

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS
NÍVEL MESTRADO**

MARIA ALDILÉIA SILVA DE MELO

**GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS BASEADA NA PROGRAMAÇÃO
MATEMÁTICA NO SETOR CERÂMICO ESTRUTURAL**

Porto Alegre/RS

2020

MARIA ALDILÉIA SILVA DE MELO

**GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS BASEADA NA PROGRAMAÇÃO
MATEMÁTICA NO SETOR CERÂMICO ESTRUTURAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof^a Dra. Taciana Mareth
Coorientador: Prof^o Dr. André L. Korzenowski

Porto Alegre/RS

2020

M528g Melo, Maria Aldiléia Silva de.

Gestão estratégica de custos baseada na programação matemática no setor cerâmico estrutural / por Maria Aldiléia Silva de Melo. – 2020.

81 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Porto Alegre, RS, 2020.

Orientadora: Dra. Taciana Mareth.

Coorientador: Dr. André L. Korzenowski.

1. Gestão estratégica. 2. Determinantes de custos.
3. Programação linear. I. Título.

CDU: 657.47

MARIA ALDILÉIA SILVA DE MELO

**GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS BASEADA NA PROGRAMAÇÃO
MATEMÁTICA NO SETOR CERÂMICO ESTRUTURAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof^a Dra. Taciana Mareth

Coorientador: Prof^o Dr. André L. Korzenowski

Aprovada em 16 de dezembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Clóvis Antônio Kronbauer - UNISINOS

Prof. Dr. Nelson Hein - FURB

Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves - UNISINOS

Ao meu amado filho Davi Luís Fernandes de Melo.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pelo Dom da Vida. Ele que é meu consolo, força nas minhas dificuldades, luz que ilumina minha vida, pois tudo o que alcancei até aqui foi por meio de sua infinita bondade e misericórdia.

A minha família que sempre esteve presente me incentivando e apoiando agradeço incansavelmente, especialmente ao meu esposo Evandro Fernandes de Oliveira e minha querida mãe Maria do Socorro Silva de Melo, foram os dois pilares que me sustentaram até o fim dessa jornada.

Agradeço aos meus colegas de turma pelas nossas parcerias, principalmente a Elizane Pereira Mesquita, Sileide Graciliano, Mayane Tiara, Rudney Felipe e Valdenes Pacheco.

Agradeço a todos os professores e coordenação do PGG em nome do professor Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves e ao coordenador da nossa turma Prof. Dr. Clóvis Antônio Kronbauer, pois destes tivemos compreensão, carinho, força, amizade e uma orientação particular “não desistam nunca”.

Em especial quero agradecer a minha orientadora Prof^a Dra. Taciana Mareth e coorientador Prof^o Dr. André L. Korzenowski que não mediram esforços para chegarmos à linha de chegada.

Ao professor da Banca de Qualificação e Defesa da Dissertação, Prof. Dr. Nelson Hein pelas contribuições relevantes e decisivas para a finalização do trabalho.

A UNISINOS por ter proporcionado o conhecimento e conquista de realizações, por meio do trabalho e dedicação de seus colaboradores em especial a Carolina Fleischer.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente confiaram na minha capacidade, que sempre me desejaram sucesso e incentivaram-me na busca da realização de um grande sonho, há todos, muito OBRIGADA!

"O segredo do sucesso não é prever o futuro, é criar uma organização que prosperará em um futuro que não pode ser previsto." (Michael Hammer).

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar a contribuição de um modelo de programação matemática na gestão dos determinantes de custos em uma indústria de transformação de cerâmica estrutural. A pesquisa foi desenvolvida como estudo de caso único, de natureza aplicada, abordagem quanti-qualitativa e descritiva. Para a coleta dos dados foi utilizado o protocolo de estudo de caso, estruturado a partir da visão geral da pesquisa. Como procedimento de campo foram realizadas entrevistas, visitas in loco e coleta de informações documentais. Concluiu-se que o determinante da qualidade pode ter maior influência nas operações, pois ao final do processo produtivo ocorre uma redução no faturamento da indústria impactado pelas saídas dos produtos. Considerando este fator, a implementação da mudança no “mix de produtos” pode não ser benéfica na atualidade, devido ao aumento na proporção de produtos de segunda e terceira linha. Isso implica em reestruturação e investimentos em recursos produtivos para melhorar o desempenho deste determinante para validação dos modelos propostos. A partir da simulação dos cenários de produção pela modelagem matemática e operando em suas condições produtivas atuais, a indústria cerâmica poderá alterar seu mix de produção e aumentar a margem de contribuição em R\$ 48.068,81.

Palavras-chave: Gestão Estratégica, Determinantes de Custos e Programação Linear.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the contribution of a mathematical programming model in the management of cost determinants in a structural ceramic transformation industry. The research was developed as a single case study, of an applied nature, quantitative-qualitative and descriptive approach. For data collection, the case study protocol was used, structured from the research overview. As a field procedure, interviews, on-site visits and collection of documentary information were carried out. It was concluded that the quality determinant may have a greater influence on operations, since at the end of the production process there is a reduction in the industry's revenue impacted by the outputs of the products. Considering this factor, the implementation of the change in the "product mix" may not be beneficial today, due to the increase in the proportion of second and third line products. This implies restructuring and investments in productive resources to improve the performance of this determinant for the validation of the proposed models. Based on the simulation of production scenarios by mathematical modeling and operating under their current production conditions, the ceramic industry will be able to change its production mix and increase the contribution margin by R \$ 48,068.81.

Keywords: Strategic management, Cost Determinants, Linear Programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma Cerâmica Vermelha.....	47
Figura 2 - Representação da cadeia de valor da indústria cerâmica.....	51
Figura 3 – Modelagem Matemática no Software LINDO.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Papel da informação contábil nas fases das estratégias	20
Quadro 2 – Conceitos de <i>cost drivers</i>	22
Quadro 3 – Determinantes de Custos Estruturais.....	23
Quadro 4 – Determinantes de Custos de Execução.....	24
Quadro 5 – Análise dos determinantes de custos estruturais em empresas industriais	25
Quadro 6 – Análise dos determinantes de custos de execução em empresas industriais	27
Quadro 7 – Protocolo do Estudo de Caso	40
Quadro 8 – Elementos que caracterizam os determinantes de custos	42
Quadro 9 – Determinantes de Custos de Execução.....	50
Quadro 10 – Variáveis de decisão do modelo	60
Quadro 11 – Estratégias da organização x contribuição do modelo matemático	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudos sobre determinantes de custos.....	30
Tabela 2 – Fases da Pesquisa Operacional.....	31
Tabela 3 – Estudos Programação Linear.....	34
Tabela 4 – Estudos em Pesquisa Operacional aplicados em Indústrias Cerâmicas.	37
Tabela 5 – Fases do Modelo Matemático de Programação Linear.....	43
Tabela 6 – Produção diária de peças cerâmicas.....	54
Tabela 7 – Custo da argila por produção mensal.....	54
Tabela 8 – Custo mensal de mão-de-obra direta do processo produtivo.....	55
Tabela 9 – Custos indiretos do processo produtivo (mensal)	55
Tabela 10 – Capacidade produtiva dos fornos	56
Tabela 11 – Custo/despesa mensal de queima da produção	57
Tabela 12 – Custo mensal de manutenção e equipamentos de segurança	57
Tabela 13 – Custos de depreciação	58
Tabela 14 – Despesa fixa mensal.....	58
Tabela 15 – Demonstração do Resultado pelo Custeio variável (milheiro).....	59
Tabela 16 – Demonstração do Resultado pelo Custeio por absorção (milheiro).....	59
Tabela 17 – Histórico das demandas médias de cada produto	62
Tabela 18 – Resultado parcial da simulação 01 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição	64
Tabela 19 – Resultado parcial da simulação 02 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição	64
Tabela 20 – Resultado parcial da simulação 03 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição	66
Tabela 21 – Resultado parcial da simulação 04 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição	67
Tabela 22 – Resultado parcial da simulação 05 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição	67
Tabela 23 – Margem de Contribuição Total (MCT).....	68
Tabela 24 – Margem de Contribuição por linha de produto (milheiro).....	69
Tabela 25 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 01 (MCu).....	69
Tabela 26 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 02 (MCu).....	70
Tabela 27 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 03 (MCu).....	70

Tabela 28 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 04 (MCu)..... 71

LISTA DE SIGLAS

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica
ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica
BA – Business Analytics
CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
DDS – Dialogo Diário de Segurança”
EPIS – Equipamentos de Proteção individual
GEC – Gestão Estratégica de Custos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LO – Licença de Operação
MC – Margem de Contribuição
MCu – Margem de Contribuição Unitária
MTC – Margem de Contribuição Total
NATURATINS – Instituto Natureza do Tocantins
PIA – Pesquisa Industrial Anual
PL – Programação Linear
PO – Pesquisa Operacional
SCM – *Strategic Cost Management*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA.....	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	15
1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO	16
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS	19
2.1.1 Determinantes de Custos	21
2.1.2 Estudos anteriores sobre determinantes de custos.....	25
2.2 PESQUISA OPERACIONAL.....	30
2.2.1 Programação Linear: conceitos e aplicações.....	31
2.2.2 Estudos Anteriores Programação Linear.....	32
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	39
3.2 ESTUDO DE CASO.....	39
3.3 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS	40
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	44
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46
4.1 PROCESSO PRODUTIVO DA CERÂMICA VERMELHA	46
4.1.1 Retrabalhos e perdas.....	49
4.2 DETERMINANTES DE CUSTOS DAS CERÂMICAS VERMELHAS.....	49
4.2.1 Apuração de custos, despesas e resultados	53
4.3 APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR	60
4.3.1 Análise e resolução de Problemas	62
4.3.2 Comparação de resultados operados x resultados simulados	68
4.4 RESULTADOS DO MODELO MATEMÁTICO X ESTRATÉGIAS VIGENTES DA INDÚSTRIA.....	71
5 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

Apresenta-se nesse capítulo a contextualização e problema da pesquisa, os objetivos, a justificativa e relevância do estudo, sua delimitação e estrutura.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA

Pela celeridade das mudanças que ocorrem no ambiente empresarial, as organizações devem utilizar-se de modelos de gestão que possam sustentar a continuidade de seus empreendimentos (FIGUEIREDO et al., 2019). O processo de gestão de negócios tornou-se complexo pela necessidade de os gestores tomarem decisões que contribuam para o crescimento da organização e conseqüentemente mantenham sua solidez e competitividade no mercado (GLIAUBICAS; KANAPICKIENE, 2015).

Definida por Lauschner e Beuren (2004) como um sistema de informação, a gestão estratégica de custos é utilizada para a tomada de decisão tanto ao nível estratégico como operacional, dessa forma buscando viabilizar o gerenciamento dos recursos produtivos da organização. Gliaubicas e Kanapickiene, (2015) descrevem que o uso da gestão estratégica de custos permite as organizações a manterem uma estrutura organizacional equilibrada, alinhar as necessidades competitivas e tomar de decisões eficazes baseadas nessa gestão (SHANNON; DEKKER, 2009). A fim de sustentar a tomada de decisões da organização, os gestores devem utilizar-se informações completas, ou seja, que compreendam todo o contexto empresarial a qual está inserido (BARBOSA, 2014).

Nesse contexto do levantamento de informações o estudo aponta a relevância do uso de um modelo matemático utilizado para modelagem de problemas reais no intuito de encontrar soluções ótimas para os respectivos problemas (MATOSHIMA; EMIDIO; FRACAROLLI 2014). No aspecto da gestão estratégica de custos, a modelagem matemática pode ser empregada como instrumento de gestão para às mais diversas áreas de negócios, uma vez que a mesma tem como característica a resolução de problemas de alocação e distribuição de recursos (RUBERTO et all, 2012) que no caso de empresas industriais pode ser benéfico quando houver necessidade de mudanças significativas em seu processo produtivo (LAUSCHNER; BEUREN, 2004). Carastan (1995) relata que que o modelo matemático de

programação linear utilizado a partir das informações de custos é útil para fins de planejamento de produção e controle de recursos escassos.

Diante do exposto o estudo propõe o alinhamento da gestão estratégica de custos - GEC com a modelagem matemática de programação linear, esta que surgiu como um método científico para auxiliar no processo de tomada de decisão. (SILVA et. al, 1998). Nesse sentido a problemática do estudo busca identificar: qual a contribuição de um modelo de programação matemática para a gestão estratégica de custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural?

1.2 OBJETIVOS

Para responder o problema da pesquisa foram traçados os objetivos a seguir:

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a contribuição de um modelo de programação matemática para a gestão estratégica de custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Elencar os determinantes dos custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural;
- b) Propor um modelo de programação matemática para uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural;
- c) Analisar os resultados do modelo proposto em contrapartida as estratégias vigentes em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo proposto sobre a contribuição de um modelo de programação matemática para a gestão estratégica de custos traz algumas limitações:

- a) Na gestão estratégica de custos o foco será a identificação e análise dos determinantes de custos;
- b) O modelo matemático a ser construído abrange de forma específica o uso da programação linear (PL) limitando-se até a fase de validação, uma vez que o modelo não será implantado neste momento;
- c) O estudo não abordará o tema de custos/gestão ambiental.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A pesquisa busca evidenciar que as organizações empresariais estão inseridas em ambientes altamente competitivos e que o uso de informações tempestivas seja crucial para a sobrevivência das mesmas (PEREIRA et al., 2011). Para tanto, a escolha desse tema decorre da necessidade de avaliar a contribuição de um modelo de programação matemática para a gestão estratégica de custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural também denominada cerâmica vermelha.

Este setor realiza a fabricação de tijolos, telhas, blocos, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas vazadas, utilizados na construção civil e/ou uso doméstico, sua característica deve a coloração avermelhada desses itens (ABCERAM, 2016). Os dados da última pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018) destacados na Pesquisa Industrial Anual (PIA – Empresa), de um total de 303.066 indústrias de transformação no Brasil em 2016, aproximadamente 6.903 unidades são do setor cerâmico estrutural. Conforme a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER, 2016) esse segmento representa 4,8% da indústria da construção civil, possuem um faturamento anual de R\$ 18 bilhões de reais e geram cerca 293 mil empregos diretos e 900 mil indiretos.

Considerando que para as empresas do ramo industrial o gerenciamento deve ocorrer por meio da mensuração das informações de custos extraídas de suas operações (Perez Jr; Oliveira, Costa, 2012) a prática da gestão estratégica de custos viabiliza uma análise mais consistente das informações, principalmente quando se trata de processo produtivo, podendo, assim ser estabelecido estratégias complementares ao seu desenvolvimento a partir de sua própria GEC (HENRI; BOIRAL; ROY, 2016).

Considerando a justificativa aplicável do estudo, destaca-se que “as atividades exercidas nas cerâmicas envolvem a programação da produção e o processo de distribuição das operações” (SANTOS e SANTOS, 2018, p. 2), portanto, a adoção das práticas da gestão estratégica de custos poderão manter o equilíbrio de sua estrutura de custos no intuito de minimizar custos, maximizar seu lucro e gerar resultados satisfatórios para a organização (APAK et al., 2012; SHANNON, 2006) que poderá ser baseada no uso de ferramentas da pesquisa operacional através de seus instrumentos e técnicas subsidiando a organização a uma correta tomada de decisão (SIQUEIRA et al. 2009).

Para o setor cerâmico o referido estudo poderá contribuir de forma significativa no processo de gestão, uma vez que, dados da Associação Brasileira das Cerâmicas (ABCERAM, 2016) apontam que o setor das indústrias cerâmicas apresentam uma grande deficiência nos processos de gestão, nesse caso, necessitando de estudos avançados que além de contribuir para o conhecimento empírico, possam testar a implantação de modelos como o uso da pesquisa operacional para melhoria de resultado e crescimento dessas organizações. Dessa forma, o alinhamento da Gestão Estratégica dos Custos – GEC com a ferramenta matemática (programação linear) poderá beneficiá-la na tomada de decisão eficaz a partir da otimização e evolução dos seus processos de produção e maximização de resultados a fim de manter-se competitiva no mercado e dar, continuidade ao empreendimento.

