necessário que ele seja aquecido até a temperatura de ação.

No teste de liberação, para aquecer o interruptor, é necessário colocar este encaixado em um suporte presente em um tanque com liquido aquecido através de uma resistência, denominado termocirculador. Ao ser aquecido e atingir a temperatura de ação, o bimetal é deformando fechando os contatos elétricos.

Porém, para efeitos de testes e análise de funcionamento, o interruptor térmico foi aquecido diretamente a uma resistência, para auxiliar na

programação e detecção do som do bimetal com um microfone acoplado para a captura do ruído. Logo depois, foram aplicados em funcionamento no tanque termocirculador com aquecimento do liquido para realizar os últimos testes funcionais e o funcionamento permanente com a automação feita pela Intel Gaileo Gen 2, conforme mostrado na figura 3.

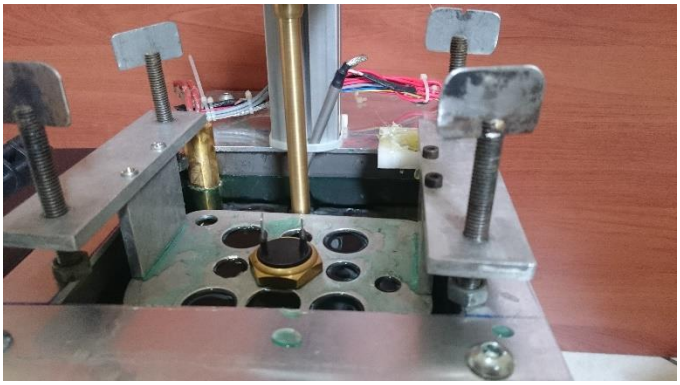


Figura 3 – Tanque termocirculador para aquecer interruptor térmico. (FONTE: Autor)

Instalação e comunicação com a Intel Galileo Gen 2

A Intel Galileo Gen 2 possui diversas portas de comunicação conforme ilustrado na figura 4. Há conjuntos de conexões de entrada e saída de sinais analógicos, digitais e PWM, um processador Intel Quark SoC x1000, compatível com o conjunto de instruções do processador Intel *Pentium* de 32 bits, núcleo único e *thread* único, onde opera-se até 400 MHz, sendo este responsável pelo gerenciamento e capacidade geral da placa. O processador de alta velocidade manipula corretamente os sinais de entrada e saída conforme o programa em linguagem “C” desenvolvido e armazenado na memória, sendo para os dados de comunicações ou para o compartilhamento de informações entre os dispositivos conectados.

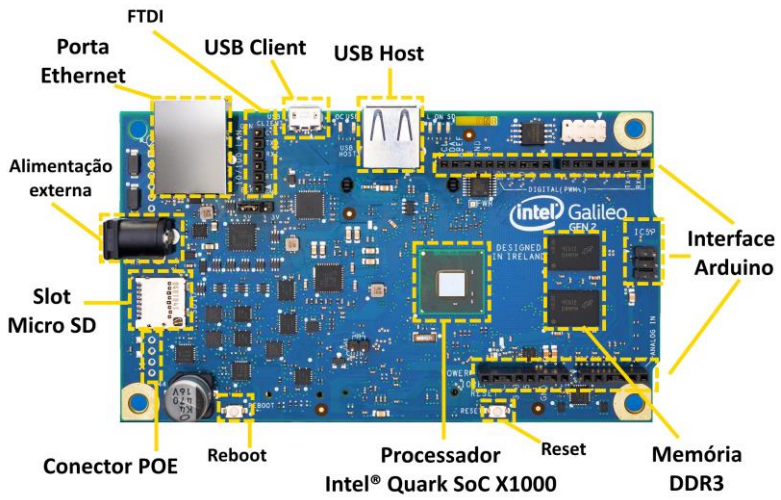


Figura 4 - Intel Galileo Gen 2 - detalhes dos dispositivos. (FONTE: FILIPEFLOP).

Para que seja possível o compartilhamento de informações deste projeto, é conectada uma entrada digital da placa aos conectores do Interruptor térmico, uma entrada analógica ao sensor de temperatura LM35 e uma entrada analógica ao conjunto contendo o microfone, o filtro e o pré-amplificador respectivamente em série, conforme mostrado na figura 5.

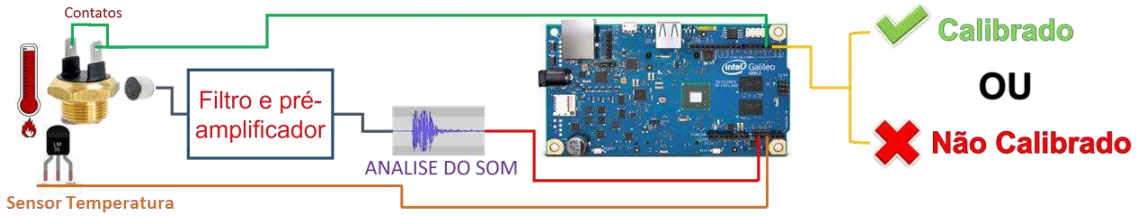


Figura 5 - Comunicação entre os dispositivos (Filtro externo, circuito pré-amplificador, sensor de temperatura e contatos do interruptor e Intel Galileo Gen 2) (FONTE: Autor).

Pela necessidade da rapidez e precisão das leituras em analise e comparação, é necessário a utilização da Intel Galileo Gen 2 para a automação. O uso desta é indispensável para o tipo deste projeto, não permitindo ocorrer nenhum tipo de erro de analise, pois a taxa de atualização e velocidade de processamento é muito maior que a de um Arduino Genuíno, mesmo este sendo mais viável economicamente.

Os conectores e interface Arduino utilizados na Intel Galileo Gen 2 são:

- Entrada digital (Interface Arduino): Para os conectores do Interruptor Térmico;

- Entrada analógica (Interface Arduino): Para a ligação em série do microfone, filtro e pré-amplificador para a captação do som;

- Entrada analógica (Interface Arduino): Para a ligação do sensor de temperatura LM35;

- Saída digital (Interface Arduino): Para a saída da resposta do teste de liberação, se a peça está calibrada ou não está calibrada;

- USB Client: Para realizar a analise via LabView em supervisão da de temperatura e do som capturado, controle e monitoramento da automação da Intel Galileo Gen 2, realizando a exibição de gráficos e resultados em tempo real.

Automação e captura dos sinais do teste de liberação através da Intel Galileo Gen 2

A interface escolhida para o processo de captura de sinal, é iniciada através de um sensor de temperatura e de um microfone acoplado próximo ao interruptor térmico.

Ambos os meios de captura de sinal realizam o trabalho de automatizar o teste e deixa-lo com maior precisão possível na resposta ao operador.

Por esta razão, a Intel Galileo Gen 2 trabalha em sua programação e automação com dois meios de captura, sendo estes trabalhados sempre em paralelo. O primeiro meio de captura é através da captação, filtragem e identificação do som, onde este é responsável por identificar se o bimetal comutou no tempo idêntico ao fechamento dos contatos. O segundo meio de captura é através da captura e controle de temperatura de ação do interruptor térmico, ele define se a ação do bimetal e consequentemente o fechamento dos contatos aconteceram na faixa de temperatura correta definida no interruptor térmico.

Captação, filtragem e identificação do som

O primeiro meio de captação é feito através da captura, filtragem e identificação do som. Esse som é capturado através de um conjunto em série contendo um microfone, um filtro e um pré-amplificador, conforme mostrado na figura 6.

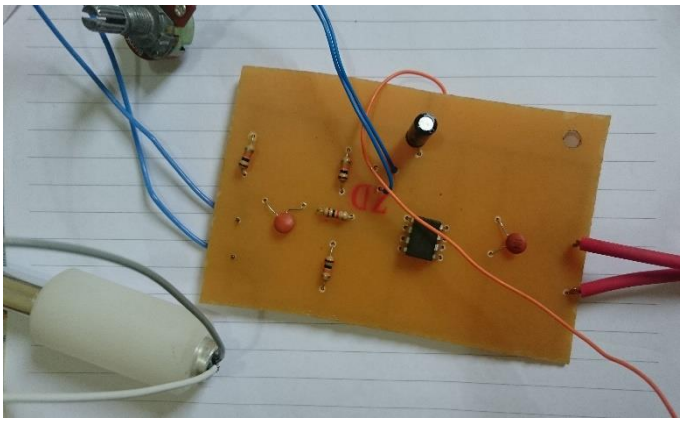


Figura 6 – Conjunto em série para a captação do som (FONTE: Autor).

O funcionamento deste meio começa a ser executado logo após o interruptor térmico atingir a temperatura de ação e comutar o bimetal. O ruído capturado pelo microfone é enviado para um filtro passa-banda (passa-faixa), onde é selecionada apenas uma faixa de frequência próxima do ruído, excluído todos os outros possíveis ruídos provocados no meio industrial. O sinal filtrado passa por um circuito pré-amplificador de áudio, responsável por ampliar o ganho do sinal deixando-o mais preciso em um sinal analógico. O sinal é enviado para a entrada analógica da Intel Galileo Gen 2, onde está programada para realizar a analise e a comparação da frequência e magnitude pré-definidas através do Algoritmo de Goertzel.

Algoritmo de Goertzel

O Algoritmo de Goertzel é uma forma mais simples demonstrada pela Transformada Discreta de Fourier (DFT – *Discrete Fourier Transforms*).

A DFT ou Transformada Discreta de Fourier, permite com que um espectro de frequência de algum sinal seja disponibilizado para os sistemas computacionais e digitais. É responsável também por transformar um sinal continuo no tempo em uma análise discreta das frequências (PUHLMANN, 2016).

A transformada direta ou algoritmo de Goertzel calcula o conteúdo do espectro gerado pela DFT de um único limite e não do espectro como um todo, diminuindo consideravelmente a quantidade de cálculos que seriam necessários, facilitando a utilização em aplicações práticas.

Para melhor comparação, é mostrado na Figura 7, um gráfico de uma operação de DFT de um sinal hipotético sem efetuar o calculo de Algoritmo de Goertzel, sendo claramente visíveis todas as amostragens de magnitudes do sinal.

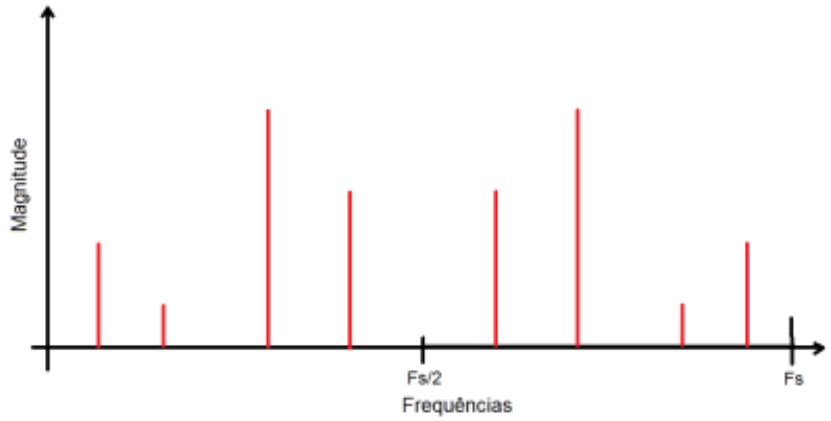


Figura 7 - Sinal hipotético em DFT (FONTE: Embarcados)

Na figura 8 está o mesmo sinal e gráfico apontado na figura acima, porém neste foi realizado o calculo em Algoritmo de Goertzel para determinar uma frequência e magnitude do sinal gerado.

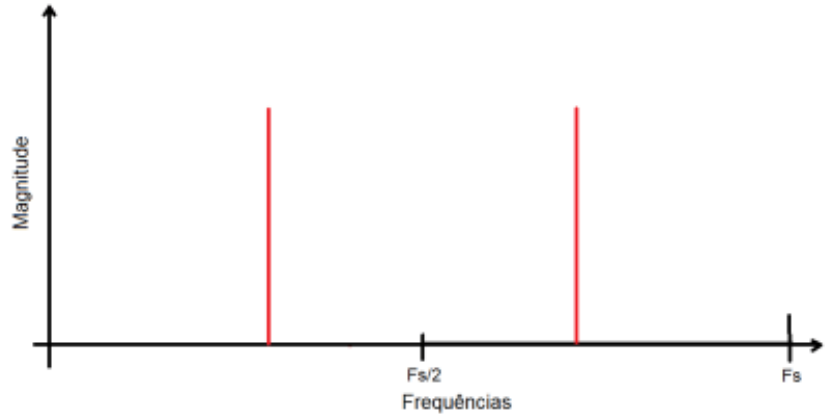


Figura 8 - Sinal hipotético em DFT calculado pelo Algoritmo de Goertzel (FONTE: Embarcados).

Na teoria e em uma situação ideal, aplicando-se o calculo do algoritmo de Goertzel, o restante das frequências são excluídas. Contudo, em situações reais de programação e testes, não ocorre exatamente desta maneira, mas uma

vez obtido a frequência e magnitude de bem próxima à exata do ruído do bimetal, este modo de analise e seleção se tornou muito satisfatória para aplicação neste projeto. E para que a analise se tome mais precisa está sendo acrescentado paralelamente o segundo meio de captura, a temperatura.

Captura e controle da temperatura de ação

O segundo meio de captação é feito através da captura e controle da temperatura de ação. O sensor de temperatura LM35 é o responsável pela captura da temperatura do interruptor térmico que está sendo testado, mostrado na figura 9.



Figura 9 – Sensor e controlador de temperatura (FONTE: Autor).

O funcionamento deste meio começa a partir do momento que o interruptor começa a aquecer. Todo o estágio do aumento da temperatura é monitorado através de um gráfico em *LabView*. Cada modelo de interruptor térmico possui uma faixa de temperatura de ação definida que varia de 40ºC a 160ºC, portanto para que o programa possa definir corretamente a temperatura, antes de testar é pré-definido no programa e no *LabView*, qual faixa de temperatura é a correta para o modelo testado. O sinal do sensor está ligado na entrada analógica da Intel Galileo Gen 2, onde a programação define se as ações tomadas do interruptor térmico, como, comutar o bimetal e ligar os contatos está acontecendo dentro da faixa de temperatura descrita na programação para o modelo testado de interruptor térmico.

Programação

A Intel Galileo Gen 2 permite ser programada através das bases de linguagem de programação “C”, “C++”, *Python* e *Node.js/Javascript*.

