

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

IGOR HENRIQUE DAVID SILVA

ABORDAGEM *LEAN SIX SIGMA* PARAMETRIZANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO
INDICADOR *OEE*: CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA DE RAÇÕES DA CIDADE DE
APUCARANA - PR

JANDAIA DO SUL

2023

IGOR HENRIQUE DAVID SILVA

ABORDAGEM *LEAN SIX SIGMA* PARAMETRIZANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO
INDICADOR *OEE*: CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA DE RAÇÕES DA CIDADE DE
APUCARANA - PR

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia, no
Curso de Graduação em Engenharia de Produção,
da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira

JANDAIA DO SUL

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DO CAMPUS JANDAIA DO SUL

S586a Silva, Igor Henrique David
Abordagem lean six sigma parametrizando a implementação do indicador OEE: caso em uma agroindústria de rações da cidade de Apucarana – PR / Igor Henrique David Silva. – Jandaia do Sul, 2023.
1 recurso on-line: PDF.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira.

1. OEE. Lean Six Sigma. 2. Gestão organizacional. 3. Gestão operacional. 4. Agroindústria. I. Oliveira, Prof. Dr. André Luiz Gazoli de. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 658.5

Bibliotecária: Neide Olga S. Paula – CRB 9/1477



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 105/2023/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: @INTERESSADOS_VIRGULA_ESPACO@

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: ABORDAGEM LEAN SIX SIGMA PARAMETRIZANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR OEE: CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA DE RAÇÕES DA CIDADE DE APUCARANA - PR

Autor(a): IGOR HENRIQUE DAVID SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

ANDRÉ LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA (Orientador)

GIANCARLO ALFONSO LOVÓN CANCHUMANI

WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, VICE-DIRETOR(A) DO CAMPUS AVANÇADO DE JANDAIA DO SUL - JA**, em 12/12/2023, às 09:42, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/12/2023, às 15:21, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GIANCARLO ALFONSO LOVON CANCHUMANI, COORDENADOR DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUCAO**, em 13/12/2023, às 16:23, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6269757** e o código CRC **1703CADD**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade que me deu no início do ano de poder enfrentar um novo desafio profissional, fundamental para que este trabalho pudesse ser desenvolvido no local e momento certos da minha vida, sempre me proporcionando saúde, proteção e confiança em todos os momentos.

Agradeço às três pessoas mais importantes da minha vida – minha mãe, meu pai e minha irmã – pelo apoio e admiração que reiteram ter por mim, me ajudando em inúmeros momentos de cansaço e dúvidas durante a conclusão do curso.

Não posso deixar de agradecer também aos amigos da UFPR Jandaia do Sul que levarei para o resto da vida, pessoas com quem eu pude confiar durante a trajetória, me auxiliando em inúmeros momentos.

Agradeço pela estadia na empresa Júnior Maximiza Consultoria, também essencial para minha formação profissional.

Por fim, afirmo que levarei para a vida todos os ensinamentos técnicos e pessoais que os professores da UFPR Jandaia do Sul me ofereceram, são e continuarão sendo extremamente úteis em minha trajetória. Em especial, agradeço ao Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira pelo apoio e direcionamentos durante o trabalho.

"Se você não fabricar um produto de qualidade, tudo o que você tem no final é um monte de erros caros."

Eliyahu Moshe Goldratt

RESUMO

O presente trabalho se propôs a implementar o indicador *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* em uma agroindústria de rações da cidade de Apucarana - PR e torná-lo parte dos procedimentos operacionais diários da fábrica através de ferramentas presentes na metodologia *Lean Six Sigma*. O indicador é caracterizado como sendo uma ferramenta utilizada industrialmente para a avaliação da eficiência de equipamentos e leva em consideração as variáveis Disponibilidade, Performance e Qualidade dos processos produtivos. A principal motivação para a realização da obra se deu pela possibilidade de interação entre o *OEE* e o *Lean Six Sigma*, algo não comum de acordo com a literatura acadêmica encontrada. Ademais, no contexto da organização, era considerado de bom grado o estabelecimento de uma métrica de eficiência fabril que englobasse o sistema como um todo e também separadamente cada uma de suas linhas de produção. Desta maneira, o trabalho seguiu as orientações para a construção de um estudo de caso, com pesquisa de cunho exploratório, aplicado e utilizando-se de dados qualitativos, o que impactou na formalização das seguintes etapas de desenvolvimento: Definição da estrutura conceitual-teórica, Planejamento de caso, Coleta de dados, Tabulação e Análise de dados e Construção dos resultados. Assim, o modelo desenvolvido para a gestão do *OEE* na fábrica trouxe resultados bastante satisfatórios à organização com relação à fácil inserção de suas metodologias no Sistema de Gestão da Qualidade já existente na empresa. Além disso, quanto à análise dos dados quantitativos coletados através dos métodos desenvolvidos, a pesquisa demonstrou que os principais motivos de redução da eficiência da planta industrial estudada foram: paradas para troca de produto, paradas devido a ociosidade de processos anteriores e perdas com reprocessos de finos. Tais causas foram demonstradas conforme a mensuração de seu índice *OEE* médio no período analisado (15 dias), com o qual foi obtido um valor de 68,69%, classificado entre mediano a bom.

Palavras-chave: *OEE*. *Lean Six Sigma*. Eficiência. Operacional. Agroindústria.

ABSTRACT

This study proposed to implement the industrial indicator Overall Equipment Effectiveness (OEE) in a pet food agroindustry located in Apucarana – PR, Brazil, with the aim of established it on the daily operational procedures of the factory using the Lean Six Sigma tools. The indicator is defined as a tool used in industries to avaliate the efficiency of the equipments and contains the variables Availability, Perfomance and Quality of the productive processes. The main motivation to implement the study has been the possibility to interact OEE and Lean Six Sigma, not common in the finded academic literature. In addition, in the studied factory the establishment of an efficiency metric to englobate the entire industrial plant and separately production lines too was considered a good ideia. In this way, the text structure has been guide to implement a case study with the characteristics of an exploratory reserach aplicated in a real case and modelated with a qualitative database. The following stages has been aplicated: Definition of a Conceptual-Theoretical Structuture, Case Planning, Data Collect, Data Analyze and Construction of Results. The developed model to manage OEE in the factory brought satisfactory results to the current Quality Management System used in the organization. Moreover, analyzing the quantitative database collected with the developed methods, has been possible demonstrate the main responsible reasons by reduces of industrial plant efficiency: timeouts with setup, timeouts per idleness of previous processes and losses with rework (specifically fine feed powder). This items has been showed in the mensuration of OEE medium index of the analyzed period (15 days) – the value 68.69% was recorded (classified between a median class and good class).

Keywords: OEE. Lean Six Sigma. Efficiency. Operational. Agroindustry.

LISTA DE EQUAÇÕES

$$TD = TP - \sum PQ - \sum PS \quad (1)$$

$$Disponibilidade = \frac{TD}{TP} \times 100\% \quad Disponibilidade = \frac{TD}{TP} \times 100\% \quad (2)$$

$$Performance = \frac{Q \times TC}{TD} \times 100\% \quad Performance = \frac{Q \times TC}{TD} \times 100\% \quad (3)$$

$$Qualidade = \frac{(Q - Q')}{Q} \times 100\% \quad Qualidade = \frac{(Q - Q')}{Q} \times 100\% \quad (4)$$

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (5)$$

$$Taxa de Processamento = \frac{1}{Tempo de Ciclo} \times Qualidade \quad (6)$$

$$OEE = \frac{Quant. Total Extrusada}{Taxa de Prod. Instantânea \times Tempo em operação} \times Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (7)$$

$$OEE = \frac{Tempo Programado}{24 horas + HE - TO - \sum SP - \sum MR} \times Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (8)$$

$$OEE = \frac{Tempo Trabalhado}{TP - PM - PD - \sum EE - \sum SE - \sum QU - \sum TR - \sum MP - \sum EN - \sum AG - \sum AR - \sum VA - \sum PP} \times Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (9)$$

$$OEE = \frac{Tempo com Processamento Lento}{TT - TE} \times Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (10)$$

$$OEE = \frac{Tempo com Processamento Além do Esperado}{(TT - TE) * -1} \times Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (11)$$

$$Tempo Equivalente = TT * Performance$$

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (12)$$

$$OEE = Disponibilidade \times \frac{QB - QR}{QB} = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (13)$$

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – VISÃO GERAL SOBRE O TRABALHO	17
FIGURA 2 – APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	20
FIGURA 3 – PLANEJAMENTO ORGANIZACIONAL	23
FIGURA 4 – EXEMPLO DE UMA MATRIZ SWOT	24
FIGURA 5 – EXEMPLOS DE MEDIDAS DA CAPACIDADE	28
FIGURA 6 – FATORES QUE ALTERAM O NÍVEL BÁSICO DE CAPACIDADE	29
FIGURA 7 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DOS KPI's	32
FIGURA 8 – OS PILARES DO <i>OEE</i>	34
FIGURA 9 – IMPLICAÇÕES DAS PERDAS PRODUTIVAS	37
FIGURA 10 – CÁLCULO DO <i>OTE</i>	40
FIGURA 11 – FLUXO DE INTERVENÇÕES LEAN E SIX SIGMA	43
FIGURA 12 – CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA QUANTO AOS PROCEDIMENTOS, A ABORDAGEM, OS OBJETIVOS E A NATUREZA	48
FIGURA 13 – ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS RAÇÕES	49
FIGURA 14 – VISÃO SISTÊMICA DO DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO	51
FIGURA 15 – VISUALIZAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO DE DADOS	55
FIGURA 16 – MATRIZ ESFORÇO <i>VERSUS</i> IMPACTO	59
FIGURA 17 – TABELA COM DADOS PARA <i>OEE</i> (VISÃO GERAL)	67
FIGURA 18 – TABELA COM DADOS PARA <i>OEE</i> (TEMPO PROGRAMADO)	68
FIGURA 19 – TABELA COM DADOS PARA <i>OEE</i> (TEMPO TRABALHADO)	68
FIGURA 20 – TABELA COM DADOS PARA <i>OEE</i> (TEMPO EQUIVALENTE)	69
FIGURA 21 – TABELA COM DADOS PARA <i>OEE</i> (TEMPO COM A PRODUÇÃO IDEAL)	70
FIGURA 22 – TABELA COM DADOS PARA <i>OEE</i> (VARIÁVEIS FINAIS)	70
FIGURA 23 – GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DO <i>OEE</i> (UM EQUIPAMENTO)	75
FIGURA 24 – GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DO <i>OEE</i> (GERAL)	76
FIGURA 25 – GRÁFICO PARA ANÁLISE DO <i>OEE</i> (GERAL)	77
FIGURA 26 – GRÁFICO PARA ANÁLISE DO <i>OEE</i> (UM EQUIPAMENTO)	78
FIGURA 27 – NOVAS PERSPECTIVAS PARA O <i>OEE</i> EM UMA VISÃO CTQ	81

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – EXEMPLO DE SUBDIVISÕES DO PLANEJAMENTO TÁTICO	24
QUADRO 2 – EXEMPLO DE SUBDIVISÕES DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL	25
QUADRO 3 – ESTRATÉGIAS PARA ALTERAÇÕES EM DEMANDA E CAPACIDADE (CONTINUA)	29
QUADRO 4 – PRINCÍPIOS PARA A CONCEPÇÃO DE PROCESSOS LEAN	41
QUADRO 5 – PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO <i>DMAIC</i>	44
QUADRO 6 – CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	51
QUADRO 7 – PROTOCOLO GLOBAL DE COLETA PARA AS VARIÁVEIS DO <i>OEE</i> (CONTINUA)	52
QUADRO 8 – DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA	56
QUADRO 9 – ESTRATIFICAÇÃO DOS DADOS	59
QUADRO 10 – FOLHA DE VERIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE COLETA	60
QUADRO 11 – AGRUPAMENTO DAS TAXAS MÉDIAS DE PROCESSAMENTO	63
QUADRO 12 – PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES DEVIDO À MEDIÇÃO VIA <i>OEE</i>	71
QUADRO 13 – RELATÓRIO <i>KAIZEN</i> DA IMPLEMENTAÇÃO DO <i>OEE</i> NA EMPRESA (CONTINUA)	78
QUADRO 14 – RESULTADOS ACADÊMICOS DA PESQUISA (CONTINUA)	80

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve e Control

ENAP – Escola Nacional de Administração Pública

ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção

GPT – Gestão do Posto de Trabalho

KPI – Key Performance Indicator

OEE – Overall Equipment Effectiveness

OFE – Overall Factory Effectiveness

OLE – Overall Line Effectiveness

OPE – Overall Plant Effectiveness

OTE – Overall Throughput Effectiveness

SEBRAE - Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas

SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TQC – Total Quality Control

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.3 JUSTIFICATIVA	18
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivo geral	19
1.4.1.1 Objetivos específicos	19
1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 PLANEJAMENTO ORGANIZACIONAL	21
2.1.1 Planejamento Estratégico	22
2.1.2 Planejamento Tático	23
2.1.3 Planejamento Operacional	24
2.1.3.1 Atividades Operacionais	25
2.2 GESTÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	26
2.2.1 Relação entre Capacidade e Demanda	27
2.2.1.1 Estratégias para combate à variabilidade	28
2.3 GESTÃO POR INDICADORES	30
2.3.1 <i>OEE</i> (Eficiência Global do Equipamento)	32
2.3.1.1 Atividades que agregam valor	34
2.3.1.2 Perdas de uma máquina	35
2.3.1.3 Cálculo e Avaliação do <i>OEE</i>	36
2.3.2 <i>OEE</i> de uma Planta Industrial	37
2.4 <i>LEAN SIX SIGMA</i>	40
2.4.1 Ciclo de Melhoria <i>DMAIC</i>	43
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO	44

3 MÉTODOS DE PESQUISA	46
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	46
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA	47
3.2.1 Problematização no contexto da empresa	48
3.3 PLANEJAMENTO DA PESQUISA	49
3.3.1 Fase 1 – Definição da estrutura conceitual-teórica (<i>Define</i>)	50
3.3.2 Fase 2 – Planejamento de caso (<i>Define</i>)	51
3.3.3 Fase 3 – Coleta de dados (<i>Measure</i>)	52
3.3.4 Fase 4 – Tabulação e análise de dados (<i>Analyze, Improve e Control</i>)	53
3.3.5 Fase 5 – Construção dos resultados	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 ANÁLISE DE AMBIENTE DIRECIONADA AO <i>OEE</i>	57
4.1.1 Compilação dos dados	57
4.1.2 Decomposição dos dados	58
4.1.3 Recomposição dos dados	60
4.2 ELABORAÇÃO DOS MÉTODOS DE COLETA PARA O <i>OEE</i>	61
4.2.1 Criação de um Procedimento para Coleta das Paradas de Produção	61
4.2.2 Realização de uma Cronometragem dos Processos Produtivos	62
4.2.3 Adaptação do Procedimento de Coleta das Quantidades Processadas	63
4.2.4 Adaptação do Procedimento de Coleta dos Resíduos e Reprocessos	65
4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS	65
4.3.1 Base de dados do <i>OEE</i>	66
4.3.2 Demonstração Visual do <i>OEE</i>	73
4.4 IMPLICAÇÕES E RESULTADOS	78
4.4.1 Gestão Estratégica do <i>OEE</i> na Empresa	78
4.4.2 Resultados acadêmicos da pesquisa	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

5.1 Recomendações para trabalhos futuros	82
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A	92
ANEXO A – FRQ-080 (DIÁRIO DE BORDO DO EQUIPAMENTO)	94
ANEXO B – MANUAL OPERACIONAL PARA PREENCHIMENTO DA FRQ-080	96
ANEXO C – CRONOMETRAGENS DOS RESFRIADORES/ENGORDURADORES	97
ANEXO D – CRONOMETRAGENS DOS ENSAQUES	98
ANEXO E – FRQ-020 (MONITORAMENTO DO PROCESSO DE EXTRUSÃO/SECAGEM)	99
ANEXO F – FRQ-025 (MONITORAMENTO DO PROCESSO DO ENGORDURADOR)	100
ANEXO G – FRQ-023 (MONITORAMENTO DO PROCESSO DE ENSAQUE)	101
ANEXO H – MANUAL OPERACIONAL PARA APONTAMENTO DE RESÍDUOS E REPROCESSOS NO PROCESSO DE EXTRUSÃO/SECAGEM	102
ANEXO I – MANUAL OPERACIONAL PARA APONTAMENTO DE RESÍDUOS E REPROCESSOS NO PROCESSO DO ENGORDURADOR	103
ANEXO J – MANUAL OPERACIONAL PARA APONTAMENTO DE RESÍDUOS E REPROCESSOS NO PROCESSO DE ENSAQUE	104
ANEXO K – AGRUPAMENTO DE RESULTADOS DO OEE	105

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Conforme cita Oliveira (2018), entende-se o Planejamento Organizacional de uma empresa como uma grande representação sistemática de informações, composta por decisões tomadas a partir de dados presentes no momento de análise. Além disso, tais resoluções objetivam preencher lacunas de melhoria, as quais, ao serem criteriosamente examinadas, surgem como esperançosas ideias que trarão impactos positivos para a organização em um tempo futuro. Assim, buscando direcionar análises específicas de planejamento para cada um dos macroprocessos presentes no sistema mencionado, foram surgindo com o tempo diferentes perspectivas de estruturação destas decisões e seus níveis de impacto. Entre elas estão as soluções pensadas para os processos fabris, sendo que, para cada categorização, as soluções partem de níveis estratégicos, posteriormente táticos e chegam ao grau operacional. Neste, são desenvolvidas atividades com metas a curto prazo e foco na implantação prática, fazendo com que documentos e indicações feitas à mão tornem-se geralmente os meios mais ágeis para alcançar determinadas finalidades (GUAZZELLI; XARÃO, 2018).

Isto significa que o desenvolvimento da presente obra está completamente inserido nas atividades da gerência de produção da fábrica em questão (uma agroindústria de rações da cidade de Apucarana – PR), a nível de Planejamento Operacional, e também nos deveres de controle repassados aos próprios operadores do processo. Com isto, também tratada como cerne do estudo, há uma outra questão que relaciona o domínio das informações do sistema por parte destes operários e as obrigações que possuem durante o expediente, especialmente com relação ao fornecimento dos dados periódicos produtivos. Esta prática dá autonomia a trabalhadores que, usualmente, ainda possuem pouca familiaridade quanto à utilização de documentações digitais, confirmando a ideia de que o Planejamento Operacional concentra seus esforços no meio prático para alcançar os objetivos traçados.

Para isso, de forma a desenvolver atividades especialmente voltadas ao meio operacional da agroindústria em questão, uma área amplamente difundida no meio da Gestão de Produção é utilizada para a construção da pesquisa: a Gestão por Indicadores (com grandes inserções voltadas à Gestão à Vista). Esta última,

direcionada a ideias de administração acessíveis em negócios no geral, pode ser definida como “[...] uma forma de comunicação que pode ser observada por qualquer trabalhador em uma determinada área, ou qualquer um que possa visualizá-la.” (MORAES, 2021, p. 7). De certa forma, há uma concordância entre tal afirmação e a ideia de que a visualização de indicadores auxilia em tomadas de decisão mais aceleradas, principalmente do ponto de vista dos gestores, assim como descreve Caldeira (2012).

Posto isso, os meios de comunicação que entremeiam as informações trazidas pelos indicadores transitam entre físicos, com o emprego de variados tipos de sinalizações palpáveis, e digitais, inclusive com a utilização de ferramentas eletrônicas para, por exemplo, controle estatístico das atividades desenvolvidas. Isso demonstra a ideia de adaptabilidade e foco em transpassar os principais dados do sistema a qualquer um dos envolvidos, assim como tem por objetivo a Gestão por Indicadores e a Gestão à Vista.

Logo, almejando a adequação de um tema que represente, entre outros aspectos, características que transitem entre a Gestão Visual, Gestão por Indicadores e o controle operacional do chão de fábrica em sua forma prática, mais um recorte ao tema é empregado: a Gestão da Capacidade. Com ela, são trazidos à tona os desdobramentos gerados pela relação entre capacidade produtiva e atendimento integral da demanda, temática universal da Gestão de Produção. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018, p. 389), essa Capacidade é definida como “o nível máximo de atividade de valor agregado em um período de tempo que o processo pode atingir sob condições operacionais normais. ”.

De forma ainda mais específica, buscando expor um conteúdo que represente os conceitos previamente citados e também possa ser adequada ao formato de um indicador relevante para a fábrica, o *OEE* (Eficiência Global do Equipamento) apresenta-se como uma boa alternativa no que tange à possibilidade de aplicação e consequentes melhorias no processo. Deste modo, já definido como indicador desde sua essência, o *OEE* é uma métrica que centraliza informações referentes especialmente a análises do maquinário utilizado por uma empresa. Isto significa que, na abordagem, outros componentes de um sistema produtivo (como, por exemplo, observações a respeito da utilização de pessoas, matérias-primas, procedimentos, tipos de produtos e entre outros) também são considerados na análise, mas somente de maneira secundária, tendo a máquina como principal instrumento de investigação

a partir de três principais perspectivas onde possam estar ocorrendo falhas: disponibilidade, performance e qualidade.

Com relação ao surgimento histórico do indicador *OEE* transcrito preliminarmente, de acordo com Silva (2013, p. 4),

O *OEE* teve origem na *TPM – Total Productive Maintenance*, parte integrante do *TPS – Toyota Production System* e o seu criador, Seiichi Nakajima, desenvolveu-o como meio de quantificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos.

Sendo assim, de forma a recapitular todos os pontos expostos anteriormente, o trabalho basicamente leva em sua essência a ideia de fornecer à organização todo o potencial que a ferramenta *OEE* pode trazer à análise do processo, tendo, para isso, a ideia de estruturar sua implementação e proporcionar uma gestão visual do indicador de fácil entendimento para todos os envolvidos nas decisões operacionais da fábrica.

FIGURA 1 – VISÃO GERAL SOBRE O TRABALHO



FONTE: Autor (2023)

Além disso, todos os temas presentes no desenvolvimento estão unidos através de uma abordagem que engloba a metodologia *Lean Six Sigma* e o método *DMAIC*, os quais possuem como principal função servir como uma perspectiva orientada à implementação do indicador *OEE*. Inclusive, segundo Werkema (2011), o

Lean Six Sigma é concebido através de uma junção entre as metodologias *Lean* e *Six Sigma*, as quais, se utilizadas isoladamente, não possuem a mesma eficácia quando comparadas aos resultados gerados pela junção entre as partes.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A implementação do indicador *OEE* orientada e esquematizada através das definições-chaves do *Lean Six Sigma* pode ser algo capaz de detectar adversidades em um processo produtivo agroindustrial por batelada e demonstrar isso de uma maneira visual/prática aos envolvidos na ação?

1.3 JUSTIFICATIVA

O trabalho traz determinadas contribuições relevantes para o contexto acadêmico e profissional em que está inserido, e isto inclui basicamente a junção entre temas da área de Engenharia de Produção que habitualmente são utilizados de forma separada, ideia esta exemplificada ao decorrer do tópico.

De maneira particular, a afirmação repassada há pouco trata da ligação entre as áreas *Lean Six Sigma* e Gestão da Capacidade que a obra traz, e mais especificamente quando se trata do indicador *OEE*. Essa ação objetiva extrair os mais relevantes conceitos e ferramentas presentes no Ciclo *DMAIC*, o qual faz parte da conceituação histórica do *Lean Six Sigma*, para que sejam fundamentais na implementação do citado indicador.

Inclusive, uma das mais valorizadas funções do Ciclo *DMAIC* é a de conseguir auxiliar na priorização das melhores ideias para as desejadas melhorias nos processos, as quais referem-se essencialmente a concepções que necessitem de menores esforços e causem maiores impactos financeiros na organização. Isso, de certa maneira, pode ser enquadrado perante os objetivos buscados pela mensuração do *OEE*, e também ajuda a avaliar a importância de uma Gestão por Indicadores que faça sentido, conforme diz Júnior (2021, p.19),

É comum ouvirmos dizer que aquilo que não é medido não pode ser controlado. Nesse contexto, os indicadores exercem um papel muito importante para as ações de melhoria, porém, se estiverem isolados não representarão nada para os gestores.

Assim, buscando demonstrar a diferenciação que o texto traz em comparação a outras contribuições na área em questão, podem ser tomadas como referência de análise a listagem de artigos apresentada anualmente ao ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção). Eles apontam para uma baixa frequência de utilização em conjunto entre *Lean Six Sigma* e o indicador *OEE* no meio industrial, sendo que, durante as últimas cinco edições, as quais se estendem do ano de 2018 até 2022, nenhuma publicação envolvendo a citada junção entre os temas foi veiculada.

