

Myller Augusto Santos Gomes
(Organizador)

Engenharia de produção:

novas fronteiras, soluções,
problemas e desafios

3



Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Organizador

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

Capa

AYA Editora

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharia

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

Universidade Estadual de Londrina

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

Instituto Federal do Amapá

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

Centro Universitário FACEX

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

Universidade do Estado de Minas Gerais

Prof.ª Ma. Denise Pereira

Faculdade Sudoeste – FASU

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

Universidade Federal do Paraná

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

Universidade Federal do Amapá

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

Universidade Estadual de Londrina

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

Universidade Federal de Sergipe

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Me. Jorge Soistak

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara

Prof.º Me. José Henrique de Goes

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

Faculdade Santana

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

Universidade Norte do Paraná

Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa

Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

Centro Universitário Santa Amélia

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus
Pauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

Instituto Federal do Acre

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

Faculdade Sagrada Família

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

Universidade Federal do Piauí

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

Faculdade Sagrada Família

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda
Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo

Universidade Federal do Paraná

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,
FNDE*

© 2022 - AYA Editora -O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas nos capítulos deste Livro, bem como as opiniões nele emitidas são de inteira responsabilidade de seus autores e não representam a opinião desta editora.

E576 Engenharia de produção: novas fronteiras, soluções, problemas e desafios 3 [recurso eletrônico]. /Myller Augusto Santos Gomes (organizador). -- Ponta Grossa: Aya, 2022. 92p.

Inclui biografia
Inclui índice
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN: 978-65-5379-023-0
DOI: 10.47573/aya.5379.2.66

1. Engenharia da produção. 2. Gestão da qualidade total. 3. Máquinas agrícolas – Custo operacional. 4. Implementos agrícolas - Custo operacional. 5. Administração. 6. Fourier, Análise de. I. Gomes, Myller Augusto Santos. II. Título

CDD: 658.5

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53
Fone: +55 42 3086-3131
E-mail: contato@ayaeditora.com.br
Site: <https://ayaeditora.com.br>
Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

SUMÁRIO

Apresentação 7

01

Análise de custos operacionais de máquinas e implementos agrícolas na cultura da Manga (*Mangifera indica*) no Submédio do Vale do São Francisco 8

Esmeraldo Dias da Silva

Danilo Alves Soares de Oliveira

Bruno Gabriel Amorim Barros

Flávio José Vieira de Oliveira

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.1

02

Uma otimização no processo de monitoramento de obras: um estudo de caso em uma empresa de gestão de obras 19

Tom Munique Marques Moraes

Isabelle Mayse de Araujo Silva

Amanda Lívia de Oliveira

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.2

03

A solution method for data aggregator allocation in smart grids through a modelling..... 34

Sami Nasser Luar

Tainã Ribeiro de Oliveira

Mário Mestria

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.3

04

A importância da gestão industrial no mercado competitivo 53

Juan Carlo Andrade Cruz

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.4

05

**Aplicação da metodologia lean no tratamento de minérios:
um relato de experiência no complexo Mineroquímico de
Cajati com ferramenta Matriz 5W2H e 5 porquês..... 66**

Robson Cardoso de Freitas

Felipe Augusto Fonseca Nunes

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.5

06

**Analisador de espectro através da transformada rápida de
Fourier (FFT) 78**

Leonardo Sokolowski de Albuquerque

Matheus Alves Monteiro

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.6

Organizador..... 88

Índice Remissivo 89

Apresentação

Apresentar um livro é sempre gratificante, principalmente por nele conter contribuições de diversos autores por meio de suas investigações, aspirações e suas novidades ao conhecimento científico, com isso são devidamente reconhecidas e prestigiadas.

Os desafios enfrentados por indústrias com produção em escala global, coloca em evidência a significância operacional, organizacional e mercadológica necessária ao tão sonhado desenvolvimento econômico equitativo e sustentável. Suportes tecnológicos capazes de elevar os níveis de conectividade intensificam-se devido a aproximação estreitada entre a indústria e seus consumidores, diante desta realidade, não só a academia, mas diferentes arranjos para produção científica e tecnológica são provocados a promover investigações com poderes de superação e mitigação.

Nesta obra intitulada “Engenharia de Produção: novas fronteiras, soluções, problemas e desafios 3” ampliamos as discussões relevantes e aprofundamos especificidades sensíveis, como análise de custos operacionais em cultivos de fruticultura, otimização de processos de monitoramento de obras, redes elétricas inteligentes, competitividade para gestão industrial, metodologia para tratamento de minério e analisador de espectro por meio da FFT.

Estamos convictos de que, explorar em profundidade diversos campos emergentes da engenharia de produção pode-se apresentar como espaços evolutivos proeminentes de transformações significativas para indústrias, consumidores e sociedade em geral, tornando o mundo num espaço colaborativo, conectado, sustentável e justo. Muito obrigado e aproveite este livro.

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

01

Análise de custos operacionais de máquinas e implementos agrícolas na cultura da Manga (*Mangifera indica*) no Submédio do Vale do São Francisco

Analysis of operating costs of machinery and agricultural implements in Mango (*Mangifera indica*) in the São Francisco Vale Submium

*Esmeraldo Dias da Silva
Danilo Alves Soares de Oliveira
Bruno Gabriel Amorim Barros
Flávio José Vieira de Oliveira*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.1

RESUMO

Por ser uma cultura de produção em longa escala no Vale do São Francisco, a manga (*Mangifera indica*) necessita do auxílio de maquinários agrícolas para fortalecer o trabalho e sucesso produtivo durante toda a safra. Nesse contexto, este estudo tem por objetivo analisar o custo operacional de implementos e máquinas empregados no cultivo da mangueira. Dessa forma, tal pesquisa foi realizada na cidade de Petrolina-PE, por meio de um levantamento de dados e precificação da empresa Veneza Máquinas e Equipamentos, sendo os custos calculados por meio da depreciação, juros, alojamentos e salários dos tratoristas. Contudo, a partir da organização de produtos e seus respectivos valores, pode-se concluir que a utilização da mecanização na manga é um fator bastante importante no gerenciamento e produtividade da cultura.

Palavras-chave: maquinários agrícolas. Petrolina-PE. mangueira.

ABSTRACT

As a large-scale production crop in the São Francisco Valley, mango (*Mangifera indica*) needs the help of agricultural machinery to strengthen work and productive success throughout the harvest. In this context, the article aims to analyze the operational cost of implements and machines used in mango cultivation. Thus, this research was carried out in the city of Petrolina-PE, through a data survey and pricing by the company Veneza Máquinas e Equipamentos, and the costs were calculated through depreciation, interest, accommodation and salaries of tractor drivers. However, from the organization of products and their respective values, it can be concluded that the use of mechanization in mangoes is a very important factor in the management and productivity of the culture.

Keywords: agricultural machinery; Petrolina-PE; hose.

INTRODUÇÃO

Dentre as principais atividades agrícolas do Submedio do Vale do São Francisco a produção de manga (*Mangifera indica*) se destaca, possuindo uma grande importância econômica para essa microrregião, ocupando uma área de 22.000 ha, da qual 60% estão concentradas no estado da Bahia e 30% em Pernambuco, sendo uma das maiores produtoras da fruta do Brasil, contribuindo com mais de 90% do total exportado pelo País (LIMA, 2007).

Nos últimos anos houve um crescimento agrícola no país, ao mesmo tempo uma diminuição na mão de obra, tornando-se a mecanização agrícola um fator crucial no que diz respeito à falta de mão de obra e à necessidade de realizar trabalhos em menor tempo, com qualidade e uniformidade (MONTEIRO, 2016).

A mecanização é o conjunto de máquinas (trator/implemento) capaz de realizar todas as atividades agrícolas, desde o preparo do terreno até a colheita. Portanto, a escolha dos equipamentos adequados e sua manutenção durante o trabalho devem ser bem dimensionadas para que todo o planejamento dê certo, pois a paralisação da máquina em fases como o plantio ou a colheita pode acarretar grandes prejuízos ao produtor rural (SANTOS, 2012).

A utilização da mecanização torna o trabalho mais rápido e, conseqüentemente, mais efi-

ciente, impactando positivamente na redução dos custos e permitindo o aumento da capacidade produtiva na cultura da mangueira.

Segundo Silva *et al.* (2015), ao longo dos anos intensificou-se a utilização de máquinas agrícolas exigindo investimento naquelas que possuem maior grau de confiabilidade quanto à potência disponível, tecnologia e economia do consumo de combustível, visando atender a demanda nas atividades agrícolas. Entretanto, Silva (2009), afirma que à medida que o número, o tamanho e a complexidade das máquinas aumentam, mais vital se torna o impacto do gerenciamento desse sistema sobre a rentabilidade do negócio.

Além disso, Silva *et al.* (2015) afirma que a mecanização agrícola é um dos mais importantes fatores internos de produção de uma propriedade, representando em alguns casos, até 50% de custo da produção agrícola. Para tanto, é de grande importância o conhecimento dos custos de mecanização agrícola para permitir o acompanhamento das operações e a intervenção no momento oportuno, de forma a viabilizar as atividades mecanizadas. Por isso, um bom planejamento da adoção dos sistemas mecanizados pode contribuir significativamente para redução dos custos de produção (BARBOSA *et al.*, 2018).

Cunha *et al.* (2015) afirma que as operações mecanizadas na agricultura devem ser planejadas, de modo a permitir um aumento da rentabilidade do campo, sendo necessário um melhor gerenciamento de todos os conjuntos mecanizados utilizados durante o ciclo produtivo da cultura, possibilitando o sucesso das operações mecanizadas, otimizando e permitindo a viabilidade econômica da atividade.

Na agricultura brasileira, a mecanização agrícola chega a ser o segundo fator de produção mais importante, sendo inferior apenas à posse da terra. Em termos de potencial para redução dos custos de produção, a mecanização pode ser considerada como o fator principal. Para se reduzirem os custos são necessárias a ampliação e a modernização da gestão dos sistemas mecanizados (PELOIA e MILAN, 2010).

Devido a características inerentes dos custos de uma máquina, como seu elevado custo inicial, os custos fixos, aqueles que independem da utilização do bem, oneram muito ao produtor, que, para evitar o alto custo inicial do sistema mecanizado e a imobilização de capital, muitas vezes opta por terceirizar e contratar uma empresa para realizar as operações mecanizadas em sua lavoura (SILVA, 2009).

De acordo com Balastreire (1990), os custos do uso das máquinas agrícolas se dividem em dois componentes principais: custos fixos e custos operacionais. Os custos fixos, conhecidos também como custos de propriedade, são estimados independentes da utilização ou não da máquina, e envolvem: depreciação, juros, alojamentos e seguros. Já os custos operacionais, também chamados de custos variáveis, são dependentes do uso da máquina e são constituídos pelos seguintes componentes: combustíveis, lubrificantes, manutenção e salário do tratorista. Dessa forma, para Oliveira (2000) um dos grandes problemas da administração de máquinas e implementos agrícolas é a determinação da depreciação destes bens de produção.

Silva *et al.* (2015) afirma que a vida útil corresponde ao espaço de tempo entre a compra e a rejeição de uma máquina ou implemento, seja esta rejeição por obsolescência ou por desgaste. Por ser extremamente variável, a vida útil de uma máquina agrícola é de difícil previsão, sendo normalmente obtida por meio de pesquisas e acompanhamentos realizados.

Em seu estudo, Oliveira (2000) concluiu que dentre os custos operacionais as despesas com reparos e manutenção são as mais elevadas, o que pode ser atribuído às altas horas de trabalho acumuladas, tornando inviável economicamente a utilização da máquina na empresa.

Desta forma o trabalho tem por objetivo analisar o custo operacional de máquinas e implementos agrícolas empregados na cultura da mangueira (*Mangifera indica*) no Submédio do Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no município de Petrolina-PE, localizado no Submédio do Vale do São Francisco, no ano de 2020, por meio de um levantamento de dados no uso da mecanização agrícola para a produção da cultura da manga (*Mangifera indica*). Os dados referentes a preço de compra de maquinários, reparos e manutenção foram coletados da empresa Veneza Máquinas e Equipamentos, e organizados posteriormente em planilhas, tabelas e gráficos.

Sendo assim, vale ressaltar que a análise dos custos operacionais das máquinas e implementos agrícolas foi baseada na metodologia proposta por Pacheco (2000), que divide os custos em dois componentes principais: custos fixos (CF) e custos variáveis (CV).

Os custos fixos foram calculados, levando em consideração a depreciação, juros, alojamento/seguros e salários dos tratoristas, como mostrados na (Equação 1)

$$CF = D + J + AS + ST \quad (1)$$

Onde:

CF= Custos fixos;

D= Depreciação;

J= Juros;

AS= Alojamento e seguros;

ST= Salário dos tratoristas;

Para realização dos cálculos dos custos fixos levou-se em consideração o preço do trator agrícola e dos implementos: arado, grades (niveladora), subsolador, roçadeira, pulverizador e adubadeira.

A depreciação para Reis, E. F (2020) está relacionada com a desvalorização do implemento ou máquina agrícola em função de um determinado tempo, sendo a mesma utilizada ou não. Dessa forma, caso o maquinário não seja utilizado ele perde o seu valor por obsolescência, caso contrário, se muito usado a perda será por desgaste do material.

Para se obter o cálculo da depreciação foi utilizado o método linha reta, onde segundo o site Capital Now (2019) é considerado um dos procedimentos mais simples que resulta numa depreciação anual constante da máquina, durante a vida útil. Neste processo, o valor de sucata é arbitrado em 10% do preço inicial da máquina e o seu valor depreciado do constante, conforme a (Equação 2).

$$D = P - S/V \quad (2)$$

Onde:

D = depreciação (R\$/h);

P = preço de aquisição da máquina (R\$);

S = valor de sucata - 0,1 x P (R\$);

V = vida útil (horas);

A partir disso, devido a falta de estatísticas que visem calcular a vida útil de uma máquina, pode-se adotar os valores apresentados na (Tabela 1) realizada por Pacheco (2000) que traz as médias das vidas úteis dos maquinários agrícolas.

Tabela 1 - Vida útil de máquinas e implementos agrícolas.

Equipamento	Vida útil (horas)	Vida útil (meses)	Uso por ano (horas/ano)
Tratores	10.000	10	1.000
Arados	2.000	5	400
Grades	2.000	5	400
Grade niveladora	2.000	5	400
Grade aradora	2.000	5	400
Subsoladores	2.000	5	400
Roçadeiras	2.000	5	400
Pulverizadores	1.200	5	240
Adubadeira	1.200	5	240

Fonte. Adaptado de Pereira (2000)

Para o capital utilizado na obtenção da máquina agrícola foi realizado uma computação, retendo os juros à base semelhante do que é obtido quando este capital é colocado em comércio. (Equação 3) (SILVA, R. P. *et al.*, 2015)

$$J = \frac{[(P + 0,1P) / 2] i}{t} \quad (3)$$

Onde:

J = juros (R\$/h);

P = preço de aquisição (R\$);

I = juros ao ano (decimal);

T = tempo de uso por ano (horas/ano);

Dessa forma, a taxa de juros anual se torna dependente da forma de aquisição e das linhas de crédito oferecidas como o: Moderfrota, o Mais Alimentos, o Inovagro, o Pronamp e o Plano ABC que em contato com o produtor, o mesmo consegue realizar o financiamento e posteriormente vim a adquirir o maquinário agrícola.

Os valores sugeridos por Pacheco (2000) para alojamento e seguros de máquinas, variam de 0,75% a 1% do custo inicial ao ano. Sendo assim, foi utilizada uma taxa de 2% ao ano

para os cálculos do custo com alojamento e seguro, como mostra a (Equação 4)

$$AS = 0,02 P/T \quad (4)$$

Onde:

AS = alojamento mais seguro (R\$/h);

P = preço de aquisição (R\$);

t = tempo de uso (horas/ano);

Além dos custos operacionais, deve-se levar em consideração o salário do tratorista e todos os seus benefícios sociais que são referentes a mão de obra e no mínimo a média que prevalece na região. Sendo calculadas pela (Equação 5) ou (Equação 6)

$$\text{Salário mensal: } 1,5 \times \text{salário mínimo} + 20\% \text{ de encargos sociais} \quad (5)$$

$$ST \text{ (R$/h)} = (\text{Salário mensal} \times 13) / \text{horas de uso por ano} \quad (6)$$

Diferentemente do que é proposto por Pacheco (2000), este custo foi considerado um custo fixo já que o operador de máquinas pertence ao quadro de funcionários da empresa.

Os custos operacionais, segundo a AEGRO (2020), são aqueles nas quais dependem da quantidade de vezes em que é utilizada a máquina e são baseadas de acordo com o: combustível, lubrificante, reparos e manutenção. (Equação 7)

$$CV = C + L + RM \quad (7)$$

Onde:

C= Combustíveis;

L= Lubrificantes;

RM= Reparos e manutenção;

É difícil avaliar com precisão o consumo de combustível dos tratores, devido às condições variáveis de carga a que são submetidos durante os trabalhos de campo. Entretanto, quando não se tem informação segura do fabricante do trator, Pacheco (2000) cita que o consumo de combustível (óleo diesel) fica em torno de 0,25 a 0,30 litros por hora para cada "CV" de potência exigida na barra de tração. Portanto, o custo por hora gasto com combustível foi calculado por meio da (Equação 8).

$$C \text{ (R$/h)} = 0,25 \times \text{Pot}_{\text{BT}} \times \text{Preço do combustível} \quad (8)$$

Além disso, a quantidade de lubrificantes gastos por hora irá depender do tipo e da potência do trator, podendo ser obtida no manual do proprietário e na planilha de manutenção proposta pelo fabricante, determinando a capacidade dos reservatórios de lubrificantes e a periodicidade em horas em que devem ser substituídos.

Com exceção da primeira troca de lubrificantes que ocorrem após as 100 horas iniciais de uso, o período de substituição ocorre conforme o exposto na (Tabela 2)

Tabela 2 - Tempo destinado à troca de cada produto.

Produto	Tempo de substituição
Óleo lubrificante do motor	375 horas
Líquido de arrefecimento	350 horas
Óleo lubrificante do eixo dianteiro	350 horas
Óleo lubrificante do hidráulico/transmissão	350 horas

Fonte: o autor (2020)

Dentre as despesas de manutenção que devem ser computadas, para o cálculo do custo de operação de máquinas agrícolas, encontram-se aquelas realizadas para a manutenção preventiva e corretiva. Na manutenção preventiva, devem-se computar os gastos com componentes trocados a intervalos regulares, tais como filtros de ar, filtros de óleos lubrificantes, filtros de combustível e correias de polias. A manutenção corretiva é bem mais difícil de ser estimada, uma vez que depende de fatores de difícil controle, como a habilidade do operador e as condições do terreno.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das informações coletadas na empresa, pode-se observar que os maquinários mais buscados e utilizados pelos produtores regionais do Submédio do Vale do São Francisco para o cultivo da manga são: JD modelo 5080E 4x4 (80CV) – ano 2019 – Proconve MAR-I, arado fixo 3 x 28” x 6 mm (50 a 60 CV), grade hidráulica – niveladora 28 x 18” x 3,5 mm (61 a 75 CV), grade aradora de controle remoto 14 x 26” x 6 mm (74 A 80 CV), arado subsolador tubular hidráulico com 5 hastes (70 a 80 CV), roçadeira hidráulica central e lateral de 1,30 m (61 CV), pulverizador atomizador arbus 2000 Export (80 CV) e adubadeira cafeeira em inox com capacidade para 650 litros (70 CV).

Dessa forma, os valores obtidos por meio da pesquisa realizada na empresa Veneza Máquinas e Equipamentos, pode-se coletar os seguintes preços para os maquinários mais utilizados na cultura da manga. (Tabela 3)

Tabela 3 - Preço da máquina e dos implementos agrícolas.

Equipamentos	Preço de aquisição
Trator JD 508E 4X4	R\$ 135.000,00
Arado fixo - Baldan	R\$ 9.500,00
Grades	-
Grade hidráulica - niveladora	R\$ 9.000,00
Grade aradora – Baldan	R\$ 24.500,00
Arado subsolador – Baldan	R\$ 6.300,00
Roçadeira hidráulica central e lateral - Baldan	R\$ 13.000,00
Pulverizador atomizador Arbus 2000	R\$ 79.000,00
Adubadeira cafeeira em inox - Baldan	R\$ 9.400,00
Total	R\$ 285.700,00

Fonte: Autor (2020)

Para os valores de depreciação (D) da máquina e dos implementos foram calculados

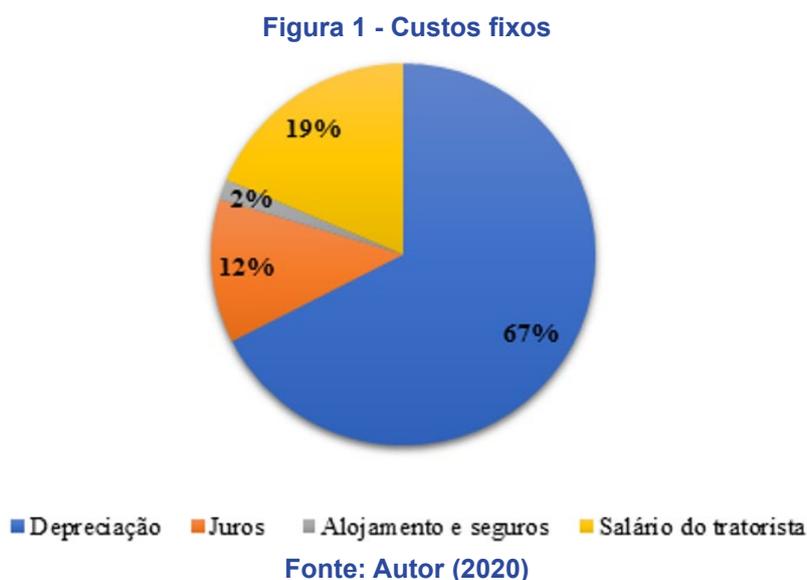
através da equação 2, onde para cada produto foi estipulado seu respectivo valor: Trator JD 5080E 4X4 (12,15 R\$/h), Arado fixo (4,27 R\$/h), grade hidráulica (4,05 R\$/h), grade aradora (11,05 R\$/h), arado subsolador (2,93 R\$/h), Roçadeira hidráulica central e lateral (5,85 R\$/h), pulverizador atomizador Arbus 2000 (59,25 R\$/h), adubadeira cafeeira em inox (7,05 R\$/h), somando um total de 106,5 R\$/h.

A taxa de juros anual utilizada foi de 8,5%, considerando as linhas de crédito Moderfrota, sendo assim os valores obtidos nos juros foram de: Trator JD 5080 E 4X4 – 5,16(R\$/h), Pulverizador atomizador Arbus 2000 Export – 12,59(R\$/h), Adubadeira cafeeira em inox Baldan – (1,49R\$/h), somando um total de 19,24(R\$/h).

Para o cálculo do alojamento e seguros (AS), foi considerada uma taxa anual de 2% do custo inicial, o preço de aquisição da máquina e o tempo de uso (horas/ano), de acordo com a equação 4. O valor do alojamento e seguros das máquinas foi de R\$ 2,7 por hora.

Para o salário do tratorista, foi considerada a média salarial do estado de Pernambuco que se baseia em torno de R\$1.254,31, sendo assim foi obtido o valor mensal de R\$ 2.257,76 e a hora R\$ 29,35.