A linguagem de programação utilizada neste projeto é em base “C”, sendo uma das mais reconhecidas atualmente, em vista que são as instruções mais acessíveis e compreensíveis, onde os programadores possam se expressar nas programações com mais facilidade.

Os dois meios de captura e a captura do fechamento dos contatos foram programados para serem efetuados os cálculos e ações necessárias fazendo com que este projeto mostre os resultados de maneira totalmente automatizada. Porém para facilitar a visualização da ação do programa, todos os algoritmos são demostrados em diagramas.

Programação com cálculo do Algoritmo de Goertzel

Aplicado na prática, o algoritmo de Goertzel é a principal analise e comparação do som neste projeto, e foi desenvolvida com base através da biblioteca mostrada em diagrama do algoritmo programado em “C”, visto na figura 10.

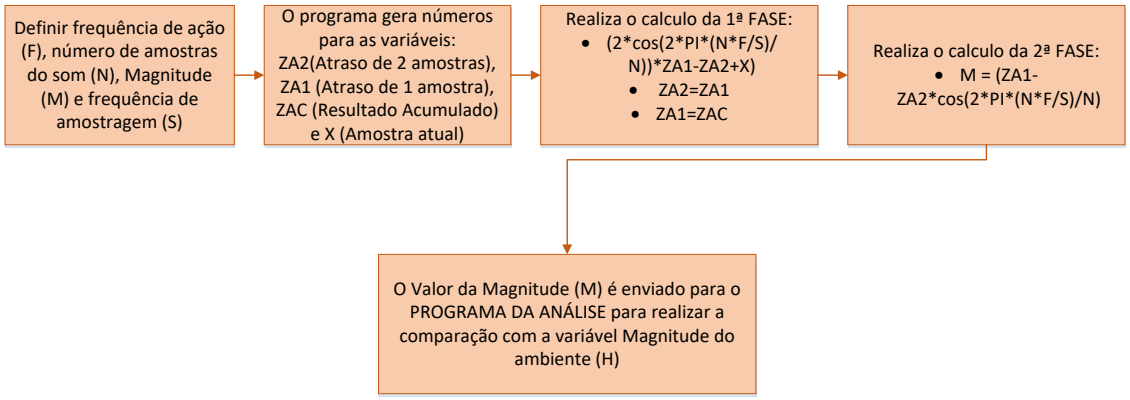


Figura 10 – Diagrama da biblioteca utilizada na programação em "C" do Algoritmo de Goertzel (FONTE: Autor).

Foi incluída à programação em “C” a biblioteca do algoritmo de Goertzel. Com base nesta biblioteca a programação foi desenvolvida, armazenada e utilizada na Intel Galileo Gen 2. Esta programação é a responsável por realizar a analise e comparação da frequência e magnitude do ruído capturado do

bimetal pré-definidos no programa, conforme mostrado no diagrama da figura 11.

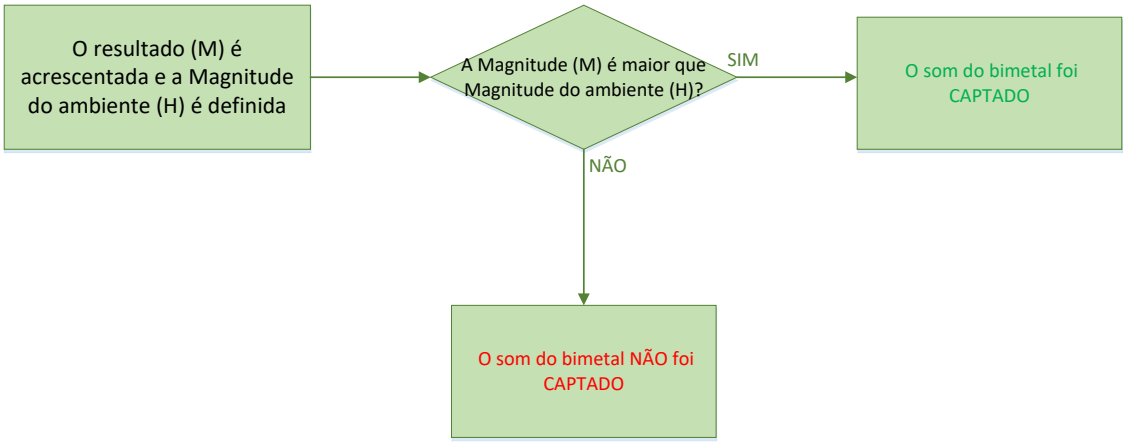


Figura 11 – Diagrama do programa em C analisador e comparador do ruído do bimetal, armazenado na Intel Galileo Gen 2 (FONTE: Autor).

Portanto, assim que o sinal com o ruído do bimetal passa pelo filtro externo, pelo circuito pré-amplificador e enviado para a porta analógica da Intel Galileo Gen 2, é realizado através da programação armazenada na placa, a filtragem do DFT em Algoritmo de Gortizel. Logo depois que o sinal é analisado e identificado como o ruído verdadeiro, o programa se responsabiliza por mostrar uma resposta positiva. Lembrando que paralelamente a este meio de captação, o controle e captação da temperatura também estão em processamento através da linguagem de programação armazenada na Intel Galileo Gen 2.

Programação da captura e controle da temperatura de ação

A programação em “C” para a captura e controle da temperatura é responsável por retirar diretamente do sensor de temperatura LM35 os dados obtidos do teste efetuando um pequeno cálculo de conversão e identificar se a temperatura de ação mostrada é a correta do interruptor térmico, conforme visto na figura 12.

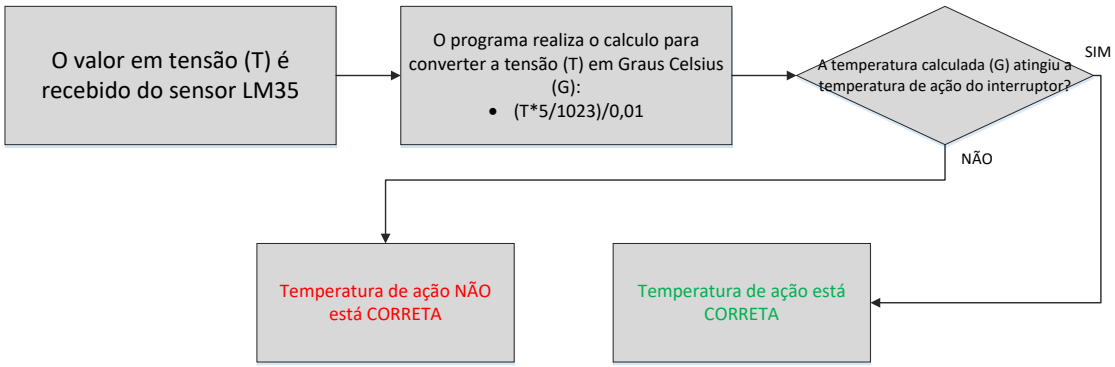


Figura 12 - Diagrama do programa em "C" de conversão e analise da temperatura (FONTE: Autor).

O sensor LM35 é um sensor preciso de temperatura e sua saída é por tensão linear, sendo um sinal de saída de 10mV para cada Grau Celsius. Não é necessário nenhum tipo de calibração externa, este consegue mostrar com exatidão os valores de temperatura dentro da faixa de -55ºC a 150ºC (MOTA, 2016).

Portanto, os dados são obtidos em tensão através do sensor e este sinal enviado para a porta analógica da Intel Galileo Gen 2. O programa em “C” para esse meio de captura tem como uma das funções, calcular a tensão enviada pelo sensor LM35 transformando em temperatura na escala de graus Celsius (ºC). Os dados e resultados obtidos através deste programa são redirecionados ao programa principal onde, após a temperatura ser atingida se responsabiliza por verificar se a ação da comutação do bimetal e o fechamento dos contatos foram executados dentro da faixa de temperatura pré-definida do modelo, se sim, o resultado positivo é mostrado.

Programação dos contatos

A programação dos contatos é responsável por identificar se os contatos do interruptor térmico fecharam e permitiram a passagem da corrente, conforme mostrado no diagrama da figura 13.

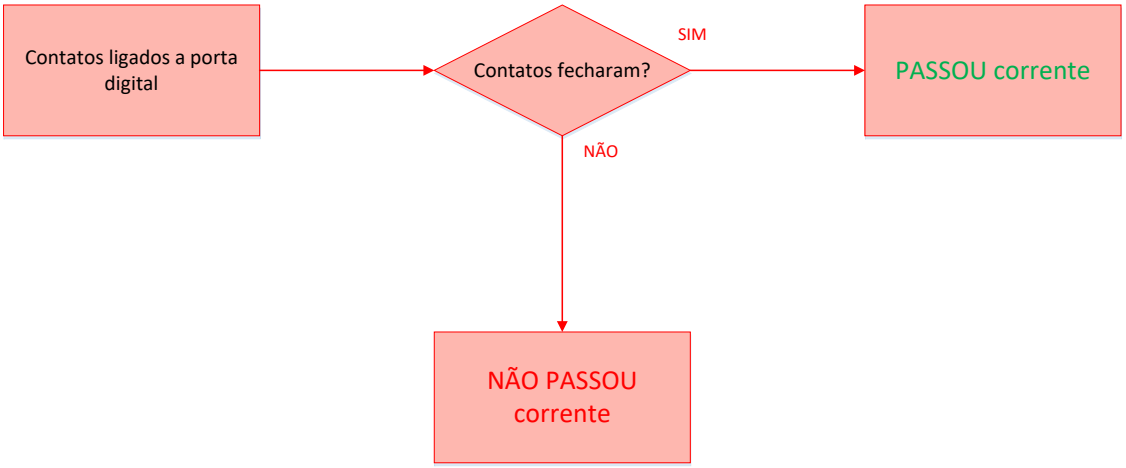


Figura 13 - Diagrama do programa em "C" do fechamento dos contatos (FONTE: Autor).

A programação do fechamento dos contatos, juntamente com a captura do som e com a captura da temperatura são programas de tomada de decisão, onde se unem ao programa principal para apresentar um resultado conforme o controle por tabela-verdade.

Controle por Tabela-Verdade

A tabela-verdade é um conjugado de possibilidades entre valores de variáveis lógicas, se encontrando apenas em duas situações, verdadeira ou falsa. As condições podem ser empregadas sozinhas ou em conjuntos de operações lógicas, como “e” ou “ou”. (FORBELLONE e EBERSPACHER, 2000).

O método desenvolvido possui o sistema de tomadas de decisão através de tabela-verdade, onde é necessário que o programa realize a análise de resultados entre os conectores do interruptor térmico, a faixa de temperatura de ação enviado do sensor LM35 e o som analisado enviado do conjunto em série de microfone, filtro e pré-amplificador.

Para o desenvolvimento do programa de tomada de decisão, a tabela foi preparada de uma maneira simples. Desta maneira o sistema é executado com mais precisão e menos chances de erros, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 - Tabela Verdade da programação do teste de liberação para produção de interruptores térmicos (FONTE: Autor, 2016).

Som capturado	Temperatura atingida	Contatos fecharam	Resposta do controle desenvolvido pela programação em base "C"
Falso	Falso	Falso	**Não calibrado**
Falso	Falso	Verdadeiro	**Não Calibrado**
Falso	Verdadeiro	Falso	**Não Calibrado**
Falso	Verdadeiro	Verdadeiro	**Não Calibrado**
Verdadeiro	Falso	Falso	**Não Calibrado**
Verdadeiro	Falso	Verdadeiro	**Não Calibrado**
Verdadeiro	Verdadeiro	Falso	**Não Calibrado**
Verdadeiro	Verdadeiro	Verdadeiro	**CALIBRADO**

Programação principal

A programação é responsável por decifrar se o interruptor está calibrado e detecta a ação das variáveis utilizando o método da tabela-verdade. Deste modo, o programa executa a ação de verdadeiro e falso conforme os sinais recebidos nas portas digitais e analógicas, e será mostrado o aviso positivo ou negativo de calibração do teste.

A programação foi desenvolvida por meio de tomadas de decisão para o caso da aprovação do teste, como visto na figura 14. Recebe o processo de tomada de decisão, a informação positiva enviada do programa de calculo do Algoritmo de Goertzel, da captação e controle da temperatura de ação e também recebe a informação dos contatos do Interruptor térmico. Se os contatos ligarem e o bimetal comutar no mesmo instante e estiver na faixa de temperatura de ação correta o interruptor térmico está calibrado, se não, o interruptor térmico não está calibrado, nessa situação é preciso ser calibrado novamente antes de seguir para a produção.

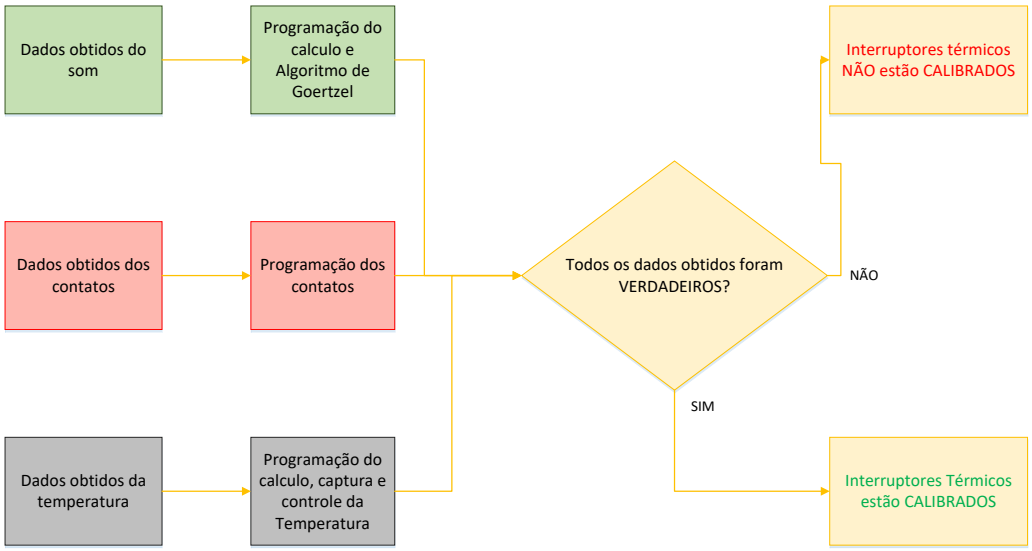


Figura 14 – Diagrama do programa principal desenvolvido (FONTE: Autor).