No levantamento de estudos que tratam da aplicação da pesquisa operacional em conjunto com a gestão estratégica de custos foram identificados dois estudos aplicado em indústrias do setor cerâmico, demonstrando assim que ainda são pouco comuns estudos com essa temática. Os referidos estudos por mais que foram realizados em empresas do setor cerâmico não objetivaram o gerenciamento em si do processo de produção, mas sim a formulação de massas cerâmicas adequadas para a produção de telha e outro utilizou a programação matemática para buscar a redução de custos de transportes de pedidos. Vale ressaltar que além da pesquisa operacional, foi utilizado outros métodos de forma simultânea, assim não apresentando de forma direta as contribuições da aplicação da PO na gestão estratégica de custos.

Nota-se ainda que existe uma variedade de estudos que abordam o mapeamento de custos e processos ou a própria gestão de custos em empresas do

setor cerâmico, no entanto, o trabalho se diferencia dos demais por adotar um dos pilares da GEC como fator de determinante para levantar as informações de custos do processo operacional e análise de estratégias, associando os dados a um modelo matemático será para simular cenários baseados na realidade da empresa e que possam de fato resultar em uma tomada de decisão coerente no momento atual ou futuramente como sugere os autores Siqueira et al. (2009).

Para o contexto da contribuição acadêmica Pinto (2011) sugere a realização de pesquisas em empresas do setor industrial para que seja identificado a forma de atuação das mesmas no que se refere ao mapeamento e controle dos custos e como a gestão estratégica de custos pode contribuir para seu modelo de gestão, uma vez que as mesmas possuem diversas limitações/restrições, nesse sentido, enfatiza-se a relevância desse estudo, haja visto que a aplicação de um modelo matemático é de extrema utilidade quando se trata do fator “limitações”.

Ainda no contexto da relevância acadêmica, o trabalho demonstra a conciliação da aplicação dos métodos quantitativos em conjunto a Contabilidade de Custos, por ser considerada como uma ferramenta eficaz para resolução de problemas em Contabilidade e Finanças, propondo dessa forma uma ampliação nas práticas tradicionais utilizadas na área de Ciências Contábeis para a tomada de decisão das organizações (SOARES; NAGANO; RIBEIRO, 2007; PEREIRA, 2014).

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. No capítulo um é exposto a contextualização e problema da pesquisa, objetivo geral e específicos, justificativa e relevância, delimitação do estudo e estrutura da dissertação.

No capítulo dois é discorrida a revisão de literatura acerca dos pontos principais do trabalho: Gestão Estratégica de Custos com ênfase nos determinantes de custos e modelo matemático de programação linear que faz parte da pesquisa operacional. O capítulo ainda é composto pelos estudos anteriores relativos a cada tema central.

No capítulo três é discorrido sobre os procedimentos metodológicos, detalhando sobre o tipo da pesquisa/estudo, coleta, tratamento e análise dos dados. No quarto capítulo são descritas e apresentadas as análises dos resultados. O quinto capítulo discorre sobre as considerações finais sobre o trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão de literatura acerca dos objetivos do estudo dividido em: gestão estratégica de custos com foco nos determinantes de custos; pesquisa operacional com ênfase na programação linear e o levantamento de estudos semelhantes ao trabalho desenvolvido.

2.1 GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS

Diante das diversas necessidades das organizações empresariais em manterem-se competitivas no mercado (SOUZA, SILVA e PILZ, 2010), Wittmann et al. (2012) destacam sobre o desuso da simples gestão de custos que atende especificamente ao aspecto operacional. As informações de custos começam a ser utilizadas de forma gerencial, retratando o gerenciamento de estratégias por meio da análise: da cadeia de valor, de posicionamento estratégico e dos direcionadores de custos. A isto chamou-se de Gestão Estratégica de Custos (SCM – *Strategic Cost Management*) (SKANK; GOVINDARAJAN, 1995).

Martins (2018) reforça que a expressão Gestão Estratégica de Custos (GEC) refere-se à integração dessas informações gerenciais com o processo de gestão de custos pela necessidade de as empresas sobreviverem diante alta competitividade do mundo globalizado. Skank e Govindarajan (1997, p. 4) complementam afirmando que a GEC é “uma análise de custos vista sob um contexto mais amplo, em que os elementos estratégicos se tornam mais conscientes, explícitos e formais”.

No estudo de Cavalcanti; Ferreira; Araújo (2013) é apontado que deve existir uma integração entre o posicionamento estratégico e a gestão de custos, essa integração proporcionará um alinhamento das estratégias da organização e a forma como é conduzido o seu gerenciamento podendo haver influências entre estratégias e desempenho (CATÂNIO, 2017).

Ressalta-se ainda, que “os dados de custos são usados para desenvolver estratégias superiores a fim de obter uma vantagem competitiva sustentável” (SHANK e GOVINDARAJAN, 1995, p. 4). As informações contábeis, neste contexto, apoiam o desenvolvimento e a implementação destas estratégias em cada um dos seus estágios, conforme é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Papel da informação contábil nas fases das estratégias

Processo cíclico e contínuo de:	Papel da informação contábil
1) Formular estratégias	Informação contábil é a base da análise financeira, que é um aspecto do processo de avaliação das alternativas estratégicas. Estratégias que não sejam financeiramente exequíveis ou que não produzam retornos financeiros adequados não podem ser estratégias apropriadas.
2) Comunicar estas estratégias por toda a organização	Os relatórios contábeis constituem uma das formas importantes através das quais a estratégia é comunicada por toda a organização. Bons relatórios contábeis são, assim, relatórios que centram a atenção naqueles fatores que são fundamentais para o sucesso da estratégia adotada.
3) Desenvolver a pôr em prática táticas para implementar as estratégias	Táticas específicas devem ser desenvolvidas para apoio da estratégia global e depois conduzidas ao término. A análise financeira, baseada na informação contábil, é um dos elementos-chave para decidir que programas táticos serão mais eficazes para ajudar uma empresa a atingir suas metas estratégicas.
4) Desenvolver e implementar controles para monitorar etapas da implementação e depois o sucesso e alcance das metas estratégicas	Monitorar o desempenho dos gerentes ou das unidades empresariais geralmente depende em parte da informação contábil. O papel dos custos padrões, orçamentos de despesas e planos de lucros anuais funcionando como base para avaliação de desempenho é bem aceito nas empresas em todo o mundo. Estas ferramentas devem ser explicitamente adaptadas para o contexto estratégico da empresa para que possam ser úteis ao máximo.

Fonte: Adaptado de Shank e Govindarajan (1995, p. 5)

Uma vez que a contabilidade gerencial tradicional não dispõe de suporte para a análise financeira voltada para a gestão estratégica, o surgimento da GEC se deu por esta necessidade. O resultado é uma mistura de três temas, todos baseados na literatura especializada em gestão estratégica, conforme Shank e Govindarajan (1995): análise da cadeia de valor, análise do posicionamento estratégico e análise dos determinantes de custos.

A Cadeia de Valor é definida como o conjunto de atividades criadoras de valor que abrange desde o início de um processo até a entrega do produto ou serviço ao consumidor (SKANK; GOVINDARAJAN, 1997). Porter (1989, p. 33) conceitua empresa como “uma reunião de atividades que são executadas para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar seu produto” e, dessa forma, a cadeia de valor corresponde à visão integrada de todo processo empresarial (MARTINS, 2018). Partindo desse pressuposto, Silva (2001) fundamenta que a criação de valor representa o conjunto de benefícios que são entregues aos clientes, por meio da execução das diversas atividades desenvolvidas na empresa. Para Wrubel et al. (2011, p. 4) “a cadeia de valor é um importante referencial para a tomada de

decisões na gestão estratégica, pois envolve acontecimentos externos à empresa, mas que impactam suas operações e custos”.

Conforme Shank e Govindarajan (1997), o posicionamento estratégico não pode ser visto apenas como a mera escolha de uma alternativa ou outra em uma determinada situação, mas deve levar em consideração o uso da informação da contabilidade de gestão de forma amplificada, uma vez que o posicionamento estratégico adotado pode interferir na análise dos custos da organização.

Para o setor industrial, Porter (1989) apresenta a estratégia competitiva como o estabelecimento de uma posição que proporcione lucratividade ao empreendimento diante das diversas forças determinadas pela concorrência. A partir desse contexto nota-se que “através da definição da estratégia competitiva genérica a empresa poderá estabelecer uma posição competitiva favorável e sustentável contra as forças externas e internas que determinam a concorrência em mercados competitivos” (PEREIRA et al., 2011 p. 9).

A terceira chave da gestão estratégica de custos, é a análise dos determinantes ou direcionadores de custos e, como este tema é o foco do presente estudo, foi descrito na próxima seção.

2.1.1. Determinantes de Custos

Na gestão estratégica de custos é primordial a identificação e análise dos determinantes que influenciam nos custos de uma organização (CAVALCANTI; FERREIRA; ARAÚJO, 2013). Os determinantes de custos permitem a identificação e quantificação dos fatores que influenciam os custos dos processos produtivos (SHANK; GOVINDARAJAN, 1997). Seguindo o pensamento de Shank e Govindarajan (1997), Barbosa e Tachibana (1998 p. 15) ratificam que na GEC “procura-se levantar quais são os fatores que efetivamente provocam os custos, direcionadores de custos, através de uma relação de causa-efeito que reflita de forma mais precisa a realidade”.

Para Martins (2018), os direcionadores de custos são descritos como um dos princípios fundamentais da gestão estratégica de custos na qual esses direcionadores devem identificar a forma correta as (bases) para se alocar os custos aos objetos que se pretende custear e dessa forma refletem adequadamente as relações de causa e efeito entre os recursos consumidos e suas atividades. Shank e

Govindarajan (1997, p. 21) afirmam que “no gerenciamento estratégico de custos sabe-se que o custo é causado, ou direcionado, por muitos fatores que se inter-relacionam de formas complexas”.

Derivados da expressão *cost drivers* os determinantes ou direcionadores de custos são fundamentados no ensaio teórico de Catânio, Santos e Abbas (2015). A partir da ampla abordagem da expressão, diversos autores conceituam o que sejam os determinantes e /ou direcionadores como demonstra o quadro 2.

Quadro 2 – Conceitos de *cost drivers*

Conceito de <i>cost drivers</i>	Autores
Delimitadores de volume dos custos	Blocher, Stout e Cokins (2010)
Evento, uma atividade, um processo que causam alterações nos custos	Amorim-Melo et al. (2014); Toompuu (2014); Põlajeva, (2014)
Elementos principais que ditam o comportamento dos custos	Cokins e Căpușneanu (2010) e Berliner e Brimson (1988)
Relação de causa-e-efeito entre fator de custo e montante de custos	Cokins (2002); El Kelety (2006); Hansen; Mowen (2007); Horngren; Datar; Rajan (2014)
Principal determinante significativo de custos	Berliner e Brimson (1988)
Os fatores de custo são os determinantes de custos de uma atividade	Porter (1985); Porter (1989)
Direcionadores de Custos: onde o custo é causado ou direcionado por muitos fatores que se inter-relacionam.	Shank (1989); Skank e Govindarajan (1993); Skank e Govindarajan (1997)
<i>Gerador de custos</i> utilizado para alocação de custos	Kaplan e Cooper (1998a),
Direcionadores de custos organizações e operacionais	Hansen, Mowen e Guan (2007)
Apresenta <i>cost drivers</i> como rastreadores de custos	Nakagawa (1994)
Entendem como determinantes e direcionadores	Slavov e Takashi (2010)
Sugerem determinantes de custos como: maior fator constituinte na causa real do custo; e recomendam direcionadores de custos como: a mensuração do custeamento de uma atividade;	Costa (2011); Mário (2013) e Panarella (2010)
Comenta que as causas dos custos são chamadas de <i>cost drivers</i> .	Lord (1996)

Fonte: adaptado de Catânio, Santos e Abbas (2015)

Extraído os conceitos descritos no estudo Catânio, Santos e Abbas (2015), em suma, os determinantes de custos permitem a identificação dos fatores que causam os custos (LORD, 1996) e os direcionadores de custos são uma medida de alocação para os elementos de custos (SLAVOV; TAKAHASHI, 2010). Baseando-se nos conceitos de *cost drivers* elencados, para o estudo em questão será adotado a expressão “determinantes de custos” com base na fundamentação de Porter (1985): (a) são as causas dos custos; (b) podem (ou não) estar sob o controle de uma empresa e (c) agem em conjunto.

Muniz (2010, p. 32) destaca que “os determinantes de custos auxiliam o gestor no processo de gestão estratégica, pois fornecem a base em que serão construídas as demais práticas da GEC”, esses determinantes são divididos em estruturais e de execução também denominados de operacionais. Os determinantes de custos estruturais se relacionam com a estrutura econômica, já os determinantes de execução estão relacionados com o desempenho operacional das atividades (BARBOSA; TACHIBANA, 1998).

Uma lista de determinantes de custos é proposta por Santos (2014); Cherobini et al. (2017); Missunaga et al. (2019); Moreira et al. (2015) e Souza e Mezzomo (2012), sendo eles estruturais e de execução e descritos a partir de seus efeitos sobre os custos. O quadro 3 apresenta os determinantes estruturais: grau de verticalização, modelo de gestão, experiência, tecnologia, diversidade (produtos/serviços), escopo, estrutura de capitais, localização e fatores institucionais.