Para a elaboração do custo fixo, foi considerado apenas um trator e um exemplar de cada implemento utilizado na realização do trabalho e um motorista assalariado, R\$ 157,79/hora. (Figura 1)



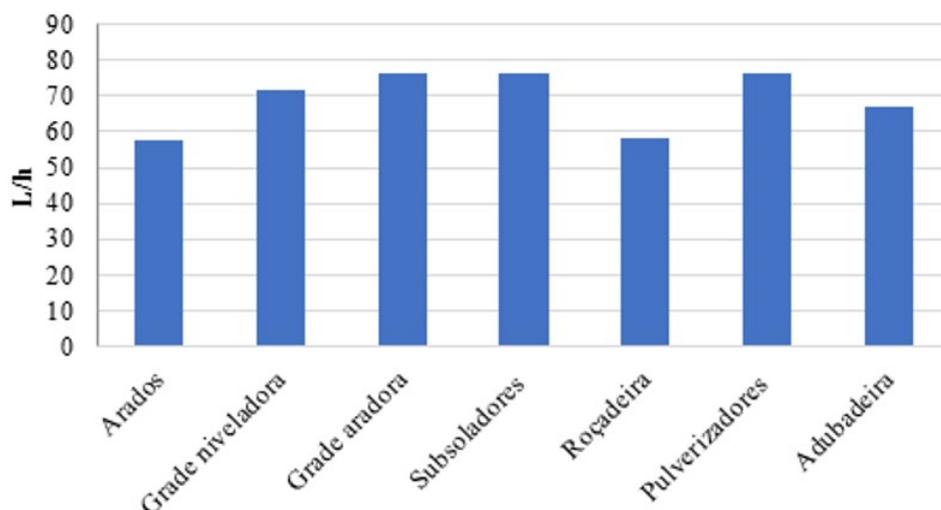
Para o cálculo do consumo do combustível, foi considerado o preço do óleo diesel que estava no ano de 2019 de R\$3,83 utilizado na equação 8 trazida na metodologia. Sendo assim, os valores coletados foram: (Tabela 4) e (Figura 2)

Tabela 4 - Consumo do combustível por maquinário

Implementos	Pot _{BT} (CV)	Consumo de combustível (R\$/h)
Arados	60	57,45
Grade niveladora	75	71,81
Grade aradora	80	76,60
Subsoladores	80	76,60
Roçadeira	61	58,40
Pulverizadores	80	76,60
Adubadeira	70	67,02
Total		484,48

Fonte: Autor (2020)

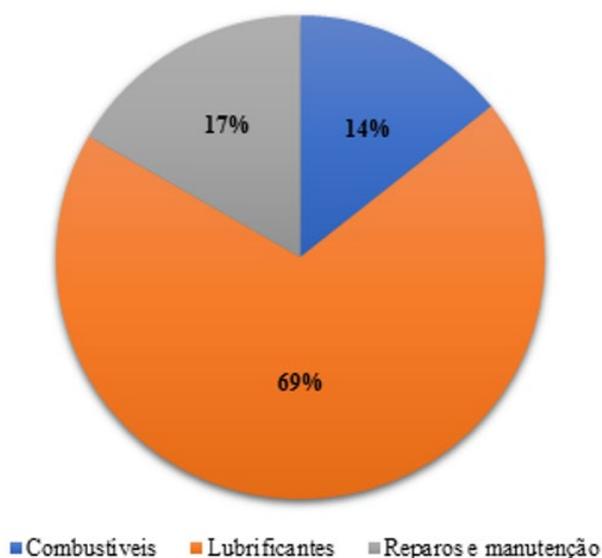
Figura 2 - Consumo do combustível por maquinário



Fonte: Autor (2020)

Para os custos variáveis totais, foi desconsiderado a mão-de-obra mecânica e o deslocamento do veículo como possíveis outros fatores que influenciam nos custos de reparos e manutenção, foi de R\$ 3.386,48. (Figura 3)

Figura 3 - Custos variáveis dos maquinários



Fonte: Autor (2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da análise de custos operacionais de máquinas e implementos agrícolas é importante no gerenciamento de uma empresa produtora de manga, pois o cálculo do custo operacional de um conjunto motomecanizado é considerável, sobretudo nas tomadas de decisão no momento da seleção dessas máquinas.

Dentre os custos operacionais, àqueles mais dispendiosos é a depreciação e o consumo de lubrificantes, mesmo esse sendo variável. Além disso, vale ressaltar que se faz necessário realizar outros trabalhos e pesquisas que visem trazer a mesma temática, porém com algumas informações atuais que tragam as mudanças do mercado ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. P.; ALVES E SILVA, G.; SIQUEIRA, W. C.; ANJOS, D. C. A.; GONÇALVES, B.C.; ABRAHÃO, S. A. Análise de custo de trator e implementos utilizados em preparo convencional. Cáceres, MT: IFMT, 2018.

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. São Paulo: Manole, 1990. cap. 2, p. 41-50.

CUNHA, J. P. B; SILVA, F. M.; MARTINS, F. G. L.; CONCEIÇÃO, F. G.; CAMELO, L. G. Estudo técnico e econômico de diferentes operações mecanizadas na cafeicultura. Lavras, MG: UFLA, 2015.

Cálculo de depreciação: como fazer e qual a sua importância - Capital Now, 23/10/2019. Disponível em <https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/calculo-de-depreciacao/> Acesso em 06/12/2019

FRANCESCHETTE, J.; LOPES, B.J. Como calcular o custo operacional de máquinas agrícolas - Blog AEGRO, 30 de outubro de 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/custo-operacional-de-maquinas-agricolas/> Acesso em 07/12/2021.

LIMA, M. F. Monitoramento de doenças da mangueira na produção integrada. In: SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, II. 2007, Petrolina, PE. Anais [...]. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2007.

MONTEIRO, F. S. Planilha eletrônica como ferramenta para seleção de tratores agrícolas. Viçosa, MG: UFV, 2016.

OLIVEIRA, M. D. M. Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota. 2000. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2000.

PELOIA, P. R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. Jaboticabal, SP: ESALQ/USP, 2010.

PACHECO, E. P. Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

REIS, E. F. Custos operacionais de máquinas agrícolas. Universidade Estadual de Goiás - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2020.

SANTOS, J. L. Mecanização agrícola. Barra da Estiva, BA: Instituto Formação, p.24, 2012.

SILVA, G. F. Análise de custos operacionais e eficiência gerencial para conjuntos trator-implemento em operações agrícolas. Piracicaba, SP: ESALQ, 2009.

SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; VOLTARELLI, M. A.; TAVARES, T. O. Custo horário de máquinas agrícolas. Jaboticabal, SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, 2015.

Uma otimização no processo de monitoramento de obras: um estudo de caso em uma empresa de gestão de obras

An optimization in the process of monitoring works: a case study in a works management company

Tom Munique Marques Morais

UFPI (Universidade Federal do Piauí)

Isabelle Mayse de Araujo Silva

UFPI (Universidade Federal do Piauí)

Amanda Livia de Oliveira

UFPI (Universidade Federal do Piauí)

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.2

RESUMO

As empresas brasileiras estão se preocupando cada dia mais com a qualidade dos seus processos, definindo como prioridade a atualização e melhora de suas atividades afim de alcançar uma eficiência organizacional. Através da elaboração de estratégias afim de atingir as metas estabelecidas, o controle total da qualidade – TQC, e as ferramentas da qualidade, entram como um auxiliador no objetivo de detecção de problemas e na proposta de soluções, tais ferramentas estão definidas dentro do ciclo PDCA. Este trabalho consiste em um estudo de caso que propôs melhorias no setor de monitoramento de uma empresa de gestão de obras, as sugestões apresentadas visam diminuir os erros cometidos na alimentação de dados do sistema de monitoramento utilizado, trazendo uma diminuição na carga de trabalho e um melhor desempenho dentro do setor. Como procedimento técnico/metodológico, utilizou-se o PDCA para elaboração do plano de ação. Através dessa aplicação o objetivo de propor melhorias foi alcançado.

Palavras-chave: processos. ferramentas da qualidade. PDCA. TQC. melhoria continua.

ABSTRACT

Brazilian companies are becoming increasingly concerned with the quality of their processes, defining as a priority the updating and improvement of their activities in order to achieve organizational efficiency. Through the elaboration of strategies in order to reach the established goals, the total quality control - TQC, and the quality tools, come in as a helper in the objective of detecting problems and proposing solutions, such tools are within the PDCA cycle. This work consists of a case study that proposed improvements in the monitoring sector of a construction management company. The suggestions presented aim to reduce the errors made in feeding data into the monitoring system used, bringing a reduction in the workload and a better performance within the sector. As a technical/methodological procedure, the PDCA was used to develop the action plan. Through this application the objective of proposing improvements was achieved.

Keywords: process. tools quality. PDCA. continuous improvement.

INTRODUÇÃO

Conforme De Sousa (2021), a construção civil no Brasil, é de extrema importância para o desenvolvimento nacional, tanto com empreendimentos residenciais, empresarias e obras de infraestrutura. Por apresentar um grande papel na economia, o setor conseqüentemente necessita de uma gestão capaz de suportar todas as grandes atualizações contemporâneas e mudanças de métodos, não apenas na elaboração dos projetos como também nos processos iniciais e de acompanhamento, para assim a obra possa ocorrer de maneira eficiente. O uso de tecnologias, como softwares, surge como ferramentas auxiliaadoras nessa gestão, o seu uso não é limitado apenas a conteúdos informativos, mas tem uma enorme contribuição em condicionar uma estrutura (SILVA, 2001).

Cada vez mais os processos de gestão vêm sendo aperfeiçoados, e com isso se faz necessário a atualização de ações e atividades que antes eram consideradas ideais e que atualmente se tornam gargalos para um funcionamento mais eficiente, as empresas estão em constante busca por inovações e meios que agilizem os processos dentro da mesma, e deste modo, obter

uma maior produtividade (LACOMBE, 2017). Uma vez que a produtividade está intrinsicamente ligada à sua capacidade, se vê a necessidade de sair do comodismo e realizar investimentos e pesquisas, para que assim também aumente a qualidade de seus produtos e serviços.

Percebe-se também, um intensivo movimento em busca da qualidade pelas empresas, no qual é um recurso de grande relevância neste contexto, pois, já não se trata mais de um ponto de diferenciação e sim de preexistência (OLIVEIRA, 2020). Portanto, as ferramentas de qualidade entram como um auxiliador nessa gestão para que haja um sistema claro e objetivo, deixando as atividades bem organizadas, sem que restem dúvidas e grandes empecilhos ao decorrer do processo, dentre as ferramentas podemos citar o 5W2H e o Diagrama de Ishikawa que servem para manter os princípios de melhoria continua.

O presente artigo tem seu foco na utilização de ferramentas de melhoria continua para que seja realizado uma otimização no processo de monitoramento realizado em uma empresa de gestão de obras, visando a diminuição de erros. O mesmo será feito através de levantamento de dados coletados a partir dos sistemas internos da empresa, e também a utilização de análises feitas da rotina de trabalho dos funcionários do setor de monitoramento, buscou-se estabelecer uma rotina de trabalho onde seja possível o melhor aproveitamento do tempo para que todos os assuntos internos de fiscalização das obras sejam feitos sem que se deixe atividades paradas por muito tempo, no qual foi notado no sistema utilizado.

Portanto, com a utilização do PDCA e ferramentas da qualidade como: Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, 5W2H e Folha de Inspeção, foi possível realizar o levantamento da atual situação do setor de monitoramento da empresa. Deste modo, permitindo a realização de propostas de melhorias, nas quais eventualmente possam ser utilizadas, visando a melhoria do processo e eliminar os elementos desnecessários ao mesmo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Gestão de processos

Para Paim (2009), a principal motivação para o uso da gestão de processos tem sido a sua capacidade de contribuição que permite superar os limites do modelo funcional de organização do trabalho, sendo que um modelo de gestão fundamentado apenas na divisão do trabalho tem limitações em relação a coordenação do mesmo. Deste modo se faz necessário uma construção de organizações mais ágeis, integradas e flexíveis, para aprimorar ainda mais o seu desenvolvimento organizacional.

Portanto, assim que um processo entra em vigor, o seu funcionamento necessita de um gerenciamento de forma continua, já que o seu desempenho está ligado as suas metas, e a partir do momento que o desempenho não corresponder as metas, o motivo dessa deficiência no processo deve ser determinado (VOM BROCK, 2013).

Para Hammer (2014), para se possa conceituar gestão de processos, primeiro é necessário entender que o processo significa posicionar atividades de trabalhos individuais, sendo elas rotineiras ou criativas, no contexto mais amplo das demais atividades com as quais ele se associa, para que assim se possa gerar resultados. Deste modo, o gerenciamento de processos

provê uma gama de ferramentas, e a ferramenta certa é implementada para o problema certo.

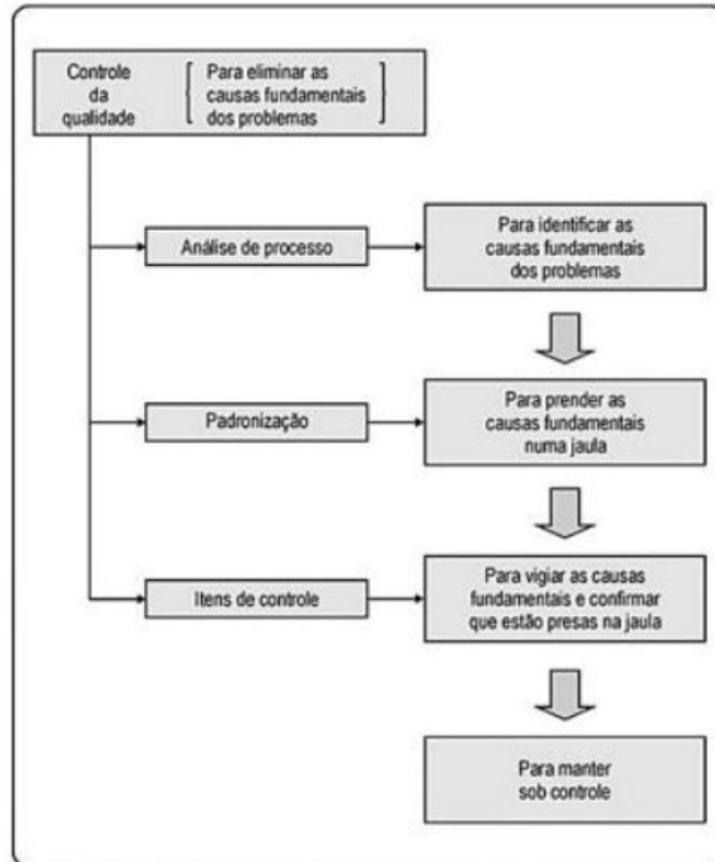
Conforme Pradella (2013), na era das informações uma empresa que buscam prosperar deve buscar e utilizar metodologias de análise e também de redesenho dos seus processos, considerando as estratégias e a capacidade da organização. Nesse contexto, também é necessário frisar que o mesmo considera as pessoas como o elemento chave dentro dessas estratégias, sendo que, apesar da utilização das ferramentas de auxílio e todos os recursos empregados, as pessoas são as únicas que realmente podem promover, de maneira efetiva, alguma diferença. Deste modo, no presente artigo, devido as diferentes formas que a palavra “processo” pode ser definida, será levado em consideração o processo dentro do contexto de negócios e terá um objetivo chave de atingir metas a partir de esforços humanos e tecnológicos (HAMMER, 2014).

O Controle de Qualidade Total

O Controle de qualidade total (TQC), tem um grande papel histórico no que se refere a evolução da teoria dos processos, principalmente por conta de alguns acontecimentos ao decorrer do tempo, como o objetivo de obter as certificações nas normas ISO 9000, o que proporcionou que as técnicas de melhorias baseadas em processos começassem a ser bastante difundidas (Paim, 2009). Com o compartilhamento desses conceitos percebe-se que foi possível obter diversas melhorias dentro da gestão de processos.

Para Campos (2014), existem bases para o controle de qualidade, e para manter um processo sob controle, é necessário saber localizar, analisar, padronizar e estabelecer itens de controle de uma forma que os problemas que foram encontrados nunca mais ocorram. A Figura 1 ilustra a base de controle, pode-se notar que existem diferentes etapas que seguem uma sequência lógica, com o objetivo principal de eliminar as causas fundamentais dos problemas e para isso notamos que se é utilizado da ação de padronizar e estabelecer itens de controle, deste modo se fazendo necessário o replanejamento do processo, tendo em vista que, todo esse replanejamento tem que estar voltado para o objetivo de melhorar os níveis de qualidade do serviço ou produto.

Figura 1 - Bases do controle, segundo Miyauchi



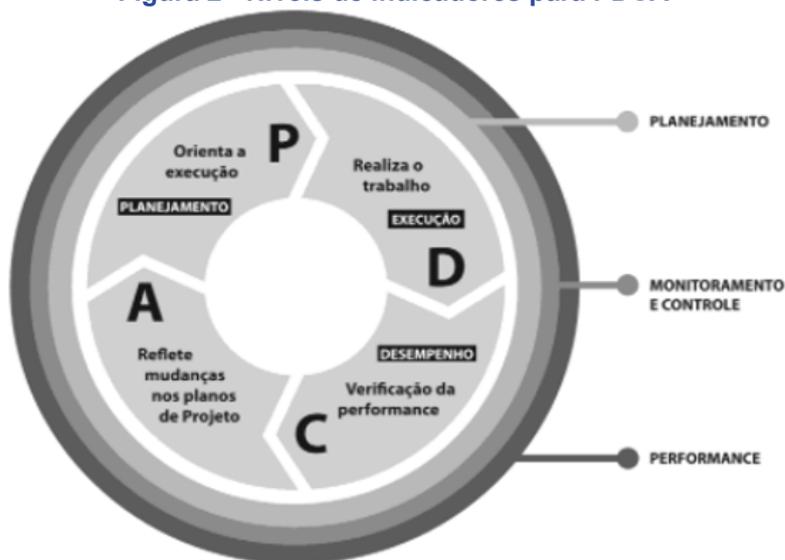
Fonte: CAMPOS (2014)

Para Camargo (2016), a qualidade não deve ser vista apenas sobre um aspecto de “controle”, pois em um contexto amplo de gestão, o influxo das culturas e hábitos são determinantes em um direcionamento para que todo o processo trabalhado seja eficiente e que também seja possível a elaboração de uma organização que seja competitiva dentro do seu ramo de negócios, olhando por um aspecto mais amplo, a qualidade se refere a satisfação das pessoas. Portanto, é necessário que o controle de qualidade não seja apenas eficiente para o processo, mas que também tenha um apelo e direcionamento para o que e quem está sendo direcionado o serviço ou produto, Camargo (2016) também cita que, devemos considerar a qualidade interna nas organizações que estamos, pois o ambiente e até mesmo as relações interpessoais interferem nos resultados finais que será obtido.

Método PDCA / MASP

O ciclo PDCA corresponde a um método de gerenciamento que auxilia a tomada de decisões, deste modo possibilita que se alcance as metas que foram estabelecidas e que são necessárias para a sobrevivência de uma organização (WERKEMA, 2016). Na Figura 2, encontra-se a representação gráfica do ciclo PDCA, que se define principalmente em 4 etapas: Planejamento, Execução, Verificação e a última etapa que consiste nas ações corretivas.

Figura 2 - Níveis de indicadores para PDCA



Fonte: Colôba (2018)

Tal ciclo, para Colôba (2018), é uma ferramenta virtuosa de planejamento que viabiliza que a gerência de diferentes níveis do processo, tenham uma visão mais certa do andamento do mesmo, através da utilização de indicadores.

Conforme Mariani (2005), a Metodologia de Análise e Solução de Problemas – MASP, é considerado o PDCA, porém ela é realizada em oito etapas sendo elas:

- PLAN ou Planejamento, inclui quatro etapas, sendo elas a “identificação do problema”, a “observação do problema”, a “análise das causas” e a “elaboração do plano de ação”.
- DO ou Executar, é considerada a quinta etapa, e consiste na ação de executar o plano de ação.
- CHECK ou Verificação, consiste na checagem do plano de ação, com o objetivo de saber se os eventuais erros foram corrigidos.
- ACTION ou Correção, que contém duas etapas, sendo elas a “padronização” e a oitava e última etapa “conclusão”, onde é feita a recapitulação de todo o processo para melhorias futuras.

Ferramentas da Qualidade na Gestão de Processos

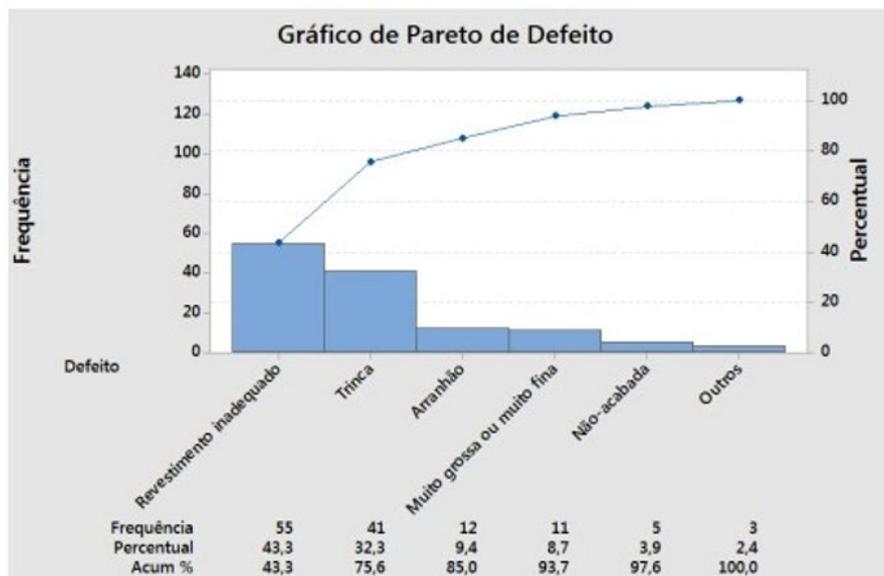
Para César (2011), as ferramentas da qualidade foram largamente difundidas pela sua capacidade de fazer com que as pessoas que estão ligadas ao processo de controle de qualidade, fossem capazes de ver através dos indicadores e deste modo compreender a razão dos problemas.

Para a contribuição necessária no presente estudo de caso, vão ser apresentadas as ferramentas da qualidade que foram utilizadas para a prática eficiente do método PDCA, sendo elas: Diagrama de causa e efeito, Diagrama de Pareto, Metodologia 5W2H e a Folha de Verificação.

Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto, consiste em um gráfico de colunas ordenadas, juntamente com o gráfico de linhas que irão representar as porcentagens acumuladas, podendo ser utilizado para uma visualização de causas mais frequentes, de acordo com a filosofia de Pareto, é necessário eliminar as causas de maior participação (DE OLIVEIRA, 2020). Na Figura 3, está uma demonstração de como o gráfico de Pareto pode ser aplicado.

Figura 3 - Gráfico de Pareto

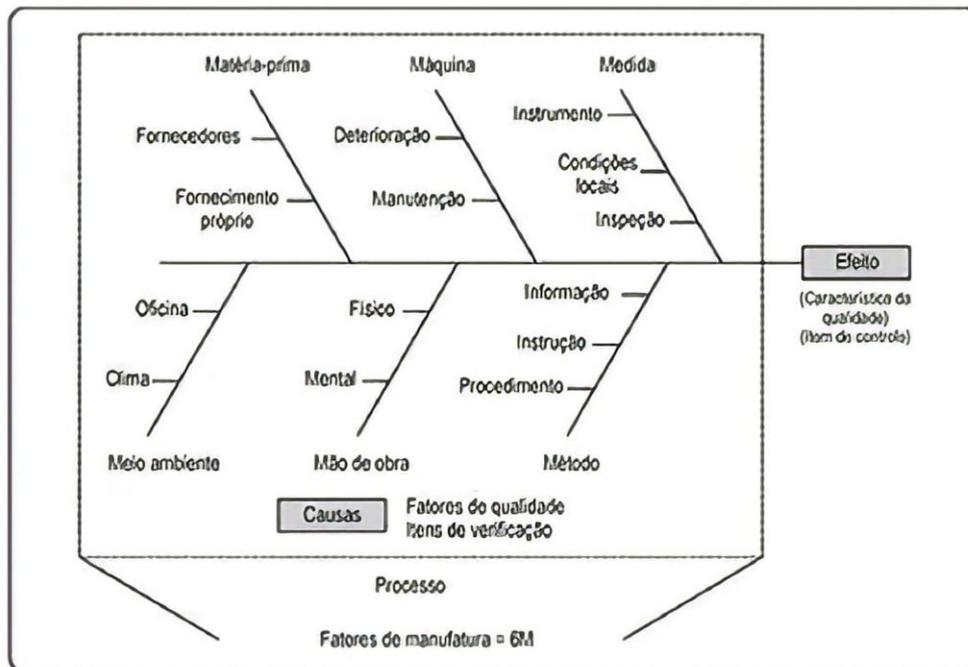


Fonte: DE OLIVEIRA (2020)

Diagrama de Causa e Efeito de Ishikawa

O diagrama de causa e efeito, ou como também é conhecido, diagrama de Ishikawa foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1934, é uma ferramenta que auxilia no encontra de causas ou problemas. A causa é agrupada por categoria e semelhança, e após isso feita uma série de questionamentos para evidenciar as causas possíveis de um efeito estabelecido (DE LOUREIRO, 2020). Na Figura 3 está a representação gráfica do diagrama de causa e efeito.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa para a correlação do efeito e suas causas.