Conforme a tabela-verdade, somente na condição de "verdadeiro/verdadeiro/verdadeiro" é acionado o alarme visual como Calibrado (LED Verde). Caso a condição seja qualquer outra, no alarme visual é indicado como Não calibrado (LED Vermelho).

Sistema supervisionado por *LabView*

O sistema supervisório *LabView* é um software para o desenvolvimento designado para obter o controle e melhorar o *lead time* de produção, desenvolvido pelos engenheiros e cientistas. Com a programação gráfica, torna o entendimento e a visualização simples para desenvolver códigos em sistemas produtivos. O *LabView* é o usado em construções de equipamentos inteligentes unidos a garantia de qualidade de todos os dispositivos conectados (LABVIEW, 2016).

O sistema supervisório *LabView* é utilizado neste projeto para realizar o monitoramento das ações do teste de liberação automático. O monitoramento é feito através da porta USB/Client da Intel Galileo Gen 2, onde o supervisório tem a ligação com os programas em execução, conforme mostrado na figura 15.

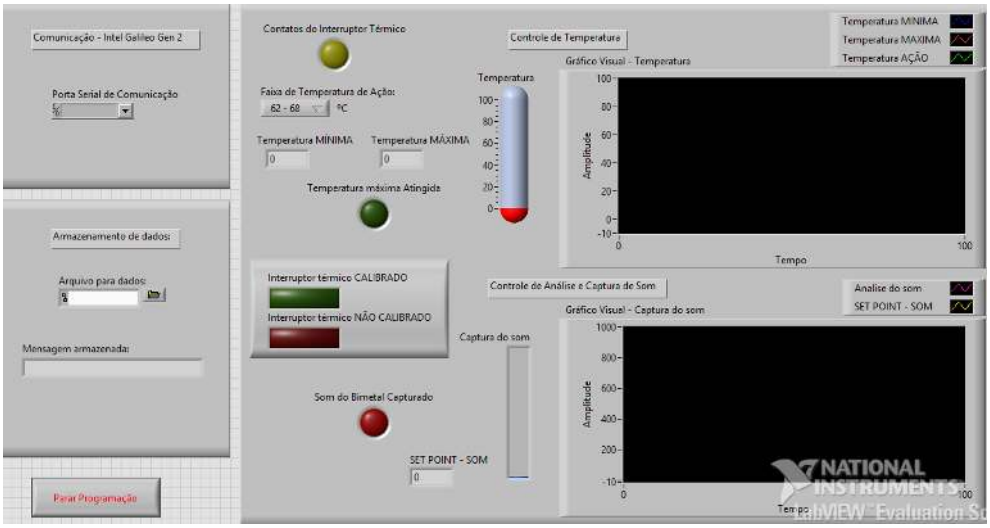


Figura 15 - Painel frontal da programação em LabView (FONTE: Autor).

O modo de gráfico, LEDs virtuais e barras são mostrados em tempo real, mantendo o monitoramento e controle do teste sempre visível, evitando acidentes pela alta temperatura do liquido e erros no processamento dos dados da Intel.

RESULTADOS

O objetivo da programação de testes após a ligação dos contatos, a captura da temperatura de ação e a captura do som e comunicação com a Intel Galileo Gen 2, é analisar a faixa de temperatura selecionada e o espectro de frequência gerado juntamente com os picos de áudio, verificando se o mesmo é filtrado, analisados e comparados com valores pré-definidos, sendo possível executar o programa e dar um valor positivo e esperado. É importante ressaltar que o projeto foi concluído totalmente e executado sem problemas obtendo as informações e os testes necessários para o funcionamento satisfatório.

O controle de temperatura foi acrescentado à programação e a comparação, após alguns testes efetuados, pela razão de manter a maior precisão possível para analise de calibração dos interruptores térmicos.

A sincronia do ruído do bimetal com os contatos foi calibrada da melhor maneira possível, sendo assim evitados problemas de mostrar os resultados finais conforme foi programado.

O teste é considerado relativamente mais rápido que o modo manual, sendo possível ser testado mais que um interruptor térmico por vez. O processo

de aquecimento do liquido e a identificação, levam o mesmo tempo que o modo manual. Porém ainda é considerada uma grande vantagem de confiabilidade e segurança do resultado, pois todo o processo está sendo feito de maneira automatizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve dificuldades para verificar e identificar os dados de sons que seriam processados pela placa Intel Galileo Gen 2, pois o estudo sobre a DFT (Transformada Discreta de Fourier) e o Algoritmo de Goertzel é muito complexo e detalhado, exigindo muitas pesquisas e testes laboratoriais para concluir a execução do programa sem problemas. Portanto, já foi adequado e foi resolvido para a execução completa sem interrupções.

Todos os conceitos descobertos e descritos neste relatório são de fato suficientes para conclusão deste projeto, sendo acrescentada após alguns testes, à captação e controle de temperatura a programação original para maior precisão.

O teste apresentou um funcionamento satisfatório e preciso conforme descrito, portanto foram realizados vários testes em partes e por completo ao longo do desenvolvimento, para manter a precisão exigida nos testes de qualidade da indústria de autopeças.

Conclui-se que todas as alternativas e materiais mostrados neste projeto, são capazes de transformar o trabalho manual do teste dos interruptores térmicos em um teste com maior repetibilidade e reprodutibilidade, garantindo assim que não haja desvios de qualidade ou falhas graves em função do fator. Garantindo assim o controle da produção e da qualidade dos interruptores térmicos utilizados nos automóveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **Intel Galileo Gen 2.** 2016. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/ArduinoCertified/IntelGalileoGen2>. Acesso em 18 de maio de 2016.

CHARETTE, R. N. **This Car Runs on Code**. *IEEE Spectrum*, v. Green Tech, Advanced Cars, Fev. 2009.

FARIAS, Daniel da Silva; ROCHA LIMA, Francisco Fernando; SOUZA JUNIOR, Wesley Couto; SOUZA, Athanio. **Automação com plataforma livre para o controle**

de dispositivos eletrônicos. *Computer on the Beach 2013*. Parnaíba. p. 395-396.2013.

FILIPEFLOP. **Primeiros passos com Intel Galileo Gen 2**. 2016. Disponível em: <http://blog.filipeflop.com/embarcados/primeiros-passos-intel-galileo-gen-2.html>. Acesso em 15 de junho de 2016.

FORBELLONE, André Luiz Villar, EBERSPACHER, Henri Frederico. **Lógica de Programação: A construção de algoritmos e estrutura de dados.** 2ª edição. São Paulo-SP. Makron Books Ltda, 2000. p. 24.

GITHUB. **Goertzel-Master.** 2016. Disponível em: < https://github.com/jacobrosenthal/Goertzel/blob/master >. Acesso em 20 de outubro de 2016.

INTEL. **Placa de desenvolvimento Intel Galileo Gen 2**. 2016. Disponível em: <http://www.intel.com.br/content/www/br/pt/do-it-yourself/galileo-maker-quark-board.html>. Acesso em 18 de maio de 2016.

JAMSA, Kris A.; KLANDER, Lars. **PROGRAMANDO EM C/C ++: a bíblia.** São Paulo - SP: Makron Books, 1999. 1012.

MOTA, Allan. Vida de Silício. **LM35 – Medindo temperatura com Arduino**. 2016. Disponível em: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/basico/lm35-medindo-temperatura-com-arduino/>. Acesso em 01 de novembro de 2016.

NATIONAL INSTRUMENTS. **Conceitos Gerais de Comunicação Serial.** Disponível em: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/32679C566F4B9700862576A20051FE8F>. Acesso em 25 de setembro de 2016.

NATIONAL INSTRUMENTS. **LabView**. 2016. Disponível em: <http://www.ni.com/labview/pt/>. Acesso em: 03 de Junho de 2016.

PUHLMANN, Henrique. Embarcados. **Transformada Discreta de Fourier – Algoritmo de Goertzel.** 2016. Disponível em: <http://www.embarcados.com.br/dft-goertzel/>. Acesso em 20 de Outubro de 2016.

RAMON, Manoel Carlos. **Intel Galileo and Intel Galileo Gen 2: API Features and Arduino Projects for Linux Programmers.** New York-NY. Apress Media, LLC, 2014. P.200.

UTILIZANDO O CONCEITO *MILK RUN* PARA REDUÇÃO DE CUSTOS LOGÍSTICOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: ESTUDO DE CASO

Using the milk run concept for the reduction of logistical costs in the automotive industry: case study

BOTAN, Lucas
Faculdade de Jaguariúna

CRUZ, Guilherme
Faculdade de Jaguariúna

DIAS, Rafael Corsi
Faculdade de Jaguariúna

FELISBINO, Daivid Gomes
Faculdade de Jaguariúna

PEREGO, Bruno E.
FCA/UNICAMP – Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas

RESUMO: No atual cenário automotivo as empresas passam por constantes mudanças, elevando a necessidade de atualização. Esta necessidade é ampla e não abrange apenas melhorias em produtos finais, tecnológicas, estratégicas, mas também logísticas eliminando trabalhos que não agregam no valor final do produto. Principalmente, porque tais melhorias impactam diretamente nos custos globais da organização. O presente estudo tem por objetivo quantificar os resultados da implementação de um sistema de coleta programada *Milk Run* em comparação com um sistema de frete especial, e derivar perspectivas para pesquisas futuras. Em função deste objetivo, foi realizado um estudo de caso para análise qualitativa e quantitativa de uma empresa do setor automotivo localizada na cidade de Jaguariúna-SP, Brasil.

Palavras-chave: *Milk Run*, Logística, Redução de Custos.

Abstract: In the current automotive scenario companies undergo constant changes, raising the need for updating. This need is broad and does not only cover improvements in final products, technological, strategic, but also logistic eliminating jobs that do not add up to the final value of the product. Mainly, because such improvements directly impact the overall costs of the organization. The present study aims to quantify the results of implementing a Milk Run programmed collection system in comparison to a special freight system, and to derive perspectives for future research. Based on this objective, a case study was carried out for the qualitative and quantitative analysis of an automotive company located in the city of Jaguariúna, Brazil.

Key-words: Milk Run, Logistics, Cost Reduction

INTRODUÇÃO

As constantes evoluções tecnológicas e metodológicas nas indústrias gera-se a busca por meios de reduzir custos, aumentando então uma árdua concorrência entre as empresas. O setor automobilístico não é diferente, existe

a necessidade de eliminar atividades que não agreguem valor ao produto, dentre estas atividades, especificamente no setor logístico existe a possibilidade de grandes reduções de custos, apenas utilizando-se de um sistema para organização e programação das rotas, esta ferramenta é chamada de Milk Run ou coleta programada.

O sistema logístico Milk Run, tem por origem do nome é dado ao relacionado dos antigos entregadores de leite, pois quando entregavam um litro sempre levavam uma garrafa vazia na volta, é por esse sistema que se remete diretamente ao Milk Run. Esse sistema consiste basicamente em aproveitar melhor as viagens de transporte, sempre otimizando e fracionando a quantidade de produtos, assim tornando o frete mais lucrativo e praticamente eliminando estoques, assim como em sistemas just-in-time só funciona se bem implementado, tornando essencial um excelente treinamento e elevada dedicação da equipe envolvida para obtenção de sucesso do sistema.

A responsabilidade operacional logística está intimamente ligada com a disponibilidade de matéria-prima, produtos acabados e semiacabados e seus respectivos estoques, no local em que são requisitados, com o menor custo possível. A logística ainda é o trabalho imposto para mover e situar o inventário na cadeia de suprimentos, que envolve empresas que cooperam para alavancar posicionamento estratégico e melhorar a eficiência das operações (BOWERSOX e CLOSS, 2010).

Operações na cadeia de suprimentos demandam processos gerenciais que transcorrem por áreas funcionais intra-empresas e ligam parceiros comerciais e clientes para além das fronteiras organizacionais (BOWERSOX et al., 2006).

Este estudo descreve a implementação e utilização de um sistema Milk Run para a reorganização e planejamento dos sistemas logísticos, de uma empresa do ramo automotivo, visando à redução de custos e deixando-a mais competitiva no mercado.

Com as grandes exigências do meio, aumenta a necessidade das empresas de investirem em conhecimento e na criatividade com o intuito de sobreviverem no ambiente automotivo, o que justifica a busca por soluções logísticas flexíveis e dinâmicas. De forma geral, as empresas possuem um ardo trabalho ao almejar reduções de custos para se destacar no mercado, visando

obtenção de vantagem competitiva, e uma das alternativas que contribuem para isso é redução de custos logísticos.

Segundo Ohno (2002), a redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bem de consumo que busquem sobreviver no mercado atual. Durante um período de grande crescimento econômico, qualquer fabricante pode conseguir custos mais baixos com uma produção maior. Não existe método mágico. Ao invés disso, é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, afim de que possa realçar a criatividade e a produtividade, para utilizar bem instalações e máquinas e eliminar todo o desperdício.

O presente artigo apresenta um estudo sobre a implantação do sistema de coleta programada denominado Milk Run, em uma empresa automotiva. Serão apresentados os resultados obtidos, dentre eles a redução de custos de transportes, melhoria no fluxo logístico e as vantagens obtidas com a implementação do sistema.

OBJETIVO

O Objetivo do presente estudo é avaliar as vantagens e desvantagens do Sistema Milk Run como também do Sistema Convencional de logística. Pretende-se identificar as necessidades para a implementação da Coleta Programada, pontuando os elementos que compõe o sistema, desde a operação logística dentro da indústria até os fornecedores e prestadores de serviço (frete), bem como demonstrar a redução de custo gerada com o uso do Milk Run comparado ao sistema de frete especial, objetivando a importância desta economia perante a grande representação do frete no custo total logístico.

Será utilizado de um estudo de caso para analisar e exemplificar os dados e informações propostas, os quais tem como base uma empresa do setor automotivo, localizada na cidade de Jaguariúna-SP, Brasil.

REFERENCIAL TEÓRICO

As infraestruturas adequadas juntamente com a localização estratégica de uma empresa formam um conjunto ideal para o sucesso e desenvolvimento das mesmas. De acordo com Castro (1995), a orientação dos processos produtivos busca atender aos requisitos dos mercados consumidores quanto à

qualidade dos insumos e produtos, prazos de entrega, assistência técnica e inovações, tem feito com que a eficiência do sistema logístico torne-se uma condição básica para a competitividade de todos os setores da economia.

