



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

ANA CAROLINA NUNES INOJOSA DE OLIVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE MODELO PARA AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE
INDICADORES DE DESEMPENHO *LEAN* COM FOCO EM REDUÇÃO DE CUSTO
PARA A INDÚSTRIA GESSEIRA UTILIZANDO O *BALANCED SCORECARD* E O
*FITRADEOFF***

Recife
2021

ANA CAROLINA NUNES INOJOSA DE OLIVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE MODELO PARA AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE
INDICADORES DE DESEMPENHO *LEAN* COM FOCO EM REDUÇÃO DE CUSTO
PARA A INDÚSTRIA GESSEIRA UTILIZANDO O *BALANCED SCORECARD* E O
*FITRADEOFF***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Gerência de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Danielle Costa Morais

Recife

2021

Catálogo na fonte:
Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

- O48p Oliveira, Ana Carolina Nunes Inojosa de.
Proposição de modelo para avaliação e implementação de Indicadores de Desempenho Lean com foco em redução de custo para a indústria gesseira utilizando o Balanced Scorecard e o Fittradeoff / Ana Carolina Nunes Inojosa de Oliveira. –2021.
106 f.: il., figs., fotos, gráfs., quads., tabs.
- Orientadora: Profa. Dra. Danielle Costa Morais.
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, Recife, 2021.
Inclui referências.
1. Engenharia de Produção. 2. Gesso. 3. Produção Lean. 4. Indicadores de desempenho. 5. Balanced Scorecard. 6. FITradeoff. I. Morais, Danielle Costa (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2021-193

ANA CAROLINA NUNES INOJOSA DE OLIVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE MODELO PARA AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE
INDICADORES DE DESEMPENHO *LEAN* COM FOCO EM REDUÇÃO DE CUSTO
PARA A INDÚSTRIA GESSEIRA UTILIZANDO O *BALANCED SCORECARD* E O
*FITRADEOFF***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Profissional da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Gerência de Produção.

Aprovada em: 23/02/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Danielle Costa Morais (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo Hazin Alencar (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Yêda Vieira Póvoas (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco

Dedico este trabalho a meu pai e minha mãe, in memoriam; e ao meu marido e meus filhos pelo apoio, compreensão e incentivo dado ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter saúde para conseguir realizar um sonho, por ter me guiado nesta caminhada, sempre me orientando e colocando em meu caminho as pessoas certas, me dando forças para superar com louvor todos os obstáculos.

Aos meus pais (in memoriam), pelo exemplo, pelo amor incondicional e pela educação que sempre foi primordial em minha vida.

Gratidão extrema ao meu querido marido e filhos, que sempre acreditaram em mim, me incentivando e apoiando com amor, carinho e paciência em todos os momentos, inclusive estando ao meu lado me ajudando, nas noites em que estive acordada estudando, me dando suporte e apoio no conhecimento.

À minha irmã querida e meu cunhado, pelo carinho, força, apoio e por sempre estarem ao meu lado (mesmo que distante fisicamente) e, o mais importante, por acreditarem que seria possível.

À Prof.^a Dr.^a. Danielle Costa Morais, orientadora do mestrado, pelo suporte, sugestões, críticas, orientação e por sempre se fazer presente mesmo que à distância devido a pandemia do corona vírus.

À Indústria de Gessos Especiais Ltda., agradeço pelo apoio financeiro, pela valorosa contribuição técnica durante a execução do projeto e experimentos, pela disponibilização da empresa e pelo apoio dos colaboradores/coordenadores, em especial à Sra. Kátia Rejane Silva Lima, que participaram da execução desta dissertação.

Ao aluno de doutorado Wesley Douglas Oliveira Silva, colega de estudo da UFPE, que muito me auxiliou e por sua paciência nesta dissertação.

E aos meus colegas e parceiros do curso de mestrado, com os quais dividi as dificuldades, esforços, a superação e o sucesso.

RESUMO

Empresas formais localizadas no pólo gesseiro do Estado de Pernambuco enfrentam um cenário desafiador devido a uma crise no mercado da construção civil desde 2014, e concorrência por parte de algumas empresas informais dentro do Arranjo Produtivo Local (APL) do gesso, que oferecem melhores preços para seus produtos. Práticas de produção enxuta que permitem a redução de custos por meio da eliminação de desperdícios e da manutenção do nível de qualidade desejado é uma das alternativas que pode ser implementada. Para acompanhar o desenvolvimento da implantação dessas práticas, a empresa em estudo passou a utilizar indicadores de desempenho enxuto. No entanto, como o quantitativo de indicadores é superior a 30, os indicadores não poderiam ser implementados simultaneamente. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi o de desenvolver um modelo para analisar indicadores enxutos adequados a empresa gesseira, e priorizar a sua implantação de forma estratégica. O modelo proposto utilizou a metodologia do *Balanced Scorecard* (BSC) para identificar os indicadores enxutos necessários e mais adequados à empresa, e para efeito de implementação, foi aplicado o FITradeoff para priorização desses indicadores. O modelo foi aplicado em empresa produtora de gesso, estudo de caso deste trabalho, gerando ganhos econômicos e redução dos resíduos; com aumento médio no lucro líquido de 16%, redução nas perdas de insumos na calcinação, em torno de 62%, redução nos resíduos na fabricação de blocos em torno de 66%. E dos vinte e três indicadores selecionados, apenas 2 não foram implementadas, devido ao curto tempo de implementação. Destes indicadores 91 % foram implementados, e 61% tiveram sua meta atingida ou próximo de ser atingida. Foram abertos alguns Relatórios de Ações Corretivas e Preventivas (RACP), para eliminar os problemas e gargalos levantados, atuando preventivamente para que no futuro os problemas atuais não sejam recorrentes, contribuindo para que o processo de melhoria contínua seja permanente. Portanto, percebeu-se que o modelo proposto foi eficiente na medida em que a análise e a implementação dos indicadores de desempenho foram realizados de forma assertiva, a empresa não apenas atingiu suas metas, como também reduziu significativamente o desperdício e consequentemente, minimizou seus custos, e melhorou sua imagem no mercado e na comunidade.

Palavras-chave: gesso; produção *lean*; indicadores de desempenho; *balanced scorecard*; *FITradeoff*.

ABSTRACT

Legally Registered Companies located in the plaster pole in the State of Pernambuco-Brazil face a challenging scenario due to an economic crisis in the civil construction segment dragging since 2014, in addition to competition from non-registered organizations inside of the Local Productive Arrangement (APL) that offer better prices for their products. Lean production practices that allow cost reduction by eliminating waste and maintaining the desired quality level is one of the alternatives that can be implemented. To monitor the development of the implementation of these practices, lean performance indicators were used. However, as the number of indicators is greater than 30, the indicators could not be implemented simultaneously. Therefore, the objective of this study was to develop a model to analyze suitable lean metrics for the plaster industry and prioritize the implementation in a strategic way. The proposed model used the Balanced Scorecard methodology in a way to identify the necessary and adequate lean indicators and for implementation purpose, the FITradeoff was used for prioritization. The model applied in a plaster producer, a case of the study, created economic value, reduced waste, increased net profits in 16%, reduced plastering calcination losses in 62% and the plasterboard block manufacturing residues in 66%. Only two out of 23 identified metrics were not implemented due to time availability and resources constraints, 91% of the metrics were implemented and 61% achieved the objectives or were close to do so. A number of corrective and preventive actions reports (RACP) were issued to eliminate the problems and the identified bottlenecks, acting proactively to permanently eliminate the current problems, underscoring the continuous improvement process. Therefore, the model proved to be efficient to assertively capture and prioritize the right metrics and then through the application of lean practices, the company not only reached its performance goals but also significantly reduced waste and consequently minimized costs.

Keywords: plaster; lean production; performance indicators; balanced scorecard; FITradeoff.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atividades Sistema <i>Lean</i>	25
Figura 2 – Fluxograma do Processo de Calcinação.....	35
Figura 3 – Fluxograma do Processo de Fabricação de blocos.....	37
Figura 4 – Modelo Proposto	41
Figura 5 – Matriz SWOT.....	42
Figura 6 – <i>Input</i> da matriz de avaliação -Interface do <i>software FITradeoff</i>	43
Figura 7 – BSC da empresa	47
Figura 8 – Resultado da ordenação dos critérios-Interface do <i>software FITradeoff</i>	51
Figura 9 – Resultado do primeiro questionamento ao DM-Interface do <i>software FITradeoff</i>	51
Figura 10 – Diagrama de Hasse - Interface do <i>software FITradeoff</i>	52
Figura 11 – Análise de resultados . Interface do <i>softwareFITradeoff</i>	53
Figura 12 – Plano de Implementação dos Indicadores <i>lean</i>	53
Figura 13 – RACP	57

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Fotos dos fornos de Calcinação-Grelbex FMG9(fábrica 5) e FMG10 (fábrica 8)	36
Foto 2 - Foto do forno de Calcinação-Grelbex FMG9(fábrica 7).....	36
Foto 3 - Foto do equipamento para produção dos blocos.....	38
Foto 4 - Área de secagem natural 1.....	38
Foto 5 - Manuseio e transporte de blocos	38
Foto 6 - Transporte das estantes para secagem natural	55
Foto 7 - Área de secagem natural 2.....	55
Foto 8 - Novas áreas de secagem natural (área 3,4,5)	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Vendas média por produto/Vendas total - (%.....	59
Gráfico 2 - Faturamento total por mês - 2018 x 2019 x 2020	60
Gráfico 3 - Lucro Líquido/receita %.....	61
Gráfico 4 - Perda de Gipsita % - Análise 2017 x 2018 x 2019 x 2020.....	62
Gráfico 5 - Consumo específico de energia por tonelada produzida – Fábrica 7	75
Gráfico 6 - Consumo específico de energia por tonelada produzida – Fábrica 5	76
Gráfico 7 - Produtividade m ² / dia / homem - Janeiro 2019 a Dezembro 2019.....	78
Gráfico 8 - Produtividade m ² / dia / homem - Janeiro a Junho 2020	79
Gráfico 9 - Produtividade m ² / dia / homem - Julho a Novembro 2020	79
Gráfico 10 - Produtividade t /h - Fábrica 5 - Ano 2019	80
Gráfico 11 - Produtividade t/h – Fábrica 5 - 1º semestre 2020	80
Gráfico 12 - Produtividade t/ h - Fábrica 5 - Janeiro a Novembro 2020	81
Gráfico 13 - Produtividade t/ h - Fábrica 7 - Ano 2019	82
Gráfico 14 - Produtividade t/h - Fábrica 7- Janeiro a Novembro 2020	82
Gráfico 15 - Produto conforme % - Blocos – Ano 2020 -Janeiro a Novembro.....	83
Gráfico 16 - Produto conforme % - Calcinação–Ano 2020 Janeiro a Novembro.....	84
Gráfico 17- Consumo específico de biomassa– Fábrica 7 - Ano 2020- Janeiro a Novembro.....	85
Gráfico 18 - Consumo específico de biomassa– Fábrica 5-Ano 2020- Janeiro a Novembro	85
Gráfico 19 - Índice de blocos não conforme - % - 2º qualidade	88
Gráfico 20 - Índice de blocos não conforme -%- Blocos quebrados	88
Gráfico 21 - Produto não conforme/Produto produzido total de gesso - Ano 2020.....	89
Gráfico 22 - Pesquisa de Percepção de Implementação do Sistema <i>Lean</i> - %- Ano 2020.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Planilha de Custo (contábil)	39
Quadro 2 - Plano de Custeio por produto	39
Quadro 3 - Revisão da literatura dos indicadores <i>lean</i>	45
Quadro 4 - Lista de indicadores final	48
Quadro 5 - Critério de avaliação..	49
Quadro 6 - Resumo de resultados da implementação dos indicadores <i>lean</i>	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Avaliação	50
Tabela 2 - Indicadores de desempenho da Calcinação	54
Tabela 3 - Indicadores de desempenho de Blocos.....	55
Tabela 4 - Indicador de perda de gipsita (%)	62
Tabela 5 - Produção Máxima de Blocos	64
Tabela 6 - Mix de Produção de Blocos.....	64
Tabela 7 - Produção de Blocos Realizada - 1º semestre 2020	65
Tabela 8 - TEEP (%) Blocos - 1º semestre - Ano 2020	65
Tabela 9 - TEEP (%) Blocos – Janeiro a Novembro 2020	66
Tabela 10 - Produção Máxima de Gesso (Fábrica 5 e Fábrica 7).....	66
Tabela 11 - <i>Mix</i> de produção de gesso	67
Tabela 12 - Produção máxima de gesso (t) - Fab.5 + Fab7 - Jan. a Jun. - 2020.....	67
Tabela 13 - Produção realizada de gesso - Fab.5 + Fab7 - Jan. a Jun. Ano 2020.....	67
Tabela 14 - TEEP (%) Gesso - 1º semestre - Ano 2020	67
Tabela 15 - TEEP (%) Gesso - Ano 2020 (janeiro a novembro)	68
Tabela 16 - Produção programada de blocos m ²	70
Tabela 17 - Produção realizada de Blocos (m ²) - 1º semestre 2020	70
Tabela 18 - OEE(%) - 1º semestre 2020.....	70
Tabela 19 - Disponibilidade de produção de blocos - 1º semestre 2020.....	71
Tabela 20 - OEE (%) - Blocos - Ano 2020 -(janeiro a novembro).....	72
Tabela 21 - Produção Programada e Mix de Produção- Gesso -1º semestre 2020.....	73
Tabela 22 - OEE (%) - Processo calcinação -1º semestre 2020.....	73
Tabela 23 - OEE (%) – Processo de Calcinação – Ano 2020 (janeiro a novembro).....	74
Tabela 24 - Consumo específico médio de energia fábrica 5 e fábrica 7- 2019 x 2020.....	76
Tabela 25 - Consumo específico médio de energia fábrica blocos 2017 a 2020	77
Tabela 26 - Percentual de perda de gesso (sacaria rasgada nas ensacadeiras).....	86
Tabela 27 - Produto mensal-Blocos de 2º e Blocos quebrados Ano 2020 até novembro	87
Tabela 28 - Tempo de ciclo de calcinação	90
Tabela 29 - Tempo de ciclo de produção de blocos	90
Tabela 30- Consumo de água / m ² produzido -Ano 2020 (janeiro a novembro).....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHP	Analytic Hierarchical Process
ANP	Analytic Network Process
APL	Arranjo Produtivo Local
BSC	Balanced Scorecard
CaSO ₄	Sulfato de Cálcio
CO ₂	Dióxido de carbono
DM	Gestora do Projeto
FAB	Fábrica
FITradeoff	Flexible and Interactive Tradeoff
FOB	Free On Board.
H ₂ O	Água
ISO	International Organization for Standardization
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
KPI	Key Performance Indicator
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis
NC	Não Conforme
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PE	Estado de Pernambuco
PIB	Produto Interno Bruto
RACP	Relatório de Ação Corretiva e Preventiva
RESPONS	Responsável
RH	Recursos Humano
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TEEP	Total Effectiveness Equipment Performance
UNID	Unidade

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
Kg	Kilogramas
kWh	Quilowatt-hora
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetros
Nº	Número
%	Percentual
t	Tonelada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	18
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivos Específicos.....	19
1.3	METODOLOGIA.....	19
1.4	ORIGINALIDADE E POTENCIAL DE INOVAÇÃO.....	20
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1	SISTEMA ENXUTO – PRODUÇÃO LEAN.....	23
2.2	BALANCED SCORECARD	28
2.3	FITRADEOFF	30
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	31
3	ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA GESSEIRA	33
3.1	HISTÓRICO DA EMPRESA	33
3.2	SITUAÇÃO ATUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE GESSO.....	34
3.3	SITUAÇÃO ATUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BLOCOS ...	36
3.4	FORMA DE ELABORAÇÃO DO CUSTO DOS PRODUTOS	39
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO	40
4	MODELO DE AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO ESTRATÉGICA DOS INDICADORES LEAN	41
4.1	DESCRIÇÃO DO MODELO	41
4.2	APLICAÇÃO DO MODELO BSC NA EMPRESA GESSEIRA.....	44
4.3	ELABORAÇÃO DO PLANO PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS INDICADORES	53
4.4	ANÁLISE DESCRITIVA DA SITUAÇÃO ATUAL	54
4.5	IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS E PERDAS.....	56
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DOS INDICADORES LEAN	58
4.6.1	Vendas média por mês de produtos.....	58
4.6.2	Lucro sobre receita.....	60
4.6.3	Perda de Gipsita na calcinação.....	61

4.6.4	Lead time de processo.....	63
4.6.5	TEEP- Efetividade da produção.....	64
4.6.6	Movimentos desnecessários.....	68
4.6.7	OEE - Eficiência geral do equipamento ou processos.....	69
4.6.8	Consumo de energia	75
4.6.9	Produtividade por setor	78
4.6.10	Produto conforme por tempo	82
4.6.11	Consumo específico de biomassa (lenha).....	84
4.6.12	Perda de gesso no ensacamento.....	86
4.6.13	Produto não conforme por setor.....	86
4.6.14	Tempo de ciclo.....	89
4.6.15	Consumo de água.....	91
4.6.16	Horas de treinamento por ano	91
4.6.17	Percepção dos colaboradores na implantação dos indicadores lean (pesquisa interna).....	92
4.6.18	Custo de estocagem de insumos e produto acabado.....	93
4.6.19	Número de acidentes / horas trabalhadas.....	94
4.6.20	Nº de ações de responsabilidade social.....	94
4.6.21	Número de pessoas impactadas pelas ações sociais	94
4.6.22	Satisfação interna dos colaboradores.....	95
4.7	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS DO MODELO PROPOSTO.....	95
4.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	99
5	CONCLUSÃO	100
5.1	IMPACTO ECONÔMICO , SOCIAL E AMBIENTAL	101
5.2	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE FUTUROS TRABALHOS.....	102
	REFERÊNCIAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil é um dos principais impulsionadores da economia de um país, tendo considerável contribuição para seu produto interno bruto (PIB), além de ter uma significativa importância na geração de renda nas economias locais e regionais. Como parte importante desse setor, tem-se as indústrias que compõem os arranjos produtivos locais do gesso (BENACHOUR, M., et al, 2008), que fornecem matéria-prima para a construção dos projetos de desenvolvimento de infra-estrutura urbana.

Em Pernambuco, o Arranjo Produtivo Local (APL) do gesso destaca-se pelo volume e qualidade da produção que chega a atender 95% da demanda no âmbito nacional (ITEP, 2006). Contudo, apesar do potencial apresentado, as indústrias componentes desse APL enfrentam algumas dificuldades, além da crise econômica que se instalou no país desde 2014 (Sinduscon Minas Gerais, 2019); a construção civil acumula uma queda no PIB de 27,69% de 2014 a 2018, enquanto a economia nacional, teve uma retração de 4,14%. A empresa em estudo compete ainda em um cenário com outras indústrias que, culturalmente, operam na informalidade e conseguem oferecer preços mais atrativos do que os seus produtos, embora com qualidade inferior. Dessa forma, a indústria gesseira em estudo e outras que fazem parte do APL do gesso, encontram problemas para um nivelamento do desempenho operacional e gerencial que as tornem mais competitivas nesse segmento de mercado.

Nesse contexto, Da Rocha & Sattler (2009) discutem que é importante, que haja uma mudança de atitudes tradicionais prejudiciais, para posturas que possam elaborar modelos mais sustentáveis e competitivos de produção, como é o caso dos sistemas de produção enxuta (do inglês – *Lean Manufacturing*).

O conceito de produção enxuta é caracterizado por um conjunto de práticas que são dinâmicas, por serem orientadas ao conhecimento e pelo esforço contínuo de eliminar desperdícios com o intuito de criar valor para garantir a satisfação dos seus consumidores (BAINES et al., 2007). Abreu et al. (2017) compactuam com esse pensamento e afirmam que além de agregar valor, as práticas enxutas conseguem associar eficiência em termos operacionais, gerenciais e ambientais. Consequentemente, são necessários indicadores de desempenho (do inglês – *Key Performance Indicator*) (KPI) para acompanhar o desenvolvimento da implantação das práticas da produção enxuta na indústria do gesso.

Todavia, por terem recursos limitados, não seria possível investir em todos os indicadores

simultaneamente. Para que a percepção de valor do gestor fosse levada em consideração e visando minimizar o erro na escolha dos indicadores foi realizado um estudo dos indicadores e práticas *lean*.

Com o intuito de identificar os indicadores *lean* com alinhamento aos objetivos estratégicos, de forma que sua implantação fosse mais assertiva com a visão e metas, o modelo proposto teve uma abordagem baseada na combinação do *Balanced Scorecard* (BSC), e para resolver a problemática de ordenação por parte do decisor, foi utilizado o método multicritério de apoio à decisão (do inglês Multi-criteria Decision Analysis) (MCDA) *FITradeoff*.

O BSC foi utilizado, por ser uma ferramenta capaz de associar os objetivos de longo prazo de uma organização às suas operações diárias, tendo como resultado um controle estratégico da gestão dos seus processos, baseado na excelência, com aumento de competitividade e produtividade, sendo mais utilizado estrategicamente em grandes empresas (GIANNOPOULOS et al., 2013), e com o uso do método *FITradeoff* foi possível exigir um menor esforço cognitivo do decisor/gestor uma vez que busca por relações de preferência estrita entre conseqüências e não de indiferença, sendo mais fáceis de avaliar (DE ALMEIDA et al., 2016).

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Devido a crise na construção civil no Brasil, que se prolonga desde 2014, e como parte importante desse setor; a indústria gesseira em estudo vem enfrentando dificuldades, pois além da crise, compete com alguns concorrentes, que culturalmente operam na informalidade e conseguem ter preços mais atrativos do que os seus produtos, embora com qualidade inferior. Para lidar com este cenário, muitas empresas buscam utilizar práticas de produção *lean* com o objetivo de reduzir as perdas e desperdícios, e aumentar a sua competitividade; entretanto a empresa em estudo, realizou análise de custeio dos seus produtos, e não foi possível para a direção com base apenas nestas informações, para realizar uma tomada de decisão objetiva e segura, de qual o indicador *lean* deveria implantar e quais os indicadores priorizar com foco no aumento da margem de contribuição dos produtos e visando reduzir custos, no menor tempo possível devido aos recursos limitados. Deste modo, por meio da revisão da literatura sobre indicadores e práticas *lean*, o uso do BSC e do método de elicitação MCDA-*FITradeoff* para resolver a problemática de ordenação, foi definido um plano de implementação dos indicadores de desempenho *lean*, mais estratégicos, de forma mais rápida e assertiva.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a proposição de um modelo para análise e priorização de indicadores de desempenho *lean* com foco em redução de custo de produção e aumento do lucro para implementação em uma indústria gesseira localizada na região do Araripe/PE.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- a) Elaborar uma lista de Indicadores *lean* para a indústria em estudo, adequada ao BSC da empresa;
- b) Utilizar o *FITtradeoff*, para priorizar os indicadores, com base nas informações de preferência do gestor do projeto, considerando alguns critérios.
- c) Elaborar um plano para implementação dos indicadores, com base na ordenação obtida pelo *FITtradeoff*.
- d) Reduzir desperdícios e perdas nos processos produtivos de calcinação e fabricação de blocos;
- e) Melhorar a produtividade nos diferentes setores da empresa;

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa quanto a natureza é aplicada, e realizada com o propósito de gerar conhecimento para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos, no caso em estudo, de uma empresa do APL do gesso de Pernambuco.

A primeira etapa, reunião de planejamento, foi considerada com uma abordagem mista para coleta de informações relevantes da empresa em estudo, com dados qualitativos e quantitativos. Na segunda etapa, foi realizada a revisão da literatura utilizada nesta dissertação. Na terceira etapa foi realizado levantamento dos indicadores nas 4 perspectivas do BSC e na quarta etapa a análise e proposição dos KPI's relevantes, a revisão da literatura foi aplicada. Na quinta etapa foi elaborada a matriz de avaliação e na sexta etapa a aplicação do método *FITtradeoff* foi realizado através de um *software*; a pesquisa utilizada foi qualitativa quanto a abordagem, onde relações são obtidas através da informação preferencial dada pelo decisor (DM) durante o processo de elicitação e para a elaboração da matriz de avaliação, apresentou os critérios sobre os quais o decisor considerou a análise conveniente; na etapa sete foi implementado um plano de implementação dos indicadores de desempenho, a partir da

informação do *Ranking* final, com a ordenação dos indicadores de desempenho da etapa anterior, obtida pelo diagrama de Hasse. Na etapa final o DM analisou os resultados obtidos para cada indicador junto com uma equipe da empresa, e elaborou RACP's para tomadas de ações quando necessário.

Na maior parte das etapas a pesquisa utilizada foi quantitativa, onde o DM se baseou em medidas quantificáveis das variáveis, de dados de processos da empresa em estudo.

O entendimento e captação das informações do DM, do analista e dos colaboradores envolvidos na dissertação, hão de contribuir com seus conhecimentos técnicos, experiência, e suporte para o melhor desenvolvimento desta dissertação e de futuros trabalhos para outras indústrias.

1.4 ORIGINALIDADE E POTENCIAL DE INOVAÇÃO

A originalidade do presente estudo está alçada sobre alguns pontos. Inicialmente a ferramenta *Balanced Scorecard* foi utilizada, pois associa os objetivos estratégicos de uma organização às suas metas operacionais diárias, resultando em um maior controle baseado na excelência, melhoria da competitividade e produtividade (Giannopoulos et al., 2013).

Entretanto, o BSC apresenta limitações com relação à avaliação do desempenho alcançado pela organização, por não conseguir abordar a sustentabilidade da empresa e por ter dificuldades de implementação nos níveis mais baixos da organização (Malgwi A.A.; Dahiru H., 2014). Nesse sentido, fez-se oportuno o levantamento dos indicadores *lean* na literatura para auxiliar uma melhor compreensão de como o desempenho deveria ser avaliado. Ademais, de acordo com Asgari et al. (2017) o BSC por si só não consegue realizar a priorização dos indicadores de desempenho, mas quando associado à um método multicritério de apoio à decisão clarifica o planejamento estratégico futuro, especifica aspectos e indicadores que precisam de investimento. Nesse sentido, o *FITradeoff* como um método multicritério pôde lidar com os julgamentos de valor do decisor no contexto da priorização dos KPIs *lean* identificados.

Em se tratando do *FITradeoff*, De Almeida et al. (2016) afirmam que o método confere flexibilidade ao processo de elicitação, exige um menor esforço cognitivo do decisor, uma vez que requer do decisor informação parcial que é cognitivamente mais fácil de avaliar. Os autores acrescentam ainda que pode ser observada uma diminuição das inconsistências do processo. Além disso, o *FITradeoff* conta com um *software* que apresenta ferramentas gráficas para auxiliar o decisor na visualização simplificada do andamento do processo.

Por fim, pelo fato da adaptação do *FITradeoff* para problemática de ordenação ter sido feita recentemente, não foram visualizadas aplicações do mesmo no contexto apresentado (FREJ et al., 2019). Isso ratifica a originalidade do presente estudo.

A literatura disponível sobre o *FITradeoff* já explora algumas nuances de aplicação, como na tecnologia da informação (GUSMÃO; MEDEIROS, 2016), seleção de fornecedores (FREJ et al., 2017), setor de energia elétrica (KANG et al. 2018), agricultura (CARRILO et al., 2018), modelo multicritério para seleção de indicadores de desempenho para empresas de transporte com base no BSC e no *FITradeoff* (SILVA et al., 2019), e gestão da produção (PERGHER et al., 2020). Entretanto como suporte para o contexto de priorização de indicadores *lean* ainda não foi verificado nenhum estudo, o que reafirma o valor de originalidade desse projeto, principalmente pela sua aplicação na indústria gesseira com resultados obtidos de redução de custo de produção, aumento da lucratividade e da competitividade da empresa em estudo no seu mercado.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos: Introdução, Referencial Teórico e Revisão da Literatura, Estudo de Caso de uma Indústria Gesseira, Modelo de Avaliação e Implementação Estratégica dos Indicadores e Conclusão.

O primeiro capítulo é dedicado a Introdução da pesquisa; apresenta a justificativa e relevância do trabalho, o objetivo geral e os específicos, descreve também a metodologia utilizada, a originalidade e o potencial inovativo desta pesquisa

No segundo capítulo, é apresentado o referencial teórico utilizado e a revisão da literatura, responsáveis pelo embasamento conceitual desta dissertação.

O terceiro capítulo é descrito o estudo de caso, com o histórico da empresa, o *status* atual dos seus processos produtivos de calcinação e fabricação de blocos, e o modelo atual de custeio dos produtos.

O quarto capítulo descreve o modelo proposto, e a sua aplicação na empresa gesseira do estudo de caso; definição dos indicadores no modelo BSC, revisão da literatura de indicadores *lean*, ordenação dos indicadores de acordo com o método *FITradeoff*, elaboração do plano de implementação dos indicadores, a análise descritiva da situação atual, identificação dos

gargalos e perdas; descrição da implementação dos indicadores *lean*, e os resultados das implicações gerenciais da proposta.

E o quinto capítulo, é dedicado a apresentar a conclusão; com os resultados esperados, impacto ambiental, econômico e social, as limitações da pesquisa e sugestões para os novos projetos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentado a base conceitual na qual a pesquisa está estruturada. Será apresentado os conceitos do Sistema Enxuto, *Balanced Scorecard* e FITradeoff .

2.1 SISTEMA ENXUTO – PRODUÇÃO *LEAN*

O Sistema Enxuto ou Produção *Lean*, teve início em 1950, a partir da segunda guerra mundial, quando o Japão e a fábrica de automóveis Toyota Motor Company passavam por uma grande crise econômica, aliado a isto a indústria automobilista no ocidente com um sistema de produção em massa era destaque mundial, o que impulsionou a fábrica de automóveis Toyota Motor Company, a tomar decisões estratégicas importante para sua sobrevivência, segundo Dennis (2008), deliberando algumas ações estratégicas importantes que foram fundamentais como base para o desenvolvimento do sistema enxuto de produção, como: redução de um quarto dos seus funcionários, pagamento de bônus de acordo com a lucratividade da empresa e difundiu com os funcionários restantes a multifuncionalidade.