Fonte: Campos (2014)

Metodologia 5W2H

Depois de estabelecermos as causas mais prováveis, a metodologia 5W2H, que consiste em um meio para se estruturar os pensamentos de uma forma organizada, geralmente realizada antes de implantar alguma solução (BEHR, 2008), será utilizada com o intuito de realizar uma análise mais completa. Na Figura 5, é possível notar os significados de cada um dos termos, onde vão ser respondidas cada uma das perguntas de maneira clara.

Figura 5 - Método 5W2H

Método do 5W2H			
5W	What	O que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por que?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada essa ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custará para executar a ação?

Fonte: GROSELLI (2014)

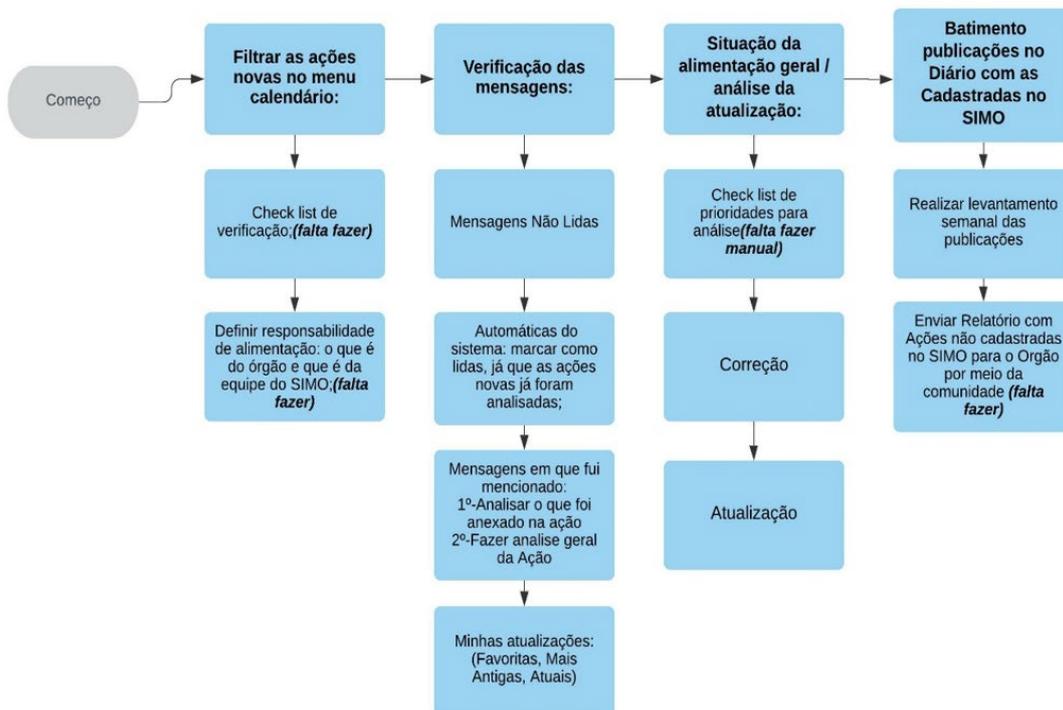
Folha de Verificação

A folha de verificação entra com o objetivo de organizar os dados obtidos, permitindo um rápido conhecimento para a veracidade (MARQUES, 2012). Nessa pesquisa a folha de verificação será utilizada para auxiliar na quantificação dos dados obtidos, e deste modo realizar um monitoramento dos dados e uma comparação para obter o percentual de diferença, antes e após as ferramentas da qualidade serem aplicadas.

ESTUDO DE CASO NA EMPRESA DE GESTÃO DE OBRAS

A estudo de caso foi realizado especificamente no setor de monitoramento, o mesmo é responsável pela verificação dentro do sistema de cadastro das obras, se a alimentação dos dados está sendo feito de maneira correta e caso apresente algum erro é realizado a alteração dos dados com o objetivo de corrigir as informações. Fora essa atividade, foi descrito no fluxograma da Figura 6, as atividades que geralmente são realizadas em sua respectiva prioridade e juntamente a apresentação de arquivos que de acordo com os funcionários, estão faltando.

Figura 6 - Rotina de Atividades Realizadas pelo Monitoramento



Fonte: Os autores

Planejamento de Implantação Do PDCA / MASP

Através da metodologia PDCA, ou como também pode ser denominado MASP, o Quadro 1 representa graficamente o cronograma que foi proposto do processo, no qual como foi citado anteriormente, foi realizado através de 8 (oito) que serão a base para o estudo de caso.

Quadro 1 - Cronograma proposto para o monitoramento do processo

ANO	2021							
	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Identificação do problema	X							
Obs. Do Problema	X	X	X	X	X			
Análise do Problema				X	X			
Plano de Ação					X	X		
Ação					X	X	X	X
Verificação					X	X	X	X
Padronização							X	X
Conclusão								X

Fonte: Os autores

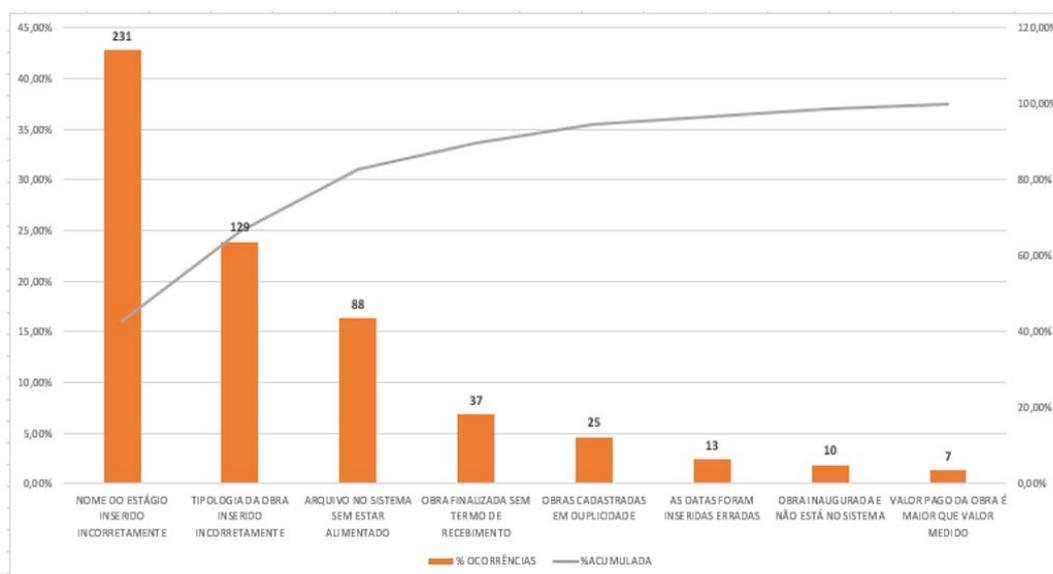
IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Através de observações feitas *in loco*, constatou-se reclamações relacionadas ao re-trabalho, e algumas atividades que deveriam ser realizadas não estavam sendo consideradas como prioridades e era deixadas de lado, além de relatórios que eram emitidos e apresentavam erros de compatibilidade entre os dados apresentados.

Nos levantamentos realizados, notou-se uma quantidade considerável de problemas quando se está realizando os procedimentos de monitoramento das obras, os funcionários são responsáveis por fiscalizar como está o andamento da alimentação do Sistema Integrado, que se trata do software utilizado pela empresa em questão, além de cobrar os arquivos que estão faltando, realizar as correções de dados inseridos incorretamente e realizar uma gama de atividades corretivas.

Deste modo, foi definido um período de observação que foi realizado durante um período de dois meses, para que seja possível obter dados, levando em consideração as informações dadas pela gerência de que não eram feitas as quantificações das informações de erros e problemas cometidos dentro do setor e na alimentação do software utilizado. Portanto, um dos funcionários foi instruído a anotar todos os eventuais problemas que ele encontrasse durante o período de observação e posteriormente repassasse os dados, deste modo, para uma melhor visualização, foi realizado o tratamento dos dados, levando em consideração os problemas mais relevantes e elaborado o Diagrama de Pareto para a identificação do problema.

Figura 7- Diagrama de Pareto dos problemas encontrados



Fonte: Os autores

Utilizando uma medida de frequência, de acordo com a filosofia do Diagrama de Pareto, considerou-se os fatores mais significativos, ou seja, os que apresentam em porcentagem acumulada uma maior ocorrência. Os itens que serão priorizados correspondem à 66,67% que são os dois erros mais comumente cometidos de acordo com a Figura 1, sendo eles: nome do estágio inserido incorretamente e a tipologia da obra inserido incorretamente. Essas atividades, são atividades corretivas e feitas manualmente pelos funcionários o que acarreta numa interrupção das atividades do setor e interfere tanto na emissão de relatórios como diretamente em outras atividades que poderiam estar sendo realizadas. Deste modo, fica-se evidente que os principais

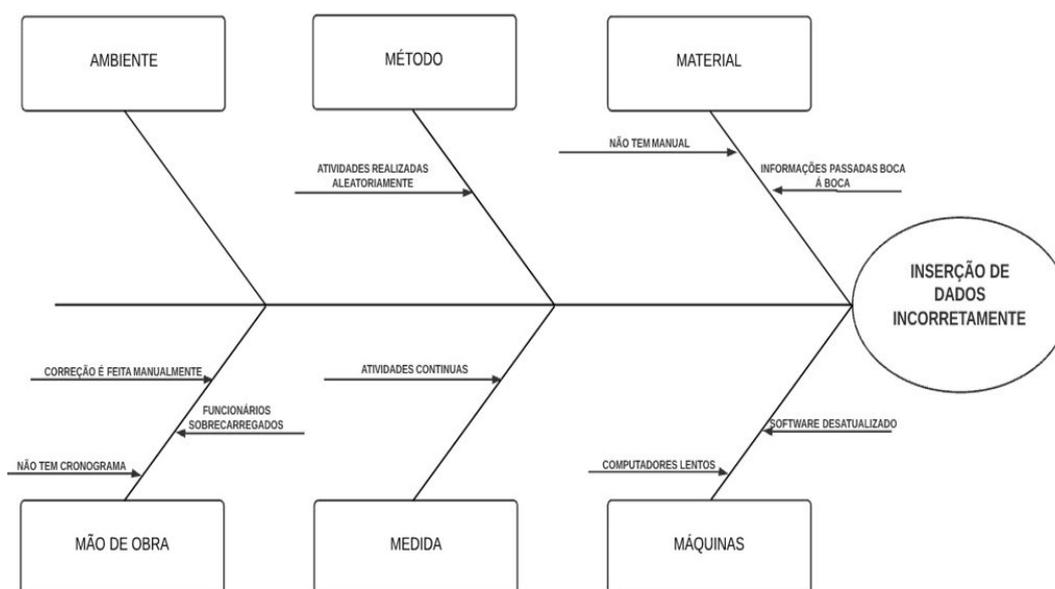
problemas dentro do sistema são os erros cometidos na inserção dos dados das obras, como o nome e a tipologia.

Não foi considerado o problema de arquivos não alimentados no sistema, pois foi informado pela equipe de monitoramento, que mesmo sendo evidenciado a função de realizar os ajustes e correções nesse caso, é de responsabilidade de outro setor.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS

Após a identificação dos principais problemas, foi realizado um brainstorming envolvendo o setor de monitoramento, e realizado um levantamento das possíveis causas da inserção dos dados incorretamente. Deste modo, estas causas foram ilustradas através do diagrama de causa e efeito na Figura 2.

Figura 8 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Os autores

Com uma discussão do assunto do erro em questão, foram levantados alguns questionamentos para obter uma resposta desejável, tais como: como ocorre o problema, onde ocorre, áreas envolvidas entre outras perguntas. Deste modo foi possível obter dados relevantes para a identificação da causa principal.

Através de uma análise dos dados que foram informados na Figura 2, podemos notar que as principais causas e mais prováveis de serem as responsáveis pelos problemas são: a falta de um material adequada, como uma cartilha ou manual para auxiliar na inserção dos dados e a falta de organização e um cronograma na hora de realizar as atividades.

PLANO DE AÇÃO

Para o plano de ação, foi utilizado a metodologia 5W2H, mapeando 6 situações (Quadro 2) que foram apresentadas a equipe de monitoramento na forma de um quadro, as situações foram definidas com o objetivo de eliminar os problemas que foram citados. Após a elaboração do quadro foi realizada uma descrição das atividades para serem desenvolvidas, deste modo,

elucidando de forma clara as etapas a serem seguidas.

Quadro 2 - Aplicação da Metodologia 5W2H

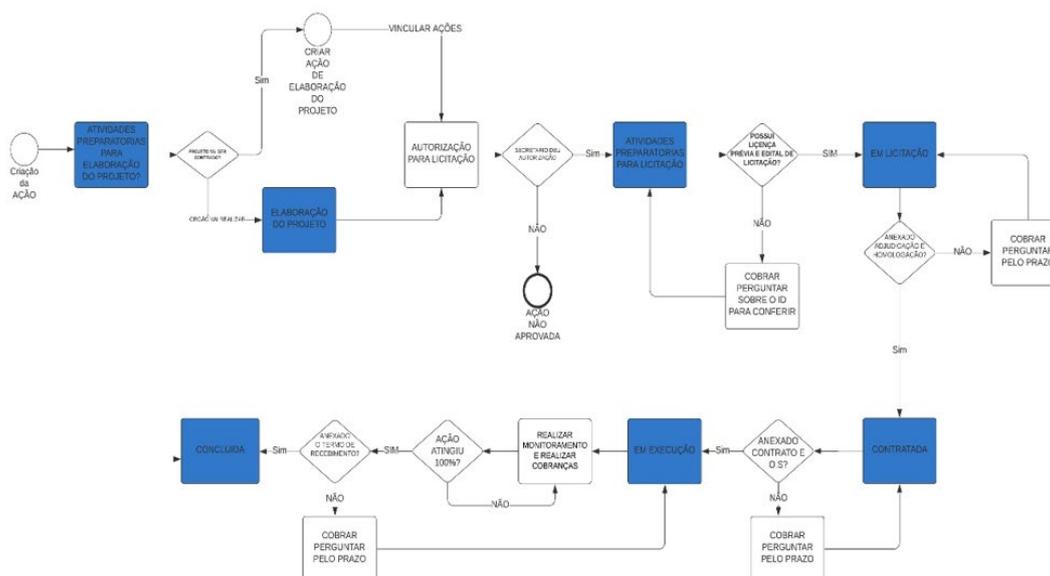
O que?	Quem?	Onde?	Por quê?	Quando?	Como?	Quanto?
Estudo da melhor metodologia a ser seguida	Supervisor	Empresa	Definir os métodos padrões para a elucidação das atividades a serem executadas	Autorização do Secretário	Reunião informal	Hora de trabalho
Elaboração de Manual e/ou Cartilha	Monitores	Empresa	Necessário para auxiliar os funcionários dos setores responsáveis para realizar a alimentação dos dados da maneira correta	Após estudo da metodologia	Execução por monitor	Hora de trabalho
Elaboração de Checklist para verificação da alimentação do sistema	Monitores	Empresa	Prevenir que os responsáveis não esqueçam o que deve ser feito no sistema, para a finalização correta das obras	Após estudo da metodologia	Execução por monitor	Hora de trabalho
Elaboração de um cronograma de atividades	Supervisor	Empresa	Deixar claro as atividades a serem seguidas ao decorrer do expediente	Após elaboração do manual	Execução pelo supervisor	Hora de trabalho
Reunião da equipe de Monitoramento	Supervisor	Empresa	Sanar quaisquer dúvidas que ainda restem	Após elaboração dos arquivos	Reunião informal	Hora de trabalho
Curso com a equipe responsável pela alimentação do sistema	Supervisor	Auditório da Empresa	Apresentar o manual/cartilha e checklist e introduzir de maneira clara os objetivos esperados	Após reunião com a equipe de monitoramento	Reunião através de memorando	Hora de trabalho

Fonte: Os autores 2021

Na primeira etapa, que consiste na etapa de estudo para a definição da melhor metodologia, foi a mais demorada, devido ao fato de que diferentes funcionários do monitoramento, realizavam suas atividades de maneiras arbitrárias, ou seja, nenhum deles seguia uma sequência lógica a fim de chegar em um resultado positivo. No entanto, após alguns empecilhos serem resolvidos entre os membros da equipe, a reunião seguiu normalmente e as escolhas dos procedimentos foram definidas da melhor maneira.

A elaboração dos arquivos necessários para as próximas etapas, foram concluídos rapidamente devido a experiência da equipe de monitoramento, abaixo na figura 9 está o fluxograma que representa algumas das melhorias que foram propostas juntamente com os funcionários.

Figura 9 - Fluxograma de Atividades no Software da Empresa



Fonte: Os autores (2021)

Deste modo a reunião com as equipes responsáveis pela alimentação, ocorreu de forma clara e sucinta, permitindo o compartilhamento de informações por meio do manual, checklist e do curso que foi oferecido. Após isso foi dado um prazo de 2 meses para a menção dos resultados obtidos, foi solicitado a um dos funcionários que realiza a função de monitoramento que quantificasse novamente os problemas que foram encontrados.

Folha de Verificação

Para comparação de frequência dos problemas de inserção incorreta dos dados das obras, o Quadro 2 apresenta os valores antes e depois da aplicação do plano de ação.

Figura 10 - Folha de verificação

Nome do estágio inserido incorretamente antes da implementação	Nome do estágio inserido incorretamente após a implementação	Diferença (%)
231	15	94%
Tipologia da obra inserido incorretamente antes da implementação	Tipologia da obra inserido incorretamente após a implementação	Diferença (%)
129	72	44%

Fonte: Os autores (2021)

Comparando os resultados do Quadro 2 podemos notar uma diminuição de 94% na inserção do nome do estágio de forma incorreta, que se deu devido ao fato dos estágios para todas as obras serem padronizados, quanto a tipologia, mesmo não tendo uma diminuição tão drástica quanto ao nome do estágio, teve uma melhora significativa de e 44% de decréscimo nos erros cometidos, já que para o mesmo é necessário um conhecimento mais aprofundado sobre os tipos de obras, o que ainda gera algumas dúvidas nos responsáveis pela alimentação dos dados. Portanto, vemos que após o plano de ação, houve uma diminuição nas atividades corretivas que

seriam realizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os monitores não demonstraram resistência contra as mudanças apresentadas, facilitando assim a utilização das ferramentas para o aprimoramento das atividades que estavam sendo realizadas, mesmo havendo alguns desencontros quanto as metodologias iniciais, a padronização proposta para algumas atividades irá servir como base para posteriores melhorias.

No que se refere ao problema encontrado, os resultados foram satisfatórios, as ferramentas utilizadas foram eficazes, visto que houve uma diminuição tanto nos erros cometidos, quanto na carga de trabalho dos monitores. O plano de ação foi capaz de mostrar melhorias ao processo, que trouxe satisfação junto aos funcionários de monitoramento. Porém, para que realmente se tenha efeito, alguns fatores trabalhados necessitam de um apelo constante, ou seja, recomenda-se uma busca pela melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

BEHR, Ariel; MORO, Eliane Lourdes da Silva; ESTABEL, Lizandra Brasil. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. *Ciência da Informação*, v. 37, n. 2, p. 32-42, 2008.

CALÔBA, Guilherme; KLAES, Mario. Gerenciamento de Projetos com PDCA. Alta Books Editora, 2018.

CAMARGO, Wellington. Controle de qualidade total. 2016.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC-Controle da Qualidade Total no estilo japonês. Falconi Editora, 2014.

CÉSAR, Msc Francisco I. Giocondo. Ferramentas básicas da qualidade. biblioteca24horas, 2011.

DE CASTRO RODRIGUES, Luiz Fernando *et al.* O uso de ferramentas da qualidade em operações de intralógica: a aplicação do gráfico de Pareto e do diagrama de causa e efeito. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, n. 188, 2013.

DE LOUREIRO, João Paulo Borges *et al.* Estudo da identificação dos problemas rotineiros e cálculo do nível de eficiência nos processos industriais da Cooperativa Mista de Tomé-Açu (CAMTA). *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 4, p. 2418-2429, 2020.

DE OLIVEIRA, MSC UANDERSON RÉBULA. Gráfico de Pareto (para leigos).

DE SOUSA, Nílberte Muniz *et al.* Mapeamento de resíduos em projeto: atitude e comportamento dos projetistas para adoção de projetos sustentáveis. *Revista Produção Online*, v. 21, n. 3, p. 709-725, 2021.

HAMMER, Michael. O que é Gestão de Processos de Negócio. Manual de BPM: Gestão de processos de negócio, Bookman, Porto Alegre, 2013.

LACOMBE, Francisco José Masset; HEILBORN, Gilberto Luiz José. Administração. Saraiva Educação SA, 2017.

MARIANI, Celso Antonio. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. RAI-Revista de Administração e Inovação, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MARQUES, José Carlos *et al.* Ferramentas da qualidade. Universidade da Madeira, 2012.

OLIVEIRA, Otávio J. Gestão da qualidade: tópicos avançados. Cengage Learning, 2020.

PAIM, Rafael *et al.* Gestão de processos: pensar, agir e aprender. Bookman Editora, 2009.

PRADELLA, Simone. Gestão de processos: uma metodologia redesenhada para a busca de maior eficiência e eficácia organizacional. Revista Gestão & Tecnologia, v. 13, n. 2, p. 94-121, 2013.

SILVA, Bento Duarte da. A tecnologia é uma estratégia. 2001.

VOM BROCKE, Jan; ROSEMANN, Michael. Manual de BPM: gestão de processos de negócio. Bookman editora, 2013.

WERKEMA, Cristina. Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas: PDCA e DMAIC. Elsevier, 2016.

A solution method for data aggregator allocation in smart grids through a modelling

Sami Nasser Lauar

*Coordenadoria de Engenharia Elétrica – Campus Vitória
Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Vitória, ES*

Tainã Ribeiro de Oliveira

*Coordenadoria de Engenharia Elétrica – Campus Vitória
Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Vitória, ES*

Mário Mestria

*Coordenadoria de Engenharia Elétrica – Campus Vitória
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Sustentáveis
Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Vitória, ES*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.3

ABSTRACT

A model to solve data aggregator allocation problem in smart grids is presented in this paper. We use a model based on a set covering from the literature plus dispersion constraints among data aggregators. These constraints are incorporated in the proposed model. We applied an algorithm in a way that uses two steps to solve this model. Several instances were used in a simulation way with different smart grid scenarios to test proposed model. The results were conducted with different real-world parameters, such as data aggregator costs, a number of smart meters, and number of the data aggregators. The computational results reached the best performance using medium and small size instances. The ratio between the number of smart meters and the number of allocated aggregators was in the range of 28-36.25 according to the literature. The test of all instances demonstrated that the algorithm yielded optimal solutions in short computational times, given in seconds. Considering that the data aggregator allocation problem is NP-hard, in future work, we propose the use of metaheuristics to reach high-quality solutions in large size instances.

Keywords: data aggregator. smart meter. smart grid. modelling. combinatorial optimization problem. set covering problem.

INTRODUCTION

There are challenges in reducing technical losses from the Joule effect in traditional electric distribution systems. The electric power distribution utilities must offer customers quality and reliability in the use of energy. To overcome these problems, Cardenas *et al.* [1] describe a new concept called smart grids (more details next section). The concept of a smart grid covers a range of research challenges, such as distributed control, fault detection, and data communication using the smart meters and data aggregators.

In this new concept of smart grids, data are sent in real time at short and constant periodic intervals for one or more data aggregators over a wireless network infrastructure. The aggregators will transmit data that have been collected from a region containing the smart meters for the electric power distribution utilities. Therefore, a medium-distance data communication network infrastructure emerges.

The smart meters are installed in the final consumers and the data aggregators, in general, are on top of the distribution utility poles. According to [2] some communication protocols can be used to communicate between smart meters and data aggregators within a limited area, from short to medium range communication as the IEEE 802.11 and IEEE 802.15.4 (ZigBee). Moreover, the authors in [2] claimed that in the smart grids are regularly used for long range communication, the protocols as GPRS, 3G, 4G, 5G or IEEE 802.16 (WiMax), between data aggregators and the electric power distribution utilities.

The current technologies to communicate aggregators and the meters limit the positing of data aggregators along electric power distribution network due decreasing signal propagation [3]. Thus, allocation of the data aggregators in smart grids brings in a hard problem. We proposed a formulation based on the set covering problem with the constraints that the aggregators may not be extended over a large area.