Quadro 3 – Determinantes de Custos Estruturais

DETERMINANTES ESTRUTURAIS	
Descrição/Efeitos sobre os Custos	Autores
Grau de verticalização: Está relacionado com os diferentes elos da cadeia de valor que se deseja assumir, por utilizar estratégias de controle sobre seus processos é definido o foco organizacional e estabelecido em que medida o compartilhamento de recursos corporativos poderá ser realizado.	Porter (1989); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Modelo de Gestão: Está relacionada com a forma como a organização é gerenciada (estratégias), dessa forma envolve práticas relacionadas às pessoas, recursos, nível de controle, autonomia, tipos de planejamento, critérios de avaliação de desempenho, papéis e posturas gerenciais, cultura organizacional e processos. O modelo utilizado afeta todas as decisões e, portanto, os custos (Souza & Rocha, 2009).	Costa e Rocha (2014); Costa, (2011); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130); Rocha (1999)
Experiência: Está relacionado ao aprendizado acumulado ao longo do tempo na organização, que potencializa otimização de processos, eficiência, especialização, melhoria de métodos, portanto, em geral, os custos tendem a cair à medida que a experiência aumenta.	Porter (1989); Ahn (1998); Souza e Rocha, (2009, p.38); Souza e Mezzomo (2012); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Tecnologia: A tecnologia é considerada um fator que pode contribuir com a redução de custos em diversas áreas, desde os processos de suporte até os processos de produção, pois possui, em alguns casos, a capacidade de diminuir custos com pessoal, aumentar a escala de produção, melhorar a qualidade dos produtos ou serviços, podendo ser empregado em cada fase da cadeia de valor da organização.	Diehl, Miotto e Souza (2010); Shank; Govindarajan, (1997); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Diversidade (Produtos/Serviços): Está relacionado com a variedade de produtos que leva em consideração o determinante estrutural complexidade e escopo para amplitude do mix de produtos da organização. Um aumento na diversidade de produtos e serviços pode resultar em maior complexidade de processo, custos logísticos e operacionais da estrutura que poderá afetar negativamente seus custos.	Costa e Rocha (2014); Kotler, (2000); Shank; Govindarajan, (1997); Souza; Rocha, (2009) Kotler, (2000); Porter, (2004); Porter, (2004); Costa; Rocha (2014, p.10); Rocha (1999)

Quadro 3 – Determinantes de Custos Estruturais (continuação)

Escopo: Está relacionado à utilização de um mesmo recurso para a fabricação de um ou mais produtos, como matérias primas, mão de obra, máquinas e equipamentos, como também fornecedores e clientes, ou seja, consiste na produção de bens e serviços em conjunto utilizando os mesmos recursos, ao invés de os fazer separadamente.	Witte, et al. (2012); Shank; Govindarajan, (1997); Souza; Rocha, (2009); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Estrutura de capitais: Está relacionada a forma que as organizações utilizam capital próprio e capital de terceiros para financiar os seus ativos. A proporção desses capitais, podem ser considerado um determinante de custos devido à diferença entre o custo do capital próprio e de terceiros.	Costa e Rocha (2014); Brito; Corrar; Batistella, (2007); Souza e Mezzomo (2012); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Localização: A localização ou posição geográfica da organização tem capacidade de influenciar de forma direta nos seus custos, através da relação com fornecedores e clientes, logística, mão de obra, entre outros, no entanto, uma boa localização pode promover uma vantagem de custo significativa em relação a esses fatores.	Porter (1989). Porter, (2004, p. 96); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Fatores institucionais: Relacionados às normas, regulamentações, legislações e políticas que afetam as atividades da empresa, por constranger e delimitar o modo de agir das organizações. Geralmente são definidos por órgãos públicos sobre os quais as empresas não possuem influência direta.	Porter (1989); Costa, (2011); Porter, (2004); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)

Fonte: adaptado de Santos (2014); Cherobini et al. (2017); Missunaga et al. (2019); Moreira et al. (2015) e Souza e Mezzomo (2012)

O quadro 4 apresenta os determinantes de execução (operacionais): utilização da capacidade, cadeia de valor, comprometimento, qualidade, arranjo físico, projeto do produto/serviço, momento oportuno/tempestividade, tempo, bem como a descrição/efeitos destes sobre os custos:

Quadro 4 – Determinantes de Custos de Execução

DETERMINANTES DE EXECUÇÃO	
Descrição/Efeitos sobre os Custos	Autores
Utilização da Capacidade: Está relacionada à utilização plena da capacidade instalada em relação ao volume de produção, pois, quanto maior a utilização da capacidade instalada, menor será a ociosidade e menor o custo atribuído ao produto, pois assegura que os produtos não sejam sobrecarregados com custos de capacidade ociosa.	Banker e Johnston (2007); Porter, 1989; Souza; Rocha, (2009); Souza e Mezzomo (2012); Panarella (2010) e Costa (2011); Rocha (1999)
Cadeia de Valor: Está relacionado quanto à forma sob a qual as organizações se relacionam na cadeia de suprimento, quanto mais integrado for o processo de gestão e relacionamento da organização com fornecedores e clientes, melhor será os seus custos, pois esse fator permite que através dessas relações, seja possível otimizar processos e resultados.	Porter (1989) Cooper e Slagmulder (2003); Souza; Rocha, (2009); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Comprometimento: A melhoria contínua dos processos, aumento da produtividade, redução de falhas e desperdícios, relaciona-se diretamente com o comprometimento dos colaboradores nas atividades/rotinas da organização, cada ação desempenhada pode determinar a presença, ou a ausência, de um elemento de custo.	Costa e Rocha (2014); Shank; Govindarajan, (1997); Slavov; Takahashi, (2010); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)

Quadro 4 – Determinantes de Custos de Execução (continuação)

Qualidade: Está relacionado à qualidade dos produtos e processos (grau de perfeição), “influencia e é influenciada pela quantidade e a intensidade de atividades relacionadas à prevenção, avaliação e correção de falhas”. A elevação do grau de qualidade diminui os custos, pois a busca pelo nível mínimo de defeitos tende a diminuir desperdício, retrabalho e inspeção, otimizando o custo da estrutura”.	Costa e Rocha (2014); COSTA; ROCHA (2014, p.10); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Arranjo Físico: Está relacionado ao ambiente de produção (espaço físico), ou seja, a forma como estão posicionados os recursos podem influenciar os custos de uma organização, facilitar a realização do processo e ainda proporcionar um ambiente seguro e saudável.	Costa e Rocha (2014); COSTA, (2011); Rocha (1999)
Projeto do Produto/Serviço: Está relacionado a especificação ou configuração do produto (o design), na medida em que aumenta a complexidade de um produto, seu custo tende a aumentar ou afetar a produtividade, portanto, simplificar o projeto do produto pode resultar em redução de custos.	Costa e Rocha (2014) Kelety (2006); Costa; Rocha, (2014); Kotler, (2000); Souza e Mezzomo (2012, p. 138); Panarella (2010, p. 126-130) e Costa (2011); Rocha (1999)
Momento Oportuno/Tempestividade: É considerado um fator que influencia nos custos de uma organização, está relacionado com o aproveitamento de situações favoráveis em momento oportuno, na qual depende muito das condições de mercado.	Porter (1989); COSTA, (2011); Rocha (1999)
Tempo: Possui relação com o tempo de execução dos processos, podendo apresentar influência nos custos.	Alcouffe et al. (2010); Rocha (1999)

Fonte: adaptado de Santos (2014); Cherobini et al. (2017); Missunaga et al. (2019); Moreira et al. (2015) e Souza e Mezzomo (2012)

Discorrido os conceitos e efeitos dos determinantes sobre os custos, a seção 2.1.2 aponta um levantamento de 07 (sete) estudos que apresentaram os resultados de identificação de determinantes estruturais de execução em empresas reais.

2.1.2 Estudos anteriores sobre determinantes de custos

No levantamento de estudos anteriores sobre os determinantes de custos, foram descritos nos quadros 5 e 6 os resultados dos determinantes de custos estruturais e de execução identificados em empresas industriais, como estes se comportam e influenciam nos resultados dessas empresas.

Quadro 5 – Análise dos determinantes de custos estruturais em empresas industriais

Determinantes Estruturais	Descrição dos Resultados/Variáveis	Autores
Escala	A escala não foi avaliada em sua plenitude (Superdimensionada)	Cherobini et al. (2017)
	Produção é realizada com base nos pedidos.	Moreira et al. (2015)
	Ambas as empresas realizaram investimentos em imobilizado, com foco em manutenção e atualização tecnológica das unidades industriais	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As estruturas operacionais das três empresas têm dimensionamento de acordo a produção ideal	Souza e Mezzomo (2012)

Quadro 5 – Análise dos determinantes de custos estruturais em empresas industriais
(continuação)

Grau de verticalização	Foi assumido as atividades de transportes objetivando menores custos	Cherobini et al. (2017)
	As três empresas atuam na fabricação, sendo que a B e C também assume o setor de transporte	Moreira et al. (2015)
	As empresas Amarela e Azul além de fabricarem se responsabilizam pelo transporte das mercadorias.	Souza e Mezzomo (2012)
Modelo de Gestão	A descentralização das operações beneficiou em uma pequena redução de custos.	Cherobini et al. (2017)
	As empresas A e B adotam o modelo de gestão descentralizada, a empresa C possui modelo centralizado	Moreira et al. (2015)
	Nota-se a existência de planejamento estratégico	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	A empresa Verde adota modelo de gestão centralizado, já as demais possuem modelo de gestão descentralizado.	Souza e Mezzomo (2012)
Experiência	Parcialmente utilizado, ocasionou uma pequena redução nos custos	Cherobini et al. (2017)
	Utilizam os empregados mais antigos como fonte de referência para os treinamentos	Moreira et al. (2015)
	As organizações possuem programas de treinamento/capacitação para aumento da eficiência, produtividade e simplicidade das operações	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	Os empregados mais experientes assumem papel de supervisão para manter a eficiência nos processos	Souza e Mezzomo (2012)
Tecnologia	A organização possui cerca de 60% de seu processo automatizado	Cherobini et al. (2017)
	Empresas A e B utilizam com maior frequência o fator tecnologia	Moreira et al. (2015)
	Apresentam tecnologia para desenvolvimento de produtos, melhoria de processos industriais, aumento da eficiência e redução de custos	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As empresas Amarela e Azul evidenciam o uso da tecnologia por meio de máquinas novas e modernas, a empresa verde ainda mantém maior parte da produção por meio artesanal	Souza e Mezzomo (2012)
Diversidade	Produtos e Serviços	
	Reduziu de 07 produtos para 01 produto com objetivo de melhorar a eficiência da produção, possui também 02 subprodutos	Cherobini et al. (2017)
	A empresa A tem mix de 640 produtos, empresa B 380 produtos e empresa C 50 produtos	Moreira et al. (2015)
	Possuem um vasto número de produtos em seu portfólio	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	A empresa Verde tem mix de 20 produtos, empresa Amarela 30 produtos e empresa Azul 79 produtos	Souza e Mezzomo (2012)
	Clientes e Fornecedores	
	As empresas possuem relação com fornecedores e clientes de forma diversificada, no entanto, há algumas priorizações tanto para clientes como fornecedores	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	Possui diversidade de fornecedores, são aproximadamente 500 fornecedores	Cherobini et al. (2017)
	Máquinas e Equipamentos	
	Os investimentos já realizaram objetivaram a manutenção, expansão de capacidade e atualização tecnológica das unidades industriais	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	A diversidade de clientes é considerada pela empresa pela análise de volume vendido	Cherobini et al. (2017)

Quadro 5 – Análise dos determinantes de custos estruturais em empresas industriais
(continuação)

Escopo	Ambas as empresas buscam pela inovação para atenderem a uma lista diversificada de segmentos do mercado	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	Todo o mix de produtos utiliza as mesmas máquinas	Moreira et al. (2015)
	Nas três empresas é utilizado as mesmas peças em diversos produtos	Souza e Mezzomo (2012)
Estrutura de capitais	As empresas A e C utilizam Capital próprio, já a empresa B além do capital próprio utiliza de terceiros	Moreira et al. (2015)
	Ambas as empresas possuem estrutura de capitais de terceiros (financiamentos), porém estão focando em gerar caixa operacional livre	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As três empresas utilizam capital próprio	Souza e Mezzomo (2012)
Localização	Considerado parcialmente, a partir da mudança de localização houve uma pequena diminuição nos custos de transporte	Cherobini et al. (2017)
	Ambas as empresas possuem suas unidades estrategicamente distribuídas geograficamente	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
Fatores institucionais	Este determinante exerce influência em outros determinantes como na escala e localização da empresa	Cherobini et al. (2017)
	Ambas as empresas realizam suas operações pautadas na transparência e respeito às leis e regulamentos impostos	Missunaga; Silva; Abbas (2019)

Fonte: Dados da pesquisa

Realizado o mapeamento dos determinantes de custos nos estudos apresentados, percebe-se que de algum modo ou momento as empresas analisadas conseguiram identificar as causas de incidência de seus custos pelos seus determinantes ativos, bem como realizaram alterações em seus procedimentos estruturais e operacionais para reduzi-los, no quadro 6 é destacado a análise dos determinantes de custos de execução dessas empresas.

Quadro 6 – Análise dos determinantes de custos de execução em empresas industriais

Determinantes de Execução	Descrição dos Resultados/Variáveis	Autores
Utilização da capacidade	Percentual de utilização da capacidade	
	Opera com cerca de 80% de sua capacidade (a indústria está superdimensionada)	Cherobini et al. (2017)
	A empresa C Utiliza sua capacidade total, enquanto a A e B utilizam apenas 50% e 70% respectivamente	Moreira et al. (2015)
	A capacidade instalada de produção x média de produção apresentam um excesso de capacidade instalada e ociosidade de equipamentos parados	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As empresas Verde e Azul atuam com 70% e 90% da atual capacidade de produção, já a empresa Amarela controla o grau de utilização da capacidade em relação ao nº de funcionários	Souza e Mezzomo (2012)
	Volume de produção	
	Nas empresas A e B a produção é realizada de acordo com as vendas, na C leva-se consideração o espaço físico	Moreira et al. (2015)
	Houve retração no volume de produção de ambas as empresas	Missunaga; Silva; Abbas (2019)

Quadro 6 – Análise dos determinantes de custos de execução em empresas industriais
(continuação)

Layout/Arranjo Físico	Processos em linha	Cherobini et al. (2017)
	Ambas as empresas investem em iniciativas para melhorar as condições de trabalho e diminuir a taxa de frequência de acidentes de trabalho	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
Cadeia de valor	Mantém excelente relacionamento com fornecedores, assim dispõe de produtos de alto padrão para disponibilizar aos clientes	Cherobini et al. (2017)
	As três empresas mantem relação com toda a cadeia de valor	Moreira et al. (2015)
	Desenvolvem ações para aumentar a eficiência e a produtividade de seus fornecedores e manter cada vez mais eficiente o relacionamento próximo e duradouro	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As três empresas mantem relação com toda a cadeia de valor	Souza e Mezzomo (2012)
Comprometimento	A empresa procura manter um bom clima organizacional e oportunizar aos funcionários assumirem novos cargos e desafios.	Cherobini et al. (2017)
	Oferecem plano de carreira, agradável ambiente de trabalho e boa remuneração.	Moreira et al. (2015)
	Ambas as empresas possuem uma série de iniciativas voltadas a gestão de pessoas.	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As três empresas buscam através da motivação, o comprometimento com o trabalho.	Souza e Mezzomo (2012)
Qualidade	Não possui problemas quanto à qualidade, a quantidade de produtos com defeitos é irrisória.	Cherobini et al. (2017)
	Possuem setor de qualidade.	Moreira et al. (2015)
	Ambas as empresas possuem programas de gestão da qualidade.	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As três empresas trabalham a qualidade do produto em todo o processo de fabricação.	Souza e Mezzomo (2012)
Projeto do Produto	Produto tem projeto simples.	Cherobini et al. (2017)
	Empresas A e B possuem processos simples, já a C tem alto grau de complexidade pelas características específicas dos produtos.	Moreira et al. (2015)
	Alguns produtos são fabricados e desenvolvidos de acordo com as necessidades dos clientes e/ou grau de personalização na fabricação.	Missunaga; Silva; Abbas (2019)
	As empresas Verde e Amarela apresentam baixo grau de complexidade no processo de produção, já a empresa Azul apresenta complexidade pelo nº de produtos elaborados.	Souza e Mezzomo (2012)
Momento Oportuno	Utilizado para decisão de alteração no mix de produtos	Cherobini et al. (2017)
Tempo	Avaliado o tempo para produzir cada produto, este determinante foi utilizado para decisão de alteração no mix de produtos	Cherobini et al. (2017)
	Empresas investiram nos últimos períodos em tecnologia com o objetivo de aumentar a produtividade e diminuir os custos e despesas	Missunaga; Silva; Abbas (2019)

Fonte: Dados da pesquisa

Na análise geral dos objetivos dos estudos elencados, os autores Cherobini et al. (2017) apresentam um estudo de caso apontando os determinantes de custos como instrumento de gestão, com o objetivo de identificar o acompanhamento dos

determinantes de custos e compreender as inter-relações existentes entre estes. Como resultados foram identificados os determinantes de custos estruturais: tecnologia, escala, localização, experiência, modelo de gestão, diversidade, grau de verticalização e fatores institucionais e determinantes de execução: tempo, projeto do produto, qualidade, utilização da capacidade, arranjo físico, cadeia de valor e comprometimento. Em relação as inter-relações entre os determinantes de custos, as determinantes tecnologias e fatores institucionais foram os que apresentaram maior significância em relação aos outros.