Além desta questão, colaborar com a área da Gestão da Produção voltada ao Agronegócio também é um ponto importante de contribuição do trabalho, já que, como citam Zuin e Queiróz (2019), o ramo ainda carece de estudos específicos e menos simplificados voltados à Gestão da Capacidade e Gestão da Demanda. Ademais, em um outro âmbito, conseguir implementar o *OEE* em uma agroindústria que apresenta um fluxo de produção por batelada, como é o caso do ramo de rações, também enriquecerá o catálogo de leituras sobre os temas, tendo em vista que a maioria das pesquisas aplicadas utilizando o indicador possuem como objeto de análise um sistema de produção que opera produtos unitários divisíveis desde o início do processo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Implementar um modelo de gestão do *OEE* (*Overall Equipment Effectiveness*) através do *Lean Six Sigma*.

1.4.1.1 Objetivos específicos

Estes são os objetivos específicos do trabalho:

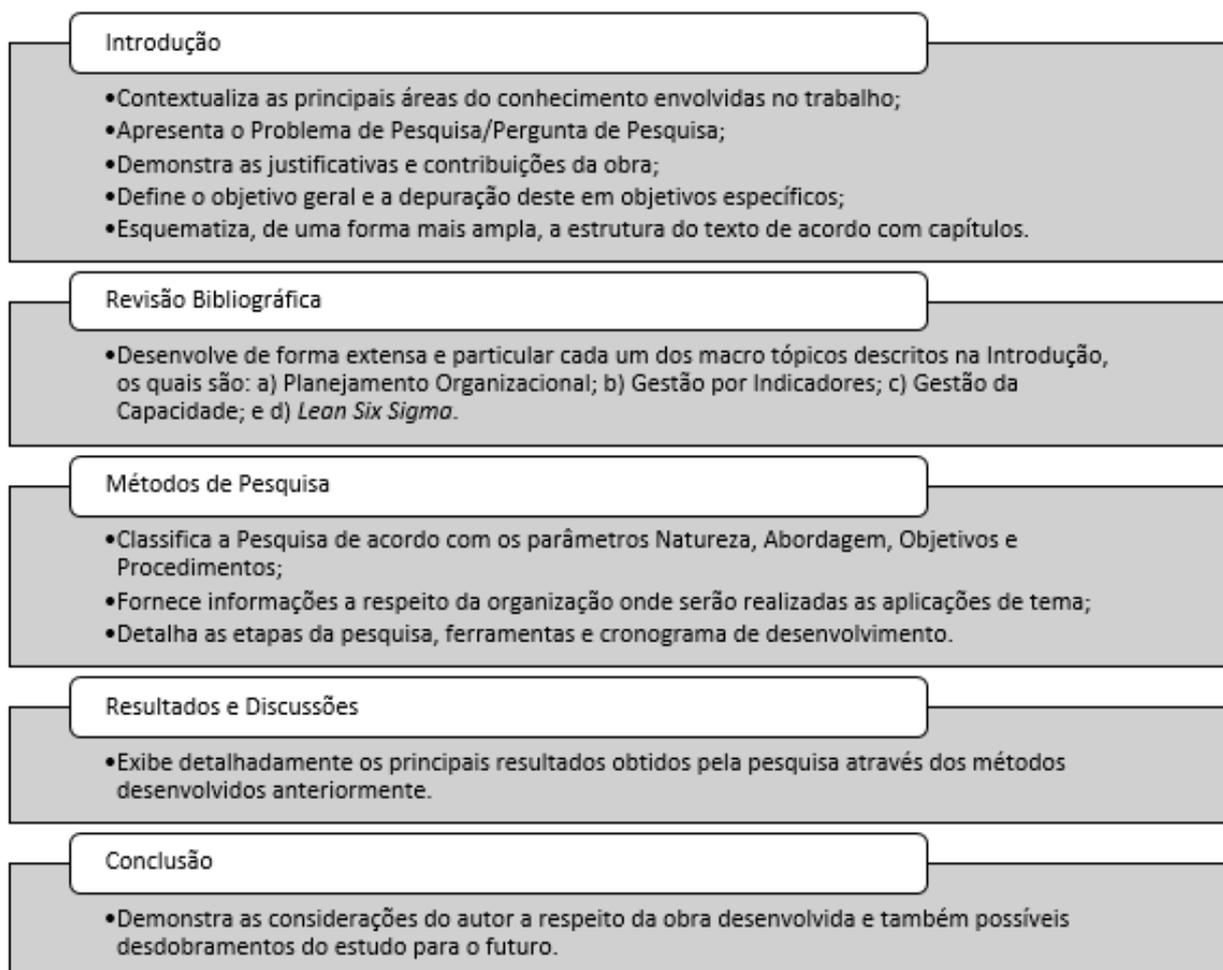
1. Identificar quais atividades limitam a capacidade geral de produção da planta industrial;
2. Propor métodos de coleta e tabulação de dados para o *OEE* que sejam intuitivos e perdurem na organização;
3. Mensurar as variáveis disponibilidade, performance, qualidade e o próprio *OEE* referentes a cada uma das máquinas do processo estudado no recorte temporal definido;

4. Definir um método apropriado para o cálculo de um índice *OEE* que englobe uma planta industrial por completo e, conseqüentemente, a interação entre os índices *OEE* individuais de cada máquina pré-calculados.

1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A monografia é composta pelos seguintes capítulos (Figura 2):

FIGURA 2 – APRESENTAÇÃO DO TRABALHO



FONTE: Autor (2023).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir serão destrinchadas as macro áreas do conhecimento que possuem pertinentes ligações com os objetivos do trabalho e o problema de pesquisa o qual ele busca solucionar. Os conteúdos aqui listados servirão para nortear a pesquisa e fornecer base para a criação e sustentação de argumentos ao longo da obra, tendo em vista que estão inseridos no contexto técnico necessário para tais ações.

2.1 PLANEJAMENTO ORGANIZACIONAL

O Planejamento Organizacional corresponde à totalidade de reflexões e ações que são realizadas integrando-se três etapas distintas e respectivamente hierárquicas de planejamento em uma organização, as quais, conforme cita Zapelini (2010), são: Planejamento Estratégico, Planejamento Tático e Planejamento Operacional.

Assim, ao assumir esta abordagem como norteadora, o foco inicial da empresa deve estar em desenvolver suas próprias Diretrizes Organizacionais, sendo estas a Missão, a Visão e seus Valores. Estes elementos, apesar de poderem ser alterados ao longo do tempo, formam a chamada Identidade Organizacional e fundamentam qualquer atividade do negócio (CRUZ, 2018).

Além disso, as organizações planejam suas atividades tendo como parâmetro um determinado horizonte de tempo, sendo que a cada delimitação temporal dá-se o nome de ciclo. Tais períodos, segundo Baggio e Lampert (2010), são chamados de Ciclos da Gestão Organizacional e compreendem atividades únicas de planejamento, organização, liderança, execução, acompanhamento e avaliação para cada época.

Desta forma, a parametrização do planejamento através dos ciclos também ajuda a entender outra questão. Isto somente ocorre de tal maneira em função da obrigatoriedade de mudanças e adaptações as quais as organizações devem passar para se adequar ao mercado de consumo em que estão inseridos, algo que se altera de tempos em tempos. Contudo, a identidade deve ser mantida, e o objetivo da primeira etapa citada – Planejamento Estratégico – é justamente situar a empresa em seu contexto externo mantendo as diretrizes advindas da Identidade Organizacional (BLEGGI, 2009).

A Figura 3 ilustra a hierarquia e formação dos diferentes níveis de planejamento em uma organização:

FIGURA 3 – PLANEJAMENTO ORGANIZACIONAL



FONTE: Adaptado de Bleggi (2009).

2.1.1 Planejamento Estratégico

O Planejamento Estratégico, assim como citado no tópico 2.1, refere-se à uma etapa que busca adequar pensamentos que fundamentam a existência da organização com relação a acontecimentos do mercado. Oliveira (2018, p. 17) descreve o principal foco da atividade como sendo buscar um “[...] otimizado grau de interação com os fatores externos – não controláveis – e atuando de forma inovadora e diferenciada. ”.

Para que a ação seja possível, Cruz (2017) propõe uma sequência de realizações baseada na Metodologia Hoshin Kanri. Ela corresponde à utilização da abordagem *SWOT*, exemplificada na Figura 4, que confronta as atividades da empresa com o mercado, e também de formulários práticos que visam transcrever os objetivos refletidos.

FIGURA 4 – EXEMPLO DE UMA MATRIZ SWOT

		AMBIENTE EXTERNO	OPORTUNIDADES				AMEAÇAS			
AMBIENTE INTERNO	OPORTUNIDADES E AMEAÇAS		Ascensão da classe baixa ao mercado	Aumento da demanda na classe A	Mercados dos competidores com dificuldades financeiras	Mercados dos países vizinhos	Integração dos fornecedores para frente	Alteração da macroeconomia	Entrada de players estrangeiros	Produto substituto
	FORÇAS E FRAQUEZAS									
FORÇAS	Lembrança da marca									
	Sistema de produção com atualização tecnológica									
	Líder no mercado nacional									
	Facilidade de acesso ao crédito									
FRAQUEZAS	Pequeno portfólio de produtos									
	Demora no ciclo de desenvolvimento de produto									
	Gestão fortemente ligada ao fundador									
	Dificuldade para o desenvolvimento de fornecedores locais									

FONTE: Fernandes (2012).

Tais execuções são necessárias visando uma implantação que faça sentido a cada um dos departamentos da organização, independentemente do grau quanto ao organograma. Assim, é possível afirmar que esta implantação dificilmente ocorrerá de forma independente da formulação, isto é, raramente as ações presentes no plano estratégico serão executadas por pessoas que não participaram minimamente do processo de planejamento (ANDION; FAVA, 2002).

2.1.2 Planejamento Tático

A partir da ideia desenvolvida anteriormente, o fluxo de informações referente à estrutura de um Planejamento Organizacional transcorre para uma etapa subsequente, o Planejamento Tático. Este ciclo do planejamento, de acordo com Chiavenato (2020), foca em analisar as informações generalistas e amplas advindas do Planejamento Estratégico e as interpreta conforme as necessidades específicas de cada função departamental, principalmente com relação a demanda de mão de obra, recursos e máquinas/equipamentos. O Quadro 1 demonstra o que foi relatado:

QUADRO 1 – EXEMPLO DE SUBDIVISÕES DO PLANEJAMENTO TÁTICO

Tática de Vendas	Tática de Finanças	Tática de Produção	Tática de Recursos Humanos	Tática de Informações
------------------	--------------------	--------------------	----------------------------	-----------------------

Planejamento mercadológico	Planejamento financeiro	Planejamento da produção	Planejamento de recursos humanos	Planejamento o informacional
----------------------------	-------------------------	--------------------------	----------------------------------	------------------------------

FONTE: Adaptado de Filho e Machado¹ (1979 adaptado por Oliveira (2018)).

Além disso, segundo Santos (2021), o Planejamento de nível tático possui grande importância de transformação nas instituições justamente por apresentar um acompanhamento mais detalhado com relação a seus objetivos, já que as avaliações quanto a isso são realizadas com maior frequência.

2.1.3 Planejamento Operacional

De maneira a destrinchar ainda mais as metas estabelecidas no nível de planejamento tático, o Planejamento Operacional manifesta-se como a continuação do processo decisório, porém, desta vez, contando com um horizonte de tempo de execução bastante encurtado. Inclusive, Bueno (2003, p. 36) profere o seguinte: “No planejamento operacional são definidos as atividades e os meios necessários para suas execuções [...]” (referindo-se às execuções propostas pelo Planejamento Tático, o anterior).

Dado isso, algumas outras características referentes ao Planejamento Operacional podem ser elencadas: a) plano totalmente quantitativo/mensurável; b) foco em servir como uma orientação prática; c) melhorar, no exercício diário da operação, a eficiência do processo (FISCHMANN; ALMEIDA, 2018).

Por fim, a divisão das ações de maneira departamental segue a distribuição estabelecida perante o Planejamento Tático, sendo que, desta vez, existem as parcelas operacionais nas quais pode-se inferir uma busca por formalização das ideias anteriormente estruturadas em documentos. Conforme Fischmann e Almeida (2018), esta associação pode ser feita devido à utilização do termo “plano” em contraposto com a expressão “planejamento”, o que é demonstrado no Quadro 2:

¹ FILHO, P. V.; MACHADO, A. M. V. **Planejamento estratégico: formulação, implementação e controle**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979

QUADRO 2 – EXEMPLO DE SUBDIVISÕES DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL

Planejamento mercadológico	Planejamento financeiro	Planejamento da produção	Planejamento de recursos humanos	Planejamento informacional
----------------------------	-------------------------	--------------------------	----------------------------------	----------------------------

Plano de preços e produtos	Plano de despesas	Plano da capacidade de produção	Plano de recrutamento e seleção	Plano diretor de sistemas
Plano de promoção	Plano de investimentos	Plano do controle de qualidade	Plano de treinamento	Plano de estrutura organizacional
Plano de vendas	Plano de compras	Plano de estoques	Plano de cargos e salários	Plano de rotinas administrativas
Plano de distribuição	Plano de fluxo de caixa	Plano de utilização de mão de obra	Plano de promoções	Plano de informações gerenciais
Plano de pesquisas de mercado	Plano orçamentário	Plano de expedição de produtos	Plano de capacitação interna	Plano de comunicações

FONTE: Adaptado de Filho e Machado² (1979 adaptado por Oliveira (2018)).

2.1.3.1 Atividades Operacionais

Entendendo o Planejamento Organizacional e seus ciclos contínuos como um grande processo composto por determinadas atividades, é possível dizer que nem todos os esforços estão concentrados somente em tarefas que projetam mudanças. De acordo com a Escola Nacional de Administração Pública - ENAP (2016), as funções gerenciáveis em um processo são basicamente: a) planejamento de melhorias; b) execução/gestão; c) controle/tomada de decisão.

Conseqüentemente, o meio operacional possui suas próprias funcionalidades, chamadas de atividades operacionais, as quais possuem basicamente os mesmos objetivos de gerência dos processos citados no tópico 2.1, porém, nesta ocasião focando em otimizar e apresentar a melhor configuração para a utilização de ativos e custos sempre de maneira lucrativa ao sistema. Souza, Jukinheski e Camargo (2015, p. 4) definem, entre outros aspectos, a função do custo operacional como:

² FILHO, P. V.; MACHADO, A. M. V. **Planejamento estratégico: formulação, implementação e controle**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979

Auxílio no controle, onde estaria responsável pelo fornecimento de informações, sendo estas utilizadas para estabelecimento de padrões, orçamentos e outras formas de previsão, e posteriormente acompanhamento, para assegurar que a produção esteja atingindo os valores previstos.

Desta forma, a nota anteriormente citada deixa implícito o conceito da atividade de gestão, também comentada anteriormente. A denominada gestão operacional traz em seu conceito a utilização de modelos, técnicas e ferramentas para apoiar decisões de planejamentos operacionais e também para programar atividades operacionais (BUENO, 2003).

2.2 GESTÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

Assim como descrito no Quadro 2, o qual exemplifica alguns dos principais focos dos tipos de planejamento tático e suas subdivisões operacionais, o Planejamento da Produção tem em sua composição uma dimensão de estudo com enfoque na estruturação da Gestão da Capacidade de Produção. Esta atividade busca, em sua essência, atender às necessidades dos clientes através da gestão de todos os recursos envolvidos diretamente com a produção, focando em manter ou elevar a eficiência destes meios (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

Chiavenato (2022) define ainda uma diferença entre o que de fato é Capacidade de Produção e o que pode ser indicado como sendo a Capacidade Instalada. Esta última refere-se aos dados estáticos de capacidade máxima que cada fabricante dos equipamentos utilizados fornece, já a primeira relaciona-se com a combinação entre a utilização dos maquinários e de outros recursos do sistema, como matérias-primas, pessoas e capitais financeiros, formando, assim, dados máximos de produção perante cada contexto.

Desta maneira, conceitos para melhor adaptação ao contexto industrial podem ser criados na tentativa de mensurar os dados de capacidade frente à complexidade de um processo. Para isso, assim como descreve Batalha (2019), as medidas de taxa de saída ou tempo de ciclo de cada subsistema (sendo estes os parâmetros globais da Capacidade) podem ser expressos através de uma generalização por famílias de produtos com processos semelhantes, em que, para isso, são levados em conta fatores como tempo de processamento de cada tipo de elemento e volume de produção em cada centro de trabalho. A Figura 5 exemplifica algumas medidas de capacidade via taxa de saída:

FIGURA 5 – EXEMPLOS DE MEDIDAS DA CAPACIDADE

Tipo de empresa	Indicadores de capacidade
Restaurante fast food	Clientes por hora
Cervejaria	Barris de cerveja por ano
Fábrica de papel	Tonelada de papel por ano
Sistema de reservas por telefones	Chamadas telefônicas por hora
Linha de montagem	Carros por horas

FONTE: Lobo (2010).

Ademais, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018, p. 425) descrevem que “O sucesso da gestão da capacidade física é geralmente medido por alguma combinação de custos, faturamento, capital de giro e satisfação do cliente [...]”. Os autores, porém, ainda citam que, a longo prazo, apenas melhorias na eficiência do processo podem não ser suficientes para expansões nos ganhos, tendo, para isso, que expandir de fato a capacidade dos meios.

2.2.1 Relação entre Capacidade e Demanda

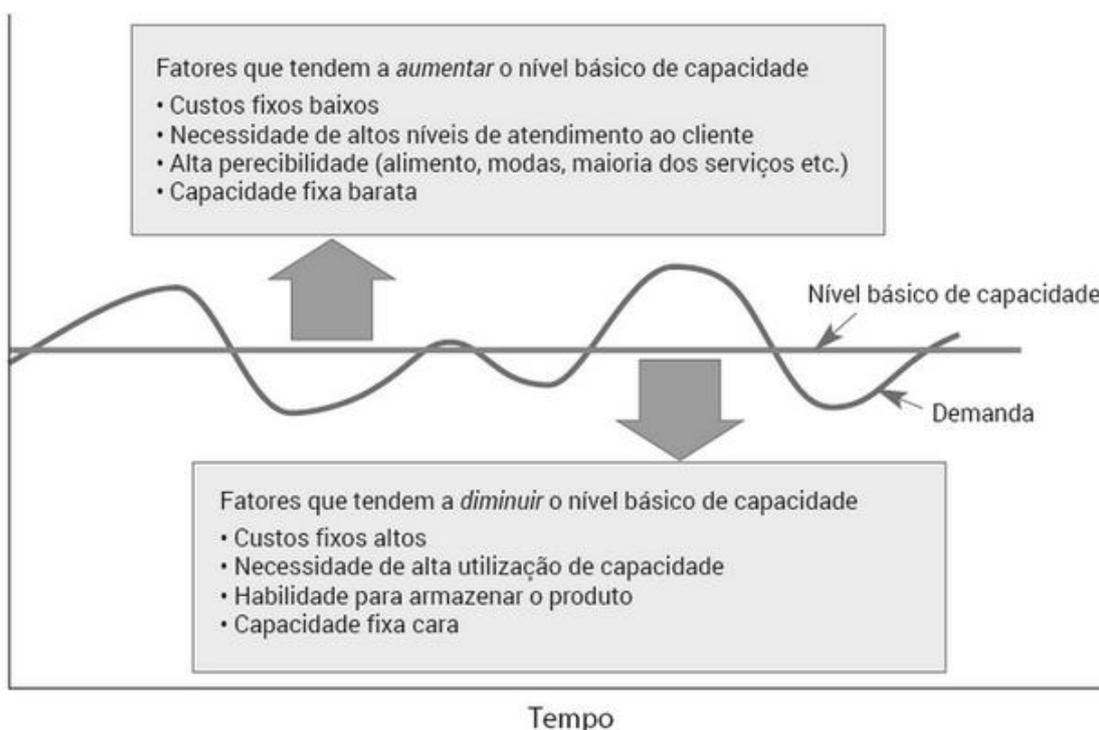
Tal como descrito no tópico 2.2, a Gestão da Capacidade possui como principal justificativa a ideia de atender às necessidades dos clientes, o que pode ser entendido, de maneira mais específica, como a representação da Gestão da Demanda de pedidos referentes a produtos ou serviços. Esta atividade é representada pela coordenação das “[...] quantidades obtidas a partir das informações provenientes das previsões da vendas [sic] e/ou dos pedidos efetuados pelos clientes – geralmente chamados de “pedidos firmes”. ” (ANTUNES, 2011, p. 168).

Desta forma, para que os esforços em gerir Capacidade e Demanda estejam alinhados com o programa de produção da organização, há primeiramente a inserção da estratégia denominada Planejamento Agregado. Chamado também de Planejamento grosseiro dos recursos pelo autor Wiekenke (2008), ele é tratado como uma estratégia de decisão produtiva que tem como objetivo demonstrar, de início, se é ou não possível produzir todas as peças e produtos finais requeridos de acordo com a demanda. Para isso, é utilizada a já citada técnica de agregação de produtos por famílias (Tópico 2.2), o que infelizmente gera uma aproximação com relação aos dados e valores monetários, porém, torna a etapa viável financeiramente.

Por conseguinte, essa experimentação acaba gerando um nível básico de capacidade, o qual pode ser entendido como um determinado valor que, em grande

parte das vezes, será capaz de atender à demanda do período, já que é estável. Tendo isso, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) definem como importante questão a maneira como esse valor de nível básico de capacidade será contraposto com as flutuações de demanda, entendendo em quais momentos é possível flexibilizá-lo e em quais são demandados esforços maiores, ajustando-o. Conforme exposto, a Figura 6 detalha aspectos que influenciam nesta flexibilização:

FIGURA 6 – FATORES QUE ALTERAM O NÍVEL BÁSICO DE CAPACIDADE



FONTE: Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018).

2.2.1.1 Estratégias para combate à variabilidade

Ao entender quais são os principais motivos de variação nos níveis de capacidade e também de que forma isso está relacionado com a demanda e suas próprias alternâncias (as quais são muito mais recorrentes), um novo ponto passa a ser o enfoque da discussão: as estratégias de combate às mudanças. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), três principais caminhos podem ser tomados a partir disso:

1. Plano de capacidade constante (manter o nível de capacidade sem alteração, ora gerando alto nível de estoque, ora diminuindo o volume armazenado em períodos de alta demanda);

2. Plano de acompanhamento da demanda (alterar nível de capacidade – aumentá-lo ou diminuí-lo – de acordo com a demanda);
3. Plano de gestão da demanda (manter o nível de capacidade sem alteração, porém, tentando alterar a outra variável do sistema, a demanda).

De forma ainda mais específica, Marmo (2018) descreve uma série de atividades práticas que exemplificam como as alterações na capacidade ou na demanda podem ser realizadas, conforme o Quadro 3:

QUADRO 3 – ESTRATÉGIAS PARA ALTERAÇÕES EM DEMANDA E CAPACIDADE
(CONTINUA)

Práticas de gerenciamento da demanda	Práticas de gerenciamento da capacidade
Desenvolver demanda fora de pico	Aumentar ou reduzir o nível de serviço prestado
Desenvolver produtos/serviços complementares	Completar ou postergar atividades não essenciais
Aumento/diminuição do preço de venda	Compartilhar a capacidade entre produtos/serviços
Criação de sistemas de reserva e agendamento	Utilizar contratos de trabalho em regime de tempo parcial
Alocar ofertas para os clientes certos em momentos exatos	Aumento da participação dos clientes

QUADRO 3 – ESTRATÉGIAS PARA ALTERAÇÕES EM DEMANDA E CAPACIDADE (CONCLUSÃO)

Práticas de gerenciamento da demanda	Práticas de gerenciamento da capacidade
---	--

Diferenciação dos produtos/serviços	Permissão de espera pelos clientes
Informar e educar os clientes	Recusa de clientes (saturação da capacidade)

FONTE: Adaptado de Marmo (2018).

2.3 GESTÃO POR INDICADORES

A Gestão por Indicadores traz consigo primeiramente a ideia de criar um sistema de apoio ao Planejamento Organizacional, contudo, focando desta vez em organizar as normas para as medições. Ela funciona como o meio de ligação entre o desempenho/momento atual da organização e as metas e objetivos estabelecidos durante qualquer uma das fases do planejamento citado, isto é, verifica se estão sendo cumpridos. Para Barreto e Saraiva (2019, p. 122),

Para saber se os objetivos estratégicos estão sendo atingidos, é preciso que a empresa adote um conjunto de indicadores, variáveis ou medidas de desempenho, que devem estar voltados para elementos que são relevantes para o sucesso da empresa.