O engenheiro Taiichi Ohno criador do sistema Toyota de produção, com o apoio do engenheiro mecânico Eiji Toyoda, estiveram em visita técnica a fábrica da Ford em 1950, na cidade de Rouge Detroit (DENNIS , 2008), com objetivo de entender o sucesso industrial da maior indústria automobilística da época. Levaram em torno de 30 anos aprendendo sobre o modelo de produção Ford e, a partir dos pontos positivos e as dificuldades evidenciadas do sistema de produção em massa, buscaram uma forma de adaptar este modelo ocidental, de alto volume de produção, a realidade local da cultura Toyota de produção, com o objetivo de reverter o quadro de recessão e tornar a empresa mais competitiva. Foi criado em 1970 uma Divisão de Consultoria de Gerenciamento de operações, para criar uma conexão entre a Toyota e seus fornecedores, visando a diminuir custos.

A produção *lean*, também conhecida como Sistema Toyota de Produção, tem como objetivo principal atender ao valor esperado pelo cliente, conhecida por fazer mais com menos: em menos tempo, com menos espaço, utilizando menos equipamentos e ferramentas, menos materiais e insumos, com menos funcionários. Caracterizada por práticas produtivas dinâmicas, de fácil entendimento, com foco em eliminar perdas, criando valor perceptível para seus clientes (BAINES et al., 2007). Abreu et al. (2017) compactuam com esse pensamento e afirmam que além de agregar valor, as práticas enxutas associadas a prática *green* (eco-

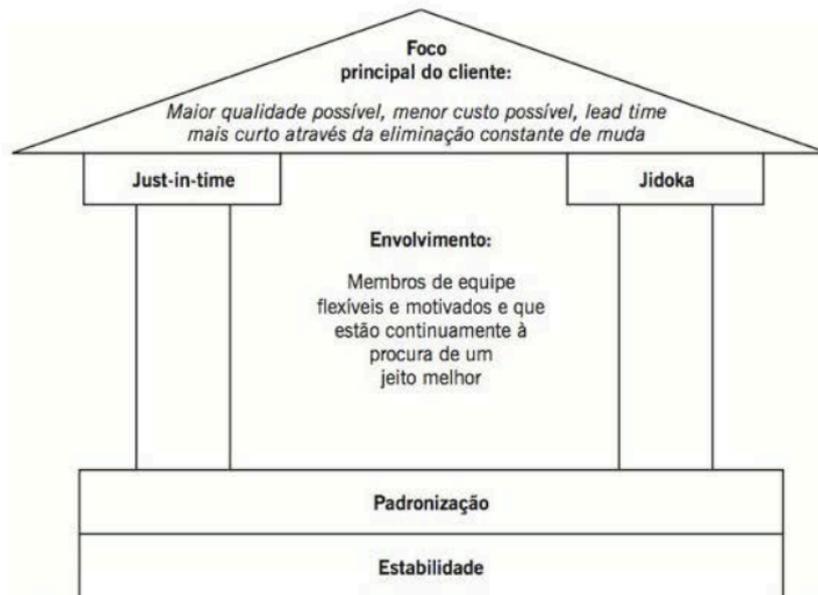
eficiência), consegue associar eficiência em termos operacionais, gerenciais e ambientais, com sistemas que agregam valor ao produto com um menor impacto ambiental .

Segundo Ohno (2004), para que uma empresa sobreviva no mercado precisa ter lucratividade, para esta condição existir o desperdício precisa ser eliminado, que classificou os desperdícios em 7 tipos: Superprodução, Espera, Transporte, Superprocessamento, Estoque, Movimentação e Produção de Produtos Não Conformes. :

- a) Superprodução : produzir acima do que foi vendido,
- b) Espera : Tempo perdido aguardando matéria-prima ou insumos, ou na espera de disponibilidade de máquina, ou aguardando a produção de outra peça ou parte do produto.
- c) Transporte : Perda de tempo no transporte de grandes lotes de um lugar para outro, processos muito distantes um do outro, layout inadequados.
- d) Superprocessamento : Produzir acima do valor que o cliente enxerga, processos que não agregam valor ao produto.
- e) Estoque : Excesso de estoque de matéria-prima, insumos, produtos semi-acabados, produto acabado, aumenta o custo de estocagem e manutenção.
- f) Movimentação: Movimento do funcionário que prejudique a ergonomia, causando fadiga ou estresse, máquinas muito distantes uma das outras, peças muito distantes do equipamento obrigando o funcionário a efetuar movimentos desnecessários, que aumentem o tempo do ciclo de produção do produto.
- g) Produção de Produtos Não Conforme: Produtos não conforme serão retrabalhados ou refugados gerando custo da não qualidade.

O sistema *lean* não está fundamentado apenas em eliminar desperdícios, mais também na busca de criar um fluxo contínuo de valor, estabilidade nos processos produtivos, utilizando técnicas de gerenciamento visual, para melhorar a padronização das atividades fabris e, o mais importante, comprometendo todos os funcionários, principalmente os operacionais, a participarem do sistema *lean* como base principal para a melhoria dos processos.

Para Dennis (2008), o diagrama apresentado na Figura 1 em forma de casa, descreve as atividades do sistema *lean* de produção.

Figura 1 – Atividades *Lean*

Fonte : Adaptado de Dennis, Paschal (2008)

As ferramentas utilizadas para implementação do sistema enxuto de produção, descritas por Patil et al (2014) são : Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), 5S, Planejamento de Layout, Controle Visual , *Six Sigma*, *Kanban*, *Just in Time*, *Total Quality Maintenance (TQM)* e *Total Productive Maintenance (TPM)*, etc... . A ferramenta de mapeamento de fluxo de valor e a cronoanálise foram utilizada na empresa estudo de caso com bastante êxito, as demais não tiveram tempo hábil para implementação.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta muito eficaz, de simples implantação. Através dela é possível enxergar todas as atividades que agregam ou não valor ao produto final do cliente (PATIL et al., 2014), reduzindo perdas e, na maioria das vezes, é possível enxergar oportunidades de melhoria .

Através do mapeamento de fluxo de valor é possível retratar o estado atual do processo produtivo e o estado desejado no processo de implantação de sistemas enxutos. Na manufatura existem 3 tipos de fluxo : fluxo de materiais, fluxo de informações e fluxo de pessoas, segundo Rother & Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é a ferramenta essencial no sistema enxuto para:

- 1- Enxergar o fluxo
- 2- Ter uma linguagem comum aos processos
- 3- Enxergar além dos desperdícios
- 4- Auxiliar na tomada de decisão
- 5- Ser base para implementação do sistema enxuto
- 6- Mostrar relação entre o fluxo de informação e fluxo de material
- 7- Ser ferramenta que mostra o fluxo desejado

As informações para elaborar o mapa do fluxo de valor atual, devem ser coletadas no chão de fábrica e através da técnica de cronoanálise segundo Barnes (1977). O tempo gasto pelos funcionários para executar uma atividade que faz parte da formação de valor do produto foi determinado na empresa em estudo.

Segundo Vechia et al. (2019), um estudo realizado através da implantação de ferramentas e indicadores *lean*, em uma fábrica de elevadores na região sul do Brasil, foi possível obter reduções de perdas no processo produtivo, principalmente no setor de logística de entrega e recebimento de materiais, entretanto foi verificada a importância em fazer o mapeamento de fluxo de valor para melhor identificar pontos de melhoria. De maneira geral as melhorias implantadas de forma mais simples, obtiveram os melhores resultados .

No estudo de Cardoza & Carpinetti (2005), para o ramo de máquinas agrícolas, foi evidenciado que a falta de uma sistemática definida para avaliação e identificação de indicadores de desempenho, levou as empresas deste ramo a terem um número elevado de indicadores, com informações desnecessárias para as tomadas de decisões estratégicas, dificultando o desempenho do sistema de gestão. Os indicadores que foram implantados se basearam apenas na experiência dos gestores envolvidos diretamente no processo, Satolo et al (2020), no ramo do agronegócio, realizou estudo em oito empresas, e analisou que foi possível implementar o sistema *lean* com bastante êxito, principalmente nas empresas de pesquisa, que possuíam o seu processo industrial sob controle, foram aplicadas com sucesso ferramentas *lean* no controle de processo e logística.

Entretanto no ramo têxtil, o estudo de Cirino et al. (2013), realizado em empresa na região nordeste, as práticas *lean* ajudaram a organização a atingir seus objetivos estratégicos, eliminando desperdícios, problemas operacionais e, principalmente, melhorando o custo de logística de entrega de insumos, integrando os fornecedores. A ação estratégica mais importante

para o sucesso do sistema *lean* neste estudo, foi o investimento realizado pela empresa em ter seu principal fornecedor localizado no seu entorno, proporcionando uma melhora mútua do relacionamento fornecedor-cliente-fornecedor, reduzindo perdas e diminuindo estoque internos. Entretanto segundo Cirino et al. (2013) a maior dificuldade, evidenciada foi a falta de participação efetiva e motivação dos funcionários de nível operacional na implementação do sistema, apesar do conhecimento na prática do sistema *lean* está bem difundido em todos os níveis da empresa.

Uma das dificuldades de implantação dos indicadores *lean* evidenciado na pesquisa, de Sanchez & Perez(2001), em médias e pequenas empresas, foi que a falta de recursos para a implantação foi um dos maiores problemas; Cardoza & Carpinetti (2005) acrescentam a dificuldade da barreira cultural, quanto do sistema produtivo , que deve passar da prática de produção empurrada, característico de produção em massa, comum na indústria brasileira, para produção puxada.

Para Azevedo et al. (2012), no estudo de caso de uma empresa montadora de automóveis na Europa, foi verificado que utilizando práticas *lean* e indicadores de desempenho sustentáveis para fornecedores de matéria-prima e insumos, na gestão da cadeia de suprimentos, foi possível reduzir o nível de estoque e o lead time do processo produtivo, reduzindo desperdícios ao longo da linha de produção, minimizando as perdas do fluxo de material, reduzindo distâncias para os seus fornecedores, exigindo dos fornecedores de matéria-prima e insumos práticas sustentáveis, como a utilização de embalagens recicláveis, redução da emissão de CO₂ e outras práticas ambientais; uma dificuldade evidenciada neste estudo foi a falta de motivação por parte dos colaboradores e principalmente gerentes na implantação das práticas *lean* e sustentáveis. O estudo de Aguado et al.(2013) realizado em uma empresa de tubos, concorda com a implementação de práticas sustentáveis e enxutas ao longo do processo conforme o estudo de Azevedo et al.(2012), e acrescenta que para que uma empresa seja mais competitiva deve ter somado as suas práticas enxutas, o caráter inovativo ambiental e de processo, a produção deve ser puxada pelas necessidades do cliente, e melhorias na mudança sustentável de seus insumos proporcionarão vantagens competitivas a organização, implementando alguns indicadores de desempenho com sucesso como: índice de produtividade, emissão de CO₂, tempo de ciclo do produto, consumo de energia e principalmente a mudança do insumo principal, por um mais sustentável.

Para Pampanelli et al.(2014), um dos maiores desafios no mundo empresarial, é o de somar ao pensamento *lean* o pensamento *green* (verde), buscando atender uma necessidade das organizações na atualidade, para ter seus negócios economicamente viáveis, sustentáveis e não desprezar os impactos ambientais que as mesmas podem enfrentar com o crescimento dos negócios, e se baseia em práticas de sustentabilidade ambiental e econômica, com o acompanhamento de alguns indicadores de desempenho como: consumo de energia, consumo de água, volume de resíduos e outros. No estudo de Alves & Alves (2015) foi desenvolvido um modelo de gestão integrada de produção, somando também as técnicas *lean* e *green*, e definiu 4 estágios de implementação com 20 passos detalhados no total; utilizando como indicadores de monitoramento do processo: *lead-time*, geração de resíduos por unidade produzida, nível de conhecimento interno dos colaboradores nas práticas do sistema integrado, nível de satisfação interna dos colaboradores, número de pessoas afetadas pelas ações sociais e outros. Segundo Hilsdorf et al (2019) , em uma empresa de remanufatura da área automotiva, a aplicação de práticas *lean*, muito contribuíram para a redução de desperdícios na empresa, entretanto a falta de padronização das atividades e o conhecimento em logística reversa dificultaram a implementação do sistema *lean*.

A eliminação conjunta de resíduos industriais e ambientais é a prioridade do modelo de gestão *lean-green* do estudo de Verrier et al.(2015), com monitoramento do desempenho de alguns desperdícios como: gases de efeito estufa, uso excessivo de recursos naturais, uso excessivo de energia, poluição (geração de efluentes), lixo (resíduos), uso excessivo de água e problemas de saúde e segurança.

2.2 BALANCED SCORECARD

De acordo com Kaplan & Norton (1992) o *Balanced Scorecard* (BSC) é uma ferramenta para avaliação de desempenho que consegue converter ativos intangíveis de uma organização a exemplo de cultura e conhecimento, em resultados tangíveis, podendo equilibrar as medidas financeiras e não financeiras que uma empresa utiliza, e é dividido em quatro perspectivas: perspectiva do cliente, perspectiva de negócios internos, perspectiva de inovação e aprendizagem e perspectiva financeira. É uma ferramenta gerencial bastante difundida, que vem auxiliar na resolução dos problemas estratégicos oriundos de gestão empresarial com visão de curto prazo e orientações criadas pelo método contábil financeiro gerencial que as empresas normalmente utilizam para decidir como realizar seus investimentos estratégicos.

De acordo com Giannopoulos et al. (2013), o BSC é um sistema de gestão do desempenho estratégico, utilizado com sucesso por grandes empresas e organizações sem fins lucrativos; entretanto no seu estudo realizado no Reino Unido e Chipre, as pequenas empresas não evidenciaram sucesso com a sua utilização, na maioria das vezes por não utilizarem formalmente o BSC, em outras por desconhecimento da ferramenta. Segundo Moreira et al., (2012), que teve seu estudo baseado em uma indústria de entretenimento, um fator que pode causar o insucesso da implantação do BSC, além do desconhecimento da ferramenta, é a centralização da gestão empresarial nos níveis superiores de gestão.

Segundo Kaplan & Norton (1997), o BSC foi desenvolvido visando dar disciplina e apoio as empresas de forma estratégica através de seus indicadores que podem relatar informações que já ocorreram podendo atender a objetivos e metas de curto prazo, mas também deve atender a objetivos e metas de médio e longo prazo, para que o objetivo estratégico geral seja entendido por todos na organização, em todos os níveis, estratégico, gerencial e operacional, buscando o envolvimento de todos.

Segundo Kaplan & Norton (1997) a perspectiva financeira indica como a transformação estratégica resulta em sucesso econômico, seus objetivos norteiam os demais, baseiam-se no aumento de receita e lucratividade, melhoria da produtividade e redução de custos. A perspectiva do cliente mostra quais práticas da organização conseguem criar valor junto ao cliente, como estratégia para captação de novos clientes, manutenção de clientes ativos, recuperação de clientes inativos e, principalmente, o atendimento da satisfação do cliente quanto ao desempenho do produto. No segmento da construção civil, os clientes nem sempre estão preocupados com a qualidade dos produtos recebidos, mas sim na facilidade e custo reduzido na aplicação dos produtos; entretanto, recentemente, com a homologação da norma de desempenho de edificações habitacionais ABNT NBR 15575, em vigor desde 2013, algumas construtoras passaram a se preocupar com os parâmetros de desempenho de suas obras, pois esta norma se preocupa em atender as exigências dos usuários e, portanto, os produtos devem atender a requisitos mínimos de qualidade.

A perspectiva de processos internos permite que a organização identifique quais processos atendem as expectativas dos clientes. Por fim, na perspectiva de aprendizado e crescimento, discute-se qual a infraestrutura necessária para atender aos objetivos das outras perspectivas. Nesse sentido, o BSC foi integrado com métodos MCDA, sendo utilizado em alguns estudos como em Ravi et al. (2005), com uma abordagem integrada do *Analytic Network*

Process (ANP) e o BSC para avaliar alternativas, com o intuito de realizar logística reversa de resíduos eletro eletrônicos; seus estudos demonstram que os tomadores de decisão precisam trabalhar com compensações de custo, eficácia, sensibilidade, dificuldades de implementação, etc, entretanto o modelo desenvolvido apresentou algumas limitações, como um número muito grande de matrizes foram formados tornando a atividade de análise par a par, bastante cansativa e complexa, além da pesquisa ter sido baseada no relato apenas de uma pessoa da gerência.

Leung et al. (2006) implementaram o BSC, ANP e *Analytic Hierarchical Process* (AHP) para avaliar o desempenho de uma empresa, avançando na inclusão de indicadores de desempenho financeiros e não financeiros, nos seus estudos a metodologia AHP e o ANP de decisão multi-atributos, bastante versáteis, foram adaptadas a vários ambientes de decisão de BSC, os autores perceberam que quando essa inclusão acontece, o BSC é capaz de não apenas avaliar o desempenho atual da empresa, mas também dar direcionamentos para avaliação do desempenho futuro, melhorar a gestão de comunicação e compartilhamento de informações dos objetivos estratégicos da empresa.

Todavia, Asgari et al. (2017) em um levantamento bibliográfico sobre estudos que utilizassem o BSC integrado a métodos MCDA, não verificaram o FITradeoff como um dos métodos abordados, o que é uma lacuna na literatura.

Segundo Moreira et Al (2012), o BSC deve ser implementado de cima para baixo, com o comprometimento da diretoria e a participação dos líderes operacionais. Na empresa em estudo este foi um dos pontos de sucesso desta metodologia.

Assim, o presente estudo foi uma oportunidade de verificar os impactos da utilização do FITradeoff no contexto do BSC, contribuindo para o enriquecimento da literatura dessa área de estudo.

2.3 FITRADEOFF

O *Flexible Interactive Tradeoff* (FITradeoff) é um MCDA desenvolvido por De Almeida et al. (2016), que trabalha com elicitación de constantes de escala de forma flexível e interativa através das preferências do decisor, utiliza informação parcial, além de ter uma estrutura axiomática baseada em modelos aditivos de elicitación. Sua aplicação é baseada em um processo de perguntas e respostas sobre conseqüências, resultando num valor global para cada alternativa considerada no processo decisório (KEENEY,1992). E para problemática de

ordenação, de acordo com De Oliveira et al. (2020), é aplicado através do software disponível para download gratuito no site (fitradeoff.org).

Segundo Kang et al. (2018), o método FITradeoff considera racionalidade compensatória e foi originalmente desenvolvido para lidar com a problemática de escolha na qual tem-se que escolher dentre um conjunto de alternativas disponíveis apenas uma alternativa. Todavia, recentemente, uma adaptação conduzida no FITradeoff para contemplar a problemática de ordenação, que consiste em alocar alternativas em ordem ascendente de preferências.

Ao utilizar um grande número de critérios para um cenário no FITradeoff, segundo Mendes et al. (2020), a complexidade do problema será aumentada, tendo o decisor mais dificuldade de entendimento, devido a grande quantidade de perguntas em busca da melhor alternativa; entretanto um aumento significativo no número de alternativas não resulta no acréscimo de perguntas realizadas, ajudando assim o processo de elicitación.

A adaptação do FITradeoff para a problemática de ordenação, de acordo com Frej et al. (2019), é feita através da busca de relações de dominância no espaço de pesos. Essas relações são conseguidas pela informação preferencial dada pelo decisor durante o processo de elicitación. Os autores acrescentam ainda que, no FITradeoff para ordenação, o modelo de programação linear usado é baseado na maximização da diferença entre os valores globais de duas alternativas a partir das quais se constrói uma matriz de comparação par a par com as relações de dominância.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A partir do levantamento das referências bibliográficas encontradas neste capítulo, foi verificado para o sistema *lean*, que para alguns autores a implantação de práticas *lean* associadas a práticas *green*, conseguem associar eficiência gerencial, com eficiência operacional e eficiência ambiental, agregando valor ao produto, reduzindo o nível de estoque entre outras vantagens competitivas; para outros 2 autores, o mapeamento de fluxo de valor foi essencial para o sucesso de implementação do sistema *lean*, e para outro a importância do envolvimento de funcionários e a alta administração foi fundamental para o sucesso do sistema. Para a ferramenta do BSC, foi evidenciado a sua aplicação com MCDA, AHP e ANP, entretanto existe uma lacuna na literatura sobre a evidência de estudos com a implementação de

indicadores *lean* com base no BSC e uso do método *FITradeoff* para priorização dos mesmos em uma indústria gesseira.

No capítulo seguinte foi descrito a situação atual da empresa gesseira em estudo, seu histórico, situação atual dos seus processos produtivos e do seu plano de custeio de produto.

3 ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA GESSEIRA

3.1 HISTÓRICO DA EMPRESA

A empresa fabricante de gesso em estudo localizada na região do Araripe, tem como objetivo principal a produção de gessos beta, alfa e outros produtos derivados. O processo de produção do gesso, é realizado a partir da desidratação do minério de gipsita, sulfato de cálcio di-hidratado, principal matéria-prima para produção do gesso; segundo Angeleri et al.(1982), a gipsita é um mineral compacto, com dureza entre 1,5 a 3 na escala de Mohs, com densidade relativa em torno de $2,3 \text{ g/cm}^3$, pouco solúvel em água.

A indústria gesseira em estudo, foi definida como pilar de inovação, para se diferenciar competitivamente e, por esta razão, tornou-se referência no mercado da construção civil, sempre na vanguarda em relação aos seus concorrentes. Atualmente, enfrenta as dificuldades normais de um mercado em recessão desde 2014, além de ter um ambiente empresarial desigual, onde muitas empresas operam na informalidade e conseguem concorrer no mercado da construção civil oferecendo produtos com preços atrativos, embora com qualidade inferior.

Teve seu sistema de gestão da qualidade certificado na Norma ISO 9001 de 1997 a 2014, entretanto com a crise de 2014, não conseguiu continuar investindo na certificação pela empresa de terceira parte, porém manteve o sistema de gestão da qualidade como base da gestão até os dias de hoje.

Possui um quadro de funcionários enxuto, em torno de 54 colaboradores divididos nos seguintes setores: britagem, calcinação (fluxograma de processo na Figura 2 e foto do processo de calcinação Foto1), mistura, produção de pré-moldados (fluxograma de processo na Figura 3 e foto do equipamento de moldagem dos blocos na Foto 2). Atualmente a empresa em estudo utiliza apenas 40 % da capacidade produtiva, com uma equipe capacitada com experiência no ramo; composta em nível gerencial por engenheiros civis, de minas e químico; consultores de apoio nas áreas de inovação, administrativa, financeira, contábil e advocacia, e tem como principais mercados: agrícola, construção civil, gessos dentais, indústria cerâmica de louça sanitária, louça de mesa e faiança.

A empresa possui três fornos de calcinação, tipo marmitta rotativa horizontal descontínua, fabricados pela M2G Grelbex indireta para a produção de gesso beta, que estão divididos em unidades chamadas por fábrica 5, fábrica 7 e fábrica 8; a unidade fabril- fábrica 8 está parada em manutenção e reforma do seu forno; um forno tipo autoclave de processo via úmida, com

produção contínua de gesso alfa, fabricado pela Babcock BSH, um planta para produção de pré-moldados (blocos de gesso com espessuras de 7 cm e 10 cm, para uso nas vedações internas e externas em edificações), fabricado pela Alpha-Platre; uma planta de mistura à base de gesso com tecnologia alemã, fabricada pela Babcock BSH e uma planta de mistura de origem nacional para a produção de gessos dentais.

A capacidade produtiva total dos três fornos de calcinação de gesso beta é de aproximadamente 14.000 toneladas por mês, com uma matriz energética a base de biomassa; a unidade fabril de pré-moldados tem capacidade produtiva de 25.000 m² de bloco/mês para blocos de espessura de 100mm e 37.800 m² para blocos de espessura de 70mm; e a planta de mistura com capacidade para 3.000 toneladas mês.

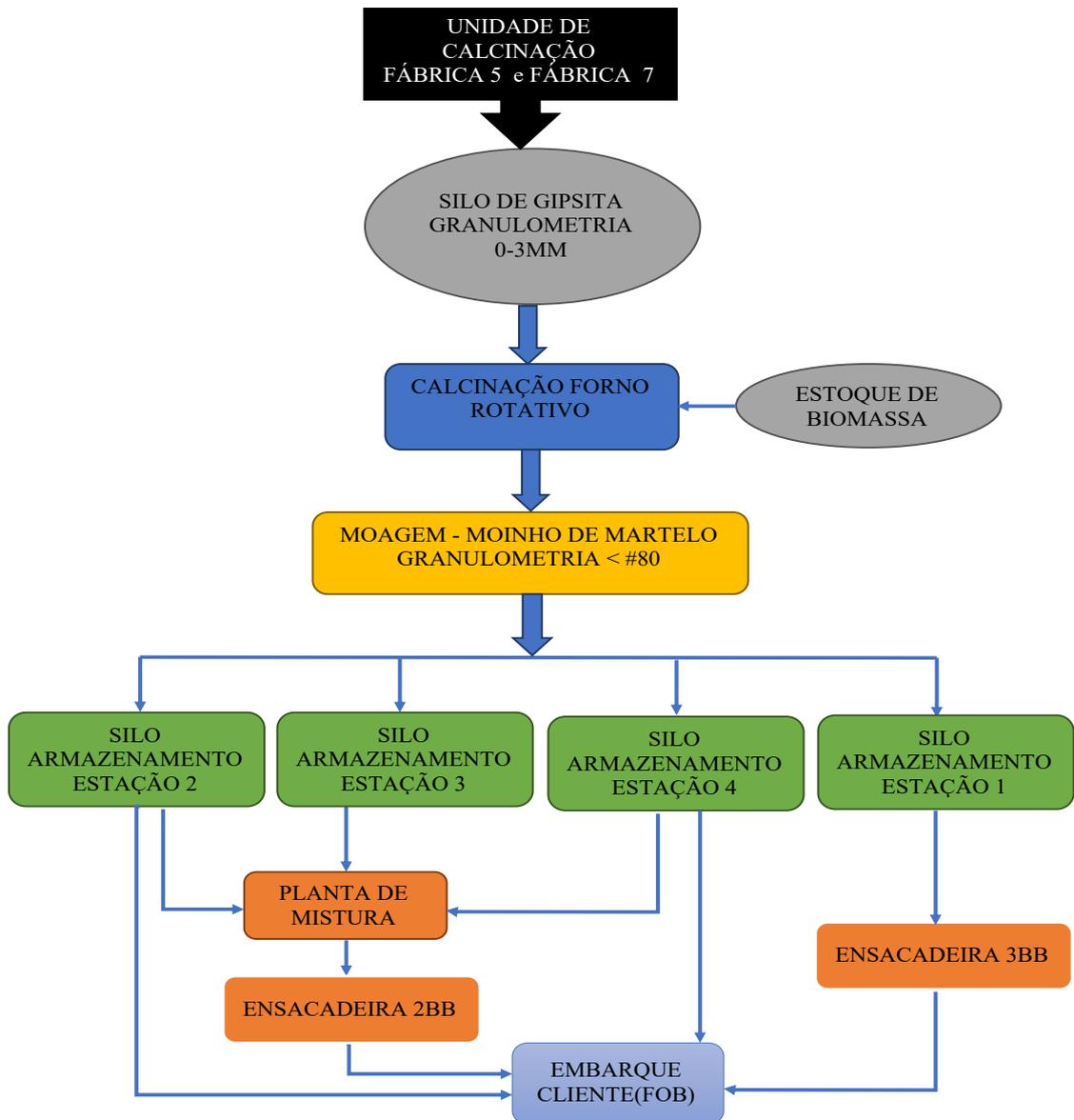
3.2 SITUAÇÃO ATUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE GESSO

O processo de calcinação é dividido em cinco etapas (ver Figura 2): britagem (reduz o tamanho da pedra (gipsita) extraída da mineração de 50 cm de largura para granulometria de 0 a 3 mm); calcinação (onde foi verificado 2 unidades de calcinação em funcionamento, fábrica 5 e fábrica 7, o processo de desidratação térmica (125°C - 180°C) que transforma sulfato de cálcio dihidratado em hemidratado, ver reação química na Equação 1); moagem (o gesso é moído para a granulometria de aproximadamente 80 *mesh* = 0,177 mm); armazenamento nos silos (o gesso fino é transportado pneumáticamente para as estações de silagem) e por fim o ensacamento e estocagem (o gesso pronto é analisado pelo controle de qualidade), embalado em sacos de papel multifolheado de 20Kg, 40Kg, e *bigbags* de 1 tonelada, armazenados no galpão de expedição.