O estudo de caso de Moreira et al. (2015) foi replicado do estudo de Souza e Mezzomo (2012), ambos aplicados em indústrias do setor moveleiro, justificam que a análise dos determinantes de custos é uma prática da gestão estratégica de custos utilizada para auxiliar na obtenção da eficácia dos resultados. Partindo do pressuposto que os custos incorridos são determinados por algum fator, objetivou-se analisar o reconhecimento dos gestores em relação aos determinantes de custos na fase de planejamento estratégico e identificar quais são utilizados. Corroborando os resultados foi possível identificar que ainda há certo desconhecimento por parte dos gestores acerca dos conceitos de “determinantes de custos”, mas que na prática em parte são utilizadas informações acerca desses determinantes na intenção de se reduzir custos e obterem vantagens competitivas.

Os autores Missunaga, Silva e Abbas (2019) buscaram identificar por meio de informações públicas os determinantes de custos em empresas de siderurgia brasileiras, foram selecionadas as empresas Gerdau S.A. e Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A., os determinantes destacados foram tecnologia, experiência e localização (estruturais), comprometimento e qualidade (execução). Os autores ressaltam ainda que não foi possível avaliar com precisão os determinantes que envolvem capacidade de produção como escala e capacidade, no entanto, pelo porte das mesmas pode haver indícios de ociosidade em relação as suas capacidades instaladas, o que seria interessante se avaliar.

Ainda no contexto dos determinantes de custos Costa (2011), Carneiro (2015) Catânio (2017) contextualizam de modo geral sobre a identificação e análise dos determinantes de custos a partir dos elementos que os caracterizam, a empregabilidade do termo *cost drivers* e a relação destes com as estratégias de uma organização, como é apresentado na tabela 1:

Tabela 1 – Estudos sobre determinantes de custos

AUTORES	OBJETIVO DO ESTUDO
Costa (2011)	Identificar os elementos caracterizadores dos fatores determinantes de custos;
Carneiro (2015)	Propor uma sistematização para auxiliar os usuários da informação de custos na aplicação dos conceitos relacionados aos <i>cost drivers</i>
Catânio (2017)	Verificar as influências entre as estratégias, os determinantes de custos e o desempenho de empresas

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

O estudo de Costa (2011) teve como objetivo identificar os elementos caracterizadores dos fatores determinantes de custos utilizando informações de caráter público, a amostra do estudo foi empresas brasileiras do setor de eletrônicos. Para atingir o objetivo do trabalho foram relacionados os respectivos determinantes, os elementos que os caracterizam e os argumentos baseados na literatura, outro fator importante refere-se à classificação quanto aos impactos nos custos quem podem ser de forma favorável ou desfavorável, foi levantado ainda possibilidade de mensuração desses determinantes, sendo que apenas os determinantes modelo de gestão, comprometimento, tempestividade e fatores institucionais não foram considerados mensuráveis no que diz respeito a medidas objetivas de controle e expressão.

Assim como Catânio, Santos e Abbas (2015), o estudo de Carneiro (2015) objetivou traçar uma sistematização para auxiliar os usuários da informação de custos na aplicação dos conceitos relacionados aos *cost drivers*. Realizado a contextualização e abordagens entre as diversas expressões para *cost drivers*, o autor alerta que deve ser identificado de forma concisa o contexto de uso do termo *cost drivers*, uma vez que, a forma como a expressão é empregada pode afetar e distorcer informações de custos quando não cumprido seu papel com efetividade e adequação.

No contexto dos determinantes de custos, Catânio (2017) aponta a relação entre estratégias e determinantes de custos, estratégias e desempenhos e determinantes de custos e desempenhos. Evidenciando que há existência de influência da estratégia sobre os determinantes de custos, e por estes provocarem alterações nos montantes de custos, o estudo trata que esses determinantes podem influenciar sobre o desempenho das empresas. Por fim, é explicado por Panosso

(2015) que há relações de influências positivas das estratégias sobre o desempenho.

Avaliadas as descrições/efeitos sobre cada determinante de custos em correspondência aos resultados dos estudos de Cherobini et al. (2017), Moreira et al. (2015), Missunaga, Silva e Abbas (2019) e Souza e Mezzomo (2012), o estudo em questão adotará para análise na indústria cerâmica os determinantes de execução (operacionais), uma vez que estes estão ligados diretamente ligados com o desempenho das organizações (Shank; Govindarajan, 1997), no entanto, caso haja inter-relação com algum determinante estrutural que sejam considerados relevantes, os mesmos poderão ser elencados.

2.2 PESQUISA OPERACIONAL

A Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO, 1969 p. 1) a define como “a área de conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões nas mais diversas áreas de atuação humana”. O termo ainda é utilizado em inglês como *Business Analytics* (BA) que remete ao conceito de inteligência dos negócios.

Para Hillier e Lieberman (2013) o conceito de pesquisa operacional remete diretamente a pesquisa sobre operações (atividades) que foi introduzida no início dos anos de 1950 nos setores comerciais, industriais e governamental e que influenciado pelo progresso substancial de suas técnicas e a avalanche da revolução computacional ganhou rápido crescimento nesse período.

Para a elaboração da modelagem do problema, a pesquisa operacional envolve seis fases: “formulação do problema; construção do modelo do sistema; cálculo da solução através do modelo; teste do modelo e da solução; estabelecimento de controles da solução; implantação e acompanhamento (SILVA et al. 1998 p. 11)”. A tabela 2 apresenta o desenvolvimento de cada fase.

Tabela 2 – Fases da Pesquisa Operacional

FASES DA PESQUISA OPERACIONAL	DESENVOLVIMENTO
I. Definição do Problema	a) Definir a função-objetivo b) Identificar as variáveis de decisão c) Reconhecimento das restrições
II. Construção do Modelo	O modelo será construído baseando-se no problema definido.

Tabela 2 – Fases da Pesquisa Operacional (continuação)

III. Solução do Modelo	A solução do modelo tem por objetivo encontrar a solução para o modelo construído utilizando algoritmos.
IV. Validação do Modelo	Verificar a validade do modelo.
V. Implementação da Solução	Após a validação do modelo e avaliando suas vantagens, o modelo pode ser convertido em regras operacionais.
VI. Avaliação Final	Avaliação dos resultados obtidos.

Fonte: adaptado de SILVA et. al (1998)

Dentre os diversos modelos matemáticos da pesquisa operacional para o estudo abordado será utilizada a programação linear abordado no item 2.2.1.

2.2.1 Programação Linear: conceitos e aplicações

Desenvolvida no período da Segunda Guerra Mundial a programação linear é definida como um modelo matemático linear que era utilizado na administração das atividades e estratégias militares e posteriormente passou a ser utilizado como um modelo para a gestão de negócios (UKO; LUTZ; WEISEL, 2017) por oferecer soluções matemáticas para otimização de resultados (SIQUEIRA et al. 2009).

Esse modelo matemático é utilizado como um instrumento eficaz para a resolução de problemas na gestão empresarial principalmente durante a escassez de recursos para que a aplicação dos mesmos seja realizada de forma otimizada e as organizações tenham resultados favoráveis no desenvolvimento de suas atividades, assim considerando esse modelo como essencial no processo de tomada de decisão da organização (SANTOS, 2014).

Os autores Mcclosky e Trefethen (1966, p. 230) trazem uma visão expandida sobre o problema de programação linear:

O problema de programação linear geral consiste na determinação de variáveis não-negativas que otimizam uma forma linear sujeita a restrições lineares. A forma linear a ser otimizada é chamada de objetivo do problema. O termo otimização é entendido como significando a determinação de variáveis que fazem o objetivo um máximo ou um mínimo.

A partir da visão de Mcclosky e Trefethen (1966), Rodrigues; Oliveira (2016) descreve que a função objetivo utiliza elementos variáveis para uma decisão de maximização a minimização a ser tomada, na qual essas variáveis assumem incógnitas combinadas com valores de cada recurso a ser consumido.

Os autores Ackoff e Sasieni (1979) apresentam a simulação de um modelo matemático para um problema de otimização de Maximizar ou Minimizar:

$$Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n \quad (1)$$

Sujeito a:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$\dots \quad (2)$$

$$a_{m1}X_1 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

Onde $x_i \geq 0$, e $b_i \geq 0$, para $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, m$

(1) é a função objetivo, onde Z = função a ser maximizada ou minimizada

x_i : são as variáveis de decisão;

c_i : são os coeficientes de ganho ou custo ganho ou custo que cada variável é capaz de gerar;

(2) equação matemática das principais restrições do problema

b_i : quantidade disponível de cada recurso;

a_{ij} : quantidade de recurso que cada variável decisória i consome no recurso j .

Rodrigues et al (2014) definem a Programação Linear como um procedimento que consiste em representar a situação de um problema em forma de um conjunto de equações lineares denominada modelagem do problema desenvolvida pelo uso da matemática básica. Em termos práticos Frizzone et al. (1997) destaca que a programação linear deve determinar a forma de utilização de recursos escassos da organização com as demandas a serem atendidas, na qual a decisão a ser tomada deve obter como resultado a maximização do lucro ou minimização de custos.

O modelo matemático de programação linear tem como objetivo descrever problemas e planejar atividades para otimizar resultados entre diversas alternativas viáveis apresentadas pelo modelo (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), “qualquer solução viável que otimiza o objetivo é chamada solução ótima” (MCCLOSKEY; TREFETHEN, 1966, p. 230).

Mcclosky; Trefethen, (1966) afirma que a programação linear se aplica a diversas classes de problemas, para o contexto da gestão estratégica de custos Rodrigues et al. (2014, p. 11) apresentam abaixo situações que podem ser otimizadas pelo uso da programação linear:

- Selecionar um roteiro (trajeto) entre várias possibilidades, visando minimizar os custos ou quilômetros percorridos;

- Selecionar entre várias alternativas e combinações de matéria-prima, as que permitem ter um custo menor atendendo as exigências;
- Escolher entre fabricar ou não determinados itens, vender ou não determinadas mercadorias, construir ou não uma fábrica e/ou depósito em determinado local etc.;
- Definir quantos funcionários devem ser escalados em cada dia para cumprir as exigências de atendimento;
- Escolher que produtos/serviços fabricar/oferecer e em quais quantidades;
- Escolher um mix de produtos para fabricar, visando maximizar os lucros.

Avaliando os fatores relacionados por Rodrigues et al. (2014) pode se afirmar que o uso da programação linear tem bastante relevância para aplicação no modelo de gestão estratégica de custos, uma vez que, à medida que as organizações vão obtendo crescimento e ganhando complexidade em suas operações, se faz necessário uma alocação eficiente de seus recursos para se obter otimização nos resultados e que podem ser solucionados pelo uso da programação matemática.

Para reforçar a justificativa sobre a importância da aplicação de um modelo matemático na gestão estratégica de custos, na seção 2.2.2 é apresentado os estudos anteriores que simularam ou aplicaram a programação linear em empresas industriais, destacando ainda que todos obtiveram resultados satisfatórios.

2.2.2 Estudos Anteriores Programação Linear

Nesta seção será abordado os estudos anteriores desenvolvidos com empresas do setor industrial de vários segmentos, bem como no setor cerâmico que tenham utilizado a ferramenta de programação linear na gestão dos custos para otimização de resultados e qual a contribuição dos mesmos após a sua aplicação ou simulação. A relação dos estudos é apresentada na tabela 3.

Tabela 3 – Estudos em Programação Linear

AUTORES	OBJETIVO DO ESTUDO	FUNÇÃO OBJETIVO
Mareth et al. (2012)	Apresentar, através da programação linear um modelo de gestão de produção;	Maximização da margem de contribuição e/ou o lucro líquido;
Matoshima, Fracarolli (2014); Emídio,	Encontrar soluções ótimas, por meio da aplicação de análises quantitativas dos problemas gerenciais;	Determinar a maximização do lucro através de venda de uma produção conjunta;

Cassel; Antunes Oenning (2006); Magro et al. (2016);	JR; Demonstrar as particularidades da produção conjunta, utilização de uma abordagem baseada na Teoria das Restrições suportada por técnicas de Pesquisa Operacional e identificar o mix de produção que oferece a melhor margem de contribuição;	Maximização da margem de contribuição e/ou lucro da empresa;
Godinho; Corso (2019);	Otimização do Mix de produção visando a maximização do lucro;	Otimização no mix de produtos visando a maximização do seu lucro;
Rodrigues et al. (2017)	Apresentar uma proposta de intervenção através da aplicação da pesquisa operacional;	Maximização da margem de contribuição;

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Mareth et al. (2012) desenvolveram um estudo de caso sobre o uso da programação linear como ferramenta de apoio a gestão de custos em uma indústria de usinagem, a função objetivo do modelo foi definida como a maximização da margem de contribuição e/ou o lucro líquido, a partir das variáveis de decisão sobre as quantidades para a produção de cada produto. As restrições consideradas para o modelo foi tempo de máquina, mão-de-obra e matéria-prima utilizada para cada produto, as demandas necessárias para cada produto e para simulação referente ao lucro líquido foi incluída a restrição referente aos custos e despesas fixas. No contexto da contribuição do estudo os autores afirmam que os resultados propõem uma melhor decisão quanto ao mix a ser produzido. Para o desenvolvimento das simulações foi utilizado o software Lindo.

Os estudos de Matoshima, Emídio, Fracarolli (2014); apresentam um estudo de caso em uma indústria de confecções com o objetivo determinar a maximização do lucro através de venda de uma produção conjunta. Foi realizada a modelagem do problema de programação linear que corresponde a limitação da capacidade de produção por não haver matéria-prima no mercado para aquisição. Para a resolução do problema foi utilizado o *Solver* do Excel, que permitiu verificar a produção adequada para atendimento das demandas, levando em consideração sua capacidade produtiva, bem como os ganhos a partir de cada mix de produção determinado.

Godinho e Corso (2019) assim como Matoshima, Emídio, Fracarolli (2014); abordam um estudo de caso em indústria têxtil com uma proposta de otimização no mix de produtos visando a maximização do seu lucro. As variáveis de decisão são as quantidades a serem produzidas dos seus 146 produtos, tendo como fatores de restrição a mão de obra, número de funcionários da área e o tempo total disponível para a produção e entrega dos itens vendidos. Simulado o modelo matemático de programação linear através do software Lindo foi analisado apenas uma coleção fabricada pela empresa, em que os resultados foram bastante satisfatórios comparados aos resultados apresentados no mesmo período com um incremento de lucro de 21,4%, auxiliando dessa forma um auxílio na tomada de decisões, por meio da evidenciação de diversas informações.

Cassel, Antunes JR e Oenning (2006) realizaram um estudo em uma indústria frigorífica que utiliza o método de produção conjunta com o objetivo de se levantar a produção ideal (mix de produção). A função objetivo foi definida como a maximização do lucro da empresa, utilizando-se como variáveis de decisão o mix de produção, as restrições são representadas pelos volumes mínimos e máximos de vendas para cada produto e pela estrutura de funcionamento interno como abate, matéria-prima, congelamento, restrições do setor de cortes e setor de temperados. Após a modelagem e solução do problema pelo *Solver* (Software Lindo) foi realizada a comparação dos resultados da capacidade de produção sugerida com sua respectiva lucratividade, na qual é possível constatar ganhos em média de 15,84% no mês analisado utilizando a capacidade otimizada em relação rentabilidade atual da empresa.

O estudo de Magro et al. (2016) teve como objetivo aumentar o mix de produção conjunta de uma indústria do setor de laticínios na busca da combinação de produtos que maximizem a margem de contribuição. Partindo do pressuposto que a função é aumentar o mix de produção, como variáveis busca-se a quantidade ideal de produção para cada produto, tendo como restrições do modelo de otimização restrições de mercado, restrições de processo produtivo e restrições de matéria-prima. Para a resolução do problema foi utilizado ferramentas disponíveis no software excel e na qual os resultados constaram que o uso da programação linear (modelagem matemática) é bastante relevante para o processo de decisão eficaz, uma vez que, foi possível que a alteração do mix de produção atual para a produção proposta foi capaz de aumentar de forma considerável a lucratividade da empresa.