Deste modo, a concepção do que é “relevante” ao processo é tratada como a principal questão, e é justamente em razão disso que os indicadores mais importantes são denominados de *KPI's* (Indicadores Chaves de Performance). Através de estratégias de priorização, eles forçam os gestores a focarem nos objetivos mais pertinentes e não se distraírem com uma grande quantidade de dados irrelevantes (ENDEAVOR, 2015).

Desse modo, de acordo com Caldeira (2012), a principal função de tais indicadores é apurar o nível de realização de determinadas atividades e fornecer, com isso, comparações destas informações com as metas estabelecidas ou até dados anteriores. Também é destacada a escolha por métodos de medição objetivos e baseados em dados quantitativos, deixando de lado a subjetividade no que diz respeito às avaliações de desempenho.

Ferreira (2021) afirma que tais indicadores estão inseridos no sistema de controle de gestão da organização e também apresenta uma diferenciação entre dois tipos deles:

1. Indicadores Direcionadores:

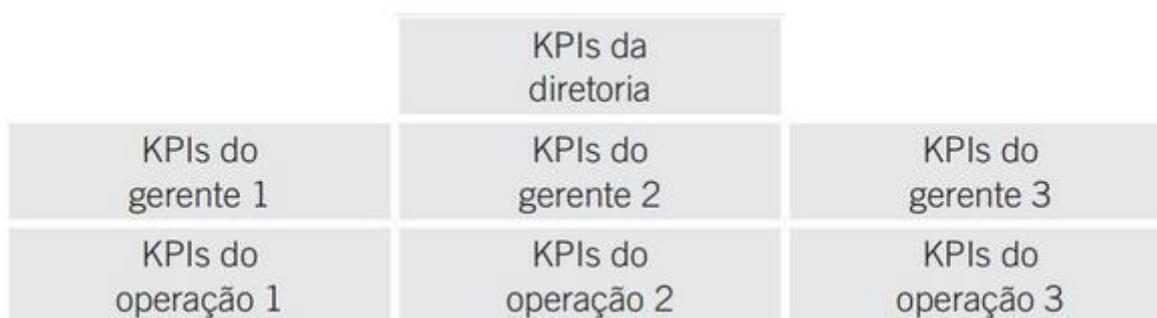
- Foco na eficiência do processo;
- Monitoração constante durante a execução;
- Informações preventivas.

2. Indicadores Resultantes:

- Foco na eficácia de um acontecimento;
- Medição ao final da execução;
- Fornecer resultados finais.

Da mesma forma, é possível entender os principais propósitos da utilização dos indicadores, os quais, conforme Assi (2012), baseiam-se em: a) diminuição de custos; b) aumento de receita; e c) aumento da satisfação do cliente. Além disso, o autor ainda realça a forma com que o tema está anexado à estrutura organizacional das empresas, onde diferentes níveis do arranjo possuem indicadores próprios, contudo, com todos estes sendo guiados através da mesma estratégia, assim como foi abordado no tópico 2.1. A ideia pode ser compreendida através do exposto na Figura 7:

FIGURA 7 – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DOS KPI'S



FONTE: Assi (2012).

Complementando a informação acima, é possível denotar ainda uma outra relação que tem como objetivo “distribuir” os indicadores e suas funções perante o dia a dia da organização. Em grande parte das vezes, devido à necessidade de foco em somente alguns eventos diários, os *KPI's* compõem uma lista entre 15 a 20 indicadores nas empresas, os quais abrangem áreas como Atividades Financeiras, Recursos Humanos, Tecnologia da Informação (TI), Projetos, Produção, Marketing, Logística, Meio Ambiente, entre outras (CALDEIRA, 2012).

2.3.1 OEE (Eficiência Global do Equipamento)

O *OEE*, sigla que designa o termo *Overall Equipment Effectiveness*, ou, em outras palavras, a Eficiência Global do Equipamento, é um indicador de desempenho oriundo dos conceitos estabelecidos pela Manutenção Produtiva Total – *TPM*. Nakajima (1989), elaborador da metodologia, estabeleceu nela uma posição de relevância ao *OEE*, demonstrando sua grande contribuição no combate a perdas produtivas ocultas.

A razão para tal feito pode ser explicada principalmente pela intersecção entre departamentos que o indicador promove, visto que, apesar de ter uma origem direcionada à Manutenção Industrial, está inserido também entre os conceitos do Controle de Qualidade Total – *TQC*, o que inevitavelmente lhe aproxima do Sistema Toyota de Produção – *TPS* – e de suas aplicações mais específicas, como Gestão da Capacidade (explanado no tópico 2.2) e Gestão do Posto de Trabalho – *GPT* (KLIPPEL *et al* 2012).

Desta maneira, conforme descrevem Gregório e Silveira (2018), o *OEE* objetiva fornecer dados significativos para que a organização consiga visualizar as perdas referentes à utilização de seus equipamentos, uma análise que obrigatoriamente impacta nos custos industriais. Além disso, as autoras ainda citam outros objetivos secundários da utilização do *OEE*, como:

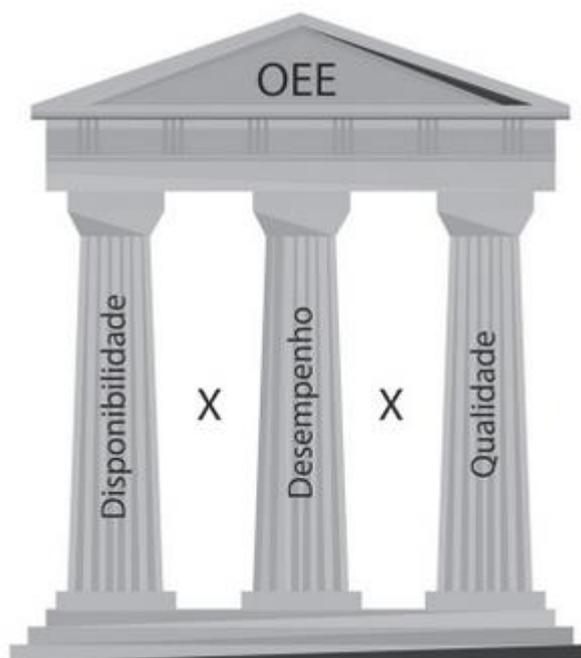
- Identificar o processo/recurso/máquina que limita o sistema (comumente denominado “gargalo”);
- Compreender facilmente a real localização dos problemas reais no chão de fábrica;
- Quantificar o grau de melhoria da eficiência do equipamento ao longo de uma série temporal.

Contudo, Dennis (2011) coloca em evidência a realidade do que de fato as organizações, em sua maioria, praticam com relação à gestão da utilização dos equipamentos. O autor comenta sobre as grandes avarias que impactam significativamente na utilização dos equipamentos e os tornam inutilizáveis temporariamente, e que somente nestes casos (os que chamam a atenção de todos)

há o registro dos dados, ignorando grande parte das pequenas falhas ocultas que ocorrem diariamente e indo em direção contrária ao que propõe o *OEE*.

Assim, para materializar os objetivos definidos, o *OEE* utiliza uma abordagem que emprega a multiplicação de três variáveis independentes em sua resolução – Disponibilidade, Performance/Desempenho e Qualidade –, assim como expõe Lopes (2021). Considerando que as composições destes indicativos são diferentes entre si, a proposição é que sejam dispostos percentualmente para tornar possível a combinação entre os valores (tal como será esclarecido no tópico 2.3.1.3). A Figura 8 ilustra as variáveis citadas:

FIGURA 8 – OS PILARES DO *OEE*



FONTE: Gregório e Silveira (2018).

Dado isso, de acordo com o que descreve Werkema (2011, p. 70), “Para a melhoria da *OEE*, poderão ser utilizadas as ferramentas *Seis Sigma*, bem como as demais técnicas do *Lean Manufacturing*.”. Esta afirmativa tem bastante relação com o resultado final calculado do *OEE* (explicitado no tópico 2.3.1.3), em que os possíveis planos de ações a serem realizados dependem do valor final gerado através das fórmulas.

2.3.1.1 Atividades que agregam valor

A revolução promovida pelos conceitos da Manufatura Enxuta/*Lean* referente aos estudos de processos e operações englobou não somente critérios técnicos ou ferramentas específicas, mas correntes de pensamentos estruturadas na busca pela inserção destes nas culturas das empresas. Um dos princípios fundamentais do *Lean* desde seu surgimento sempre foi definir o real valor gerado através da perspectiva de visão do cliente, buscando equalizar capacidades, prazos e custos inerentes ao sistema para que a expectativa seja integralmente atendida e minimize desperdícios, isto é, produzindo somente o que ele deseja (LAUGENI; MARTINS, 2012).

Inclusive, tais desperdícios podem também ser encarados como etapas não necessárias ao fluxo, ou seja, são as que não agregam valor. Hines et al.³ (2004 citado por MELLO et al., 2017) propõe uma divisão com relação à agregação ou não de valor diante do processo direcionado ao cliente:

- Atividades que agregam valor: associam uma função ao produto, tornando-o importante ao cliente e fazendo com que este fique disposto a pagar pelo item;
- Atividades que não agregam valor, mas são necessárias: são atividades-requisitos ou etapas geradas em consequência das que agregam valor, não há como se desfazer delas;
- Atividades que não agregam valor: são atividades desnecessárias e devem ser eliminadas do processo, as quais o cliente não pagará e somente impactam nos custos.

³ HINES, P. *et al.* Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, Reino Unido, v.24, n.10, p. 994-1012, Out. 2004. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443570410558049/full/html>. Acesso em: 01 jun. 2023.

2.3.1.2 Perdas de uma máquina

Citadas no tópico anterior (2.3.1.1), as denominadas Atividades que não agregam valor estão inseridas em um contexto de desperdícios presentes em uma linha de produção que sofre influência de máquinas, pessoas, materiais utilizados, entre outros. Segundo Werkema (2011), especialmente os desperdícios referentes à má utilização dos equipamentos possuem a conotação “As 6 Grandes Perdas”, sendo a definição destas proveniente também da metodologia *TPM* (Manutenção Produtiva Total), a qual as destrincha em:

- Número de quebras;
- Número de *setups* (paradas para troca de ferramentas);
- Perdas de velocidade;
- Micro paradas;
- Defeitos;
- Refugos.

Devido a esta específica definição das perdas, é possível fazer uma relação com os descritos pilares do *OEE* e inseri-las diante de cada um dos três componentes. Enquanto o pilar Disponibilidade necessita de dados dos números de quebras e números de *setups*, o pilar Performance utiliza informações de momentos com perdas de velocidade e micro paradas. Não obstante, o pilar Qualidade foca em quantificar defeitos e refugos do processo (WERKEMA, 2011).

Por conseguinte, a relação que a capacidade produtiva possui com os tempos gerais de operação também consegue ser evidenciada dentro das três métricas do *OEE* mencionadas acima. As subdivisões da capacidade são: a) Projetada/Instalada (tempo de operação em condições ideais, com os rendimentos máximos prescritos); b) Programada (tempo de operação já sem paradas programadas); c) Disponível (tempo de operação efetivamente realizado); d) Real (tempo de operação em efetivamente em velocidade máxima); e) Em Conformidade (tempo de operação verdadeiramente produzindo produtos dentro dos parâmetros) (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018; ILOS, 2017).

A Figura 9 ilustra uma representação temporal e impacto das perdas:

FIGURA 9 – IMPLICAÇÕES DAS PERDAS PRODUTIVAS



FONTE: Adaptado de ILOS (2017).

2.3.1.3 Cálculo e Avaliação do OEE

O OEE utiliza um formato de cálculo no qual o percentual que representa cada um dos três componentes é multiplicado, sendo que a intenção é evidenciar o quanto eles individualmente impactam no sistema de acordo com uma visão global. Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018, p. 403) inclusive citam que:

Vistas de forma isolada, essas métricas individuais são indicadores importantes de desempenho da operação, mas não fornecem uma visão completa da eficácia global do processo. Criticamente, todas essas perdas no cálculo significam que a EGE [OEE] representa o tempo operacional valioso como porcentagem da capacidade que algo foi projetado para ter.

Dado que existem uma série de métodos práticos que podem ser usados para o cálculo de cada um dos índices e também do próprio OEE, Pound, Bell e Spearman (2015) formulam alguns deles:

$$TD = TP - \sum PQ - \sum PS \quad (1)$$

$$Disponibilidade = \frac{TD}{TP} \times 100\% \quad \text{ibilidade} = \frac{TD}{TP} \times 100\% \quad (2)$$

$$Performance = \frac{Q \times TC}{TD} \times 100\% \quad \text{ormance} = \frac{Q \times TC}{TD} \times 100\% \quad (3)$$

$$Qualidade = \frac{(Q - Q')}{Q} \times 100\% \quad \text{lidade} = \frac{(Q - Q')}{Q} \times 100\% \quad (4)$$

$$OEE = \frac{TP}{TD} \times \frac{TD}{TC} \times \frac{Q - Q'}{Q} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

(5)

Onde:

TP = tempo de operação já sem paradas programadas/Programado;

TD = tempo de operação efetivamente realizado/Disponível;

TC = tempo de ciclo/tempo médio aplicado à fabricação de cada item;

ΣPQ = somatório dos intervalos de tempo com a máquina parada por quebra;

ΣPS = somatório dos intervalos de tempo com a máquina parada para *setup*;

Q = quantidade de itens fabricados durante o intervalo de tempo;

Q' = quantidade de itens defeituosos fabricados durante o intervalo de tempo;

Assim, entendendo a configuração da equação final (5) e a maneira com que ela fornece percentualmente as informações de eficiência, é possível analisar comparativamente estes dados e entender se representam boas ou más situações operacionais. Plinere e Aleksejeva (2018) propõem a seguinte categorização:

- *OEE* igual a 100%: perfeito, já que não existem paradas por quebras/*setups*, as máquinas operam em sua máxima velocidade e somente itens bons são fabricados;
- *OEE* próximo a 85%: excelente, principalmente ao considerar que as melhores companhias manufatureiras do mundo ocupam esta faixa;
- *OEE* próximo a 60%: comum entre a maioria das empresas, o que demonstra lacunas de melhoria a serem realizadas;
- *OEE* próximo a 40%: ruim, visto que é uma medida bastante baixa e geralmente ocupada por organizações recém-inauguradas.

2.3.2 *OEE* de uma Planta Industrial

Tendo em vista que o índice *OEE* apresenta bons resultados para aplicações individuais em equipamentos, julga-se adequado, do ponto de vista estratégico da gestão de eficiência fabril, buscar sintetizar tais cálculos quando o foco em questão seja uma planta industrial como um todo, isto é, considerando interações e

transferências de materiais entre os equipamentos que a compõem. Braglia *et al.* (2009) inclusive afirmam que a métrica original (*OEE*) possui limitações quanto à aplicação em uma operação em conjunto entre máquinas, contudo, para que haja o estabelecimento de um índice análogo ao *OEE* que seja específico e direcionado ao cálculo de eficiência de uma linha de produção completa, este deve passar por adaptações quanto ao formato da análise matemática. Jonsson e Lesshammar (1999) inclusive denotam que o objetivo mais importante do *OEE*, principalmente quando submetido a escalas maiores, não é ser uma medida perfeita, mas sim uma métrica simples que informe onde estão as perdas mais relevantes.

Por conseguinte, assim como elencam Fofonka (2013) e Busso e Miyake (2013), uma série de métodos com tal propósito foram sendo desenvolvidos ao longo do tempo de maneiras semelhantes, utilizando artifícios matemáticos para que fosse possível o cálculo de eficiência perante uma linha de produção ou uma planta fabril. Entre outros, podem ser citados o *OLE (Overall Line Effectiveness)*, *OFE (Overall Factory Effectiveness)* e o *OPE (Overall Plant Effectiveness)*. Tais “novos” indicadores não possuem altas popularidades comparadas ao mundialmente conhecido *OEE*, visto que são experimentais, assim como citam os próprios autores: “[...] o projeto de um sistema de avaliação do desempenho global da manufatura não pode ficar limitado à seleção da melhor fórmula de cálculo a ser adotada na medição, já que a visão analítica requerida pode mudar com o tempo e as circunstâncias.” (BUSSO; MIYAKE, 2013, p. 222).

Um outro entre os citados métodos refere-se ao *Overall Throughput Effectiveness (OTE)*, desenvolvido com o objetivo de subdividir os diversos processos presentes em uma indústria em grupos de máquinas que possuem relação entre si diante do processo geral. Muthiah e Huang (2007), autores do método, afirmam haver quatro diferentes tipos de subsistemas em um processo produtivo:

- Subsistema em Série: processo em que diferentes máquinas ou diferentes subprocessos que executam funções distintas possuem um fluxo temporal subsequente;
- Subsistema em Paralelo: processo em que diferentes máquinas ou diferentes subprocessos executam funções semelhantes simultaneamente;

- Subsistema de União: processo em que diferentes máquinas ou diferentes subprocessos unem materiais produzidos separadamente em um produto final que se refere a um único processo;
- Subsistema de Expansão: processo único que se divide em uma série de novos subprocessos;

Assim, o método intrinsecamente utiliza-se também de uma representação apontada pelos processos de gargalo/limitação do sistema geral, o que, acordo com a Figura 10, impacta na forma com que os autores definem a forma de cálculo do *OTE* para cada tipo de subsistema:

FIGURA 10 – CÁLCULO DO *OTE*

Subsystem	<i>OTE</i>
Series	$\frac{\min\left\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\left\{OEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\right\}, OEE_{(n)} \times R_{th(n)}\right\}}{\min_{i=1,2,\dots,n}\{R_{th(i)}\}}$
Parallel	$\frac{\sum_{i=1}^n (OEE_{(i)} \times R_{th(i)})}{\sum_{i=1}^n R_{th(i)}}$
Assembly	$\frac{\min\left\{\min_{i=1,2,\dots,n}\{OEE_{(i)} \times (R_{th(i)}/k_{A(i)}) \times Q_{eff(i)}\}, R_{th(a)} \times OEE_{(a)}\right\}}{\min\left\{\min_{i=1,2,\dots,n}\{R_{th(i)}/k_{A(i)}\}, R_{th(a)}\right\}}$
Expansion	$\frac{\sum_{i=1}^n \min\{R_{th(e)} \times OEE_{(e)} \times k_{E(i)} \times Q_{eff(i)}, R_{th(i)} \times OEE_{(i)}\}}{\sum_{i=1}^n \min\{R_{th(e)} \times k_{E(i)}, R_{th(i)}\}}$

FONTE: Muthiah e Huang (2007).

Onde:

i = equipamento;

n = último equipamento;

OEE = índice de eficiência individual de cada equipamento do subsistema;

Rth = taxa média de saída de cada item a cada intervalo de tempo;

Qeff = variável Qualidade (já calculada na determinação do *OEE*);

kA = número de subprocessos envolvidos na União;

kE = número de subprocessos envolvidos na Expansão;

Os escritores também ressaltam que a análise acerca dos tipos de subsistemas que uma determinada planta de produção possui dependem da conveniência com

relação à forma de controle utilizada, podendo possuir, por exemplo, subsistemas de máquinas em linha que, quando observados do ponto de vista das próprias linhas como um todo, se tornam um único subsistema em paralelo. Assim, estes novos valores de índice *OTE* calculados para os subsistemas em série, passam a figurar como os indicadores que serão utilizados no cálculo do subsistema em paralelo.

2.4 LEAN SIX SIGMA

O *Lean Six Sigma*, conforme Werkema (2012), é definido como sendo uma metodologia focada em melhorias de desempenho sistêmicas em negócios, empregado para funções de aperfeiçoamento de atividades já existentes, criação de novos processos ou gerenciamento de rotinas de trabalho. Basicamente não é um modelo estático definido por ferramentas inovadoras ou de derivação própria, muito menos possui uma precisa data de publicação, mas é na verdade uma agregação de ferramentas referentes a outras metodologias que conversam entre si em vários aspectos.

Tendo sua denominação derivada destas citadas metodologias (*Lean* e *Six Sigma*), ele surge para fornecer aos empreendimentos uma série de métodos estruturados que façam com que seus processos se tornem os mais rápidos, baratos e eficientes possíveis (WERKEMA, 2012).

Para que a otimização da velocidade e economia citadas ocorra na prática, a metodologia possui como aliada os conceitos do *Lean Manufacturing*, uma área do conhecimento propagada pela indústria japonesa da década de 1950, a qual introduziu os primeiros conceitos de melhoria contínua ao definir a eliminação de desperdícios como sendo seu propósito. Ohno (1997) descreve uma lista com estas perdas de um sistema produtivo, sendo 7 principais:

- Superprodução (produzir além do necessário);
- Espera (tempo ocioso);
- Transporte de objetos em longas distâncias;
- Processamento excessivo;
- Estoque em excesso;
- Movimentação de pessoas em longas distâncias;
- Produtos defeituosos.

Assim, o “antídoto” aos desperdícios pode ser definido como sendo uma série de práticas que, ao serem inseridas na cultura organizacional, disseminam o conhecimento *Lean* e minimizam impactos das perdas (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2017). Inclusive, conforme o Quadro 4, este pensamento é estruturado em cinco princípios:

QUADRO 4 – PRINCÍPIOS PARA A CONCEPÇÃO DE PROCESSOS LEAN

Princípio	Implicação
Valor com base no cliente	Identificar as atividades que, realmente agregam valor ao produto segundo a visão do cliente
Otimizar fluxo de valor	Analisar o processo de forma sistêmica, construindo melhorias a níveis mais abrangentes
Fluxo contínuo de operação	Busca por lotes menores a cada momento, favorecendo a rapidez na operação em geral
Produção puxada	Entregas somente conforme a demanda do cliente (externo ou interno)
Melhoria contínua	Mecanismos de gestão implementados têm o dever de demonstrar, a todo momento, erros que podem ser melhorados

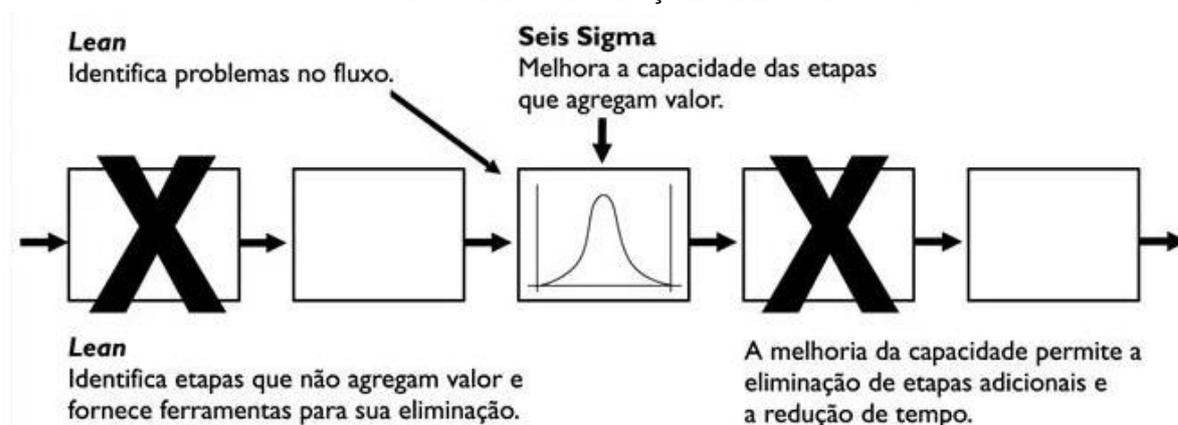
FONTE: Lean Institute Brasil (2017).

Desta maneira, é possível enxergar nos tipos de desperdícios mensurados que o *Lean* busca combater vários aspectos relacionados à rapidez de produção e, a nível sistêmico, à redução de custos. Contudo, esta abordagem não necessariamente busca quantificar as métricas e analisar estatisticamente os dados de, por exemplo, desperdícios de tempo. É justamente neste ponto que a contribuição do *Six Sigma* entra em ação, o que, conforme descrito de antemão, tem relação com a eficiência do processo (WERKEMA, 2012).

A metodologia *Six Sigma* é enraizada em princípios voltados ao controle de qualidade desde seu surgimento nos Estados Unidos da América em meados do início de 1987. Mergulhão *et al.* (2012, p. 309) cita a trajetória de Bill Smith, engenheiro de confiabilidade da Motorola (empresa precursora do *Six Sigma*), demonstrando que “Sua estratégia foi procurar aumentar de forma expressiva o nível da qualidade interna das várias etapas dos processos produtivos, para que ao final a qualidade dos produtos também fosse melhorada. ”.