Equação de desidratação:



Figura 2 - Fluxograma do Processo de Calcinação

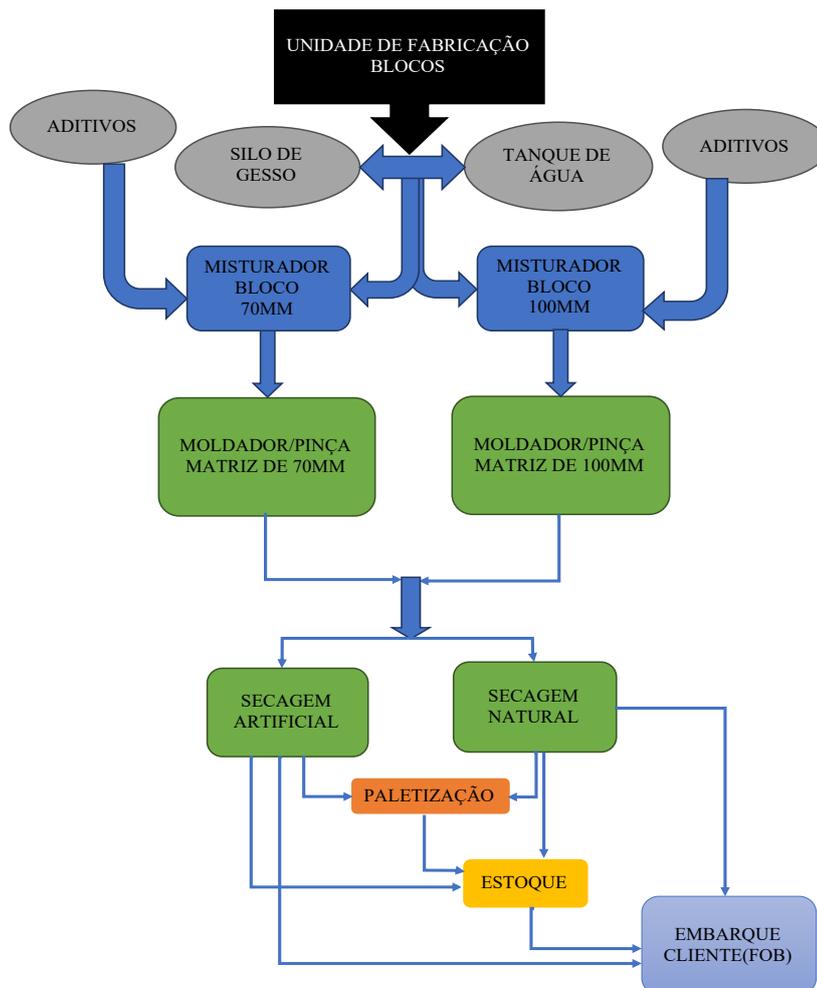


Fonte : Elaborado pelo autor

formação dos blocos de 70mm e 100mm de espessura); transporte para secagem natural e/ou artificial e por fim estocagem do produto acabado.

O processo de produção é semi-automático (ver Foto 3), realizado pelo operador da matriz de blocos, entretanto a parte do manuseio, secagem natural e estocagem, (ver Foto 4 e 5) ainda é realizado manualmente, e a qualidade do produto e processo depende da qualificação e desempenho da mão-de-obra.

Figura 3 -Fluxograma do Processo de Fabricação de Blocos



Fonte : Elaborado pelo autor

Foto 3 - Foto do equipamento para produção dos blocos



Fonte : Elaborada pelo autor

Foto 4 – Área de secagem natural 1



Fonte : Elaborada pelo autor

Foto 5 – Manuseio e transporte de blocos



Fonte : Elaborado pelo autor

3.4 FORMA DE ELABORAÇÃO DO CUSTO DOS PRODUTOS

Atualmente na indústria gesseira em estudo, o custo financeiro contábil é calculado através do sistema tradicional, com base no tipo de despesa, relacionado diretamente ao custo de despesas gerais: mão de obra direta e indireta, insumos e outros, voltado para uma contabilidade fiscal (ver Quadro 1). Com base nestas informações, para cada tipo de produto é calculado um plano de custeio (ver Quadro 2), e através deste é realizada a formação do preço para cada produto; as despesas indiretas são calculadas por rateio, através de uma taxa percentual, que é determinada pela margem de contribuição do produto na receita de venda mensal.

Quadro 1: Planilha de Custo (contábil)

DIAGNÓSTICO FINANCEIRO INDIVIDUAL				
REGIME TRIBUTÁRIO : LUCRO REAL				
		FEVEREIRO 2020	MARÇO 2020	ABRIL 2020
Faturamento Bruto	R\$			
Permutas	R\$			
Custo da folha com encargos	R\$			
Custo direto do produto	R\$			
Impostos:	R\$			
Despesas:				
Administrativas	R\$			
Comercial	R\$			
Produção	R\$			
Gerais	R\$			
Lucro líquido	R\$			
Valor em estoque	R\$			

Fonte : Elaborado pelo autor

Quadro 2: Plano de Custeio por produto.

Produto A	Sacaria Papel	Quant./mês=		Preço Unit.(R\$/Ton.)=	Percentual(%)	FATURAMENTO mês/ano
	Big-Bags					VALORES R\$/TON OU R\$/M2
	Granel					
Matérias Primas	Demanda	Custo	Demanda Total	Custo Total(R\$)	Faturamento Previsto (R\$)	Resultado
Gipsita			0	R\$ -		
			0	R\$ -		
Insumos						
Sacos de papel			0	R\$ -		
Eucalipto			0	R\$ -		
	0		0	R\$ -	Total Matérias P.+Insumos	
Energia Elétrica Fábrica	0		0	R\$ -	R\$ -	0
Energia Elétrica Compressores	0		0	R\$ -		
Energia Elétrica rateio				R\$ -		
Empilhadeira	1		1	R\$ -		
Pessoal Direto	Prod.	ok				
	Ensac.	ok				
	Gerencia/Superv.					
		Sub-total=	R\$ -		jun/14	
Pessoal Indireto				ICMS =	R\$ -	
	Adminstraç			R\$ -		
				R\$ -		
	Transporte Fábrica			R\$ -		
				R\$ -		
	Manutenç			R\$ -		
	Laboratório			R\$ -		
					Pis/Cofins=	R\$ -
		Sub-total=	R\$ -		Comissão =	R\$ -
Despesas em Geral				R\$ -	Despes.Fin. =	R\$ -
				0	Total Despesas	R\$ -
				0		
Total Geral				R\$ -	R\$ -	R\$ -

Fonte : Elaborado pelo autor

Com base nos dados e análise do plano de custeio de cada produto, foi evidenciado que alguns produtos estão com a margem de ganho muito pequena ou mesmo negativa, principalmente a linha de produtos para construção civil.

Apenas com a análise de custeio dos produtos, não foi possível para a direção da empresa, realizar a tomada de decisão objetiva e segura, de qual o indicador *lean* deve ser priorizado para aumentar a margem de contribuição dos produtos, melhorar a lucratividade e reduzir custos da empresa em estudo, no menor tempo possível e com o mínimo de recursos. Foi utilizado o método de Elicitação *FITradeoff* para ordenar e priorizar os indicadores, com base nas informações de preferência do DM, considerando critérios, como: custo, tempo, urgência (de implantação), abrangência e operacionalização; e utilizando escala de 1 a 5.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

A empresa em estudo mesmo sendo uma das maiores empresa produtora de gessos e derivados do Brasil, com produtos diferenciados pela qualidade e seu caráter inovador; enfrenta atualmente uma fase de recessão, com baixa lucratividade, trabalhando com sua capacidade reduzida em 60%. É de fundamental importância o estudo de implantação de indicadores de desempenho para conseguir reduzir seus custos e auxiliar a empresa a atingir seus objetivos estratégicos e com bons resultados.

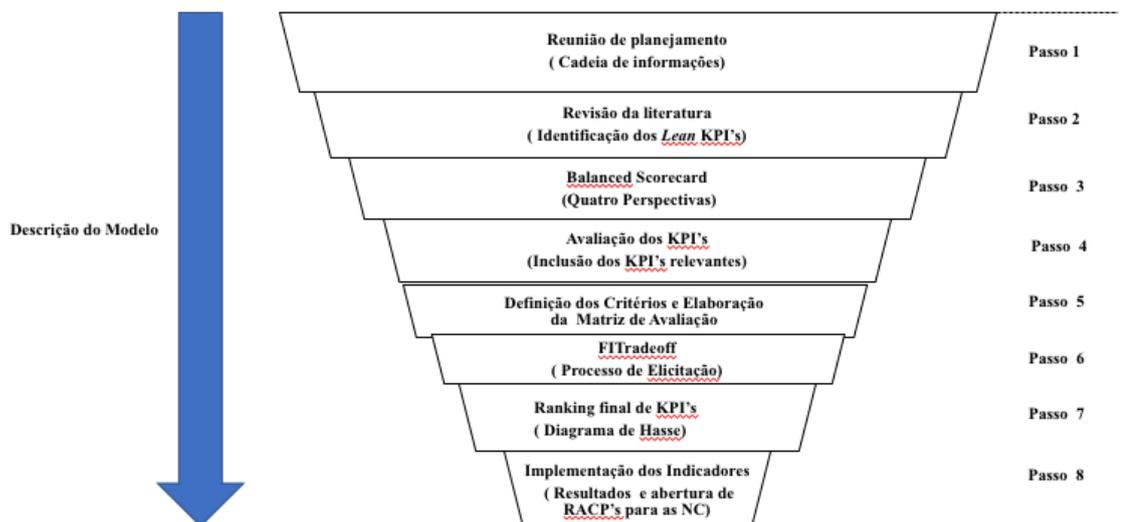
4 MODELO DE AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO ESTRATÉGICA DOS INDICADORES LEAN

Este capítulo foi dividido em 6 itens: descrição do modelo proposto, sua aplicação na indústria gesseira estudo de caso, elaboração do plano de implementação dos indicadores, análise atual da empresa estudo de caso antes da implementação dos indicadores, identificação de gargalos e perdas, e o resultado da implementação dos indicadores de desempenho.

4.1 - DESCRIÇÃO DO MODELO

O modelo proposto é composto por oito passos, apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Modelo Proposto



Fonte : Elaborado pelo autor

Passo 1- Consiste em realizar reuniões de planejamento para identificar a problemática de decisão, os principais atores do processo de decisão (o decisor (DM), analista e outros participantes) e coletar informações relevantes sobre a situação atual do sistema de gestão da empresa.

Passo 2- Realizar revisão da literatura, buscando identificar indicadores de desempenho *lean*, adequados a realidade do negócio da empresa.

Passo 3- Definir e analisar os objetivos estratégicos do negócio, utilizando a ferramenta do BSC (*Balanced Scorecard*). Este passo se divide em três partes, a primeira parte é definido a missão, visão e valores da empresa; depois elaborar a matriz de SWOT, realizando um *Brainstorming* com os líderes dos setores para definir suas forças e fraquezas, oportunidades e ameaças, no ambiente interno e no ambiente externo, em seguida é preenchido a matriz de SWOT (ver Figura 5), e finalmente fazer as correlações entre os fatores da matriz e determinar os objetivos estratégicos, dividindo-os nas quatro perspectivas: financeira, clientes, processos internos e aprendizagem e crescimento.

Figura 5 – Matriz SWOT

		ANÁLISE SWOT									
		AMBIENTE EXTERNO									
		OPORTUNIDADES					AMEAÇAS				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Mercados não explorados / mercado potencial enorme / baixa participação no mercado e utilização do sistema de blocos nas vendas externas. Exigência de atendimento à NBR 15.575 no segmento da construção civil as novas normas técnicas para o gesso que estão sendo desenvolvidas. Desenvolvimento de parcerias estratégicas (fusão de empresas)					Mercado de varejo para construção civil Exigências ambientais Disponibilidade dos concorrentes em oferecer uma melhor prestação de serviços (logística, preço, prazo, tabela CIF). Aumento da utilização de Drywall. Cenário político econômico indefinido ocasionando a desconfiança nos mercados com consequência da retração nos setores da construção civil. Novos entrantes com produtos similares (bloco, projetado, cola) e migração das fabricas de produto a base de gesso para as grandes zonas urbanas. Aumento do preço de combustíveis e energia e deficiência de fornecimento dos mesmos.				
AMBIENTE INTERNO	PONTOS FORTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		3	4	5	6	7	8	9	10		
		4	5	6	7	8	9	10			
		5	6	7	8	9	10				
	PONTOS FRACOS	6	7	8	9	10					
		6	7	8	9	10					
		7	8	9	10						
		8	9	10							
		9	10								
	10										

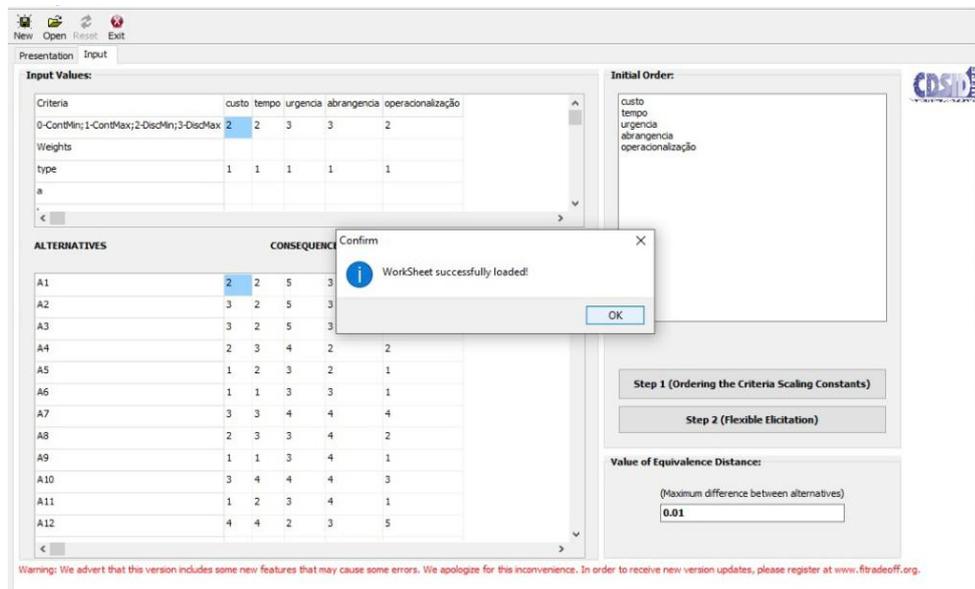
Fonte : Elaborado pelo autor

Passo 4 - Analisar os objetivos estratégicos definidos no passo anterior, e avaliar se existe convergências e divergências entre os KPI's *lean* identificados na literatura (ver Passo 2) e os resultantes do BSC da empresa. Se existirem diferenças, o DM é questionado sobre sua satisfação com os indicadores *lean* do BSC. No caso de uma resposta negativa, o DM listará os KPI da literatura que ele deseja incluir ao BSC da empresa. Se a resposta do DM for positiva,

a aplicação do modelo continua. Os KPI *lean* resultantes dessas etapas serão considerados como alternativa no processo de tomada de decisão.

Passo 5 - Definir os critérios que serão utilizados para ordenar os indicadores de desempenho *lean* da empresa, atribuindo um valor para cada um deles, segundo a escala de Likert com valores de um a cinco a ser respondida pelo decisor, onde um indica o menor valor em relação ao critério e cinco indica o maior valor, definir também se o objetivo do critério, será maximizar ou minimizá-lo. Preencher a matriz de avaliação (ver Figura 6), que é a informação de entrada para o programa FITradeoff. O preenchimento correto, o mais próximo da realidade da gestão da empresa, é fundamental para o sucesso da utilização desta metodologia.

Figura 6 - *Input* da matriz de avaliação- Interface do software FITradeoff



Fonte : Elaborado pelo autor

Passo 6 - Aplicar o método FITradeoff para problemática de ordenação através do software disponível para download gratuito no site (fitradeoff.org). De acordo com Frej et al. (2019) o processo de elicitação do FITradeoff para a problemática de ordenação é baseado na busca de relações de dominância do espaço de pesos. Tais relações são obtidas através da informação preferencial dada pelo DM durante o processo de elicitação. Os autores acrescentam que o modelo de programação linear usado no FITradeoff para a problemática de ordenação lida com a maximização da diferença entre valores globais de duas alternativas, sob os quais é construída uma matriz de comparação par a par contendo às relações de dominância identificadas.

Passo 7 - Aplicar o diagrama de Hasse, que pode ser consultado a qualquer momento durante o processo de elicitação. O software do método FITradeoff fornecerá ao DM, as recomendações através do diagrama de Hasse sobre a ordenação dos KPI's *lean*.

Passo 8 - Elaborar um plano de implementação dos KPI's *lean*, seguindo a ordenação do diagrama de Hasse, levando em conta o status atual em que cada indicador se encontra na empresa, definindo o setor envolvido, prazo para implementação e ações a serem abertas para implementação do indicador (RACP's).

4.2 APLICAÇÃO DO MODELO BSC NA EMPRESA GESSEIRA

A reunião de esclarecimento ocorreu na empresa objeto de estudo, com a participação da gestora responsável pelo processo produtivo da empresa (diretora industrial), definida nesse estudo como DM (decisor), o diretor geral, a gerente administrativa/financeiro e alguns coordenadores; foi apresentado o modelo proposto do estudo, com foco na melhoria do seu sistema produtivo através da implementação de práticas *lean* adequadas as suas operações, para redução de desperdícios e custos de produção, de forma a tornar os preços dos seus produtos mais competitivos no mercado, fazendo frente às empresas que trabalham tanto na informalidade como as que trabalham formalmente. É importante salientar que um analista também foi identificado como ator do processo.

A DM afirmou que o processo de decisão envolvido, era puramente estratégico e que ela precisava definir uma ordem prioritária dos indicadores. Esta ordem prioritária indica o quão urgente os indicadores seriam implementados na organização, com vistas a atender aos seus objetivos estratégicos e metas. Dessa forma, percebeu-se, então, que a problemática que a gestora lidava era de ordenação. Por conseguinte, de acordo com a DM, seria interessante que os indicadores que obtivessem um pior desempenho para determinados critérios pudessem ser compensados por um desempenho melhor em outros critérios. Nesse sentido, identificou-se que a racionalidade da gestora era compensatória. Assim, a utilização do método FITradeoff para a problemática de ordenação para a priorização dos indicadores *lean* foi coerente no contexto apresentado.

Em seguida a revisão da literatura foi conduzida na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para identificar indicadores de desempenho *lean*, incluíram-se artigos da última década (2010-2020), cujo idioma era o inglês e que estivessem indexados na *Web of Science*, *Emerald* e *Science Direct*, foram utilizadas

palavras chaves como: “*Key Performance Indicator**”, “*Lean Manufacturing**”. Os materiais excluídos foram aqueles escritos em outro idioma, que fossem indexados em outras bases e não fossem artigos. Os 15 estudos resultantes foram posteriormente filtrados considerando a análise de seu conteúdo (títulos, resumos e palavras-chave). Os indicadores *lean* identificados na revisão da literatura foram classificados de acordo com as quatro perspectivas do *Balanced Scorecard* com o intuito de facilitar posterior análise, visualizados no quadro abaixo (ver Quadro 3).

Quadro 3– Revisão da literatura de indicadores *lean*

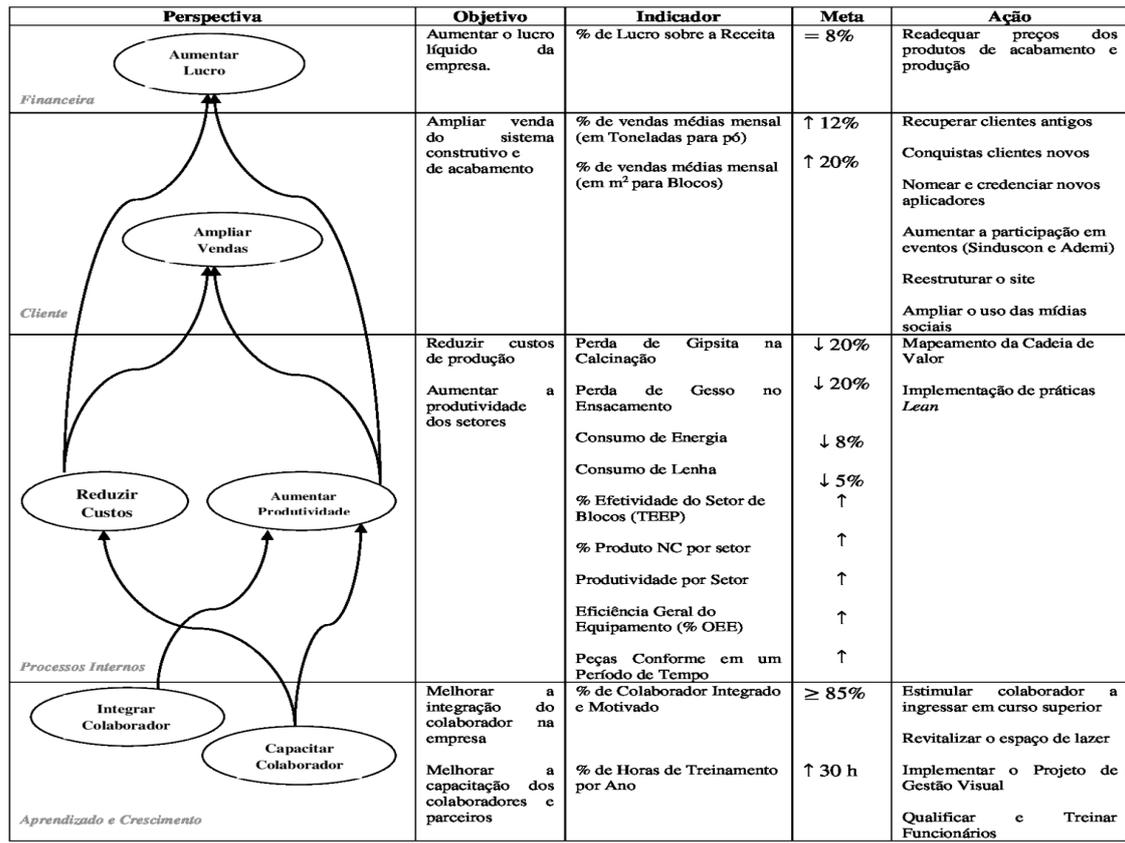
Perspectiva	Indicador	Autor
Financeira	Custo Operacional	Azevedo et al.(2012),Aguado et al.(2014),Alves & Alves (2015) e Verrier et al.(2016)
	Custo de Estocagem	
Cliente	Número de Ações de Responsabilidade Social	
	Número de pessoas impactadas pelas Ações de Responsabilidade Social promovidas	
Processos Internos	Consumo de Energia Elétrica por unidade produzida	
	Resíduos gerados na produção de uma unidade de produto	
	Produtividade	
	Movimentos desnecessários	
	<i>Lead Time</i> do processo	
	Tempo de ciclo	
	Auto-suficiência de água para processo produtivo	
	Efluentes Lançados	
	Consumo de água	
Aprendizado e Crescimento	Emissão de CO ₂	
	No de acidentes de trabalho por hora trabalhada	
	% de Horas de Treinamento <i>lean</i> por colaborador	
	% Satisfação dos colaboradores através de pesquisa interna	
	Percepção dos colaboradores através de pesquisa iterna sobre a maturidade da organização a respeito dos conceitos Lean Manufacturing	

Fonte : Elaborado pelo autor

Dando continuidade a aplicação da abordagem proposta, foi analisado pela DM e o analista, o BSC da empresa, com seus indicadores separados de acordo com as quatro perspectivas, respectivamente seus objetivos estratégicos, metas e possíveis ações para que as metas fossem atingidas (ver Figura 7).

O indicador *lean* da perspectiva financeira refletiu a preocupação em comparar os resultados econômicos a serem obtidos pela implementação de práticas *lean* na organização com objetivos e metas para manter o negócio lucrativo. Na perspectiva do cliente, foi definido como indicador a ampliação das vendas, baseado em ações de marketing e comunicação com ferramentas simples como as redes sociais e participação massiva em eventos da área. Na perspectiva dos processos internos, verificou-se junto à gestora a necessidade de reduzir custos e aumentar produtividade. Ao utilizar os indicadores que versam sobre questões de perdas no processo produtivo, consumo de recursos naturais e políticas de manutenção para adequar a máquina ao sistema produtivo como um todo, verificou-se uma preocupação com as questões sustentáveis que podem trazer uma imagem valorada da empresa, agregando, assim, valor junto aos seus consumidores. Já na perspectiva de aprendizado e crescimento, foram observados indicadores que remetem ao treinamento e disposição de conhecimento voltado para o colaborador. Nesse sentido, a DM reforça questões de descentralização do conhecimento estendendo-o por toda a empresa. Assim, dissemina-se uma cultura organizacional que está aberta a participação dos colaboradores para verificar e sugerir novas formas de fazer mais e melhor as operações constituintes do processo produtivo, através do investimento em sua qualificação para manter o colaborador motivado a continuar na empresa e se sentir parte integrante dela.

Figura 7 – BSC da empresa



Fonte : Elaborado pelo autor

Ademais, o analista verificou que havia alguns indicadores da lista de indicadores da revisão da literatura do sistema *lean* que não foram incluídos no BSC, mas são importantes para a estratégia da organização e foi dada a sugestão que fossem acrescentados a lista final de indicadores. A DM, em reunião com a diretoria, apresentou a necessidade de incluir alguns dos indicadores ao BSC e conseqüentemente à sua lista final de indicadores (ver Quadro 4) que foram aprovados pela diretoria e priorizados, visando o atendimento aos objetivos estratégicos da organização.

Quadro 4–Lista de indicadores final

Alternativas	Indicadores	Descrição	Fonte	
			BSC	Revisão da Literatura
A1	Lucro sobre receita	Lucro sobre receita	x	
A2	Vendas média por mês	Vendas média por mês de produtos a base de pó (toneladas)	x	
A3	Vendas média por mês	Vendas média por mês de produtos a base de pré-moldados (m2)	x	
A4	Perda de Gipsita na calcinação	(Kg gipsita real mensal/Gesso produzido mês) - (kg gipsita real mensal/valor teórico gesso produzido mensal)*100	x	
A5	Perda de gesso no ensacamento	% Sacos estourados na ensacadeira	x	
A6	Consumo de energia	Kilowatts hora por tonelada produzida por mês por unidade	x	
A7	TEEP - efetividade da produção de blocos	(Produção real/ Produção na capacidade máxima) *100	x	
A8	Produto NC/setor	(Produto não conforme por setor/Produção total) *100	x	
A9	Produtividade por setor	Produção total mês / horas disponíveis para produção	x	
A10	OEE(Eficiência geral dos equipamentos)	(Produção real/Produção programada) *100	x	
A11	Produto conforme /tempo	Nº de lotes conforme / turno de trabalho	x	
A12	Satisfação interna dos colaboradores	(Nº de colaboradores satisfeitos / No total de colaboradores) * 100	x	
A13	Horas treinadas por ano	(Nº de horas treinadas por ano/ Horas trabalhadas por ano) *100	x	
A14	Custo de estocagem	(Custo de pedir + Custo de Movimentação + Custo de manutenção)		x
A15	No de ações de resposabilidade sociais	Número de ações de responsabilidade social implementadas por ano		x
A16	Número de pessoas impactadas pelas ações sociais	Nº de pessoas impactadas pelas ações sociais anual		x
A17	Consumo de água	m ³ de água/ m ² Bloco produzido por mês		x
A18	Movimentos desnecessários	Estudo de tempo movimento (cronoanálise)		x
A19	Lead time de processo	(Tempo real de produção /Tempo programado para produzir) *100		x
A20	Tempo de ciclo	Tempo necessário para a produção de um produto		x
A21	Acidente de trabalho	Nº de acidentes / horas trabalhadas		x
A22	Percepção dos colaboradores na implantação dos indicadores Lean(pesquisa interna)	(Nº de práticas Lean implantadas/ Nº práticas Lean planejadas) * 100		x
A23	Consumo de biomassa (lenha)	kg de biomassa / tonelada produzida de pó		x

Fonte : Elaborado pelo autor

Em seguida o DM definiu os critérios para avaliação, o critério urgência foi considerado o mais importante, visto que a empresa precisava priorizar a implementação das alternativas que fosse considerada mais importante para que o objetivo final fosse atingido, o critério custo de implementação do indicador considerado o segundo mais importante, pois a empresa estava com restrição de recursos, em terceiro o critério operacionalização, para priorizar os indicadores mais fáceis de implementar, pois alguns indicadores já estavam disseminados na empresa, em quarto lugar o critério tempo devido ao curto tempo para implementação e em quinto lugar a abrangência do indicador, se o mesmo envolve apenas clientes internos (setores da empresa), se são muitos ou poucos, ou se além dos clientes internos, também abrange os clientes externos. Com estas definições a DM, ordenou os critérios, em ordem decrescente de preferência: C₃> C₁> C₅> C₂> C₄, e descreve o detalhamento das escalas de cada critério no Quadro 5.

Quadro 5 – Critérios de Avaliação

	Critérios				
Código	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Escala	Custo	Tempo	Urgência	Abrangência	Operacionalização
1	Muito baixo : Custo de análise de 1 colaborador.	Muito rápido : até 29 dias, indicador já está implementado.	Não é urgente: o impacto deste indicador no objetivo principal é pequeno, independente da fase.	Muito pequena : abrange apenas 1 setor da empresa	Muito fácil a adaptação, já está implementado.
2	Baixo : custo de 2 colaboradores.	Rápido : de 30 dias a 45 dias para implementar.	Pouco Urgente: o indicador pode estar em qualquer fase e não é tão importante para objetivo principal.	Pequena : abrange 2 a 3 setores da empresa.	Fácil adaptação, pois já tem a cultura deste indicador na empresa, só falta implementar mensalmente.
3	Médio : custo de 3 colaboradores .	Médio : de 46 a 80 dias para implementar.	Urgente: o indicador está nas fase verde ou azul e é muito importante para o objetivo principal.	Média : abrange até 3 setores internos e clientes externos.	Média adaptação: tem conhecimento do indicador ,tem a base de dados , e falta implementar.
4	Alto : custo de até 4 colaboradores e recursos com ações de melhorias no processo.	Lento : de 80 a 120 dias para implementar.	Muito urgente: indicador está na fase amarela ou vermelha , e é importante para o objetivo principal.	Grande: abrange mais de 3 setores internos	Difícil adaptação: Não tem a coleta de dados, falta implementar o indicador e será necessário treinar a equipe para implementar.
5	Muito alto : acima de 4 colaboradores envolvidos , mais consultoria e/ou outros custos em ações de melhorias no processo.	Muito lento: de 120 a 360 dias para implementar o indicador.	Urgentíssimo: quando ele é um dos indicadores mais importantes (independente da fase em que está) para o atingimento do objetivo principal e/ou impacta no desempenho dos demais indicadores .	Muito grande: abrange mais de 3 setores internos e clientes externos.	Muito difícil adaptação: Não tem o conhecimento do indicador e requer muitos recursos para implementar.
Objetivo	Minimizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar	Minimizar

Fonte : Elaborado pelo autor

Com os critérios definidos, foi elaborado a matriz de avaliação que está exposta na Tabela 1, utilizada como *input* do *software* do *FITtradeoff* no qual deu-se início o processo de elicitação, dando prosseguimento com a aplicação do método, neste momento, a ordenação dos critérios é realizada (ver Figura 8).