In the literature, there is a lack in the modeling that solves data aggregator allocation pro-

blem in smart grids. In the models is not incorporating the constraints in distributions among the aggregators, called here dispersion. Another shortcoming in the literature is referred about testing smart grid electrical parameters as: the acquisition cost of aggregators for the utilities that are settled by simple way as single cost and constant number of smart meters in testing scenarios.

In this paper, a new mathematical optimization model is presented based on electrical parameters of smart grids, incorporating the constraints of dispersion. With other words, a new model, with the above described restrictions, makes it possible to reduce redundancy and avoid delays in the communication of data packages. The model also addresses the quality of service by reducing delay and jitter in the transfer of data packets from the smart meters to the aggregators. Thus, it is introduced a limiting the distance between smart meter and aggregator. Consequently, this model avoids packet loss and collisions, reduces network congestion, and minimizes signal interference.

Beyond, in the model the electrical parameters can be tested including different aggregator costs, dispersion among the aggregators, and flexible numbers of smart meters. However, the model does not address ensuring data security that concerns customer privacy of confidential information about their energy consumption habits.

In the smart grids there are different types of smart meters that they can communicate with the aggregators impacting significantly the total cost in the smart grids. In our mathematical optimization model, the bandwidth requirements of each smart meter, it is assumed to be identical. We call each smart meter of a standard smart meter. Further, a location problem of data aggregators in smart grids can incorporate hybrid network topology (e.g., urban, suburban, and rural) into the optimization model. But, in our mathematical optimization model is designed in an urban scenario without interference source with several standard smart meters.

The proposed mathematical model in this work will solve the data aggregator allocation problem in the smart grids. This model is partially based on the set covering problem. The standard smart meters can send data to the nearest aggregators. Thus, the constraints of dispersion among the aggregators are incorporated into the proposed mathematical model. So, the constraints minimize the number of standard smart meters to be assigned to the aggregators and set up a minimum distance among the aggregators.

To solve the model, in this paper was proposed an algorithm with two steps for allocation problem in the smart grids: first, we allocate the smart meters to the nearest aggregators (that can be one or more aggregator); second, and then to reduce dispersion, a simple, but effective branch-and-bound (B&B) exact method that minimizes the cost acquisition of aggregators for the utilities is applied. A goal of this paper is also rationalizing the numbers of standard smart meters and allocated aggregators. We highlight that the limitations of our mathematical optimization model are: data transmitted security is not addressed; standard smart meter is assumed; urban scenario without interference source is taking on.

This model with dispersion proved to be robust in computational tests using an algorithm (to be involved in the two steps) with dissimilar parameters. Simulation results showed that the proposed exact method for new optimization model was capable to find several high-quality optimal solutions in a matter of seconds for medium-size instances.

In summary, the main contributions of this work, which are not considered in previously

published works, can be listed as follows.

- A novel model is proposed based on smart grid electrical parameters.
- The elements needed in planning and implementing the model in smart grids are described.
- The minimum acquisition cost of aggregators for the utilities is optimized and allocated.
- The numbers of standard smart meters and allocated aggregators are rationalized.
- The performance of the proposed algorithm provides benefits for the electric utilities, consumers, and smart cities.

The paper is structured as follows: Section 2 is described about smart grids. Section 3 provides an optimization method for the data aggregator allocation problem in smart grids. In Section 4, the computational results are provided. In Section 5, discussion is presented. In the last section, conclusions are described together with future work.

SMART GRIDS

The smart power grid covers other issues as forecasting, grid stability, and demand response. Therefore, smart grids constitute a multidisciplinary area that presents many challenges [4]. Smart grids are based on efficient energy distribution using state-of-the-art electronics; use of renewable energy resources to feed the electric distribution systems; active participation of consumers in all chains of generation and distribution of electricity; presentation for customers of consumption in real time through smart meters; and, in the future, using the energy from electric vehicle batteries to store and distribute energy for the power electric systems.

Boccardo *et al.* [5] discussed sustainability in energy production that could entail a complete transformation in consumer habits: The consumers could choose to schedule their consumption of energy when the sustainability index is most favorable; customers would also have incentive to use alternative energy sources. That enables electric power distribution utilities to promote the adoption of renewable energy sources (e.g., wind power or solar power). In such cases, for example, energy regulators such as smart meters could impose the best pricing strategy aligned with cleaner energy usage.

Smart grids are in a rapid development phase in the digital transformation of electric power distribution utilities. In fact, in future, everything will be connected through so-called smart zones: smart water grids, smart traffic systems, smart manufacturing, smart buildings, and smart cities. Smart cities use technology to improve the transport network, reduce traffic, increase mobility, improve energy efficiency, and promote urban sustainability.

According to Lopes *et al.* [6], smart cities aim to improve people's quality of life by providing shared information and allow innovations in several commercial and industrial areas. In this sense, smart cities can use data sharing through the Internet in the context of the Internet of Things [7].

The wide popularity of smart meters allows a huge amount of electricity consumption data to be collected. Billing is no longer the only function of smart meters. Collection of data with higher

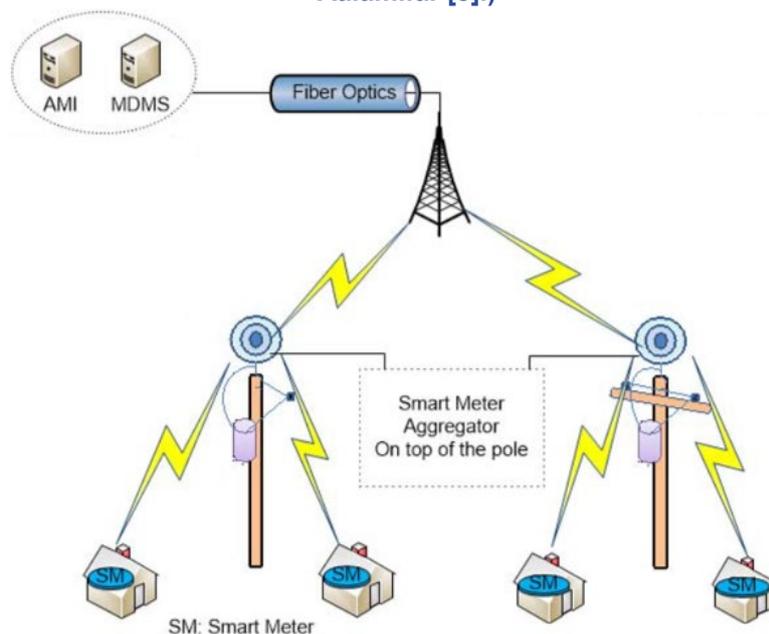
effectiveness of the service, integrity, and universal access from smart meters is provided, producing valuable information about consumer electricity consumption, behaviors, and lifestyles [9].

Smart meters installed in customer environments can store electricity consumption data periodically for each individual consumer. These data are sent for one or more data aggregators over a smart electric grid.

Figure 1 shows an example of a smart grid. It consists of smart meters, data aggregators on top of utility poles communicating over wireless links, advanced metering infrastructure (AMI), and the meter data system management (MDSM), which can collect the data measured by the smart meters. The AMI is considered a key component of smart electricity grids, integrating software and hardware components, meter data management systems, monitoring systems, and information and control systems [10].

The aggregator is responsible collecting all the data from the several smart meters. It can become a bottleneck in communications because the amount of transmitted data is high. Therefore, the bandwidth for the data aggregator must be high. There are different bandwidth requirements of the smart meter from the aggregator point of view. Therefore, the aggregator is a vital element in the network [11].

Figure 1 –Example of a smart electric grid with aggregators and smart meters. (Adapted from Aalamifar [8].)



The efficient choice of aggregator locations in a smart grid is a difficult task. This task is aggravated in large cities, which contain thousands of customers and consequently thousands of smart meters [12]. According to Carniel and Mestria [13], the limitation in bringing into play smart meters and aggregators is their high cost, principally the aggregators. That cost varies with the number of aggregation channels and their functionalities, principally with introduction of data security features. The cost of an aggregator was estimated equal to a phasor measurement unit (PMU) [14]. A search of the literature reveals a minimum cost of a PMU in \$40,000 (for two supported channels) and an additional cost of \$4,000 per channel [14], in addition to the costs of fiber optics, wireless links, and switches (where here and in the following sections, all costs are quoted in U.S. dollars).

Santos [15] used a strategy to connect smart meters to aggregators, each of which had a capacity to connect with an average of 30 smart meters. The smart meters collected electrical data parameters at a rate ranging from once every five minutes to once an hour. This means that electric power distribution utilities need to handle a considerable amount of data. In this case, it was estimated that the amount of data collected in a month would be a factor of 3000 greater than that from a single smart meter and this only for only one type of data: energy consumption [16].

Sharma and Saini [17] developed a metering distributed system in which the smart meters have as a standard a single channel or three channels. They also studied the secure communication protocols needed in the smart grids. In addition, they described the following power measurement parameters: watt-hour accuracy, measurement range, supply voltage, analog-to-digital conversion, packet types in data transport, and the effect of harmonics on metrology that impacts the reliability of smart metering infrastructure.

Tavasoli, Yaghmaee, and Mohajerzadeh [18] presented a location problem for the data aggregators in a hybrid communication network, including fiber optics and WiMAX. The results demonstrated that the optimization model at data aggregation points enables minimized costs and density of data aggregators. They also proposed a location problem incorporating quality of service metrics and mixed topologies (e.g., urban, suburban, and rural) into the optimization model. It is worth noting that the total number of aggregators allocated in their hybrid topology is less than the sum of aggregators needed for each one individually. This is because the areas overlap in the mixed networks.

The allocation of smart meters and data aggregators is important in the smart grids because it will enable the management in the electric power quality and provides services to the customers. In future, the electricity markets will ensure that consumers have access to the energy services with flexible and low cost. In this sense, the power electric systems based on clean energy sources as wind and solar power can offer an economic alternative energy service. Thus, it contributes as an important way to sustainable development in the world.

MATERIAL AND METHODS

In this work, a research of the literature was conducted in the Scielo, Scopus, Science Direct, IEEE Xplore, and CAPES databases using the following terms: smart grid, aggregator, set covering, smart meter, optimization, distribution system, and heuristics. Our research methodology is applied and exploratory with an inductive and quantitative method. We propose a mathematical model for the data aggregator allocation problem in smart grids. The method applied to the proposed mathematical model was a B&B exact method.

Mathematical model

The proposed model adds in the Set Covering Problem (SCP) formulation described in Beasley [19] the introduction of the dispersion constraint among the aggregators called the dispersion set covering problem (DSCP).

The DSCP is NP-hard because it can be reduced to the SCP. The SCP is formally defined as follows: Given a set of m elements of $M = \{1, \dots, m\}$ and a collection of n subsets $N = \{S_j$

$\subseteq M$, with $1 \leq j \leq n$, with non-negative costs, a collection of subsets $X \subseteq N$ is a cover of M if the following holds: $\cup_{j \in X} S_j = M$. Then, X is an optimal cover of M without any redundant subset in X ; i.e., X will not cover M if any subset is removed from X . The goal of the SCP is to find a minimal cost cover X of M .

Henceforward, we will call a standard smart meter as smart meter, in short. For the data aggregator allocation problem in a smart grid, the elements to be covered are the smart meters. A cluster formed by the smart meters should be covered by at least one candidate aggregator (each with a cost of c_j), where X is composed of clusters of all allocated aggregators [20]. In this work, we have assumed one-hop communication between the smart meters and the data aggregators (i.e., a single signal path from the smart meter to the aggregator). The DSCP model is formulated as a binary integer nonlinear programming problem as follows:

$$\min z = \sum c_j x_j, j = 1, \dots, n, \quad (1)$$

subject to

$$\sum a_{ij} x_j \geq 1, j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m, \quad (2)$$

$$r x_j x_k \leq \text{dist}_{jk}, r > 0, \forall j, k \in N, \quad (3)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j = 1, \dots, n, \quad (4)$$

where $a_{ij} = 1$ if $i \in S_j$ and $a_{ij} = 0$ otherwise, r is the minimum distance between two allocated aggregators, dist_{jk} is the distance between candidate aggregator j and candidate aggregator k , and the decision variable $x_j = 1$ if the subset S_j belongs to cover X and $x_j = 0$ otherwise.

The objective function (1) minimizes the allocation of candidate data aggregators to the smart meters. Note that there are several types of aggregators in the real world, each with different costs. In the literature, these are simplified as a single cost $c_j = C$, for all $j = \{1, \dots, n\}$, where C is a constant value. In this work, the different costs for candidate data aggregators will be introduced, where each has a number of supported channels ranging from a few simple ones (\$40,000) to more sophisticated setups (\$152,000). The aggregator costs do not account for the costs of data security (e.g., the use of encryption of the data sent by the smart meters).

Constraints (2) ensure that every smart meter must be covered by at least one aggregator. Constraints (3) ensure that the aggregators have a minimum distance between them. The purpose of constraints (3) is to ensure that the aggregators are not in close proximity. These constraints allow different smart meters to be served by different aggregators.

Constraints (3) decrease redundancies, preventing delays between data packets. The integrality constraints are outlined in (4) with the integer variables in the DSCP model equal to 0 or 1 to represent a decision.

For a radio communication between a smart meter and an aggregator to take place, a maximum distance (md) is required between these two devices. This means that the smart meter–aggregator distance has to be less than or equal to the transmission range of the smart meter. Therefore, to reduce the redundancies of the aggregators, each one has to be at a minimum radial distance (r) from the others ($r \geq md$). The value of md was set equal to 100 m, in accordance with the study of Aalamifar *et al.* [8]. Therefore, in constraints (3), $r \geq 100$ is assumed.

Two steps for solving allocation problem

The mathematical optimization model is solving by an algorithm in the two steps: first, the smart meters were allocated to the nearest aggregators (in this case, each smart meter can be allocated one or more aggregator). A smart meter is allocated to the aggregators, since that it reaches until a distance (md). This distance is required between these two devices (smart meter and aggregator) due to the radio communications.

After that, in second step, an effective B&B exact method that minimizes the cost acquisition of aggregators is applied to model showed in section 3.1. We call attention to that the model is formulated as an integer programming problem. The data input to proposed model are compose by cost of aggregators (coefficients in the objective function of DSCP model), coverage matrix (constraints number 2 in this model), distances between candidate data aggregators (right-hand side of the constraints number 3), and minimum radial distance.

An exact B&B method will be used to solve the DSCP with the LINDO solver [21]. The basic idea of the B&B algorithm is to solve in the first phase the linear programming problem. Then, the B&B algorithm performs several steps until the solution found is an integer solution. In the first phase, if the algorithm does not find an integer solution, i.e., for any variable x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), then the B&B algorithm chooses a fractional variable $x_m = K$, which is a branch variable, where K is a value belonging to the set of real numbers ($K \in R$) and m is an integer ($m \in N$), with $m = (i = 1, 2, \dots, \text{or } n)$.

Let L be the truncated integer value of K . New subproblems can then be created by alternately attaching one of two constraints: $x_m \leq L$ or $x_m \geq L+1$. This branching is continued as long as there are fractional variables. The B&B algorithm performs several feasibility tests to be satisfied. In the end, if the B&B algorithm has not exceeded the memory limit and it has found a feasible solution, the B&B algorithm stops and it presents the optimal solution. The Algorithm 1 shows the pseudocode to solving data aggregator allocation in the smart grids.

The Algorithm 1 reads data input: coefficients of the objective function, coverage matrix, distances between candidate data aggregators, minimum radial distance, and total number of candidate data aggregators and smart meters. In a first step the Algorithm 1, each smart meter is allocated to the nearest aggregators using nearaggregators procedure. After, in a second step, the Algorithm 1 obtains a file data using formulDSCP procedure according to the DSCP model described in section 3.1. This model is formed by data input and the temporary matrix that consists of the candidate aggregators and meters. Next, into the second step, the Algorithm 1 applies a branch-and-bound approach by exactmethod procedure. Finally, the Algorithm 1 prints the final solution.

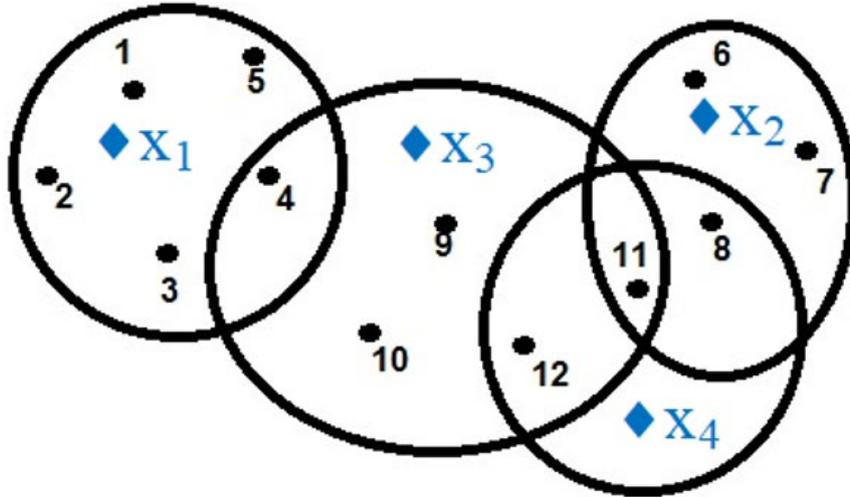
Algorithm 1: Two Steps**Notation:****C**[*j*] - vector of objective function *j* coefficients**M**[*i,j*] - matrix of coverage of *i* meters and *j* aggregators**D**[*j,k*] - matrix of distances between *j* candidate data aggregators and *k* candidate data aggregators*md* - minimum radial distance*n* - total number of candidate data aggregators*l* - total number of smart meters**T**[*i,j*] - temporary matrix that consists of *j* candidate aggregators and *i* meters*f* - file data using the DSCP model*S* - final solution**Input** (**C**, **M**, **D**, *md*, *n*, *l*);**Output** (*S*);*S*={ };**Begin***//first step***for** (*i*=1 to *l*) **do****for** (*j*=1 to *n*) **do****if** (meter *i* is nearest to aggregator *j*) **then****T**=nearaggregators(*i,j*);**endif****endfor****endfor***//second step**f*=formuIDSCP(**C**, **M**, **D**, *md*, *n*, *l*, **T**);*S*=exactmethod(*f*);**Print** *S* Solution;**End**

Example of a smart grid

To illustrate the data aggregator allocation problem with the DSCP mathematical model, we present an example consisting of four candidate aggregators (x_1 , x_2 , x_3 , and x_4) and 12 smart meters (numbered in sequence from 1 to 12), as shown in Figure 2. All smart meters primarily were allocated to the nearest aggregators, conform first step. For example, the smart meters of number 1, 2, 3, and 5 were allocated to the aggregator of number 1 (denoted by x_1); smart meter of number 4 was allocated to the aggregators (1 and 3); the smart meters of number 6 and 7 were allocated to the aggregator 2 (denoted x_2).

After that, the smart meter of number 8 was allocated to the aggregators (2 and 4); the smart meters of number 9 and 10 were allocated to the aggregator 3 (denoted x_3). Next, smart meter of number 11 was allocated to the aggregators (2, 3, and 4); smart meter of number 12 to the aggregators (3 and 4), with aggregator of number 4 represented by variable x_4 .

Figure 2 – Example of a smart grid with candidate aggregators and smart meters.



It needs to call attention to that some smart meters were allocated only to an aggregator and other two or more aggregators, conform is shown in Figure 2. In this way, then we use an optimization mathematical formulation (Figure 3) according to the DSCP model proposed in section 3.1. The DSCP model is composed with the input data as: coverage matrix and cost of aggregators (both showed in Table 1), r minimum radial distance, and distances between candidate data aggregators (Table 2).

Table 1 – Example of coverage matrix composed of smart meters and aggregators.

Costs of candidate aggregators (\$1000s)	$c_1 = 10$	$c_2 = 15$	$c_3 = 18$	$c_4 = 4$
Decision variables	x_1	x_2	x_3	x_4
Number of smart meters				
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	1	0
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	1	0	0
8	0	1	0	1
9	0	0	1	0
10	0	0	1	0
11	0	1	1	1
12	0	0	1	1

An exact method to the optimization mathematical formulation is applied to decrease redundancies and to ensure that the aggregators are not in close proximity. The solution reached by exact method is presented in Figure 4. Next, it is showed the formulation and solution optimization using input data from Figure 2, in more details.

Table 1 lists the costs of the candidate aggregators in thousands of dollars, the decision variables, and the coverage matrix of the smart meters distributed to the candidate aggregators, corresponding to the example of Figure 2. Table 2 lists the distances in linear meters between the candidate data aggregators (with $dist_{jk}$ that is the distance between candidate aggregator j and

candidate aggregator k) and r minimum radial distance between them.

Table 2 – Distances between the candidate data aggregators and a minimum radial distance (r = 100 m).

Decision variable (candidate aggregators)	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	0	140	110	200
x_2	140	0	110	120
x_3	110	110	0	140
x_4	200	120	140	0

Figure 3 – Optimization mathematical formulation as data input to the solver.

```

min 10x1 + 15x2 + 18x3 + 4x4
st
x1 >=1
x2 >=1
x3 >=1
x1 + x3 >=1
x2 + x4 >=1
x2 + x3 + x4 >=1
x3 + x4 >=1
100x1*x2 <=140
100x1*x3 <=110
100x1*x4 <=200
100x2*x3 <=110
100x2*x4 <=120
100x3*x4 <=140
end
GIN x1
GIN x2
GIN x3
GIN x4
    
```

Figure 3 presents an optimization mathematical formulation using the proposed model applied to the DSCP as input data (via a text file) to the solver LINDO. Figure 3 uses the data from Tables 1 and 2 and the smart grid information described in Figure 2. Figure 4 presents a solution showing the objective function value (\$43,000) and the allocated data aggregators (x1, x2, and x3).

Table 3 presents more details about the obtained solution with the smart grid information described in Figure 2. The first, second, and third columns of Table 3 list the instance (scp4-12-4-18), the number of candidate aggregators, and the number of smart meters, respectively. The fourth and fifth columns list the lower and higher costs of aggregators, respectively. The next section will describe the details of how was generated the instances.

Figure 4 – Solution of the optimization mathematical formulation using input data from Figure 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1)	43.00000	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	10.000000
X2	1.000000	15.000000
X3	1.000000	18.000000
X4	0.000000	4.000000

Table 3 – Obtained values for the instance of Figure 2

Instance	Candidate aggregators	sm	Lower cost	Higher cost	OF (\$1000s)	t (s)	Allocated aggregators
4-12-4-18	4	12	4	18	43	< 1	1, 2, 3

The sixth and seventh columns of Table 3 present the objective function (OF) value in thousands of U.S. dollars and the computational time (t) reached by using the B&B exact method (<1 s), respectively. The last column gives the allocated data aggregators (1, 2, and 3) that are represented by (x_1 , x_2 , and x_3) variables, all set equal to 1, to communicate to the smart meters.

Instances and scenarios applied in smart grids

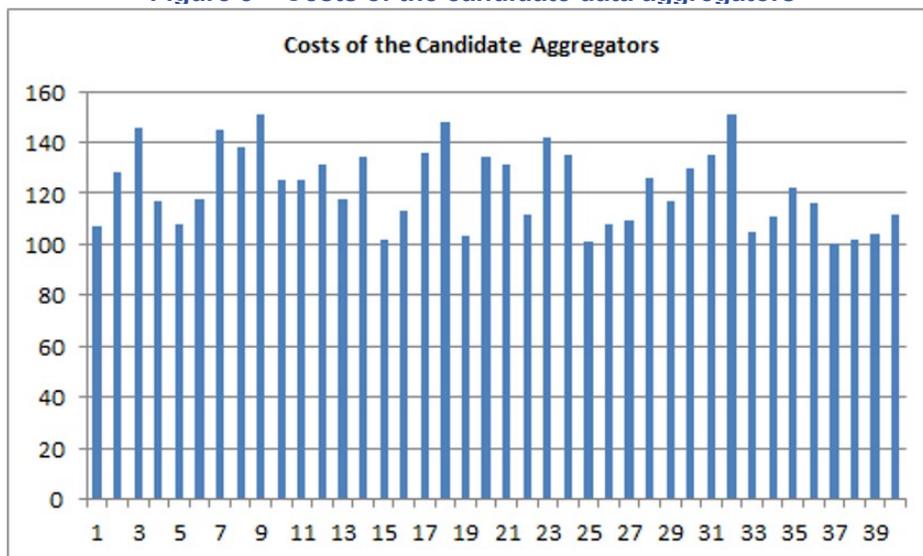
Tests using the proposed mathematical model applied to the DSCP were performed for several scenarios composed of several instances. In each instance was generated with smart meters and candidate data aggregators distributed in a planar region for a generated smart grid in a simulation way. It is assumed that the bandwidth of each smart meter to be identical, so-called standard smart meter. In this instance, the topology of the smart grids, in planar regions, consists in the installation of the smart meters in an urban scenario without interference source. In this scenario, there are the data aggregators that will be selected among candidate data aggregators.