Segundo Pereira, et al. (2016) a fim de se tornarem mais competitivas e eficazes em logística, empresas tomam decisões no nível estratégico, como determinação do número, tamanho e localização das fábricas e depósitos, realocação de plantas e centros de distribuição, inclusão de novas instalações na rede logística, influenciando a Logística de Distribuição e acarretando mudanças em suas atividades.

O Milk Run retrata uma prática antiga da logística de abastecimento originada dos tradicionais sistemas de abastecimento de pasteurizadores e beneficiadores de leite, onde a lógica é ter um sistema de abastecimento com roteiros e horários pré-definidos para as coletas de materiais junto aos fornecedores. O principal objetivo é reduzir custos logísticos com abastecimento via economia de escala e racionalização de rotas, bem como aumentar a confiabilidade do processo como um todo. Inicialmente, o processo pode ser realizado pela empresa cliente, mas a tendência é que seja feito por operadores logísticos especializados e com maior potencial para ganhos em escala. O sistema pode ainda operar com diversas frequências, dependendo de alguns fatores como o setor industrial, produto, volume de produção e proximidade dos fornecedores. Em alguns casos mais extremos, bem como limites físicos de atuais condomínios industriais das indústrias automobilísticas, se costuma haver certa frequência em torno de duas a três horas (PIRES, 2004).

Bowersox (2002) aponta que, nenhuma outra área abrange tanta complexidade de negócios ou tamanha extensão geográfica como a logística. Que opera 24h por dia, 7 dias por semana, durante 52 semanas no ano, a logística se incumbe de coletar produtos e levá-los ao destino, no tempo desejado.

Logística se trata do processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenamento de materiais e produtos acabados por meio de uma organização e seus canais de marketing, de modo a maximizar a lucratividade presente e futura atendendo aos pedidos com menor custo possível (GOMES e RIBEIRO, 2004).

O aproveitamento da capacidade ociosa do meio de transporte leva à redução de custos e a maior eficiência no atendimento ao cliente. Outra prática importante é a consolidação e simulação de transporte como base nos custos de fretes praticados pelas empresas prestadoras de serviços (BERTAGLIA, 2006).

METODOLOGIA

O trabalho iniciou-se com uma revisão de bibliográfica, que se resume em buscar conteúdos em livros, artigos, teses, revistas, entre outros, a fim de se obter uma grande base teórica sobre o assunto e seus periféricos. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2008, p. 50).

Com a base teórica adquirida referente ao setor de logística, sobre a coleta programada e suas vantagens e desvantagens além de informações referentes aos tipos de pesquisa e suas informações, foi então iniciado o desenvolvimento do artigo utilizando o método estudo de caso explanatório. Segundo Martins, et al. (2014) o estudo de caso explanatório tem por objetivo não apenas descrever uma determinada realidade, mas também explicá-las em termos de relações de causa e efeito. O estudo de caso explanatório pode também ter como objetivo a confirmação ou generalização de determinadas posições teóricas.

Foram confrontadas várias teorias com as práticas por meio da análise de dados coletados em uma empresa do setor Automobilístico. Com as comparações podemos pontuar os pontos positivos e negativos do sistema Milk Run em funcionamento no setor de entregas e pedidos da empresa consultada.

O Estudo de caso é um dos métodos mais importantes de pesquisa na Engenharia de Produção, com seu ponto forte em desenvolvimento de novas teorias (MARTINS *et al.,* 2014).

O método de pesquisa qualitativa foi utilizado, coletando, analisando e comparando dados para gerar as informações. A abordagem qualitativa tem como característica o ambiente natural com a fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental utilizam o enfoque indutivo na análise de seus dados. A Pesquisa qualitativa não procura enumerar ou medir

os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados (GODOY, 1995).

DESENVOLVIMENTO

ESTUDO DE CASO

O estudo de caso abordou a utilização do sistema logístico Milk Run na área de logística em uma empresa multinacional do ramo automotivo, situada na cidade de Jaguariúna, estado de São Paulo e com outras sedes distribuídas no Brasil.

A empresa estudada tem como sua principal matéria-prima, componentes mecânicos e alguns de seus principais fornecedores estão situados em São Paulo capital.

Em decorrência da deficiência observada em relação de custos logísticos a empresa estudada em conjunto com seus fornecedores resolveu atuar na melhoria do sistema de transporte, assim foi adotada a utilização do sistema de coleta programada o Milk Run com o intuito de minimizar os custos com transportes, matéria prima e de material acabado em estoque e de toda a cadeia de suprimentos.

APRESENTAÇÂO DA EMPRESA

A empresa analisada neste estudo de caso iniciou suas atividades no Brasil em 1953 como parte de uma operação estratégica global. Em 1970, a produção era feita pelo segmento Cabeamento, quando então em 1998 o setor Automotivo passa a assumir a produção de compressores de ar condicionado CVC no Brasil.

Em 2015, por meio de um contrato comercial, outra grande indústria do setor automotivo passa a assumir todos os negócios de gerenciamento térmico em todo o mundo, ou seja, passa a se responsabilizar pelos sistemas de ar condicionado. Localizada em Jaguariúna - SP, a fábrica produz compressores compactos variáveis de cinco e seis pistões tendo como principais clientes as grandes montadoras que atuam no mercado brasileiro, além de atuar também no mercado de reposição.

COMPONENTES DO SISTEMA LOGÍSTICO

Para obter-se um sistema logístico formado são necessários diversos componentes, ou seja, setores funcionais e suas determinadas responsabilidades formando o fluxo de trabalho e operações necessárias, um dos principais fatores se trata do serviço prestado ao cliente, o qual não abrange somente o preço compatível com mercado, mas é de suma importância que se preste um elevado nível de serviço.

O nível de serviço logístico e a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado são o resultado líquido de todos os esforços logísticos da organização. É fator-chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem a seus clientes para assegurar sua fidelidade (BALLOU, 1993).

As rotas a serem feitas, os valores que envolvem os transportes e quais os serviços que serão prestados são fatores que em conjunto formam a macro do transporte, o qual é o principal serviço a ser realizado. Exige-se também uma correta administração de estoque, a qual pode gerar diversos benefícios para o sistema logístico envolvendo fatores como o tipo de fluxo de estoque a ser utilizado e determinar as quantidades ou volume a ser armazenado, obtendo o menor custo de estoque possível.

Para que todo o funcionamento logístico e seu fluxo, bem como os componentes citados anteriormente sejam integrados, é imprescindível que seja utilizado um eficiente e claro sistema de gestão da informação, o qual auxilia e coordena o fluxo do processo logístico, desde a gestão de estoque até o monitoramento da frota e o produto em fluxo (BOWERSOX e CLOSS, 1996).

A logística envolve um complexo sistêmico entre as partes que compõem uma organização, para seu sucesso almeja-se a união harmônica entre: Integração da Informação, Transporte, Estoque, Armazenagem, Movimentação de Material e Embalagem (BOWERSOX e CLOSS, 1996).

QUALIDADE DO TRANSPORTE

Para que seja possível fechar um ciclo logístico de alto desempenho é imprescindível que três elementos importantes sejam corretamente analisados e

monitorados, sendo estes: custos que compõem o transporte, a velocidade na qual é executado e a consistência do mesmo.

Uma grande fatia do custo logístico total é referente ao custo do transporte, ou seja, o valor monetário gasto ou cobrado para que seja transportado um item de uma localização para outra. Para que o custo seja formado são avaliados itens como: mão de obra, seguro, combustível, manutenção de frota, tempo de transporte, tributos, conjunto este que se bem administrado pode interferir diretamente no valor final do produto em questão.

Para gerenciar os custos logísticos é necessária uma grande cautela e eficiência, pois a busca em prestar um serviço com menor custo pode gerar um desequilíbrio entre o objetivo de lucro e satisfação do cliente.

A velocidade do transporte deve ser garantida para a satisfação do cliente, mesmo que seja necessário um custo um pouco maior, porém deve existir um balanço entre os dois fatores. O cliente exigente busca pontualidade e custo acessível em serviços prestados a sua empresa.

A fim de se evitar estoques, suprir as necessidades do cliente e manter os custos baixos, busca-se uma consistência na execução dos transportes, ou seja, possuir tempos "padrões" ou "similares" nas rotas traçadas, balanceando a quantidade de viagem versus tempo de execução das mesmas. Fatores que possam gerar atrasos devem estar previstos e incluídos em um tempo de margem estabelecido para as rotas.

VANTAGENS DO SISTEMA MILK RUN

Um eficiente sistema de coleta programada gera inúmeros benefícios às empresas a que o utilizam. Um fator importante é a diminuição dos estoques de produtos acabados, o qual acarreta em altos custos para se manter o nível de estocagem alto, tanto devido ao espaço físico necessário quanto para a mão de obra necessária, é também preciso que se dedique maior tempo para o controle deste estoque.

O correto controle dos estoques leva a maior rentabilidade da empresa, onde reduzem a absorção dos capitais que podem ser retornados para a empresa, aumentam a rotatividade de produtos e economizam a manutenção de inventário (MAGDALENE e OLIVEIRA, 2015).

Ao realizar as rotas programadas, gera-se o melhor aproveitamento do tempo disponível e do uso de carga da frota, fatores estes que em conjunto geram duas vantagens de grande impacto financeiro em uma empresa, são eles: redução da frota e a redução do custo de transporte.

Com a frota reduzida, utiliza-se menos mão de obra, tanto diretamente nos caminhões como também no controle dos mesmos e suas rotas. Esta redução vem a somar com a economia feita na manutenção e depreciação dos veículos restantes que passam a percorrer menor quilometragem e gerar menos gastos.

DESVANTAGENS DO SISTEMA MILK RUN

Um problema comum encontrado nos sistemas logísticos é a não realização de uma correta roteirização dos veículos, a qual é a base para o correto funcionamento do sistema Milk Run, ou seja, o sistema necessita de rotas e veículos bem definidos para que não gere atrasos no recebimento dos produtos, afetando diretamente a produção ou gerar a necessidade de fretes extra, os quais são de alto custo. Diversos estudos voltados para a correta roteirização de veículos são realizados, devido ao grande impacto econômico gerado e auxiliando na criação e execução de estratégias, minimizando a frota e seus custos envolvidos (PICCIRILLO et al., 2015)

Para que o sistema Milk Run seja corretamente implementado, todos os envolvidos no setor logístico devem aderir ao sistema de coleta programada, desde o fornecimento de materiais, produção e cliente final. No setor de recebimento, é importante que todos os fornecedores sejam parte integrada do sistema, cada produto deve estar no local correto e no tempo certo.

O planejamento estratégico também tem um papel imprescindível, pois, é por meio dele que se gerenciam todos os fatores citados anteriormente, portanto, são exigidos funcionários também capacitados, evitando erros e realizando o correto gerenciamento do fluxo.

Para Braga et al. (2016), a importância da aplicação dos conceitos de planejamento estratégico nas organizações, no atual contexto globalizado e competitivo é condição fundamental para seu desenvolvimento econômico perene e sustentável.

ANÁLISE DE FRETE

A fim de esclarecimento, para que seja realizada a produção do compressor de ar condicionado, são necessários diversos componentes, tornando o processo de fabricação complexo e com um grande ramo logístico.

Tendo como exemplo o tramite entre dois de seus fornecedores, os quais estão localizados no estado São Paulo, que serão tratados neste estudo como Fornecedor “X”, este localizado em São Bernardo do Campo e fornecedor “Y”, localizado em Ribeirão Pires. Como as localidades são em cidades distintas, se fazem necessários dois fretes especiais para que seja atendida a quantidade necessária para a produção na planta de Jaguariúna. Para tal abastecimento, são realizadas duas cargas por período (semanal), contratando-se então um frete de caminhão ¾ com destino ao fornecedor “X” que absorve um custo de R$618,97 (Frete + pedágio + 12% ICMS) e um segundo frete com destino ao fornecedor “Y” com um custo de R$503,03 (Frete + 12% ICMS) para a retirada dos produtos nas localidades. Para que sejam coletados os materiais nos fornecedores, a planta fabril precisa enviar embalagens vazias para que as mesmas sejam recarregadas.

Em ambos os fretes, as embalagens são esvaziadas e carregadas no caminhão com um dia de antecedência à viagem, após carregar as embalagens vazias o caminhão fica na planta fabril, este processo gera mais um dia de atraso e custo no processo logístico.

Ao observar os valores gastos com este procedimento de retirada de matérias nos fornecedores, foram analisados os dados referentes aos valores, mão de obra, tempo, custos em manutenção da frota, riscos no transporte, como por exemplo, trânsito, assalto e principalmente os danos causados ao meio ambiente, foi então elaborado um estudo para reaproveitamento do transporte, analisando os roteiros e simulando os cálculos de quais seriam os valores gerados caso as rotas fossem unificadas através de um novo sistema de transporte.

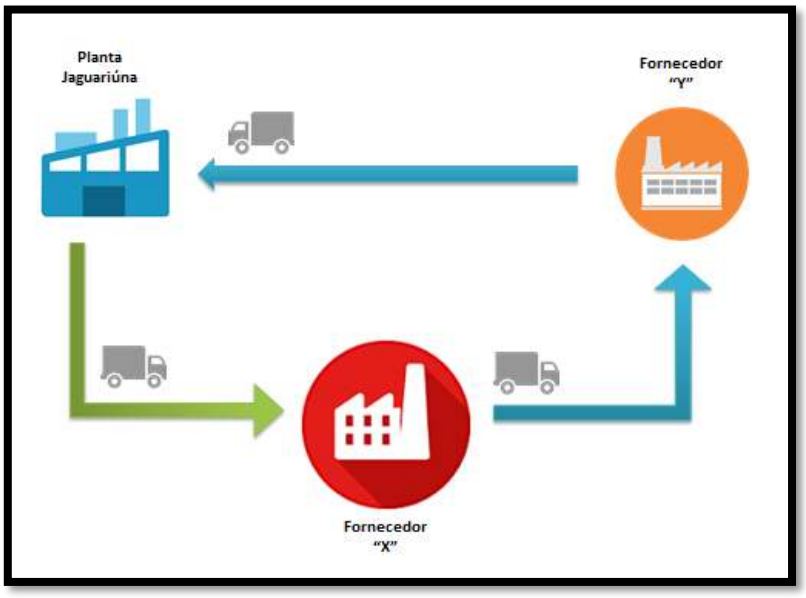
MELHORIAS IMPLANTADAS

A unificação das rotas e melhorias no sistema de coletas de materiais é importante para diminuição dos custos e danos gerados pelo sistema em geral.