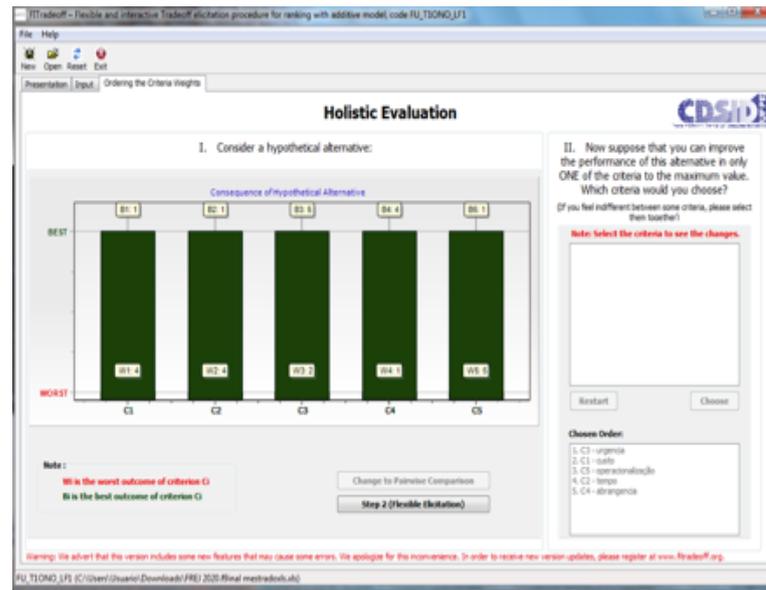
Tabela 1 – Matriz de Avaliação

Alternativas	Critérios				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	2	2	5	4	2
A ₂	1	1	5	3	2
A ₃	1	1	5	3	2
A ₄	1	2	4	2	2
A ₅	1	2	3	2	1
A ₆	1	1	3	4	1
A ₇	2	3	4	4	4
A ₈	1	2	3	5	2
A ₉	1	1	3	4	1
A ₁₀	3	3	4	4	4
A ₁₁	1	1	3	4	1
A ₁₂	4	4	2	4	5
A ₁₃	2	3	3	4	3
A ₁₄	4	4	3	5	5
A ₁₅	2	4	2	3	4
A ₁₆	3	4	2	3	4
A ₁₇	2	2	3	2	3
A ₁₈	3	3	4	4	3
A ₁₉	2	3	4	4	3
A ₂₀	2	2	3	4	3
A ₂₁	1	1	2	4	1
A ₂₂	3	4	3	4	4
A ₂₃	1	1	3	1	1

Fonte : Elaborado pelo autor

Com essa informação o *software* retornou um resultado parcial para a ordenação dos indicadores, mas a DM não se sentiu confortável em aceitá-la. Dando prosseguimento ao processo de elicitación agora questionada sobre comparação de conseqüências fictícias em busca de relações de preferência estritas como pode ser visto na Figura 9 - Resultado do primeiro questionamento ao DM (*Interface do software FITradeoff*).

Figura 8 – Resultado da ordenação dos critérios - *Interface do software FITradeoff*



Fonte : Elaborado pelo autor

Figura 9 – Resultado do primeiro questionamento ao DM - *Interface do software FITradeoff*

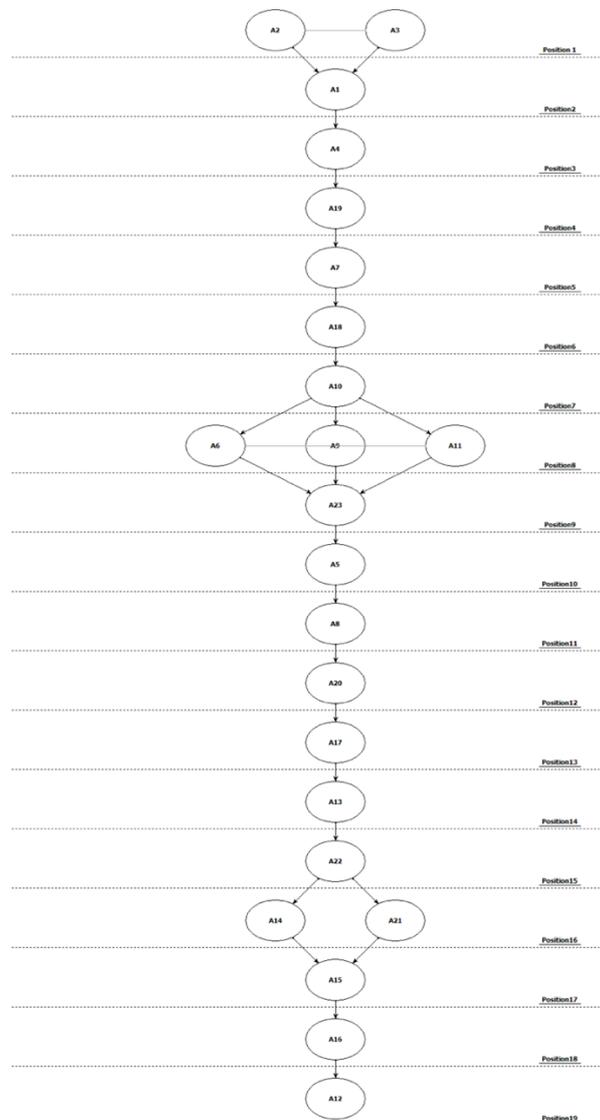


Fonte : Elaborado pelos autor

A cada ciclo de perguntas a DM pôde verificar através das ferramentas gráficas disponíveis o andamento do processo e poderia encerrá-lo a qualquer tempo que se sentisse satisfeita com os resultados parciais da elicitação. Contudo, preferiu prosseguir e foram feitas um total de 8 perguntas. Nesse sentido, é importante destacar um resultado da aplicação do *FITradeoff* que foi verificado em relação às perguntas feitas a DM e ao esforço cognitivo. De acordo com De Almeida et al. (2016) para uma quantidade de $n = 5$ critérios, seriam necessárias

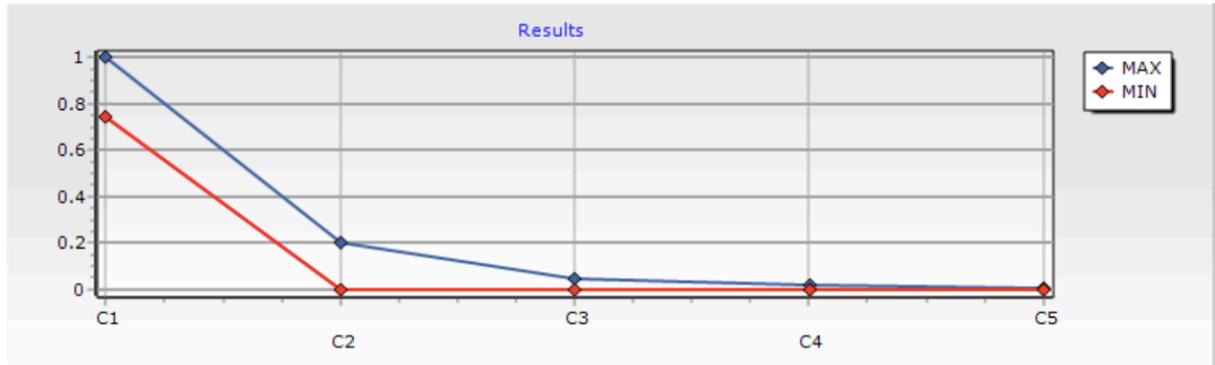
$3(n-1) = 12$ perguntas para elicitación das constantes de escala no método tradicional de *tradeoff* (KEENEY; RAIFFA, 1976). Todavia, no *FITtradeoff* foram necessárias apenas 8, constatando que o método pode reduzir o número de perguntas e, conseqüentemente o esforço cognitivo e inconsistências advindas desses questionamentos. Por conseguinte, obteve como resultado final a ordenação parcial dos indicadores mostrada no diagrama de Hasse da Figura 10 que indicou a ordem na qual os vinte e três indicadores devem ser implementadas nas suas dezenove posições encontradas, e na Figura 11, é apresentado os valores máximos e mínimos obtido por cada critério.

Figura 10 - Diagrama de Hasse - Interface do software *FITtradeoff*.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11- Análise de resultados - - Interface do software FITradeoff.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 ELABORAÇÃO DO PLANO PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS INDICADORES

Em reunião com a equipe envolvida e a DM, foi analisada a situação atual de cada indicador, realizando a coleta de dados retroativos e atuais no banco de dados do sistema de gestão da qualidade da empresa em estudo, nos seus respectivos processos produtivos, foi então elaborado um plano de implementação (ver Figura 12) para cada indicador, priorizando a implementação de acordo com a ordenação do diagrama de Hasse (ver Figura 10). Para os indicadores que não haviam ainda sido implementados, foram abertos planos de ação, com prazo e responsável, baseado no status atual do indicador na empresa.

Figura 12 – Plano de Implementação dos Indicadores lean

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DOS INDICADORES SEGUNDO A ORDENAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF E DIAGRAMA FINAL DE HASSE									
* Ordenação		INDICADOR			Status	PLANO DE AÇÃO		RESPONS.	
No.	KEAN	Unidade	Indicador	Descrição do Indicador	Fase	Envolvido	PLANO DE AÇÃO	PRAZO	
1	A2 e A3	%	Venda média /mês	(Venda média por mês de produtos a base de pó e blocos/Venda total) * 100	Verde	Comercial	Identificar os dados e realizar os cálculos deste indicador (Último trimestre)	30.06.2020	Gerente Comercial
2	A1	%	Lucro sobre receita bruta	Lucro calculado sobre a receita de vendas	Verde	Financeiro	Analisar os dados deste indicador do último trimestre	31.06.2020	Diretor Geral
3	A4	%	Perda de Gipsita na calcinação	((Kg gipsita real mensal/Gesso produzido mês) - (Kg gipsita real mensal /Valor teórico de gesso mensal)) * 100	Verde	Calcinação	Levantar este indicador do último trimestre	30.06.2020	Coord. Calcinação
4	A19	N°	Lead time de processo	(Tempo decorrido da chegada do pedido até a entrega ao cliente)	Amarelo	Bloco/ Calcinação	Identificar os dados e realizar os cálculos deste indicador (Último trimestre)	31.07.2020	Coord. Calc. e Blocos
5	A7	%	TEEP-efetividade da produção por setor	(Produção real/ Produção na capacidade máxima) * 100	Amarelo	Bloco/ Calcinação	Identificar os dados e realizar os cálculos deste indicador (Último trimestre)	31.07.2020	Coord. Calc. e Blocos
6	A18	N°	Movimentos desnecessários	Estudo de tempo movimento (cronograma)	Amarelo	Bloco/ Calcinação	Levantar dados e calcular indicador	30.08.2020	Coord. Calc. e Blocos
7	A10	%	OEE/ Eficiência geral do equipamento	(Produção real/Produção programada) * 100	Amarelo	Bloco/ Calcinação	Levantar dados e calcular indicador	30.08.2020	Gerente da Qualidade
8	A6	kWh/t ou kWh/m²	Consumo de Energia	Kilowatts hora por tonelada produzida por mês por unidade	Verde	Manutenção	OK		Coord. Manutenção Ele.
8	A11	N°	Produto Conforme /tempo	No de lotes conforme/ turno de trabalho	Verde	Mistura/ Blocos	OK		Coord. Mistura e Blocos
8	A9	T/hr	Produtividade por setor	Produção total mês / hora disponível para produção	Verde	Pó/Bloco	OK		Coord. Calc. e Blocos
9	A23	Kg/t	Consumo de Biomassa(lenha)	Kilos de biomassa/tonelada produzida de gesso	Verde	Pó	OK		Coord. Calcinação
10	A5	%	Perda de gesso no ensacamento	² Sacos estourados na ensacadeira	Verde	Mistura	OK		Coord Mist.
11	A8	%	Produto NC/ setor	(Produto NC/ setor/Produção total)*100	Amarelo	Pó/Bloco	Levantar este indicador do último trimestre	30.06.2020	Coord. Calc. e Blocos
12	A20	N°	Tempo de ciclo	Tempo necessário para a produção de um produto	Verde	Bloco	Levantar dados e calcular indicador	31.07.2020	Gerente da Qualidade
13	A17	N°	Consumo de água	m³ de água/m² bloco produzido	Verde	Bloco	Levantar este indicador do último trimestre	31.07.2020	Coord. Blocos
14	A13	%	Horas treinada por ano	(No de horas treinadas por mês/ Horas trabalhadas por mês) *100	Amarelo	Dept. Pessoal	Levantar dados e calcular indicador	31.07.2020	Gerente da Qualidade
15	A22	%	Percepção dos colaboradores na implantação dos indicadores Lean (pesquisa interna)	(N° de práticas Lean implantadas/ N° práticas Lean planejadas) * 100	Amarelo	Qualidade	Levantar dados e calcular indicador	30.08.2020	Gerente da Qualidade
16	A14	N°	Custo de Estocagem	(Custo de pedir + Custo de movimentação + Custo de manutenção)	Amarelo	Expedição	Levantar dados e calcular indicador	30.09.2020	Gerente da Qualidade
16	A21	%	Acidente de trabalho	(N° de acidente / horas trabalhadas)	Verde	Segurança	Levantar dados e calcular indicador	31.07.2020	Coord. Segurança
17	A15	N°	No de ações de responsabilidade social	Número de ações de responsabilidade social implementadas por ano	Amarelo	Qualidade	Identificar os dados e realizar os cálculos deste indicador (Último ANO)	31.07.2020	Gerente da Qualidade
18	A16	N°	Número de pessoas impactadas pelas ações sociais	(N° de pessoas impactadas pelas ações sociais anual)	Amarelo	Qualidade	Levantar dados e calcular indicador	30.08.2020	Gerente da Qualidade
19	A12	N°	Número de pessoas impactadas pelas ações sociais	(N° de pessoas impactadas pelas ações sociais anual)	Amarelo	Qualidade	Levantar dados e calcular indicador	30.08.2020	Gerente da Qualidade
Status atual de implantação dos Indicadores						Ações para esta fase:			
FASE 0 Não existe coleta de dados para este indicador.						Coleta de dados, treinamento dos envolvidos e cálculo do indicador			
FASE 1 Existe a coleta de dados, mas não tem o cálculo do indicador.						Levantar dados e calcular indicador.			
FASE 2 Existe o indicador, mas não é analisado mensalmente.						Analisar o indicador mensalmente			
FASE 3 Indicador implementado e analisado mensalmente.						OK, já está implementado.			

Fonte : Elaborado pelo autor

4.4 ANÁLISE DESCRITIVA DA SITUAÇÃO ATUAL

O setor de calcinação/britagem contempla quatorze funcionários (incluindo o coordenador), divididos em quatro turmas, trabalhando em três turnos, de domingo a domingo. A produção é dividida nos seguintes processos: britagem, calcinação, moagem, ensacamento e estocagem. Na calcinação foram verificados três indicadores críticos, fazendo parte dos 10 primeiros a serem implementados, do diagrama de Hasse: índice de produtividade, consumo específico de energia e consumo específico de biomassa (ver Tabela 2). As metas escritas na Tabela 2, foram determinadas através de dados históricos do processo de calcinação e sua capacidade teórica de produção.

Tabela 2 - Indicadores de desempenho Calcinação

Levantamento dos indicadores de desempenho fábrica 7				
Valores médio anual/Ano	2017	2018	2019	Meta
Índice de produtividade t/h	2,5	2,98	2,83	3,50
Consumo específico de energia kWh/t	17,4	16,39	17,53	12,00
Consumo específico de biomassa kg/t	130,4	122,7	123,58	115,00
Levantamento dos indicadores de desempenho fábrica 5				
Valores médio anual/Ano	2017	2018	2019	Meta
Índice de produtividade t/h	manutenção	2,81	2,39	3,50
Consumo específico de energia kWh/t	manutenção	11,31	15,61	12,00
Consumo específico de biomassa kg/t	manutenção	156,4	140,44	115,00

Fonte : Elaborado pelo autor

O setor de fabricação de blocos, possui nove colaboradores operando em dois turnos, um no horário comercial e outro no turno C (22:40 as 06:00), com uma produção máxima de blocos de espessura 70mm de 58 bateladas para turma do horário comercial e para a turma C de 55 bateladas (cada batelada tem 21 blocos); e para a produção dos blocos de espessura de 100mm, a turma do horário comercial, tem uma produção diária máxima de 48 bateladas e para a turma C de 45 bateladas (cada batelada de 15 blocos).

A produção é dividida em: i) estocagem de matéria-prima e insumos; ii) fundição dos blocos nas matrizes para blocos de espessuras 70mm e 100 mm, iii) esvaziamento da matriz através da pinça para a estante de transporte e empilhadeira (ver Foto6) e transporte para a secagem natural (ver Foto 7) e/ou secador artificial, em seguida é manuseado para o galpão de armazenamento ou embarque direto no caminhão.

No processo de produção dos Blocos, foi evidenciado três indicadores críticos (ver Tabela 3), índice de produtividade, consumo específico de energia (quando usamos o secador

artificial), e índice de produto não conforme, que fazem parte dos 10 primeiros indicadores do diagrama de Hasse.

Foto 6 – Transporte das estantes para secagem natural



Fonte : Elaborado pelo autor

Foto 7 – Área de secagem natural 2



Fonte : Elaborado pelo autor

Tabela 3 - Indicadores de desempenho Blocos

Indicadores de desempenho da fabricação de blocos				
Valores médio anual/Ano	2017	2018	2019	Meta
Índice de produtividade m ² /dia/homen	39,27	57,72	57,54	60,00
Consumo específico de energia kWh/m ²	1,48	0,25	0,35	0,30
Produção Total m ² /mês	206.317	120.026	138.683	250.000
Número de funcionários médio/mês (esta variável depende da sazonalidade e demanda e produção)	18	9	8	XXXXX

Fonte : Elaborado pelo autor

4.5 IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS E PERDAS

Realizado a cronoanálise pelo consultor contratado, com o acompanhamento do DM e os líderes de processo, foi observado uma sistemática de análise de problemas RACP, relatório de ações corretivas e preventivas (ver modelo na Figura 13), para auxiliar a abertura de ações no processo produtivo e setor de vendas, quando necessário, foi realizado entrevistas com as equipes envolvidas, para melhorar o entendimento na análise dos possíveis gargalos e perdas encontradas ao longo da cadeia produtiva e elaborado o mapa de fluxo de valor dos principais setores produtivos.

Durante o processo de cronoanálise da calcinação foi verificado os seguintes gargalos: i) o tamanho da lenha recebida (a lenha recebida está fora do padrão, muito longa (acima de 1 metro), dificultando o abastecimento na fornalha, foi necessário um operador para serrar a mesma no tamanho médio de 1 metro); ii) verificado que na troca dos turnos o ciclo de queima aumenta em torno de 25% , devido a demora dos operadores em passar as informações deixando de lado o processo operacional; iii) evidenciado falta de minério britado aos domingos e feriados; iv) evidenciado a falta de silo disponível no final de semana, tanto no processo de mistura como para a ensacadeira 3BB; v) verificado que a umidade da lenha varia muito , na época de chuva, fica acima de 86% e na estiagem fica em torno de 40%; vi) evidenciado desperdício de gipsita em torno de 13 % ao longo do processo de calcinação.

Durante a cronoanálise do processo de produção de blocos foi verificado os seguintes gargalos e perdas: i) Evidenciado que durante o clima chuvoso no inverno, a secagem dos blocos que ocorre ao ar livre (secagem natural) tem seu tempo de secagem triplicado neste período, já se for utilizado o secador artificial, ocorre uma redução no tempo secagem, entretanto o custo de produção triplica, devido ao alto consumo de energia; ii) Foi evidenciado que a área de secagem natural é dividida nas respectivas áreas: terceiro trilho (comporta atualmente 960m² de blocos) espaço a direita do secador artificial; pátio da secagem (comporta atualmente 5069m² de blocos) espaço entre a fábrica de blocos e o galpão de estocagem de blocos; e a área de secagem no galpão da antiga fábrica de giz escolar (comporta atualmente 2297m² de blocos); ou seja, a capacidade total de acondicionamento para secagem natural, fica em torno de: $960m^2 + 5069m^2 + 2297m^2 = 8326m^2$ de blocos.

Considerando uma produção máxima diária de 777 m² de bloco, tal capacidade de acondicionamento para secagem, suportaria 10,71 dias de produção da matriz de espessura de 70mm; considerando uma média de 24 dias de produção por mês, uma produção mensal em torno de 18.000 m²; no período de estiagem o bloco de 70mm possui um ciclo de 10 dias, a

área foi suficiente para secagem; entretanto para os blocos de espessura 100 mm, mesmo no período estiagem, o ciclo varia de 15 a 20 dias, a produção ficou limitada pela área de secagem disponível iii) Evidenciado problemas de treinamento de funcionários, devido a alta rotatividade do pessoal; nos períodos chuvosos a turma ficou reduzida ao mínimo, apenas a turma do comercial, e durante os 4 a 5 meses de estiagem a produção funcionou com a capacidade máxima (três turnos) e como a movimentação do produto é bastante manual no processo de secagem natural, ter a equipe capacitada interfere diretamente no resultado do indicador de desempenho de produto não conforme (produto de 2º qualidade e produto quebrado).

Figura 13 – RACP

RELATÓRIO DE AÇÕES CORRETIVA/PREVENTIVA/MELHORIA
RACP - N.º ___

1-DESCRIÇÃO DA NC/ NC POTENCIAL/OPORTUNIDADEDE MELHORIA		
		Data de abertura:
Local onde ocorreu:		
Equipe responsável		
2-OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES (FOTOS/GRÁFICOS/ TABELAS/RELATÓRIOS)		
3-INVESTIGAÇÃO DA CAUSA		
Matéria prima	Medida	Máquina
↘	↘	↘
Mão-de-obra	Meio Ambiente	Método
CAUSAS POTENCIAS :		

4- PLANO DE AÇÃO					
O QUE	COMO	QUEM	PORQUE	ONDE	QUANDO

5/6 ACOMPANHAMENTO E VERIFICAÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO			
O que prova que a ação permanente foi implementada (REGISTROS / ATAS / FOTOS / TABELAS/ GRÁFICOS)?			
7- PADRONIZAÇÃO			
(DOCUMENTAÇÃO / REGISTROS DA QUALIDADE) QUE DEVERÃO SER REVISADOS A PARTIR DESTE RACP)			
8-ANÁLISE CRÍTICA DAS AÇÕES EXECUTADA			
O que prova que a ação permanente foi eficaz ?			
PLANEJAMENTO DE REUNIÕES			
Data	Hora	Lugar	Participantes

Fonte : Elaborado pelo autor

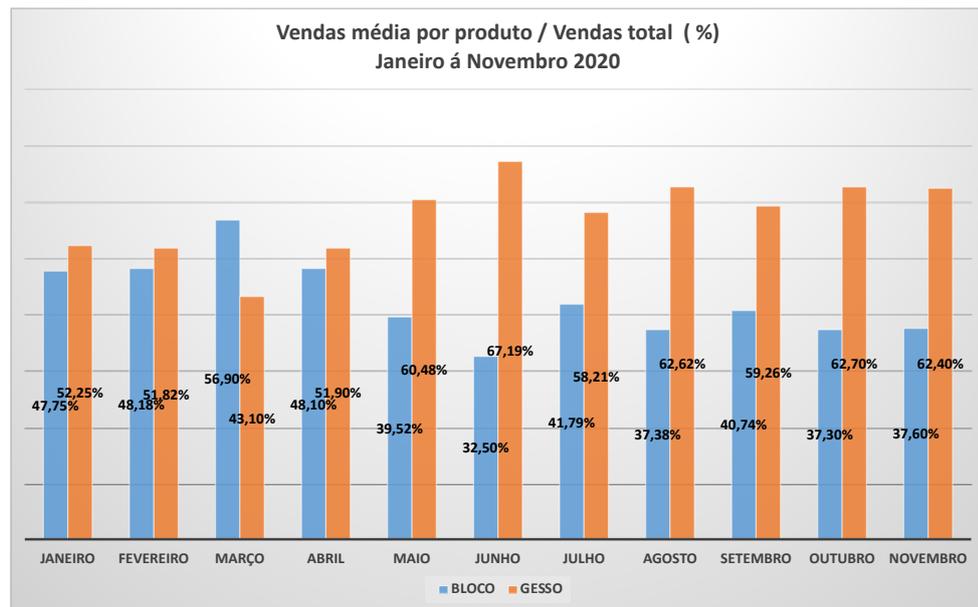
4.6 IMPLEMENTAÇÃO DOS INDICADORES *LEAN*

Os indicadores implementados seguem a ordenação e prazo definidos no diagrama de Hasse na Figura 10 e plano de implementação na Figura 12 do item 4.2 e 4.3 respectivamente.

4.6.1 Vendas média por mês de produtos

Na posição 1, temos dois indicadores : (vendas média por mês de produtos a base de pó e vendas média por mês de blocos por vendas total) * 100, o status de implantação está na fase 1, onde as os dados são coletados, mais não existe o indicador. O indicador foi calculado de janeiro a novembro de 2020, e plotado no Gráfico 1.

Gráfico 1- Vendas média por produto/Vendas total (%)

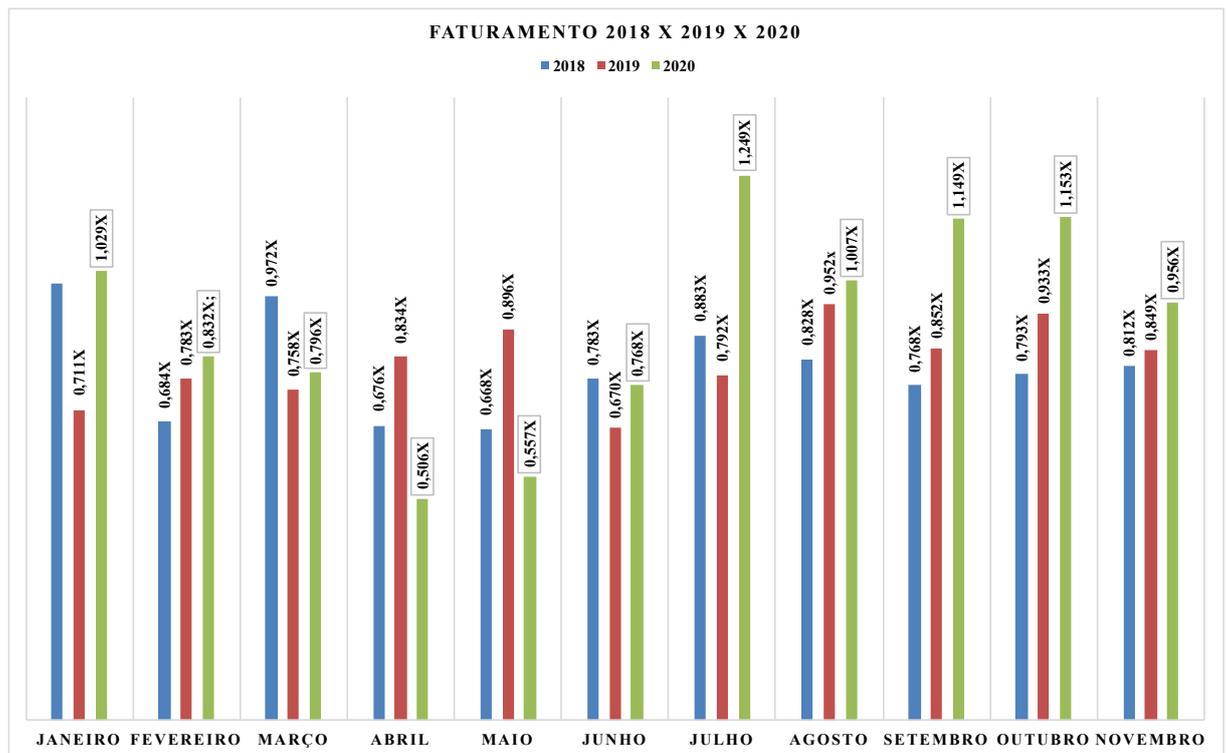


Fonte : Elaborado pelos autores

Foi verificado no Gráfico 1 que, em janeiro e fevereiro um equilíbrio nas vendas dos produtos a base de gesso e blocos, entretanto a partir de abril as vendas de gesso superam as de bloco, devido ao fechamento da construção civil por causa da pandemia do corona vírus, de março até junho muitas obras foram suspensas retornando lentamente a partir de julho; como os produtos a base de gesso em pó tem uma maior diversidade de mercado, como, odontológico, agrícola e cerâmico, as vendas de gesso aumentaram, se comparadas a de blocos, e se mantiveram até novembro, com pouca alteração.

Se for comparado com o Gráfico 2 (indicador que é acompanhado mensalmente pela diretoria e gerência comercial) de faturamento total por mês (considerando-se o valor X como meta de faturamento), é verificado que a partir de junho a meta foi atingida (em novembro ficou muito próximo), devido a retomada do mercado da construção civil, pós pandemia do corona vírus, como algumas empresas fechadas e outras retornando com capacidade reduzida, a partir de junho, a empresa gesseira em estudo obteve uma vantagem competitiva no mercado, por estar preparada, com produção em funcionamento e estoque para atender o mercado; durante a pandemia a empresa ficou com a maioria de suas unidades funcionando, apenas no mês de maio, houve parada de unidade de produção, setor administrativo e comercial.