The following parameters used in the instances were varied: costs of the aggregator in thousands of dollars with a uniform distribution on the range [40–152], the number of candidate aggregators randomly distributed in a planar region in the range [21–290], and the number of smart meters in the range [120–725].

It is guaranteed that the data aggregators are distributed in the planar region in a way that each smart meter will be covered by one or more candidate data aggregators. For example, instance scp40-140-100-152 has in its scenario 40 candidate aggregators distributed in a planar region, 140 smart meters assigned in the same region, and the costs of each candidate aggregator in a uniform distribution between 100 and 152, as shown in Figure 5.

The distance from the smart meter to the candidate aggregator must be equal to md , where md is the maximum distance permitted. Recall that some smart meters may be assigned to more than one aggregator. Moreover, in the proposed mathematical model, the aggregators are at the minimum distance between them.

Figure 5 – Costs of the candidate data aggregators



Two scenarios (1 and 2) were created for small- and medium-size instances. In the first scenario (1), the numbers of smart meters were kept fixed, but their positions were different in each instance, and they were distributed in a single planar region. In this scenario, the number of aggregators and costs are different.

In scenario 1, other tests were also performed with a constant number of candidate aggregators and different costs. In this last case, the numbers of fixed smart meters distributed in a single planar region in different locations were also varied.

In scenario 2 (the case of the more robust smart grids), a new planar region was generated with five different planar regions, where each one is like that of scenario 1.

COMPUTATIONAL RESULTS

This section presents the computational results using the LINDO solver release 6.1 run on a computer with an i7 processor, operating at 2.2 GHz, with 8 GB of memory and 6 cores. The tests were conducted for the two scenarios described in the last section. In both scenarios, extremely short computational times were reached, with some being <1 s.

Scenario 1

Table 4 presents the values obtained for various instances, with the number of smart meters equal to 140 and the higher cost of the aggregator equal to \$152,000. The first, second, third, and fourth columns of Table 4 list the instance type, the number of candidate aggregators, the lower cost of the aggregator, and the value of the objective function (OF) in thousands of dollars, respectively.

Table 4 – Obtained values for the instances in scenario 1

Instance	Aggregators	Lower cost	OF (\$1000s)	t (s)	Allocated aggregators
scp21-140-40-152	21	40	336	<1	1, 6, 15, 19, 21
scp22-140-40-152	22	40	329	<1	1, 2, 13, 15, 19
scp23-140-40-152	23	40	320	<1	1, 4, 10, 15, 19
scp24-140-40-152	24	40	335	<1	1, 6, 12, 15, 19
scp25-140-40-152	25	40	273	<1	5, 6, 15, 19, 25
scp26-140-60-152	26	60	377	1	4, 15, 16, 25, 26
scp27-140-60-152	27	60	361	1	1, 5, 15, 16, 19
scp28-140-60-152	28	60	298	1	5, 13, 15, 19
scp29-140-60-152	29	60	385	1	1, 4, 16, 25, 27
scp30-140-60-152	30	60	344	1	8, 15, 26, 27
scp31-140-80-152	31	80	403	2	11, 16, 21, 31
scp32-140-80-152	32	80	369	1	17, 18, 21, 30
scp33-140-80-152	33	80	366	1	14, 21, 22, 33
scp34-140-80-152	34	80	434	2	6, 14, 17, 21, 31
scp35-140-80-152	35	80	388	1	15, 17, 22, 34

scp36-140-100-152	36	100	448	2	6, 26, 29, 33
scp37-140-100-152	37	100	460	2	12, 15, 25, 28
scp38-140-100-152	38	100	463	4	5, 14, 16, 26
scp39-140-100-152	39	100	502	12	11, 18, 22, 29
scp40-140-100-152	40	100	438	2	19, 28, 33, 39

The fifth column of Table 4 gives the computational time demanded by the exact method in seconds, and the last column gives the number of allocated aggregators needed to serve the smart meters. Table 4 list four sets of instances distributed by the lower costs of the aggregators (40, 60, 80, and 100), but the higher cost of the aggregators is a constant value of 152.

We observe that, as more candidate aggregators are introduced, the cost of the objective function decreases in each individual set of instances. In the first set of instances, it was observed that aggregators 15 and 19 ($x_{15} = x_{19} = 1$ in the solver) were chosen in every case in this set. These aggregators have lower costs (fewer number of supported channels), but they are still able to serve a portion of the smart meters.

Something similar was observed with aggregator 21 ($x_{21} = 1$ in the solver) in the third set of instances, except in one instance. In Table 4, the average number of allocated aggregators was 4.45. As the number of aggregators is an integer, and the ratio between the numbers of smart meters to the number of allocated aggregators is obtained as 5, we obtain the average number of 28 smart meters for each allocated aggregator.

Table 5 presents the values obtained for various instances, with a constant number of the candidate aggregators equal to 50, 140 smart meters, and the lowest and highest costs of the aggregators being 100 and 152 in thousands of dollars, respectively. The first, second, and third columns of Table 5 list the instance type, the objective function value in thousands of dollars, and the computational time in seconds, respectively. The fourth column gives the number of allocated aggregators needed to serve the meters, and the last column gives the type of distribution (TD) of smart meters in the planar region. We identified the different distributions of smart meters over the planar regions by the numbers 1, 2, 3, 4, and 5. For example, instance scp50-1-140-100-152 was generated in scenario 1 with 50 candidate aggregators, 140 smart meters, and the costs of each candidate aggregator in a range from 100 to 152.

Table 5 – Obtained values for instances in scenario 1 with a constant number of aggregators.

Instance	Objective function (\$1000s)	t (s)	Allocated aggregators	TD
scp50-1-140-100-152	439	4	2, 17, 30, 49	1
scp50-2-140-100-152	427	7	8, 19, 29, 43	2
scp50-3-140-100-152	439	5	3, 19, 30, 35	3
scp50-4-140-100-152	467	6	25, 26, 30, 38	4
scp50-5-140-100-152	472	9	8, 42, 46, 47	5

In Table 5, we observe that the average cost of the objective function was 448.8, with a standard deviation 19.6. Aggregator 30 ($x_{30} = 1$ in solver) was chosen in three instances because it has a lower cost. The aggregator has fewer supported channels, but it serves several smart meters. The number of allocated aggregators was four in all instances, with the ratio between the numbers of smart meters to the number of allocated aggregators equal to 35.

Table 6 presents the values obtained by instances with the number of candidate aggregators ranging from 56 to 60, a fixed number of smart meters equal to 120, the lowest aggregator cost equal to \$110,000, and the highest cost equal to \$152,000. The first, second, third, and fourth columns of Table 6 present the type of instance, the value of the objective function in thousands of dollars, the computational time in seconds, and the number of allocated aggregators, respectively.

Table 6 – Obtained values with different parameters on smart meters, aggregators, and costs.

Instance	OF (\$1000s)	t (s)	Allocated aggregators
scp56-120-110-152	453	6	1, 12, 19, 29
scp57-120-110-152	467	8	14, 29, 38, 42
scp58-120-110-152	478	7	27, 38, 41, 55
scp59-120-110-152	494	7	20, 38, 52, 59
scp60-120-110-152	471	9	15, 20, 27, 29

Table 6 presents aspects of scenario 1 different from those previously studied, with a variety of parameters of the smart grids. We observe in this scenario that the number of candidate aggregators was increasing, but costs of the candidate aggregator were decreasing. From Table 6, one can also observe that, for a diverse number of aggregators, the average cost of the objective function was 472.6, with a standard deviation of 15.0.

The number of allocated aggregators was four in all instances; the ratio between the numbers of smart meters and the aggregators was equal to 30. Aggregator 29 ($x_{29} = 1$) was chosen in three instances because of its low cost.

Scenario 2

Table 7 lists the values obtained for instances with a powerful smart grid. The first, second, third, and fourth columns of Table 7 present the instance identifier (Id), the number of candidate aggregators, the number of smart meters (sm), and the lower cost of the aggregators, respectively.

Table 7 – Values obtained for the instances in scenario 2.

Id	Aggregators	sm	Lower cost	Higher cost	OF (\$1000 US)	t (s)	taa	R
1	190	600	110	152	2349	10	20	30
2	215	700	120	152	2509	25	20	35
3	240	700	120	152	2516	50	20	35
4	265	725	120	152	2533	51	20	36.25
5	290	600	110	152	2363	32	20	30

The fifth, sixth, and seventh columns in Table 7 present the higher cost, the value of the objective function (OF) in thousands of dollars, and the computational time demanded in seconds. The eighth column gives the total number of allocated aggregators (taa) demanded by the smart meters, and the last column gives the ration R ($=sm/taa$) between the smart meters (sm) and the total number of allocated aggregators.

We can observe that, when the costs of the aggregators are high, the R ratio is increasing, as can be seen in Tables 5 and 7. This occurs because most expensive aggregators have a larger number of supported channels with capacity to allocate more smart meters.

DISCUSSION

The mathematical model was applied for several instances with a variety of parameters. The parameters tested were size instances, aggregator costs, numbers of aggregators, dispersion between aggregators, and numbers of standard smart meters. It proved to be robust and supported variations in the parameters.

We performed several tests using a new mathematical model applied to the DSCP. The computations revealed the minimum cost for allocation of aggregators in covering the standard smart meters in all instances. This model can be used as a decision-making tool for engineers in the deployment of smart grids and will be of great importance for the electric power distribution utilities. Beyond of that provides benefits to the consumers in a smart energy context in the smart cities. Smart energy aims to serve energy demands incorporating renewable energy sources to maintain sustainability while minimizing adverse effects on the environment [22].

In the proposed scenarios in this work, computational results yielded a ratio from 28 standard smart meters to 36.25 for each allocated aggregator. This ratio is close to the value of Santos [15], who found a value of 30 standard smart meters for each allocated aggregator.

Additional research tasks can be undertaken to overcome the limitations of the current study. These limitations are due to the B&B algorithm that solves the DSCP for a certain number of aggregators and standard smart meters. The main computer memory does not support processing the algorithm for large-size instances. We know that the solution to the DSCP is affected by an increase in the number of aggregators. When the numbers of aggregators are large, use of the main computer memory will be substantially increased.

According to Araújo and Mestria [23], finding an optimal solution in a reasonable computational time is possible only for small- or medium-size instances. In this sense, heuristic or metaheuristic methods can be used to solve the data aggregator allocation problem in large smart grids.

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Given the importance of the deployment of smart grids and metering infrastructure, we addressed the modeling of and solution to the data aggregator allocation problem in smart grids. This deployment brings up electric power quality control and provides flexible energy services to the customers with low cost using sustainable energy sources.

For this purpose, we used an optimization mathematical model based on the set covering problem. We added dispersion constraints between the aggregators to the coverage model.

The solutions obtained by an exact method using optimization mathematical model proved to be robust when it applied different parameters. We conclude that new optimization model was capable to solve the problem of data aggregator allocation in the smart grids. Thus, the set of standard smart meters and aggregators were rationalized providing benefits for the electric utilities. The computational results showed that ratio between standard smart meters and an allocated aggregator is line with the literature.

The limitations concern customer privacy of confidential information about their energy consumption habits. Therefore, the data aggregators must receive and send information without revealing confidential information. In this case, data acquired from the aggregators must be encrypted to preserve the privacy of the customer static data [24]. Thus, the aggregators' acquisition costs will be higher. Questions about security in the AMI infrastructures can also be addressed in a future study [25].

Finally, the model explored in this work can be modified by considering a maximum budget (MAX) to purchase the data aggregators by electric power distribution utilities. Therefore, the following constraints should be introduced into the DSCP model [(1)–(4)] as a binary integer nonlinear programming problem:

$$\sum c_j x_j \leq \text{MAX}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (5)$$

In future work, we propose using the chemical reaction optimization metaheuristic of Yu, Lam, and Li [26] for the DSCP. Because the DSCP is NP-hard, this will enable quality solutions to be found in a reasonable computational time for large-size instances.

Acknowledgments

We would like to thank a Language Editing service of the Elsevier (Certificate Serial number: LE-208038-4E1D581D8576, Date: 17-Mar-2021) for English language editing.

REFERENCES

1. Cardena JA, Gemoets L, Rosas JHA and Sarfi R. A literature survey on smart grid distribution: an analytical approach. *Journal of Cleaner Production*, vol. 65, p. 202-216, 2014.
2. Rolim G, Passos D, Albuquerque C and Moraes I. MOSKOU: A Heuristic for Data Aggregator Positioning in Smart Grids. *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 9, n. 6, p. 6206-6213, 2018.
3. Palate BO, Guedes TP, Grilo-Pavani A, Padilha-Feltrin A and Melo JD. Aggregator units allocation in low voltage distribution networks with penetration of photovoltaic systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 130, p. 107003, 2021.
4. Naamane A and M'sirdi NK. Towards a Smart Grid Communication. *Energy Procedia*, vol. 83, p. 428-433, 2015.
5. Boccardo D, *et al.* Energy footprint framework: A pathway toward smart grid sustainability. *IEEE Communications Magazine*, vol. 51, n. 1, p. 50-56, 2013.
6. Lopes D, *et al.* An Algorithm for the Generation of Routes For The Collection Of Solid Waste In The City Of Manaus Using IoT Data. *Sodebras*, v. 16, n.174, p. 50-53, 2020. ISSN 1809-3957.
7. Nepomuceno C, *et al.* A Theoretical and Practical Approach to an IoT protocol. *Sodebras*, v. 15, n.169, p. 113-118, 2020. ISSN 1809-3957.
8. Aalamifar F, Shirazi GN, Noori M and Lampe L. Cost-efficient data aggregation point placement for advanced metering infrastructure. In: 2014 IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm), Venice, Italy, p. 344-349, 2014.

9. Wang Y, Chen Q, Hong T and Kang, C. Review of Smart Meter Data Analytics: Applications, Methodologies, and Challenges. *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 10, n. 3, p. 3125-3148, 2019.
10. Martins JFA, *et al.* Smart Meters and Advanced Metering Infrastructure. In: TAŞCIKARAOĞLU, A and ERDİNÇ O. (Ed.). *Pathways to a Smarter Power System*. Academic Press, 2019, p, 89-114.
11. Balachandran K, Olsen RL and Pedersen JM. Bandwidth analysis of smart meter network infrastructure. In: 16th International Conference on Advanced Communication Technology, Pyeongchang, South Korean, p. 928-933, 2014.
12. Rolim G, Albuquerque CVND and Moraes IM. Modelo e solução para o problema de posicionamento de agregadores em redes elétricas inteligentes (in Portuguese). In: XXXIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, Vitória, Espírito Santo, Brazil, 14 pp, 2015.
13. Carniel AZ and Mestria M. A Chemical Reaction Optimization Algorithm for Phase Measurement Units Placement. In: XXI ENMC - Encontro Nacional de Modelagem Computacional e IX ECTM – Encontro de Ciências e Tecnologia de Materiais, Búzios, Rio de Janeiro, Brazil, 10 pp. 2018.
14. Mohammadi MB, Hooshmand RA and Fesharaki, FH. A New Approach for Optimal Placement of PMUs and Their Required Communication Infrastructure in Order to Minimize the Cost of the WAMS. *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 7, n. 1, p. 84-93, 2016.
15. Santos JPV. Localização de agregadores de dados em redes elétricas inteligentes (in Portuguese). Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal, 60 pp, 2019.
16. Alquthami T, *et al.* Analytics framework for optimal smart meters data processing. *Electrical Engineering*, vol. 102, n. 3, p. 1241–1251, 2020.
17. Sharma K and Saini LM. Performance analysis of smart metering for smart grid: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol 49, p. 720-735, 2015.
18. Tavasoli M, Yaghmaee MH and Mohajerzadeh, AH. Optimal placement of data aggregators in smart grid on hybrid wireless and wired communication. In: 2016 IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE), Oshawa, Canada, p. 332-336, 2016.
19. Beasley JE. A Lagrangian Heuristic for Set-Covering Problems. *Naval Research Logistics*, vol. 37, n. 1, p. 151–164, 1990.
20. Fernandes BM and Mestria M. Modelo Matemático para o Planejamento de Agregadores em Smart Grids (in Portuguese). In: *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, Campinas, São Paulo, Brazil, v. 6, n. 2, 2 pp., 2018.
21. LINDO. LINDO User's Manual. Chicago, Illinois: LINDO Systems Inc, 2003, 298 pp. Available in: <<https://www.lindo.com/downloads/PDF/LindoUsersManual.pdf>>. Accessed in September 18, 2020.
22. Siva BN, Khan M and Han, K. Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, vol. 38, p. 697-713, 2018.
23. Araújo ML and Mestria M. GRASP Method For Planning Wireless Mesh Networks. *Sodebras*, v. 12, n.144, p. 171-176, 2017. ISSN 1809-3957.

24. Jiang H, Luo W and Zhang Z. A privacy-preserving aggregation scheme based on immunological negative surveys for smart meters. *Applied Soft Computing*, vol. 85, p. 105821, 2019.
25. Shrestha M, Johansen C, Noll J and Roverso, D. A Methodology for Security Classification applied to Smart Grid Infrastructures. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, vol. 28, p. 100342, 2020.
26. Yu JJQ, Lam AYS and Li VOK. Chemical reaction optimization for the set covering problem. In: 2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), Beijing, China, pp. 512-519, 2014.

04



A importância da gestão industrial no mercado competitivo

The importance of industrial management in the competitive market

Juan Carlo Andrade Cruz

Anhanguera Educacional.

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.4

RESUMO

Este presente estudo tem como objetivo principal várias formas sobre o gerenciamento de um Gestor Industrial e diversas ferramentas estratégicas para com que qualquer organização tenha um diferencial competitivo no mercado atual e futuro, agregando valores diferenciais sobre: marca, mercado e profissional, e também mostrar a importância de acordo com a gestão da empresa, produção, manutenção, qualidade, custos, economia, logística, gestão de pessoas, tecnologia da informação, planejamento estratégico, marketing e vários outros fatores decisivos na tomadas de decisões, em geral este artigo foi criado para facilitar o leitor de uma maneira geral e descrever o que é a Gestão Industrial e alguns conceitos básicos sobre sua funcionalidade dentro de qualquer organização.

Palavras-chave: gestão industrial. agregar valores. mercado.

ABSTRACT

This study has as main objective several ways of managing an Industrial Manager and several strategic tools so that any organization has a competitive advantage in the current and future market, adding differential values about: brand, market and professional, and also showing the importance according to the company's management, production, maintenance, quality, costs, economy, logistics, people management, information technology, strategic planning, marketing and several other decisive factors in decision making, in general this article was created to facilitate the reader in general and describe what Industrial Management is and some basic concepts about its functionality within any organization.

Keywords: industrial management. add values. market.

INTRODUÇÃO

A gestão industrial tem sido cada vez mais fundamental na vida de qualquer organização, trazendo diversos fatores positivos entre todo o processo interno e externo de todos os departamentos da empresa, gerenciando cada fator detalhando seus principais pontos de melhoria necessário, entre eles a visão macro entre, fornecedor, empresa e cliente, fazendo um grande diferencial competitivo em diferentes aspectos, agregando valor sobre a marca e qualidade de processos, produtos e serviços prestados.

Sendo assim um Gerente Industrial controla praticamente toda a empresa, sendo ele o responsável das definições de metas, objetivos, planos de ações e etc., mais para que isso aconteça de forma correta e alinhada é preciso de uma excelente equipe de profissionais dedicados, qualificados, e com o foco bem definido alinhado com a missão, visão e valores da organização. Com isso, a empresa tende a caminhar de forma organizada atingindo seus principais objetivos e cumprindo suas metas, conseguindo fazer a diferença no mercado tão competitivo.

Segundo Hernan E. Contreras Alday (2002), cita o mundo de negócios:

“É impossível conceber atividades empresariais sem a criação de valor para benefício da sociedade ou sem o desejo das pessoas de nela se engajar produtivamente. Hoje isso é mais verdadeiro do que nunca. Tradicionalmente dominado por grandes empresas, o mundo dos negócios se tornou o palco prioritário da criatividade de cidadãos que buscam

a independência econômica e a vibração do mercado.” (HERNAN E. CONTRERAS, 2022, pg.16).

Um Gerente Industrial tem que lidar com diversos acontecimentos conseqüentemente ele deve estar sempre preparado para qualquer situação de casos muitos simples de serem resolvidos até casos mais complexos, exemplo uma parada de linha produção é com certeza algo que nenhuma organização quer passar sendo uma situação que pode levar a grandes prejuízos. Assim o Gerente Industrial tem que estar sempre alerta a todos os pontos e ter todas as informações necessárias para antecipar e programar acontecimentos indesejáveis, a informação com certeza é um diferencial importante, porque sem ela não há dados para soluções e inovações, mas não só basta informações tem que ter um profissional qualificado para gerenciar e organizar todas essas informações e o principal saber trabalhar com elas e para que isso aconteça existe o Gestor Industrial.

GESTÃO DA EMPRESA

A gestão de uma organização no cenário atual está sendo cada vez mais complexo com o grande crescimento econômico no mundo, assim dificultando permanência de empresas que não tem visão de futuro que não investe em inovações tecnológicas e gerenciais, visando este fator entra em cena a valorização de ferramentas de trabalho com informações concretas visando sua busca permanente no mercado, mais para que isso aconteça a empresa precisa definir suas equipes altamente qualificadas que saiba trabalhar com ferramentas estratégicas como exemplo o ciclo PDCA, que gerencia tomadas de decisões para atingir metas de melhoria contínua visando sua sobrevivência no mercado.

Segundo Cordeiro e Ribeiro (2002), cita a evolução organizacional:

“A partir da década de 1990 o ambiente de negócios se tornou mais complexo. Fenômenos econômicos e sociais de alcance mundial estão reestruturando o ambiente empresarial. A globalização de economia, alavancada pela tecnologia da informação e da comunicação, é uma realidade inescapável. As chamadas novas tecnologias, bem como as novas formas de organização do trabalho, têm colocado métodos tradicionais de gestão das empresas no banco dos réus.” (CORDEIRO e RIBEIRO, 2002, p.1).

As tecnologias atuais usadas de forma correta juntamente com as ferramentas de gestão podem gerar um grande resultado e até surpreender a equipe que o desenvolveu e o implantou.

Organizar para produzir

Na maioria das vezes os casos de desperdício é um dos principais fatores que aumenta os custos de uma empresa. Para tal situação, várias empresas usam métodos que no passado contribuam para a redução de custos tais como: cópias, telefonia e impressões, que no caso poderia ser mais utilizado: e-mail, arquivos eletrônicos e comunicação via rádio, para redução desses custos. Ainda hoje, muitos desses modelos de gestão são bastante utilizados pelas empresas no intuito de reduzirem seus custos de produção, porém muitos gestores não levam em consideração a organização do trabalho como ferramenta para se reduzir custos. A organização do trabalho busca além de organizar o ambiente de trabalho, mas também o acompanhamento detalhado dos processos possibilitando uma melhor compreensão de onde e como se pode alterar determinada atividade, visando sempre a diminuição ou eliminação dos desperdícios que podemos chamar de “vilões” dos setores produtivos.