Com o uso da ferramenta Milk Run, foi elaborada uma rota que atendesse os dois fornecedores de matéria prima (figura 1), assim utilizando de um caminhão de maior capacidade.

O caminhão de modelo ¾ (possui a capacidade para 3 toneladas) seria então substituído para um truck (caminhão com capacidade de 12 toneladas), com o aumento de capacidade de carga, pode-se diretamente substituir as duas viagens com o caminhão ¾ antes necessárias para somente uma viagem, a qual o truck coleta as embalagens tanto do fornecedor “X”, quanto a do fornecedor “Y” na planta de Jaguariúna todas as segundas e quartas-feiras no período da tarde, sendo preparado para o carregamento programado de produtos na planta de ambos os fornecedores para todas as terças e quintas-feiras.

Figura 1 – Rota Milk Run



Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando os dados gerados pela distância e custos rodoviários (frete) que o caminhão percorre durante o trajeto de cada fornecedor foi elaborado um estudo onde foram apresentados os ganhos reais com a implementação do sistema de coletas.

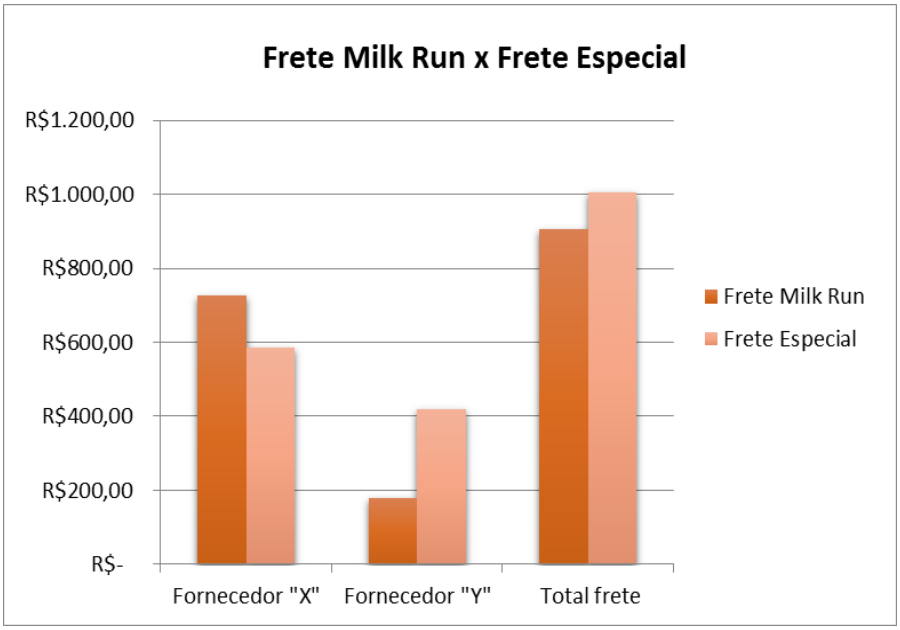
Observando os dados da Tabela 1 e Figura 2 (representados graficamente), pode-se perceber a diferença entre o custo diário do frete especial e o de um sistema Milk Run.

Tabela 1 – Comparação de custos de frete entre os sistemas Milk Run X Especial (diário).

Custo frete *Milk Run* (Diário)		Custo frete Especial (Diário)	
R$ 727,65	Fornecedor "X"	R$ 585,37	Fornecedor "X"
R$ 179,20	Fornecedor "Y"	R$ 419,97	Fornecedor "Y"
R$ 906,85	**Custo total frete**	**R$ 1.005,34**	**Custo total frete**

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2 – Representação gráfica dos custos de frete entre os sistemas Milk Run X Especial (diário).



Fonte: Elaborado pelos autores.

A diferença entre o custo de um frete (diário) não apresenta grande diferença devido os valores dos custos rodoviários de ambos serem muito próximos, porém, levando em consideração que esses fretes são realizados duas vezes por semana, ao realizar uma análise anual percebe-se resultados relativamente expressivas ($), conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Redução de Custo com Frete em Reais (R$) com a implementação do sistema Milk Run.

Economia por frete em reais (R$) por Períodos **Sistema frete *Milk Rrun***		
Economia diária	R$	98,49
Economia semanal	R$	196,98
Economia mensal	R$	787,92
Economia anual	R$	9.455,04

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando os dados coletados da distância (em quilômetros) demandada para cada coleta dos dois fornecedores estudados, nos quais são percorridos 146,5 km entre Jaguariúna (Planta Fabril) até o fornecedor "X", totalizando o frete completo em 293 km de ida e volta, e para a coleta no fornecedor "Y" o percurso necessário é 202,2 km de distância, totalizando em 404,2 km utilizando o sistema de coleta especial que ao final das coletas seriam percorridos um total de 697,4 km.

Em relação ao cenário com um sistema de coleta Milk Run, a distância percorrida pelo caminhão até o fornecedor "X" seria a mesma de 146,5 km, porém, ao invés de o veículo voltar para a planta fabril, passaria a se deslocar sentido ao fornecedor "Y", assim demandando apenas mais 36 km entre ambos, após coletar as mercadorias dos dois fornecedores o caminhão voltaria para a planta em Jaguariúna, percorrendo mais 202,2 km, totalizando então 384,7 km percorridos. Comparando a diferença entre os dados coletados do sistema de frete especial contra o sistema de frete Milk Run nota-se uma significativa redução em quilômetros rodados por caminhões, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Redução de KM Percorridos por Frete (diário)

Economia em Quilômetros Percorridos por Frete (diário) **Frete Especial x M*ilk Run***	
Frete especial	697,4 km
Frete *Milk Run*	384,7 km
Redução	**312,7 km**

Fonte: Elaborado pelos autores

Um dos principais ganhos perceptíveis seria a redução no total de quilômetros rodados, em 12 meses de fretes contratados essa redução tem como principais objetivos a minimização dos custos gerados por manutenção e depreciação da frota, pois de acordo com o estudo resultará em uma redução em cerca de 55%, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Redução de KM percorridos por período.

Economia em quilômetros / período - Sistema frete *milk run* -	
Economia diária	312,7 km
Economia semanal	625,4 km
Economia mensal	2501,6 km
Economia anual	30019,2 km

Fonte: Elaborado pelos autores

CONCLUSÃO

Com base nos problemas evidenciados no estudo, a necessidade da empresa e os resultados analisados, conclui-se que a implementação do sistema *Milk Run* resulta em uma redução evidente nos custos logísticos e internos de movimentação em relação ao convencional, gerando maior rendimento nos transportes, otimização no tempo e menor depreciação da frota de veículos.

Analisando uma amostragem reduzida, com apenas dois fornecedores, foi possível identificar que os principais ganhos não são referentes aos valores (R$) de frete e sim na redução da execução/utilização do transporte, envolvendo fatores como quilometragem rodada, custo de manutenção e depreciação direta da frota.

PESQUISAS FUTURAS

Para um estudo futuro, propomos focar e aprofundar no sistema logístico como um todo, integrando o *Milk Run* a sistemas consolidados de suma

importância para o funcionamento do mesmo, como exemplo as práticas dos sistemas *Kanban e Justi in Time* são muito importantes para o pleno funcionamento do Milk Run que focam na eliminação de problemas através de uma programação visual que basicamente visa produzir bens e serviços no momento exato em que são necessários, não antes para não ter estoque, e não depois para que clientes não tenham que esperar, ou seja, contribuem para evidenciar problemas, de modo que tendem a serem rapidamente corrigidos, o processo de correção determinará a necessidade de encontrar a causa e não de encobri-la (SANTOS, 2014).

Sugere-se também um aprofundamento em análises de performances gerais do sistema logístico, desde os indicadores primordiais de estoque e operações até indicadores como depreciação/manutenção da frota logística, com isso, integrar os dados e quantificar as efetivas vantagens financeiras do sistema *Milk Run* para o sistema logístico global da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

BERTAGLIA, P. Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento.** São Paulo: Saraiva, 2006

BOWERSOX, D. J. Closs, D. J. **Logística empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2010.

BOWERSOX, D. J. Closs, D. J. **Logistical management:** the integrated supply chain process. The McGraw-Hill Companies, Inc., 1996.

BOWERSOX, D. J. Closs, D.J.; COOPER, M.B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J. Closs, D. J.; COOPER, M. B. **Supply Chain Logistics Management**. New York, McGraw-Hill, 2002.

BRAGA SANTOS, João Paulo, JESUS, J. D. Batista de, ARAÚJO FILHO, F. Porto de. **Gestão de custos na cadeia logística e planejamento estratégico.** Simpósio de TCC e Seminário de IC, 2016/1º.

CASTRO, N. P. apud. CAIXETA FILHO, J. V. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2007

EISENHARDT, K. M. **Building Theories from Case Study Research.** The Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Antônio Carlos Gil. - 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Capítulos 3, 6.

GOMES, C. F. S. Ribeiro, P. C. C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação**. São Paulo: Thomson, 2004.

GODOY, A. S. **Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas.** São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar./Abr. 1995B.

MAGDALENE, Priscila Daniele Dotele; OLIVEIRA, André Luiz. **Planejamento e controle de estoque como ferramenta para redução de custos**. Revista Interface Tecnológica, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 13, dez. 2015.

MARTINS, Mello e Turrioni. **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção.** São Paulo: Atlas, S.A. 2014.

MOURA, D. Alves. **Caracterização e análise de um sistema de coleta programada de peças, "*milk run*", na indústria automobilística nacional.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

PATTON, M. G. **Qualitative Research and Evaluation Methods.** 3 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002

PEREIRA, A. Andrade; OLIVEIRA, M. Alvarenga; LEAL JUNIOR, I. Curty. **Custo de transporte e alocação da demanda:** análise da rede logística de uma produtora brasileira de fertilizantes nitrogenados. J. Transp. Lit., Manaus, v. 10, n. 4, p. 5-9, Dez. 2016.

PICCIRILLO, I. Neto, DE GENARO CHIROLI, D. Maria, MELLO, L. T. Correia de. **Roteirização com o método da varredura: uma proposta para melhorar a formatação de cargas, reduzir custos e satisfazer cliente.** Venezuela, Espacios. Vol. 37 (Nº 04), 2016.

PIRES, S. R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management)**. São Paulo: Atlas, 2004.

VILETE SANTOS, V.G. **A filosofia just in time como otimização do método de produção**. Aracruz, FACE, 2014.

SOBRE OS AUTORES

Daivid Gomes Felisbino
Graduado em Engenharia de produção na Faculdade de Jaguariúna, MBA em Logística e gestão empresarial industrial na Fundação Hermínio Ometto Uniararas, Tecnólogo em Logística na Fundação Hermínio Ometto Uniararas, atua na área de Supervisão de projetos de caldeiraria e manutenção industrial.
E-mail: daividgomes@hotmail.com

Lucas Botan dos Santos
Graduado no curso de Engenharia de Produção na Instituição FAJ -Faculdade de Jaguariúna, Formação Técnica em Mecatrônica no Colégio Politécnico Bento Quirino, técnico de automação na empresa Ambev filial Jaguariúna.

E-mail: lucasbotan_mps@hotmail.com

Guilherme Francisco Ferrareze da Cruz
Graduado curso de Engenharia de Produção na Instituição FAJ -Faculdade de Jaguariúna, Líder do setor de projetos e desenvolvimento na empresa BWB Embalagens.
E-mail: gui__cruz@hotmail.com

Rafael Corsi Dias
Graduado curso de Engenharia de Produção na Instituição Faculdade de Jaguariúna, Inspetor de qualidade na empresa MAHLE Compressores do Brasil.
E-mail: fir_rafael@hotmail.com

Prof. Bruno Estéfan Perego
Mestrando em Engenharia de Produção e Manufatura pela FCA/UNICAMP, Pesquisador convidado na CENPRO/UNICAMP, MBA em Logística, Pós-Graduado em Gestão Industrial, Graduado em Administração de Empresas, qualificado em Desenvolvimento Gerencial pela FGV e Green Belt em Lean Six Sigma pela UNICAMP. Lecionou na UNIFIA em cursos de LOG, EP, ADM, GPI e GQ, atualmente leciona na UNIFAJ para o curso de EP. Atua também como Gerente Industrial na Plasmont Ind. e Com. de Plástico e ministra treinamentos de educação empresarial.
E-mail: bruno_perego@yahoo.com.br

A RELAÇÃO ENTRE O MARKETING E A LOGÍSTICA NO SÉCULO XXI

The relationship between marketing and logistics in the century XXI

ARAÚJO, Alessandra Viana De
Centro Universitário Fametro

SILVA, Kamila De Queiroz
Centro Universitário Fametro

FIGUEIREDO, Suelânia Cristina Gonzaga de
Centro Universitário Fametro

RESUMO: Existe uma forte conexão entre o marketing e a logística isto promove a fidelização de clientes e pode aumentar a lucratividade de uma organização. O objetivo deste trabalho é entender essa relação entre a logística e marketing onde os seus mixes se envolvem quando o principal alvo é o consumidor. O trabalho foi realizado com base em pesquisas bibliográficas por meio de livros de acordo com o assunto escolhido. A relevância do artigo é a compreensão entre a logística e o marketing, o envolvimento entre eles faz com que eles atinjam o alvo principal que é o consumidor. O marketing tendo como sua base a troca, onde duas partes têm algo de valor, a logística trata do plano de ação de um empreendimento e serviço ao cliente é a chave principal para alavancar uma empresa. Entretanto, os mixes destes dois mercados se unem e trazem para a corporação o sucesso e a valorização de seus consumidores finais, otimizando a cadeia de suprimento de modo efetivo em custos.

Palavras chave: Marketing; Logística; Clientes.

ABSTRACT: There is a strong connection between marketing and logistics that fosters customer loyalty and can increase the profitability of an organization. The objective of this work is to understand this relationship between logistics and marketing where their mixes are involved when the main target is the consumer. The work was carried out based on bibliographical research through books according to the chosen subject. The relevance of the article is the understanding between logistics and marketing, the involvement between them makes them reach the main target that is the consumer. Marketing having as its base the exchange, where two parties have something of value, logistics deals with the action plan of a venture and customer service is the main key to leverage a company. However, the mixes of these two markets unite and bring to the corporation the success and appreciation of its final consumers, optimizing the supply chain in an effective way in costs.