Gráfico 2- Faturamento total por mês – 2018 x 2019 x 2020

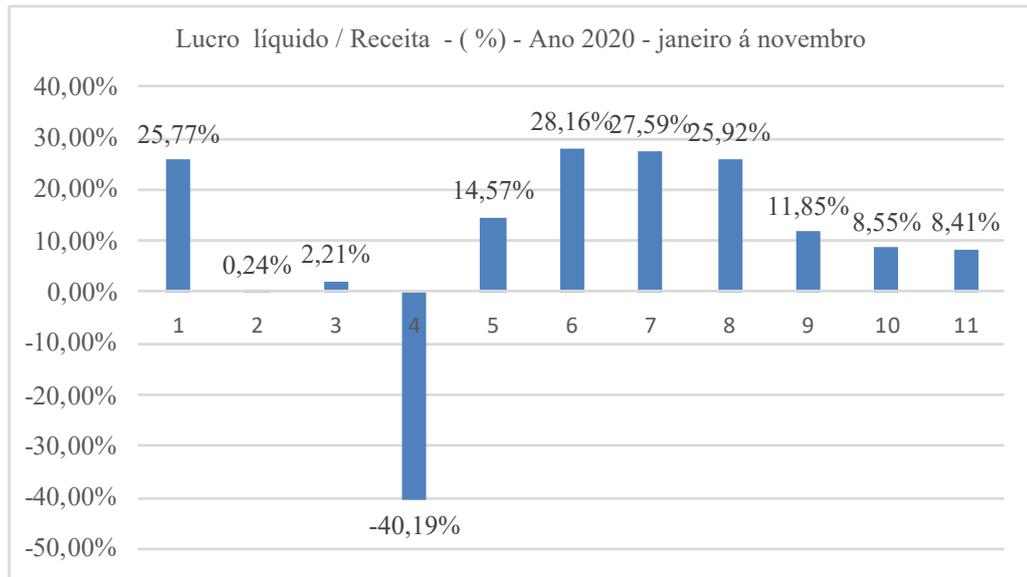


Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.2 Lucro sobre receita

Este indicador está na posição 2 de implementação, e status na fase 2. Este indicador está implementado, mas só é analisado pela diretoria mensalmente. Foi implementado nas reuniões mensais de gerência a partir de junho 2020. Segundo a base de dados da empresa, em 2018 e 2019, o mercado da construção civil passou por uma séria recessão econômica e a empresa teve prejuízo. O Gráfico 17, apresenta o resultado de 2020; onde foi evidenciado um ano atípico, devido a pandemia do coronavírus, onde o ano inicia com lucro em janeiro devido ao aquecimento nas vendas do mercado da construção civil com uma pequena recuperação no final de 2019, entretanto com o início da pandemia em março, houve uma queda no faturamento, e um grande prejuízo em abril. Evidenciado que a partir de maio de 2020, com a liberação de funcionamento de alguns clientes, tanto para construção civil como outros mercados, durante a pandemia, a empresa em estudo, conseguiu com seu estoque, atender de imediato seus clientes e conquistar novos, foi evidenciado uma melhora neste indicador. Aliado ao aumento do faturamento houve também ações em andamento do programa *lean*, focando em uma equipe competente, coesa, comprometida e enxuta; bons resultados puderam ser observados a partir de junho. E a meta de 8% para lucro foi alcançada e ultrapassada, no 2º semestre de 2020.

Gráfico 3 - Lucro Líquido/receita (%)



Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.3 Perda de Gipsita na calcinação

Este indicador está na posição 3, calculado pela fórmula: $((\text{valor de gipsita real mensal} / \text{gesso produzido mês}) - (\text{Kg gipsita real mensal} / \text{Valor teórico de gesso mensal}) * 100)$; seu status está na fase 2, onde o indicador é calculado, mas não é analisado mensalmente.

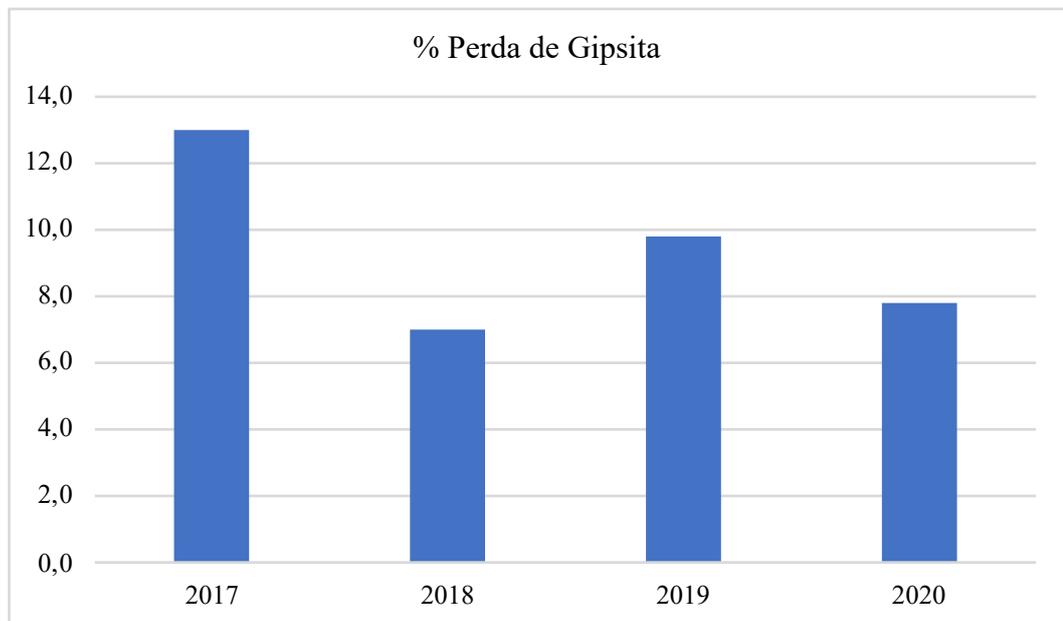
A Tabela 4 informa os valores retroativos desde 2017 para : gipsita real , gesso real , gesso teórico, e o indicador (perda de gipsita no processo de calcinação). Foi verificado no Gráfico 4 que a meta de 5%, não foi atingida desde 2017, mas em 2018 e em 2020 teve os melhores resultados.

Tabela 4- Indicador de perda de gipsita (%)

Ano	Gipsita real(T)	Gesso real (T)	Gesso teórico (T)	Perda real (T)	Perda teórica (T)	Perda real - Perda teórica (T)	Perda de Gipsita (%)
2017	42.344,40	31.866,60	35.992,74	10.477,80	6.351,66	4.126,14	12,95
2018	31.585,24	25.091,63	25.505,08	6.493,61	4.737,78	1.755,83	7,00
2019	33.692,32	26.078,41	27.206,55	7.613,91	5.053,85	2.560,06	9,82
2020	36.354,71	28.648,98	30.901,50	7.705,73	5.453,20	2.252,52	7,80
obs 1: 2020 (janeiro á novembro)							
obs 2 : Perda Real = Gipsita real-Gesso real							
obs 2: Gesso teórico = Gipsita real-15%(desidratação)							
obs 3: Indicador = perda de gipsita) (%) = perda real - perda teórica							
Meta do indicador = máximo 5%							

Fonte : Elaborado pelo autor

Gráfico 4 – Perda de Gipsita % - Análise 2017 X 2018 X 2019 X 2020



Fonte : Elaborado pelo autor

Evidenciado que até junho, a perda média semestral de gipsita estava em torno de 13% , muito acima da meta de 5%; durante a cronoanálise no processo de calcinação em início de julho, alguns pontos de vazamento de gesso foram identificados ao longo do processo: nas roscas de esvaziamento das estações 2 e 4, devido a falta de um sensor de nível nas estações; e em algumas tubulações de transporte pneumático.

Foi evidenciado ações abertas para eliminar estes vazamentos; algumas ações iniciaram em julho, quando foi trocada a rosca de esvaziamento da estação 4, e algumas válvulas do transporte pneumático, em setembro foi realizado a troca da rosca de esvaziamento da estação 2 e instalado um sensor de nível nas duas estações; com as ações tomadas até setembro a

perda média do 2º semestre (julho a novembro) já reduziu de 13% para 4,9%, atingindo a meta de 5 % . A média anual de janeiro até novembro de 2020, ainda ficou acima da meta , com 7,8%, evidenciado melhora com as ações tomadas.

4.6.4 Lead time de processo

Este indicador está na posição 4 de implementação, e status na fase 1; os dados são coletados mas não tem o indicador. O lead time é o tempo decorrido da chegada do pedido até a entrega ao cliente.

Para o setor de fabricação de blocos, o lead time médio é : bloco de 70mm, é de 10 – 12 dias, no tempo de estiagem e 20-30 dias no tempo chuvoso; para o bloco 100mm, no tempo de estiagem é de 15-18 dias, e no tempo chuvoso pode chegar até 45 dias. Evidenciado que houve um atraso de 10% na entrega de blocos de 100mm no 1º semestre por causa das chuvas. Devido a dependência da produção ao clima local para uma boa secagem, este indicador pode variar muito. Por esta razão a empresa tem procurado aumentar ao máximo sua capacidade de secagem natural, e conseqüentemente aumentar seus estoques durante a estiagem, já que na cronoanálise este foi um gargalo evidenciado como a maior causa de atraso de entrega. Evidenciado ações RACP's em andamento, com as ações executadas de maio a julho, foi aumentado três novas áreas de secagem natural, aumentando em 50% sua capacidade de secagem, a primeira ao lado do pátio principal de secagem, a segunda ao lado do galpão de estocagem de produto acabado e a terceira foi aumentado a área de secagem do terceiro trilho.

Para o setor de calcinação; o lead time dos produtos de gesso não aditivados é de 2 a 7 dias de produção, e para os produtos aditivados de 7 a 15 dias devido ao prazo solicitado pelos fornecedores para entrega de alguns insumos que localizam-se no sudeste e precisam de um prazo mínimo de 10 dias de transporte até a empresa em estudo.

Nos último anos, de 2018 e 2020, a empresa vem produzindo com capacidade reduzida, devido a baixa demanda; trabalhando apenas sob pedido, produção puxada, portanto o lead time tem sido cumprido, mesmo estando com o indicador não implementado; após análise, foi verificado que meta deste indicador estava sendo cumprida.

4.6.5 TEEP - Efetividade total da produção

Este indicador está na posição 5 de implementação e status na fase 0, não existe a coleta de dados para este indicador. Este indicador mede a efetividade global de um processo, equipamento ou linha de produção, em relação à sua capacidade máxima, é calculado pela fórmula : $(\text{Produção real}/\text{Produção na capacidade máxima}) * 100$, neste estudo será realizado nos 2 processos principais (calcinação e fabricação de blocos); e na próxima etapa será realizado nos demais processos e equipamentos.

No processo de fabricação de blocos, os dados coletados para o cálculo da capacidade máxima no tempo, considerando 24 horas do dia, durante o mês, para os 2 tipos de bloco a serem produzidos, ver a Tabela 5.

Tabela 5– Produção Máxima de Blocos

	Tempo total	Mês	Produção(média) Blocos m ² /dia	
	minutos	dias	bloco 70mm	bloco 100 mm
TA/TB/TC/TD	1440	30	1260	800
Cap. máx/ mês			37.800	24.000

Fonte : Elaborado pelo autor

Considerando um *mix* programado de produção para 1º semestre de 2020, foi calculado a capacidade de produção máxima, ver a Tabela 6 .

Tabela 6- *Mix* de Produção de Blocos

ANO 2020						
Produto % MIX	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
BLOCO 70	0	9	52	67	64	82
BLOCO 100	100	91	48	33	36	18
Produção máx (m ²)						
BLOCO 70	0	3547	19654	25168	24282	31091
BLOCO 100	24000	21748	11521	8020	8583	4260

Fonte : Elaborado pelo autor

Na Tabela 7, estão os dados da produção real de produtos conforme, realizada no 1º semestre de 2020, a partir das informações das tabelas 5 , 6, e 7, foi calculado o TEEP do 1º semestre de 2020, ver resultado na Tabela 8, dividindo a produção real pela produção máxima disponível no mês, considerando o *mix* de produção.

Tabela 7- Produção de Blocos Realizada – 1º Semestre 2020

Produção real - Produtos Conforme Produzidos (1o semestre 2020)						
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
BLOCO 70	0	728	6986	7651	4221	7252
BLOCO 100	7985	7030	6450	3840	2350	1565

Fonte : Elaborado pelo autor

Tabela 8 – TEEP % - Blocos - 1º Semestre de 2020

Cálculo do TEEP % - 2020						
TEEP (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
BLOCO 70	0	21	36	30	17	23
BLOCO 100	33	32	56	48	27	37

Fonte : Elaborado pelo autor

Com os valores encontrados para o TEEP na Tabela 8 , foi verificado que o valor médio do 1º semestre está em torno de 25 % para o bloco de espessura 70mm e 39 % para o bloco de espessura 100mm, devido ao período de chuvas, que se estenderam até junho, não foi possível aumentar a capacidade produtiva no 1º semestre de 2020.

Durante a cronoanálise no processo, realizada em maio foi verificado poucas áreas para secagem natural e um período chuvoso prolongado, estes foram os grandes gargalos do setor.

Com as ações tomadas de aumentar a área de secagem natural, foi evidenciado no 2º semestre (julho a novembro) um aumento de quase 100% no TEEP, ver na Tabela 9 o valor médio do TEEP para bloco de 70mm no 2º semestre foi para 59%, e para o bloco de 100mm, a média semestral foi para 87%, evidenciando uma grande melhora com as ações tomadas.

Tabela 9 - TEEP % Blocos- Janeiro a Novembro – 2020

Mix de produção (%) - ANO 2020											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BLOCO 70	0	9	52	67	64	82	75	78	87	69	80
BLOCO 100	100	91	48	33	36	18	25	22	13	31	20

Produção real (m ²) - Produtos Conforme Produzidos (Ano - 2020)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BLOCO 70	0	728	6986	7651	4221	7252	11928	#####	20895	20909	18305
BLOCO 100	7985	7030	6450	3840	2350	1565	3935	4195	3095	9430	4710

Produção máx (m ²)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BLOCO 70	0	3547	19654	25168	24282	31091	28423	29358	32886	26082	30240
BLOCO 100	24000	21748	11521	8020	8583	4260	5953	5360	3120	7440	4800

Cálculo do TEEP % - ANO 2020 (Janeiro á Novembro)											
TEEP (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BLOCO 70	0	21	36	30	17	23	42	50	64	80	61
BLOCO 100	33	32	56	48	27	37	66	44	99	127	98

Fonte : Elaborado pelo autor

No processo de calcinação, foi coletado dados do processo produtivo para o cálculo da capacidade máxima de produção, considerando 24 horas do dia, 30 dias por mês; para os 2 tipos de gesso a serem produzidos, gesso rápido e gesso lento, considerando 4 turmas trabalhando, 3 turnos diário, com duas fábricas funcionando, fábrica 05 e fábrica 07 (ver a Tabela 10).

Tabela 10 – Produção Máxima de Gesso (Fábrica 5 e Fábrica 7)

Produção máxima (T) - 30 dias - 1440 min/dia - 4 turmas- Fábrica 5 + Fábrica 7				
Tipo de Gesso	Tempo 1 carga	Quant. cargas/dia	Capac. máx.(T)/dia	Capac. máx.(T)/mês
Ciclo Rápido	35'	82	192	5760
Ciclo Lento	45'	64	246	7380
Dado do processo: carga - peso 3 T de gesso				

Fonte : Elaborado pelo autor

Considerando um *mix* programado de produção (ver Tabela 11), para o 1º semestre de 2020, foi calculado a capacidade de produção máxima para cada tipo de gesso, ver a Tabela 12.

Tabela 11 – Mix de produção de gesso

Mix de produção de gesso (%) - 1º semestre - 2020						
Tipo de produto	Jan	fev	mar	abr	mai	jun
Gesso Rápido	68	60	63	69	75	61
Gesso lento	32	40	37	31	25	39

Fonte : Elaborado pelo autor

Tabela -12 - Produção máxima de gesso (t) – Fab. 5 + Fab. 7 - Jan. a Jun. 2020

Produção máx (m2)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Gesso Rapido/Bpiso	5015,03	4463,91	4645,76	5103,55	5499,17	4481,48
Gesso lento/Ceram	1845,74	2277,28	2134,04	1776,74	1467,96	2262,26

Fonte : Elaborado pelo autor

Com os valores de produção de gesso no 1º semestre de 2020 (ver Tabela 13), foi calculado o TEEP do processo de calcinação (ver na Tabela 14).

Tabela 13 – Produção realizada de gesso Fab.5+ Fab. 7– Jan. a Jun. 2020

TIPO DE PRODUTO	Jan	fev	mar	abr	mai	jun
Gesso Rapido/Bpiso	1198,17	1174,65	1250,10	979,73	909,42	1238,08
Gesso lento/Ceram	565,00	635,79	735,74	437,01	311,04	800,76

Fonte : Elaborado pelo autor

Tabela 14 - TEEP (%) Gesso - 1º semestre 2020

TEEP (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Gesso Rápido/Bpiso	24	26	27	19	20	28
Gesso lento/Ceram	31	28	34	25	35	35

Fonte : Elaborado pelo autor

O valor médio semestral para o TEEP do 1º semestre de 2020 (Fábrica 5 + Fábrica 7) : para gesso de ciclo rápido ficou em torno de 24 % e para gesso de ciclo lento em torno de 31,33%, ou seja, foi evidenciado uma perda de produção para o gesso de ciclo rápido de 76% em relação a capacidade máxima, e 68,66% para gesso de ciclo lento; com as ações tomadas a partir de junho, eliminando os movimentos desnecessários e as ações tomadas para eliminar os gargalos citados no item 4.5, foi evidenciado que no 2º semestre de 2020 (julho á

novembro), o TEEP médio para o gesso de ciclo rápido foi de 47% e para gesso de ciclo lento foi de 62%, ou seja, houve uma melhora em torno de 100% no TEEP de um semestre para o outro, ver Tabela 15.

Tabela 15 - TEEP (%) Gesso - Ano 2020 (janeiro a novembro)

Produção real (T)- Ano 2020 (Janeiro a Novembro)											
TIPO DE PRODUTO	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Gesso Rápido/Bpiso	1198,17	1174,65	1250,10	979,73	909,42	1238,08	1605,00	2079,44	2583,03	2824,47	2239,60
Gesso lento/Ceram	565,00	635,79	735,74	437,01	311,04	800,76	1118,00	1096,67	1714,50	1368,36	1623,96
Total	1763,17	1810,44	1985,84	1416,74	1220,46	2038,84	2723,00	3176,11	4297,53	4192,83	3863,56
Mix de produção de gesso (%) - Ano 2020 - janeiro a novembro											
Tipo de produto	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Gesso Rápido	68	60	63	69	75	61	59	65	60	67	58
Gesso lento	32	40	37	31	25	39	41	35	40	33	53
Produção máx (T)											
Produção máx (m2)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	set	out	nov
Gesso Rápido/Bpiso	5015,03	4463,91	4645,76	5103,55	5499,17	4481,48	4349,94	4831,78	4435,75	4971,48	4277,98
Gesso lento/Ceram	1845,74	2277,28	2134,04	1776,74	1467,96	2262,26	2364,92	1988,85	2304,00	1900,80	3052,80
Cálculo do TEEP % - 2020 (janeiro a novembro)											
TEEP (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Gesso Rápido/Bpiso	24	26	27	19	20	28	37	43	58	57	52
Gesso lento/Ceram	31	28	34	25	35	35	47	55	74	72	53

Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.6 Movimentos desnecessários

Este indicador está na posição 6 de implementação e status na fase 0, não existe coleta de dados recentes para este indicador. Durante o processo de cronoanálise em junho, foi evidenciado alguns movimentos desnecessários, ao longo do fluxo dos processos produtivos (calcinação e fabricação de blocos), como:

- No processo produção de Blocos:

- 1- Movimento de coleta de insumos diário no almoxarifado principal, pelo auxiliar de operação.
- 2- Movimento de trazer do galpão de esvaziamento para a produção o carro para transporte ds blocos semi acabado, movimento sendo realizado pelo operador.
- 3- Movimento de transporte de bloco seco para as área de estocagem distantes.

Foram tomadas ações em julho, para que o item 1, fosse realizado pelo coordenador ou auxiliar do coordenador, uma vez por semana, e em setembro foram minimizadas as distâncias dos itens 2 e 3. Os itens acima foram resolvidos.

- No processo de calcinação :

- 1- Movimento de limpeza das fornalhas durante o horário produtivo, realizado pelo operador e auxiliar de produção. Este movimento poderia ser realizado durante a parada do horário de pico (17:30 á 20:30, neste horário a energia é mais cara)
- 2- O operador e auxiliar se ausentam do setor durante 15 a 20 minutos na troca de turno para trocar de roupa.
- 3- Movimento de serrar a lenha com o comprimento de 1 metro, para colocar na fornalha. Foi solicitado ao fornecedor já entregar a lenha no comprimento correto.

Em reunião com a equipe do setor e o DM, foram tomadas ações em julho e agosto, para que os 3 itens fossem minimizados, o item 1 passou a se realizar no horário de pico (17:30) já que a empresa para de transportar neste horário, devido ao pico de energia; o item 2 deixou de ocorrer, a troca de roupa ficou para depois do horário de largada dos colaboradores e o item 3, foi acertado com o fornecedor a nova metragem da lenha. Foi realizado uma análise em final de novembro nos itens de movimentos desnecessários na calcinação e verificado que o item 3 foi minimizado, pois depende do fornecedor, e o item 1 e 2 não existe mais. Uma nova cronoanálise dos setores está programada pela diretoria para o 1º bimestre de 2021.

4.6.7 OEE - Eficiência geral do equipamento ou processo

Este indicador está na posição 7 de implementação e status na fase 0 e não existe coleta de dados recente para este indicador, mede a efetividade de uma linha de produção ou equipamento durante o tempo programado para produzir; o cálculo foi realizado pela fórmula: produção realizada/ produção programada; neste estudo foi medido o OEE das linhas de produção de blocos e calcinação.. Foi priorizado o OEE destas linhas de produção, por terem sido definidas como as linhas prioritárias neste estudo, e devido também ao tempo curto e alto custo para implementar nas demais linhas de produção e nos equipamentos ao mesmo tempo; o OEE dos equipamentos serão implementados na próxima etapa.

Foi calculado o OEE da linha de produção dos blocos considerando os dias programados (ver Tabela 16) e a capacidade programada de acordo com o número de turmas por mês e produção realizada no 1º semestre na Tabela 17.

Tabela 16- Produção programada de blocos m²

Capacidade programada/mês (para 2 turmas)				
	Tempo total /dia	Mês	Produção (média) Blocos m ² /dia	
Dados do processo:	(min.)	Quant.(dias)	Bloco 70mm	Bloco 100 mm
2 Turnos (comercial + Turno C)	920	25	805	460
Quantidade blocos (m ²)			20.125	11.500
Capacidade programada/mês (para 3 turmas)				
3 turnos :TA, TB, TC	1.440	25	1260	654
Cap. Prog./ mês			31500	18000

Mix de produção (%) - 1º semestre 2020						
Tipo de Produto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
BLOCO 70	0	9	52	67	64	82
BLOCO 100	100	91	48	33	36	18

Fonte : Elaborado pelo autor

Tabela 17 –Produção realizada de blocos (m²) -1º semestre 2020

Produção programada (m ²) - 1º semestre 2020						
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Turma (und)	2	2	3	3	2	2
BLOCO 70	0	1889	16378	20974	20235	16553
BLOCO 100	11500	10421	8641	6015	4113	2041

Produção real (m ²) - 1º semestre 2020						
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
BLOCO 70	0	728	6986	7651	4221	7252
BLOCO 100	7985	7030	6450	3840	2350	1565

Fonte : Elaborado pelo autor

De acordo com o OEE do 1º semestre, o processo de produção de blocos, possui uma capacidade média programada para o 1º semestre de 69% para blocos de 70mm e de 39% para blocos de 100mm, ver Tabela 18.

Tabela18 - OEE (%) - 1º semestre 2020

Cálculo do OEE (%) - 1º semestre 2020						
OEE (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
BLOCO 70	0	39	43	36	33	44
BLOCO 100	76	67	75	64	57	77

Fonte : Elaborado pelo autor

Analisando o tempo de parada do processo produtivo das 2 matrizes (bloco de 70mm e bloco de 100mm), foi evidenciado que a informação não está coerente com o resultado do OEE, na Tabela 19 observa-se uma perda na disponibilidade de produção programada de 14%, inferior ao resultado do OEE % para o 1º semestre.

Tabela 19- Disponibilidade da produção de blocos – 1º semestre 2020

Disponibilidade %	1º semestre
Tempo (minutos)	Ano 2020
Tempo disponível	164.000
Tempo de parada	23.627
Tempo de produção	140.373
% Disponibilidade	86

Fonte : Elaborado pelo autor

Atribuimos a diferença a um erro na contabilização das paradas não programadas, como feriados, paradas para cobrir o estoque durante as chuvas, falta de espaço na secagem natural, etc... .

Foi evidenciado ações tomadas em junho após a cronoanálise, como o aumento da área de secagem natural, e em julho foi realizado treinamento do coordenador e supervisor para melhor analisar as horas paradas e realizar uma melhor programação do processo produtivo; e o treinamento da equipe de operação para melhor manusear e transportar os blocos, visando reduzir blocos quebrados e danificados.

Com as ações acima tomadas e um aumento de produção á partir de agosto, foi verificado uma melhora de 100% no OEE para o 2º semestre, a média do OEE para o bloco de 70mm foi de 84% e a de bloco de 100 mm para 146% (ver Tabela 20). Este valor acima de 100 % foi devido a uma produção extra realizada de blocos de 100mm, devido á treinamento de novos colaboradores realizado na matriz de 100mm, já que a demanda maior no 2º semestre foi para blocos de 70mm, a matriz de 100mm ficou parada alguns dias, sendo usada assim para treinamento de novatos.

Tabela 20 - OEE(%) – Blocos- Ano 2020 (janeiro a novembro)

Mix de produção (%) - ANO 2020											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BLOCO 70	0	9	52	67	64	82	75	78	87	69	80
BLOCO 100	100	91	48	33	36	18	25	22	13	31	20
Produção real (m ²) - Produtos Conforme Produzidos (Ano - 2020 até novembro)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
BLOCO 70	0	728	6986	7651	4221	7252	11928	14588	20895	20909	18305
BLOCO 100	7985	7030	6450	3840	2350	1565	3935	4195	3095	9430	4710
Produção programada (m ²) - Ano 2020 (Janeiro a Novembro)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	set	out	nov
Turma (und)	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3
BLOCO 70	0	1889	16378	20974	12928	16553	15133	15630	27436,1	21709	25053,6
BLOCO 100	10450	10421	8641	6015	4113	2041	2853	2568	2322,2	5594,8	3683,68
Cálculo do OEE (%) - Ano 2020 (Janeiro a Novembro)											
OEE (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	set	out	nov
BLOCO 70	0	39	43	36	33	44	79	93	76	96	73
BLOCO 100	76	67	75	64	57	77	138	163	133	169	128

Fonte : Elaborado pelo autor

Para o processo de calcinação, a Tabela 21 apresenta a produção programada do 1º semestre de 2020 e o *mix* de produção, levando em consideração os dias trabalhados, as unidades que estavam em operação e na Tabela 13 do item 4.6.5 o resultado de produção realizada no 1º semestre de 2020 .

Tabela 21 - Produção Programada e Mix de Produção- Gesso - 1º semestre de 2020

Produção programada para produzir -1º semestre 2020						
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Turnos programados	TA/TB/TC/TF	TA/TB/TC/TF	TA/TB/TC/TF	TA/TB/TC/T	TA/TB/TC/TF	TA/TB/TC/TF
Dias programados / Produção Programada (toneladas) - Turmas A, B , C, F(3 turnos/dia/7 dias por semana)						
Dia- Gesso rápido Fab 5	6	15	18	13	7	18
Dia- Gesso Lento Fab 5	2	12	4	9	4	10
Gesso rápido fab 5 (t)	666	1665	1998	1443	777	1998
Gesso lento fab 5 (t)	180	1080	360	810	360	900
Dia- Gesso rápido Fab7	10	0	3	0	5	0
Dia -Gesso Lento Fab 7	7	0	7	0	0	0
Gesso rápido fab 7 (t)	1110	0	333	0	555	0
Gesso lento fab 7 (t)	630	0	630	0	0	0
Gesso Produzido - Programado (fab 5 + Fab 7) - 1º semestre 2020						
Total (Gesso Rápido) (t)	1776	1665	2331	1443	1332	1998
Total (Gesso Lento) (t)	810	1080	990	810	360	900
<i>Mix de produção de gesso (%) - 1º semestre Ano 2020</i>						
Tipo de produto	Jan	fev	mar	abr	mai	jun
Gesso Rápido	68	60	63	69	75	61
Gesso lento	32	40	37	31	25	39

Fonte : Elaborado pelo autor

O OEE foi calculado para 1º semestre de 2020 (ver Tabela 22), e ficou em média para o gesso de ciclo rápido 66% e para o gesso de ciclo lento 72%.

Tabela 22 – OEE(%) - Processo Calcinação – 1º semestre 2020

Cálculo do OEE % 2020	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Gesso Rápido	63,95	70,55	53,06	67,90	70,65	61,97
Gesso lento	66,37	58,87	80,90	53,95	79,17	88,97

Fonte : Elaborado pelo autor

Para o 2º semestre de 2020, foi evidenciado uma melhora (ver Tabela 23), para o gesso de ciclo rápido, o gesso produzido ficou em torno de 16% abaixo do programado e para o gesso de ciclo lento 14% abaixo do programado, como a quantidade de gesso de ciclo rápido é maior que o lento, foi evidenciado que nos finais de semana a fábrica atinge o programado, mas durante a semana devido a parada no horário de pico (17:30 as 20:30) na moagem e transporte pneumático do gesso, para diminuir o consumo de energia, faz com que o volume produzido

não atinja o programado junto com outras paradas verificadas durante a cronoanálise, que ocorrem eventualmente.