Segundo Denis Dall' Asta, cita sobre o desperdício industrial:

“Harold E. Paddock, em 1958, escreveu que a existência do desperdício na indústria moderna teve certo interesse durante a I Guerra mundial, quando a estrutura da Indústria da Guerra conseguia um aproveitamento pobre dos recursos naturais, do trabalho, e das máquinas à disposição dos empresários industriais. Onde ocorreram muitas perdas de recursos em função de problemas relacionados com a grande diversidade de métodos de produção. Herbert C. Hoover, representante de lideranças industriais que perceberam que mais estudos deveriam ser feitos para reduzir os desperdícios industriais e que incentivaram algumas ações para aumentar o reconhecimento industrial do desperdício e métodos para a sua eliminação. Os estudos resultaram na publicação, em 1921, de um relatório detalhado de desperdícios em seis indústrias, que contribuíram para o estabelecimento de normas de Padrões para o trabalho na indústria.” (DENIS DALL' ASTA, 2009, p. 65)

A definição é bem simples desperdícios mais custos é igual a um número menor de lucratividade, por isso a atenção e ação com esses fatores são primordiais, para preservar a economia e rentabilidade.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Um dos pontos mais principais para o crescimento, desenvolvimento e gerenciamento de uma organização é o planejamento estratégico que tem o foco de programar e gerenciar vários projetos e plano de ações definindo metas e objetivos a serem alcançados visando alguns fatores importantes como: missão, visão e valores:

- Missão: É o foco da empresa e em qual situação ela se encontra no presente momento.
- Visão: É aonde a empresa prever chegar em um breve futuro.
- Valores: São os cumprimentos que exerce para seus colaboradores e clientes visando sempre o melhor atendimento para sua valorização.

Além disso o Planejamento Estratégico consulta os ambientes interno e externo com uma visão macro de: mercado, governo e concorrentes, analisando sua situação e colocação atual e sempre buscando estratégias inovadoras para sua estabilidade e consolidação de mercado.

Segundo Maria Carolina Andion e Rubens Fava (2002), cita a função do Planejamento Estratégico:

“O planejamento estratégico é um importante instrumento de gestão para as organizações na atualidade. Constitui uma das mais importantes funções administrativas e é através dele que o gestor e sua equipe estabelecem os parâmetros que vão direcionar a organização da empresa, a condução da liderança, assim como o controle das atividades. O objetivo do planejamento é fornecer aos gestores e suas equipes uma ferramenta que os municie de informações para a tomada de decisão, ajudando-os a atuar de forma pró-ativa, antecipando-se às mudanças que ocorrem no mercado que atuam.” (ANDION e FAVA, 2002, p. 27).

Com essa análise de ambientes interno e externo conseguimos informações suficiente para direcionar e posicionar em qualquer tipo de negócio no mercado competitivo, através dessas informações definimos estratégias para que o poder de barganha seja efetivo em sua atuação, mas sempre observando custos e taxas.

Segundo Gewehr e Dieh, relata sobre as condições da taxonomia:

“Seguindo a taxonomia de Porter (2004), compradores podem ser considerados poderosos e conseguem forçar a baixa dos preços da indústria se algumas condições forem verdadeiras, tais como: 1) ele está concentrado ou adquire grandes volumes em relação às vendas do vendedor; 2) os produtos que ele adquire da indústria representam uma fração significativa de seus próprios custos ou compras; 3) os produtos que ele compra da indústria são padronizados ou não diferenciados; 4) ele enfrenta poucos custos de mudança; 5) ele consegue lucros baixos; 6) compradores que podem ser uma ameaça concreta de integração para trás; 7) o produto da indústria não é importante para a qualidade dos produtos ou dos serviços do comprador; 8) o comprador tem total informação. Mintzberg e Quinn (2001) também corroboram estas condições.” (GEWEHR e DIEH, 2007, p. 5).

Com essas condições estaremos preparados para minimizar as taxas a serem pagas, sem desperdício sendo efetivo nas ações tomadas.

Marketing no planejamento estratégico

O marketing é uma das ferramentas mais utilizada atualmente ele faz com que o produto e o serviço sejam informados aos consumidores final através de meios de comunicações, divulgando suas características e importância, além de conquistar seu público-alvo e despertar o sonho de consumo de várias pessoas.

Suas características no planejamento estratégico é coordenar um trabalho de marketing para buscar novos clientes, agregando valor e elevando sua marca, satisfazendo as expectativas de seus consumidores.

A importância do marketing é tão imensa em um planejamento estratégico que existe um (PEM) - Planejamento Estratégico de Marketing pode ser redundante, mas com convicção não é uma utopia e sim uma realidade.

Segundo Souza e Yonemoto, cita sobre a definição desse PEM:

“O planejamento estratégico de marketing envolve decidir sobre a estratégia central, criar o posicionamento competitivo da empresa e de seus produtos ou serviços e implementar essa estratégia. Isso vale tanto para a empresa com um único produto como para um conglomerado que engloba muitos negócios diferentes.” (SOUZA & YONEMOTO, 2010, p. 5).

O planejamento estratégico sempre irá precisar do marketing como uma ferramenta competitiva, no final isso agregara um valor diferencial tão quanto outros fatores utilizados.

LOGÍSTICA EMPRESARIAL

Fator importante para crescimento de uma empresa a logística faz com que a organização trabalhe em perfeita sincronização entre fornecedores, empresa e clientes, assim agregando um diferencial competitivo na redução de tempo, com isso consequentemente na redução de custos e ganho no aumento de produtividade.

Assim as empresas que possuem o sistema (ERP), que significa “Enterprise Resource Planning”, em português “Planejamento de Recursos Empresariais”, que gerencia todos os departamentos de forma alinhada, com isso as informações é transmitida para todos os setores que o sistema está interligado com essa grande evolução interage além das informações, todo o ciclo de pessoas, tecnologia e processos, traçando o fluxo de materiais até o serviço ao cliente numa

linha básica que abrange: compras, controle, produção, vendas e distribuição.

Segundo Francisco Ferraes Neto e Maurício Kuehne Junior (2002), cita a logística e competitividade:

“Competir é preciso e, portanto, uma realidade que não se pode mais ignorar. Assim, todas organizações buscam diferenciar-se de seus concorrentes para conquistar e manter clientes. Só que isto está se tornando cada vez mais difícil. O aumento da arena competitiva, representado pelas possibilidades de consumo e produção globalizadas, a necessidade de que se façam lançamentos mais frequentes de novos produtos, os quais, em geral, terão ciclos de vida curtos, e a mudança no perfil dos clientes, cada vez mais bem informados e exigentes, forçam as empresas a serem criativas, ágeis e flexíveis, mas também a aumentar a sua qualidade e confiabilidade. Sem dúvida, tarefas que estão desafiando os executivos em todo o mundo e exigindo maiores esforços.” (FRANCISCO FERRAES NETO e MAURÍCIO JUNIOR, 2002, p. 43).

Em um centro de distribuição bem gerenciado com um fluxo constante movimentando a economia naquele local, facilitando os trabalhos a serem realizados.

Segundo Bowersox e Cooper (1992), cita o sistema de distribuição:

“Varejistas, são as mais numerosas participantes dos sistemas de distribuição e são definidos como unidades de negócio que vendem bens e serviços para o público, para seu uso e benefício e em virtude de seu relacionamento com o público há uma grande analogia funcional entre a maioria destas empresas.” (BOWERSOX e COOPER, 1992).

A logística empresarial sempre será muito estudada para fazer com que as organizações estejam cada vez mais alinhadas com as demandas em relação ao tempo e ao cumprimento das metas estipuladas.

PRODUÇÃO

A tão famosa produção que sempre foi o fator primordial de qualquer organização pois sem ela não há lucratividade nem produto e nem mesmo algum tipo de serviço, se notarmos sua nomenclatura a separação da palavra ficaria “produzir a ação” ou a “ação de produzir”, ou seja sem ação não há produção.

Um Gerente de Produção é focado em produtividade sem se esquecer de atender a demanda com absoluta qualidade, sempre em busca de redução de tempo, processo, custo, desperdício e até mesmo a eliminação de retrabalho. Com o avanço da tecnologia a era digital passou a incorporar no sistema produtivo, consolidando como a famosa Indústria 4.0 que está sendo fator decisivo no mercado atual.

Segundo Célio Eduardo Zacharias, Pedro Paulo Silva e Ana Valéria Carneiro Dias, cita a famosa Indústria 4.0:

“A Indústria 4.0 ou quarta revolução industrial foi precedida por outras três revoluções industriais na história, cada uma com o seu respectivo impacto na dinâmica da economia mundial, na relação laboral e na aplicação de tecnologia para a fabricação de novos produtos. A primeira revolução industrial ocorreu na segunda metade do século 18, sendo intensificada no século 19 e surgiu com a introdução de facilidades mecânicas na produção. A partir de 1870, a adoção da eletricidade e da divisão do trabalho na indústria deu início à segunda revolução. A terceira revolução, também chamada de “revolução digital”, teve seu início em 1970, quando se desenvolveram avançadas técnicas de eletrônica e de tecnologia da informação para automação dos processos de produção.” (TROPICIA, SILVA e DIAS, 2017, p. 4)

Certamente a Indústria 4.0 passou de patamar de futuro para a realidade e com absoluta convicção só tem a evoluir com novas descobertas onde a mudança acontece em um piscar de olhos, um bom gestor tem que estar ligado a essas constantes modificações de tecnologias, sempre adquirindo conhecimento de causa agregando valor em seu trabalho desenvolvido produzindo o seu melhor com esses resultados todos que estiverem ao seu redor tende a se beneficiar.

MANUTENÇÃO

Muitas vezes criticadas por gerar custos e tomar tempo, mas essencial para qualquer produção que dependa dela, mas se bem administrada a gestão da manutenção é fator decisivo no progresso do setor industrial. O pânico das empresas é que sua produção pare por falta de manutenção, por todo esse transtorno as empresas que tem uma visão além vem priorizando a manutenção preditiva e preventiva, evitando riscos de uma simples parada de linha produtiva por um parafuso até o mais complexo de perder um cliente por não atender a demanda porque a linha parou.

Segundo Williams, cita o resultado de falta de política de manutenção:

“A redução do desempenho do equipamento, que traz a diminuição da qualidade e da produtividade, pode ser evitada com políticas adequadas de manutenção que garantam a eficiência do equipamento. A falta dessas políticas, além da redução da capacidade do processo, acarreta paradas efetivas do equipamento, reduzindo a sua disponibilidade. A disponibilidade dos equipamentos depende da confiabilidade e da manutenibilidade por eles apresentadas (WILLIAMS *et al.*, 1994).”

Conseqüentemente a manutenção preventiva se transforma em uma política efetiva, segundo a definição de Filho:

“A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado e definido geralmente pelo fabricante ou fornecedor dos ativos da fábrica, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças usadas por novas, assegurando assim o funcionamento ideal da máquina por um período predeterminado. (FILHO, 2013).”

Agora que sabemos a importância da manutenção uma gestão perita no assunto é essencial em um mercado muito acirrado que nos tempos atuais não permite erros e nem falhas, isso no final pode gerar uma agregação de valor que nem podemos imaginar.

QUALIDADE INTEGRADA

Com o Planeta evoluído e uma enorme gama de consumidores todas prestações de serviços e produtos tem que ser de alta qualidade, a muito tempo a qualidade e as certificações agregava valor ao produto com qualidade garantida certificada se tornava um produto inovador dos demais similares no mercado elevando seu valor e a sua marca o mais alto possível, mas com o passar dos anos isso foi se mudando e hoje qualidade é um sinal de obrigação porque sem qualidade o produto não tem valor e não disputa mercado.

Antônio Lázaro Conte e Gislene Regina Durski, cita sobre o conceito da qualidade:

“O conceito de qualidade evoluiu ao longo do século, mudando de uma atividade de inspeção e seleção de itens não-conformes, com caráter fortemente corretivo, para o uso de

técnicas estatísticas que garantiriam a qualidade do produto de forma preventiva. Posteriormente a ênfase mudou do produto para o processo, pois um processo com os padrões da qualidade desejados apresenta como consequência um produto com a qualidade esperada. Paralelamente, passou-se a trabalhar com os sistemas de qualidade das empresas. Atualmente o conceito evoluiu, além das fronteiras da empresa abrangendo toda a cadeia onde essa está inserida.” (CONTE e DURSKI, 2002, p. 52).

Com essa definição da qualidade no processo e na redução de tempo no momento de inspeção, isso conseqüentemente gera uma economia de dinheiro que poderá ser usado em um investimento de outra forma ou alguma melhoria.

Qualidade Japonesa

Como podemos falar sobre qualidade sem citar o Japão, sendo que Kaoru Ishikawa revolucionou a qualidade com o seu Diagrama de Causa-e-Efeito assim transformando em uma ferramenta poderosa e simples de ser usada para analisar e resolver diversos problemas.

Segundo Conte e Durski (2002, p. 52):

“O sucesso das empresas japonesas, que produziam com ótima qualidade e preços mais baixos do que os praticados nos demais países, foi em parte creditado à capacidade de implementação de programas de produtividade e qualidade total que contavam com a participação dos funcionários.”

Não precisa ser um expert em carros pra saber que existe um veículo da Toyota (fábrica japonesa) chamado Corolla que é considerável “inquebrável”, ou seja, um grande exemplo dessa qualidade japonesa.

CUSTOS INDUSTRIAIS

Todo Gestor Industrial visa o lucro constante e até mesmo sua ampliação, mas para progredir deve estar sempre atento aos custos industriais sua redução e controle sobre o mesmo é fator decisivo para obtenção de lucro.

Em um processo produtivo sempre haverá percas até mesmo em um processo que por sua supervisão não consegue enxergar, sempre olhamos no que é visível e tangível, mas poucos conseguem visualizar o invisível e o intangível, um grande exemplo sobre isso é o tempo que não enxergamos, não tocamos, mas podemos aproveitá-lo da melhor forma possível, se reduzimos um determinado tempo de processo de uma linha também conseqüentemente reduziremos o seu custo.

Segundo RP da Costa, HA Ferreira e AFS Júnior relata a gestão de custo juntamente com um conhecimento sobre economia:

“A gestão de custos e preços de uma firma industrial é antes de tudo interdisciplinar. Conhecimentos de Economia de Empresas (Microeconomia) – e mesmo de Macroeconomia - é o alicerce desta gestão. Saber como se comportam as firmas e os consumidores em um ambiente de economia de mercado é conhecimento fundamental. Além disso, outras áreas do conhecimento verificam-se fundamentais para uma adequada compreensão dos fenômenos, técnicas e ferramentas que balizam a gestão de custos e preços em um ambiente industrial. (RP DA COSTA, HA FERREIRA, AFS JÚNIOR, 2010, p. 8).”

Custos Industriais e Economia Empresarial andam de mãos dadas visando sempre o menor custo e a maior lucratividade.

ECONOMIA EMPRESARIAL

Economia, taxas de juros, contabilidade, retorno financeiro, é o ponto crítico de uma empresa para sua permanência no mercado competitivo, no passar dos anos temos vistos muitas organizações de grande porte se quebrando mais isso pode ser definido por diversos fatores:

- Empreendedores sem visão de mercado;
- Falta de mão de obra qualificada;
- Infraestrutura sem inovação aos serviços prestados;
- Indefinição de seu público-alvo;
- Crise econômica;
- Etc.

Para evitar este tipo de situações, sempre devemos ficar atento às tendências e oscilações do mercado, com isso temos informações necessárias para definir planos de ações assim executando estratégias necessárias para o gerenciamento do seu negócio.

Segundo Pompermayer e Lima (2002, p. 50):

“As organizações, empresas ou qualquer outro tipo de entidade, não são estruturadas por forças isoladas, que se interligam com a aparência de um todo fragmentado. Elas, só contrário, são forças coesas e, guindadas pela sua missão e seus objetivos, promovem o desenvolvimento da comunidade, da cidade, da região e da macroeconomia em que estão inseridas. No cumprimento da sua missão, as organizações desenvolvem suas atividades econômicas, buscando cumprir suas principais funções: patriótica, mercadológica, tecnológica, social e econômica, o que torna os negócios mais atraentes e mais ricos em reciprocidade.”

Por isso é sempre bom está atento as movimentações financeiras de mercado e as ações de sua empresa para não ser agredido pelas taxas de juros, sendo assim a economia empresarial é uma das ferramentas mais utilizadas e que se deve ter o absoluto cuidado, porque ela pode definir o futuro das empresas.

GESTÃO DE PESSOAS

Nos tempos atuais as tomadas de decisões se tornaram constantes devido ao grande avanço da tecnologia a mudança é rápida, isso é maravilhoso, mas a pressão sobre as decisões aumenta a cada dia que se passa, e como a maioria das pessoas não gostam de mudanças e preferem permanecer na zona de conforto um gestor de pessoas encontra grandes dificuldades no poder de influenciar sua equipe que possua diversas personalidades que a mudança é necessária para o crescimento da organização.

Segundo Stefano (2008, p. 65). cita a importância da gestão de pessoas e a necessidade vai muito além de novas ferramentas:

“A gestão de pessoas precisa ter como base de trabalho a missão e visão organizacional acompanhando a evolução das empresas e um dos pontos mais importantes é a sua ligação com as estratégias organizacionais. As ações que envolvem a gestão de pessoas não devem ser vistas como segmentos isolados, elas precisam estar combinadas e sempre

antecedendo as estratégias organizacionais. Os novos horizontes dos profissionais de recursos humanos estão inseridos em um cenário de grandes turbulências provocadas pelas mudanças econômicas, políticas, sociais, culturais, tecnológicas, organizacionais etc. É necessário mais do que novas ferramentas, mas uma moderna forma de encarar e conduzir a relação com o pessoal e com o negócio da empresa. Isso será traduzido em novas oportunidades para os administradores de recursos humanos que estão preocupados em agregar valor à empresa e a seus colaboradores, participando ativamente da melhoria da qualidade de vida das pessoas e da sociedade.”

Isso nos mostra que um Gestor de Pessoas possui um trabalho árduo e efetivo não só pra trazer benefícios para a empresa, além disso ajuda a sua equipe a se desenvolverem como pessoas em todas as áreas da vida, um excelente Gestor de Pessoas trabalha tanto na psicologia quanto em processo de coaching com sua equipe.

ESTRATÉGIA DA INFORMAÇÃO

Informação é um fator fundamental para a evolução de qualquer empresa, a informação gera conhecimento transformados em dados que possam ser útil para diversos fatores, mas para que isso aconteça são necessários:

- Comunicação entre departamentos;
- Controle;
- Padrão;
- Conhecimento;
- Processamentos de dados;
- Departamento de TI trabalhando focado nos objetivos;
- Etc.

Sendo assim a estratégia da informação tem um papel importante no que chamamos de inovação, com isso o departamento de tecnologia da informação dentro de uma organização está sendo muito trabalhado ultimamente assim está se tornando um diferencial competitivo para as empresas.

Siqueira (2005, p. 2), cita sobre os sistemas de informações das organizações:

“Os setores de sistemas de informações das organizações são um exemplo característicos de como esse processo tem sido trabalhado equivocadamente ao longo dos anos. Durante muitos anos o processo de desenvolvimento de sistemas tentou ser tratado como um processo de engenharia de produto. Os especialistas tentam encontrar formas de transformar o desenvolvimento de sistema de informação, e consequentemente as informações geradas, em algo parecido com uma linha de montagem. Processos fechados, prazos engessados, desenvolvimento de métricas, automatização de processos e minimização da interferência humana têm sido os grandes desafios dos gerentes de informática do século XXI. Essa talvez seja a grande questão dos processos de desenvolvimento de sistemas: encontrar um meio eficiente de codificar o conhecimento e a sabedoria humana. Pelos inúmeros insucessos já vividos pela história dos sistemas de informações, esse é um caminho tortuoso e incerto.”

As informações bem gerenciadas são de extrema importância para o crescimento de qualquer organização, fazendo uma apuração efetiva dessas informações, poderá ser usada de forma estratégica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi realizar um estudo abrangente sobre a Gestão Industrial e o mercado competitivo com diferentes visões, e relatar alguns pontos decisivos no comando de uma organização, gerando um diferencial sobre vários aspectos gerenciais, promovendo assim um conhecimento estratégico na visão de um gestor industrial.

REFERÊNCIAS

- ALDAY, Hernan E. Contreras. Coleção Gestão Empresarial FAE Gazeta do Povo. Gestão Empresarial. 2.ed. 2002, pg. 16.
- ANDION, Maria Carolina & FAVA, Rubens. Coleção Gestão Empresarial FAE Gazeta do Povo. Gestão Empresarial. 2.ed. 2002, pg. 27.
- BOWERSOX, D.J.; COOPER, M.B. Strategic Marketing Channel Management. New York: McGraw – Hill, 1992.
- CARVALHO, V. R. Qualidade de vida no trabalho. In: OLIVEIRA, O. J. (Org.). Gestão da qualidade: tópicos avançados. São Paulo: Thomson, 2004.
- CONTE, Antônio Lázaro & DURSKI, Gislene Regina. Coleção Gestão Empresarial FAE Gazeta do Povo. Gestão Empresarial. 2.ed. 2002, pg. 52.
- CORDEIRO, José Vicente B. de Mello & RIBEIRO, Renato Vieira. Coleção Gestão Empresarial FAE Gazeta do Povo. Gestão Empresarial. 2.ed. 2002, pg. 1.
- KALAKOTA, R.; ROBINSON, M. E-business: estratégias para alcançar o sucesso no mundo digital. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MENEZES, H. Comércio eletrônico para pequenas empresas. Santa Catarina: Visual Books, 2003.
- NETO, Francisco Ferraes & JUNIOR, Maurício Kuehne. Coleção Gestão Empresarial FAE Gazeta do Povo. Gestão Empresarial. 2.ed. 2002, pg. 43.
- POMPERMAYER, Cleonice Bastos & LIMA, João Evangelista Pereira. Coleção Gestão Empresarial FAE Gazeta do Povo. Finanças Empresariais. 2.ed. 2002, pg. 50.
- REZENDE, D. A.; ABREU, F. Tecnologia da informação: aplicada a sistemas de informações empresariais. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- SIQUEIRA, Marcelo Costa. Gestão Estratégica da Informação. 1.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005, pg. 2.
- WILLIAMS, J.H. *et al.* Condition-based Maintenance and Machine Diagnostics. Londres: Chapman & Hall, 1994. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=BQt1btdo-tAC&oi=fnd&pg=PP15&dq=WILLIAMS,+J.H.+et+al.+Condition-based+Maintenance+and+Machine+Diagnostics.+Londres:+Chapman+%26+Hall,+1994.&ots=xv0C3h6g6s&sig=vJXnWRKHijYASQLt7yR82rzUfyl>
- ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T.; MOTA, C. M. M. Sistemática proposta para seleção de fornecedores

em gestão de projetos. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 14, n. 3, set./dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000300005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 19 mai. 2008.

ASTA, D. D. O impacto dos desperdícios na análise de retorno de curto prazo das empresas, Universidade Federal de Santa Catarina Professor Adjunto B da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. *Revista TECAP - Número 03 - Ano 3 - Volume 3 – 2009*. Disponível em : https://www.researchgate.net/profile/Denis-Dall-Asta/publication/280102010_O_Impacto_dos_Desperdicios_na_Analise_de_Retorno_de_Curto_Prazo_das_Empresas/links/55a98c6908aea9946721e03b/O-Impactos-dos-Desperdicios-na-Analise-de-Retorno-de-Curto-Prazo-das-Empresas.pdf

BUCKHOUT, S; FREY, E.; NEMEC JUNIOR, J. Por um ERP eficaz. *HSM Management*, v. 3, n. 16, 1999.

GEWEHR, A. C. PODER DE BARGANHA DOS COMPRADORES E SEUS IMPACTOS EM UMA EMPRESA TÊXTIL DO VALE DOS SINOS (RS): O CASO DE UMA FORNECEDORA DO CLUSTER CALÇADISTA. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Brasil, *Revista Alcance* 2007, aprovado 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Diehl/publication/305485049_PODER_DE_BARGANHA_DOS_COMPRADORES_E_SEUS_IMPACTOS_EM_UMA_EMPRESA_TEXTIL_DO_VALE_DOS_SINOS_RS_O_CASO_DE_UMA_FORNECEDORA_DO_CLUSTER_CALCADISTA/links/5829164308ae5c0137f14623/PODER-DE-BARGANHA-DOS-COMPRADORES-E-SEUS-IMPACTOS-EM-UMA-EMPRESA-TEXTIL-DO-VALE-DOS-SINOS-RS-O-CASO-DE-UMA-FORNECEDORA-DO-CLUSTER-CALCADISTA.pdf

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. *Revista Gestão Industrial*, v. 4, n. 2, p. 1-16, abr./jun. 2008.

SOUZA, C. A.; ZWICKER, R. Implementação de sistemas ERP: um estudo de casos comparados. In. *ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO*, 24, 2000, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2000.