O estudo de Rodrigues et al. (2017) foi realizado em uma fábrica de Palmito localizada na cidade de Abaetetuba – PA, como objetivo principal foi de apresentar a intervenção da utilização da Programação Linear. Para a otimização do resultado foi utilizando como ferramenta o Software Lindo tendo como a função objetivo a maximização da arrecadação das vendas, a partir da decisão das quantidades de produção levantadas como suas variáveis e restrições: a capacidade produtiva mensal, a demanda mensal, o número de funcionários e a matéria-prima. Como resultado da simulação foi possível verificar uma arrecadação de receitas no valor de R\$ 719.010,00 por mês a partir do mix de produção definido pela simulação.

Para o setor cerâmico estrutural percebe-se que ainda há ausência da aplicação de modelagem matemática para otimização de resultados, relacionado ao tema do estudo foi identificado e selecionado apenas 02 (dois) estudos apresentados na tabela 4 que tratam sobre o uso de modelos matemáticos aliados a gestão de custos em indústrias cerâmicas.

Tabela 4 – Estudos em Pesquisa Operacional aplicados em Indústrias Cerâmicas

AUTORES	OBJETIVO DO ESTUDO	FUNÇÃO OBJETIVO
Amaral (2016)	Otimização de massas cerâmicas;	Determinar a composição química das formulações reproduza a composição química da massa padrão, a partir de distintas combinações das matérias-primas com uso da programação linear
Santos e Santos (2018);	Verificar os problemas de transportes e procedimentos para implantação dos métodos matemáticos	Verificar os problemas de transportes e procedimentos para implantação dos métodos matemáticos

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Amaral (2016) fornece em seu estudo de caso com o tema “Formulação de massa cerâmica para fabricação de telhas” que o modelo matemático de programação linear foi utilizado como um dos métodos aplicados para a formulação das massas juntamente com diagrama de Winkler, tendo como objetivo o uso da programação linear a formulação das massas cerâmicas que reproduzam uma composição química pré-determinada, uma vez que o problema de programação linear foi identificado como a porcentagem de componentes químicos presentes na massa de forma constante. Na nova formulação o autor apresenta que a porcentagem dos componentes químicos presentes se tornou proporcional à

quantidade de cada matéria-prima consumida, resultando assim na otimização da composição da massa cerâmica. Ressalta-se ainda que ao final do estudo foi identificado que os resultados apontaram uma redução dos custos e perdas no processo produtivo além de impactar de forma positiva no aspecto ambiental. Para resolução do problema foi utilizado o Solver do Excel.

Santos e Santos (2018) apresenta o estudo “A influência das rotas no planejamento, programação e controle da produção de uma cerâmica” que teve como objetivo verificar os problemas de transportes e procedimentos para implantação dos métodos matemáticos aplicado junto as ferramentas do Planejamento e Controle da Produção (PCP). Para a construção do modelo a função objetivo buscou a minimização de custos de transporte dos tijolos a partir das variáveis de quantidades em falta, subcontratada, produzida ou em estoque de determinando produto, as horas contratadas, extras ou normais no recurso r , além das horas trabalhando sem operador no recurso r . As restrições são relacionadas a oferta, demanda e implícitas onde X_{ij} é maior que zero. Após a resolução do modelo e análise dos resultados foi possível verificar que houve uma redução considerável dos custos, aumentando dessa forma a produtividade da indústria de 21,30% para os próximos oito trimestres. Quanto ao uso específico da programação linear o modelo matemático foi capaz de otimizar a permitiu a reorganização das rotas de entregas que contribuiu para a redução dos custos.

Baseando-se novamente no contexto da aplicação do modelo matemático de programação linear na gestão estratégica de custos, os estudos elencados nortearão a construção do modelo matemático proposto para a indústria cerâmica estrutural.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No capítulo 3 apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa: classificação da pesquisa, caracterização do estudo de caso, coleta, tratamento e análise dos dados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida com procedimento de estudo de caso único, de natureza aplicada, abordagem quanti-qualitativa e descritiva.

O estudo de caso é “caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos” (GIL, 2008 p. 57), realizado por meio de experimentos, levantamentos e análise de informações contribuindo de forma significativa para a compreensão de diversos fenômenos (YIN, 2001). Analisado esse contexto, pela pesquisa aplicada, o objeto de pesquisa do estudo será a geração de um conjunto de informações que otimize os resultados de uma indústria cerâmica estrutural a partir de uma análise detalhada e minuciosa de suas operações.

O objetivo da pesquisa como descritiva permite a descrição das características dos fatos explorados e suas variáveis sem interferência nos resultados obtidos (GIL, 2008), já por meio da abordagem quanti-qualitativa foi possível mensurar e qualificar os dados coletados, por meio da reunião de dados quantitativos (numéricos e estatísticos) e qualitativos (informações textuais) (CRESWELL, 2007).

3.2 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma das Indústrias de Transformação do Setor Cerâmico Estrutural localizada no município de São Sebastião do Tocantins/TO. Para preservação da empresa o nome da mesma não será divulgado.

Constituída sob a forma de Microempresa (ME), a empresa objeto de estudo tem como atividade principal a “fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção”. Designada como Cerâmica Estrutural (Vermelha) “este segmento produz tijolos furados, tijolos maciços, tabelas ou lajes, blocos de vedação e estruturais, telhas, manilhas e pisos rústicos” (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000

p. 31). Atualmente, a indústria possui um mix de produção limitado a dois itens (telha plan universal e tijolo 8 furos 9x19x19) e tem como matéria-prima principal a argila. A argila é extraída no próprio município que dispõe de uma área de extração às margens do Rio Tocantins (COMPANHIA DE MINERAÇÃO DO TOCANTINS, 2008).

A estrutura de funcionamento e capacidade de produção mensal para atendimento de demandas é de 800.000 peças de tijolos e/ou telhas, com um quadro geral de 52 empregados, 50 são ligados direta ou indiretamente ao setor produtivo. Possuindo apenas um maquinário para a produção, a fabricação de tijolos e telhas é alternada conforme as demandas, sendo que para tijolos a produção diária é de aproximadamente 69.120 tijolos, enquanto para telhas a capacidade é de apenas 16.320 telhas.

3.3 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

Para a coleta de dados foi utilizado um protocolo de estudo de caso composto pelos instrumentos e procedimentos necessários para uma correta condução da pesquisa e, conseqüentemente, para aumentar a confiabilidade da coleta e da análise dos dados, tendo como pressuposto uma triangulação de evidências (YIN, 2001). A construção do protocolo deu-se em conformidade com a visão geral do projeto, procedimentos de campo que contemplou (entrevistas, observações diretas (visitas in loco) e coleta de dados de forma documental). O quadro 7 demonstra o resumo o protocolo do estudo de caso utilizado na pesquisa.

Quadro 7 – Protocolo do Estudo de Caso

ETAPA	DESCRIÇÃO/DESENVOLVIMENTO
I. Visão Geral do Projeto	Avaliar a contribuição de um modelo de programação matemática para a gestão estratégica de custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural.
II. Procedimentos de Campo	<p>a) Entrevistas: realizadas com a gestora (empresária) e chefe de produção;</p> <p>Visitas in loco (observações diretas/mapeamento de processos): acompanhamento do processo de produção de telhas e tijolos;</p> <p>b) Coleta de dados documental: Relatórios contábeis e financeiros, folha de pagamento, notas fiscais de compras e aquisições e mapas/históricos de pedidos atendidos;</p>
III. Questão do Estudo de Caso	Qual a contribuição de um modelo de programação matemática para a gestão estratégica de custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural?
IV. Relatório do Estudo de Caso	Apresentado na seção 4 (Apresentação e Análise dos Resultados)

Fonte: adaptado de Yin (2001)

Para a consecução do objetivo geral do projeto, a coleta de dados da pesquisa foi norteadada pelos seguintes objetivos específicos: a) elencar os determinantes dos custos em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural; (b) propor um modelo de programação matemática para uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural e (c) analisar os resultados do modelo proposto em contrapartida as estratégias vigentes em uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural. O procedimento de campo foi realizado em três etapas: entrevistas, visitas in loco e coleta documental.

Ao todo foram realizadas oito entrevistas presenciais entre os meses de julho e setembro de 2020, sendo: três entrevistas com a gestora e cinco entrevistas com o gerente/responsável pela produção. Administrativa e operacional foram os focos das entrevistas, conforme descrição:

I. Administrativa: as entrevistas de natureza administrativa foram realizadas com gestora/empresária responsável pela indústria para a coleta de informações/dados gerenciais, sobre a utilização de informações contábeis e financeiras para tomada de decisão e estratégias da organização.

II. Operacional: realizadas com o chefe de produção, visaram a descrição do processo produtivo das telhas e dos tijolos (quanto a consumo de matéria-prima, mão-de-obra empregada, capacidade tempo/máquina, capacidade de fornos, material utilizado na queima, método de secagem utilizado, disposição de materiais, perdas, etc.).

As visitas in loco foram realizadas entre os meses de julho e setembro de 2020, totalizando seis visitas. As observações diretas serviram para evidenciar as informações coletadas durante as entrevistas, bem como para reformular o roteiro da entrevista posterior caso houvesse necessidade. As visitas/observações foram constituídas em seis passos, tais como: (1) observação geral: localização do estoque de matéria-prima, funcionamento do maquinário (preparação da massa), layout/estrutura, fluxo dos empregados, etc. (2) produção de tijolos; (3) produção de telhas; (4) processo de secagem; (5) processo de enforma/desenforma de peças e (6) observação geral final.

O mapeamento dos processos produtivos realizado durante as visitas in loco/observações diretas e entrevistas foram descritos na seção 4.1 - Processo produtivo da Cerâmica Vermelha.

Durante as etapas de entrevistas e visitas in loco, foi realizado a identificação dos determinantes de custos de execução propostos nos estudos anteriores (SANTOS, 2014; CHEROBINI et al., 2017; MISSUNAGA et al., 2019; MOREIRA et al., 2015; SOUZA; MEZZOMO, 2012). Como procedimento para identificação dos determinantes foi utilizado o roteiro dos elementos que os caracterizam (quadro 8) e o resultado desta coleta foi apresentado no quadro 9.

Quadro 8 – Elementos que caracterizam os determinantes de custos

Determinantes de Execução	Elementos que caracterizam os determinantes de custos
Utilização da capacidade	Estrutura de custos e Volume de produção
Layout/Arranjo Físico	Estrutura do espaço produtivo
Cadeia de valor	Relacionamento com fornecedores, clientes, etc.
Comprometimento	Comprometimento dos empregados
Qualidade	Fatores que influenciam na qualidade dos produtos
Projeto do Produto	Método de produção e recursos utilizados
Momento Oportuno	Oportunidades aproveitadas
Tempo	Tempo execução dos processos

Fonte: adaptado de Costa (2011)

A terceira etapa do levantamento de informações foi realizada por meio da coleta de dados em documentos, tais como: relatórios contábeis (demonstrativos de resultados), relatórios financeiros (movimentação de caixa/relação de pagamentos de custos e despesas), folha de pagamento, notas fiscais de compras/aquisições e mapas/históricos de pedidos atendidos. As informações foram disponibilizadas em arquivos digitais tanto pela indústria como pelo escritório contábil que presta serviço a mesma. A partir desses dados foi possível identificar os custos do processo industrial (mapeamento de custos totais) e alocação dos grupos de custos (diretos, variáveis, fixos e indiretos) das atividades incorridas.

Para atender ao objetivo específico de propor um modelo de programação matemática para a indústria cerâmica, a etapa de construção do modelo foi baseada na literatura de Ackoff e Sasieni (1979), McClosky e Trefethen (1966) e Rodrigues; Oliveira (2016). O modelo foi classificado como simbólico por utilizar letras, números e outros tipos de símbolos para representar a relação entre a função objetivo, variáveis de decisão e restrições. A tabela 5 apresenta o resumo das fases utilizadas no desenvolvimento do modelo matemático.

Tabela 5 – Fases do Modelo Matemático de Programação Linear

FASES DO MODELO MATEMÁTICO	DESENVOLVIMENTO
I. Definição do Problema	a) Função-objetivo: maximização da margem de contribuição e/ou lucro; b) Identificar as variáveis de decisão: quantidade a ser produzida de cada produto; c) Restrições: mão-de-obra, tempo máquina, matéria-prima e capacidade dos fornos;
II. Construção do Modelo	Modelo simbólico explanatório
III. Solução do Modelo	Software <i>LINDO</i>
IV. Validação do Modelo	Avaliado em mediante o desempenho dos determinantes de custos e estratégias da indústria

Fonte: adaptado de SILVA et. al (1998)

A **função objetivo** foi definida pela maximização da margem de contribuição, conforme equação (1).

$$Z_{max} = \sum_{i=1}^n mc_i x_i \quad (1)$$

onde:

Z_{max} = função de maximização

n = número de variáveis

i = milho

mc_i = margem de contribuição

x_i = variáveis

As **restrições** definidas estão relacionadas a mão-de-obra direta ($modi$), tempo máquina (tmi), matéria-prima (mpi), capacidade de queima dos fornos ($cqfi$) e distribuição dos custos e despesas fixas ($cdfi$). O modelo matemático desenvolvido está apresentado na seção 4.3.

Conforme Ackoff e Sasieni (1979), o modelo é considerado como explanatório ou explicativo por utilizar apenas variáveis controláveis pela indústria que se refere a quantidade a ser produzida para cada produto e se obter a otimização dos resultados através destas.

Para a fase de solução do modelo matemático foi utilizado o software interativo para resolução de problemas de programação denominado *LINDO* (*Linear Interactive Discrete Optimizer*). A figura 3 do capítulo 4 apresenta a modelagem matemática simulada no Software LINDO, composta pelos coeficientes da função objetivo e restrições selecionadas.

Seguindo as fases do desenvolvimento do modelo matemático adaptado de SILVA et. al (1998), o trabalho limitou-se até a fase de validação descrita no item 3.4, por ainda se tratar de uma simulação de otimização de resultados não chegando a fase de implementação dos resultados e avaliação.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados consiste em avaliar os resultados da “questão do estudo de caso” norteadas pelos principais pontos da questão: identificação e análise de determinantes de custos, uma modelagem da programação matemática e sua contribuição em contrapartida as estratégias vigentes de uma indústria de transformação no setor cerâmico estrutural.

Para identificação e análise dos determinantes de custos foi delimitado como parâmetro os determinantes de execução (operacionais). Partindo do mapeamento do processo produtivo dos tijolos e das telhas, os elementos identificados como determinantes foram classificados conforme o quadro 8.

Realizado o mapeamento e a identificação dos determinantes de custos de execução, essas informações subsidiaram o percurso para a mensuração e alocação dos custos e despesas de produção bem como a capacidade produtiva da indústria. Esses dados foram mensurados a partir dos demonstrativos de resultados da margem de contribuição (custeio variável) e do lucro líquido (custeio por absorção) por milheiro de tijolo e telha produzido. Os dados de custos e despesas também foram utilizados para avaliar os gargalos de produção (restrições) e variáveis de decisão para a construção do modelo matemático de programação linear.

Construído modelo matemático de programação linear, foram realizadas cinco simulações de otimização de produção, objetivando a maximização da margem de contribuição e lucro líquido. Extraídos os resultados do modelo matemático, a validação do mesmo evidencia-se pela forma como o modelo se comporta em relação a sugestão da produção, se há redução de custos e se há folga ou excedente das restrições. Outro fator observado é a expressão “*dual price*” que representa quanto será acrescido ao resultado final para cada unidade de recurso adicionada. No entanto, é importante ressaltar que a avaliação de validação foi de encontro com a realidade da indústria em relação aos seus determinantes de custos,

haja visto que os mesmos influenciam diretamente nos resultados de acordo com o seu desempenho.

A análise das estratégias vigentes da organização foi baseada nos cenários que a programação matemática apontou em relação as suas operações. O estudo de Catânio (2017) auxiliou para apontar a relação entre estratégias e determinantes de custos da indústria justificando o seu desempenho final baseado nos resultados coletados.