Tabela 23- OEE (%)- Processo Calcinação – Ano de 2020- (janeiro a novembro)

Produção real (T)- Ano 2020 (Janeiro a Novembro)											
TIPO DE PRODUTO	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Gesso Rápido/Bpiso	1198,17	1174,65	1250,10	979,73	909,42	1238,08	1605,00	2079,44	2583,03	2824,47	2239,60
Gesso lento/Ceram	565,00	635,79	735,74	437,01	311,04	800,76	1118,00	1096,67	1714,50	1368,36	1623,96
Total	1763,17	1810,44	1985,84	1416,74	1220,46	2038,84	2723,00	3176,11	4297,53	4192,83	3863,56
Mix de produção de gesso (%) - Ano 2020 - janeiro a novembro											
Tipo de produto	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Gesso Rápido	68	60	63	69	75	61	59	65	60	67	58
Gesso lento	32	40	37	31	25	39	41	35	40	33	53
Dias programados / Produção Programada (toneladas) - Turmas A, B , C, F (3 turnos/dia/7 dias por semana)- Ano 2020 - Janeiro a Novembro											
Mês	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Dia- Gesso ciclo rápido Fab. 5	6	15	18	13	7	18	17	9	10	19	13
Dia- Gesso ciclo lento Fab 5	2	12	4	9	4	10	14	11	11	12	17
Gesso ciclo rápido Fab. 5 (T)	666	1665	1998	1443	777	1998	1887	999	1110	2109	1443
Gesso ciclo lento Fab 5 (T)	180	1080	360	810	360	900	1260	990	990	1080	1530
Dia- Gesso ciclo rápido Fab.7	10	0	3	0	5	0	0	14	19	9	11
Dia- Gesso ciclo lento Fab.7	7	0	7	0	0	0	0	3	11	8	3
Gesso ciclo rápido Fab. 7 (T)	1110	0	333	0	555	0	0	1554	2109	999	1221
Gesso ciclo lento Fab 7 (T)	630	0	630	0	0	0	0	270	990	720	270
Cálculo do OEE % 2020- Janeiro a Novembro											
OEE %	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	set	out	nov
Gesso ciclo rápido	63,95	70,55	53,06	67,90	70,65	61,97	85,06	77,42	80,24	90,88	84,07
Gesso ciclo lento	66,37	71,09	80,90	53,95	79,17	88,97	89,52	95,40	86,59	76,02	90,22
Produção Programada - Ano 2020 - Janeiro a Novembro											
Total (Gesso Rápido) (t)	1776	1665	2331	1443	1332	1998	1887	2553	3219	3108	2664
Total (Gesso Lento) (t)	810	1080	990	810	360	900	1260	1260	1980	1800	1800

Fonte : Elaborado pelo autor

Com o objetivo de analisar as causas das paradas nas unidades de calcinação, fábrica 05 e fábrica 07, foi verificado que no ano de 2019 apresentou as maiores causas de paradas registradas foram: sistema pós forno cheio, falta de gipsita, elevador de gesso, limpeza de galerias, trocador de calor, horário de pico e feriados. Para o 1º semestre de 2020 foi

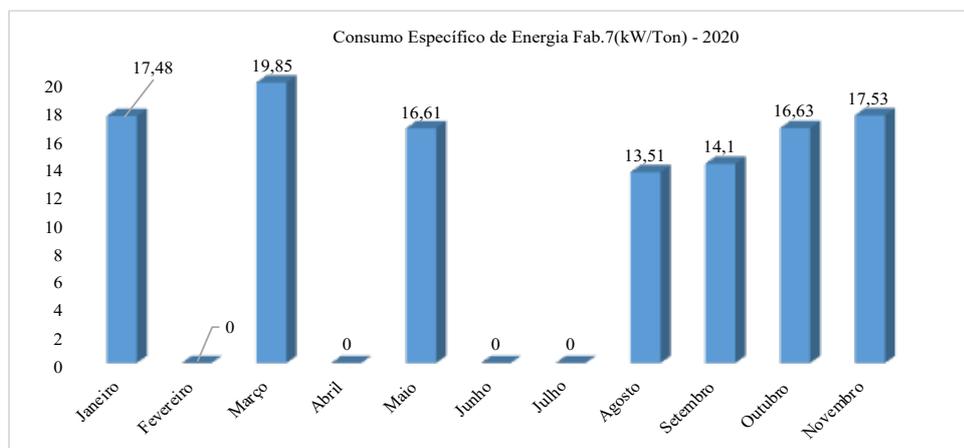
evidenciado como maiores causas de parada: sistema pós forno cheio, limpeza de galerias, horário de pico e sensor da rosca de moagem. A maioria das paradas se repetiram, e o número de horas paradas em 2019 por semestre foi maior do que o 1º semestre de 2020. A partir de junho de 2020, após a cronoanálise nas 2 unidades e um estudo das principais causas das paradas das fábricas 05 e 07, foram tomadas as seguintes ações na calcinação: treinamento do pessoal, orientação do horário de limpeza das galerias, troca de martelos nos moinhos da Fábrica 5, treinamento de mais um colaborador para operar a britagem no final de semana, organização do horário no fim de semana da planta de mistura para evitar sistema pós forno cheio e troca do horário da limpeza das galerias. Foi evidenciado que após as ações tomadas houve uma redução do número de horas paradas em torno de 50% , conseqüentemente foi evidenciado que o OEE % médio do 2º semestre de 2020 de julho a novembro melhorou em relação ao 1º semestre, ficando apenas com 19% de perda com relação a programação para gesso com ciclo rápido e para gesso com ciclo lento de 8% .

4.6.8 Consumo de energia

Este indicador está na posição 8, consumo de energia em kWh por tonelada de gesso produzida no setor de calcinação e consumo de energia em kWh por m² produzido no setor de fabricação de blocos; seu status é fase 03, está implementado e é analisado mensalmente.

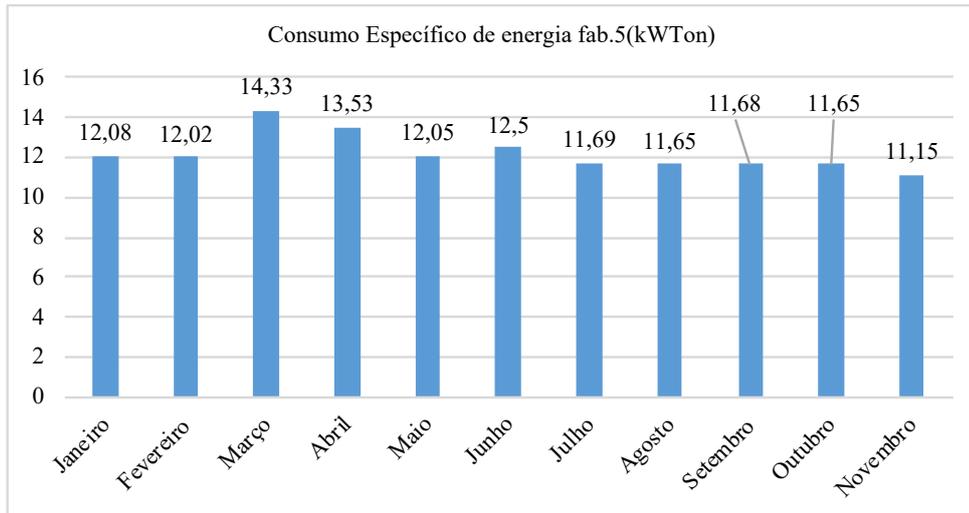
Foi analisada cada unidade de calcinação separadamente, e verificado os resultados até novembro de 2020, no Gráfico 5 para a fábrica 07 e no Gráfico 6 para a fábrica 05 (os pontos com valor zero nestes gráficos, foram os meses em que a unidade não funcionou por falta de demanda).

Gráfico 5 - Consumo específico de energia por tonelada produzida- Fábrica 07



Fonte : Elaborado pelo autor

Gráfico 6- Consumo específico de energia por tonelada - Fábrica 05



Fonte : Elaborado pelo autor

Foi evidenciado que com as ações tomadas de junho á agosto para aumentar a produtividade e reduzir o desperdício nas unidades de calcinação, reduziu o consumo de energia por tonelada produzida para as 2 unidades; a fábrica 5 conseguiu manter o resultado positivo por todo o 2º semestre, e na fábrica 7 foi evidenciado um aumento no consumo em outubro e novembro; mesmo assim o consumo médio do 2º semestre foi melhor do que o 1º semestre de 2020.

No gráfico 6 foi evidenciado uma redução no consumo específico de energia da fábrica 5, este foi melhor resultado do setor calcinação, dos últimos 2 anos. Na Tabela 24, foi levantado o consumo médio anual comparativo de 2019 e 2020 do setor de calcinação.

Tabela 24- Consumo específico médio de energia – fábrica 5 e fábrica7- 2019 x 2020

Consumo específico médio energia /tonelada produzida		
Ano	Fab 05 kWh/T	Fab 07 kWh/T
2019	15,61	16,39
2020	12,21	16,53
2º semestre 2020	11,56	15,44

Fonte : Elaborado pelo autor

O consumo de energia do processo de fabricação de blocos, dos últimos 4 anos está na Tabela 25, evidenciado que em 2017 e em 2020 no 1º semestre o secador artificial foi ligado,

e nos demais anos não foram, justificando o aumento de energia nestes dois anos especificamente. O processo de produção de blocos tem seu consumo de energia aumentado em torno de 300% quando liga seu secador artificial; devido ao aumento do consumo de energia, foi aberto um RACP pelo DM em conjunto com a diretoria, com o objetivo de investir em novas áreas de secagem natural dos blocos, evitando que seja necessário ligar o secador durante o período chuvoso. Esta ação foi iniciada em maio de 2020 e finalizada em agosto, quando foram construídas mais 3 áreas de secagem natural (ver Foto 8). Com as novas áreas implementadas, o secador artificial não foi usado no 2º semestre de 2020 (até novembro), esta melhoria será melhor analisada no 1º semestre de 2021, quando as chuvas retornarem.

Tabela 25- Consumo específico médio de energia da fábrica de blocos 2017 a 2020

Ano	Consumo específico (kW/m ²)
2017	1,48
2018	0,25
2019	0,34
2020 (até novembro)	1,01
2o semestre (julho á novembro)	0,31

Fonte : Elaborado pelo autor

Foto 8 - Novas áreas de secagem natural (área 3 , 4, 5)



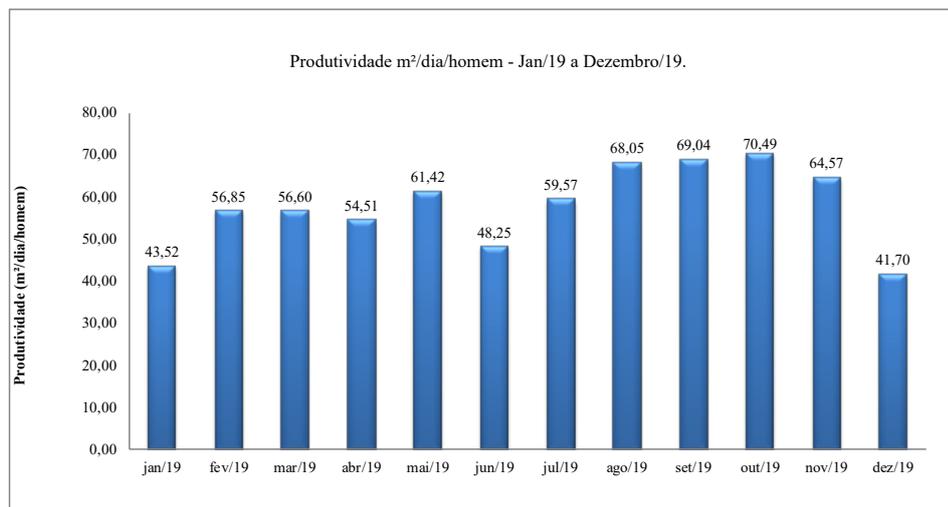
Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.9 Produtividade por setor

Este indicador está na posição 8 de implementação e status na fase 3, o indicador existe e já está implementado. É calculado pela fórmula: (Produção total mês / horas disponíveis para produção, por setor produtivo).

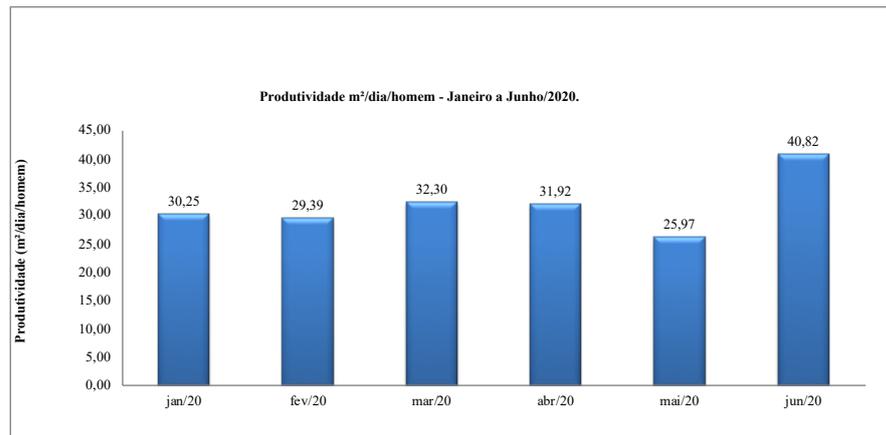
Para o setor de fabricação de blocos no 1º semestre de 2019, a produtividade média foi 53,53 m²/ dia / homem e a produção total de 47.042 m², no 2º semestre de 2019 a produtividade média foi de 62,24 m²/dia/homem e a produção total de 80.649 m² (ver Gráfico 7).

Gráfico 7– Produtividade m² /dia /homem - Janeiro 2019 a Dezembro 2019



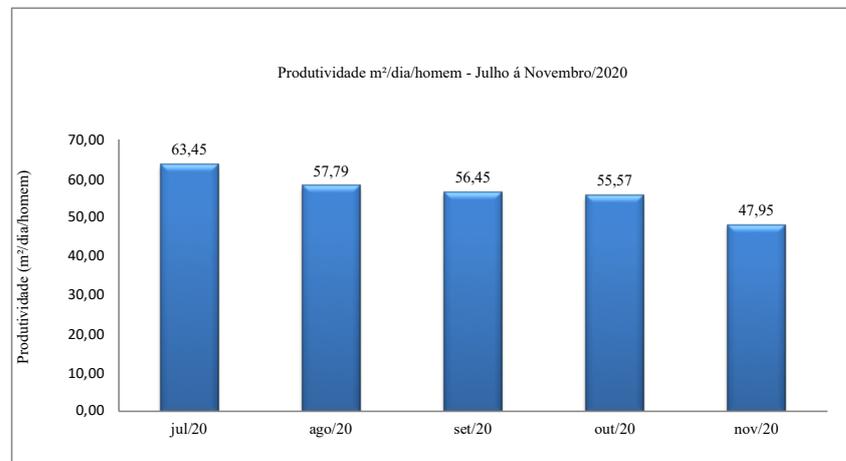
Fonte : Elaborado pelo autor

No 1º semestre de 2020 a produtividade média foi 31,77 m²/dia/homem e a produção total de 56.058 m² (ver Gráfico 8); a produtividade média foi menor do que a do 1º semestre de 2019.

Gráfico 8 - Produtividade m² /dia /homem – Janeiro a Junho 2020

Fonte : Elaborado pelo autor

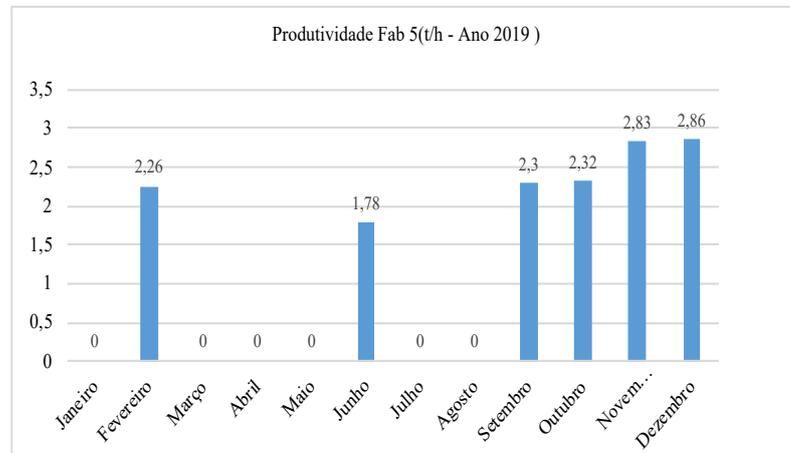
Durante a cronoanálise realizada em maio, o maior gargalo evidenciado no processo, foi a falta de área para secagem natural dos blocos (o 1º semestre do ano de 2020 houveram muitas chuvas); com as ações tomadas (RACP's), á partir de maio para eliminar os gargalos do processo produtivo, observamos que no 2º semestre de 2020 (até novembro), a produtividade média foi para 56,24m²/dia/homem, atingindo a meta de 55 m²/dia/homem, com uma produção total no 2º semestre (julho a novembro) de 111.990 m², ultrapassando o valor total do 2º semestre de 2019 que foi de 80.649 m².

Gráfico 9 - Produtividade m² /dia /homem –Julho a Novembro 2020

Fonte : Elaborado pelo autor

Para o setor de calcinação, a produtividade mensal média da Fábrica 5 em 2019, foi 2,39 t/h, ver Gráfico 10 (os pontos com valor zero neste gráfico, foram os meses em que a unidade não funcionou por falta de demanda), inferior a meta de 3,8 t/h.

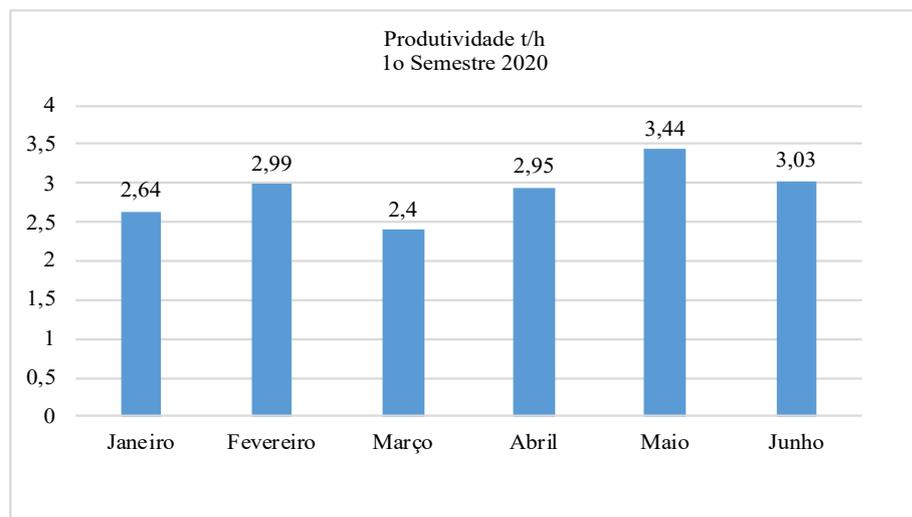
Gráfico 10- Produtividade t/h -Fábrica 5- Ano 2019



Fonte : Elaborado pelo autor

Foi verificado que no 1º semestre de 2020 a produtividade média mensal foi de 2,9 t/h, inferior a meta, ver Gráfico 11.

Gráfico 11- Produtividade t/h – Fábrica 5 - 1º semestre 2020

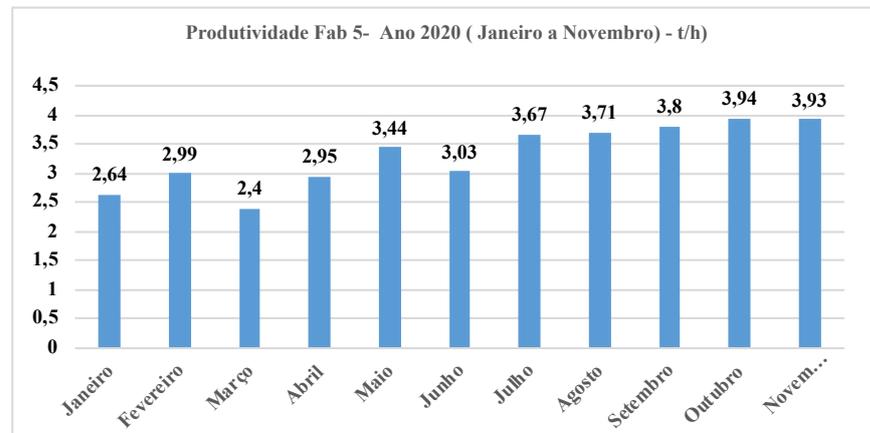


Fonte : Elaborado pelo autor

Com a cronoanálise no processo de calcinação e ações tomadas (RACP's) á partir de maio nos gargalos evidenciados, á partir de julho a produtividade média mensal melhorou, no

2º semestre a média foi de 3,81 t/h, atingindo a meta de 3,8 t/h, ver Gráfico 12, ultrapassando a meta nos meses de outubro e novembro.

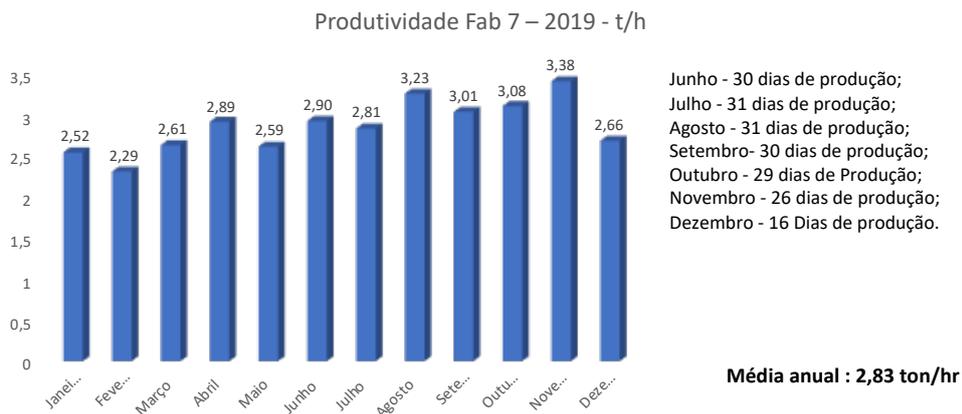
Gráfico 12- Produtividade t /h – Fábrica 5 - Janeiro a Novembro - 2020



Fonte : Elaborado pelo autor

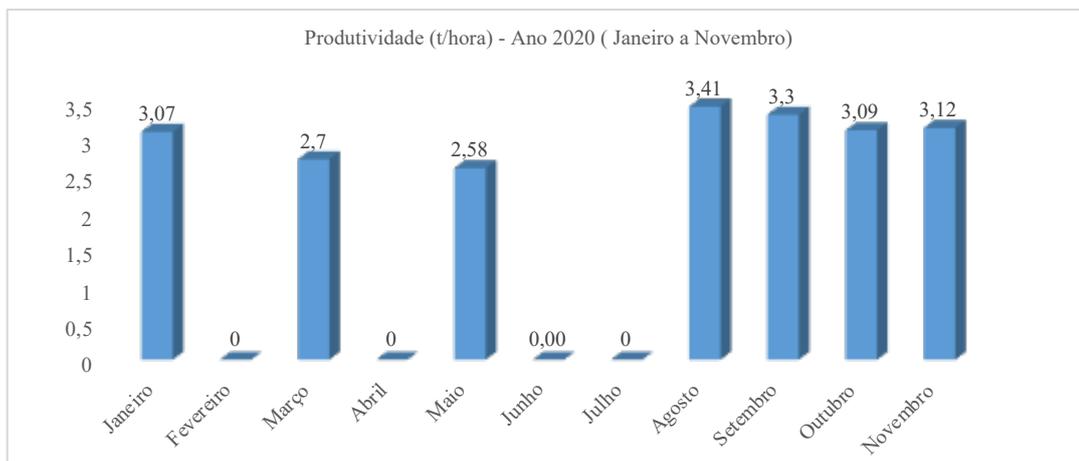
Para a fábrica 7, analisando 2019, foi observado que a produtividade média foi de 2,83 t/h (ver Gráfico 13), no 1º semestre de 2020 a média de produtividade mensal foi 2,78 t/h, abaixo 26,8% da meta 2,8t/h; com a cronoanálise no processo produtivo de calcinação, e as ações evidenciadas para eliminar os gargalos, de junho a agosto, no 2º semestre (até novembro) de 2020, a produtividade média foi 3,23 t/h, uma aumento em torno de 15% em relação a 2019, e de 16% para o 1º semestre de 2020, ver Gráfico 14 (os pontos com valor zero neste gráfico, foram os meses em que a unidade não funcionou por falta de demanda).

Gráfico 13- Produtividade t /h – Fábrica 7 - Ano 2019



Fonte : Elaborado pelo autor

Gráfico 14- Produtividade t /h – Fábrica 7 – Janeiro a Novembro 2020



Fonte : Elaborado pelo autor

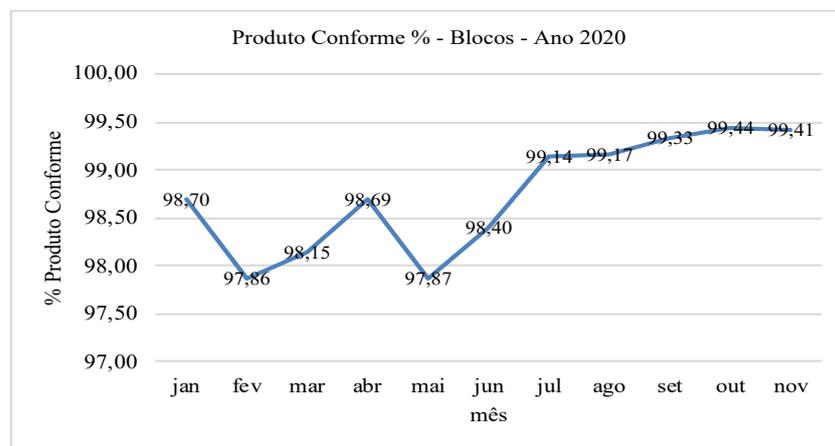
4.6.10 Produto conforme por tempo

Este indicador está na posição 8 de implementação e status na fase 1, onde os dados são coletados mais não tem o indicador.

Para o processo de fabricação de blocos, foi evidenciado que o percentual de produtos conforme no 1º semestre foi de 98,28%, e no 2º semestre (até novembro) foi de 99,3% (ver Gráfico 15).

O resultado encontrado para o 1º semestre foi menor devido as chuvas que ocorreram de janeiro a junho, como o processo de fabricação de blocos utilizou a secagem natural que depende diretamente do manuseio do colaborador e das condições meteorológicas, pois com a chuva, aumenta a dificuldade de manuseio do produto, o mesmo fica bastante sujo devido a respingos da água do chão; entretanto o percentual médio anual 2020 (até novembro) de produtos conforme por mês, está em torno de 98,74 %, este resultado foi considerado muito razoável, o resultado do 2º semestre foi melhor devido ao treinamento dado em junho aos colaboradores no manuseio correto dos blocos .

Gráfico 15 – Produto Conforme % - Blocos Ano 2020 - Janeiro a Novembro



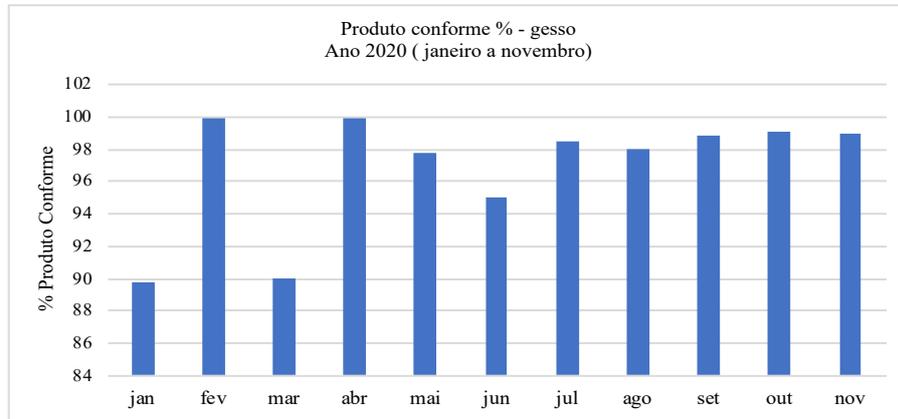
Fonte : Elaborado pelo autor

Para o processo de calcinação do gesso o resultado médio para o 1º semestre de 2020, ficou em torno de 95%, e a partir de julho houve uma melhora no indicador, com resultados acima de 98%, ver Gráfico 16, este aumento foi devido as ações (RACP's) tomadas de padronização dos ciclo de produção, com treinamento dos colaboradores e ações de manutenção nas fábricas.

O valor deste indicador e o de produto não conforme são calculados mensalmente, e não por turno. No processo de calcinação é difícil fazer a correlação do produto não conforme com o turno de produção, pois o produto após a calcinação e moagem, é monitorado apenas o grau de desidratação e resíduo retido em #325, os demais ensaios são realizados apenas após o ensacamento, onde o produto foi misturado em um silo de 200 toneladas, e portanto não é possível separar por batelada, ou turno de produção, por esta razão então o percentual de

produto conforme é calculado dividindo o total de toneladas conforme no mês, pela produção de gesso total mensal.

Gráfico 16 - Produto Conforme % - Calcinação- Ano 2020 Janeiro a Novembro



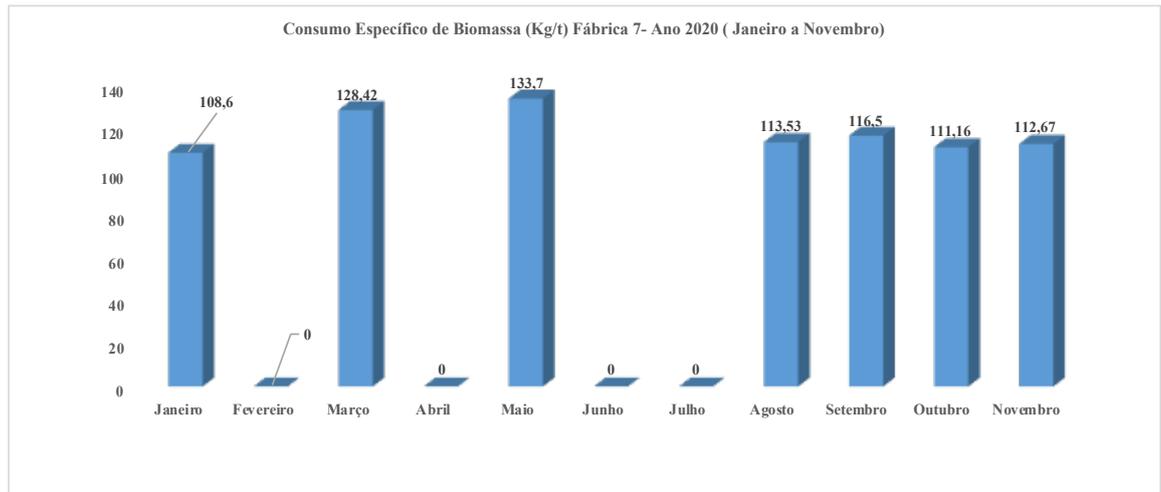
Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.11 Consumo específico de biomassa (lenha)

Este indicador está na posição 9 de implementação e status na fase 3, o indicador existe e já está implementado. É calculado pela fórmula : consumo específico de biomassa = kg de biomassa / tonelada de gesso produzido por mês, por unidade de calcinação).