DIAS, C.; SILVA, P.; TROPIA, C. *Industria 4.0: Uma caracterização do sistema de produção*. XVII Congresso Latino, Altec, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Celio-Tropia/project/Industria-40-uma-caracterizacao-do-sistema-de-producao/attachment/593b13f582999cd48571406a/AS:503453002153984@1497043957474/download/Industria4.0_Altec2017_V04.pdf

RAMOS, A. S. M.; MIRANDA, A. L. B. Processos de adoção de um sistema integrado de gestão: uma pesquisa qualitativa com gestores da Unimed/Natal. In. *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 23, 2003, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ABEPRO, 2003.

ANDUJAR, A. M. Modelo de qualidade de vida dentro dos domínios bio-psico-social para aposentados. 2006. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FILHO, L. F. S. "Manutenção por análise de vibrações: uma valiosa ferramenta para gestão de ativos". Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Naval e Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 57p., 2013. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005471.pdf>

PURCIDONIO, P. M. Práticas de gestão do conhecimento em arranjo produtivo local: o setor moveleiro de Arapongas – PR. 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta

Grossa, 2008.

SOUZA, M. S.; YONEMOTO, H. W. O planejamento estratégico de marketing, -ISSN 21-76 ..., Repositório Institucional, Universidade Federal do Ceará, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55569>

STEFANO, S.R. Liderança e suas relações com a estratégia de gestão de pessoas e o bem-estar organizacional: um estudo comparativo em duas instituições financeiras internacionais. Universidade de São Paulo Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade Departamento de Administração Programa de Pós Graduação em Administração, Teses USP, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-14012009-160756/?gathStatIcon=true>

RP C.; HA F.; AFS J. Preços, orçamentos e custos industriais - 2010 - edisciplinas.usp.br. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5987943/mod_resource/content/1/POC%20EDU%2020091015%205%20CAPS.pdf

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela a vida e que a paz reine no mundo, agradeço a todos os profissionais da educação que contribui com o ensino e aprendizagem formando novos pensadores.

05

Aplicação da metodologia lean no tratamento de minérios: um relato de experiência no complexo Mineroquímico de Cajati com ferramenta Matriz 5W2H e 5 porquês

Application of lean methodology in ore treatment: an experience report in the Cajati Minerochemical complex With 5W2H matrix tool and 5 whys

*Robson Cardoso de Freitas
Felipe Augusto Fonseca Nunes*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.5

RESUMO

Introdução: A utilização de metodologias lean para melhorar os trabalhos exercidos nas empresas é a chave para o sucesso. As empresas estão cada vez mais atrás de equipes comprometidas, de trabalho eficiente e que possam sempre trazer melhorias para a empresa para que ela possa evoluir. **Objetivo:** demonstrar os resultados da implementação das metodologias lean: 5 porquês e 5W2H. **Metodologia:** o presente estudo trata-se de um relato de experiência que aconteceu no ano de 2020 no complexo mineroquímico de Cajati, com participação de 4 supervisores de equipes implementando a metodologia lean através da Matriz 5W2H e da técnica 5 porquês. **Resultados:** O presente estudo demonstrou que as metodologias utilizadas são práticas simples mais que se feitas de forma certa poderá trazer grandes resultados, ou seja, uma performance mais eficiente da equipe, ao mesmo tempo é possível observar a melhora na qualidade dos trabalhos que são executados e como elas afetam diretamente todos que estão ao redor. **Conclusão:** As atividades executadas no complexo mineroquímico de Cajati, demonstrou que a utilização de metodologias lean podem trazer práticas mais assertivas e ao mesmo tempo cria situações mais favoráveis para a empresa. A utilização dos métodos 5W2H e 5 porquês demonstraram a deficiência da gestão de performance e como poderiam solucioná-la sem trazer grandes custos para a empresa.

Palavras-chave: metodologia Lean. 5W2H. complexo mineroquímico.

ABSTRACT

Introduction: The use of lean methodologies to improve the work performed in companies is the key to success. Companies are increasingly looking for committed teams, efficient work and that can always bring improvements to the company so that it can evolve. **Objective:** to demonstrate the results of the implementation of lean methodologies: 5 whys and 5W2H. **Methodology:** the present study is an experience report that took place in 2020 at the Cajati minerochemical complex, with the participation of 4 team supervisors implementing the lean methodology through the 5W2H Matrix and the 5 whys technique. **Results:** The present study demonstrated that the methodologies used are simple practices, but if done correctly it can bring great results, that is, a more efficient performance of the team, at the same time it is possible to observe the improvement in the quality of the work that is performed. and how they directly affect everyone around them. **Conclusion:** The activities carried out in the Cajati minerochemical complex showed that the use of lean methodologies can bring more assertive practices and at the same time create more favorable situations for the company. The use of the 5W2H and 5 whys methods demonstrated the deficiency of performance management and how they could solve it without bringing great costs to the company.

Keywords: Lean methodology. 5W2H. minerochemical complex.

INTRODUÇÃO

A mineração é uma indústria cada vez mais voltada para processos bem definidos, isso permite que haja melhorias significativas nos mais diversos processos de trabalho criando assim uma nova geração de práticas de trabalho com foco em segurança, automação, eficiência de seus colaboradores, gestão ambiental e gestão de performance de equipes. O uso de uma

gestão performance adequada prova ser fundamental para ajudar as indústrias a equilibrar as pressões de tempo, custo, sustentabilidade e qualidade dos serviços prestados (PICARELLI *et al*, 2014).

O Lean é um método inovador que busca otimizar os processos de gestão e produção da empresa que o coloca em prática, desta forma, menos recursos são utilizados, tornando qualquer processo mais eficiente. Sua máxima é reduzir investimento, tempo e esforço (OLIVEIRA *et al*, 2018).

O Lean é uma filosofia de gestão empresarial que nasceu na década de 1980, no Japão pelas mãos de Taiichi Ohno, um engenheiro da Toyota. Na época, ele estava focado em tornar a fabricação dos veículos da marca mais eficiente. A ideia foi um sucesso total, pois a produtividade foi melhorada através de dois objetivos claros: eliminar tudo o que foi considerado desperdício (seja em termos de materiais ou tempo); identificar as sobrecargas que retardam o processo de produção (MOUTINHO, 2021).

A metodologia Lean assenta num conjunto de objetivos básicos que permitem atingir a eficiência: exclua atividades que não agregam valor ao produto ou serviço; melhorar continuamente para manter a qualidade do produto ou serviço; detecte problemas na origem e resolva-os; mude o foco da empresa para fornecer soluções aos clientes, e não apenas vender produtos ou serviços. Portanto, a metodologia Lean exige uma mudança estratégica, ou seja, uma nova forma de focar o negócio para agilizar todos os processos (SPEJO, BUENO, 2019).

Em um ambiente de negócios cada vez mais competitivo e complexo, os executivos de negócios exigem métodos inovadores. Manter o gerenciamento de processos industriais em seu antigo status quo provou perder terreno no mercado (BORGES, 2019).

Atualmente, graças às tecnologias de comunicação, torna-se mais fácil implementar um sistema de gestão de performance que provoque uma mudança em toda a cultura empresarial. Quanto melhor a informação, maior a eficiência alcançada (CHAGAS, 2019).

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, aceitável, segura e pontual às necessidades do cliente. Então, em outras palavras, você pode dizer: design perfeito, impecável, baixo custo, segurança do cliente, entrega na hora certa, no lugar certo e na quantidade certa. O verdadeiro critério de boa qualidade é a preferência do consumidor (VENTURA, SUQUISAQUI, 2020).

Para Alves (2021) gerir a qualidade dos produtos e serviços físicos, deixou de ser um fator diferenciador e passou a ser um requisito essencial para participar e sobreviver no mercado. Técnicas modernas na área da gestão de performance foram introduzidas por diversos especialistas, de forma revolucionária e visionária que desafiaram o lugar-comum, criando uma nova ordem na gestão da qualidade das equipes nas organizações.

Ainda, segundo Silva (2019), entre os mais famosos e frequentemente citados na literatura estão:

- Shewhart (que desenvolveu o Controle Estatístico de Processo – CEP – e o ciclo PDCA);
- Deming (que ficou famoso por criar uma lista de verificação de 14 pontos para melhoria da qualidade em uma organização e introduziu o ciclo PDCA no Japão);

- Juran (que se concentrou no aspecto dos custos da não qualidade, os custos de não fazer certo da primeira vez e seu impacto no produto final, além de descobrir a necessidade de planejamento da qualidade por meio de um processo conhecido como uma trilogia da qualidade consistindo em planejamento, controle e melhoria da qualidade);
- Feigenbaum (que estabeleceu o conceito de controle de qualidade total, que prega que a qualidade é responsabilidade de cada indivíduo dentro da empresa);
- Ishikawa (que ficou conhecido pelo desenvolvimento do diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama espinha de peixe ou simplesmente diagrama de Ishikawa e também foi professor dos Círculos de Controle de Qualidade – CCQ); e
- Taguchi (que se concentrou no fato de que a qualidade deve vir do design do produto) e Crosby (que desenvolveu o conceito de zero defeitos durante a década de 1960).

Existem diversas ferramentas que auxiliam na identificação e compreensão de questões relacionadas à qualidade. Alguns autores tendem a diferenciar como estratégicas e estatísticas, onde as ferramentas estratégicas seriam aquelas utilizadas para geração de ideias, estabelecimento de prioridades e pesquisa sobre a causa do problema. No segundo grupo, estatísticas, seriam aquelas ferramentas que são utilizadas para medir o desempenho, para a divulgação de informações básicas para a tomada de decisões relacionadas à melhoria (VENTURA, SUQUISAQUI, 2020).

O método dos 5 porquês foi criado pelo professor Taiichi Ohno e consiste em descobrir, por meio de perguntas, as causas fundamentais de um problema específico em questão. Ao analisar um problema, é importante levá-lo ao nível mais alto para descobrir a causa raiz (COSTA, MENDES, 2018).

A técnica dos 5 porquês faz você analisar cada caso em vários níveis, sempre perguntando “por que” até chegar à raiz do problema, o que não significa que você deva usar os 5 porquês. No entanto, é preciso ter cuidado para que as razões, enquanto as causas, confluem em soluções mais simples, que não envolvam grandes custos e que sejam de competência do grupo envolvido na solução do problema (SASDELLI, 2012).

Souza et al (2017) explica que os "5 porquês" são sustentados por diferentes níveis de raciocínio, de acordo com o nível do problema e define cada um dos porquês como:

A razão da “forma” de algo – o primeiro “porquê” destina-se a descrever o seu funcionamento, o que permite resolver os problemas do ponto de vista operacional;

A razão para a “lógica interna” de algo – refere-se ao ponto de vista mais lógico do “porquê”, onde as partes de algo resolvem problemas sem desajuste funcional entre essas partes;

A razão da “análise causal” de algo – o terceiro “porquê”, explica o problema que é visto como um sistema, que permite analisar além dos limites do problema e analisar os limites do mesmo;

A razão da “análise conceitual” de algo – O quarto “porquê” analisa o problema de sua natureza, sua essência e o contexto em que está inserido;

O porquê das "leis naturais" de algo – O último "porquê" explica a realidade com base nas leis naturais, para que possamos encontrar soluções para os problemas em um nível universal, cujas consequências também são universais.

O 5W2H é uma das metodologias de gestão empresarial mais utilizada podendo ser aplicados em diversos momentos, empresas e projetos, ajuda a responder uma série de questões decisivas para tornar as ações de um negócio mais estratégicas e precisas (LAURINTINO, 2019).

Segundo Araújo et al (2015), o plano de ação 5W2H é utilizado principalmente no mapeamento e padronização de processos, no desenvolvimento de planos de ação e no estabelecimento de indicadores e procedimentos associados. É basicamente de natureza administrativa e busca o entendimento através da fácil definição de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados.

O método 5W2H consiste em sete perguntas sobre uma ação a ser tomada para obter informações que subsidiarão o planejamento em geral. O nome do método, 5W2H, se dá devido às condições da língua inglesa What, who, what, where, when, how, how much (CLARIANO, SOARES, 2020).

Tal justificativa se dá devido o entendimento de a metodologia lean está cada vez mais em evidencia na sociedade moderna, o que atrai uma competitividade muito grande entre as empresas. A utilização de metodologias de como 5 porquês e 5W2H demonstram a eficiência que as empresas precisam ter e adquirir para que seus processos sejam rápidos, eficientes e de baixo custo.

Desta forma como objetivo deste estudo é demonstrar os resultados da implementação da das metodologias lean: 5 porquês e 5W2H, ao mesmo tempo, descrever como o projeto aconteceu no complexo mineroquímico de Cajati, ao mesmo tempo entender como funciona o as metodologias 5 porquês e 5W2H e por fim verificar se os resultados foram alcançados.

METODOLOGIA

A metodologia do trabalho em questão constou de relatos de experiência por parte dos pesquisadores durante o período de vigência do projeto prático com base na análise de 5 supervisores denominados A,B,C e D.

A instituição escolhida foi o complexo mineroquímico de Cajati, que faz parte da empresa atualmente denominada Mosaic, e que por muito tempo se chamava Vale de fertilizantes ou Bunge Fertilizantes, onde o mesmo trata-se de uma grande mina de extração de minério e produção de fertilizantes da agricultura e ao mesmo tempo contempla produtos para nutrição animal.

A interpretação do material foi feita de forma complementar (tabelas e gráficos) e teve como eixo fundamental o estabelecimento de utilização das ferramentas 5 porquês, 5W2H e a seu funcionamento dentro do complexo. Algo que significou, em outros termos, uma tentativa de ampliar a gestão de performance, trazendo para dentro da empresa fatores primordiais de organização com facilitador de processos de trabalho.

Esta é uma metodologia que adota a observação do cotidiano, viabilizando engajamento

em diversas atividades na situação estudada, além da observação de pessoas e aspectos práticos que caracterizam o contexto. Os conteúdos que foram utilizados durante a o projeto foram debatidos ao término da atividade, e no decorrer do projeto como forma de estabelecer um elo entre as observações de campo e a análise dos dados, baseado em tudo que se registrou e constatou. Além de exercer importante papel para a análise, o registro, potencialmente, apontou o alcance dos objetivos, uma vez que viabilizou a reflexão sobre os dados e contribuições da metodologia lean para a formação profissional, o serviço prestado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de tempo é primordial para que a empresa possa se desenvolver gerar lucros, mostrar sua eficiência e eficácia e desta forma quando a empresa possui uma gerência competente todos os demais processos podem ter uma meta positiva. Segundo Souza et al (2017), reduzir tempo e ao mesmo tempo gerar um trabalho eficiente requer de todo tipo de empresa reforçando a necessidade de utilização de metodologias que possam auxilia-los durante este processo.

Desta forma é preciso entender todos os dados do desenvolvimento de pessoas do complexo sendo assim pode-se observar em ordem cronológica como ocorriam as questões organizacionais da empresa ate 2020:

- 2017: Ausência de indicadores para gestão de pessoas;
- 2018: Desenvolvimento piloto na letra C;
- 2019: Desdobramento nas letras A, B e D;
- 2020: Implantação de projeto de solução de problemas para atendimento da meta do pilar pessoas do painel da Gerência Industrial; Definição de meta EDGE no item 5.2 para implantação de projeto de solução de problemas para Gestão de Performance das Equipes A, B, C e D

Após entender que desenvolvimento de pessoas precisa ser uma das metas das empresas, é necessário que se observe como estes objetivos serão conquistados, sendo assim a observou-se que para se tiver bons resultados era preciso traçar planos estratégicos. Segundo Oliveira (2019), o plano estratégico é um documento integrado ao plano de negócios que inclui o planejamento econômico-financeiro, estratégico e organizacional que uma empresa ou organização possui para atingir seus objetivos e alcançar sua missão futura.

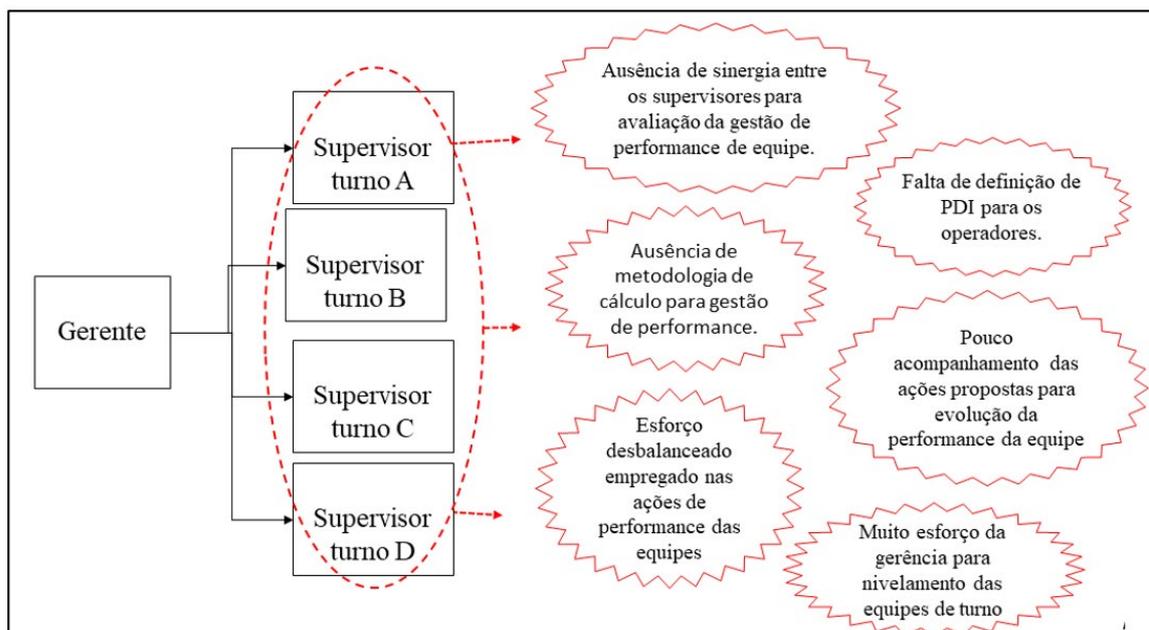
Desta forma foi necessário analisar o que realmente era preciso e o que precisaria esta dentro do planejamento estratégico como da equipe de gestão de pessoas do complexo mine-roquímico de Cajati: Análise de falhas operacionais, treinamentos EHS e exames periódicos, cronograma de IOA's, DC's e OPT's, tratamento de desvios, instruções operacionais diárias, planos/metras individuais, PDI Sucessor(es) – cargos e gestão, Implantação e gestão padrão de gestão individual.

Para isso foi necessário verificar o que estava errado a gestão de performance. Segundo Picarelli *et al.* (2014) a gestão de performance é um dos sete subsistemas que compõem um Sistema Administrativo de Recursos Humanos, por meio do qual busca identificar, reconhecer e

promover a contribuição de todos os servidores públicos para os objetivos e metas institucionais. Ao mesmo tempo Chagas (2019), explica que a gestão de performance permite demonstrar todas as necessidades de formação que são necessárias para melhorar o desempenho de acordo com o cargo que ocupam.

O que se pode perceber que cada um dos supervisores entendia o sistema de forma diferente o que não estabeleciam padrões necessários para que todos conseguissem entregar uma melhor performance o que pode ser observado na figura abaixo.

Figura 1- Problemas encontrados na performance da equipe

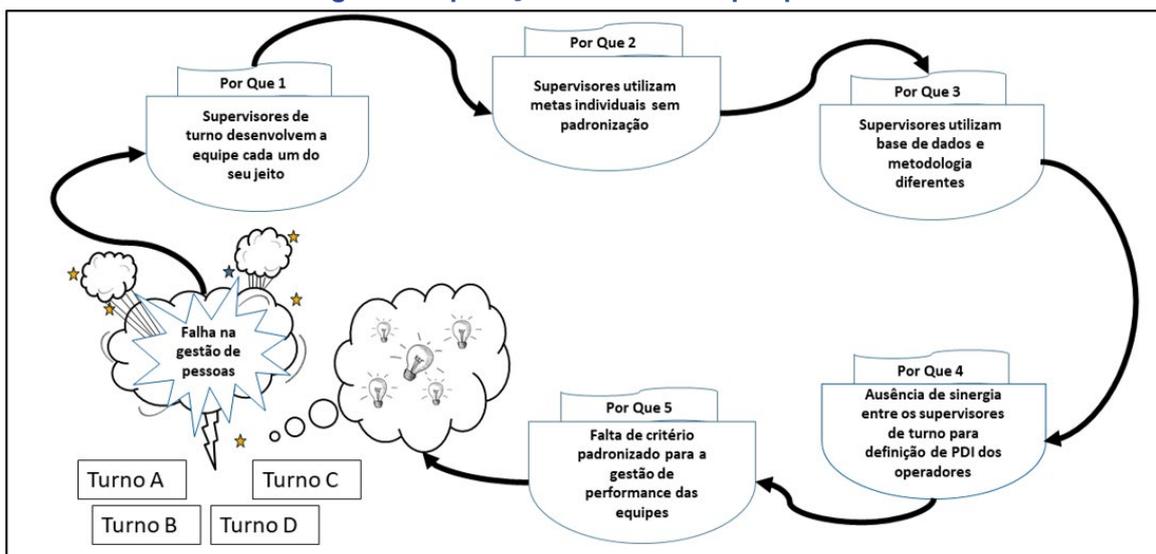


Fonte: Autor, 2020.

Segundo Clariano, Soares (2020) para o processo ser algo com resultados positivos e duradouros a metodologia precisa ser algo sólido e assertivo, e o que se observa é que muitas empresas utilizam de metodologias que trazem grandes resultados como é o caso da técnica dos 5 porquês. De acordo com Costa, Mendes (2018) os 5 porquês é um método baseado em fazer perguntas para explorar as relações de causa e efeito que geram um problema específico. O objetivo final é determinar a causa raiz de um defeito ou problema.

Essa técnica foi utilizada dentro do estudo e o que se observou foi que a performance da equipe gerava uma falha de comunicação entre os supervisores, o que demonstrava um rendimento baixo.

Figura 2 - aplicação do método 5 porquês



Fonte: Autor, 2020.

Após esta análise foi verificado que através de outro método o 5W2H a performance do da equipe. Segundo Alves (2021), o modelo 5W2H é uma ferramenta utilizada pelas organizações para a execução do planejamento e consiste na construção de uma planilha (planilha 5W2H) na qual se busca responder 7 questões, cujas palavras em inglês começam com W e H, a saber: What (o que será feito?), Why (por que será feito?), Where (onde será feito?), When (quando será feito?), Who (por quem será feito?), How (como será feito?) e How much (quanto vai custar?). Laurintino (2019), afirma que por ser uma ferramenta de uso simples, trazendo bastante objetividade para a execução da ação, a Matriz 5W2H costuma ser utilizada 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, etc.

Diante o métodos foi preciso estruturar estas perguntas dentro do projeto e colocado em prática e que demonstrou um êxito dentro do projeto, onde para resolver a principal causa é preciso, o que se precisa ser feito, entender o porquê a situação precisa ser feita, onde vai ser executada, quem serão os responsáveis, quando será preciso ser feito, quais métodos serão realizados para a execução e quanto será o custo desta execução.

Figura 3 - Aplicação da metodologia 5W2H

CAUSA	O QUE?	POR QUE?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	COMO?	QUANTO?	STATUS
Falta de critério padronizado para a gestão de performance das equipes	Alinhar com a gerência o escopo do trabalho	Validar a causa do problema	GAOB	A/B/C/D	03/04/2020	Validando a análise de causa	R\$0,00	Realizado
	Elaborar planilha de cálculo de performance operacional	Criar modelo padronizado de cálculo	GAOB	A/B/C/D	22/05/2020	Alinhando entre os supervisores a metodologia	R\$0,00	Realizado
	Validar A3 do projeto com a gerência	Revisão e contribuição da liderança Felipe	GAOB	A/B/C/D	05/06/2020	Apresentado o projeto para a liderança do gerente	R\$0,00	Realizado
	Nivelamento do preenchimento da planilha de cálculo de performance	Nivelar os supervisores	GAOB	A/B/C/D	22/06/2020	Alinhando as informações dos operadores	R\$0,00	Realizado
	Desenvolver a gestão operacional através da metodologia estabelecida	Sustentação do Modelo de Liderança Mosaic (MLM) para a linha de supervisão do turno	Letra A	A	30/10/2020	Aplicando PDI	R\$0,00	Realizado
			Letra B	B	30/10/2020	Aplicando PDI	R\$0,00	Realizado
			Letra C	C	30/10/2020	Aplicando PDI	R\$0,00	
			Letra D	D	30/10/2020	Aplicando PDI	R\$0,00	

Fonte: Autor, 2020.