É justamente com relação a esta última fala (que cita a qualidade do produto final para o cliente) que o pensamento interseccionista entre *Lean* e *Six Sigma* aparece e começa a construir o já citado diálogo de pensamento entre eles. Esta conexão, segundo Werkema (2011), gera um fluxo contínuo de conceitos *Lean* e conceitos *Six Sigma*, já que a intervenção de um dos dois gera oportunidades de melhoria referentes ao campo de atuação do outro, como pode ser visto na Figura 11:

FIGURA 11 – FLUXO DE INTERVENÇÕES LEAN E SIX SIGMA



FONTE: Werkema (2011).

Em termos práticos, em um processo ou até mesmo apenas em uma única atividade de um processo em que se está disposto a utilizar conceitos das metodologias citadas, inúmeras variáveis surgirão e farão com que as intervenções baseadas em ferramentas de *Lean* e *Six Sigma* praticamente não consigam mais serem separadas, formando o *Lean Six Sigma*. Além disso, novamente contextualizando as técnicas a situações reais, é possível afirmar que a real utilização da metodologia se dá através de projetos (atividades de mudança no processo com duração pré-definida) (WERKEMA, 2011).

2.4.1 Ciclo de Melhoria *DMAIC*

Assim como citado no final do tópico 2.4, a execução da metodologia *Lean Six Sigma* se dá através de projetos focados na resolução de problemas específicos, um por vez, isto é, são ocorridos ciclos de melhoria com focos em diferentes adversidades a cada período de tempo. Para isso, é posto em ação desta vez um típico método de resolução de problemas, isto é, uma sequência de etapas composta por ações de formulação do problema, medição de dados, análise, realização da melhoria e implementação de medidas de controle (COSTA; JARDIM, 2017).

Por conseguinte, um método fornece uma estrutura sólida e confiável de desenvolvimento da solução baseada em ferramentas (uma grande parte delas de caráter quantitativo/estatístico). Um deles – e o mais utilizado quando a temática envolvida é o *Lean Six Sigma* – é denominado *DMAIC*. Este é apresentado no formato de uma sigla e corresponde, de acordo com Werkema (2011), a:

- D – *Define* (Definição do problema);
- M – *Measure* (Medir/coletar dados do problema);
- A – *Analyze* (Analisar dados do problema);
- I – *Improve* (Prover melhorias ao processo);
- C – *Control* (Estruturar modelo de controle para as melhorias).

O Quadro 5 fornece um panorama a respeito das principais ferramentas utilizadas durante a execução de um ciclo do método *DMAIC*:

QUADRO 5 – PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO *DMAIC*

Etapa	Ferramentas
-------	-------------

<i>Define</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Fluxograma. ● Lista de Verificação. ● Definir Indicadores de Desempenho. ● Identificar o Fator Crítico (<i>Critical to Quality – CTQ</i>). ● Desdobramento da Função Qualidade (QFD).
<i>Measure</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Histograma. ● Diagrama de Pareto. ● Mapeamento do Processo. ● Confiabilidade e Taxas de Falhas. ● Sistema de Manutenção. ● Esforço e Impacto. ● Sistema de Medição.
<i>Analyze</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Brainstorming</i>. ● Diagrama de Causa e Efeito. ● Matriz de Prioridade. ● Diagrama de Árvore. ● Análise de Modos de Falhas e Efeito – FMEA. ● 5 Porquês. ● Diagrama de Concentração. ● Análise de Dispersão.
<i>Improve</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Programa 5S. ● <i>Benchmarking</i>. ● Reengenharia. ● <i>Just-in-time – JIT</i>.
<i>Control</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Kaizen</i>. ● <i>Poka-Yoke</i>. ● Análise de Taguchi. ● Gráfico de Controle.

FONTE: Adaptado de Rodrigues (2020).

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO

Cada um dos tópicos descritos na revisão bibliográfica foi pensado de modo a envolver as principais áreas do conhecimento interligadas ao assunto central presente no objetivo do trabalho, inclusive buscando abranger ideias difundidas por autores renomados dos respectivos assuntos.

Para isso, um roteiro de elaboração para cada um dos quatro tópicos presentes na revisão bibliográfica foi desenvolvido:

- 1) Criação de uma base de dados contendo textos referências no assunto (em especial, livros, TCC's, dissertações e teses);

- 2) Análise geral das informações recolhidas e escolha de uma obra para servir como modelo à construção descritiva do tópico (geralmente, sendo este o texto que engloba o maior número de informações e é citado em grande parte das outras obras);
- 3) Busca por informações expostas por diferentes autores, adicionando novos elementos aos da obra diretriz ou contrapondo alguns pontos.

Além disso, apesar de todos os tópicos posicionarem-se como suporte de informações ao trabalho, dois deles em especial participam ativamente do conteúdo envolvido nos Métodos de Pesquisa, são eles: *OEE* (Eficiência Global do Equipamento) – Tópico 2.3.1 – e Ciclo de Melhoria *DMAIC* – Tópico 2.4.1. Isso se deve ao fato de serem, respectivamente, o tema central do trabalho e o método prático de implantação da ideia.

3 MÉTODOS DE PESQUISA

Um método de pesquisa é definido como o caminho guia que o pesquisador toma para chegar de maneira mais rápida, eficiente e precisa ao resultado desejado com determinado estudo. Para Walliman (2015), o método de pesquisa fornece algumas maneiras definidas de se coletar, organizar e fazer precisas observações a respeito dos dados da pesquisa, sendo que, ao tomar alguns métodos como escolha, é necessário entender que a obra deve seguir uma direção pré-definida para que seja reconhecida como uma contribuição científica detentora de sólidas premissas. O autor assegura que a base estrutural dos métodos de pesquisa provém do empirismo, isto é, tratam-se de condutas desenvolvidas pelos praticantes ao longo do tempo.

Sendo assim, neste módulo serão pautados temas como o enquadramento metodológico da pesquisa, informações específicas a respeito do sistema de produção estudado e esclarecimentos acerca de métodos, ações e ferramentas aplicados ao desenvolvimento da obra.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto ao tipo de procedimento realizado na pesquisa, ela possui características voltadas a um Estudo de Caso, utilizando recursos presentes neste para focalizar todas as ações em prol de um objetivo específico muito bem definido. Além disso, do ponto de vista dos objetivos, a obra detém um caráter exploratório (conseqüentemente, possui propriedades de uma Pesquisa Exploratória), buscando explicitar o problema e torná-lo familiar para que, após estes entendimentos, seja possível construir novas e possivelmente inexploradas hipóteses referentes às discussões propostas (FILHO; FILHO, 2015).

Ademais, em razão da definição do problema estar intimamente relacionada a uma objeção em um processo produtivo real, o texto pode ser definido como sendo uma Pesquisa Aplicada, o que, de acordo com Matias-Pereira (2016, p. 20), mostra que “[...] os conhecimentos adquiridos são utilizados para aplicação prática e voltados para a solução de problemas concretos da vida moderna. ”. Por fim, tendo como base o objetivo do trabalho, o qual refere-se a um processo de implementação de uma ferramenta, é possível também inferir que se trata de uma Pesquisa Qualitativa, a qual possui como premissa a ideia de observar os fenômenos existentes no objeto que se

pretende estudar e adequá-los de acordo com o significado que possuem perante a pesquisa, conforme Silva e Menezes (2005).

FIGURA 12 – CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA QUANTO AOS PROCEDIMENTOS, A ABORDAGEM, OS OBJETIVOS E A NATUREZA



FONTE: Autor (2023).

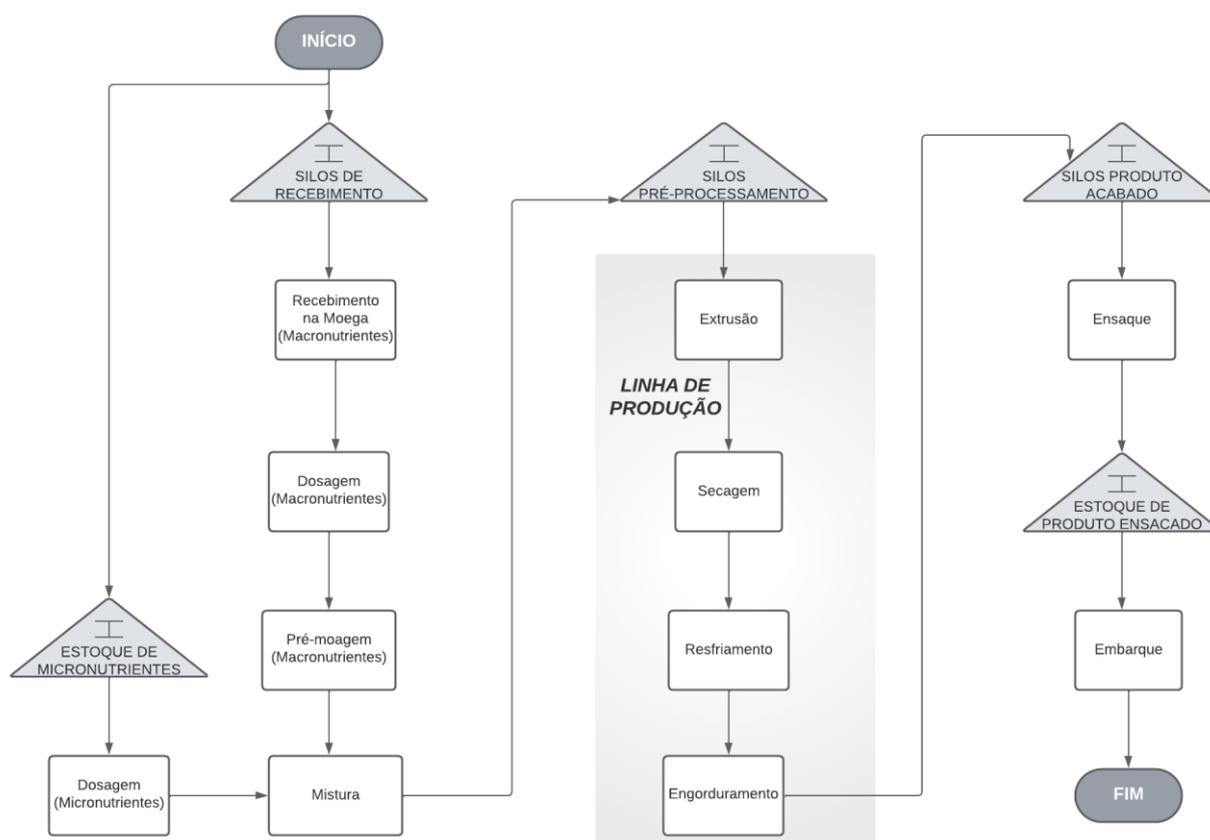
De forma a exemplificar e validar a classificação da pesquisa, podem ser citadas obras com cenários e temas semelhantes, as quais também foram, em sua maioria, definidas da mesma forma, como as de Demarchi, Souza e Alves (2013), Oliveira e Silva (2017), Orestes e Nicoletti (2019) e Santos (2020).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

O objeto de estudo da pesquisa é descrito como sendo uma agroindústria de rações da cidade de Apucarana – PR, a qual tem sua linha de produtos voltada à produção de rações para animais domésticos, como cães e gatos. De acordo com o Sebrae (2013), a empresa pode ser caracterizada como sendo uma Empresa de Pequeno Porte (EPP), visto que possui 55 empregados e tal nível de classificação engloba indústrias que tenham sob contrato entre 20 a 99 deles. Fundada no ano de 2016, a organização atualmente produz em média 2500 toneladas/mês de rações e comercializa tais produtos em grande parte do território nacional, figurando já como um dos destaques do setor no norte do estado do Paraná.

O processo de produção compreende à combinação de insumos vegetais, animais e químicos para a fabricação das rações. Assim, o sistema só alcança seus objetivos diante da utilização de máquinas específicas para transformar as commodities e micronutrientes no produto final, as quais são responsáveis por processos como moagem de grãos, dosagem, mistura, extrusão, secagem, resfriamento, engorduramento e ensaque.

FIGURA 13 – ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS RAÇÕES



FONTE: Autor (2023).

3.2.1 Problematização no contexto da empresa

De forma mais específica, o *mix* de produtos da empresa conta com uma lista de mais de 15 tipos diferentes de itens, os quais possuem uma série de classificações e diferenciações quanto à quantidade e qualidade dos nutrientes utilizados em suas formulações. O que, de certa maneira, impacta também nas diferentes necessidades de maquinários para a produção de cada tipo de ração.

Assim, a solução utilizada na organização é composta pela separação em duas linhas de produção (Linha 1 e Linha 2, conforme denominação interna) que operam

em paralelo do início ao final da produção. Elas são constituídas das mesmas etapas de processamento – descritas na Figura 13 conforme o termo “Linha de Produção” – e somente diferenciam-se pelo nível de capacidade de produção em toneladas/hora, maior na Linha 2. Este dado faz com que seja perceptível a tendência de direcionamento de produtos com menor valor agregado (e conseqüentemente, maior número de vendas) à segunda linha, os quais são pouco numerosos (4 principais) e produzidos em grande quantidade à cada sequência de bateladas.

Contudo, com relação à primeira linha, existe-se a possibilidade de produção de mais de 12 itens diferentes, já que o maquinário possui, de certa maneira, uma flexibilidade maior e tende a facilitar ajustes mais aguçados a cada necessidade de produto. Isto invariavelmente provoca mais paradas para *setup* na Linha 1 e torna necessário o controle da disponibilidade. Além disso, o controle de qualidade surge também como grande foco, visto que nela são produzidas rações com alto valor agregado.

Assim sendo, no contexto da empresa, torna-se necessário o estabelecimento de medidas de eficiência padronizadas, porém, calculadas separadamente para cada uma das linhas, justamente pela forma de operação divergir bastante entre elas. Outrossim, também é importante conseguir implementar um controle de eficiência global da planta industrial.

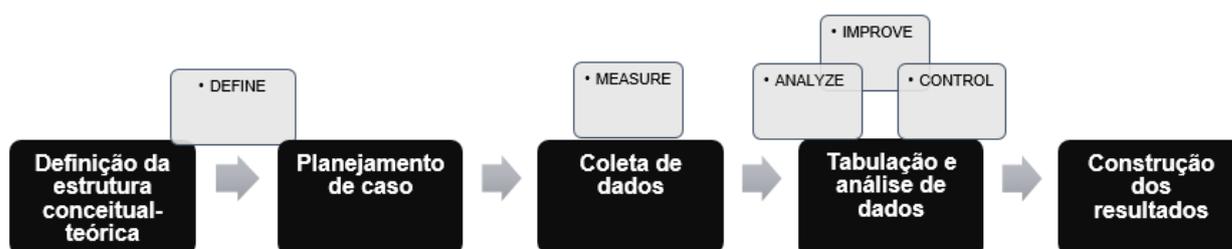
3.3 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

É possível inferir que o Estudo de Caso é um tipo de pesquisa empírica que investiga a fundo uma atividade ou fenômeno que, no momento do estudo, faça parte de um contexto real, denominando, assim, o que é chamado de “caso”. O objetivo é aumentar o entendimento sobre o caso e, desta forma, poder criar teorias suficientemente embasadas para que a aplicação real seja positiva ao processo (CAUCHICK, 2018).

Assim, tendo como base as definições advindas do tópico 3.1 (Classificação da Pesquisa), a obra buscou enquadrar suas estratégias de pesquisa perante os métodos previamente definidos para o tipo de pesquisa selecionado, assim como explicitado no citado fragmento. De maneira geral, o Planejamento da Pesquisa teve como objetivo descrever as etapas de construção do presente Estudo de Caso (enquadrado como uma Pesquisa Qualitativa) seguindo parâmetros específicos com relação a seus procedimentos, os quais são retratados por autores especializados no tema como Yin

(2016) e Cauchick (2018). De maneira análoga, a aplicação do Método *DMAIC* esteve também inserida na estruturação das etapas, as quais foram desenvolvidas utilizando ferramentas prescritas pelo *Lean Six Sigma*.

FIGURA 14 – VISÃO SISTÊMICA DO DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO



FONTE: Autor (2023).

3.3.1 Fase 1 – Definição da estrutura conceitual-teórica (*Define*)

A Fase 1 buscou realizar levantamentos a respeito da abrangência da literatura com relação ao tema inicialmente pensado. Para isso, foram estruturadas as seguintes etapas de desenvolvimento conforme as orientações de Cauchick (2018):

A.1) Mapeamento da literatura;

- Ferramenta utilizada: Revisão Bibliográfica (Tópico 2).

B.1) Delimitação de fronteiras do estudo;

- Ferramenta utilizada: Problema de Pesquisa (Tópico 1.2).

C.1) Identificação de lacunas de pesquisa (pouco exploradas).

- Ferramenta utilizada: Justificativa da Pesquisa (Tópico 1.3).

3.3.2 Fase 2 – Planejamento de caso (*Define*)

A Fase 2 definiu o estabelecimento da melhor cartilha estratégica para a pesquisa, buscando compreender quais ferramentas e técnicas de pesquisa já pré-definidas seriam as mais adequadas com relação à temática. Abaixo estão estruturadas etapas de planejamento indicadas por Cauchick (2018):

A.2) Definição com relação ao período a que se referem os dados (dados históricos ou dados coletados no presente);

- Ferramenta utilizada: Classificação da Pesquisa (Tópico 3.1);
- Resultado esperado: Coleta Longitudinal (utilização de dados do presente).

B.2) Determinação do período da pesquisa;

- Ferramenta utilizada: Cronograma de Realização da Pesquisa (Quadro 6).

QUADRO 6 – CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Etapas	2023								
	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
1) Definição da estrutura conceitual-teórica (<i>Define</i>)	X	X	X						
2) Planejamento de caso (<i>Define</i>)		X	X	X					
3) Coleta de dados (<i>Measure</i>)					X	X	X		
4) Tabulação e análise de dados (<i>Analyze, Improve e Control</i>)							X	X	
5) Construção dos resultados								X	X

FONTE: Autor (2023)

C.2) Escolha do caso;

- Ferramenta utilizada: Caracterização do Objeto de Pesquisa (Tópico 3.2).

D.2) Designação de objetivos (geral e específicos).

- Ferramenta utilizada: Objetivos (Tópico 1.4).

3.3.3 Fase 3 – Coleta de dados (*Measure*)

A Fase 3 teve como objetivo orientar a coleta dos dados em um primeiro princípio, correlacionando as práticas globais de implantação do OEE em sistemas produtivos no geral às informações já conhecidas e mapeadas a respeito do processo de produção específico do estudo. Yin (2016), Cauchick (2018) e Werkema (2011) auxiliaram na descrição de suas etapas:

A.3) Definição do mecanismo inicial para estudo do sistema produtivo;

- Ferramenta utilizada: Mapeamento de Processos (Figura 13);
 - Através de um fluxograma, a ferramenta identifica sequencialmente todas as etapas do processo produtivo, analisando todos os seus parâmetros controláveis administrativamente ou não (RODRIGUES, 2020).

B.3) Criação do protocolo global de implantação da ferramenta.

- Ferramenta utilizada: Quadro 7.

QUADRO 7 – PROTOCOLO GLOBAL DE COLETA PARA AS VARIÁVEIS DO OEE
(CONTINUA)

Variável	Informações a coletar	Tipos de métodos de coleta	Instrumentos de coleta
DISPONIBILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> ● Mensuração das paradas de máquina; ● Tempo disponível para produção. 	Observações <i>in loco</i> no chão de fábrica	Apêndice A
		Coletas Documentais	Documentos já existentes na empresa com foco em registros de paradas de máquinas.
PERFORMANCE	<ul style="list-style-type: none"> ● Quantidade total produzida; ● Tempo de ciclo médio. 	Observações <i>in loco</i> no chão de fábrica	Apêndice A
		Coletas Documentais	Documentos já existentes na empresa com foco em registros de produção e cronometragens de processos.

QUADRO 7 – PROTOCOLO GLOBAL DE COLETA PARA AS VARIÁVEIS DO OEE
(CONCLUSÃO)

Variável	Informações a coletar	Tipos de métodos de coleta	Instrumentos de coleta
QUALIDADE	<ul style="list-style-type: none"> ● Quantidade de produto defeituoso; 	Observações <i>in loco</i> no chão de fábrica	Apêndice A
		Coletas Documentais	Documentos já existentes na empresa com foco em registros internos de produção fora do padrão e refugos.

FONTE: Adaptado de Sousa (2000).

3.3.4 Fase 4 – Tabulação e análise de dados (*Analyze, Improve e Control*)

A Fase 4 foi responsável por produzir uma narrativa específica da coleta de dados para o sistema produtivo em questão, reunindo o maior número possível de informações relevantes ao estudo, as quais foram posteriormente separadas em grupos focais para facilitar as respectivas análises. Desta maneira, foi possível municiar a pesquisa com dados qualitativos que de fato forneceram métodos de coleta seguros e mensuráveis ao sistema, os quais, por sua vez, foram utilizados para coletar, em segundo plano, as informações numéricas necessárias à análise do estudo. A pesquisa com os dados qualitativos ainda demonstrou soluções de melhoria/controle e propôs novas abordagens. As etapas da fase seguiram a seguinte disposição (YIN, 2016; CAUCHICK, 2018; LOBO, 2020; WERKEMA, 2011):

A.4) Compilação de dados (os dados coletados foram dispostos em uma ordem de importância perante o estudo);

- Ferramenta utilizada: Matriz Esforço *versus* Impacto.
 - Através de uma matriz, a ferramenta busca atribuir valores/pontuações a determinadas características que as ações analisadas possuem com relação ao impacto que estas causam e também o esforço necessário para suas realizações. Desta maneira, é estabelecido um critério de classificação (WERKEMA, 2012).

B.4) Decomposição dos dados (os dados foram separados em vários grupos (tabelas) para facilitar as análises específicas);

- Ferramenta utilizada: Figura 15 (análoga à ferramenta de Estratificação).
 - Através de uma tabela, a ferramenta busca entender diferentes pontos de vista de um conjunto de dados, reorganizando-os em no formato de novos agrupamentos (WERKEMA, 2012).

FIGURA 15 – VISUALIZAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO DE DADOS

TIPOS DE MÉTODOS DE COLETA \ INFORMAÇÕES OBTIDAS	Grupo de Informações 01	Grupo de Informações 02	Grupo de Informações 03 ...
Observações in loco	DATA: / / *anotações a respeito do grupo de informações através do método de coleta utilizado	■ ■ ■	
Coletas Documentais	■ ■ ■		
Entrevistas ...			

FONTE: Adaptado de Cauchick (2018).

C.4) Recomposição dos dados (nesta etapa, houve a busca por padrões, divergências ou hierarquias entre as informações, as quais foram separadas em listas contendo poucos dados);

- Ferramenta utilizada: Folha de Verificação.
 - A Folha de Verificação corresponde a um documento direcionador para o alinhamento de processos, em que as informações relevantes à conferência do funcionamento de determinado sistema já estão prescritas no corpo do texto e cabe ao analisador apenas avaliar os itens conforme pede-se o procedimento (WERKEMA, 2012).

D.4) Interpretação dos dados (houve a geração de uma nova narrativa diante das informações coletadas e tabuladas, tanto com relação à parcela qualitativa, quanto ao segmento quantitativo);

- Ferramentas utilizadas: *Benchmarking* e Gráfico de Séries Temporais.
 - A primeira ferramenta persegue a ideia de mapear sistemas similares e conseguir redesenhar os processos existentes para garantir que os dados gerados possam ser integralmente gerenciados (WERKEMA, 2012). Já a segunda ferramenta,

através de um gráfico, permite controlar estatisticamente o processo ao longo de um período, comparando os dados encontrados com dados ideais (RODRIGUES, 2020).

E.4) Implicações da análise de dados (nesta etapa, as conclusões finais a respeito da interpretação de dados foram apresentadas):

E.4.1) lições aprendidas, as quais poderiam ser: I) recomendar novos estudos; II) contestar uma generalização habitual do tema; III) criar uma nova teoria; e IV) prever uma tendência na área de estudo;

- Ferramenta utilizada: *Árvore CTQ (Critical To Quality)*.
 - Através de um diagrama, a ferramenta define as principais motivações que o cliente final do processo (interno ou externo) possui, definindo os pontos críticos que devem ser atendidos (RODRIGUES, 2020).

E.4.2) criação de métodos de controle para as iniciativas de melhoria geradas.

- Ferramenta utilizada: *Relatório Kaizen*.
 - A ferramenta estabelece uma descrição detalhada das melhorias realizadas para conseguir realizar o acompanhamento da evolução dos resultados alcançados (WERKEMA, 2012).