Para a fábrica 7, o valor médio de consumo específico de biomassa para o 1º semestre foi de 123,57 kg/t, e no 2º semestre (janeiro a novembro) foi de 113,46 kg/t. Com as ações realizadas para melhoria da produtividade, após a cronoanálise nas unidades de calcinação em maio, como: melhoria das limpezas das fornalhas e treinamento dos operadores na padronização do ciclo de queima, foi evidenciado uma redução de 8,2% para fábrica 7, ver Gráfico 17 (os pontos neste gráfico com valor zero, foram os meses em que esta unidade não produziu).

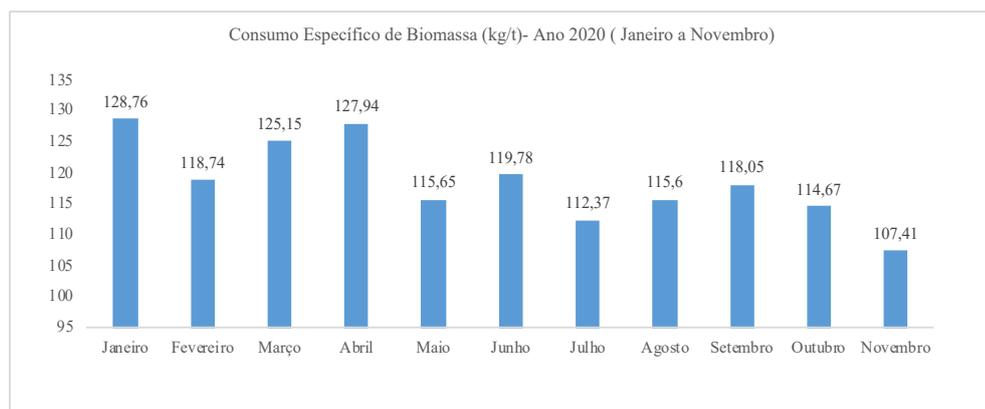
Gráfico 17 - Consumo específico de Biomassa - Fábrica 7 - 2020 - Janeiro a Novembro



Fonte : Elaborado pelo autor

E para fábrica 5, o valor médio de consumo específico de biomassa para o 1º semestre foi de 122,67 kg/t, e no 2º semestre (janeiro a novembro) foi de 113,62 kg/t. Com as ações realizadas para melhoria da produtividade após a cronoanálise nas unidades de calcinação em maio, melhoria das limpezas das fornalhas, treinamento dos operadores na padronização do ciclo de queima e padronização do tamanho da lenha; foi evidenciado uma redução de 7,4% para fábrica 5, ver Gráfico 18, em 2020 (até novembro), a empresa em estudo ainda recebeu lenha com variação de umidade (principalmente no 1º semestre, devido as chuvas) e em alguns meses não conseguiu que seu fornecedor enviasse a biomassa no tamanho padrão (1 metro); em novembro a empresa em estudo teve o seu melhor resultado anual para as duas unidades, com um consumo de 107,41 Kg de biomassa /tonelada produzida.

Gráfico 18 - Consumo específico de biomassa - Fábrica 5 - 2020-Janeiro a Novembro



Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.12 Perda de gesso no ensacamento

Este indicador está na posição 10 de implementação e status na fase 3. Já está implementado e é analisado mensalmente. O cálculo deste indicador é: número de sacos estourados por sacos produzidos total, em percentual; nas respectivas ensacadeiras (2BB e 3BB).

A empresa em estudo possui 2 ensacadeiras: a ensacadeira 3BB (processo calcinação) e a ensacadeira 2BB (processo mistura). O gesso ensacado direto do processo da calcinação pode passar em um processo de mistura de cargas e aditivos e ser então ensacado pela 2BB ou não passar pelo processo de mistura e ser ensacado direto pela ensacadeira 3BB.

Na Tabela 26, foi evidenciado os resultados deste indicador desde 2018; a meta para o percentual de sacos rasgados por sacos produzidos mensalmente, é de no máximo 0,2%, analisando os resultados verificamos que em 2019 a meta não foi atendida pela ensacadeira 2BB, após a cronoanálise nos processo de calcinação e mistura realizados em maio, foi evidenciado treinamento dos operadores nas ensacadeiras e foi realizado manutenção nos bicos das 2 ensacadeiras, foi verificado que houve melhora nas 2 ensacadeiras em relação ao 1º semestre de 2020, e a meta foi atendida.

Tabela 26- Percentual de perda de gesso (sacaria rasgada nas ensacadeiras)

	2018		2019		2020	
	1o semestre	2o semestre	1o semestre	2o semestre	1o semestre	julho á novembro
Sacos rasgados (média mensal)						
3BB	230	60	80	20	20	40
2BB	1255	1170	731	443	184	241
Produção (sacos- média mensal)						
3BB	15632	18020	17378	17058	11603	26254
2BB	115283	11611	109120	117401	59252	138496
% sacos rasgados						
3BB	1,47	0,33	0,46	0,12	0,17	0,15
2BB	1,09	10,08	0,67	0,38	0,31	0,17

Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.13 Produto não conforme por setor

Este indicador que está na posição 11, status fase 2 para o setor de blocos e setor de calcinação. No setor de fabricação blocos, este indicador era medido em unidades de blocos de 2º qualidade e unidades de blocos quebrado por mês, verificado que este dado foi coletado

durante a inspeção final do produto acabado após secagem, e normalmente não coincide com o mês em que foi produzido, principalmente no inverno, onde foi evidenciado que os blocos maciços de espessura de 100mm, podem chegar a mais de 30 dias na área de secagem natural, por esta razão o indicador era calculado em unidades de produtos não conforme por mês.

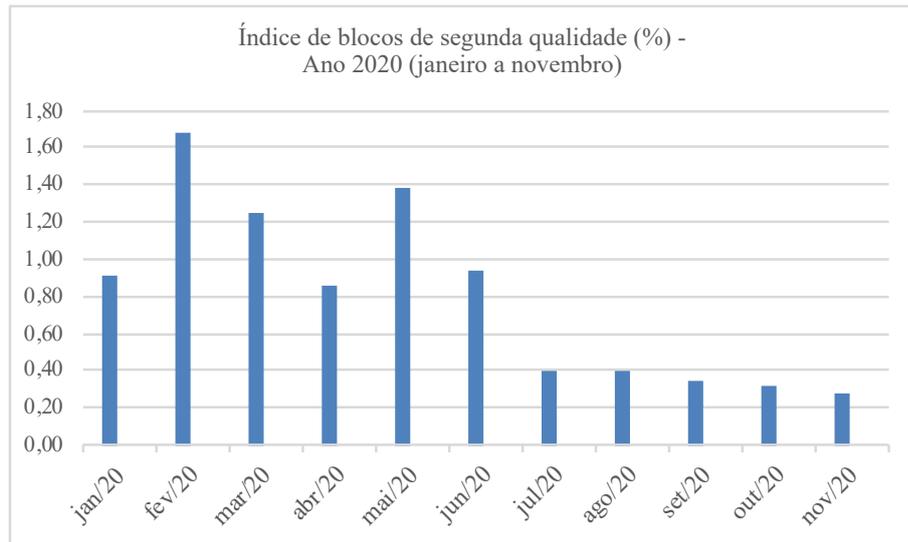
Realizando uma análise retroativa desde o início de 2020, foi verificado que no 1º semestre de 2020, houve um aumento de blocos quebrados devido ao período chuvoso, os blocos foram muito manuseados na secagem natural, que mesmo cobertos com lonas, às vezes ficaram expostos a chuvas e ventos, e assim se tornando mais frágeis e no manuseio danificam. Foi elaborado uma tabela com o percentual por mês, dividindo o número de blocos de 2º e blocos quebrados, por m² produzido no mês corrente (ver Tabela 27), onde foi evidenciado que a média do 1º semestre foi 1,16 % para bloco de segunda qualidade e 0,55 % para bloco quebrado, este número está alto devido ao período chuvoso e bastante movimentação de produto semi-acabado na secagem natural, como também os blocos semi-acabado ficaram com mais de 30 dias aguardando secagem completa, sujeito à chuva e intempéries, no 2º semestre (julho à novembro), este número reduziu em torno de 70%, para 0,35% de bloco de segunda e em torno de 36% , para 0,35% do bloco quebrado ver respectivamente, Gráfico 19 (% de blocos de 2º qualidade) e Gráfico 20 (% blocos quebrados), esta redução foi devido ao aumento da área de secagem natural à partir de maio, treinamento dos colaboradores no manuseio correto dos bloco e a chegada do tempo de estiagem.

Tabela 27 - Produção mensal - Blocos de 2º qualidade e Blocos quebrados-
Ano 2020 (até novembro)

Ano 2020		Bloco 2º	Bloco quebrado
mês	m ²	%	%
jan	7985	0,91	0,39
fev	7758	1,68	0,46
mar	13436	1,25	0,60
abr	11491	0,85	0,46
mai	6571	1,38	0,75
jun	8817	0,94	0,66
jul	15863	0,40	0,45
ago	18783	0,39	0,44
set	23990	0,34	0,33
out	30339	0,31	0,24
nov	23015	0,28	0,31

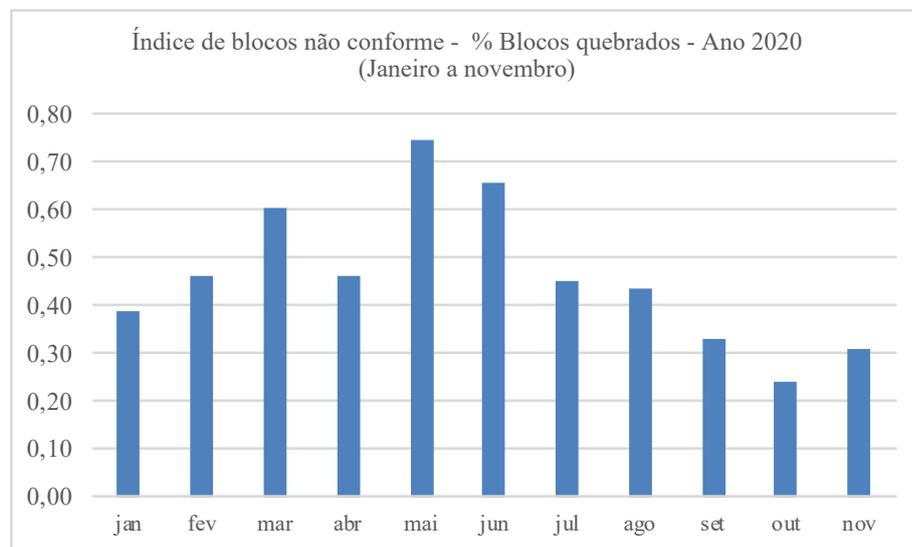
Fonte : Elaborado pelo autor

Gráfico 19- Índice de blocos não conforme - % - 2º qualidade



Fonte : Elaborado pelo autor

Gráfico 20 - Índice de blocos não conforme- %- Blocos quebrados

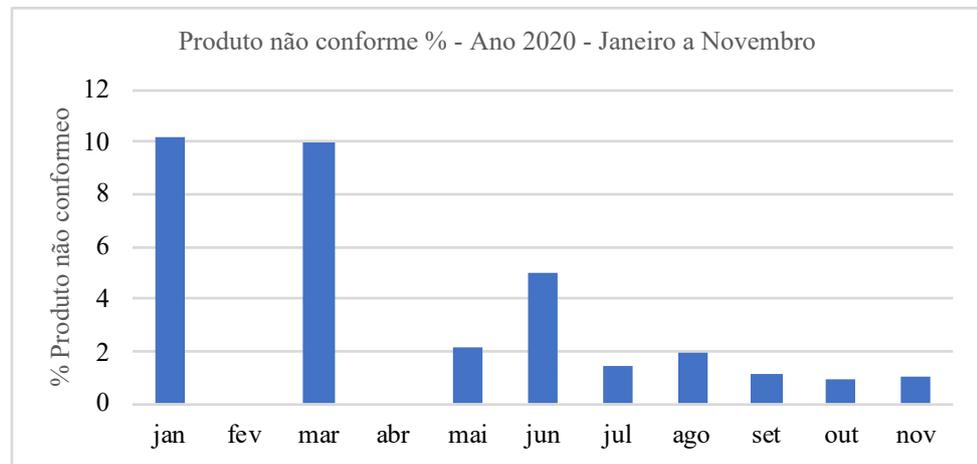


Fonte : Elaborado pelo autor

Para o setor de calcinação, a quantidade de produto não conforme foi calculada pela fórmula : $(\text{quantidade produzida em toneladas não conforme} / \text{produção total em toneladas mês}) * 100$. Durante a análise do 1º semestre de 2020 foi verificada uma diminuição em torno de 67 % de produtos NC para o 2º semestre, ver Gráfico 21; o 1º trimestre 2020 foi analisado e verificado que valor total de produto não conforme foi de 383 toneladas; e de junho a agosto, apenas 128 toneladas, esta queda foi devido a ações abertas de treinamentos com a equipe de calcinação com o objetivo da padronizar os ciclos de queima e abastecimento das fornalhas, pois foi verificado variação no ciclo de queima, principalmente para os gessos mais lentos,

como o gesso revestimento e o gesso cerâmico, onde estão a maioria dos lotes reprovados; já de julho á novembro o percentual de produto não conforme se manteve baixo em torno de 1,3% em relação a produção total de gesso por mês, os meses de fevereiro e abril estão zerados, pois não houve produtos não conforme.

Gráfico 21 – Produto não conforme/Produto produzido total de gesso -Ano 2020



Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.14 Tempo de Ciclo

Este indicador está na posição 12 de implementação e status na fase 0. A medição deste indicador é calculada pelo tempo necessário para a produção de um determinado produto; como não existe coleta de dados recentes e a última vez em que foi calculado o tempo de ciclo dos processos produtivos foi através de cronoanálise realizada durante a implantação do sistema *Lean Manufacturing* na empresa em estudo, no ano de 2011.

Portanto para a implementação deste indicador, o primeiro passo foi a contratação de um consultor para realizar o processo de cronoanálise junto ao DM, para os setores de produção. O resultado foi comparado com o tempo real em processo e com dados obtidos na última cronoanálise. Com a cronoanálise do ciclo dos processos produtivos, foram identificados pontos de gargalos e desperdícios; a partir destas informações foram elaborados pelo DM com os líderes de cada área e equipe de manutenção, planos de ação (RACP's) para eliminar os gargalos e desperdícios.

No setor de calcinação, após a cronoanálise, verificou-se que o tempo de ciclo (ver Tabela 28), estava em torno de 15% acima do padrão para todos os produtos, com uma variação

grande entre os operadores; foi realizado treinamento com toda a equipe, e nos meses de julho á novembro de 2020 houve redução dos ciclos de queima, diminuindo em torno 10%, ficando próxima do padrão.

Tabela 28 - Tempo de ciclo de calcinação

Setor Calcinação	Tempo de ciclo (Padrão)			Tempo Ciclo de Produção (janeiro a maio2020)		
	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Tempo médio	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Tempo médio
Gesso Tipo L/C	45'	50'	48'	44'	66'	55'
Gesso Tipo F/BF	35'	40'	38'	35'	54'	44,30"

Fonte : Elaborado pelo autor

Para o setor de fabricação de blocos, durante a cronoanálise o tempo médio do ciclo de produção para cada produto esteve 11 % aproximadamente acima do ciclo padrão medido para bloco de espessura 70mm e 13% para bloco de espessura 100mm (ver Tabela 29). Foi evidenciado alguns fatores que limitavam o ciclo de produção dos blocos como: carros vazios para transportar blocos, pois dependem do espaço na secagem natural, habilidade e treinamento do operador (no bloco de 100mm durante a cronoanálise havia um operador em treinamento), e o tempo de pega do gesso.

Tabela 29 - Tempo de ciclo de produção de blocos

Setor Produção Blocos	Tempo de ciclo (Padrão)			Tempo Ciclo de Produção (janeiro a junho 2020)		
	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Tempo médio	Tempo Mínimo	Tempo Máximo	Tempo médio
Bloco 70 mm	7'	9'	8'	7'	11'	9'
Bloco 100 mm	10'	13'	11'30"	9'30"	17'	13'15"

Fonte : Elaborado pelo autor

No 2º semestre (julho a novembro), foi evidenciado uma redução no tempo de ciclo médio de produção em relação ao ciclo padrão para os dois tipos de blocos. Para o bloco de espessura 70mm, reduziu para 8,42 minutos, uma redução de 8%, e para o Bloco de 100mm, reduziu para 12,70 minutos, em torno de 11 %, esta redução foi devido aos treinamentos realizados com os operadores e ao aumento de área disponível para secagem natural.

4.6.15 Consumo de água

Este indicador está na posição 13 de implementação e status na fase 2, este indicador existe mas não é analisado mensalmente. É calculado pela fórmula: (m^3 de água/ m^2 bloco produzido por mês). Foi analisado que este indicador está dentro da meta padrão, não há desperdício no consumo de água, os dados relativos ao ano de 2020 (até novembro) ver na Tabela 300. O valor teórico para os blocos de espessura 100mm é $0,075m^3/m^2$ produzido e para os blocos de espessura 70mm é $0,055.m^3/m^2$ produzido. Segundo análise do resultado deste indicador, o mesmo não pode ser reduzido, pois já atende ao mínimo teórico da produção, se reduzido pode interferir negativamente na qualidade dos blocos e nos custos de produção.

Tabela 30 - Consumo de água / m^2 produzido – Ano 2020 (janeiro a novembro)

Ano 2020	Consumo médio Água
Mês	m^3 água/ m^2 bloco
jan	0,07
fev	0,07
mar	0,06
abr	0,05
mai	0,05
jun	0,05
jul	0,05
ago	0,06
set	0,05
out	0,06
nov	0,06

Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.16 Horas de treinamento por ano

Este indicador está na posição 14 de implementação e status na fase 0, este indicador não existe histórico recente. Foi evidenciado que com a redução de pessoal nos últimos 2 anos, o departamento pessoal ficou apenas com 1 colaborador para realizar as atividades de recursos humano e departamento pessoal, como: admissão dos funcionários, demissão, folha de pagamento, etc... . Foi verificado que as atividades do setor de recursos humano (treinamento, eventos internos, motivação dos colaboradores, acompanhamento pessoal dos colaboradores) ficou sendo parcialmente realizado por cada gestor do seu setor e controlado pelo setor de gestão da qualidade. Foi realizado treinamento para colaboradora do departamento pessoal em

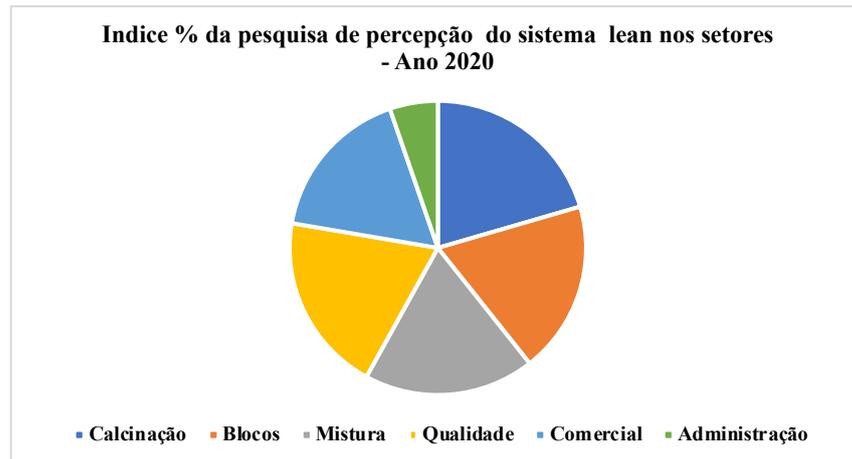
maio, para que a mesma fosse responsável também pelas atividades de RH, e foi contratado uma estagiária em junho para dar apoio e elaborar um plano anual de treinamento, levantando as necessidades de treinamento dos colaboradores por setor, e em agosto de 2020 foi realizado um levantamento dos treinamentos internos e externos realizado, e foi encontrado um total até junho de 2020 de 0,03% valor médio mensal de horas treinadas/horas trabalhadas/colaborador, onde os setores com mais horas de treinamento foi a calcinação e o setor de blocos. De julho a novembro houve uma melhora para 0,25% valor médio mensal de horas treinadas por horas trabalhadas por colaborador, com concentração e treinamentos nos setores de calcinação e blocos; foi evidenciado que a diretoria está ciente que precisa investir mais nesta área, e que o treinamento dos colaboradores é fundamental para o crescimento da empresa.

A empresa conseguiu ver principalmente na calcinação, os resultados pós-treinamento realizados no ano de 2020; com uma padronização na qualidade dos produtos e uma equipe mais comprometida e motivada.

4.6.17 Percepção dos colaboradores na implantação dos indicadores *lean* (pesquisa interna)

Este indicador está na posição 15 de implementação e status na fase 0, não existe coleta de dados para este indicador. Foi realizado uma pesquisa interna nos setores em novembro de 2020 para ver o grau de percepção dos colaboradores na implementação das práticas e indicadores *lean* (ver Gráfico 22), e verificado que o setor de calcinação obteve o resultado de 78% , no setor de produção de blocos foi considerado 72 %, no setor administrativo apenas 20%, no setor da qualidade 75%, no setor de mistura foi considerado 71 % e no setor comercial 65%; então o valor médio de percepção dos colaboradores na implantação dos indicadores *lean* pelos colaboradores dos processo produtivos foi 74% na média, e foi considerado pela diretoria como satisfatório para o curto espaço de tempo para implementar as ações com poucos recursos disponíveis, e evidenciado também o compromisso da diretoria em melhorar a implementação das ações nos setores administrativo e comercial.

Gráfico 22- Pesquisa de Percepção de Implementação do Sistema *Lean* - % -
Ano 2020



Fonte : Elaborado pelo autor

4.6.18 Custo de estocagem de insumos e produto acabado

Este indicador está na posição 16 de implementação e status na fase 0; calculado pela fórmula: custo de pedir + custo de Movimentação + custo de manutenção, para este indicador não existe coleta de dados.

Durante o levantamento de dados para implementação deste indicador foi analisado que no caso da estocagem de produtos acabado à base de pó (gesso), o tempo de estocagem é mínimo (curto), pois a produção é puxada e o armazém de estocagem é na própria empresa; para o custo de estocagem das matérias-primas, foi verificado que a matéria-prima principal, a gipsita é estocada na mineração pertencente a empresa em estudo, e os demais insumos tem estoque mínimo, ficando estocado no almoxarifado da empresa, que tem local para armazenar a quantidade suficiente para a produção; com base nestas informações a diretoria tomou a decisão de reavaliar a importância de implementar este indicador, para a produção de produtos a base de pó. O custo de estocagem para o produto bloco, também é baixo, já que a movimentação é manual ou com empilhadeira, o armazenamento é realizado na empresa, a matéria-prima principal gesso, é transportado diariamente do processo de calcinação para um silo na fábrica de blocos, e para os demais insumos a empresa trabalha com estoque mínimo e com um giro de estoque de no máximo 10 dias no almoxarifado. Portanto para diretoria a implementação deste indicador será reavaliada para uma outra etapa.

4.6.19 No de acidentes de trabalho / horas trabalhadas

Este indicador está na posição 16 de implementação e status na fase 3, está implementado e é analisado mensalmente. A empresa em estudo durante o ano de 2020 (até novembro), estava há 1245 dias sem acidente com afastamento, este é considerado um ótimo resultado para a empresa.

4.6.20 N° de ações de responsabilidade social

Este indicador está na posição 17 de implementação e status na fase 0; foi calculado pela fórmula: número de ações de responsabilidade social implementadas pela empresa por ano.

Durante a coleta de informações das ações sociais realizadas em 2020, evidenciou-se que a empresa participou de 2 ações sociais: uma ação de apoio ao Lar Geriátrico na cidade local, onde alguns colaboradores atuam como voluntários, junto aos idosos, participando do café da manhã e das suas atividades de entretenimento e ginástica mensalmente; entretanto devido a pandemia do coronavírus esta ação ocorreu até o mês de março e foi suspensa; a outra ação foi a participação na construção da casa de apoio a dependentes químicos da paróquia religiosa local, a empresa além de contribuir com doação de materiais para a construção das paredes e suporte com algumas máquinas e equipamentos, também contribuiu com treinamento da mão-de-obra local, no ofício de construção de alvenaria interna de blocos de gesso para dar apoio e suporte a obra.

4.6.21 Número de pessoas impactadas pelas ações sociais

Este indicador está na posição 18 de implementação e status na fase 0, não existe coleta de dados para este indicador. Foi evidenciado na empresa em estudo que o número de pessoas impactadas nas 2 ações sociais foram:

Ação 1 – Lar geriátrico- Nossa Senhora da Conceição em torno de 44 idosos assistidos.

Ação 2 – Casa de Apoio á Dependentes Químico - 30 pessoas recebendo o benefício da casa de apoio e 6 foram treinadas durante a construção da casa.

Somando um total de pessoas impactadas em 2020 em torno de 80 pessoas.

4.6.22 Satisfação interna dos colaboradores

Este indicador está na posição 19 de implementação e status na fase 0, não existe coleta de dados para este indicador. Não foi possível realizar esta pesquisa devido ao problema da pandemia, os colaboradores do setor administrativo (recursos humano), ficaram de recesso até maio, e em junho trabalhando via *home office*; quando retornaram em julho estavam com muito serviço acumulado, não conseguindo concluir no prazo a pesquisa de satisfação interna, como também foi evidenciado um equipe bastante reduzida no setor administrativo; por estas razões este indicador não foi priorizado nesta etapa.

4.7 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS DO MODELO PROPOSTO

Na empresa gesseira em estudo, através da implementação do modelo proposto, seguindo a ordenação do diagrama de Hasse, foi possível para os gestores das áreas produtivas, implementar os 23 indicadores *lean* em um curto espaço de tempo com recursos disponíveis, evitando assim um desperdício de recursos alocados em indicadores não prioritários sendo implementados em uma fase inicial, podendo atrasar ou dificultar a implementação dos indicadores, devido a restrição de recursos. Seguindo o plano de implementação, conforme ordenação definida no diagrama de Hasse, foi evidenciado com os gestores, redução de custos operacionais e desperdícios, além do envolvimento e motivação dos colaboradores, incluindo a alta administração, com seis meses de implementação.

O resumo dos resultados obtidos após a implementação dos 23 indicadores *lean* está no Quadro 6; seguindo a ordenação do diagrama de Hasse, comparando os objetivos, metas e resultados do 1º e 2º semestre, análise da situação do 1º semestre, de acordo com a fase em que o indicador se encontrava. Após a implementação dos indicadores, foi realizada uma análise crítica dos resultados obtidos pelos gestores das áreas produtivas com o DM, e aberto ações corretivas e preventivas quando necessário.