Para apresentação dos resultados provenientes dos dados coletados e analisados foram utilizados elementos do relatório de estudo de caso (por exemplo, descrição de dados e construção de tabelas, quadros, figuras e equações) que apresentassem de forma clara os resultados evidenciados dispostos no capítulo 4 (Apresentação e Análise dos Resultados).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados da análise dos determinantes de custos da indústria cerâmica a partir do mapeamento do processo produtivo com contribuições de um modelo matemático, o capítulo está dividido em processo produtivo, determinantes de custos da cerâmica vermelha, apuração de custos, despesas e resultados, aplicação da programação linear, comparação de resultados simulados x resultados operados e análise dos resultados do modelo matemático x estratégias vigentes da indústria.

4.1 PROCESSO PRODUTIVO DA CERÂMICA VERMELHA

Para elencar os determinantes de custos da indústria objeto de estudo foi realizado todo o mapeamento de produção da Cerâmica Vermelha para a fabricação do mix de produtos por ela comercializado (telha plan universal e tijolo 8 furos 9x19x19).

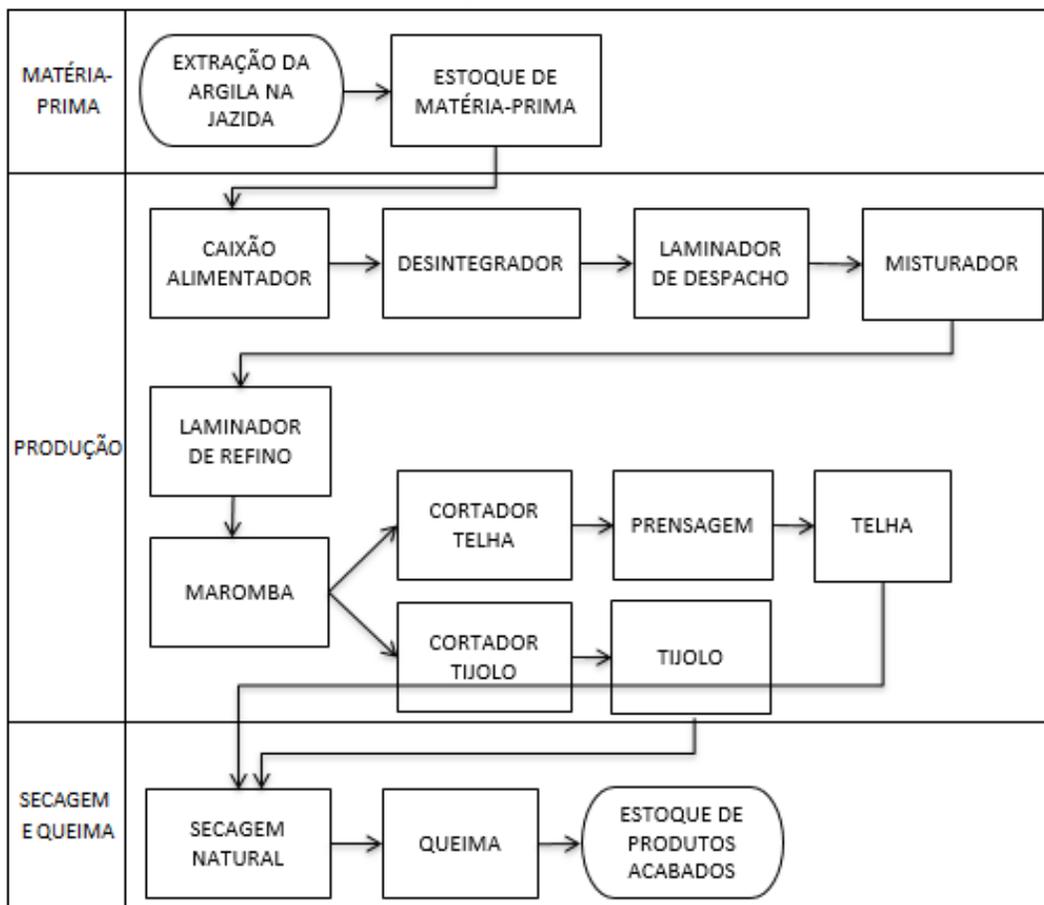
Como processo inicial é realizado a extração de argila (in natura) da jazida, localizada no próprio município, esse fator beneficia a indústria em um menor custo logístico. Por não possuir jazida própria a matéria-prima é adquirida/comprada de terceiros através do uso de Licença de Operação (LO) expedida pelo Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS. Evidencia-se que todo o processo de extração e transporte da argila é realizado por serviço terceirizado.

Após a extração da argila, a mesma é estocada para um período de descanso por alguns meses (período de sazonalidade) para que a matéria-prima possa adquirir maior homogeneidade, o que melhora a propriedade da massa cerâmica. Após esse sazonalidade a argila estocada passa a ser transferida para o setor de produção.

A Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM (2016) aponta que os processos de fabricação dos diversos segmentos das indústrias cerâmicas basicamente seguem um mesmo formato de produção: iniciada pela preparação da massa, formação das peças (compactação e corte) e tratamento térmico (secagem e queima), mas que podem se diferenciar pela tecnologia investida.

A Figura 1 - Fluxograma Cerâmica Vermelha apresenta esse processo produtivo da indústria objeto do estudo.

Figura 1 – Fluxograma Cerâmica Vermelha



Fonte: Elaborado pela autora /Layout do processo produtivo

No processo de preparação da massa é utilizado uma sequência operacional de cinco procedimentos tanto para fabricação de tijolos como das telhas, diferenciando-se os procedimentos a partir do corte do formato e dimensões das peças. Segue a sequência operacional para preparação da massa:

- 1) Caixa Alimentador (introdução da argila);
- 2) Desintegrador (função de reduzir a granulometria da argila);
- 3) Laminador de Despacho (função de eliminar os pedregulhos da argila);
- 4) Misturador (função de homogeneizar a massa e se obter a plasticidade da mesma, nesse processo é acrescentando a água);
- 5) Laminador de Refino (função de reduzir partículas);

Vale destacar que entre uma sequência e outra a argila/massa é transportada por correias transportadoras do equipamento produtivo, a água utilizada é derivada de poço artesiano da própria indústria.

Para compactação ou formação das peças a massa preparada é transportada por uma correia até a Maromba (extrusora), que seguirá a sequência operacional a seguir:

6) Maromba ou extrusora (a massa é compactada e forçada por um pistão ou eixo helicoidal, também chamado de caracol de propulsão, que na saída possui uma boquilha para molde e dimensões da peça a ser produzida);

7) Cortador (função de fatiar o material em tamanhos padrões regidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O molde para tijolo é o bloco cerâmico 08 furos 9x19x19, para telha são fatiados os bastões e posteriormente colocados manualmente em uma esteira e transportados para as prensas;

8) Prensagem (compactação do bastão cerâmico para se obter o formato da telha).

Finalizado o processamento de formação das peças, os produtos são transferidos para o estoque de produtos em elaboração (processo de secagem) a fim de eliminar a umidade das mesmas, a transferência é realizada de forma manual por meio de carrinhos e colocadas nos secadores de maneira que recebam a ventilação adequada e não ocorra rachadura nas peças.

A empresa utiliza o processo de secagem natural e que dependendo da característica da argila, pode levar até uma semana para as peças irem ao forno, todavia, caso as indústrias utilizem o processo de secagem artificial (ventiladores e/ou secadores em ambientes fechados com controle de resfriamento) é possível acelerar o ciclo completo de secagem para uma média 72 horas.

Como procedimento final, após a secagem dos produtos, os mesmos são transferidos por carrinhos manuais para o processo de queima que requer de todo um procedimento de enforma (no ambiente de forno) e, após o período de resfriamento é realizado a desenforma das peças, sendo transportadas novamente por carrinhos para estoque de produtos acabados. Para a queima das peças a indústria possui quatro fornos em funcionamento, três denominados "Paulista/Paulistinha" que atendem o processo de queima de telhas e tijolos, cada forno possui duas câmaras de queima com capacidade de até 28.000 peças por semana cada uma, o quarto forno denominado "Contínuo", é destinado apenas para queima de tijolos e possui capacidade de queima para 50.000 tijolos por semana.

4.1.1 Retrabalho e perdas

Considerados como custos ocultos do processo produtivo, o retrabalho e as perdas não devem ser omitidos nas análises de mensuração e avaliação dos determinantes de custos.

Para tanto, ao vistoriar o processo de fabricação dos tijolos e telhas pelas *visitas in loco* foi observado que em alguns momentos ocorre má formação das peças ocasionado no momento do corte ou quando não há espaço na esteira transportadora e as mesmas se chocam, pois, ao liberar a peças (corte), já devem ser retiradas de imediato para que haja espaço para as demais. Com isso as peças defeituosas devem ser colocadas em uma esteira para que sejam recolhidas pelo operador da pá carregadeira e assim sejam reinseridas ao início da produção (caixão alimentador) o que pode representar um aumento de custo pelo retrabalho.

Quanto a situação de perdas, esse fator não se refere diretamente no descarte das peças e sim na qualidade dos produtos finais, a situação pode ser influenciada pela qualidade da argila, processo de secagem e queima. Ao analisar o histórico de saídas dos produtos foi observado que há venda de peças de primeira, segunda e terceira linha o que impacta na redução da margem de contribuição e lucro da empresa, pois independente da classificação final dos produtos os custos e despesas incorridas referem-se à fabricação apenas a produtos de primeira linha.

Dados históricos de pedidos atendidos apresentam a saída média de tijolos de primeira de 95% da produção, tijolos de segunda 3% e terceira linha 2%, as saídas de telhas de primeira linha são em torno de 90%, segunda 7% e terceira linha 3%. Os impactos das perdas serão apresentados na seção 4.3.2 pela comparação de resultados operados x resultados simulados.

4.2 DETERMINANTES DE CUSTOS DA CERÂMICA VERMELHA

Para o levantamento dos determinantes de custos da indústria em estudo foram realizadas seis *visitas in loco*, coleta de dados documentais e entrevistas a fim de mapear/identificar os determinantes de execução presentes na indústria, bem como analisa-los para entender como eles podem afetar o desempenho da organização.

Como apontado no estudo de Costa (2011) os determinantes de custos possuem classificações quanto a possibilidade de mensuração e impactos no montante de custos. Dessa forma, dos determinantes de execução apenas o “comprometimento” e “momento oportuno” não foram considerados mensuráveis, em relação aos impactos de custos, os determinantes cadeia de valor, comprometimento e qualidade possuem características de impactos “únicos” o que deverá remeter sempre a um resultado favorável, os demais determinantes pela forma que forem conduzidos e/ou desempenhados, podem ter impactos favoráveis ou desfavoráveis considerados assim como impactos “duplo”. A descrição dos mesmos é apresentada no quadro 9:

Quadro 9 – Determinantes de Custos de Execução

Determinantes de Execução	Descrição dos Resultados/Variáveis
Utilização da capacidade	A empresa utiliza 70% de sua capacidade produtiva com volume de produção de cada produto definido de acordo das vendas realizadas
Layout/Arranjo Físico	Possui processos em linha
	O pátio produtivo foi reestruturado em 2019 para melhorar as condições de trabalho e diminuir a taxa de frequência de acidentes de trabalho
Cadeia de valor	A empresa possui relação com toda a cadeia de valor, inclusive com concorrentes
Comprometimento	O comprometimento dos empregados relaciona-se com as oportunidades ofertadas pela empresa e as ações que possam promover um ambiente de trabalho agradável e seguro
Qualidade	Influencia na perda de faturamento
Projeto do Produto	Ambos os produtos têm projeto simples e utilizam a mesma máquina produtiva, a diferenciação ocorre apenas no corte e compactação de cada produto.
Momento Oportuno	Pela capacidade da nova máquina de produção instalada, em 2019 foi iniciado a fabricação do produto telha
Tempo	O investimento em uma nova máquina proporcionou aumento da produtividade em relação ao maquinário anterior

Fonte: Elaborado pela autora/ Dados da pesquisa

O pátio de produção da indústria cerâmica é dividido entre setor produtivo (utilização do maquinário de produção), setor de secagem e estrutura de fornos, a mesma se assemelha as empresa B e C do estudo de Moreira et al. (2015), uma vez que utiliza apenas 70% de sua capacidade, o volume de produção de cada produto é de acordo as vendas realizadas e limita-se a jornada de trabalho de 220 horas mensais para essa produção.

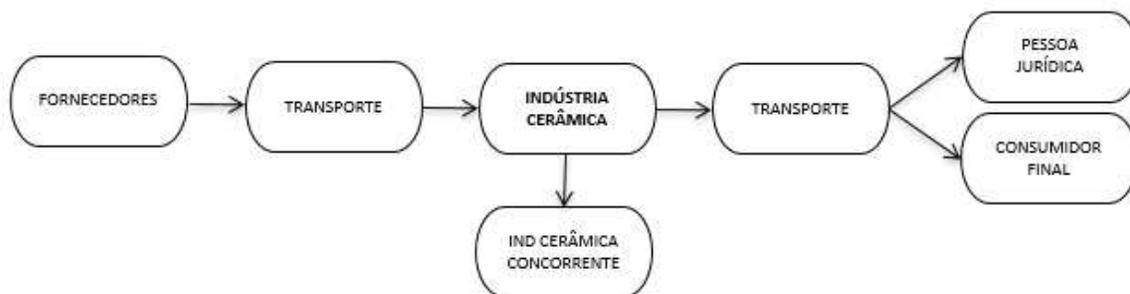
Com a aquisição e implantação de uma nova máquina de produção em meados de 2019, foi reestruturado o Layout/Arranjo Físico da indústria. Foi

reorganizado um formato para um melhor desempenho das atividades laborais no que tange a eficiência e qualidade da produção que ocorreu pela adequação do espaço ideal para a locomoção dos empregados em todo o pátio de produção, bem como para satisfazer os aspectos relacionados a ergonomia do trabalho. Seguindo o estudo de Cherobini et al. (2017) o processo de produção pode ser considerado em linha, uma vez que a matéria-prima é introduzida no caixão alimentador, todo o material segue por correias transportadoras até chegar a fase final de corte e seguimento para prensagem no caso do produto telha.

A empresa em estudo assemelha-se com a empresa A do estudo de Moreira et al. (2015) uma vez que, possui bom relacionamento com fornecedores, setor logístico, clientes e com seu concorrente instalado no mesmo município. Para aquisição da matéria-prima principal (argila) a indústria mantém contrato com apenas um fornecedor desde o início de suas atividades, dessa forma consegue negociar a aquisição da argila com custo menor em relação ao custo de R\$ 18,30 por m³ determinado na Instrução Normativa SAT n° 190 de 12/12/2019 do estado do Tocantins, essa aquisição com menor valor permite uma redução de parte de seus custos variáveis, isso também se dar pelo fato do fornecedor e a indústria cerâmica serem localizados no mesmo município e assim a mesma obter vantagem quanto aos custos logísticos, esse fator se relaciona parcialmente com o determinante de custo estrutural (localização).

A figura 2 representa todo o elo da cadeia de valor da indústria cerâmica.

Figura 2 - Representação da cadeia de valor da indústria cerâmica



Fonte: Elaborado pela autora/ Dados da pesquisa

No relacionamento da cadeia de valor com seus clientes, a indústria possui maior ligação com clientes pessoas jurídicas (empresas revendedoras), na qual destina em média 80% de suas vendas.

Para analisar o determinante de custos comprometimento, foi levantado os dados referente ao período de contrato dos empregados, onde foi possível constatar que os empregados responsáveis pelo gerenciamento da produção possuem tempo de serviço de cinco, oito e onze anos na empresa, o que permite afirmar que o comprometimento dos mesmos pode oportunizar uma promoção de cargos e salários que pode ser considerado um dos principais fatores motivacionais de uma empresa, conforme é destacado no estudo de Cherobini et al. (2017).