3.3.5 Fase 5 – Construção dos resultados

A Fase 5 conduziu o estudo à apresentação de seus resultados finais, os quais antes foram validados principalmente com relação ao proposto no início da pesquisa e posteriormente exibidos através de elementos visuais. As orientações de Yin (2016) e Cauchick (2018) levaram ao estabelecimento da seguinte etapa:

A.5) Comparação entre os resultados de coleta, objetivos propostos e teorias (aqui, os dados coletados, tabulados e analisados foram comparados com informações advindas do mapeamento da literatura da área (Tópico 2) e também com relação aos resultados previstos ainda na Fase 2 (*Define*));

- Ferramenta utilizada: Quadro 8.

QUADRO 8 – DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Objetivo proposto	Resultado obtido no trabalho	Base teórica
Objetivo ao qual se refere este grupo de informações/dados	Resultado 1	Autor (Data): Conceito citado
...

FONTE: Adaptado de Yin (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste módulo será destrinchada a forma com que foram postas em prática as etapas de implantação estruturadas no tópico anterior – Métodos de Pesquisa –, as quais utilizaram também métodos e ferramentas operacionais descritas na Revisão Bibliográfica. Assim, como ideia central, o item buscará expor de que maneira a obra conseguiu conciliar ideais presentes na literatura pertencente ao tema do trabalho com a sequência de etapas inerente à pesquisa, além de ressalvas relativas ao processo produtivo específico estudado.

Serão expostas as descrições das fases realizadas e o objeto/ferramenta utilizado para se alcançar tais resultados parciais. O método demonstrado irá direcionar a pesquisa aos resultados finais que vão de encontro aos objetos descritos em seu início, demonstrando também implicações destes no ambiente estudado e também no contexto acadêmico, sugerindo novas abordagens.

4.1 ANÁLISE DE AMBIENTE DIRECIONADA AO OEE

Esta fase teve como objetivo colocar em prática a análise das etapas de produção considerando o Protocolo Global de Implantação do OEE (Quadro 7), isto é, focou em analisar e extrair do processo somente dados relevantes à uma possível implementação do indicador na fábrica.

4.1.1 Compilação dos dados

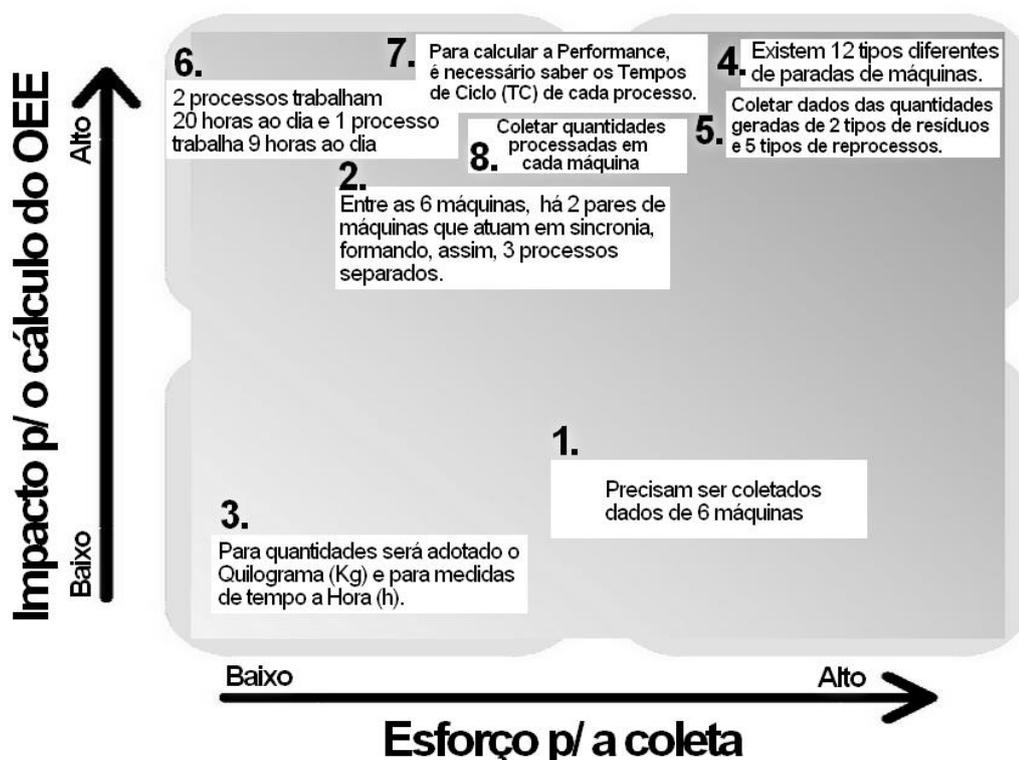
Para a construção deste item, após as primeiras observações *in loco* e pesquisas documentais, foram descritas as seguintes indagações específicas a respeito do processo produtivo de cada linha de produção (Linha 1 e Linha 2) da agroindústria estudada:

1. Dados de quantas máquinas precisam ser coletados?
2. Quantas máquinas atuam em sincronia e, para o processo, representam uma única etapa de produção?
3. Quais unidades de medida serão utilizadas para os futuros cálculos?
4. Quantos são os tipos de paradas possíveis inerentes especificamente ao processo?
5. Quais os horários de operação de cada um dos processos?

6. Quantos são os tipos de refugos e retrabalhos possíveis?
7. O que é necessário para calcular a Performance de cada processo?
8. Quanto se processa em cada etapa?

Desta maneira, foi utilizada a ferramenta Matriz Esforço *versus* Impacto que correlacionou todas as respostas para as perguntas acima e as classificou conforme graus de dificuldade de coleta de cada tipo de dado (quão difícil seria obter estes dados) e o impacto que possuem com relação à forma de cálculo do *OEE* (na fórmula do *OEE*, o quão relevante isto seria):

FIGURA 16 – MATRIZ ESFORÇO *VERSUS* IMPACTO



FONTE: Adaptado de Werkema (2012).

4.1.2 Decomposição dos dados

Dados os resultados anteriores, a etapa de Decomposição dos dados se preocupou em destrinchá-los de forma mais profunda, esclarecendo as informações anteriormente repassadas quanto à nomeação das máquinas e tipos de resíduos/reprocessos, além de atribuir as características descritas a cada um deles.

Simultaneamente, foi realizada a estratificação destes mesmos dados (agora numerados em 5 grupos de informações), dividindo-os conforme cada tipo se

encaixaria perante as categorias das variáveis presentes na metodologia do *OEE*. Para tal feito, foi utilizada a ferramenta de Estratificação conforme Quadro 9:

QUADRO 9 – ESTRATIFICAÇÃO DOS DADOS

Variável do <i>OEE</i>		
DISPONIBILIDADE	PERFORMANCE	QUALIDADE
<p>– Obter os dados de Tempo Disponível Calendário para cada processo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Extrusora/Secador = 20 horas/dia em operação; ● Resfriador/Engordurado r = 20 horas/dia em operação; ● Ensaque = 9 horas/dia em operação. <p>– Obter informações com relação aos seguintes tipos de paradas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sem pedidos; ● Manutenção programada; ● Em espera; ● Sem escoamento; ● Quebra; ● Troca de produto; ● Falta de matéria prima; ● Falta de energia; ● Falta de água; ● Falta de ar comprimido; ● Falta de vapor; ● Ajustes. 	<p>– Obter informações a respeito do Tempo de Ciclo (h/Kg) dos processos de Extrusora/Secador, Resfriador/Engordurado r e Ensaque.</p> <p>– Obter informações com relação às quantidades processadas de produto bom (Kg) nos processos de Extrusora/Secador, Resfriador/Engordurado r e Ensaque.</p>	<p>– Obter informações com relação às quantidades perdidas (Kg) nos processos de Extrusora/Secador, Resfriador/Engordurado r e Ensaque devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Resíduo úmido; ● Resíduo Varredura; ● Reprocesso de Start/Parada de Máquina; ● Reprocesso de Finos; ● Reprocesso com Falhas de Qualidade; ● Reprocesso com Limpeza de Linha; ● Reprocesso granulado.

FONTE: Adaptado de Cauchick (2018) e Werkema (2012).

4.1.3 Recomposição dos dados

Conforme os dados advindos da fase de decomposição demonstraram, as informações resultantes, já separadas em grupos de acordo com as aplicações perante as variáveis do *OEE*, necessitariam passar por um processo de busca por padrões para que fosse possível repassar os dados à fase de confecção dos métodos de coleta.

Para isso, com o objetivo de verificar quais dados referentes aos 5 grupos apresentados anteriormente de fato não possuíam nenhum tipo de método de controle, foi utilizada a ferramenta Folha de Verificação para direcionar as seguintes etapas (criar, ajustar ou utilizar) conforme Quadro 10:

QUADRO 10 – FOLHA DE VERIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE COLETA
(CONTINUA)

Tipo de dados	Questionamento de Verificação	Resposta		Decisão quanto ao procedimento de coleta
		SIM	NÃO	
Obter os dados de Tempo Disponível Calendário (h) para cada processo.	Há indicador atual?	X		() criar um novo procedimento; () ajustar um procedimento já existente; (X) utilizar um procedimento já existente.
	Possui algum tipo de mensuração anterior?	X		
	Possui interligações com outros procedimentos?	X		
	Possui um procedimento de coleta de fácil mensuração?	X		
	Os dados atuais geram confiança ao processo?	X		
Obter informações com relação aos 12 tipos de paradas (h).	Há indicador atual?		X	(X) criar um novo procedimento; () ajustar um procedimento já existente; () utilizar um procedimento já existente.
	Possui algum tipo de mensuração anterior?		X	
	Possui interligações com outros procedimentos?	X		
	Possui um procedimento de coleta de fácil mensuração?		X	
	Os dados atuais geram confiança ao processo?		X	
Obter informações a respeito do Tempo de Ciclo (h/Kg) dos processos.	Há indicador atual?		X	(X) criar um novo procedimento; () ajustar um procedimento já existente; () utilizar um procedimento já existente.
	Possui algum tipo de mensuração anterior?	X		
	Possui interligações com outros procedimentos?	X		
	Possui um procedimento de coleta de fácil mensuração?		X	
	Os dados atuais geram confiança ao processo?		X	

QUADRO 10 – FOLHA DE VERIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE COLETA (CONCLUSÃO)

Tipo de dados	Questionamento de Verificação	Resposta		Decisão quanto ao procedimento de coleta
		SIM	NÃO	
Obter informações com relação às quantidades processadas de produto bom (Kg) nos processos.	Há indicador atual?	X		() criar um novo procedimento;
	Possui algum tipo de mensuração anterior?	X		
	Possui interligações com outros procedimentos?	X		(X) ajustar um procedimento já existente;
	Possui um procedimento de coleta de fácil mensuração?		X	() utilizar um procedimento já existente.
	Os dados atuais geram confiança ao processo?		X	
Obter informações com relação às quantidades perdidas (Kg) nos processos.	Há indicador atual?	X		() criar um novo procedimento;
	Possui algum tipo de mensuração anterior?	X		
	Possui interligações com outros procedimentos?	X		(X) ajustar um procedimento já existente;
	Possui um procedimento de coleta de fácil mensuração?		X	() utilizar um procedimento existente.
	Os dados atuais geram confiança ao processo?		X	

FONTE: Adaptado de Werkema (2012).

4.2 ELABORAÇÃO DOS MÉTODOS DE COLETA PARA O OEE

Entendendo a manipulação realizada nos dados etapa a etapa, mais um passo foi executado em direção à seleção dos melhores métodos de coleta para o indicador. Desta vez houve a inserção de uma reinterpretação das informações, a qual buscou traduzir os itens julgados perante o Quadro 10 na direção de obter partes de procedimentos operacionais de coleta, utilizando, para isso, conceitos pertencentes à ferramenta de *Benchmarking* nas etapas que seguiram para conseguir mapear e melhorar fichas já existentes.

4.2.1 Criação de um Procedimento para Coleta das Paradas de Produção

Sabendo que a organização não possuía nenhum tipo de controle com relação aos tempos totais perdidos e números de ocorrências com paradas de produção, foi necessário estabelecer um novo procedimento documental para que tais informações pudessem ser coletadas em cada processo do chão de fábrica e refletissem na variável Disponibilidade presente no OEE.

Para isso, utilizando-se da ferramenta de *Benchmarking*, foram analisados processos presentes em outras organizações do ramo, além de terem sido levados em conta procedimentos já existentes na empresa que poderiam ter alguma relação diante das paradas de produção. Assim, os 12 tipos de paradas (listados no Quadro 9) foram distribuídos diante da criação do documento de denominação interna “FRQ-080 – Diário de Bordo do Equipamento” (Anexo A), métrica de coleta diária com foco no controle das máquinas. Descritivamente, esta ficha de registro para preenchimento manual conta com:

- Descrição da data, linha de produção e processo/máquina;
- Lacunas para preenchimento dos horários de início e fim das paradas;
- Lacunas para preenchimento das motivações de paradas;
- Classificação própria dos tipos de parada de forma a facilitar a compreensão do operador.

Além disso, de maneira a nortear os operadores a respeito de todos os tipos possíveis de paradas de produção no processo, foi criado um documento análogo a um manual operacional (Anexo B) contendo a descrição de cada tipo de parada e exemplos cotidianos, o qual foi exposto visualmente aos funcionários do chão de fábrica em quadros.

4.2.2 Realização de uma Cronometragem dos Processos Produtivos

Dado que a empresa não possuía sistema de metas produtivas, as cronometragens existentes em seus arquivos de documentos não eram direcionadas a cálculos de Performance dos processos. Entendendo tal caso, foi necessário realizar uma cronoanálise direcionada aos apontamentos dos Tempos de Ciclos (TC) em alguns setores (tempo, em horas, que cada quilograma de ração demorava para ser processado em cada máquina). Esta informação tinha o propósito de ser remodelada para que fossem encontradas as Taxas de Processamento (quantos quilogramas de ração eram processados a cada hora) em cada etapa, as quais basicamente são valores opostos aos TC, de acordo com a equação descrita por Werkema (2011):

$$\text{Taxa de Processamento} = \frac{1}{\text{Tempo de Ciclo}} \quad (6)$$

Desta forma, novamente utilizando a ferramenta *Benchmarking* para integrar cronometragens anteriormente realizadas e considerando adversidades próprias do processo, as medidas de tempo relacionadas às taxas de processamento de cada uma das etapas foram explicitadas conforme ilustra o Quadro 11:

QUADRO 11 – AGRUPAMENTO DAS TAXAS MÉDIAS DE PROCESSAMENTO

Processo	Origem dos dados	Tempo de Ciclo médio (h/Kg)	Taxa de processamento média (Kg/h)
Extrusora/Secador 1	Informação fornecida pelo fabricante do equipamento	0,0005 h/Kg	2000 Kg/h
Resfriador/Engordurador 1	Anexo C	0,0005991 h/Kg	1669,1704 Kg/h
Ensaque 1	Anexo D	0,0001563 h/Kg	6397,9527 Kg/h
Extrusora/Secador 2	Informação fornecida pelo fabricante do equipamento	0,000167 h/Kg	6000 Kg/h
Resfriador/Engordurador 2	Anexo C	0,0001771 h/Kg	5647,0588 Kg/h
Ensaque 2	Anexo D	0,000105 h/Kg	9523,8095 Kg/h

FONTE: Autor (2023).

Vale ressaltar que as cronometragens expressas nos Anexos C e D abrangeram dados referentes a 10 dias de coletas e foram validados pelos responsáveis internos das áreas, os quais, baseados em experiências anteriores, concordaram com a capacidade de produção proposta.

4.2.3 Adaptação do Procedimento de Coleta das Quantidades Processadas

Ainda que a empresa já possuísse meios de coleta para determinar as quantidades processadas totais por batelada (e conseqüentemente em quilogramas), não haviam procedimentos bem definidos com relação a todas as máquinas mensuradas diante do indicador *OEE*, dado que este acompanhamento era anteriormente utilizado somente para determinar as eficiências da perspectiva do aproveitamento de matéria prima em cada lote de produto (Total Dosado *versus* Total Ensacado), e não do ponto de vista das máquinas.

Assim, de maneira a conseguir mensurar as informações de todos os processos, foram mapeadas e analisadas as documentações internas já utilizadas, denominadas “FRQ-020 Monitoramento do Processo de Extrusão/Secagem” (Anexo

E), “FRQ-025 Monitoramento do Processo do Engordurador” (Anexo F) e “FRQ-023 Monitoramento do Processo de Ensaque” (Anexo G). As duas últimas citadas já apresentavam métricas bem definidas quanto à coleta das quantidades processadas e não necessitaram de mudanças quanto a isso. Contudo, o Processo de Extrusão/Secagem não possuía tais funcionalidades e precisou ser revisto, assim como será demonstrado posteriormente.

Entretanto, é importante salientar que tais documentações possuíam como propósito inicial a ideia de serem preenchidas distintamente produto a produto, isto é, a cada *setup* no processo seriam finalizados exemplares da ficha e iniciaram-se outros (as informações são retiradas diretamente dos painéis de controle das máquinas). Porém, considerando a perspectiva do *OEE* para o trabalho, a representação basicamente buscou abranger todas as informações anotadas em fichas de um determinado dia, independente do produto a que se referiam.

Com isso, dado que mudanças nas métricas do processo de Extrusão foram necessárias (conforme citado anteriormente), inicialmente foi analisado que cada Máquina Extrusora (Extrusora Linha 1 e Extrusora Linha 2) dispunha de diferentes ferramentas tecnológicas de controle, o que levou à adoção de diferentes métodos diante da metodologia:

- Processo de Extrusão/Secagem Linha 1 = O sistema operacional da máquina não possuía um marcador que delimitava a quantidade total processada, portanto, foi necessário estabelecer uma forma de cálculo através das anotações referentes às taxas de produção instantâneas (em toneladas/hora), nas quais já existia um procedimento de preenchimento manual englobado na respectiva ficha de registro do sistema (FRQ-020) para anotação de dados a cada intervalo de uma hora. Tendo estas informações, o item da ficha que quantificava o tempo em operação total da máquina (Horas em operação) foi utilizado no cálculo para realizar uma multiplicação junto à informação recebida acerca da taxa de produção média por hora, resultando, desta forma, na aproximação acerca da quantidade total processada, assim como indica o seguinte cálculo:

$$\text{Quant. Total Extrusada} = \overline{\text{Taxa de Prod. Instantânea}} \times \text{Tempo em operação} \quad (7)$$

- Processo de Extrusão/Secagem Linha 2 = Foi ativada uma nova função no sistema operacional da máquina que determinava exatamente a quantidade total processada e também criado um campo específico na ficha de registro (FRQ – 020) para anotação deste apontamento.

4.2.4 Adaptação do Procedimento de Coleta dos Resíduos e Reprocessos

No tocante ao procedimento de coleta das informações referentes às quantidades de resíduos (descartes do processo) e reprocessos (separação de “sobras” mal processadas para reutilização futura) geradas, os dados coletados basearam-se na utilização das mesmas fichas de registro empregadas anteriormente para a coleta das quantidades processadas (FRQ-020, FRQ-023 e FRQ-025).

Desde a proposição inicial destes documentos já haviam lacunas próprias para o preenchimento das quantidades mal processadas e também instruções de trabalho para as coletas, entretanto, não existia uma categorização bem definida quanto aos reais tipos de perdas ocorridas no processo, dificultando, por exemplo, a indicação correta a respeito das perdas mais frequentes em cada máquina ou cada produto.

Dado isso, fez-se necessária novamente a utilização da ferramenta *Benchmarking*, a qual serviu de base para a construção do mapeamento sobre os tipos de perdas recorrentes no processo como um todo, os locais de coleta e responsáveis pelas anotações nas citadas fichas.

O processo de elaboração dos métodos de coleta contou com a inserção de novas lacunas de preenchimento nas três fichas de registro citadas, aquisição de balanças de pesagem e também com a exposição de manuais operacionais direcionados aos operadores (Anexos H, I e J), os quais deveriam norteá-los com relação às anotações do processo.

4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS

Ainda com relação à nova interpretação que os dados ganharam, foi possível então colocar em prática os métodos de coleta desenvolvidos para que eles fossem confrontados com uma situação de coleta real referente ao cálculo do *OEE*, buscando entender se de fato as informações trazidas refletiriam na correta apuração de cada uma das variáveis (Disponibilidade, Performance e Qualidade), além de analisar quantitativamente as inferências retiradas dos dados.

4.3.1 Base de dados do OEE

Após a apuração de todos os dados necessários para o cálculo do OEE (horários em operação, tipos de paradas, tipos de perdas, tempos de ciclo e quantidades de processadas), foi possível a estruturação das lacunas para preenchimento das informações e posteriores cálculos diários do indicador.

Desta maneira, foi estruturado um modelo no formato de tabelas para agregar todos os tipos de informações referentes ao OEE e, de forma a demonstrar os dados coletados para a análise quantitativa, foi exemplificada uma coleta – do dia 20/10/2023 – dentre as 15 totais (29/09/2023 a 20/10/2023) disponibilizadas com seus resultados no Anexo K.

As etapas do modelo e exemplificações com dados são as seguintes:

FIGURA 17 – TABELA COM DADOS PARA OEE (VISÃO GERAL)

Data	Linha	Máquina	Taxa de saída (Kg/h)	Tempo de ciclo (h/Kg)	Quantidade de produto bom (Kg)
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	2000	0,0005	26765,3333
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	1669,1704	0,0005991	17550
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	6397,9527	0,0001563	33771,3
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	5999,88	0,0001667	78897
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	5647,0588	0,0001771	74000
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	9523,8095	0,000105	61665

FONTE: Autor (2023).

- Data (Dia);
- Linha (Linha 1 ou Linha 2);
- Máquina;
- Taxa de Saída;
- Tempo de Ciclo;
- Quantidade Processada Boa (QB);

FIGURA 18 – TABELA COM DADOS PARA OEE (TEMPO PROGRAMADO)

Data	Linha	Máquina	(horas) Sem horário de trabalho	(horas) Tempo adicionado	Sem pedidos	Programado para Manut.	(horas) Tempo Programado
					(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	4		0	0	20
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	4		0	0	20
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	15		0	0	9
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	4		0	0	20
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	4		0	0	20
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	15		0	0	9

FONTE: Autor (2023).

- Tempo com a operação sem expediente de trabalho (TO);
- Horas adicionadas (extras - HE);
- [PARADAS] Sem pedidos (SP);
- [PARADAS] Manutenção programada (MR);
- Tempo Programado (TP);

$$\text{Tempo Programado} = 24 \text{ horas} + HE - TO - \sum SP - \sum MR \quad (8)$$

FIGURA 19 – TABELA COM DADOS PARA OEE (TEMPO TRABALHADO)

Data	Linha	Máquina	(horas) Preparação de máquina	(horas) Pré- desligamento	Em espera	Sem escoamento	Quebra	Troca de Produto
					(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	(horas) TOTAL
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	0,17	0,67	0	0	0	1
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	0	0,33	1,8333333	0	0	0
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	0,17	0,25	0	0	0	0,6666667
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	0,17	0,67	0	1,083333333	0	1,3333333
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	0	0,33	1,6666667	0	1,0666667	0
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	0,17	0,25	0	0	0	0,3333333

Data	Linha	Máquina	Falta de M.P.	Falta de Energia	Falta de Água	Falta de Ar Comprimido	Falta de Vapor	Pequenas paradas	(horas) Tempo Trabalhado
			(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	(horas) TOTAL	
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	0	0	0	0	1,1833333	0	16,9766667
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	0	0	0	0	0	0	17,8366667
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	0	0	0	0	0	0	7,913333333
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	0	0	0	0	0	0	16,7433333
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	0	0	0	0	0	0	16,9366667
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	0	0	0	0	0	0	8,2466667

FONTE: Autor (2023).

- [PARADAS] Preparação de Máquina (PM);
- [PARADAS] Pré-desligamento (PD);

- [PARADAS] Em espera (EE);
- [PARADAS] Sem escoamento (SE);
- [PARADAS] Quebra (QU);
- [PARADAS] Troca de produto (TR);
- [PARADAS] Falta de matéria prima (MP);
- [PARADAS] Falta de energia (EN);
- [PARADAS] Falta de água (AG);
- [PARADAS] Falta de ar comprimido (AR);
- [PARADAS] Falta de vapor (VA);
- [PARADAS] Pequenas paradas (PP).
- Tempo Trabalhado (TT);

$$\text{Tempo Trabalhado} = TP - PM - PD - \sum EE - \sum SE - \sum QU - \sum TR - \sum MP - \sum EN - \sum AG - \sum AR - \sum VA - \sum PP \quad (9)$$

FIGURA 20 – TABELA COM DADOS PARA OEE (TEMPO EQUIVALENTE)

Data	Linha	Máquina	(horas) Tempo com Processamento Lento	(horas) Tempo com Processamento além do esperado	(horas) Tempo Equivalente
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	3,594		13,38266667
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	7,322461667		10,514205
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	2,634879143		5,27845419
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	3,593570343		13,14976299
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	3,8325		13,10416667
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	1,771841667		6,474825

FONTE: Autor (2023).