Ainda segundo Alves (2021), o 5W2H pode ser utilizado em diversas áreas do conhecimento, auxiliando no planejamento, como para:

- Planejamento da Qualidade – identificar quais padrões de qualidade são relevantes para o projeto e assim determinar como atender a esses padrões;
- Planejamento de aquisições – identificar quais necessidades do projeto podem ser atendidas por meio da contratação de produtos ou serviços de fora da organização ou terceirização;
- Planejamento de Recursos Humanos – Identificar quais necessidades do projeto pode ser atendido por meio dos recursos humanos disponíveis na organização;
- Planejamento de Riscos – Identificar os riscos que devem ser considerados no projeto.

Adiante os métodos aplicados foi possíveis observar uma transformação de no modo de performance da equipe durante todo o projeto. A utilização das metodologias deram parâmetros para que a performance da equipe mudasse de forma rápida e drástica ao mesmo tempo levou ao entendimento do que precisava ser feito e como seria feito. Os dados apontam que nos 5 ramos onde metodologia foi utilizada todas alcançaram o nível de excepcional, mostrando assim que a utilização metodológica pode funcionar nas empresas de minério.

Tabela 1- Resultados após aplicação de métodos 5 porquês e 5W2H

GESTÃO DE PERFORMANCE – EDGE					
PILAR		META		ACUMULADO	PROJEÇÃO
1	Produtividade	1.1	Produção de Concentrado Fosfático	Alto Desempenho	Excepcional
		1.2	%Rendimento em Massa	Excepcional	Excepcional
2	Custos	2.1	Custos Variáveis Produção de Concentrado Fosfático	Excepcional	Excepcional
		2.2	IT Berol 867	Excepcional	Excepcional
3	EHS	3.1	Redução de Riscos Internos e Externos	Excepcional	Excepcional
		3.2	IT Água na Produção de Concentrado Fosfático	Contribuição de Valor	Contribuição de Valor
		3.3	Amostragens atmosféricas nas chaminés da Usina	Contribuição de Valor	Contribuição de Valor
4	Qualidade	1.1	Reduzir coeficiente de variação dos produtos expedidos aos clientes	Alto Desempenho	Alto Desempenho
		4.2	Reduzir o número de incidentes de qualidade procedentes	Excepcional	Excepcional
5	Gestão de pessoas e transformação	5.1	Implantar a Gestão Housekeeping	Excepcional	Excepcional
		5.2	Gestão de Performance das equipas	Excepcional	Excepcional
Resultados Alcançados				Alto Desempenho	Alto Desempenho

Fonte: Autor, 2020.

Ao final do projeto pode entender que aplicação de metodologias lean podem trazer resultados satisfatórios como: Aumento significativo no número de kaizens das equipas, totalizando 46 melhorias; Execução de trabalhos de melhoria envolvendo os operadores de todas as letras; Maior nivelamento da performance de todos os turnos; Início da revisão da rota kamishibai da moagem, patrocinada pelo supervisor B e apoio irrestrito dos demais supervisores e por fim elevação da sinergia entre os supervisores e operadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos humanos desempenham sempre um papel de destaque no bom andamento dos negócios, embora existam outros fatores que os condicionam. A avaliação da performance do pessoal é, portanto, uma prioridade para os responsáveis para um bom gerenciamento de desempenho que a empresa procura .

Com base no projeto foi preciso primeiro entender como o complexo mineroquímico de Cajati funciona e ao mesmo tempo tentar reestruturar as formas de administrar os processos de produção de forma que o sistema seja gere uma confiabilidade maior.

Ao colocar em prática não apenas as metodologias em destaque mais como outras que são simples e de rápido é execução podem demonstrar uma eficiência na performance da equipe. As metodologias oferecem o direcionamento para que a performance da equipe se torne algo mais eficiente pois é possível detectar qual suas falhas, para que se possa ser corrigidas a tempo.

O projeto executado no complexo mineroquímico de Cajati demonstrou todas estas etapas para que no final fosse executada uma nova forma de trabalho e que não se gera um custo

muito maior para a empresa.

Portanto o presente relato demonstra a importância de implicação de metodologia lean através dos métodos 5W2H e os 5 porquês como método de melhoria na gestão de performance das equipes, mostrando a positividade da implementação dos métodos.

REFERÊNCIAS

ALVES, B.N.P. A utilização da ferramenta 5W2H: uma proposta de melhoria no setor produtivo de uma empresa industrial de artefatos em acrílico. 2021. 62f. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

ARAÚJO, F. R. de *et al.* Implantação de Kaizen e método DMAIC na reestruturação do processo de orçamento de manutenção de aeronaves. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 7., 2015, São Cristóvão. Anais eletrônicos... São Cristóvão: DEPRO/UFS, 2015, p. 281-292.

BORGES, A.A. Aplicação da metodologia Lean Manufacturing em uma fábrica de gelados comestíveis. 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019.

CHAGAS, C.E.P. Aplicação de metodologia Lean manufacturing em tomada de decisões cotidianas empresariais. 33f. 2019. Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica. 2019.

CLARIANO, F.; SOARES, T. Sugestão de implementação do método de gerenciamento de estoque sob a perspectiva da abordagem de estoque mínimo em um estabelecimento alimentício. Trabalhos de conclusão de curso do dep, Maringá: Paraná, v. 0, n. 0, mar. 2020.

COSTA, T.B.S.; MENDES, M.A. Análise da causa raiz: utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 1 - 11.

LAURINTINO, T.K.S. Ferramenta da gestão da qualidade total: estudo de caso em uma indústria de laticínio. Brazilian Journal of Development Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 8, p. 12033-12072 aug. 2019

MARQUES, T.F. Efeitos da aplicação do lean manufacturing no setor de manutenção industrial. 119f. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2020.

MOUTINHO, P.B. Implantação da metodologia lean manufacturing na soluções em aço USIMINAS S.A. 2021. Monografia (especialização Curso de Especialização em Gestão Estratégica). Universidade Federal de Minas Gerais. 2021.

OLIVEIRA, F. S. *et al.* Implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia lean manufacturing. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 194 - 208.

OLIVEIRA, J.P.A. Proposta de um modelo teórico associando as metodologias: teoria das restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma. 2019. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2019.

PICARELLI, S. *et al.* Critérios e ferramentas de gestão das minas paralisadas de minério de Ferro. Rem: Revista Escola de Minas [online]. 2014, v. 67, n. 1, pp. 93-99.

SASDELLI, M.C.B. Utilização de ferramentas da qualidade para a geração de inovação em processo: um case de análise de perda em uma indústria de embalagem cartonadas. 2012. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

SILVA, B.C.C. Aplicação das ferramentas diagrama de ishikawa e 5w2h: um estudo de caso em uma microempresa de móveis no Sul de Minas. 13f. 2 Trabalho de conclusão de curso. Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. 2019.

SOUZA, M.R. *et al.* Proposta de melhoria em uma facção industrial por meio da aplicação de controles da qualidade. Uningá Review Journal, [S.I.], v. 32, n. 1, p. 75 - 92, out. 2017.

SPEJO, J.M.R.; BUENO, A.F.G.M. O avanço da metodologia lean manufacturing no mundo globalizado. Revista Interface Tecnológica, [S. I.], v. 16, n. 1, p. 302-313, 2019.

VENTURA, K.S.; SUQUISAQUI, A.B.V. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. Ambiente Construído [online]. 2020, v. 20, n. 1, pp. 333-349.

Analizador de espectro através da transformada rápida de Fourier (FFT)

Spectrum analyzer through fast Fourier transform (FFT)

Leonardo Sokolowski de Albuquerque

Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC, Campus Itajaí)

Matheus Alves Monteiro

Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC, Campus Itajaí)

DOI: 10.47573/aya.5379.2.66.6

RESUMO

O analisador de espectro é comumente utilizado em laboratórios de eletrônica associados a circuitos de radiofrequência e pode ser aplicáveis em diversas tarefas, conseqüentemente está cada vez mais presente em nosso cotidiano. Além disso, o processamento digital de sinal pode apresentar diversas aplicações, desde sistemas de segurança ou de controle e automação, como também celulares, computadores, equipamentos médicos e automóveis. Por outro lado, a eficácia da sua aplicação está relacionada à precisão do seu desempenho. Quanto mais preciso o sinal, melhor será a sua aplicabilidade. Nesse sentido, o presente projeto faz uso da captação de som através de um circuito amplificador e de filtros, que por meio da utilização da transformada rápida de Fourier (FFT) irá realizar o processamento do sinal de entrada e exibir o espectro deste sinal em um LCD.

Palavras-chave: transformada rápida de Fourier. decodificação de frequência. microcontrolador.

ABSTRACT

The spectrum analyzer is commonly used in electronics laboratories associated with radiofrequency circuits and can be applied in several tasks, consequently it is increasingly present in our daily lives. In addition, digital signal processing can present several applications, from security or control and automation systems, as well as cell phones, computers, medical equipment and automobiles. On the other hand, the effectiveness of your application is related to the accuracy of its performance. The more accurate the signal, the better its applicability. In this sense, the present project makes use of sound capture through an amplifier circuit and filters, which, through the use of the fast Fourier transform (FFT) will perform the processing of the input signal and display the spectrum of this signal in a LCD.

Keywords: fast Fourier transform. frequency decoding. microcontroller.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais presente em nosso cotidiano, o processamento digital de sinal pode apresentar diversas aplicações, desde sistemas de segurança ou de controle e automação, até celulares, computadores, equipamentos médicos e automóveis. Segundo Pereira (2017) inúmeras aplicações podem ser geradas a partir do reconhecimento de sons, incluindo a fala humana. Entretanto, a eficácia da sua aplicação está relacionada à precisão do seu desempenho. Quanto mais preciso o sinal, melhor será a sua aplicabilidade.

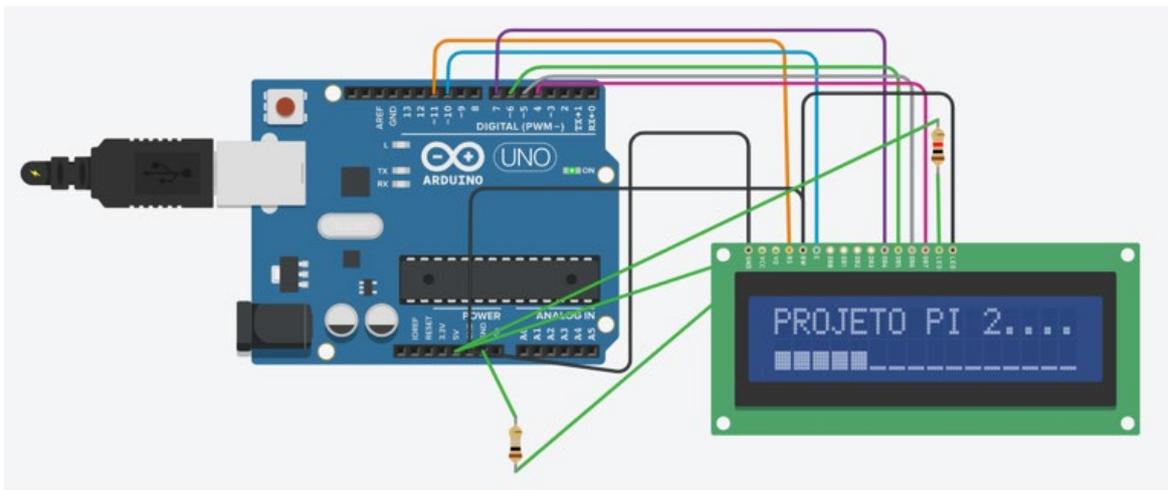
Nesse sentido, o presente projeto tem o objetivo de captar um sinal de som através de um microfone, aplicar alguns filtros e amplificações com intuito de melhorar o sinal. O Arduino por sua vez será responsável pelo processamento digital do sinal, pela análise rápida de Fourier (FFT). Após o processo de FFT será possível visualizar o sinal deste som em um display, o analisador de espectro.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto foi dividido em três etapas, a fim de otimizar a execução do projeto.

A primeira etapa consiste no desenvolvimento do programa FFT, na qual, antes do desenvolvimento do código foi necessário pesquisar as bibliotecas com intuito de facilitar o desenvolvimento do programa, pois existem várias bibliotecas de transformada de Fourier e para isso o fórum do site Arduino foi de suma importância visto que o mesmo possui inúmeras bibliotecas disponíveis. As bibliotecas utilizadas para este desenvolvimento foram a `fix_fft` e também a `liquidcrystal`. A Figura 1 mostra a simulação do programa FFT.

Figura 1 – Simulação do programa FFT



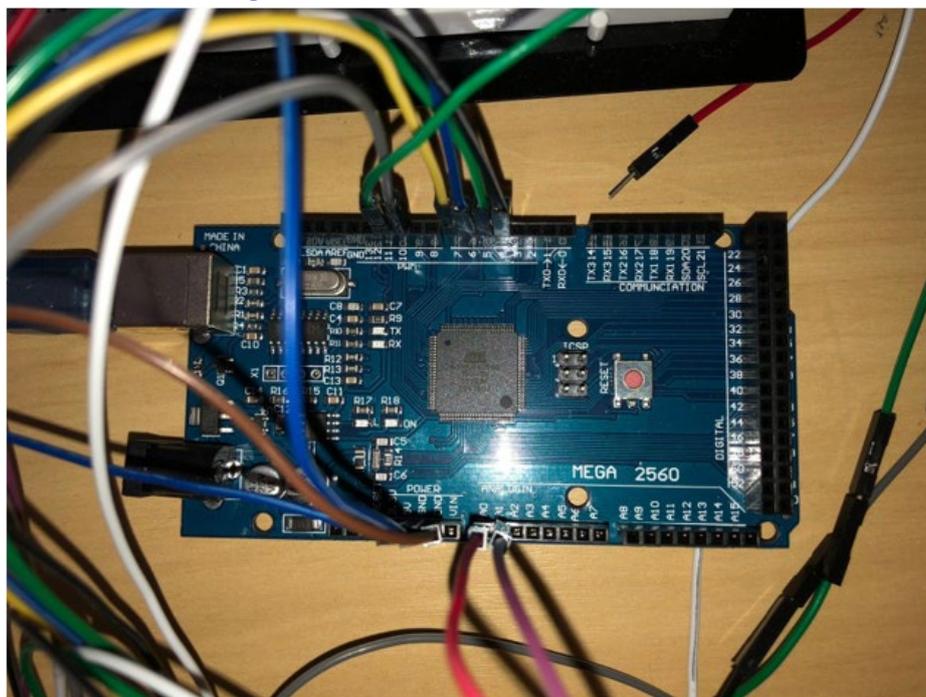
Fonte: Autoria própria (2021)

Já na segunda etapa, desenvolvimento do sistema de captação, realizou-se as simulações necessárias, a fim de economizar tempo e evitar erros durante a execução da montagem na protoboard, durante o processo foram verificados todos os erros e os possíveis erros, já que seria mais fácil corrigi-los antes da montagem do sistema de captação. Além disso, os componentes foram dimensionados tendo em mente os componentes disponíveis no mercado. A simulação do sistema de captação pode ser observada na Figura 2.

- Resistor 1kΩ;
- Resistor 2,2kΩ;
- Resistor 15kΩ;
- Resistor 56kΩ;
- Resistor 100kΩ;
- Resistor 120kΩ.

Após realizadas as duas etapas anteriores foi possível dar início a terceira etapa, a integração do sistema de captação com Arduino. Para isso foi realizada a junção dos sistemas através da montagem dos componentes em uma protoboard bem como a alimentação do circuito, a soldagem dos pinos que foram utilizados no LCD, ligação do Arduino junto com o display LCD, conexão da saída do circuito de captação nas entradas analógicas 0 e 1 do Arduino, conforme Figura 3. Também foram efetuados os ajustes dos potenciômetros visando maior ganho com menor ruído possível.

Figura 3 – Portas utilizadas no Arduino



Fonte: A autoria própria (2021)

Após finalizada a integração física dos sistemas e dos componentes se fez necessário o carregamento do código para a placa do Arduino, para isso foi utilizado o software Arduino IDE. As ondas sonoras, necessárias para os testes, foram geradas através do software Audacity.

RESULTADOS

Neste projeto foram utilizados testes de notas musicais com as suas respectivas frequências de áudio. As notas utilizadas foram: Dó (264Hz), Ré (297 Hz), Mi (330 Hz), Fá (352 Hz), Sol (396 Hz), Lá (440 Hz), Si (495 Hz), Dó oitava (528 Hz) e 1k Hz.

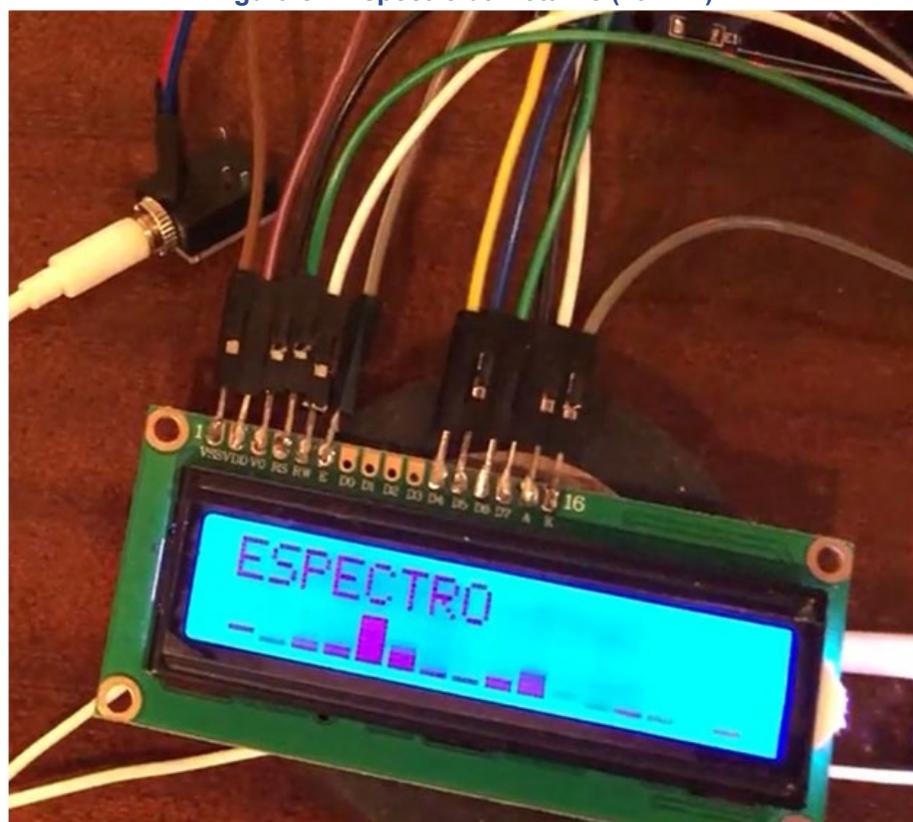
Pode-se observar os resultados obtidos conforme as Figuras abaixo:

Figura 4 – Espectro da nota Dó (264Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 5 – Espectro da nota Ré (297 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 6 – Espectro da nota Mi (330 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 7 – Espectro da nota Fá (352 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 8 – Espectro da nota Sol (396 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9 – Espectro da nota Lá (440 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 10 – Espectro da nota Si (495 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 11 – Espectro da nota Dó oitavado (528 Hz)



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 12 – Espectro de 1 kHz



Fonte: Autoria própria (2021)

O analisador de espectro deste projeto trabalha em uma faixa de valores de até 1 kHz, visto que trata-se apenas de notas musicais, sendo assim desnecessário a utilização de frequência maiores de 1kHz.

Com base nas figuras apresentadas é possível notar que com mudança progressiva da frequência das notas musicais houve um deslocamento para a direita no analisador de espectro, assim atestando a individualidade do espectro de cada nota musical.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que foram atendidos os objetivos do projeto. Além disso, observou-se que o sistema de captação estava funcionando de maneira adequada, assim como o programa da FFT e todas as ligações do LCD.

Observou-se durante o desenvolvimento do projeto que os sinais de áudio são extremamente sensíveis a ruídos e por isso o dimensionamento e a montagem correta do sistema de captação é crucial para um funcionamento mais eficiente e com o mínimo de ruído possível.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, Maria Amélia. ACIONAMENTO DE DISPOSITIVOS VIA DECODIFICAÇÃO DE SONS UTILIZANDO A TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER EM UM MICROCONTROLADOR. 2017. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

Organizador

Myller Augusto Santos Gomes

Avaliador de cursos de graduação presencial e à distância do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. Doutorado em andamento em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestrado em Gestão de Políticas Públicas Pela Universidade do Vale do Itajaí, Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão da Administração Pública pela Universidade Castelo Branco, graduação em bacharelado em Administração Pública pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e graduação em Gestão Empresarial pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente professor colaborador na Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Tem experiência na área de administração e engenharia de produção, com ênfase em relação Universidade-Empresa-Governo, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelos de relacionamento Universidade-Empresa-Governo, processo de transferência de tecnologia, gestão do conhecimento, políticas de compensação, políticas públicas, big data analytics, healthcare e análises antropotecnológicas.

Índice Remissivo

A

agregar 54, 62
agrícola 9, 10, 11, 12, 17, 18
agrícolas 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18
automação 58, 67, 79

B

Brasil 9, 20, 32, 64

C

cliente 54, 57, 59, 68
complexo 55, 59, 66, 67, 68, 70, 71, 75
consumo 10, 13, 15, 17, 57, 58
cost 9, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50
custo 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 46, 58, 60, 68, 70, 73, 75

D

data aggregator 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 49, 50
decisão 17, 56
decodificação 79
deficiência 21, 67
display 79, 82

E

empresa 9, 10, 11, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 28, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76
empresas 20, 21, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 70, 71, 72, 74
erros 20, 21, 24, 28, 29, 31, 32, 59, 80
espectro 78, 79, 87
estratégico 54, 56, 57, 63, 65, 71, 73

F

Família 2, 3
ferramentas 20, 21, 22, 24, 26, 32, 33, 54, 55, 57, 60, 61, 62, 69, 70
FFT 78, 79, 80, 87
Fourier 78, 79, 80

G

geração 67, 69
gestão 10, 19, 20, 21, 22, 23, 32, 33, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 76, 88
gestão ambiental 67

gestor industrial 63

I

industrial 37, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 63, 64

L

lean 66, 67, 70, 71, 75, 76

lubrificantes 10, 13, 14, 17

M

mangueira 9, 10, 11, 17

manutenção 9, 10, 11, 13, 14, 16, 54, 59, 64

maquinários 9, 11, 12, 14, 16

máquinas 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 56

MASP 23, 24, 27

melhoria continua 20, 21, 32, 55

mercado 17, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 68, 80

mercado competitivo 53, 56, 61, 63

microcontrolador 46, 79

minérios 66

mineroquímico 67, 70, 71, 75

model 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50

modelling 34, 35

monitoramento 19, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

mudanças 17, 20, 32, 56, 61, 62

N

negócio 10, 32, 33, 56, 58, 61, 62, 68, 70, 73

O

obras 19, 20, 21, 27, 28, 29, 31

optimization 19, 35, 36, 37, 39, 41, 43, 44, 50, 52

otimização 19, 21

P

Pareto 21, 25, 28, 32

PDCA 20, 21, 23, 24, 27, 32, 33, 55, 68

peças 22, 23, 24, 54, 57, 61, 62, 65, 71, 75

problem 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 49, 50, 52

processo 11, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 32, 54, 58, 59, 60, 62, 68, 69, 71, 72, 79, 80, 88

produção 9, 10, 11, 17, 54, 55, 56, 58, 59, 64, 68, 70, 75, 88

profissional 54, 55, 71

Q

qualidade 9, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 32, 33, 54, 57, 58,
59, 60, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 74, 75

R

reparos 11, 13, 16

responsabilidade 4

S

segurança 67, 68, 79

smart grids 34, 35, 36, 37, 39, 41, 45, 46, 48, 49, 50

smart meter 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 51

softwares 20

solution 34, 41, 43, 44, 49, 50

T

tecnologia 88

tomadas 17, 54, 55, 57, 61

TQC 20, 22, 32

trabalho 9, 11, 15, 20, 21, 32, 46, 55, 56, 57, 58, 59, 61,
62, 63, 67, 70, 71, 75

V

valores 9, 12, 14, 15, 31, 46, 54, 56, 87



AYA EDITORA
2022