Para um bom funcionamento das atividades laborais é realizado diariamente no início da jornada de trabalho um “Dialogo Diário de Segurança” – DDS com todos os empregados, além do tema segurança do trabalho o intuito do DDS é levantar situações que possam interferir nas boas condições de trabalho e consequentemente afetar a motivação dos mesmos, fator este que corrobora com o estudo de Missunaga et al. (2019) como um dos mecanismos de busca de comprometimento por parte dos empregados.

O estudo de Menezes, Neves e Ferreira (2008) aborda sobre a qualidade das argilas usadas em cerâmica vermelha através de ensaios de laboratório com amostras de argilas a fim de se avaliar a adequação dessas argilas para produção de peças cerâmicas, dessa forma recomenda-se que essas indústrias possuam um laboratório de qualidade para se realizar análises da argila ainda no processo de extração e após o período de sazonalidade da mesma, no entanto, por não possuir laboratório de análises, a qualidade dos produtos é medida pela aceitação dos produtos, fator que pode estar associado ao determinante de custo estrutural “experiência”, uma vez que a empresa possui 09 anos de mercado possuindo bastante conhecimento do processo de produção.

Ressalta-se que mesmo havendo uma boa aceitação dos produtos, a ausência das análises laboratoriais pode implicar na qualidade do produto final, que pode variar no processo produtivo em si (preparação da massa e compactação das peças), no processo de secagem ou queima, dessa forma podendo ocasionar perdas e consequentemente a redução no lucro da empresa.

Quanto ao determinante “projeto do produto” ressalta-se que o processo de produção de ambos os produtos segue uma mesma linha de processos que vai da introdução da argila no caixão alimentador até a maromba, a partir desse ponto é necessário trocar a boquilha de molde (conformação das peças) para tijolo ou telha e para este último produto realizar a prensagem. A troca das boquilhas ocorre pelo

fato de se utilizar a mesma máquina de forma alternada (produto a ser fabricado), a troca das boquilhas ocorre de forma rápida e sem desperdício de tempo. Vale ressaltar que aliado ao determinante “projeto do produto” o determinante estrutural “escopo” é essencial, uma vez que, basicamente são utilizados os mesmos recursos para o processo produtivo de tijolos e telhas.

Ainda pela aquisição e implantação do novo maquinário em 2019, os determinantes de custos “tempo” e “momento oportuno” foram considerados pelo fato do aumento da produtividade em relação ao tempo gasto no maquinário anterior, dessa forma levando a empresa a avaliar este como o momento oportuno para início da fabricação do produto telha que anteriormente não se produzia, resultados estes que corroboram com o estudo de Cherobini et al. (2017).

Partindo da identificação e análise dos determinantes de custos a seção 4.2.1 apresenta a apuração de custos, despesas e resultados.

4.2.1 Apuração de custos, despesas e resultados

A partir do mapeamento e descrição dos processos produtivos, identificação e análise dos determinantes de custos presentes na indústria cerâmica, foi possível realizar a mensuração custos e despesas de produção e a capacidade produtiva em relação aos seus recursos disponíveis para que assim possa ser desenvolvido o modelo matemático a ser avaliado. Como custos de produção foram levantados a mão de obra (direta e indireta), custo da matéria-prima principal (argila), custos de energia para funcionamento da máquina de produção, combustível para deslocamento da matéria-prima do estoque até o pátio produtivo e depreciação do equipamento/máquina (pá-carregadeira) utilizada também nesse processo, depreciação da máquina de produção, custos/despesas para queima das peças (pó de serragem e energia), custos de manutenção da indústria e custos dos equipamentos de segurança necessários.

Por se tratar de um processo produtivo que utiliza os mesmos recursos para telhas e tijolos, a produção é alternada de acordo a demanda de pedidos para cada produto, na qual leva-se em consideração para atendimento das demandas, a jornada de trabalho dos empregados que se limita a 08 horas diárias e 220 horas mensais. Em entrevista com os responsáveis pela produção e observação direta do processo, foi possível identificar que pela jornada diária a utilização máxima de

argila é 115,20m³ o que pode corresponder a uma produção de 69.120 unidades de tijolos e para a fabricação de telhas a quantidade reduz para 44m³ obtendo-se uma produção de 16.320 unidades de telhas.

Tabela 6 – Produção diária de peças cerâmicas

Produto	Matéria Prima (Argila)	Produção (unidades)
Tijolos	115,20m ³	69.120
Telhas	44m ³	16.320

Fonte: Elaborado pela autora/ Dados da pesquisa

Para a determinação dos custos da aquisição da matéria-prima foi considerado o custo para extração e transporte até o estoque de R\$ 71,45 por carrada. Cada carrada possui medida 12m³ que custa R\$ 22,00 cada uma, dessa forma o custo unitário do m³ da argila é igual a R\$ 7,79. O custo da produção mensal é demonstrado na tabela 7, calculado a partir da quantidade de argila que pode ser utilizada dentro de um mês para produção de tijolos e/ou telhas de 3.168 m³.

Tabela 7 – Custo da argila por produção mensal

Matéria-Prima	Qtd. m ³	Valor Unit.	Valor Total
Argila (m ³)	3.168	7,79	R\$ 24.670,80
Total	3.168	7,79	R\$ 24.670,80

Fonte: Elaborado pela autora/ Dados da pesquisa

Pela capacidade produtiva está condicionada em parte pela jornada de trabalho dos empregados de 08 horas diárias, a limitação/configuração de utilização da capacidade da máquina em relação à formação das peças (compactação e corte) segue o mesmo padrão. Na fabricação de tijolos ocorre da seguinte forma: a cada minuto (60 segundos) são realizadas 12 batidas de cortes que resultam em 12 peças de tijolos por batida, ou seja, a cada um minuto são extraídos 144 tijolos, sendo 8.640 tijolos por hora e que ao final das 08 horas diárias tem-se uma média de produção de até 69.120 peças de tijolos.

A capacidade de produção diária de telhas é definida pela quantidade de duas prensas que a indústria possui, cada uma produz a média de 1.020 telhas a cada uma hora (17 telhas por minuto) totalizando assim 8.160 telhas por prensa e 16.320 unidades ao todo, dentro da jornada de trabalho dos empregados o que corrobora com o estudo de (ARAGÃO; CHAVES; SALES, 2010) que apresenta uma simulação do processo produtivo de telhas em uma cerâmica vermelha demonstrando uma

capacidade média uma produção de 7.500 telhas por prensa em um tempo de 7 horas e 20 minutos.

A jornada diária dos empregados na indústria cerâmica é de 44 horas semanais, sendo 08 diárias de segunda a sexta-feira e 04 horas aos sábados totalizando 220 horas mensais. Pelo regime de contratação CLT – Consolidação das Leis do Trabalho, além do salário contratual os mesmos possuem direito a férias, décimo terceiro salário, Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) de 8% sobre as remunerações recebidas. Os cálculos estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Custo mensal de mão de obra direta do processo produtivo

Mão de Obra Direta	Horas/Mês	Quantidade	Total
Forneiro	220	11	R\$ 20.606,63
Queimador	220	13	R\$ 17.551,82
Auxiliar de Produção	220	17	R\$ 18.653,25
Operador de Maromba	220	1	R\$ 1.123,38
Auxiliar de Maromba	220	1	R\$ 1.097,25
Provisão p/ 13º Salário	220	-	R\$ 4.919,36
Provisão p/ Férias	220	-	R\$ 6.559,15
Encargos s/ Folha	220	-	R\$ 5.640,87
Total	1100	43	R\$ 76.151,71

Fonte: elaborado pelos autores

Ainda relacionados a produção, foram mensurados os custos indiretos de relacionados a mão de obra indireta, combustível e energia elétrica da produção, conforme disposto na tabela 9.

Tabela 9 – Custos indiretos do processo produtivo (mensal)

Discriminação	Ref./Unit.	Quantidade	Total
Apontador de Equipe	220	1	R\$ 1.260,00
Chefe de Produção	220	1	R\$ 1.371,11
Conferente de Produção	220	1	R\$ 1.293,66
Conferente/Fiscal de Fornos	220	1	R\$ 1.097,25
Operador de Pá Carregadeira	220	1	R\$ 1.236,06
Provisão p/ 13º Salário	220	-	R\$ 521,51
Provisão p/ Férias	220	-	R\$ 695,34
Encargos s/ Folha (FGTS)	220	-	R\$ 597,99
Combustível Pá Carregadeira (litros)	R\$ 3,56	1.124	R\$ 4.000,00
Energia Elétrica	R\$ 0,99	26.567	R\$ 26.341,59
Total			R\$ 38.414,51

Fonte: elaborado pela autora

Para o processo de queima a indústria possui quatro fornos em atividade. Três fornos são iguais denominados “Paulistinha/Paulista”, cada um com 02 câmaras de queima que funcionam de forma simultânea. Cada câmara tem capacidade para 25.000 tijolos por semana e capacidade total de 200.000 tijolos por mês cada forno e 600.000 peças por mês ao total. Para a queima de telhas a capacidade de cada câmara é de até 18.000 telhas que são queimadas em conjunto com 10.000 tijolos, em um ciclo de 3,5 vezes por mês, uma vez que, por o período de esfria da telha ser maior, há uma redução da capacidade de queima, dessa forma a capacidade mensal de telhas é de 126.000 telhas por forno e 378.000 peças por mês, no entanto, no processo de queima de telhas, o forno ainda possui capacidade para 10.000 tijolos por câmara o que pode acrescentar uma quantia de 210.000 tijolos seguindo a mesma rotatividade das telhas.

A tabela 10 detalha as quantidades caso a indústria considerasse a produção apenas para tijolos e/ou telha/tijolos:

Tabela 10 – Capacidade produtiva dos fornos

Forno	Capacidade Semanal		Capacidade Mensal (tijolo)	Capacidade Mensal (telha+tijolo)
	CÂMARA 01	CÂMARA 02		
Forno 01 (Paulistinha/Paulista)	25.000 Tijolos	25.000 Tijolos	200.000	-
	18.000 Telhas + 10.000 Tijolos	18.000 Telhas + 10.000 Tijolos	-	196.000
Forno 02 (Paulistinha/Paulista)	25.000 Tijolos	25.000 Tijolos	200.000	-
	18.000 Telhas + 10.000 Tijolos	18.000 Telhas + 10.000 Tijolos	-	196.000
Forno 03 (Paulistinha/Paulista)	25.000 Tijolos	25.000 Tijolos	200.000	-
	18.000 Telhas + 10.000 Tijolos	18.000 Telhas + 10.000 Tijolos	-	196.000
Forno 04 (Contínuo)	50.000 Tijolos		200.000	-
Total			800.000	588.000

Fonte: elaborado pela autora

O material usado para a queima é o pó de serragem, os fornos “Paulista/Paulistinha” utilizam 2,5m³ de serragem por milheiro de tijolo ou telha, mensalmente cada forno possui capacidade para até 200.000 peças, nessas condições é estimado uma quantidade de 1.500 metros³/mês com um custo total de R\$ 51.450,00. O quarto forno denominado “Contínuo” por ser um forno sem

interrupção de queima, desenvolve condições e funcionamento diferente dos demais, o mesmo também possui capacidade média de queima de 200.000 peças, porém utiliza para queima o pó de serragem em uma quantidade menor de 1 metro por milheiro por utilizar apenas serragem seca (que ocorre por meio de secagem natural), o custo mensal para esse forno é de R\$ 6.860,00. Outro detalhe, apresentado no quadro 09 é que o mesmo atende apenas a queima de tijolos.

Para funcionamento dos fornos é utilizado energia elétrica, medido em padrão separado da energia da produção. A tabela 11 apresenta o resumo do total de custos para a queima de uma produção de 800.000 peças/unidades.

Tabela 11 – Custo/despesa mensal de queima da produção

Discriminação	Unitário	Quant.	Total
Pó de Serragem (Forno Paulista)	R\$ 34,30	1500	R\$ 51.450,00
Pó de Serragem (Forno Contínuo)	R\$ 34,30	200	R\$ 6.860,00
Energia Elétrica – kWh	R\$ 0,99	13.785	R\$ 13.668,45
Total	R\$ 69,59	15485,34	R\$ 71.978,45

Fonte: elaborado pela autora

Pelas recorrentes necessidades de manutenções na máquina de produção e fornos, a indústria mantém em seu quadro de empregados 01 pedreiro e 01 soldador que são contratados por meio da CLT adquirindo como os demais, direitos de férias, 13º salário e FGTS, além desses custos foram relacionados os custos de materiais para manutenção e Equipamentos de Proteção individual (EPIS) necessários a segurança dos empregados. O resumo desses custos consta na tabela 12.

Tabela 12 – Custo mensal de manutenção e equipamentos de segurança

Discriminação	Referência	Quant/Unit.	Total
Soldador	220	1	R\$ 1.445,06
Pedreiro	220	1	R\$ 1.134,00
Provisão p/ 13º Salário	220	-	R\$ 214,92
Provisão p/ Férias	220	-	R\$ 286,56
Encargos s/ Folha (FGTS)	220	-	R\$ 246,44
Materiais Manutenção	220	R\$ 3.296,11	R\$ 3.296,11
Equip. de Proteção Individual	220	R\$ 1.821,35	R\$ 1.821,35
Total			R\$ 8.444,45

Fonte: elaborado pela autora / Dados da pesquisa

Os custos de depreciação processo produtivo é mensurado pelo valor da Máquina de Produção e Prensas Cerâmicas adquiridas no ano de 2019 pelo valor de R\$ 504.935,00 e R\$ 120.000,00 respectivamente, a indústria ainda possui uma Pá-carregadeira utilizada para transporte da matéria-prima ao setor produtivo, na qual seu valor de aquisição é avaliado em R\$ 200.000,00, a taxa de depreciação anual para esses equipamentos são de 10%.

Tabela 13 – Custos de depreciação

Discriminação	Valor R\$	Taxa Anual %	Depreciação Anual	Depreciação Mensal
Máquina de Produção	R\$ 504.935,00	10%	R\$ 50.493,50	R\$ 4.207,79
Prensas Cerâmicas	R\$ 120.000,00	10%	R\$ 12.000,00	R\$ 1.000,00
Pá-carregadeira	R\$ 200.000,00	10%	R\$ 20.000,00	R\$ 1.666,67
Total	R\$ 824.935,00	30%	R\$ 82.493,50	R\$ 6.874,46

Fonte: elaborado pelos autores

Por fim, para que seja possível elaborar o Demonstrativo do Resultado pelo custeio por absorção foi levantando os valores referentes as despesas fixas mensais, conforme demonstra a tabela 14:

Tabela 14 – Despesa fixa mensal

Discriminação	Ref./Unit.	Quantidade	Total
Pró-Labore	220	1	R\$ 5.800,00
Salários Pessoal/Administrativo	220	2	R\$ 3.100,65
Provisão p/ 13º Salário	220	-	R\$ 258,39
Provisão p/ Férias	220	-	R\$ 344,52
Encargos s/ Folha (FGTS)	220	-	R\$ 296,28
Honorários Contábeis	30 dias	1	R\$ 1.567,50
Energia Elétrica Escritório	R\$ 0,99	851	R\$ 843,36
Água Escritório	R\$ 8,28	37	R\$ 306,46
Telefone	30 dias	1	R\$ 240,64
Internet	30 dias	1	R\$ 235,00
Software Comercial	30 dias	1	R\$ 280,00
Material de Escritório/Expediente			R\$ 250,00
Total			R\$ 13.522,80

Fonte: elaborado pelos autores

Levantados todos os custos de produção, foi realizado o cálculo da margem de contribuição de cada produto (milheiro) a fim de se analisar qual a contribuição unitária para cobrir os custos e despesas fixas apresentado na tabela 15.