- Tempo com Processamento Lento;

$$\text{Tempo com Processamento Lento} = TT - TE \quad (10)$$

- Tempo com Processamento além do esperado;

$$\text{Tempo com Processamento Além do Esperado} = (TT - TE) * -1 \quad (11)$$

- Tempo Equivalente (Tempo teórico ideal de processamento (TE));

$$\text{Tempo Equivalente} = TT * Performance \quad (12)$$

FIGURA 21 – TABELA COM DADOS PARA OEE (TEMPO COM A PRODUÇÃO IDEAL)

Data	Linha	Máquina	Processamento Ruim							(Kg) TOTAL	(horas) Tempo com a Produção Ideal
			(Kg) [Resíduo] Úmido	(Kg) [Resíduo] Varredura	(Kg) [Reprocesso] Start/Parada de Máquina	(Kg) [Reprocesso] Finos	(Kg) [Reprocesso] Falha de Qualidade	(Kg) [Reprocesso] Limpeza de Linha	(Kg) [Reprocesso] Granulado / Canos		
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	42,17	12,33	490,2	85,93	150			780,63	12,992352
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG		2		80	0			82	10,465079
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS		0		104	0		160	264	5,237191
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	68,3	6,5	1174	214	311			1773,8	12,854124
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG		1		219	0			220	13,065208
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS		0		29	0	228	0	257	6,44784

FONTE: Autor (2023).

- [PROCESSAMENTO RUIM] Resíduo úmido;
- [PROCESSAMENTO RUIM] Resíduo Varredura;
- [PROCESSAMENTO RUIM] Reprocesso de Start/Parada de Máquina;
- [PROCESSAMENTO RUIM] Reprocesso de Finos;
- [PROCESSAMENTO RUIM] Reprocesso com Falhas de Qualidade;
- [PROCESSAMENTO RUIM] Reprocesso com Limpeza de Linha;
- [PROCESSAMENTO RUIM] Reprocesso granulado;
- Processamento Ruim Total (QR (soma de todos os tipos de Processamento Ruim));
- Tempo com a Produção Ideal (TI).

$$\text{Tempo com a Produção Ideal} = TE * \frac{QB - QR}{QB} \quad (13)$$

FIGURA 22 – TABELA COM DADOS PARA OEE (VARIÁVEIS FINAIS)

Data	Linha	Máquina	Disponibilidade	Performance	Qualidade	OEE (Equipamento)	OEE (Linha)	OEE (Planta Industrial)
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	84,88%	78,83%	97,08%	64,96%	52,08%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	89,18%	58,95%	99,53%	52,33%	52,08%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	87,93%	66,70%	99,22%	58,19%	52,08%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	83,72%	78,54%	97,75%	64,27%	65,13%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	84,68%	77,37%	99,70%	65,33%	65,13%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	91,63%	78,51%	99,58%	71,64%	65,13%	62,15%

FONTE: Autor (2023).

- Disponibilidade (Equação (2));
- Performance (Equação (3));
- Qualidade (Equação (4));
- OEE Equipamento (Equação (5));
- OEE Linha (Figura 10 (OTE Subsistema em Série));

- OEE Fábrica (Figura 10 (OTE Subsistema em Paralelo)).

Ainda é necessário explicitar alguns pontos específicos do modelo que possuem detalhes importantes para o cálculo e podem ser percebidos no Anexo K:

1. As linhas de produção da indústria não operam aos domingos, da mesma forma que operam somente em alguns sábados específicos quando há necessidade de tal feito;
2. Os dias 13/11/23 e 14/11/23, apesar de representarem dias regulares da semana, foram datas em que não houve o funcionamento integral de todos os setores e, portanto, o índice *OEE* da planta como um todo não pôde ser calculado;
3. Nas figuras representadas acima que representam o modo de cálculo do indicador, foram demonstrados apenas os valores somatórios de cada tipo de parada para que a visualização fosse facilitada, contudo, na gestão diária, podem ocorrer várias ocorrências relacionadas a um tipo específico de parada.

Por fim, tendo os dados em mãos, foi possível prescrever algumas conclusões que permeavam os objetivos do trabalho desde seu início, principalmente no que diz respeito a focalizar nos principais motivos de perda de eficiência no sistema.

Isso refere-se basicamente ao que demonstra o Quadro 12:

QUADRO 12 – PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES DEVIDO À MEDIÇÃO VIA *OEE*

Questionamento	Processo	Resposta	Valor
	Extrusora/Secador 1	Troca de Produto	23 ocorrências

Tipo de parada mais recorrente	Resfriador/Engordurador 1	Espera	29 ocorrências
	Ensaque 1	Troca de Produto	26 ocorrências
	Extrusora/Secador 2	Troca de Produto	18 ocorrências
	Resfriador/Engordurador 2	Espera	17 ocorrências
	Ensaque 2	Troca de Produto	14 ocorrências
Tipo de parada que representou o maior tempo de processo parado	Extrusora/Secador 1	Sem Escoamento	966 minutos (5,37%)
	Resfriador/Engordurador 1	Espera	2321 minutos (12,82%)
	Ensaque 1	Troca de Produto	546 minutos (6,56%)
	Extrusora/Secador 2	Espera	675 minutos (3,91%)
	Resfriador/Engordurador 2	Espera	1408 minutos (8,12%)
	Ensaque 2	Espera	285 minutos (3,41%)
Tipo de processamento ruim que representou a maior quantidade de perdas	Extrusora/Secador 1	Reprocesso Finos	2763,93 Kg (0,72%)
	Resfriador/Engordurador 1	Reprocesso Finos	2466 Kg (0,98%)
	Ensaque 1	Reprocesso Limpeza de Linha	1827 Kg (0,36%)
	Extrusora/Secador 2	Reprocesso Finos	5042 Kg (0,37%)
	Resfriador/Engordurador 2	Reprocesso Falha de Qualidade	7200 Kg (0,58%)
	Ensaque 2	Reprocesso Limpeza de Linha	1076 Kg (0,11%)
OEE médio (Equipamento)	Extrusora/Secador 1	63,60%	
	Resfriador/Engordurador 1	49,08%	
	Ensaque 1	56,79%	
	Extrusora/Secador 2	78,85%	
	Resfriador/Engordurador 2	75,78%	
	Ensaque 2	76,63%	
OEE médio (Linha)	Linha 1	47,65%	
	Linha 2	74,90%	

OEE médio (Fábrica)	Fábrica	68,69%
---------------------	---------	--------

FONTE: Autor (2023).

Como conclusões gerais, podem ser elencadas uma série de questões:

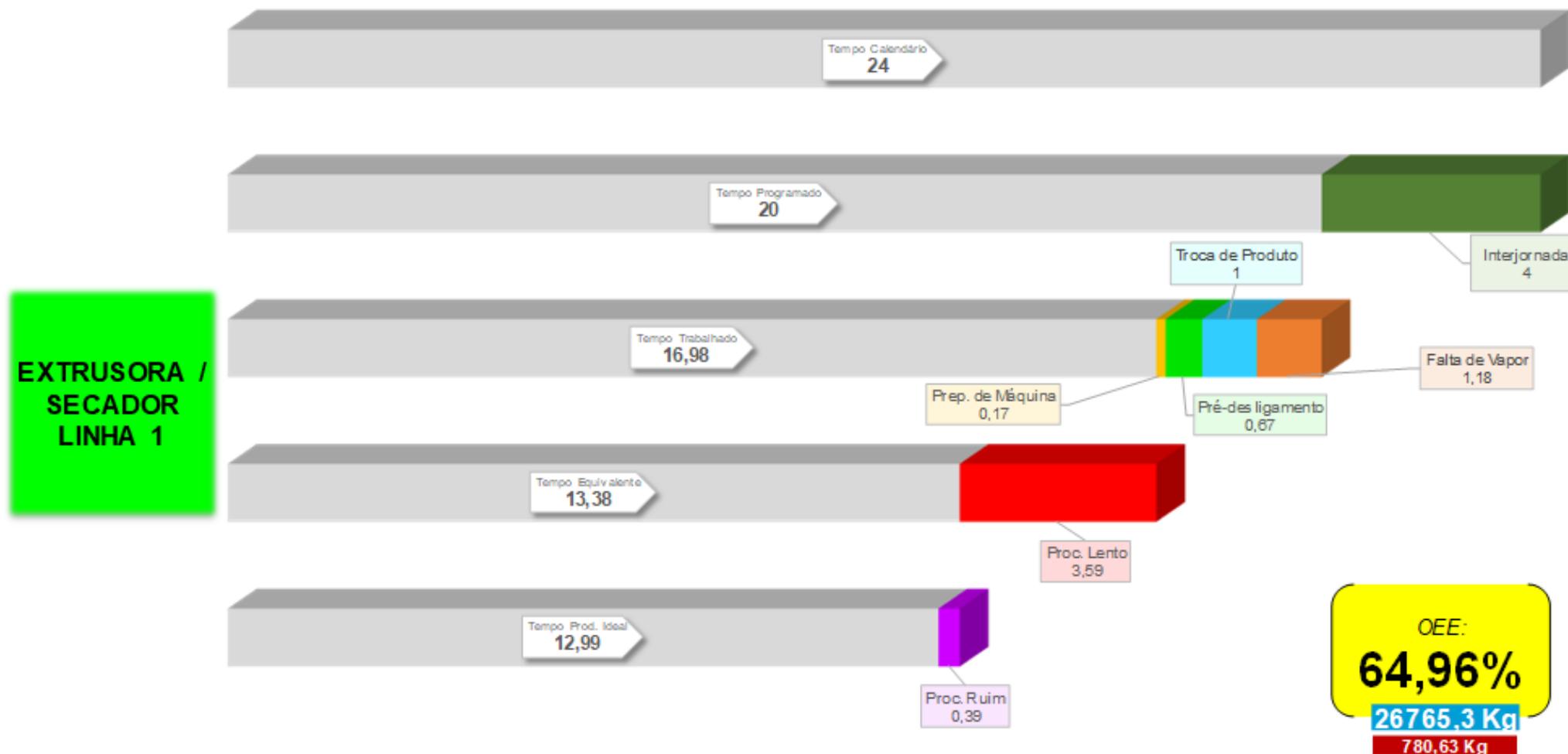
- Os Processos 1 e 2 que envolvem Resfriador/Engordurador ficam demasiadamente ociosos devido ao processo anterior de Secagem (percentual com relação ao Tempo Programado total);
- Os Processos 1 e 2 de Ensaque possuem perdas razoavelmente elevadas principalmente devido aos *setups* de embalagem (percentual com relação ao Tempo Programado total);
- Os Processos 1 e 2 que envolvem Extrusora/Secador geralmente ficam parado devido aos setups de matéria prima, mas também sofrem paradas com faltas de armazenamento disponível em processos seguintes e são obrigados a serem paralisados (percentual com relação ao Tempo Programado total);
- Tendo em vista que um valor ideal geral para Processamento Ruim se encontra próximo a 0,5%, é notório o descontrole com relação à geração de Finos (Reprocesso) nos Processos de Extrusora/Secador 1 e Resfriador/Engordurador 1;
- Falhas de Qualidade, mesmo sendo raras, impactam severamente no indicador com relação à quantidade de processamento ruim;
- A Linha 1 possui baixos níveis médios de *OEE* individual, o que impacta no índice da própria Linha, já que seu gargalo (Engordurador) possui o menor valor entre eles. Isto invariavelmente se deve ao fato da Linha possuir equipamentos de maior precisão (consequentemente, processamentos em menor quantidade) e ser responsável por produzir mais de 10 itens diferentes;
- A Linha 2 mantém bons índices, principalmente em seu gargalo, fazendo com que a eficiência da linha se mantenha em nível bom, o que faz sentido em razão da alta quantidade total de produto processado;
- De acordo com o tópico 2.3.1.3, a Fábrica possui uma classificação entre mediana a boa quanto a seu *OEE*.

4.3.2 Demonstração Visual do *OEE*

De forma a reapresentar as informações anteriormente exibidas em tabelas numéricas, foram desenvolvidos painéis gráficos específicos para a gestão visual do indicador *OEE* por parte da diretoria, gestão de produção e também para interação com os operadores.

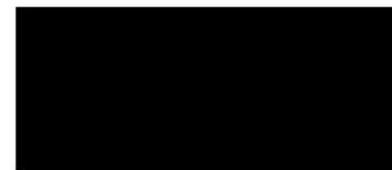
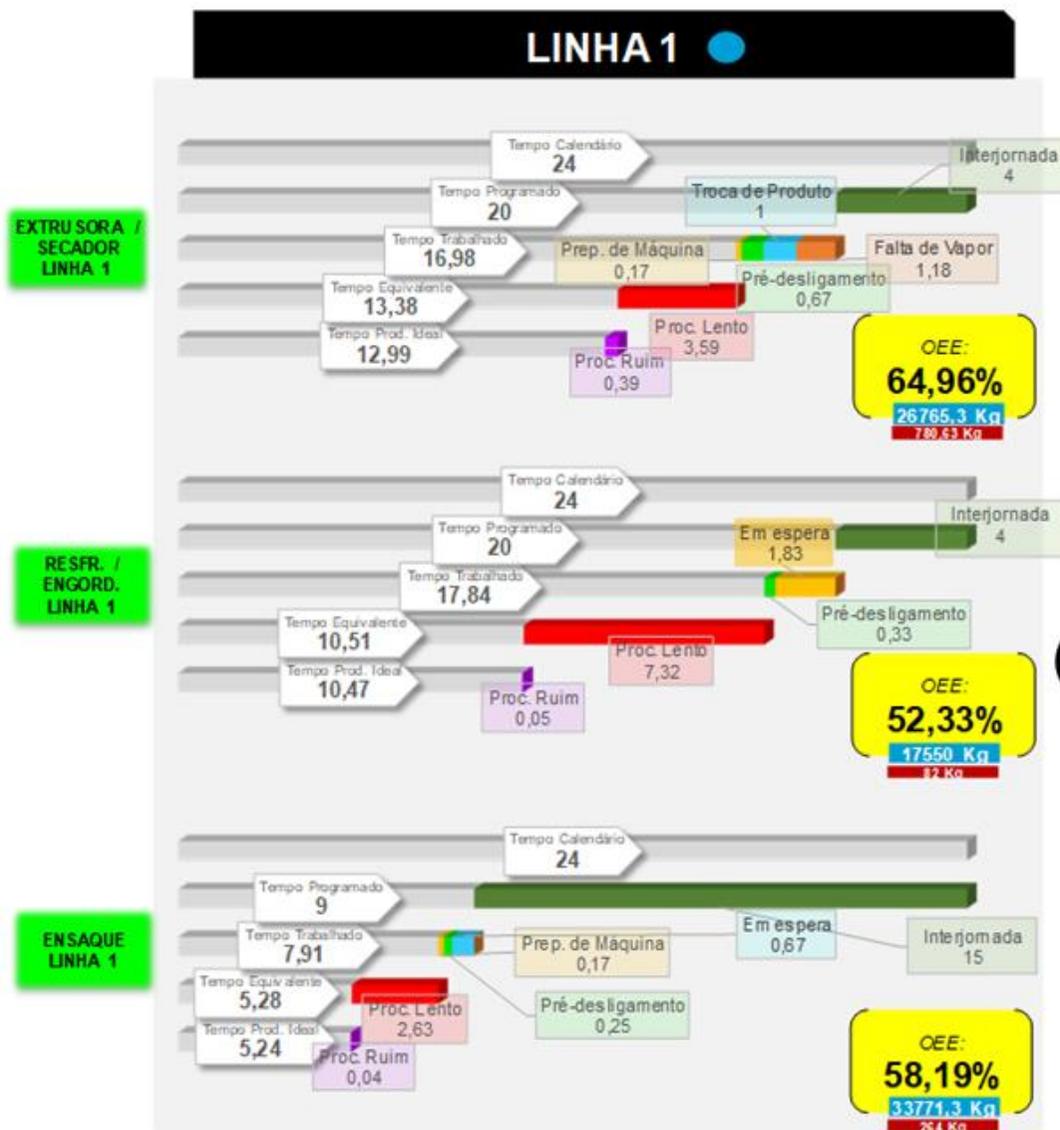
Em uma primeira tela, a disposição dos dados foi adaptada para favorecer um entendimento geral e diário a respeito das eficiências específicas de cada máquina, linha e planta industrial. Tomando como exemplo a coleta do dia 20/10/2023, a Figura 24 demonstra a disposição gráfica informada de maneira sistêmica. Contudo, antes, a Figura 23 exemplifica um dos componentes específicos da representação relacionado um único equipamento (modelo este replicado para o restante dos processos/máquinas na figura seguinte):

FIGURA 23 – GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DO OEE (UM EQUIPAMENTO)



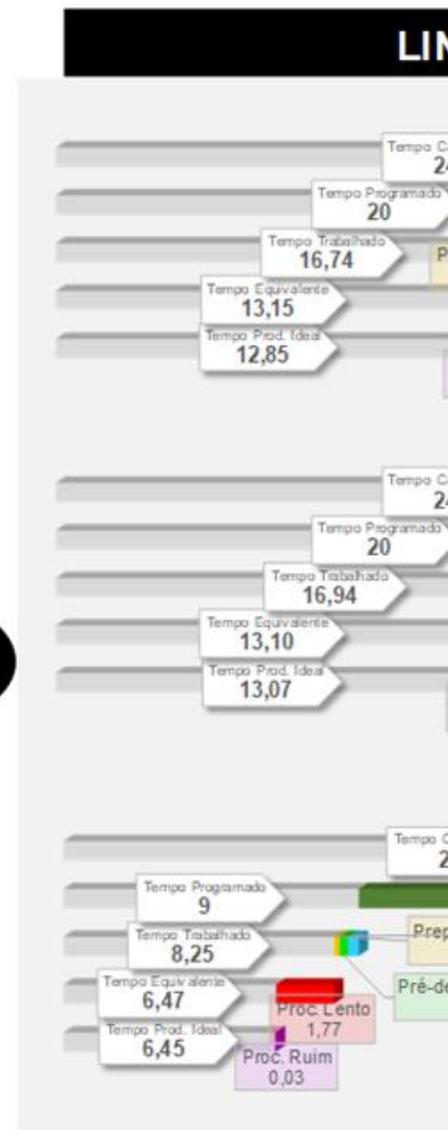
FONTE: Autor (2023).

FIGURA 24 – GRÁFICO PARA VISUALIZAÇÃO DO OEE (GERAL)



20/10/2023
sexta-feira

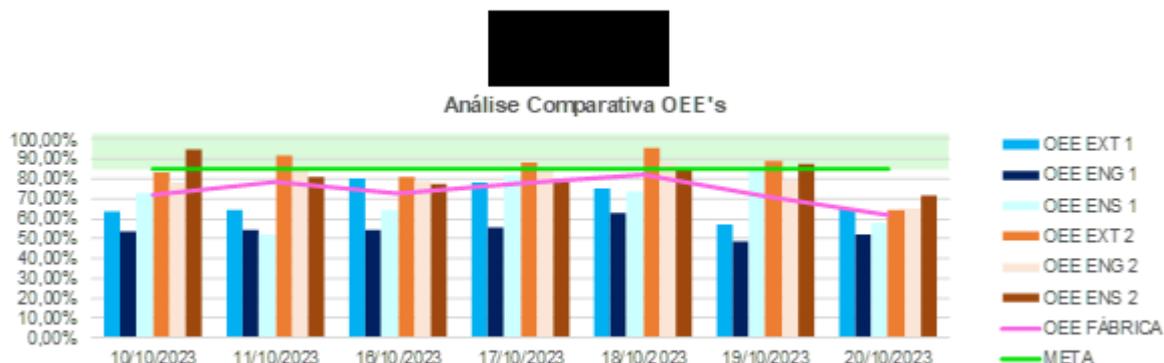
OEE FÁBRICA



FONTE: Autor (2023).

Simultaneamente também foram desenvolvidas outras duas telas contendo desta vez informações específicas dos processos ao longo de períodos de tempo para a realização de análises minuciosas. A Figura 25 exibe um quadro com as variações dos *OEE's* ao longo de um período determinado (tanto o *OEE* da Fábrica, quanto os índices de cada equipamento):

FIGURA 25 – GRÁFICO PARA ANÁLISE DO *OEE* (GERAL)

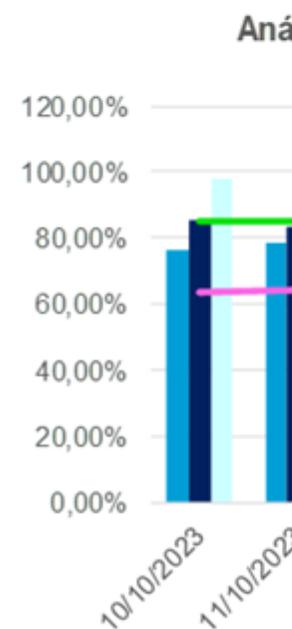


FONTE: Autor (2023).

Por fim, a Figura 26 expõe um quadro detalhado que visa mitigar a influência de cada tipo de perda detalhadamente em um processo particular, demonstrando inclusive projeções ótimas que podem levar ao estabelecimento futuro de projetos de melhoria:

FIGURA 26 – GRÁFICO PARA ANÁLISE DO OEE (UM EQUIPAMENTO)

EQUIPAMENTO		DATA		
MÁQUINA	LINHA	INÍCIO	FIM	
Extrusora/Secador	1	10/10/2023	20/10/2023	
	SOMA	MÉDIA DIÁRIA	Nº DE OCORRÊNCIAS	
Tempo Calendário	168			
Sem horário de trabalho	28	4		
Tempo adicionado	0	0	✓	0
Sem pedidos	0	0	✓	0
Programado para Manut.	0	0	✓	0
Tempo Programado	140	20		
Preparação de máquina	1,19	0,17		
Pré-desligamento	4,69	0,67		
Em espera	0,22	0,03	⚠	1
Sem escoamento	6,42	0,92	⚠	2
Quebra	0,3	0,04	⚠	1
Troca de Produto	4,82	0,69	✗	11
Falta de M.P.	0	0	✓	0
Falta de Energia	0	0	✓	0
Falta de Água	0	0	✓	0
Falta de Ar Comprimido	0	0	✓	0
Falta de Vapor	4,73	0,68	✗	8
Pequenas paradas	1,35	0,19	⚠	4
Tempo Trabalhado	116,29	16,61		
Tempo com Processamento Lento	17,80	2,54		
Tempo com Processamento além do esperado	0	0		
Tempo Equivalente	98,49	14,07		
[Resíduo] Úmido	210,64	30,09		
[Resíduo] Varredura	42,48	6,07		
[Reprocesso] Start/Parada de Máquina	1062,82	151,83		



FONTE: Autor (2023).

Assim, é possível perceber a inserção de Gráficos de Séries Temporais na análise do indicador, utilizados neste caso como mais uma ferramenta do *Lean Six Sigma* para representar as mudanças na eficiência do processo ao longo do período citado como exemplo (no caso das representações gráficas, o intervalo exemplificado compreende a 10/10/2023 até 20/10/2023 (7 dias)).

4.4 IMPLICAÇÕES E RESULTADOS

4.4.1 Gestão Estratégica do *OEE* na Empresa

Como resultado da implantação do indicador na empresa, os processos referentes a seu controle foram desencadeados rumo à gestão estratégica, isto é, utilizando seus resultados diários, foram gerados objetivos operacionais e gerais com relação à melhor utilização do maquinário nos processos de produção da ração.

Representando tais evoluções, o trabalho utilizou a ferramenta Relatório *Kaizen* para conseguir expor de forma sistêmica as mudanças geradas quanto aos métodos de controle realizados pela fábrica, demonstrando quais eram as métricas anteriormente analisadas e também quais foram os novos procedimentos gerados para o dia a dia da indústria através do trabalho. Tal representação é expressa no Quadro 13:

QUADRO 13 – RELATÓRIO *KAIZEN* DA IMPLEMENTAÇÃO DO *OEE* NA EMPRESA (CONTINUA)

ÁREA DE ABRANGÊNCIA	ANTES	DEPOIS
Capacidade Produtiva	Havia desconhecimento a respeito da capacidade produtiva específica de cada um dos setores.	O olhar técnico baseado na expressão “quanto é possível ser produzido?” passou a figurar como fator fundamental para determinar a produtividade por setor de acordo com a visão gerencial (Performance).
Qualidade	Algumas ocorrências de reprocessos não eram anotadas, principalmente em razão dos operadores não os entenderem como falhas do processo, já que não eram descartados e sim reintegrados ao sistema.	As instruções de trabalhos para coleta de resíduos e reprocessos foram remodeladas de forma a demonstrarem números precisos e de fácil mensuração (Qualidade).