Keywords: Marketing; Logistics; Customers.

INTRODUÇÃO

A logística e o marketing tem uma conexão extrema quando se fala de serviços prestados aos consumidores. Atender todas as necessidades do

cliente, no momento e no lugar certo e com qualidade é de suma importância para fundamentar a relação entre ambos. O papel do marketing é estimular a demanda, o da logística é satisfazer essa demanda.

O objetivo deste trabalho é compreender, por meios dos teóricos, a forma de marketing em relação a logística, a diferença do *mix* de marketing e as suas variáveis do *mix* de logística, além de entender a conexão entre a logística e o marketing para conquistar a fidelização dos clientes. Baseia-se em pesquisas bibliográficas, enfatizando tudo o que os autores interligaram sobre os assuntos apresentado, fundamentando todo o processo, aprofundando conhecimento.

O presente trabalho tem relevância quando busca compreender a conexão entre a logística e o marketing na qual valorize, satisfaça e fidelize os clientes. A logística sempre estabeleceu um desempenho, e buscou efetividade no conceito atendimento ao cliente, isso se dá a uma ligação bastante próxima como outro fator importante que é o marketing.

Segundo Grant (2013, p. 27) o conceito de marketing é definido como [...] processo pelo o qual a estrutura da demanda por bens e serviços econômicos é prevista ou aumentada e satisfeita por meio da concepção, promoção, troca e distribuição física de tais bens e serviços. A logística pode ser conceituada pela forma de planejamento, armazenamento, distribuição de produtos, por um custo menor otimizando a excelência ao cliente. Conforme Grant (2013, p. 24) existe uma definição aplicada para serviço ao cliente que é um processo que ocorre entre o comprador, o vendedor, e um terceiro. Serviço ao consumidor é um processo de benefícios de valor agregado à cadeia de suprimentos de um modo efetivo em custo.

Portanto, visando contribuir de modo positivo para melhora o posicionamento no mercado um bom marketing junto com uma ótima logística, é de suma importância quando o assunto é o cliente, pois atender a necessidade do consumidor de forma rápida, no momento certo e com um preço baixo, acaba aumentando o marketing da organização, crescendo automaticamente sua demanda quando indicada por outros.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

MARKETING

O marketing é uma atividade que tem como base na sua definição a troca, é um processo de duas partes envolvidas, ou seja, oferta e demanda. Na qual busca sempre satisfazer a exigência do consumidor, ofertando algo que o cliente necessita, deseja e procura.

Para que essa troca ocorra são necessários envolvimentos de duas partes, ambas têm algo de valor para que seja possível efetuar a permuta, tendo capacidade de comunicação e entrega, tendo livres arbítrios de aceitar ou não a transição. O marketing acaba sendo uma comercialização de troca de bens e serviços, suprindo sempre a necessidade e satisfação do consumidor.

Marketing é o processo humano, social e administrativo que facilita a troca de valores entre um comprador e um vendedor, ambos em busca da satisfação de suas necessidades, desejos e objetivos. (Pinheiro e Gullo, 2011, p. 19)

Tendo sua base como definição troca, está sempre atento as todas as atividades do mercado, as atualidades, visando sempre em um preço acessível para ambas as partes, criando, valorizando e fidelizando o cliente de forma inovadora sempre mantendo-o relacionado ao seu empreendimento, isso se torna a chave do sucesso da organização.

LOGÍSTICA

A origem da palavra é do grego “LOGISTIKOS”, derivado do latim “LOGISTICUS”, significando cálculo e raciocínio no sentido matemático. A logística está presente em todos os variados campos da ação humana. Tendo como definição a ciência que trata da organização de um plano de ação, devido ter como princípio o caráter militar. (Donato, 2010, p. 30)

Logística é parte da gestão de cadeia de suprimentos que planeja, implementa, e controla, eficaz e eficientemente, o fluxo bidirecional (para frente e para trás) e armazena mercadorias, serviços, além de informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo com o intuito de atender os requisitos dos clientes. (Grant, 2013, p. 2)

Apesar de existir há séculos, desde as guerras militares e por ser presente nas rotinas de todos de qualquer forma, a logística vem sendo cada vez mais estudada para que a cada dia seja melhorada com o foco de sempre satisfazer o cliente. Quanto melhor a logística de uma empresa ou organização mais satisfatório será o trabalho nesse determinado lugar.

Visando sempre uma cadeia de suprimentos eficaz em todos os processos tendo como objetivo nunca atrasar suas atividades tanto na entrega de bens como no serviço, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, quanto mais informações necessárias o cliente tiver sobre o seu produto ou serviço solicitado, será uma satisfação imensa para o consumidor se fidelizar a empresa e ainda indicar para outras pessoas.

RELAÇÃO ENTRE O MARKETING E A LOGÍSTICA

A relação entre o marketing e a logística, parte do princípio de que o marketing influência na necessidade do consumidor e a logística satisfaz essa procura, essa conexão entre ambos tem como resultado o atendimento dos requisitos do cliente.

Conforme Grant (2013, p. 26), as atividades logísticas responsáveis pela distribuição física de mercadoria, precisam de um bom gerenciamento de transporte, armazenagem, estoque, tecnologia da informação e produção. Essas aplicabilidades podem ser apontada como as variáveis de *mix* de logística, pois satisfazem do consumidor um elemento de suma importância assim como no *mix* de marketing, é de grande relevância essa associação entre a logística e o marketing. O *mix* de logística baseia-se em gerenciamento de estoque, transportes, armazenagem, tecnologia da informação, pessoas, processos, praça, poder e planejamento.

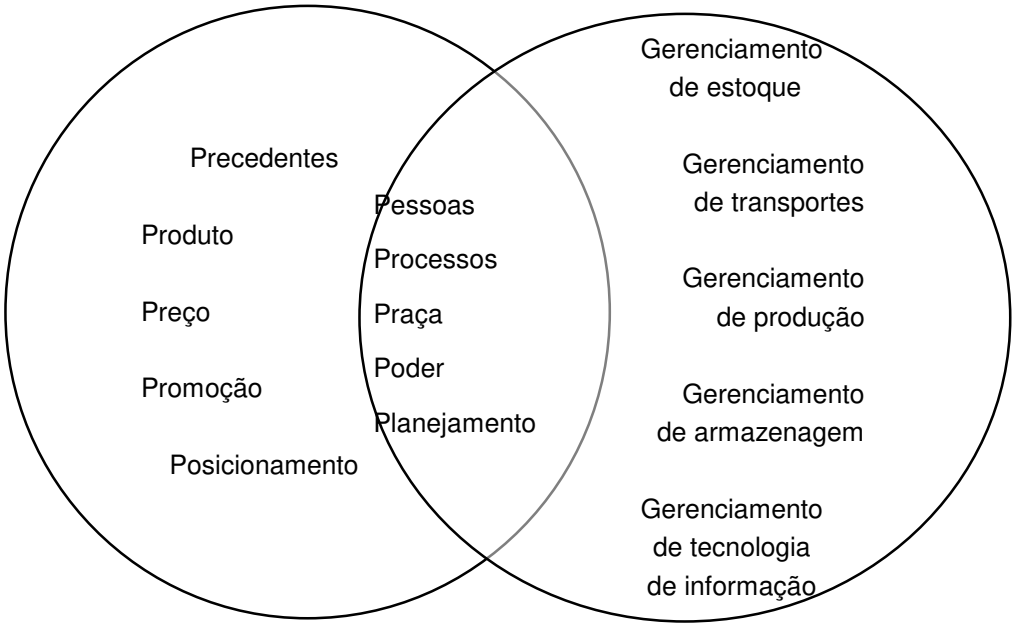
Assim como a logística tem seus mixes, o marketing tem as 10 variáveis de *mix*, sendo eles precedente (que precede, estratégicas e táticas da empresa), produto (aquilo que é fabricado para fornecimento ao cliente no qual tem um valor agregador), preço (expressão monetária em valor), promoção (promover o produto e seus atributos), posicionamento (lugar onde está posta a empresa no mercado), pessoas (indivíduo, o ser humano), processo (ato de proceder, ir a diante), praça (distribuição física de produtos), poder (poder da empresa no

mercado, é líder ou uma seguidora de mercado) e planejamento (capacidade de fazer plano, aliar-se aos seus fornecedores para colocar em prática as estratégia de negócios).

As interfaces dos *mixes* de marketing sendo eles precedentes, produto, preço, promoção e posicionamento e as variáveis do *mixes* de logística que é o gerenciamento de estoque, transporte, produção, armazenagem e informação, tendo como conexão pessoas, processos, praça, poder, planejamento e controle, essa interação de forma eficiente acaba atendendo as necessidades específicas do comprador de modo que valorize e fidelize esse consumidor.

Conforme figura 01, a relação entre o marketing e a logística acaba criando uma ligação de extrema relevância, pois a forma como vai acontecer todo esse ciclo de ambos vai ter como resultado a satisfação, valorização e fidelização dos consumidores desde que o mesmo tenha recebido o produto ou serviço com ótima qualidade.

Figura 01: Forma de marketing com anexo a logística os mixes de ambos.



Fonte: Grant (2013, p. 28)

A logística e o marketing se completam como numa sintonia, pois, se o marketing cuida de criar bens e serviços adequados aos desejos dos consumidores, estabelecer estratégias de precificação adequadas e maneiras convincentes e convenientes de promovê-los, a logística é quem vai entregá-los no prazo certo e suprir a demanda. (Hara, 2013, p. 154)

PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS AOS CLIENTES

Serviço ao cliente é a parte mais importante para o crescimento de qualquer organização, pois a empresa tem como chave principal para se obter sucesso é a criação e fidelização de consumidores, são eles que vão alavancar o empreendimento.

Valor é estar sempre compromissado e ter qualidade são item fundamental para fidelização de clientes. Em determinadas ocasiões o consumidor acaba se tornando uma outra organização ou um indivíduo que está se apoderando de um produto ou solicitando um serviço que está sendo entregue ou realizado. As atividades logísticas vêm se tornando mais utilizada devido as necessidades de sempre satisfazer os consumidores. O serviço básico na qual zela e integra os usuários é determinado como disponibilidade, desempenho e confiabilidade. (Bowersox, 2003, p. 63, 64)

O marketing tem por objetivo transpor o mercado de forma clara e objetiva com a finalidade de lucratividade, tendo como alvo os clientes de forma que supre esse atendimento de demanda. O desafio é entender o que o consumidor está precisando na atualidade de forma que facilite sua rotina e vida, quanto mais o marketing e a logística melhorarem a rotina de uma empresa e até mesmo do consumidor, maior será a demanda por esse produto.

A satisfação do cliente depende da qualidade do produto ou serviço prestado, contando com um processo logístico de alta eficiência, na qual conta com as variáveis de *mixes* de marketing e as relações com os *mixes* de logística, além da disponibilidade de estoque, desempenho das atividades e a confiabilidade. O papel do marketing é incentivar a procura no consumidor, e o da logística é cumprir com essa procura.

Conforme Kotler e Keller (2012, p. 129, 130), o único valor que uma organização por toda vida criará será os que vem dos clientes. O sucesso de todas as empresas está em conseguir, preservar e amplificar a clientela. Sem clientes, não há organização. A figura 02, mostra o organograma tradicional na qual o gerente acredita que o único lucro da empresa é o cliente, tendo no topo da pirâmide a alta gerência, vindo abaixo a gerência de nível médio e no meio à

linha de frente, colocando como base os clientes, esse modelo de organograma é considerado obsoleto devido as inovações que vem tendo no mercado.

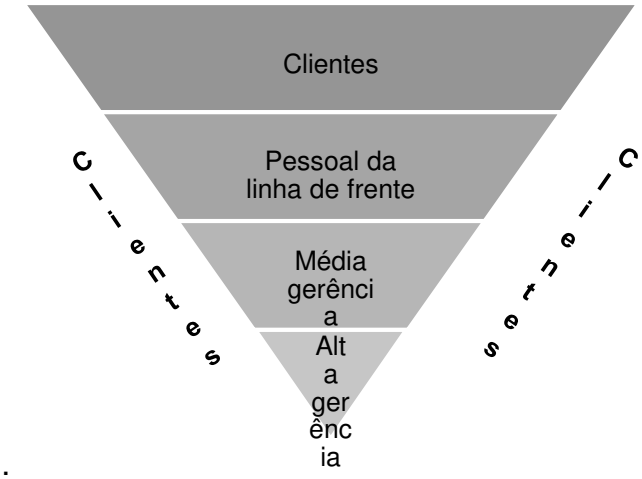
Figura 02: Organograma tradicional



Fonte: Kotler e Keller, 2012. P.130

Na figura 03, devido ao grande domínio do marketing na empresa, esse organograma acaba se invertendo, os clientes encontram não somente no topo mais como nas laterais, devido ao grau de importância que eles têm na organização, logo em seguida vem a linha de frente, pois são eles que tem contato direto com os consumidores, atendendo-o e satisfazendo sua demanda. A Média gerencia é apoio para a linha de frente ajudando-o a atender os clientes de forma eficiente, na base tem-se a alta gerência, tem o dever de contratar gerentes capacitados de nível médio para dar-lhes suporte. Todos os gerentes devem estar totalmente envolvidos em todos os seguimentos da empresa.

Figura 03: Organograma de empresa moderna



Fonte: Kotler e Keller, 2012. P.130

Devido ao avanço das tecnologias digitais como a internet, os clientes estão cada vez mais conectados e informados, o que faz com que as empresas criem um *rapport* de forma rápida através de informações reais, assim unindo a empresa e o cliente, sempre lhe mantendo atualizado dos lançamentos no mercado. Portanto, o ativo mais importante de um empreendimento é o cliente. Ele é que mantém toda a cadeia de suprimentos viva.

Criar, valorizar, satisfazer é sem dúvida nenhuma a fidelização de clientes, acompanhar de perto todas as necessidades dos seus clientes é de suma importância para atrair uma gama de clientela. Serviço ao consumidor é a parte mais importante para se manter uma empresa, sem clientes não há bens, serviços e empresa. O propósito de toda organização é a fidelização dos consumidores, pois são eles que aumentam o marketing de uma empresa, aumentando assim a competitividade e o seu diferencial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística vem sendo estudada desde a Segunda Guerra Mundial, assim como o Marketing, ambos vêm se aperfeiçoando e se globalizando de forma mensurável no mercado. O marketing tem por objetivo estimular a necessidade de determinado produto ou serviço no cliente, já a logística tem por finalidade a distribuição física desse determinado item ou atividade.