Quadro 6- Resumo dos resultados de implementação dos indicadores *lean* Continua

Resumo dos resultados da implementação dos Indicadores lean na empresa gesseira em estudo										
Alternativa	Posição	BSC		KPI		Setor	Responsável	2020		Resultados obtidos da implementação dos indicadores na gestão da empresa em estudo
		Perspectiva	Objetivo	Indicador	Meta			unidade	1º	
No										
A2	1	Cliente	Ampliar venda do sistema construtivo e de acabamento	Vendas média de pó/vendas total	Aumento em 12% das vendas em relação a 1º semestre de 2020	Comercial	%	54,50	61,04	O resultado deste indicador informou para a gestores apenas se foi vendido mais gesso em pó do que blocos. Foi analisado pelo gestor da área que este indicador junto com o indicador de faturamento por tipo de produto e faturamento total mostra um resultado mais efetivo para o gerenciamento das ações do setor comercial. Meta alcançada.
A3	1	Cliente	Ampliar venda do sistema construtivo e de acabamento	Vendas média de bloco	Aumento em 20% das vendas em relação a 1º semestre de 2020	Comercial	%	45,50	38,96	Este resultado apresenta que foi vendido mais pó do que blocos no 2º semestre, e que as vendas blocos reduziram em 6,5%. Devido a pandemia do corona vírus, muitas obras foram suspensas. E o produto pó, tem uma diversidade maior de produtos para diferentes mercados, enquanto o produto bloco, fica restrito ao segmento de mercado da construção civil. Foi evidenciado com a diretoria comercial, que foi fechado nos meses de setembro e outubro, grandes contratos para fornecimento de blocos a partir de 2021. Meta não alcançada.
A1	2	Financeira	Aumentar o lucro líquido da empresa	Lucro sobre receita	Alcançar a lucratividade de 8% médio semestral.	Financeiro	%	5,120	16,46	Com o reaquecimento da economia a partir de junho, a empresa em estudo que com estoque alto de produtos, preparada para atender o mercado e somando a isto as ações conjuntas na área comercial e de produção para reduzir perdas e desperdícios; a partir de maio, a empresa passou a atingir e superar sua meta de lucro sobre receita. Meta alcançada.
A4	3	Processos internos	Reduzir custos de produção	Perda de gipsita na calcinação	Reduzir em 20% a perda de gipsita em relação a perda média ao 1º semestre de 2020.	Calcinação Fab 5+Fab7	%	13,00	4,90	Com as ações tomadas para aumento de produtividade e redução de pontos de vazamento, a meta foi superada, foi obtido uma redução de 62% de perda de gipsita no processo de calcinação, um excelente resultado segundo a diretoria da empresa. Meta alcançada.
A19	4	Processos internos	Aumentar a produtividade	Lead Time	Entrega em dia, zero atraso de clientes.	Calcinação Fab 5+Fab7	dias	7,00	3,00	A meta de entrega é 7 dias, por causa da programação da mistura, como as unidades estão trabalhando abaixo da capacidade, a meta foi atendida. Meta alcançada.
						Blocos 70mm	dias	13	10	A meta do <i>Lead time</i> de blocos é 10 dias para bloco de 70mm e 15 dias para blocos de 100mm, para o 1º semestre não foi atendida devido ao período de chuvas, mais com a estiagem do 2º e as ações tomadas para aumento das áreas de secagem e treinamento dos colaboradores, a meta foi atendida. Meta
						Blocos 100mm	dias	25	14	
A7	5	Processos internos	Aumentar a produtividade	TEEP- Efetividade Total de Produção/setor	A meta para TEEP para produção de blocos e calcinação é 80%.	Blocos 100mm	%	39,00	87,00	Com as ações de melhoria realizadas após a cronoanálise em maio, e a estiagem a partir de julho, a meta para o bloco de 70mm melhorou acima de 100%, mais ainda não atingiu os 80%, e para o bloco de 100mm, a meta foi atingida. A equipe analisará porque as ações obtiveram um melhor resultado para o bloco de 100mm. Meta alcançada para o bloco de 100mm e não alcançada para o bloco de 70mm.
						Blocos 70mm	%	25,00	59,00	
						Gesso ciclo rápido	%	24,00	47,00	O baixo resultado do 1º semestre de 2020, foi devido a baixa demanda de vendas, a empresa estava trabalhando com capacidade muito reduzida, chegando a parar em maio de 2020 devido a pandemia, e como a produção é puxada por vendas, o valor do TEEP foi baixo. No 2º semestre houve uma melhora de 100% no TEEP, mais a demanda ainda está abaixo da capacidade produtiva das 2 unidades de calcinação. Meta não alcançada.
						Gesso ciclo lento	%	31,00	62,00	
A18	6	Processos internos	Reduzir custo de produção	Movimentos desnecessários	A meta é zero movimentos desnecessários para produção de blocos e processo de calcinação.	Blocos	Nº	3	0	No setor de produção de blocos, os movimentos desnecessários evidenciados no 1º semestre foram eliminados, no processo de calcinação 1 item foi eliminado e os demais minimizados; segundo a diretoria novas análises serão realizadas no 1º semestre de 2021. Meta alcançada para fabricação de blocos, e não alcançada para calcinação.
						Gesso	Nº	3	1	

Quadro 6- Resumo dos resultados de implementação dos indicadores *lean* Continuação

Resumo dos resultados da implementação dos Indicadores <i>lean</i> na empresa gesseira em estudo											
Alternativa	Posição	BSC		KPI		Setor	Responsável	unidade	2020		Resultados obtidos da implementação dos indicadores na gestão da empresa em estudo
		Perspectiva	Objetivo	Indicador	Meta				Semestre		
									1º	2º	
A10	7	Processos internos	Aumentar a produtividade	OEE- Eficiência geral de processos e equipamentos.	A meta do OEE para a produção de blocos e gesso é 95%.		Blocos 100mm	%	69	146	A meta não foi atingida no 1º semestre para os 2 setores produtivos. Foi evidenciado desperdício nos setores; após a crononálise e abertura de ações para melhoria da produtividade a partir de maio, os resultados do OEE, para blocos, dobrou, sendo atingido para blocos de 100, e até superado; devido a ter um colaborador em treinamento nesta matriz, dando um excesso de produção não programada, para a matriz de 70mm, será analisada as possíveis causas para o não atendimento do OEE. Para o processo de calcinação, melhorou em média 22% para gesso ciclo rápido e 27% para gesso de ciclo lento chegando perto da meta para o OEE; algumas ações de contratação de energia no mercado livre e novos fornecedores de biomassa foram programadas para 2021. Meta alcançada apenas para fabricação de bloco de 100mm.
							Blocos 70mm	%	39	84	
							Gesso ciclo rápido	%	66	84	
							Gesso ciclo lento	%	72	88	
A6	8	Processos internos	Reduzir custos de produção	Consumo de energia	A meta para o consumo de energia da calcinação é 11 kWh/t e para fabricação de blocos é 0,35 kWh/m ² produzido.		Calcinação Fab 7	kWh/t	17,98	15,44	Com as ações tomadas em maio e junho, para fábrica 5 a meta foi quase atingida e na fábrica 7 houve uma melhora de 14%. A diretoria relatou que para 2021 será contratado energia no mercado livre, melhorando assim a produção durante os horários de pico, como também reduzindo o valor pago atualmente. Meta alcançada na fábrica 5 e não alcançada na fábrica 7.
							Calcinação Fab 5	kWh/t	12,75	11,56	
							Fábrica de blocos	kWh/m ²	2,10	0,31	
A9	8	Processos internos	Aumentar a produtividade	Produtividade e Bloco por dia	A meta é o valor médio de 55 m ² /dia/homem		Blocos	m ² /dia	32,00	56,24	A meta não foi atingida no 1º semestre, mesmo evidenciando que o secador artificial foi ligado em torno de 2 meses. Com as ações de melhoria implantadas a partir de maio, a meta foi ultrapassada no 2º semestre. Meta alcançada.
							Produtividade e gesso/dia	A meta é o valor médio de 3,8 t/h para a fábrica 5 e fábrica 7.	Calcinação Fab 5	t/hora	
					Calcinação Fab 7	t/hora	2,78	3,41			
A11	8	Processos internos	Reduzir custos de produção	Produto conforme /tempo	A meta de produto conforme/mês é 99%, para blocos e gesso.		Gesso ciclo lento e rápido	%	95,4	98,7	Com as ações de melhorias tomadas a partir de maio, o valor médio ficou próximo da meta no 2º semestre para o gesso produzido das fábricas 5 e a fábrica 7, ficou perto. Meta próxima a ser alcançada.
							Blocos de 70mm e 100mm	%	98,28	99,3	
A23	9	Processos internos	Reduzir custos de produção	Consumo de Biomassa	A meta de consumo de biomassa é de 105 kg/t		Fábrica 7	kg/t	123,57	113,46	Após as ações de melhorias tomadas a partir de maio, foi evidenciado, que a fábrica 7 teve uma redução no consumo de biomassa de 8,2% e na fábrica 5 de 7,4%, atingindo em novembro um consumo de 107,41, próximo da meta. Meta não alcançada.
							Fábrica 5	kg/t	122,67	113,62	
A5	10	Processos internos	Reduzir custos de produção	Perda de gesso no ensacamento (sacos estourados/gesso produzido)	A meta de perda de gesso no ensacamento (sacos estourados/gesso produzido) é de 2%		Ensacadeira 3BB	%	0,17	0,15	A meta é 0,2% foi alcançada pelas 2 ensacadeiras 2BB e 3BB. Na ensacadeira 2 BB houve uma melhora de 45% e na 3BB de 12% em relação ao 1º semestre. Meta alcançada.
							Mistura Ensacadeira 2BB	%	0,31	0,17	

Quadro 6- Resumo dos resultados de implementação dos indicadores *lean*

Conclusão

Resumo dos resultados da implementação dos Indicadores <i>lean</i> na empresa gesseira em estudo												
Alternativa	Posição	BSC		KPI		Setor	unidade	2020		Resultados obtidos da implementação dos indicadores na gestão da empresa em estudo		
		No	Perspectiva	Objetivo	Indicador			Meta	Responsável		Semestre	
											1°	2°
A8	11	Processos internos	Reduzir custos de produção	Produto não conforme por setor	A meta para blocos não conforme por mês é de 0,5%	Blocos	%	1,16	0,39	Foi evidenciado que no 1º semestre foi um período chuvoso, as metas não foram atingidas, entretanto a partir de maio, com as ações de melhoria, aumento das áreas de secagem, treinamento dos colaboradores e início do tempo de estiação, a meta foi atingida. Meta alcançada.		
					A meta para produtos de gesso não conforme é de 2 %.	Calcinção	%	4,56	1,50	No primeiro semestre de 2020, a calcinação teve uma média de 4,4% de produto não conforme, com as ações de padronização do ciclo produtivo e treinamento da equipe a meta foi atingida. Meta alcançada.		
A20	12	Processos internos	Aumentar a produtividade	Tempo de ciclo	A meta para Bloco de 100mm é 11'30" e para bloco de 70mm é 8'	Blocos 100mm	No	13'15"	12'40"	No primeiro semestre não foi atendida a meta, devido ao período chuvoso, com as ações de aumentar área de secagem e a chegada do período de estiação, os valores encontrados, para o bloco de 70mm foi próximo ao padrão e para o Bloco de 100mm, ficou em torno de 10% acima da meta. Meta alcançada apenas para o bloco de 70mm.		
						Blocos 70mm	No	9'00"	8'25"			
						Calcinção gesso ciclo lento	No	55'	51'	No 1º semestre as metas não foram atendidas com as ações abertas em maio a partir da cronograma, ficou apenas 10% acima da meta. Meta não alcançada.		
						Calcinção gesso ciclo rápido	No	44'30"	41'			
A17	13	Processos internos	Reduzir custos de produção	Consumo de água	A meta de consumo de água é de 0,06 m3/m2	Blocos	m ³ /m ²	0,064	0,060	Meta Alcançada.		
A13	14	Aprendizado e Crescimento	Melhorar a capacitação dos colaboradores e parceiros	Horas de treinamento /horas trabalhadas anuais	A meta é 0,5 horas treinadas/horas trabalhadas/colaborador	Departamento Pessoal	horas treinadas/horas trabalhadas	0,03	0,25	O valor médio do 1º semestre foi de horas treinadas/horas trabalhadas/colaborador foi 0,03; baixo em relação a meta definida pela diretoria. Foi contratado 1 colaborador em junho, para coordenar as atividades de treinamento. O valor médio de julho a novembro, aumentou para 0,25%. Meta não alcançada.		
A22	15	Aprendizado e Crescimento	Melhorar a integração do colaborador a empresa	Percepção dos colaboradores na implantação de práticas lean	A meta para este indicador é 90 %	Qualidade	%	—	74	O resultado médio obtido após a pesquisa realizada em todos os setores, em novembro, foi de 74%, como o prazo para implementação dos indicadores foi considerado curto pela diretoria; o resultado médio de 75% de ações implementadas foi considerado satisfatório. As ações que não foram 100% implementadas, serão replanejadas para a próxima etapa do projeto. Meta não alcançada.		
A14	16	Processos internos	Reduzir custo de produção	Custo de estoque = Custo de pedir + custo de movimentação + custo de manutenção	A meta é reduzir 10% do custo de estoque do 1º semestre.	Expedição/Compras	No	—	—	Foi definido pela diretoria que este indicador será reavaliado quanto a sua importância na estratégia da empresa e implementado se necessário na próxima fase de implementação; foi considerado que a matéria prima de maior consumo e impacto no custo é o minério gipsita, que não é estocado na empresa já que a mineração é própria. E para os produtos acabados, como a produção é puxada, o estoque é o mínimo possível. E quanto a aditivos e insumos o estoque é mínimo, em torno de 10 dias.		
A21	16	Processos internos	Aumentar a produtividade	No de acidentes/hora trabalhada	A meta é reduzir a zero.	Segurança	unidade	Zero	Zero	Indicador implementado. A meta foi alcançada.		
A15	17	Aprendizado e Crescimento	Melhorar a imagem da empresa	No de ação de responsabilidade social	A meta para este indicador é de no mínimo 2 ações sociais por semestre.	Qualidade	No	2	0	Este indicador não foi alcançado, principalmente devido a pandemia do corona virus; a empresa em estudo iniciou 2 ações sociais no primeiro semestre, e outras foram suspensas por causa da pandemia pois foi proibido o contato com as pessoas da entidade beneficiária (idosos). Meta só foi alcançada no primeiro semestre de 2020.		
A16	18	Aprendizado e Crescimento	Melhorar a imagem da empresa	No pessoas impactadas pela ação de responsabilidade social	A meta é impactar 100 pessoas anualmente.	Qualidade	No	80	0	Devido a pandemia do corona virus, não foi atingida a meta. Meta não alcançada.		
A12	19	Aprendizado e Crescimento	Melhorar a integração do colaborador a empresa	Satisfação interna dos colaboradores	A meta é 90%	Administração	%	—	—	Não foi possível realizar a pesquisa; devido ao problema da pandemia os colaboradores do setor administrativo (departamento pessoal), ficaram de recesso até maio, e no retorno estavam com trabalhos atrasados. A diretoria entendeu a importância deste indicador que foi percebido nos setores, com as ações tomadas, mais não houve tempo e recurso para realizar a pesquisa. Segundo a diretoria será priorizada para o 1º semestre de 2021.		

Fonte : Elaborado pelo autor

4.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

Os resultados apresentados neste capítulo, comprovaram a ordenação definida através da modelagem MCDA pelo método FITradeoff, foi assertiva; os indicadores definidos nas 5 primeiras posições, foram decisivos para que o objetivo principal, de aumento de lucratividade e redução do custo no processo produtivo, fossem atingido no prazo definido. O indicador de vendas que está na posição 1, demonstrou um crescimento bastante positivo após as ações tomadas e o aquecimento do mercado da construção civil pós-pandemia do corona vírus. Foi evidenciado que como a produção é puxada, com aumento das vendas, aumentou também o faturamento da empresa em estudo e a produção na mesma proporção; com ações tomadas de redução da perdas e desperdícios na calcinação e produção de blocos, foi verificado uma melhoria nos demais indicadores e no resultado final deste projeto.

A diretoria da empresa em estudo, informou que os indicadores de satisfação interna dos colaboradores e custo de estocagem, serão implementados em uma próxima etapa, pois não houve tempo e recursos suficientes para a implementação dos mesmos neste estudo.

5 CONCLUSÃO

O modelo desenvolvido para análise de priorização de indicadores de desempenho, baseado no *Balanced Scorecard*, associando os objetivos estratégicos da empresa em estudo com os indicadores *lean*, e no método *FITradeoff*, para ordenação desses indicadores, apresentou resultados que corroboraram com os objetivos da empresa de forma assertiva, sendo os indicadores definidos nas primeiras 10 posições decisivos para que o objetivo principal fosse atingido, dentro do tempo programado para implementação dos mesmos.

Importante ressaltar que a elaboração da matriz de avaliação das alternativas, que foi a informação de *input* para o método *FITradeoff* realizada de forma assertiva, de acordo com realidade da empresa gesseira em estudo, foi fundamental para o sucesso da ordenação dos indicadores, como também a ordenação da importância dos critérios para o DM, pois estas duas informações de base, somadas as respostas fornecidas pelo DM durante o processo de elicitação, modificam completamente o diagrama de Hasse, quando a matriz não é preenchida com as informações corretas.

O apoio da diretoria, dos colaboradores da empresa e o conhecimento sobre o sistema de gestão da empresa pelo DM, foram importantes para o sucesso da implementação dos indicadores no prazo definido conforme o planejamento realizado pelo DM e líderes setoriais.

Com a implementação dos indicadores *lean*, na ordenação correta, a empresa gesseira conseguiu atingir o objetivo principal deste trabalho, atingindo a partir de julho sua meta de faturamento e com a redução de seus gargalos e desperdícios no processo produtivo, conseguiu atingir a meta de lucratividade acima da meta de 8%, a partir de junho, resultado que não era alcançado desde 2018.

Foi evidenciado resultados positivos expressivos, no setor de calcinação, como o aumento da produtividade média de gesso em torno de 16 % para fábrica 7 e 31% para fábrica 5; uma redução de desperdício da matéria-prima gipsita em torno de 62% ,uma redução no consumo de energia kWh por tonelada de gesso produzido para fábrica 7 em torno de 14% e para fábrica 5 em torno de 9,3%; e para a unidade de fabricação de blocos uma redução no consumo de energia de 85%, um aumento de produtividade em torno de 76%; e uma redução nos blocos e produtos de gesso não conformes em torno de 67%, além destes resultados do processo, observou-se que o início das ações sociais, além de ajudar a imagem da empresa tanto na comunidade local, como com clientes externos; foi observado também o envolvimento dos

colaboradores nas ações, sociais, evidenciando uma melhoria de satisfação do colaborador interno.

Dos 23 indicadores que foram definidos e planejados para implementação na empresa gesseira em estudo, apenas 2 indicadores (em torno de 9%) planejados não foram implementados, 8 indicadores (em torno de 35%) foram implementados e atingiram as metas, 6 indicadores (em torno de 26%) ficaram próximos a meta, e apenas 7 indicadores (em torno de 30%) não atingiram as metas, foram evidenciadas reuniões com os coordenadores das áreas e o DM, e abertos RACP's com ações para que os indicadores que não atingiram suas metas, possam atingir em 2021. Os indicadores que tiveram a meta atingida, a diretoria informou ao DM que na reunião de análise crítica anual de desempenho que ocorre no início do ano, estas metas serão reavaliadas, e se necessário redefinidas, visando o atendimento aos objetivos estratégicos do BSC da organização.

Ademais, houve agregação de valor a imagem corporativa da empresa gesseira em estudo, uma vez que os indicadores e práticas *lean* tem impacto sustentável positivo pela eliminação dos gargalos e resíduos gerados no processo, as ações sociais implementadas e o conhecimento adquirido do sistema *lean*, modelo BSC e o método de ordenação MCDA – *Fitradeoff* que será repassado através de treinamento realizado pela gestora da empresa para sua liderança.

5.1 IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL

Com a implementação dos indicadores *lean*, a empresa gesseira em estudo agregou valor a sua imagem corporativa, uma vez que os indicadores e práticas *lean* tem impacto positivo sócio ambiental, com a redução dos seus resíduos e desperdícios gerados ao longo do seu processo produtivo. Evidenciado redução nas perdas de gipsita no processo de calcinação (colocação de esguichos e manutenção das esteiras transportadoras do minério britado), redução de blocos quebrados resíduo do processo de fabricação de blocos (realizado treinamento na equipe para melhor manusear os blocos) e de sacos estourados gerados no ensacamento do gesso (realizado treinamento da equipe e manutenção nos bicos das ensacadeiras). Evidenciado melhoria interpessoal entre seus colaboradores, com implementação de ações sociais na comunidade local em parceria com a Paróquia Católica local e treinamento da comunidade na capacitação para construção de paredes de gesso, além de treinamentos e palestras realizadas para implementação das práticas *lean* com os colaboradores da empresa. O impacto econômico deste estudo na empresa, foi bastante expressivo; a empresa teve um aumento de 230% no seu

lucro líquido médio no 2º semestre de 2020, comparando com o 1º semestre, teve suas metas de faturamento e vendas de gesso atendidas, após 5 anos de crise econômica, operando a empresa com prejuízos.

5.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE FUTUROS TRABALHOS

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, surgiram idéias de trabalhos futuros, como a aplicação deste modelo em outros tipos de processo industrial, inclusive em mineração, visando cada vez mais validar este método *FITradeoff* para processos de elicitação na indústria que implementa indicadores de desempenho *lean*; e outra sugestão de trabalho é a adaptação do *software* utilizado no método *FITradeoff* para sistema operacional MAC OS.

Outra idéia que surgiu ao longo deste estudo, foi um estudo sobre a influência nos resultados dos indicadores *lean* (com aplicação do método *FITradeoff* para ordenação) com a implementação da prática de gestão á vista (ferramenta *lean* muito importante) que, no caso da empresa gesseira em estudo, não houve tempo hábil para implantar.

A empresa gesseira deste estudo de caso, deve analisar e estudar as causas de insucesso dos indicadores que não foram implementados ou implementados parcialmente, verificando sua importância no atendimento aos objetivos estratégicos, definidos no seu BSC; e a complexidade no contexto em que a empresa está no APL do gesso. Outro trabalho futuro é um estudo detalhado da eficiência do plano de custeio da empresa em estudo no processo de gestão industrial após a implantação do sistema *lean*.

As limitações verificadas neste estudo foram:

- 1- Tempo curto (maio a novembro) para implementação de 23 indicadores de desempenho *lean*, mesmo a empresa já tendo na sua cultura organizacional o conhecimento de sistema *lean* e da ISO 9001 conhecidos pelos colaboradores e pela alta direção;
- 2- Recursos financeiros e humanos reduzidos ;
- 3- O *software* do método *FITradeoff* não funciona em sistema operacional MAC DOS, muito utilizado na empresa em estudo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M., ALVES, A., MOREIRA, F. Lean-green model for eco-efficient and sustainable production. **Energy**, v.137, p.846-853, 2017.
- AGUADO S, ALVAREZ R, DOMINGO R. (2013), Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation. **Journal of Cleaner Production**, 47, 141-148.
- ALVES J, ALVES J (2015), production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. **International Journal of Production Research**, 53: 5320-5333.
- ANGELERI, F.B.; CARDOSO, S.R.; SANTOS, P. S. As Gipsitas brasileiras e sua aplicação como gesso na indústria cerâmica-Parte I, *Cerâmica*, 28 (156), p.471-479, 1982.
- ASGARI, N., DARESTANI, S. Application of multi-criteria decision making methods for Balanced Scorecard: a literature review investigation. **International Journal Services and Operations Management**, v. 27, p. 262–283, 2017.
- AZEVEDO S., CARVALHO H., DUARTE S., CRUZ-MACHADO V., Influence of Green and lean upstream supply chain management practices on business sustainability. *IEE Transactions on Engineering Management*, 59, 753-76, 2012.
- BAINES, T., LIGHTFOOT, H., STEVE, E., NEELYy, A., GREENOUGH, R., PEPPARD, J. State-of-art in product-service systems. **Journal of Engineering Manufacture: Proceedings of the institution of mechanical engineers Part B**, v.2 21(10), p.1543-1552, 2007.
- BARNES, R. M.. Estudo de Movimento e de Tempos :Projetos e Medidas de Trabalho, Tradução por Sérgio Luiz Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallotta, da 6o edição Americana, Editora Edgard Blucher Ltda, 1977.
- BENACHOUR, M.; PERES, L. S.; SANTOS, V.A. Gesso: Produção e Utilização na construção civil. Sebrae - Recife: **Editora e Gráfica MXM**, 2008.
- CARDOZA, E., CARPI . NETTI, L.,C.,R. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. **Universidade Federal de Santa Catarina**, ISSN 1676-1901, vol.5, nº2, 2005.
- CARRILLO, P., ROSELLI, L., FREJ, E., DE ALMEIDA, A. Selecting na agricultural technology package based on the flexible and interactive tradeoff method. **Annals of Operations Research**, s.v., s.p., 2018.
- CIRINO, S.R.A., GONÇALVES, H.S., QUEIROZ,J.V., HÉKIS,H.R. Sistema de produção enxuta: analisando práticas adotadas em uma indústria têxtil paraibana. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru,Ano 8 , nº1, p. 9-21, 2013.
- DA ROCHA, C., SATTLER, M. A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economical and legal factors. **Resources Conservation and Recycling**, v.54, p.104-112, 2009.

DE ALMEIDA, A., DE ALMEIDA, J., COSTA, A., DE ALMEIDA FILHO, A. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. **Journal of Operational Research**, v.250, p.179-191, 2016.

DE ALMEIDA, J., FREJ, E., KANG, T., DE ALMEIDA, A. Análise dos resultados do método fitradeoff através de simulação. In: **Anais do XLVIII SBPO (Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional)**. Vitória, ES, 27 a 30 de setembro de 2016.

DE OLIVEIRA, A. C. N. I., SILVA, W. D.O., MORAIS, D.C., Priorização de Indicadores de Desempenho *Lean* para Indústria Gesseira utilizando o *Balanced Scorecard* e o FITradeoff, **Anais do XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Foz do Iguaçu, Paraná, 2020.

DE OLIVEIRA, A. C. N. I., SILVA, W. D.O., MORAIS, D.C., Análise de indicadores de desempenho lean para a indústria gesseira baseada no Balanced Scorecard e FITradeoff, **INSID** (INnovation for Systems Information and Decision meeting, 2020.

DENNIS, PASCAL. Produção Lean Simplificada [recurso eletrônico. Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia. - 2.ed. - Dados eletrônicos. - Porto Alegre : Bookman, 2008.

FREJ, E., DE ALMEIDA, A., COSTA, A.. Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. **Operational Research**, v. 19, p. 1-22, 2019.

FREJ, E., ROSELLI, L., DE ALMEIDA, J., DE ALMEIDA, A. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. **Mathematical Problems in Engineering**, s.v, p. 1- 9, 2017.

GIANNOPOULOS, G., HOLT, A., KHANSALAR, E., CLEANTHOUS, S. The Use of the Balanced Scorecard in Small Companies. **International Journal of Business and Management**, v. 8, p. 1-22, 2013.

GUSMÃO, A., MEDEIROS, C. A Model for Selecting a Strategic Information System Using the FITradeoff. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2016, p.1-7, 2016.

HANSEN, E., SCALTEGGER, S. The Sustainability balanced scorecard: a systematic review of architectures. **Journal of Business Ethics** v.133, p.193-221, 2016.

HILSDORF, W.C. LOPES, A. P. V. B. V., CITTATINI C., GHISINI J.S., Application of Lean Manufacturing Tools: Case Study in a Re- manufacturing Industry, **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 19, n. 1, p. 640-667, 2019.

HUANG, T., PEPPER, M., BOWREY, G. Implementing a Sustainability Balanced Scorecard to Contribute to the Process of Organisational Legitimacy Assessment. **Journal of Business Finance & Accounting**, v. 8, p. 15– 34, 2014.

ITEP. Instituto de Tecnologia de Pernambuco. **Centro Tecnológico do Gesso: Pólo Gesseiro do Araripe**. Site institucional. Recife-PE, 2006.

- KANG, T., SOARES JÚNIOR, A., DE ALMEIDA, A. Evaluating electric power generation technologies: A multicriteria analysis based on the FITradeoff method. **Energy**, s.v,s,p,2018.
- KAPLAN, R., NORTON, D. The balanced scorecard— Measures that drive performance. **Harvard Business Review**, v.70, p.71–79, 1992.
- KAPLAN, R., NORTON, D. A Estratégia em Ação - Balanced scorecard – **Campus** ,1997.
- KEENEY, R. **Value focused thinking**. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- LEUNG, L., LAM, K., CAO, D. Implementing the balanced scorecard using the analytic hierarchy process & the analytic network process. **Journal of the Operational Research Society**, v.57, p.682–691, 2006.
- MALGWI A.A.; DAHIRU H. Balanced Scorecard financial measurement of organizational performance: A review. **IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)**, Volume 4, Issue 6. (Jul-Aug. 2014), PP 01-10.
- MENDES, JAJ, FREJ, EA; DE ALMEIDA, A T; DE ALMEIDA, JA; Evaluation of Flexible and Interactive Tradeoff Method Based on Numerical Simulation Experiments. *Pesquisa Operacional* 40: e231191 p.1-25. DOI: 10.1590/0101-7438.2020.040.00231191,2020.
- MOURTIZ, D.; FOTIA, S.; VLACHOU, E.(2017), Lean rules extraction methodology for lean PSS design via key performance indicators monitorins. **Journal of Manufacturing Systems**, v.42, p. 233-243.
- MOREIRA, F. A. DE LUCCA, PESSOA, M.N.M., CABRAL, A.C.DE AQUINO, DOS SANTOS, S.M.,ROLDAN, V.P.S., Fatores críticos na implantação do balanced scorecard-bsc. *R. eletr. estrat. neg.*, Florianópolis, v.5, n.3, p.57-89, set./dez. 2012
- PAMPANELLI A, FOUND P, BERNARDES A.(2014), A lean green model for a production cell. **Journal of Cleaner Production**, 85, 19-30.
- PATIL M. VIKRAM, BHATWADEKAR S.G.,KADANE S.M., DR. MANDAVE H.A. . Value stream mapping: simulation approach . **International Journal of Emerging Technologies and Applications in Engineering, Technology and Sciences (ij-eta-ets)** , issn: 0974-3588, 2014.
- PERGHER, I.,FREJ, E., ROSELLI, L., DE ALMEIDA, A. Integrating simulation and FITradeoff method for scheduling rules selection in job-shop production systems. **International Journal of Production Economics**, 227, (2020) ,107669 .
- OHNO, T. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: **Bookman**, 2004.
- RAVI, V., SHANKAR, R., TIWARI, M. Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 48, p.327–356, 2005.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: **Lean Enterprise Institute**, 2003.

SANCHEZ, A.M., PEREZ, M.P., Lean indicators and manufacturing strategies, **Int. J. of Op & Prod. Management**, v.21, n.11,p.1433-1451,2001.

SATOLO, E. G., HIRAGA, L. E. M., ZOCCAL, L.F., GOES, G.A., LOURENZANI,W.L. , PEROZINI P. H. , Techniques and Tools of Lean Production: Multiple Case Studies in Brazilian Agribusiness Units. **Gestão & Produção**, 27(1), e3252, 2020 | <https://doi.org/10.1590/0104-530X3252-20> .

SINDUSCON-MG, Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais. **Assessoria de Comunicação**. Site institucional. Belo horizonte-MG, 2019.

SILVA JUNIOR, C.E.B.; FERREIRA R.J.P., Modelo multicritério para seleção de indicadores de desempenho para empresas de transporte com base no BSC e no FITradeoff, **INSID** (INnovation for Systems Information and Decision meeting, 2019.

VECCHIA, F.,VOLQUIND, R., FERNANDES, E., SILVEIRA, F.,SANTOS, B., AMARAL, F. ,Práticas *lean* nos processos produtivos industriais: ações para redução de custos e resíduos de matéria-prima. **Exacta**, 18(1), 1-15, 2019.

VERRIER, B., ROSE, B., CAILLAUD, E. (2016), Lean and Green strategy: the lean and Green house and maturity deployment model. **Journal of CleanerProduction**, v.116, p.150-160.