QUADRO 13 – RELATÓRIO *KAIZEN* DA IMPLEMENTAÇÃO DO OEE NA EMPRESA (CONCLUSÃO)

ÁREA DE ABRANGÊNCIA	ANTES	DEPOIS
Manutenção	Somente ocorrências de quebras de máquinas eram anotadas e não possuíam uma ficha de registro específica para tal ação.	De forma a aumentar o grau de precisão em suas ações, a equipe de Manutenção passou a levar em conta os registros dos variados tipos de paradas que, com o indicador, eram anotados pelos operadores (Disponibilidade).
Gestão por Indicadores	Os indicadores gerados na fábrica se limitavam à análise da equipe de gerência de produção.	O indicador ganhou um programa de observação baseado em 4 etapas: a) Acompanhamento diário; b) Reuniões periódicas com foco na análise dos equipamentos com menor rendimento ao longo de um período; c) Avaliação minuciosa em dias e paradas específicos para encontrar causas raízes de problemas; d) Execução de Projetos de Melhoria Contínua.
Gamificação	Não existia um programa baseado em metas setoriais que levasse em conta os indicadores.	O indicador, entre outros fatores, motivou a instauração de um programa de metas na organização.

FONTE: Autor (2023).

4.4.2 Resultados acadêmicos da pesquisa

Alguns objetivos foram conquistados com a pesquisa, como é o fato de ter conseguido realizar a aceitação da ferramenta diante da equipe da fábrica e da gerência de produção, demonstrando visualmente seus resultados a eles. Um outro fator preponderante para o sucesso da pesquisa foi a busca e consequente escolha adequada do método para a representação simultânea do *OEE* em mais de um equipamento, visto que as pesquisas baseadas em tais parâmetros são recentes e ainda escassas, principalmente do ponto de vista do cenário brasileiro.

Por fim, o Quadro 14 (utilização prática do Quadro 8) apresenta um resumo esquemático que compara as proposições iniciais (Tópico 1.4), resultados finais e suportes teóricos (presentes no Tópico 2) para as realizações:

QUADRO 14 – RESULTADOS ACADÊMICOS DA PESQUISA (CONTINUA)

Objetivo proposto	Resultado obtido no trabalho	Base teórica
<p>Implementar um modelo de gestão do OEE (Overall Equipment Effectiveness) através do Lean Six Sigma.</p>	<p>O <i>Lean Six Sigma</i> esteve presente na estruturação das etapas de pesquisa e execução para implementação do indicador (com o seu método <i>DMAIC</i>), inclusive fornecendo inúmeras de suas ferramentas para manipulação de dados durante todo o trabalho.</p>	<p>Werkema (2011, p. 70): “Para a melhoria da OEE, poderão ser utilizadas as ferramentas Seis Sigma, bem como as demais técnicas do Lean Manufacturing.” (Tópico 2.3.1).</p>
<p>Identificar quais atividades limitam a capacidade geral de produção da planta industrial.</p>	<p>Após a estruturação completa dos métodos de coleta e, posteriormente, o próprio recolhimento das informações numéricas do OEE, uma análise visando identificar as principais limitações de capacidade da fábrica (falhas de disponibilidade, performance e/ou qualidade) pôde ser apresentada (Quadro 12).</p>	<p>Gregório e Silveira (2018, p. 65): “[...] o TPM busca a eficácia da empresa por meio da maior qualificação dos profissionais e da introdução de melhorias nos equipamentos. Nesse sentido, O OEE pode auxiliar no controle e na avaliação do alcance desse objetivo.” (Tópico 2.3.1).</p>
<p>Propor métodos de coleta e tabulação de dados para o OEE que sejam intuitivos e perdurem na organização.</p>	<p>Desde seu princípio, os métodos de coleta foram desenhados pensando na estrutura organizacional da empresa em questão, principalmente com relação ao papel que os operadores teriam no processo. Devido a isto, foi possível incluir a gestão do OEE no programa diário de controle da empresa sem prejuízos de tempo ou grandes esforços por parte dos funcionários.</p>	<p>Barreto e Saraiva (2019, p. 122): “Para saber se os objetivos estratégicos estão sendo atingidos, é preciso que a empresa adote um conjunto de indicadores, variáveis ou medidas de desempenho, que devem estar voltados para elementos que são relevantes para o sucesso da empresa.” (Tópico 2.3)</p>

QUADRO 14 – RESULTADOS ACADÊMICOS DA PESQUISA (CONCLUSÃO)

Objetivo proposto	Resultado obtido no trabalho	Base teórica
-------------------	------------------------------	--------------

<p>Mensurar as variáveis disponibilidade, performance, qualidade e o próprio OEE referentes a cada uma das máquinas do processo estudado no recorte temporal definido.</p>	<p>O trabalho não se limitou somente à estruturação da coleta de dados e implementação de procedimentos para o indicador, mas também os colocou em prática para poder analisar os resultados obtidos nas três citadas variáveis e no próprio indicador calculados (Anexo K), comparando-os com métricas utilizadas para o indicador em outras empresas ao redor do mundo (Quadro 12).</p>	<p>Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018, p. 403) “Vistas de forma isolada, essas métricas individuais são indicadores importantes de desempenho da operação, mas não fornecem uma visão completa da eficácia global do processo. Criticamente, todas essas perdas no cálculo significam que a EGE [OEE] representa o tempo operacional valioso como porcentagem da capacidade que algo foi projetado para ter.” (Tópico 2.3.1.3).</p>
<p>Definir um método apropriado para o cálculo de um índice OEE que englobe uma planta industrial por completo e, conseqüentemente, a interação entre os índices OEE individuais de cada máquina pré-calculados.</p>	<p>Após longos estudos e análises comparativas entre métodos não convencionais para o OEE, foi realizada uma escolha entre eles para a utilização no cálculo do indicador a nível da planta industrial. A técnica foi compatível com o que era buscado e permitiu uma aproximação com a realidade operacional da fábrica.</p>	<p>Jonsson e Lesshammar (1999, p. 77, tradução nossa)⁴ “Os mais estudados sistemas não possuíam medidas próprias para orientações de fluxo ou eficiências externas, então, conseqüentemente, o OEE não conseguiu melhorar integralmente estas dimensões.” (Tópico 2.3.2).</p>

FONTE: Adaptado de Yin (2016).

⁴ Original: “Most studied systems did not have proper measures for flow orientation or external effectiveness, but consequently OEE did not improve the fulfilment of these dimensions”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma a responder o Problema de Pesquisa, designado através de uma pergunta de pesquisa, é possível dizer que o trabalho obteve êxito ao que se propôs a apresentar, tanto no que se refere ao cenário acadêmico de pesquisa, quanto à execução na situação real de trabalho, demonstrando a aplicação de uma ferramenta já consolidado industrialmente (*OEE*), mas desta vez tendo sua estruturação inicial em uma fábrica sendo prescrita através de uma metodologia também renomada perante aplicações organizacionais (*Lean Six Sigma*).

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

Como recomendação para trabalhos futuros que trabalhem com o indicador *OEE*, há de se comentar algumas situações que envolveram a obra e, de certa forma, limitaram a capacidade exploratória do indicador nos postos de trabalho estudados.

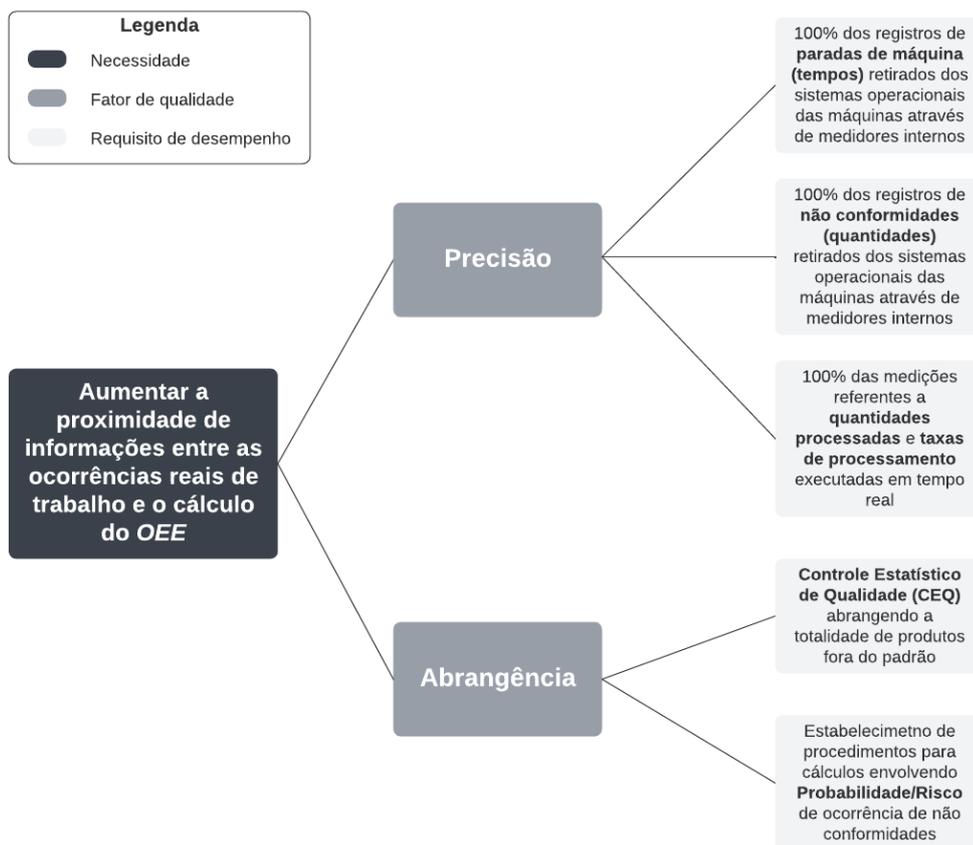
Primeiramente, os parâmetros tecnológicos disponíveis ao pesquisador não conseguiram, em todas as situações, fornecer dados com graus de precisão extremamente elevados quanto às variáveis do *OEE* e suas necessidades de coleta de informações identificadas, principalmente por dependerem de anotações manuais. Portanto, a partir das ideias aqui expostas, conseguir focalizar ações rumo à automação das medições dos processos seria algo de grande valia para a acurácia do indicador.

Ademais, ao se analisar especificamente a variável Qualidade, é possível notar sua limitação quanto à demonstração do índice de Processamento Ruim, visto que foram considerados para a pesquisa somente parâmetros de quantidades geradas referentes a refugos/reprocessos, além de falhas de qualidade que ocorrem com certa periodicidade. Logo, é possível notar a ausência de um Plano de Inspeção de Qualidade ou um Controle Estatístico de Qualidade, os quais serviriam como base para a avaliação dos percentuais de não conformidades como um todo no sistema. Como sugestão para um futuro trabalho, seria expressivo realizar desdobramentos específicos neste pilar do *OEE*, ajudando também na exatidão do indicador.

Assim, através da utilização da ferramenta *Árvore CTQ (Critical To Quality)*, foi possível demonstrar novos caminhos pelos quais a aplicação do *OEE* poderia evoluir. Na esquematização é possível notar a inferência de dois fatores de qualidade que seriam determinantes para aproximar cada vez mais o indicador da realidade, além de ações operacionais diárias realizadas, as quais referem-se à precisão quanto à

fonte de dados e novas abrangências à estas formas de coleta, tornando o modelo mais completo. Tais sugestões são expressas na Figura 27:

FIGURA 27 – NOVAS PERSPECTIVAS PARA O OEE EM UMA VISÃO CTQ



FONTE: Autor (2023).

REFERÊNCIAS

ANDION, M. C.; FAVA, R. Planejamento Estratégico in: **Gestão Empresarial**, FAE, v. 2, p. 27-38, 2002.

ANTUNES, J. **Sistemas de produção**. Porto Alegre: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802494. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

ASSI, M. **Gestão De Riscos Com Controles Internos - Como vencer os desafios e manter a eficiência dos negócios - 1ª edição 2012**. São Paulo: Saint Paul Publishing (Brazil), 2012. E-book. ISBN 9788580040500. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580040500/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

BAGGIO, A. F.; LAMPERT, A. L. **Planejamento Organizacional**. Ijuí: Unijuí, 2010.

BARRETO, J. S.; SARAIVA, M. O. **Processos gerenciais**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788595021556. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595021556/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

BATALHA, M. O. **Gestão da Produção e Operações**. São Paulo: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021288. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021288/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

BLEGGI, A. **O planejamento no âmbito e nos níveis hierárquicos das organizações**. Pelotas: Artigo apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Comunicação Organizacional, Curso de Comunicação Social – Habilitação Jornalismo, Universidade Católica de Pelotas, 2009.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M.; ZAMMORI, F. Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML) - an integrated approach to assess systems performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 1, p. 8-29, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/17410380910925389>

BUENO, C. **Planejamento Operacional de Refinarias**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84558/198406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 jun. 2023.

BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos a Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de um fábrica. **Produção**, v. 23, n. 2, p. 205-225, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000068>

CALDEIRA, J. **100 Indicadores da Gestão - Key Performance Indicators**. Lisboa: Grupo Almedina (Portugal), 2012. E-book. ISBN 9789896940379. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9789896940379/>. Acesso em: 08 abr. 2023.

CAPETTI, E. J. **O papel da Gestão da Manutenção no desenvolvimento da estratégia de manufatura**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Católica do Paraná, Curitiba (PR), 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/215896327-Edson-jose-capetti-o-papel-da-gestao-da->

manutencao-no-desenvolvimento-da-estrategia-de-manufatura.html. Acesso em: 19 jun. 2023.

CAUCHICK, P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788595153561. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153561/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

CHIAVENATO, I. **Gestão da Produção: Uma Abordagem Introdutória**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559772865. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559772865/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

CHIAVENATO, I. **Planejamento Estratégico - Da Intenção aos Resultados**. São Paulo: Grupo GEN, 2020. E-book. ISBN 9788597025705. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597025705/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

COSTA, R. S.; JARDIM, E. **Gestão de Operações de Produção e Serviços**. São Paulo: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013603. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013603/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

CRUZ, T. **Manual de Planejamento Estratégico**. São Paulo: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013023. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013023/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CRUZ, T. **Planejamento Estratégico**. São Paulo: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597021844. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021844/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CURSO OEE NA PRÁTICA ONLINE – EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS: **Excelência Operacional**, 19 ago. 2022. 16 vídeos (131 min). Disponível em: <https://www.excelenciaoperacional.blog.br/2022/08/19/curso-oee-pratica-online-eficiencia-global-dos-equipamentos/>. Acesso em: 31 mai. 2023. Apresentador: Prof. Dr. Helder Henrique Diniz (UPE).

DEMARCHI, V.; SOUZA, T. A.; ALVES, P. D. Aplicação do Lean Seis Sigma para aumento de produtividade de ativos - um estudo de caso. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Salvador (BA). **Anais...** Salvador (BA), 2013.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**. Porto Alegre: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802913/>. Acesso em: 1 jun. 2023.

ENAP – Escola Nacional de Administração Pública. Apostila: **Análise e Melhoria de Processos**. Diretoria de Desenvolvimento Gerencial. Pasta Pública. Brasília: ENAP, 2016.

ENDEAVOR. **KPI: como medir o que importa no seu negócio**. 2015. Não paginado. Disponível em: <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/kpi/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

- FERNANDES, D. R. Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia. **Unopar Científica Ciências Jurídicas e Empresariais**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 57-68, Set. 2012. Disponível em: <https://revistajuridicas.pgsskroton.com.br/article/view/720>. Acesso em: 19 jun. 2023.
- FERREIRA, L. **Gestão da qualidade e produtividade**. São Paulo: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786589965336. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786589965336/>. Acesso em: 19 jun. 2023.
- FILHO, M. C. F.; FILHO, E. J. M. A. **Planejamento da Pesquisa Científica, 2ª edição**. São Paulo: Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 9788522495351. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522495351/>. Acesso em: 19 jun. 2023.
- FILHO, P. V.; MACHADO, A. M. V. **Planejamento estratégico: formulação, implementação e controle**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.
- FISCHMANN, A. A.; ALMEIDA, M. I. R. de. **Planejamento Estratégico na Prática, 3ª edição**. São Paulo: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597016895. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597016895/>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- FOFONKA, V. O. **Teoria das Restrições (TOC) e Overall Throughput Effectiveness (OTE) integrados na gestão da capacidade produtiva: o caso de uma fábrica produtora de pneus**. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2013.
- GREGÓRIO, G. F. P.; SILVEIRA, A. M. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595026971. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026971/>. Acesso em: 1 jun. 2023.
- GUAZZELLI, A. M.; XARÃO, J. C. **Planejamento estratégico**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788595026360. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026360/>. Acesso em: 08 abr. 2023.
- HINES, P. et al. Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, Reino Unido, v.24, n.10, p. 994-1012, Out. 2004. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443570410558049/full/html>. Acesso em: 01 jun. 2023.
- ILOS. **OEE: Retirando o máximo dos ativos**. 2017. Não paginado. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/oe-retirando-o-maximo-dos-ativos/>. Acesso em: 19 jun. 2023.
- JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 1, p. 55-78, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/01443579910244223>
- JÚNIOR, E. M. **Construção, mensuração e fomento de indicadores de desempenho**. São Paulo: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786589965916.

Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786589965916/>. Acesso em: 15 abr. 2023.

JÚNIOR, J. A. V. A.; KLIPPEL, A. F.; SEIDEL, A.; *et al.* **Uma revolução na produtividade: a gestão lucrativa dos postos de trabalho**. Porto Alegre: Grupo A, 2012. E-book. ISBN 9788565837927. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837927/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da Produção- Série Fácil - 1ª edição**. São Paulo: Editora Saraiva, 2012. E-book. ISBN 9788502183551. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502183551/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Princípios para a concepção de processos lean**. 2017. Não paginado. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1104/-principios-para-a-concepcao-de-processos-lean.aspx>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LOBO, R. N. **Gestão Da Qualidade**. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536532615. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LOBO, R. N. **Gestão de Produção**. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. E-book. ISBN 9788536517810. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517810/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LOPES, C. H. T. **Administração da produção**. Londrina: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786559031054. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559031054/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

MARMO, F. B. **Estratégias de gerenciamento da capacidade e demanda em serviços públicos: Um estudo aplicado em uma rota de um sistema de travessias litorâneas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo (SP), 2018. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/24238/20180705%20-%20Operacoes-Marmo-Dissertacao_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 jun. 2023.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. São Paulo: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597008821. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

MELLO, M. S. V. N.; VIANA, A. L.; SANTOS, W. da S.; *et al.* Redução de custos que não agregam valor via melhoria de processos: Estudo de caso na produção de móveis. **Revista Espacios**, Caracas, Venezuela, v. 38, n. 43, p. 15, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n43/a17v38n43p15.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2023.

MORAES, M. V. G. D. **Gestão à vista: implementação na área de saúde e segurança do trabalho**. São Paulo: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786558110262. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786558110262/>. Acesso em: 08 abr. 2023.

MUTHIAH, K. M. N.; HUANG, S. H. Overall Throughput Effectiveness (OTE) metric for factory-level performance monitoring and bottleneck detection. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 20, p. 4753-4769, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540600786731>

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Planejamento Estratégico - Conceitos-Metodologia-Práticas, 34ª edição**. São Paulo: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597016840. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597016840/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

OLIVEIRA, H. M.; SILVA, D. M. **Aplicação da ferramenta OEE como proposta de aumento da produtividade em sistemas de secagem de grãos**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Produção), Universidade de Rio Verde, Rio Verde (GO), 2017.

ORESTES, I. R.; NICOLETI, T. M. **Utilização do OEE para avaliação de melhorias de padronização no processo: Estudo de caso na indústria química**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa (PR), 2019.

PLINERE, D.; ALEKSEJEVA, L. Production scheduling in agent-based supply chain for manufacturing efficiency improvement. **Procedia Computer Science**, Riga, Letônia, v. 149, p. 36-43, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919301103?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=7d24de490e49010a. Acesso em: 19 jun. 2023.

POUND, E. S.; BELL, J. H.; SPEARMAN, M. L. **A ciência da fábrica para gestores: como os líderes melhoram o desempenho em um mundo pós-lean seis sigma**. Porto Alegre: Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582603291. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603291/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a Qualidade**. São Paulo: Grupo GEN, 2020. E-book. ISBN 9788595157156. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595157156/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SANTOS, R. F. **Aplicação do indicador OEE para melhoria de produtividade em um processo de produção contínuo**. 2020. Dissertação (MBA em Lean Six Sigma Black Belt) – Unidade Acadêmica De Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Do Vale Do Rio Dos Sinos – Unisinos, São Leopoldo (RS), 2020. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/10264/Rodinaldo%20Ferreira%20dos%20Santos_.pdf?sequence=1. Acesso em: 06 mai. 2023.

SANTOS, V. A. dos. **O processo de um planejamento tático na assessoria de planejamento, monitoramento e avaliação da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Alegre**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Administração: Sistemas e

Serviços de Saúde) – Unidade Universitária Porto Alegre, Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre (RS), 2021.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas/Dieese. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2013**. Brasília, p. 17, 2013.

SILVA, E. L. da e MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Departamento de Ciência da Informação, 4 Ed. Florianópolis: UFSC, (138 p.), 2005.

SILVA, J. P. A. R. D. **OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos. Lean em Portugal**. 2013. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35121320/OEE_forma_de_medir_eficacia_equipamento-Rev1-libre.pdf?1413277935=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DOEE_A_FORMA_DE_MEDIR_A_EFICACIA_DOS_EQUI.pdf&Expires=1681851606&Signature=COAXJvIc6TOWcwKzDUY76zANdhLoZE2AWkZgFHjbyFe3B3pNQ380Ixf5pME2~FzOv6gC53k90gnqZ5QynGH6rV1u4Di0ANZY7NWTP55JIAY8mouSQL-bn8w8HtIHV3GmlhT49xdKEc840n-Ga2QHyyQc910NvZR~jdl-BmeHkaQgGGYUWyP1oM-h5TL4iE~JXalytlg42~DXJmUOJV7naLg7fy7JVInk7aQ3PVIXQYLkAzgLAod4sJGCA03bU9NQ0T7zvSPI6L~synw6yUppsr06LGA8z7aTqeKnkOSPXTdhFZtAend-q-MTDU6rLcbmLJ4Yrihxkpmz0okB2HA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 08 abr. 2023.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção, 8ª edição**. São Paulo: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597015386. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/>. Acesso em: 08 abr. 2023.

SOUSA, R. M. S. M. Quality management practice: universal or context dependent? An empirical investigation. 2000. 250 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – London Business School, University of London, Londres, Reino Unido, 2000. Disponível em: https://lbsresearch.london.edu/id/eprint/2395/1/Thesis_Rui_Sousa_PHD_vol_1.pdf. Acesso em: 19 jun. 2023.

SOUZA, A. F. S.; JUKINHESKI, A. R.; CAMARGO, G. J. Análise dos custos operacionais dos setores em um supermercado. **ENCITEC**, São Lourenço (MG), 2015. Paginado, 2015. Disponível em: https://www.fasul.edu.br/projetos/app/webroot/files/controle_eventos/ce_producao/20151025-151557_arquivo.pdf. Acesso em: 19 jun. 2023.

TOLEDO, J. C. de; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; *et al.* **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. E-book. ISBN 978-85-216-2195-9. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

TREINAMENTO DE YELLOW BELT EM LEAN SEIS SIGMA: **Grupo Voitto**, 22 ago. 2018. 100 vídeos (654 min). Disponível em: <https://www.voitto.com.br/digital/yellow-belt>. Acesso em: 02 jun. 2023. Apresentadores: Prof. Thiago Coutinho (FGV), Daniel Fraga (Consultor) e Eduardo Marcondes (Consultor).

TURRIONI, J. B. e MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, 2012.

WALLIMAN, N. **Métodos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788502629857. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502629857/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. E-book. ISBN 9788595158184. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158184/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011. E-book. ISBN 9788595158214. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158214/>. Acesso em: 08 abr. 2023.

WIENEKE, F. **Gestão da produção**. São Paulo: Editora Blucher, 2008. E-book. ISBN 9788521215639. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215639/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788584290833. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788584290833/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

ZAPELINI, W. B. Planejamento. **Curso Superior de Tecnologia em Gestão Pública**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / IFSC, Florianópolis, 2. ed., 144 p., 2010. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206385/2/CST%20GP%20-%20Planejamento%20-%20MIOLO.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2023.