Quanto mais técnica e estratégia um marketing de uma empresa tiver, além de ter itens de qualidades ou atividade, maior será sua oportunidade de serviço logísticos, pois o empreendimento chegará em um determinado ponto

que deverá avançar nas suas tecnologias, devido à grande demanda por conta dos consumidores, aumentando seu diferencial no mercado junto com os seus concorrentes. Serviço, lealdade, compromisso, responsabilidade e qualidade de produto ou serviço, tem-se como resultado um relacionamento de longo prazo com o cliente.

O alvo de toda empresa é a criação de cliente, visto que eles são importantes para toda organização, sem consumidores, não há empreendimento. Então devido isto, a corporação usa todas as estratégias de mercado na atualidade para criar um número expressivo de usuários, além de traçar metas na qual mantenha sempre o cliente estimulo a troca.

Portanto, todos esses aspectos apontam que no fim da cadeia de suprimentos o cliente final fique satisfeito. Contando sempre com um marketing claro, objetivo e com informações necessárias, além do marketing, a logística desde o ponto de origem até o ponto final, quanto mais rápido o processo de forma que sua qualidade seja sempre superior, evitando assim atrasos ou falhas, com certeza o consumidor ficará meramente contente pela agilidade das etapas desse processamento até a chegada em sua residência ou no local onde for comprar o produto. Em vista disso, o marketing procura sanar as demandas do consumidor de acordo com o mercado e a logística atender todas as procuras, atendendo essa necessidade.

Contudo pode-se deixar claro que uma das razões em que estes dois mercados conseguem obter tantos rendimentos é o valor dado para o cliente e o quanto os avanços da tecnologia tem cooperado para o relacionamento entre cliente e empresa, mantendo assim o consumidor sempre atualizado de seus produtos ou serviços. O marketing e a logística tem por objetivo transpor o mercado de forma clara e objetiva com a finalidade de lucratividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2009. P. 63,64.

DONATO, Vitório. **Introdução à logística – o perfil do profissional**. Rio de Janeiro: Editora ciência moderna LTDA, 2010. P. 30.

DUDA, Pinheiro; GULLO, José. **Fundamentos de marketing: suporte às estratégicas de negócios das empresas**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2011. P. 19.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. P. 32. Apostila.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. P. 17.

GRANT, David B. **Gestão de logística e cadeia de suprimentos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. P. 2, 24, 26, 27.

HARA, Celso Minoru. **Logística: armazenagem, distribuição e trade marketing.** 5 ed. São Paulo: Editora Alínea, 2013. P. 154.

KOTLER, Philip.; KELLER, Kevin Lane. **Administração de Marketing.** 14 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. P. 129.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, Eva. Marria.; MARCONI, Mariana de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. P. 58.

SOBRE OS AUTORES

Alessandra Viana de Araújo
Graduada em Tecnologia em Petróleo e Gás. Pós Graduanda em Logística Empresarial pelo Centro Universitário Fametro✓ Manaus. E-mail: avdaraujo1994@gmail.com.

Kamila de Queiroz Silva
Graduada em Administração. Pós Graduanda em Logística Empresarial pelo Centro Universitário Fametro✓Manaus. E-mail: kamila-queiroz@hotmail.com.

Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo
Coordenadora de Pesquisa do Centro Universitário Fametro – CEUNIFAMETRO. Doutora em Ciências da Educação. E-mail: suefi@hotmail.com.

ENSAIO: ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DO VANT (VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULÁVEL) PARA MELHORIA DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS

Contribution Study Of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) To Improve The Logistics Process

GARDIZAN, Marina Torquez
Centro Universitário de Jaguariúna

RIBEIRO, Letícia Bittencourt
Centro Universitário de Jaguariúna

SANTOS, Betina Rodrigues
Centro Universitário de Jaguariúna

DELGADO NETO, Geraldo G.
Centro Universitário de Jaguariúna

RESUMO: A tecnologia avança para o público de modo a corresponder as exigências entre cliente e empresa. De acordo com o avanço, este trabalho acadêmico busca apresentar o avanço tecnológico dos VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados), popularmente conhecido como "Drones" no cenário logístico em conjunto com a Engenharia. Seja na agricultura, no transporte para entrega de pequeno e médio porte, como na gestão de estoque, os drones poderiam promover o aumento da confiabilidade dos processos logísticos que envolvam entrega ao cliente, redução de custos logísticos, possibilitam o acesso em locais com infraestrutura reduzida, auxiliam na diminuição da emissão de poluentes e entre outros benefícios. Através da metodologia bibliográfica e científica, busca-se como resultado a viabilidade da implementação de drones como ferramenta de otimização de custos logísticos.

Palavras-chaves: Inovação; Drones; Otimização.

ABSTRACT: Technology advances to the public to match customer and business requirements. According to the advance, this academic search seeks to present the technological advance of UAVs (Unmanned Aerial Vehicles), popularly known as "Drones" in the logistics scenario in conjunction with Engineering. Whether in agriculture, transportation for small and medium delivery, as well as inventory management, drones could promote increased reliability of logistics processes involving customer delivery, reduced logistics costs, enabling access to locations with reduced infrastructure, help in reducing the emission of pollutants and among other benefits. Through the bibliographic and scientific methodology, we seek as a result the viability of drone implementation as a tool to optimize logistics costs.

Key-words: Innovation; Drones; Improvement.

INTRODUÇÃO

De acordo com Frederico Sauer Pais Leme (2017), a logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bens, serviços e informações associados, cobrindo

desde o ponto de origem até o ponto de entrega com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

Ainda de acordo com Leme (2017), os modais utilizados hoje na logística nacional buscam entregas de formas mais rápidas e rentáveis, desta forma objetiva-se a redução de custo concomitante a um transporte eficiente, de qualidade e que corresponda com as exigências do mercado. Em contrapartida da necessidade de aumentar a eficiência logística, observa-se pouca inovação nos últimos anos no serviço de transporte de produtos de pequeno e médio porte no Brasil. Analisando esse ponto de vista, a busca de alternativas tecnológicas na logística é um assunto importante para a modernização dos modais combinando com eficiência, ou seja, há possibilidade de otimização de tempo, redução de custos e lucratividade organizacional.

A inovação em logística, pode acontecer com a implementação de qualquer serviço logístico novo e útil para determinado cliente, podendo estar relacionado com as operações internas e/ou externas que podem melhorar a eficiência organizacional e atender a demanda do cliente, conforme Leme (2017).

Neste contexto, pensando em possíveis inovações e alternativas de modais, os VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados), mais conhecidos como "Drones", são possíveis aliados para trazer a inovação tecnológica necessária não só na logística como também para a evolução da engenharia, desta forma podendo oferecer novos meios para atender as necessidades do cliente.

Em relação a utilização de Drones como entrega de mercadorias, por conta da facilidade do manuseio e flexibilidade em acessar locais de difícil acesso são inúmeras as vantagens no mundo logístico, como também a utilização em gestão de estoques trazendo rapidez, padronização e otimização de custo para os processos organizacionais.

Este trabalho busca estudar o avanço tecnológico no setor logístico e como hipótese responder se a utilização de Drones como inovação tecnológica nas entregas de pequeno/médio porte e gestão de estoques contribui para eficiência dos processos logísticos.

METODOLOGIA

Para elaboração deste trabalho acadêmico, foi utilizada a pesquisa documental e bibliográfica. Optou-se por esta metodologia devido a exploração do levantamento bibliográfico realizado, pois trata-se de um tema atual e com um acervo bibliográfico recente e contendo estudos de caso.

Como comentado anteriormente, primeiro realizou-se o levantamento bibliográfico para identificação da massa documental acadêmica disponível através de fontes científicas como plataforma “Ebesco” (disponível no campus do Centro Universitário) e fontes científicas abertas como “Google Acadêmico” onde foi possível encontrar trabalhos de conclusão de curso, artigos e estudos de casos publicados no meio acadêmico. Além disso, também foi explorado fontes não científicas publicadas em revistas, jornais e conteúdo disponível em sites governamentais na internet.

Para a busca do levantamento bibliográfico nas ferramentas citadas acima, utilizou-se o filtro de palavras primeiramente como Drone e localizou-se 257 mil resultados no Google Acadêmico, depois adicionou-se a palavra Drones na logística e também “transporte através de drones” e o filtro reduziu-se para 1.950 resultados. Como Drone é o nome popularmente conhecido, buscou-se o termo VANT e transporte de pequeno porte afim de encontrar material acadêmico técnico explicando sobre o sistema de entrega via drone e encontrou-se 915 resultados.

Com o levantamento bibliográfico em mãos iniciou-se a fase de leitura e seleção dos artigos para citação, artigos específicos de estudo de caso, houve também a separação de artigos específicos de questões regulatórias para a legalização e regulamentação dos drones e segmentação das fontes não científicas de revistas e jornais. Para ilustrar melhor o método de pesquisa utilizado neste trabalho acadêmico, construiu-se um diagrama de árvore com base nas informações do levantamento bibliográfico. De acordo com Claudemir Oribe, o Diagrama de Árvore é uma ferramenta da qualidade, mas que pode ser utilizada em qualquer área de atuação, pois seu objetivo é dentre inúmeras variáveis, realizar o afunilamento e organização das informações que podem resultar em uma solução de problemas, estratificação de dados, análise de causa e entre outras aplicações. No âmbito deste artigo, decidiu-se utilizar o diagrama

de árvore com o intuito de organizar as informações do levantamento bibliográfico e deixá-lo visualmente explicativo, conforme a figura abaixo:

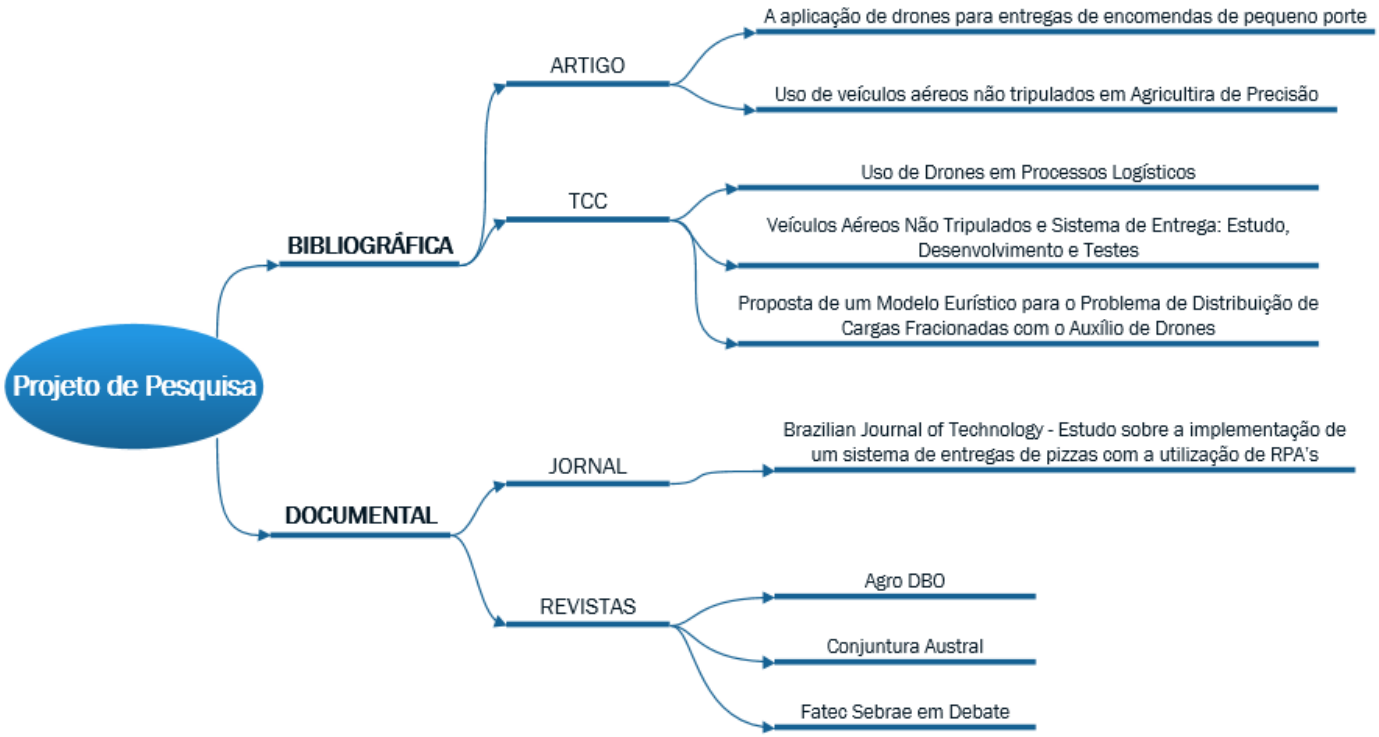


Figura 1 - Diagrama de Árvore da Metodologia de Pesquisa

DESENVOLVIMENTO

Breve Histórico da Logística

Segundo Arbache (2011), a necessidade do pensamento logístico foi dado durante as guerras napoleônicas, quando os esforços políticos e diplomáticos falhavam e a movimentação para o campo de batalha e eventual confronto das tropas parecia inevitável. A tradição da época levava os generais a procurarem o melhor posicionamento para as tropas, como por exemplo, arqueiros em lugares altos, infantes em regiões abrigadas etc, e a organização para os diversos recursos víveres, suprir as tropas com munição, ferragem para os cavalos e pessoal para o exército.

Ainda de acordo com Arbache (2011), tais complexidades foram importantes por trazerem grandes avanços nos métodos e modelos utilizados a partir da II Guerra Mundial. Assim, métodos como a simulação e a programação

matemática passaram a auxiliar a redução de custos operacionais no pós-guerra e, mais tarde, teria seus métodos transpostos para as empresas civis. Assim, com o amadurecimento dos mercados consumidores em países desenvolvidos e o surgimento dos clientes sensíveis ao serviço e não apenas ao preço, que escolhem disponibilidade de produto na prateleira antes de se preocupar com a marca (*commodities*), a logística passou a ser enxergada como arma estratégica na criação de valor, por permitir que produtos antes sem diferenciação, pudessem destacar-se pelo serviço logístico.