ZUIN, L. F. S.; QUEIRÓZ, T. R. **Agronegócios: gestão, inovação e sustentabilidade - 2ED**. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. E-book. ISBN 9788571440104. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788571440104/>. Acesso em: 15 abr. 2023

APÊNDICE A – Protocolo global para coleta de dados para OEE via observação *in loco*.

O que observar: DISPONIBILIDADE

a) Número de quebras de máquinas:

b) Tempo médio de reparo das falhas:

c) Tempo disponível ao dia para utilização das máquinas:

d) Tempo médio de *setup*/manutenção/limpezas:

e) Micro atividades envolvidas no *setup*:

f) Procedimento em caso de quebra de máquina:

O que observar: PERFORMANCE

a) Tempo de ciclo padrão para cada máquina:

b) Quantidade processada em cada máquina:

c) Frequência média de operação da máquina:

d) Tempo de estabilização da máquina:

e) Procedimento em caso de identificação de velocidade reduzida:

O que observar: QUALIDADE

a) Quantidade processada em cada máquina:

b) Quantidade de processamento defeituoso em cada máquina:

c) Tempo de paralização de máquina após identificação de defeitos:

d) Quantidade de defeitos:

ANEXO A – FRQ-080 (DIÁRIO DE BORDO DO EQUIPAMENTO)

		SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE									
		DIÁRIO DE BORDO DO EQUIPAMENTO FRQ-080									
() Linha 1 () Linha 2		Equipamento/Processo: () Extrusora/Secador () Resfriador/Engordurador () Ensaque									
Data:											
PARADAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO											
Parado por QUEBRA INESPERADA	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5		
	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	
Qual componente quebrou? →											
Parado para TROCA DE PRODUTO (Resfr/Eng. = NÃO preencher)	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5		
	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	
Qual produto p/ qual? →											
Parado para MANUTENÇÃO PROGRAMADA	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5		
	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	
Qual componente está em manutenção? →											
Parado por FALTA DE MATERIAL	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5		
	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	Horário de Início	Horário de Fim	
Qual material faltou? →											

Parado por estar SEM PEDIDOS (Raro)	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5	
	Horário de Início	Horário de Fim								
Sem pedidos por quê? →										
Parado por estar EM ESPERA	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5	
	Horário de Início	Horário de Fim								
Qual o motivo da espera? →										
Parado por estar SEM ESCOAMENTO	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5	
	Horário de Início	Horário de Fim								
Sem escoamento por quê? →										
Parado para realizar RÁPIDOS AJUSTES	Ocorrência 1		Ocorrência 2		Ocorrência 3		Ocorrência 4		Ocorrência 5	
	Horário de Início	Horário de Fim								
Qual tipo de ajuste? →										

Observações gerais e/ou paradas por outros motivos:

--

Monitorado por:

Verificado por (documental):

ANEXO B – MANUAL OPERACIONAL PARA PREENCHIMENTO DA FRQ-080

PARADAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Para preenchimento da FRQ-080 Diário de Bordo do Equipamento.

TIPO DA PARADA	EXEMPLOS
QUEBRA INESPERADA	1) Quebra repentina de algum componente mecânico/elétrico que PARALISE a máquina e consequentemente o processo de produção.
TROCA DE PRODUTO	1) Na Extrusora: Processo PARADO para troca de matrizes; 2) No Ensaque: Processo PARADO para buscar as embalagens que serão utilizadas no outro produto.
MANUTENÇÃO PROGRAMADA	1) Manutenção mecânica ou elétrica que PARALISE a máquina e o processo, mas que já estava programada antes.
FALTA DE MATERIAL	1) Na Extrusora ou no Engordurador: Processo PARADO por falta de Energia, Matéria-prima, Vapor, Água, Óleo, etc.... 2) No Ensaque: Processo PARADO por falta de Energia ou devido à quantidade insuficiente de embalagens para ensacar.
SEM PEDIDOS*	RARO* 1) A fábrica está completamente ociosa (não há pedidos para processar)

EM ESPERA	1) Na Extrusora: Processo PARADO em razão da indefinição acerca de qual tipo de ração dosar/extrusar (programação). 2) No Engordurador: Processo PARADO em razão da ração ainda estar sendo processada na extrusora/secador. 3) No Ensaque: Processo PARADO em razão do atraso no processamento (ração precisa ser ensacada, mas ainda está sendo feita nos processos anteriores);
SEM ESCOAMENTO	1) Na Extrusora: Processo PARADO porque o engordurador e/ou o ensaque estão incapacitados de receberem produto (máquina quebrou ou o silo está cheio). 2) No Engordurador: Processo PARADO porque o ensaque está incapacitado de receber produto (máquina quebrou ou o silo está cheio). 3) No Ensaque: Processo PARADO porque o estoque de produto acabado está cheio e incapacitado de receber produto.
RÁPIDOS AJUSTES	CONSIDERAR ENTRE 2 a 20 MINUTOS 1) Processo PARADO para realizar rápidas limpezas, programações no painel da máquina ou ajustes nela. → Menos de 2 minutos parado: Não considerar; → Mais de 20 minutos parado: Essa parada já entra em algum dos grupos acima citados.

ANEXO C – CRONOMETRAGENS DOS RESFRIADORES/ENGORDURADORES

PROCESSO	TAMANHO BATELADA (Kg)	REGISTROS TEMPO DE CICLO (s) (Tempos gastos para o processamento de 1 batelada) <i>10 coletas</i>										
Resfriador/ Engordurador 1	150	303	333	328	330	315	318	325	327	330	326	
Resfriador/ Engordurador 2	400	291	213	257	259	254	260	260	265	254	237	

PROCESSO	TEMPO DE CICLO MÉDIO POR BATELADA (s/150Kg)	TEMPO DE CICLO MÉDIO POR Kg (s/Kg)	TEMPO DE CICLO MÉDIO POR Kg (h/Kg)	TAXA DE PROCESSAMENTO (Kg/h)
Resfriador/ Engordurador 1	323,5	2,156666667	0,0005991	1669,242658
Resfriador/ Engordurador 2	255	0,6375	0,0001771	5647,058824

ANEXO D – CRONOMETRAGENS DOS ENSAQUES

PROCESSO	TAMANHO EMBALAGEM (Kg)	REGISTROS TAXA DE PROCESSAMENTO (un./min) (Unidades ensacadas em 1 minuto) <i>10 coletas</i>									
Ensaque 1	7	7	5	5	6	7	6	5	6	6	7
	10,1	12	11	10	14	13	13	12	11	12	12
	15	5	4	5	6	4	5	4	7	5	5
	20	5	6	7	5	7	6	5	6	6	7
	25	8	8	6	7	8	7	6	6	7	7
Ensaque 2	7	9	10	9	10	8	9	9	9	9	8
	10,1	6	7	8	8	7	8	6	6	6	8
	15	9	9	8	7	7	8	8	8	8	8
	20	13	11	11	12	13	12	11	14	11	12
	25	13	11	10	12	12	12	13	13	13	11

PROCESSO	TAXA PROC. MÉDIA SACOS ENSACADOS POR TAMANHO (un./min)	TAXA PROC. MÉDIA ENSACADO POR TAMANHO (Kg/min)	TAXA PROC. MÉDIA ENSACADO GERAL (Kg/min)	TAXA DE PROCESSAMENTO (Kg/h)
Ensaque 1	6	42,0		
	12	121,2		
	5	75,0	106,63	6397,95
	6	120,0		
	7	175,0		
Ensaque 2	9	63,0		
	7	70,7		
	8	120,0	158,73	9523,8
	12	240,0		
	12	300,0		

ANEXO G – FRQ-023 (MONITORAMENTO DO PROCESSO DE ENSAQUE)

	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE MONITORAÇÃO DO PROCESSO DE ENSAQUE FRQ-023
--	--

Produto :		Lote:		Máquina:			
Peso nominal:		Peso da embalagem vazia (g):		Faixa de trabalho:			
Data da Produção:		Data do Ensaque:		Tumo:			
[RES] Varedura:		[REP] Limp. de Linha:		[REP] Finos:		[REP] Repr. Drag:	
Qtd. Embalagens estragadas (un):		Total fardos/sacos (un):			Total em Kg:		
DISTRIBUIÇÃO DE PESO EM SIFUMBA							
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
Média		Módulo			Módulo		
TESTE DE SORÇÃO							
1	2	3	4	5	6	7	8
DISTRIBUIÇÃO DE PESO DA SIFUMBA (Embaldagem + Peso Sifumba)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Observações:							
Monitorado por:							
Verificado por (in loco):				Data:			
Verificado por (documental):				Data:			
Sistema de gestão da qualidade Modelos-Registros FRQ - 023 Monitoração do Processo de Ensaque							
Revisão : 09 de 20/10/2023							

ANEXO H – MANUAL OPERACIONAL PARA APONTAMENTO DE RESÍDUOS E REPROCESSOS NO PROCESSO DE EXTRUSÃO/SECAGEM

RESÍDUOS E REPROCESSOS* – PONTOS DE COLETA

*ANOTAÇÕES DEVEM SER FEITAS A CADA TROCA DE PRODUTO

EXTRUSORAS / FRQ-020

[RES] Res. Úmido:

- Ponto de coleta: Saída da Extrusora
- Responsável pela pesagem: Operador da Extrusora

[RES] Varredura:

- Ponto de coleta: Chão próximo à Extrusora
- Responsável pela pesagem: Operador da Extrusora

[REP] Start/Parada:

- Ponto de coleta: LINHA 1 = Bag da saída do secador / LINHA 2 = Silo Pulmão
- Responsável pela pesagem: Operador do Engordurador (Porém, o Operador da Extrusora deve anotar em SUA FICHA (FRQ-020) as medições de pesagem já realizadas pelo Operador do Engordurador).

[REP] Falha de Qualidade:

- Pontos de coleta: Qualquer ponto em que seja identificada a necessidade de reprocessar ração por conta de umidade alta, temperatura alta ou falta de corante. (Porém, o Operador da Extrusora deve anotar em SUA FICHA (FRQ-020) as medições de pesagem já realizadas pelo Operador do Ponto de Coleta).
- Responsável pela pesagem: O operador que esteja envolvido no Ponto de Coleta.

[REP] Finos:

- Ponto A de coleta: Cano de descarga no início do secador
- Responsável pela pesagem no Ponto A: Operador da Extrusora
- Ponto B de coleta: Peneira do secador
- Responsável pela pesagem no Ponto B: Operador do Engordurador (Porém, o Operador da Extrusora deve anotar em SUA FICHA (FRQ-020) as medições de pesagem já realizadas pelo Operador do Engordurador).

ANEXO I – MANUAL OPERACIONAL PARA APONTAMENTO DE RESÍDUOS E REPROCESSOS NO PROCESSO DO ENGORDURADOR



RESÍDUOS E REPROCESSOS* – PONTOS DE COLETA

*ANOTAÇÕES DEVEM SER FEITAS A CADA TROCA DE PRODUTO

ENGORDURADORES / FRQ-025

[RES] Varredura:

- Ponto de coleta: Chão próximo ao Engordurador
- Responsável pela pesagem: Operador da Engordurador

[REP] Falha de Qualidade:

- Pontos de coleta: Qualquer ponto em que seja identificada a necessidade de reprocessar ração por conta de falta de Engorduramento ou mistura entre rações. (Porém, o Operador do Engordurador deve anotar em SUA FICHA (FRQ-025) as medições de pesagem já realizadas pelo Operador do Ponto de Coleta).
- Responsável pela pesagem: O operador que esteja envolvido no Ponto de Coleta.

[REP] Finos:

- Ponto A de coleta: LINHA 1 = Ciclone Linha 1 / LINHA 2 = Ciclone Linha 2.
- Ponto B de coleta: LINHA 1 = Peneira do resfriador / LINHA 2 = Peneira do Engordurador.
- Responsável pelas pesagens nos dois pontos: Operador do Engordurador

ANEXO J – MANUAL OPERACIONAL PARA APONTAMENTO DE RESÍDUOS E REPROCESSOS NO PROCESSO DE ENSAQUE



RESÍDUOS E REPROCESSOS* – PONTOS DE COLETA

*ANOTAÇÕES DEVEM SER FEITAS A CADA TROCA DE PRODUTO

ENSAQUE / FRQ-023

[RES] Varredura:

- Ponto de coleta: Chão próximo ao Ensaque
- Responsável pela pesagem: Operador do Ensaque

[REP] Limpeza de Linha:

- Ponto de coleta: Balança de Ensaque
- Responsável pela pesagem: Operador do Ensaque

[REP] Repr. Drag:

- Ponto de coleta: Canos de Descarga de Ração Granulada Mal Processada
- Responsável pela pesagem: Operador do Ensaque

[REP] Finos:

- Ponto de coleta: Canos de Descarga de Finos
- Responsável pela pesagem: Operador do Ensaque

ANEXO K – AGRUPAMENTO DE RESULTADOS DO OEE

Data	Linha	Máquina	Disponibilidade	Performance	Qualidade	OEE (Equipamento)	OEE (Linha)	OEE (Planta Industrial)
sexta-feira, 29/09/2023	1	EXT/SEC	83,74%	89,11%	99,28%	74,08%	58,65%	83,16%
sexta-feira, 29/09/2023	1	RES/ENO	88,18%	67,59%	99,21%	59,12%	58,65%	83,16%
sexta-feira, 29/09/2023	1	ENS	72,88%	79,59%	100,00%	58,00%	58,65%	83,16%
sexta-feira, 29/09/2023	2	EXT/SEC	86,81%	99,30%	99,78%	86,00%	90,43%	83,16%
sexta-feira, 29/09/2023	2	RES/ENO	88,61%	102,85%	99,69%	90,69%	90,43%	83,16%
sexta-feira, 29/09/2023	2	ENS	74,13%	109,44%	99,77%	80,94%	90,43%	83,16%
sábado, 30/09/2023	1	EXT/SEC	70,51%	84,64%	99,05%	59,11%	49,06%	66,57%
sábado, 30/09/2023	1	RES/ENO	79,19%	63,13%	99,06%	49,52%	49,06%	66,57%
sábado, 30/09/2023	1	ENS	84,93%	91,25%	99,41%	77,03%	49,06%	66,57%
sábado, 30/09/2023	2	EXT/SEC	79,40%	98,75%	99,79%	78,65%	71,74%	66,57%
sábado, 30/09/2023	2	RES/ENO	79,19%	91,13%	99,71%	71,95%	71,74%	66,57%
sábado, 30/09/2023	2	ENS	91,60%	90,98%	99,77%	83,15%	71,74%	66,57%
segunda-feira, 02/10/2023	1	EXT/SEC	74,81%	71,46%	95,70%	50,09%	33,88%	63,05%
segunda-feira, 02/10/2023	1	RES/ENO	58,55%	62,79%	96,00%	33,29%	33,88%	63,05%
segunda-feira, 02/10/2023	1	ENS	42,02%	80,49%	98,01%	33,13%	33,88%	63,05%
segunda-feira, 02/10/2023	2	EXT/SEC	89,69%	83,34%	99,49%	74,57%	71,68%	63,05%
segunda-feira, 02/10/2023	2	RES/ENO	77,59%	92,70%	99,83%	71,80%	71,68%	63,05%
segunda-feira, 02/10/2023	2	ENS	88,30%	77,67%	99,59%	68,30%	71,68%	63,05%
terça-feira, 03/10/2023	1	EXT/SEC	63,72%	84,12%	98,94%	54,69%	43,51%	79,02%
terça-feira, 03/10/2023	1	RES/ENO	67,93%	66,14%	98,40%	44,21%	43,51%	79,02%
terça-feira, 03/10/2023	1	ENS	68,30%	71,33%	98,99%	48,22%	43,51%	79,02%
terça-feira, 03/10/2023	2	EXT/SEC	86,22%	105,94%	99,60%	89,26%	89,52%	79,02%
terça-feira, 03/10/2023	2	RES/ENO	96,68%	93,04%	99,75%	89,74%	89,52%	79,02%
terça-feira, 03/10/2023	2	ENS	88,68%	106,16%	99,55%	93,72%	89,52%	79,02%
quarta-feira, 04/10/2023	1	EXT/SEC	64,55%	81,78%	99,60%	52,58%	42,48%	61,02%
quarta-feira, 04/10/2023	1	RES/ENO	76,68%	56,25%	99,24%	42,81%	42,48%	61,02%
quarta-feira, 04/10/2023	1	ENS	49,04%	66,53%	98,94%	32,18%	42,48%	61,02%
quarta-feira, 04/10/2023	2	EXT/SEC	64,97%	106,18%	99,00%	68,55%	66,50%	61,02%
quarta-feira, 04/10/2023	2	RES/ENO	80,85%	82,79%	99,67%	66,72%	66,50%	61,02%
quarta-feira, 04/10/2023	2	ENS	56,44%	126,63%	99,70%	71,26%	66,50%	61,02%
quinta-feira, 05/10/2023	1	EXT/SEC	33,30%	82,28%	95,77%	23,69%	14,88%	28,18%
quinta-feira, 05/10/2023	1	RES/ENO	23,43%	63,57%	94,59%	13,73%	14,88%	28,18%
quinta-feira, 05/10/2023	1	ENS	33,33%	21,92%	95,86%	11,63%	14,88%	28,18%
quinta-feira, 05/10/2023	2	EXT/SEC	34,55%	128,86%	97,62%	43,46%	32,37%	28,18%
quinta-feira, 05/10/2023	2	RES/ENO	36,68%	88,82%	99,67%	32,48%	32,37%	28,18%
quinta-feira, 05/10/2023	2	ENS	89,22%	63,20%	99,42%	57,84%	32,37%	28,18%
sexta-feira, 06/10/2023	1	EXT/SEC	79,09%	83,28%	98,65%	66,54%	54,83%	75,67%
sexta-feira, 06/10/2023	1	RES/ENO	78,70%	70,91%	99,10%	53,51%	54,83%	75,67%
sexta-feira, 06/10/2023	1	ENS	86,42%	62,13%	97,45%	52,53%	54,83%	75,67%
sexta-feira, 06/10/2023	2	EXT/SEC	78,91%	108,56%	99,56%	83,30%	81,83%	75,67%
sexta-feira, 06/10/2023	2	RES/ENO	83,28%	99,61%	99,66%	82,11%	81,83%	75,67%
sexta-feira, 06/10/2023	2	ENS	73,92%	88,95%	99,82%	63,63%	81,83%	75,67%
segunda-feira, 09/10/2023	1	EXT/SEC	64,05%	101,86%	97,55%	63,52%	44,37%	57,06%
segunda-feira, 09/10/2023	1	RES/ENO	73,10%	64,30%	97,16%	45,67%	44,37%	57,06%
segunda-feira, 09/10/2023	1	ENS	72,00%	88,18%	99,02%	62,87%	44,37%	57,06%
segunda-feira, 09/10/2023	2	EXT/SEC	67,26%	105,80%	99,98%	71,14%	60,83%	57,06%
segunda-feira, 09/10/2023	2	RES/ENO	78,23%	97,51%	89,19%	68,11%	60,83%	57,06%
segunda-feira, 09/10/2023	2	ENS	59,22%	87,40%	100,00%	51,76%	60,83%	57,06%
terça-feira, 10/10/2023	1	EXT/SEC	76,30%	83,60%	97,90%	63,94%	52,51%	72,02%
terça-feira, 10/10/2023	1	RES/ENO	76,60%	71,56%	97,87%	53,65%	52,51%	72,02%
terça-feira, 10/10/2023	1	ENS	82,56%	89,67%	98,76%	73,11%	52,51%	72,02%
terça-feira, 10/10/2023	2	EXT/SEC	79,55%	105,18%	99,15%	82,98%	77,78%	72,02%
terça-feira, 10/10/2023	2	RES/ENO	73,43%	103,76%	99,69%	78,03%	77,78%	72,02%
terça-feira, 10/10/2023	2	ENS	89,78%	106,61%	99,83%	93,02%	77,78%	72,02%
quarta-feira, 11/10/2023	1	EXT/SEC	78,38%	83,14%	98,52%	64,20%	52,96%	78,17%
quarta-feira, 11/10/2023	1	RES/ENO	91,68%	60,28%	97,89%	54,10%	52,96%	78,17%
quarta-feira, 11/10/2023	1	ENS	82,37%	64,95%	97,89%	52,57%	52,96%	78,17%
quarta-feira, 11/10/2023	2	EXT/SEC	94,13%	98,58%	98,81%	91,69%	85,89%	78,17%
quarta-feira, 11/10/2023	2	RES/ENO	98,35%	87,87%	99,69%	86,15%	85,89%	78,17%
quarta-feira, 11/10/2023	2	ENS	92,56%	87,62%	99,73%	80,88%	85,89%	78,17%

Data	Linha	Máquina	Disponibilidade	Performance	Qualidade	OEE (Equipamento)	OEE (Linha)	OEE (Planta Industrial)
segunda-feira, 16/10/2023	1	EXT/SEC	85,72%	94,92%	98,39%	80,05%	53,28%	72,87%
segunda-feira, 16/10/2023	1	RES/ENG	88,77%	62,77%	97,78%	54,48%	53,28%	72,87%
segunda-feira, 16/10/2023	1	ENS	82,37%	78,50%	99,08%	64,11%	53,28%	72,87%
segunda-feira, 16/10/2023	2	EXT/SEC	85,80%	95,06%	99,53%	81,18%	78,60%	72,87%
segunda-feira, 16/10/2023	2	RES/ENG	95,85%	82,40%	99,79%	78,82%	78,60%	72,87%
segunda-feira, 16/10/2023	2	ENS	95,33%	81,46%	99,82%	77,52%	78,60%	72,87%
terça-feira, 17/10/2023	1	EXT/SEC	89,47%	88,57%	98,83%	78,31%	54,24%	77,73%
terça-feira, 17/10/2023	1	RES/ENG	83,35%	67,92%	97,88%	55,41%	54,24%	77,73%
terça-feira, 17/10/2023	1	ENS	86,44%	95,91%	98,77%	81,89%	54,24%	77,73%
terça-feira, 17/10/2023	2	EXT/SEC	87,97%	101,57%	98,65%	88,14%	84,68%	77,73%
terça-feira, 17/10/2023	2	RES/ENG	94,18%	90,25%	99,81%	84,84%	84,68%	77,73%
terça-feira, 17/10/2023	2	ENS	90,33%	88,95%	99,52%	79,96%	84,68%	77,73%
quarta-feira, 18/10/2023	1	EXT/SEC	94,13%	80,44%	99,73%	75,51%	60,37%	81,88%
quarta-feira, 18/10/2023	1	RES/ENG	96,08%	67,85%	95,93%	62,93%	60,37%	81,88%
quarta-feira, 18/10/2023	1	ENS	89,22%	83,59%	98,78%	73,67%	60,37%	81,88%
quarta-feira, 18/10/2023	2	EXT/SEC	93,30%	102,92%	99,23%	95,29%	88,24%	81,88%
quarta-feira, 18/10/2023	2	RES/ENG	98,35%	90,39%	99,63%	88,57%	88,24%	81,88%
quarta-feira, 18/10/2023	2	ENS	93,48%	91,40%	99,60%	85,15%	88,24%	81,88%
quinta-feira, 19/10/2023	1	EXT/SEC	72,55%	80,97%	97,12%	57,05%	47,77%	71,35%
quinta-feira, 19/10/2023	1	RES/ENG	65,02%	74,64%	99,22%	48,15%	47,77%	71,35%
quinta-feira, 19/10/2023	1	ENS	86,81%	99,75%	99,45%	86,12%	47,77%	71,35%
quinta-feira, 19/10/2023	2	EXT/SEC	90,80%	98,91%	98,89%	88,81%	78,32%	71,35%
quinta-feira, 19/10/2023	2	RES/ENG	92,10%	87,68%	98,49%	79,53%	78,32%	71,35%
quinta-feira, 19/10/2023	2	ENS	82,37%	106,86%	99,83%	87,87%	78,32%	71,35%
sexta-feira, 20/10/2023	1	EXT/SEC	84,88%	78,83%	97,08%	64,96%	52,08%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	1	RES/ENG	89,18%	58,95%	99,53%	52,33%	52,08%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	1	ENS	87,93%	66,70%	99,22%	58,19%	52,08%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	2	EXT/SEC	83,72%	78,54%	97,75%	64,27%	65,13%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	2	RES/ENG	84,68%	77,37%	99,70%	65,33%	65,13%	62,15%
sexta-feira, 20/10/2023	2	ENS	91,63%	78,51%	99,58%	71,64%	65,13%	62,15%