Ao contrário de Arbache, Keedi (2016) diz que, a logística, é uma atividade multimilenar dada com o surgimento do homem (*homo sapiens*), que procurou sempre melhorar o seu sistema de transporte, adaptando-o às suas necessidades. Dado início com a tração humana, pelo simples fato de o homem levar um objeto de um lugar a outro, com suas próprias forças, evoluindo-se com a utilização de objetos para facilitar o transporte como cestas, carroças, plataformas carregáveis, etc.

De acordo com Keedi (2016), a evolução foi constante ao longo dos tempos, onde foram desenvolvidos objetos e, consecutivamente, veículos de transporte para vias terrestres, aquaviários e aéreos. No Brasil, no primeiro semestre de 1999, no início do século XX, a palavra 'logística' já era utilizada repetidamente e, o processo de escolha entre os meios de transporte para transferência de mercadorias de um ponto de origem ao destino, transformou a logística em algo a ser notado, embora ainda não fosse utilizado conceito. Já Arbache, afirma que no Brasil, tais métodos e a própria importância logística só tiveram reconhecimento amplo após a queda abrupta da inflação pós-consolidação do Plano Real.

Em resumo, a logística caminha para um rápido avanço e se adapta de forma a assumir diferentes formatos para cada tipo de operação exigida atualmente, tornando-se assim cada vez mais competitiva. Segundo Keedi (2016).

Conforme contextualizado acima, a logística se fez necessária desde os tempos de guerras, dia após dia tem ganhado espaço e para operar todo esse sistema logístico se faz necessário a utilização de modais que são as formas pelas quais o transporte é realizado. De acordo com Olivo (2013) os principais modais utilizados são aeroviário, rodoviário, ferroviário e hidroviário. Sendo

assim, existem dois fatores principais para a escolha do modal adequado: o tempo de entrega do produto que é decidido de acordo com a velocidade do modal e o segundo fator o custo desse transporte. Ainda de acordo com Olivo, foi apresentada uma comparação dos quatro modais brasileiros mais utilizados na figura 2 abaixo. Observa-se que a variável tempo e custo pode ser um fator decisivo ao contratar um modal.

Modal	% cargas (Brasil)	Custo	Tempo
Aeroviário	2%	Maior custo	Menor Tempo
Rodoviário	65%		
Ferroviário	20%		
Hidroviário	13%	Menor Custo	Maior Tempo

Figura 2 - Quadro comparativo dos modais brasileiros - Fonte: Olivo (2013)

Considerando as variáveis apresentadas acima onde o tempo, ou seja, a velocidade de entrega de um produto é inversamente proporcional ao custo, estudos apontam proposta de utilização de um novo modal combinado com tecnologia que pode auxiliar o setor logístico a reduzir a variabilidade de seus processos e também otimizar custos e tempo. Este novo modal é apresentado como VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) ou então Drone.

Breve Histórico dos Drones

De acordo com Pecharromán e Veiga (2017), o primeiro VANT (veículos aéreos não tripulados) conhecido apareceu em 1849, materializado em balões carregados com explosivos, utilizados pelo exército austríaco no ataque à cidade de Veneza e, por questões de custo e complexidade, os VANT's passaram a ser adquiridos para o emprego militar.

Na Segunda Guerra Mundial os alemães utilizaram deste meio de transporte em suas bombas V1 (utilizadas entre 1944 e 1945), já que poderiam ser lançadas à alvos de longa distância, não colocando em risco a vida dos pilotos. Os VANT's passaram a ser utilizados em todos os conflitos que se sucederam desde então, mas foi na Segunda Guerra do Golfo (iniciada em 2003) que ele ganhou o sucesso, com a sua utilização em grande escala pelas forças

norte-americanas, onde as nações passaram a ter conhecimento e interesse em adquiri-los para uso em emprego militar.

Ainda de acordo com Pecharromán e Veiga (2017), o primeiro registro do desenvolvimento de um VANT no Brasil, ocorreu em 1982 da junção entre o Centro Técnico Aeroespacial e a Companhia Brasileira de Tratores, que desenvolveram um modelo aéreo não tripulado a jato, mas o projeto foi cancelado antes mesmo do seu primeiro voo. Já em 2010, surge o mercado civil de VANT no Brasil, modificado por empresas criadas por pesquisadores universitários, que uniram os avanços entre aeromodelos e sensores óticos digitais, eletrônica de controle e sistemas de comunicação, agregando as plataformas que se tornaram capacitadas o suficiente para ser comercializadas.

De acordo com Filho e Branco (2014), a Amazon anunciou que está desenvolvendo um novo serviço de entregas com VANT's. Amazon Prime Air como será denominado o serviço, irá utilizar multirotores para realizar entregas aos seus clientes, já a empresa DHL, também anunciou que irá fazer o mesmo serviço para a entrega de medicamentos.



Figura 3 - Drone Multirotor

Considerando a pesquisa do período histórico dos drones, foi construída uma linha do tempo para ilustrar o avanço tecnológico, conforme apresentada na figura 4 abaixo:

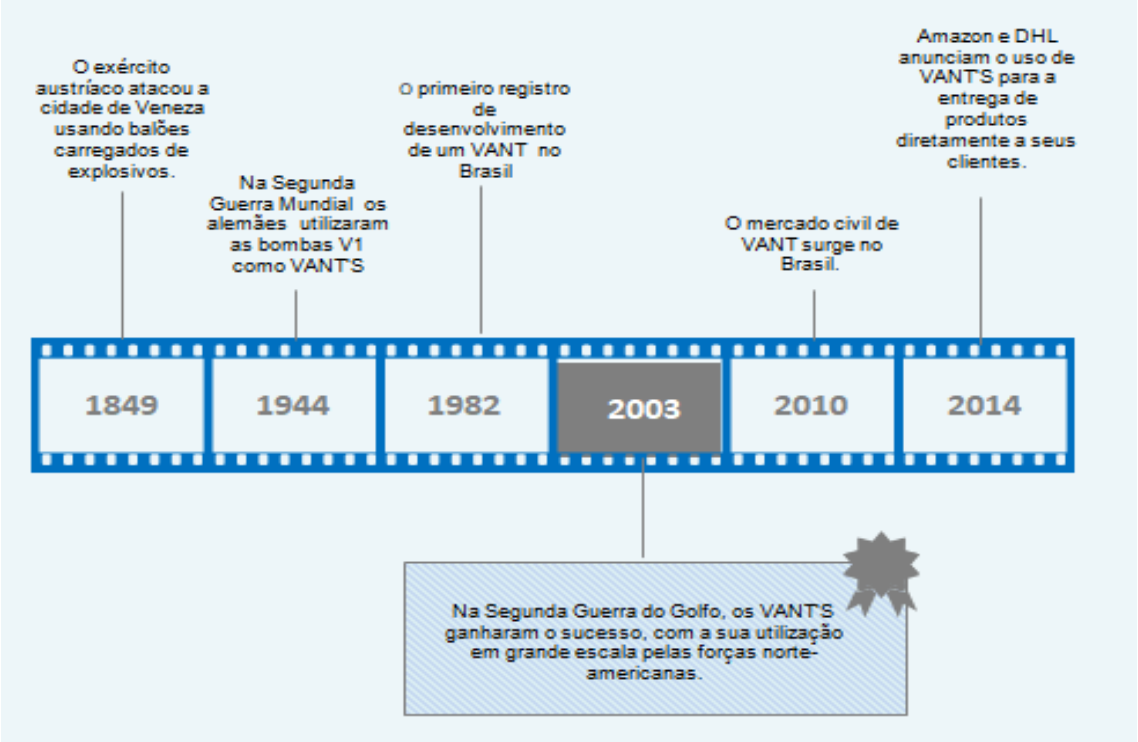


Figura 4 - Linha cronológica da evolução dos drones (adaptado de Pecharromán e Veiga [2017])

Aplicação dos Drones no Transporte

As formas tecnológicas avançam proporcionando novas possibilidades e aplicações para o SANT's - Sistemas Aéreos Não Tripulados (UAS - Unmanned Aircraft Systems) e, a comercialização de Drones (VANT- Veículo Aéreo Não Tripulado) tem conquistado cada vez mais o mercado e as plataformas, ganhando cada vez mais capacidades, como a de transporte por exemplo.

O uso de Drones no transporte faz com que as empresas simplifiquem processos comerciais já existentes, reduzindo o trabalho humano, muitas vezes sujos, perigosos ou até mesmo longos e monótonos. Essa simplificação pode ser uma estratégia de reduções financeiras e gerar benefícios ambientais (menos combustível e emissão de CO2).

Muito em breve, indústrias podem vir a recorrer ao uso dos Drones como um novo modal de transporte, devido ao seu baixo custo operacional e sua velocidade, levando em consideração os outros modais que dependem da mão de obra humana, o desenvolvimento dele neste setor de transporte é excelente.

A entrega de alimentos tais como: congelados, pratos prontos ou até mesmo suas compras diárias de supermercado, através deste possível futuro

modal, está cada vez mais perto de se tornar uma realidade que será apresentado no estudo de caso neste trabalho acadêmico.

Conforme citado acima, os VANT's são os novos veículos aéreos que não necessitam de um piloto para se locomoverem e de acordo com Mendes (2014), quando se pensa em inovação, as primeiras coisas que vem à cabeça nos dias de hoje são os drones e além desse pensamento, Lemes (2017) vai um pouco mais além e exemplifica as possíveis utilizações dos drones, podendo ser em reconhecimento no âmbito militar e possíveis combates, o comércio de civis (como filmes, fotografias, gravar cenas no ar), fins de investigação e também como explorado nesse trabalho acadêmico, a utilização dos VANT's no setor logístico para o transporte de cargas.

Ainda de acordo com Lemes (2017) a expectativa da utilização dos VANT's como um novo modal de transporte de cargas é muito alta e pode apresentar como uma solução para os problemas logísticos enfrentados atualmente. Já Mendes (2014) adentra um pouco mais o aspecto de solução de problemas logísticos enfrentados hoje. É esperado por este tipo de modal que otimize prazos de entregas, custo de infraestrutura, que acesse regiões hostis e de difícil acesso, que sobrevoe áreas remotas sem dificuldades e espera-se a redução de possíveis acidentes e assaltos, conforme apresentado por Mendes

De olho na proposta de otimização de custo a rede de pizzaria Domino's realizou uma demonstração de entrega de pizzas conforme apresentado por Comitre e Balcewicz (2018) em Auckland, Nova Zelândia e diz querer ser a pioneira no lançamento do serviço de *delivery* com o uso de VANT's afirmando querer fazer parte deste marco no processo de inovação tecnológica. Além de ter iniciado os testes em 2016 a Domino's afirma que sempre pensou em seu processo de entrega e questionou-se que não faz sentido uma máquina de 2 toneladas ser utilizada como sistema de entrega de um pedido com menos de 2 quilos, no caso das pizzas.

Além da Domino's, a Amazon e Google estudam e se planejam para tornarem-se parte desse processo inovador, conforme apresentado por Comitre e Balcewicz (2018), essas empresas já iniciaram seus testes por países como EUA, Inglaterra, Austrália e Nova Zelândia.

A Amazon Prime Air estuda realizar a entrega de pedidos com até cinco quilos e quer trabalhar com um tempo reduzido de no máximo 30 minutos. Essa

implantação ocorrerá através de uma área onde tenha o suporte regulamentar e segurança para a execução do processo, Comitre e Balcewicz afirmam que a empresa quer descobrir melhores maneiras de oferecer entregas de modelo diferente e possibilitando uma maior variedade de ambientes operacionais.

CONCLUSÃO

O estudo deste trabalho acadêmico teve como objetivo apresentar o avanço da tecnologia no setor logístico e como esse avanço tem se desdobrado para a melhoria e eficiência dos processos de operações logísticas.

Observou-se que com a inserção dos VANT's como um novo modal de transporte, é possível alcançar uma redução de custo e prazo de entrega para a realização da mesma, destacando os drones a serem uma oportunidade para o alcance máximo de satisfação dos clientes que buscam essas diretrizes.

Levando também em consideração que ele alcança lugares hostis e de difícil acesso, que muitas vezes não é possível com o modal rodoviário e completamente fora do orçamento para um helicóptero (modal aeroviário) realizar a entrega, os drones podem ser considerados aliados nos quesitos de redução de custo, tempo e um fator não menos importante, emissão de poluentes.

Ainda existem questões regulamentares a serem discutidas e implementadas para a legalização e operação dos drones no Brasil, porém, considerando a pesquisa realizada neste trabalho acadêmico, as empresas vêm trabalhando nessa regulamentação para implementar este novo modal no processo logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBACHE, Fernando Saba. et al. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2011, p. 41-44.

COMITRE, Alexandre Ulisses; BALCEWICZ, Luiz Carlos. Estudo sobre a implementação de um sistema de entregas de pizzas com a utilização de RPAS. **Brazilian Journal Of Technology**. Curitiba, p. 15-34. jun. 2018.

Diálogo Setorial União Europeia- Brasil: **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados** - José María Peral Pecharromán[1], Ricardo Veiga[2] , [2017], p 7-14

KEEDI, Samir. **Logística de Transporte Internacional.** 5. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2016, p. 29-36; p. 162.

LEMES, Frederico Sauer Pais. **Uso de Drones em Processos Logísticos.** 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Administração, Inovações e Organizações, Fundação Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2017.

MENDES, Rafael. **Como os drones podem ajudar a logística.** 2014. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/como-os-drones-podem-ajudar-a-logistica/>. Acesso em: 20 nov. 2019.

OLIVO, Rodolfo L. F.. **Logística na Cadeia de Suprimentos: técnicas, ferramentas e conceitos:** Técnicas, ferramentas e conceitos. 1. ed. São Paulo: Saint Paul, 2013, p. 74-78

ORIBE, Claudemir Y. **Diagrama de Árvore: a ferramenta para os tempos atuais. Banas Qualidade**, São Paulo: Editora EPSE, ano XIII, n. 142, março 2004, p. 78-82.

Proposta de um Sistema Aberto de Controle em Hardware e Software para VANT Direcionado à Entrega Confiável de Cargas - Luiz Carlos Querino Filho[1], Kalinka R.L.J.C. Branco[2] , 2014, p 18