Tabela 15 – Demonstração do Resultado pelo Custeio variável (milheiro)

Itens/Produtos	Tijolo	Telha
Preço de venda	R\$ 540,00	R\$ 680,00
Custos variáveis	R\$ 139,02	R\$ 148,28
Despesas variáveis	R\$ 187,13	R\$ 163,34
Margem de Contribuição	R\$ 213,85	R\$ 368,38

Fonte: Dados da pesquisa

A partir do resultado apresentado calcula-se a margem de contribuição unitária de R\$ 0,21385 para o produto tijolo e R\$ 0,36838 para o produto telha.

Para a construção do resultado pelo Custeio por absorção, é importante ressaltar a indústria cerâmica possui um volume de produção baseado em suas demandas de pedidos. Considerando que o produto telha foi inserido no processo recentemente são levantadas algumas questões para a atribuição dos custos fixos ao mesmo: (i) o produto ainda apresenta baixa demanda de produção em relação ao produto tijolo; (ii) o milheiro de telha consome maior custo de mão-de-obra e tempo máquina, uma vez que, a produção diária se limita a 16.320 unidades, enquanto para tijolos a produção é de 69.120 peças; (iii) o consumo de matéria-prima por milheiro é maior. Analisados esses fatores, foram simulados a distribuição dos custos fixos utilizando como critério de rateio o consumo da mão-de-obra, horas máquina e matéria-prima, nas três situações a proporção de custos fixos para o produto telha elevou consideravelmente o custo por milheiro, se tornando desproporcional a realidade de produção desse produto.

Diante das análises expostas acima foi adotado o critério de rateio dos custos e despesas fixas proporcionais a quantidade de produção total de 800.000 peças e alocados ao volume de produção de cada produto, o resultado líquido é apresentado na tabela 16.

Tabela 16– Demonstração do Resultado pelo Custeio por absorção (milheiro)

Itens/Produtos	Tijolo	Telha
Preço de venda	R\$ 540,00	R\$ 680,00
Custos variáveis	R\$ 139,02	R\$ 148,28
Custos fixos	R\$ 34,24	R\$ 34,24
Resultado Operacional	R\$ 366,74	R\$ 497,48
Despesas variáveis	R\$ 187,13	R\$ 163,34
Despesas fixas	R\$ 16,90	R\$ 16,90
Resultado Líquido	R\$ 162,71	R\$ 317,24

Fonte: Dados da pesquisa

O levantamento dos custos, despesas e elaboração dos demonstrativos de resultados servirão para a simulação da modelagem matemática.

4.3 APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

Mensurados e analisados os custos de produção, para a construção do modelo matemático de programação linear foram definidos como função objetivo a maximização da margem de contribuição e/ou lucro, as variáveis de decisão apresentadas no quadro 10 como a quantidade ideal para a produção dos tijolos e telhas.

Quadro 10 – Variáveis de decisão do modelo

x_i	Variáveis
x_1	Quantidade de tijolo a ser produzido
x_2	quantidade de telha a ser produzida

Fonte: Elaborado pela autora

Por uma questão lógica de aceitação do modelo no software Lindo a função objetivo e restrições utilizará como medida (milheiro), no entanto, esse fator não irá alterar o objetivo final do estudo. Para a função objetivo será simulado a maximização da margem de contribuição e/ou o lucro líquido da indústria por milheiro produzido, as equações 2 e 3 foram construídas e apresentadas abaixo:

Função objetivo: margem de contribuição por milheiro ($i=m$) representada por mc_i :

$$Z_{max} = \sum_{i=m}^2 mc_i x_i \quad (2)$$

Função objetivo: lucro líquido por milheiro ($i=m$), representada por l_i :

$$Z_{max} = \sum_{i=m}^2 l_i x_i \quad (3)$$

As restrições foram definidas com base nas limitações de produção da indústria: mão-de-obra, tempo máquina, matéria-prima, capacidade dos fornos em relação às demandas de produção de cada produto, e para a função objetivo de maximização do lucro foi adicionada a restrição referente aos custos e despesas fixas.

a) restrição de mão-de-obra por milheiro ($i=m$) representada por:

$$\sum_{i=m}^2 = mod_i x_i \leq 76.151,71 \quad (4)$$

O cálculo do custo da mão-de-obra direta mensal é apresentado na tabela 09, no valor de R\$ 76.151,71, a distribuição será do custo por milheiro de tijolo ou telha representado na equação 4 por mod_i .

b) restrição tempo de utilização da máquina produtiva por milheiro ($i=m$) é representada na equação 5:

$$\sum_{i=m}^2 = tm_i x_i \leq 13.200 \quad (5)$$

O tempo de utilização da máquina de produção se restringe a jornada de trabalho dos empregados de 220 horas mensais, que para essa jornada se limita em 13.200 min por mês representado por tm_i = tempo de máquina (equação 5).

c) restrição de matéria-prima por milheiro ($i=m$) para cada produto é representada na equação 6:

$$\sum_{i=m}^2 = mp_i x_i \leq 3.168 \quad (6)$$

Por se tratar de produção alternada entre os produtos, quantidade e custo da matéria-prima apresentados nas tabelas 07 e 08 respectivamente foram calculadas de acordo a jornada de trabalho dos empregados, ou seja, pela jornada de trabalho tem-se a quantidade máxima de matéria-prima de 3.168m³ que equivale ao custo total de R\$ 24.670,80, na equação 6 a restrição da matéria-prima será representada pela quantidade de m³ consumida por milheiro representado por mp_i .

d) restrições da capacidade de queima dos fornos por milheiro ($i=m$):

$$\sum_{i=m}^2 = cqf_i x_i \leq 800.000 \quad (7)$$

onde: cqf_i = capacidade de queima dos fornos (milheiro)

A restrição da capacidade de queima dos fornos é equivale a $x_1 + x_2 \leq 800.000$ peças (equação 7), o que corresponde a maior capacidade dos fornos conforme é demonstrado na tabela 10 - capacidade produtiva dos fornos, no

entanto, para que o cálculo da restrição seja calculada corretamente com resultados que atendam as demandas de produção necessária, foi realizado o levantamento das demandas mínimas e máximas apresentadas na tabela 17, vale ressaltar que a capacidade máxima é definida pela capacidade de forno para cada produto e as demandas mínimas pelo histórico das médias de saídas de cada produto dos últimos três meses de coleta de dados (julho, agosto e setembro).

Tabela 17 – Histórico das demandas médias de cada produto

Produtos	Demanda Mínima	Demanda Máxima
X ₁	≥ 728.000	≤ 800.000
X ₂	≥ 72.000	≤ 378.000

Fonte: Dados da empresa

Por fim com o objetivo de simular a maximização do lucro líquido foi mapeado o total de custos fixos de produção e despesas fixas que totalizam R\$ 40.914,64.

4.3.1 Análise e resolução do Problema

Formuladas as equações a figura 3 apresenta a modelagem matemática simulada no Software *LINDO*, composta pelos coeficientes da função objetivo e suas restrições.

Figura 3 – Modelagem Matemática no Software *LINDO*

Max 213,85x₁+368,38x₂
Subject to:
83,68x ₁ +95,19x ₂ <=76.151,71
6.95x ₁ +29.41x ₂ <=13.200
2,0x ₁ +2,59x ₂ <= 3.168
x ₁ +x ₂ <= 800
x ₁ <= 800
x ₂ <= 378
x _i ≥ 0, i =1,2

Fonte: Elaborado pela autora / Dados da pesquisa.

A função objetivo é dada pela margem de contribuição por milheiro (1) e as restrições levantadas são: (2) refere-se a mão-de- obra por milheiro para cada produto; (3) refere-se ao tempo máquina de cada produto por milheiro; (4) matéria-

prima consumida por milheiro para cada produto; (5) capacidade total dos fornos e restrições de forno por produto (6) tijolo e (7) telha.

Construído o modelo, cinco propostas de produção otimizadas foram simuladas para maximizar o ganho por milheiro produzido de acordo a margem de contribuição e o lucro correspondente a cada produção. Ressalta-se que quando simulados os valores para o modelo do lucro líquido, o modelo apresentou as mesmas quantidades de produção do modelo da margem de contribuição em função do critério de rateio adotado, portanto, em relação ao lucro líquido será apresentado apenas o Z_{max} de cada simulação.

Observado a capacidade de queima dos fornos, percebe-se que essa restrição pode influenciar significativamente no processo de produção, haja visto que a demanda de pedidos devem se limitar a 800 milheiros de tijolos e/ou telha, a primeira simulação (hipotética) incluiu apenas as restrições de mão-de-obra, horas máquina e matéria-prima para se analisar o comportamento entre essas restrições e em relação à sugestão de produção dada pelo modelo, porque como já mencionado anteriormente a jornada da mão-de-obra limita a capacidade horas máquina e a quantidade de matéria-prima consumida.

O resultado simulado resulta em uma otimização de $Z_{max} = R\$ 234.612,75$ para a margem de contribuição e $Z_{max} = R\$ 190.322,50$ para o lucro líquido, sem a restrição de fornos a produção teria um aumento de 66.058 peças utilizando a capacidade total da mão-de-obra e horas máquina, não havendo, portanto, custos de ociosidade para essas restrições.

A simulação sugere que seja produzida 546.338,75 peças de tijolos que utilizará $1.092,68m^3$ de matéria-prima e para a produção de 319.719,330 o consumo de matéria-prima é de $828,07m^3$, com isso ainda haveria uma folga de $1.247,249390m^3$ para a matéria-prima, no entanto a mão-de-obra e tempo de máquina seria utilizado na sua totalidade. A sobras de matéria-prima em qualquer simulação não causará efeitos de custos, uma vez que a sua utilização sempre dependerá da capacidade de mão-de-obra, horas máquina e capacidade de fornos, podendo então utilizar a mais ou a menos dependendo da produção. Os resultados são apresentados na tabela 18.

Tabela 18 – Resultado parcial da simulação 01 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição

Margem de Contribuição		
Objective function value		
Zmax = R\$ 234.612,75		
Variable	Value	Reduced cost
x1	546.339	0
x2	319.719	0
Row (restrições)	Slack or Surplus	Dual Prices
Mão-de-obra	0	2.072339
Tempo máquina	0	5.818227
Matéria-prima	1.247,249390	0

Fonte: Dados da pesquisa

Outro fator a ser observado é a expressão “*dual price*” que representa quanto será acrescido ao resultado final para cada unidade de recurso adicionada, com isso, para cada real acrescido de mão-de-obra, é possível gerar um incremento de R\$ 2,07 e para o tempo máquina o incremento seria de R\$ 5,81.

A simulação a seguir levará em consideração a situação real da indústria com todas as suas restrições existentes. O resultado apresenta uma produção otimizada de 459.839,72 peças de tijolos e 340.160,28 peças de telhas, totalizando a capacidade de produção de 800.000 peças, o Zmax da margem de contribuição estima-se em R\$ 223.644,97 enquanto para o lucro líquido é de R\$ 182.733,00 como apresentado na tabela 19.

Tabela 19 – Resultado parcial da simulação 02 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição

Margem de Contribuição		
Objective function value		
Zmax = R\$ 223.644,97		
Variable	Value	Reduced cost
x1	459.840	0
x2	340.160	0
Row (restrições)	Slack or Surplus	Dual Prices
Mão-de-obra	5.292,465332	0
Tempo máquina	0	6.880231
Matéria-prima	1.367,305420	0
Capacidade forno	0	166.032394

Fonte: Dados da pesquisa

Na simulação proposta haveria sobras de mão-de-obra no valor de R\$ 5.292,46 visto como um custo ocioso para o resultado da empresa, mas que aproveitado pode representar uma produção de 63.246 peças de tijolos ou 55.599 unidades de telha, com aumento na margem de contribuição de R\$ 13.525,16 e/ou R\$ 20.481,56 respectivamente de acordo ao que for produzido. Para todo efeito esse aproveitamento da mão-de-obra e ganho de rentabilidade também implica no aumento do custo de energia da produção estimado em R\$ 1.829,54 e consumo de matéria-prima no valor de R\$ 1.121,41.

Em relação ao “*dual price*” a adição de recursos seria para o tempo máquina e capacidade de forno gerando incrementos de R\$ 6,88 e R\$ 166,03 respectivamente.

Em contrapartida a realidade das demandas mínimas da empresa para cada produto, apresentada na (tabela 17) de 728.000 tijolos e 72.000 telhas, ressalta-se novamente que, pela implantação recente do produto telha, para o aumento de sua produção e redução da produção de tijolo sugerida em qualquer das simulações, a indústria deverá rever as condições em relação ao determinante “cadeia de valor” com seus clientes para que a oferta e atendimento de pedidos possam expressar a continuidade da boa relação e não seja afetado seu desempenho financeiro.

A terceira simulação (tabela 20) corresponde ao aumento da capacidade de queima da produção, alterando de 800 para 1.000 milheiros (instalação de mais 1 forno) que vem de encontro a simulação anterior para aproveitamento da mão-de-obra ociosa. Essa situação reflete o modelo hipoteco da simulação 01 quando não se considerou a restrição de forno.

Os resultados se assemelham em relação à quantidade (aumento de 66.058 peças), $Z_{max} = R\$ 234.612,75$ para a margem de contribuição, $Z_{max} = R\$ 190.322,50$ para o lucro líquido, utilização da capacidade total de mão-de-obra e tempo máquina, porém haveria sobra de forno para 133,94 milheiros (133.940 peças).

Considerando manter uma produção que atinja a capacidade de forno, haveria a necessidade de se aumentar os recursos de mão-de-obra (proporcional ao tempo de produção de telhas e/ou tijolos), tempo máquina (aumento do custo de energia e possíveis custos de manutenção) e despesas de fornos (energia e pó de serragem), resolvendo não atingir a capacidade de fornos o custo seria pela ociosidade.

Tabela 20 – Resultado parcial da simulação 03 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição

Margem de Contribuição		
Objective function value		
Zmax = R\$ 234.612,75		
Variable	Value	Reduced cost
x1	546.339	0
x2	319.719	0
Row (restrições)	Slack or Surplus	Dual Prices
Mão-de-obra	0	2.072339
Tempo máquina	0	5.818227
Matéria-prima	1.247,249390	0
Capacidade forno	133.941910	0

Fonte: Dados da pesquisa

A sugestão de produção pela capacidade de queima aumenta a produção de tijolos em 86,50 milheiros (86.500 peças) e reduz a produção de telha em 20,44 milheiros (20.440 peças) em relação à simulação anterior.

Para definição do melhor mix de produção mediante as situações expostas devem ser estimados de forma minuciosa os resultados de ganhos e custos incorridos pela decisão a ser tomada, haja visto que qualquer dos fatores relacionados podem modificar significativamente os resultados finais caso não sejam considerados corretamente na decisão tomada.

Ainda pela avaliação de instalação de mais um forno é necessário um investimento inicial de em torno de R\$ 500.000,00 pela aquisição de um forno móvel, sem ainda considerar a mão-de-obra de instalação e outras despesas que possam incorrer.

Na quarta simulação uma análise mais aprofundada do processo produtivo permite observar que há uma restrição em especial para o produto telha, a indústria possui duas prensas que faz com que a fabricação de 1.000 telhas utilizem 29 minutos e 41 segundos, a simulação exposta na tabela 21 levanta a hipótese de produção com o adicional de mais duas prensas, desconsiderando o aumento da capacidade de forno no momento. O resultado da simulação propõe a produção máxima da capacidade de telhas, obedecendo a capacidade de fornos para esse produto que é de 378.000 peças, isso se daria pela otimização do tempo de produção do milheiro para 14 minutos e 71 segundos.

Tabela 21 – Resultado parcial da simulação 04 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição

Margem de Contribuição		
Objective function value		
Zmax = R\$ 229.492,30		
Variable	Value	Reduced cost
x1	422.000	0
x2	378.000	0
Row (restrições)	Slack or Surplus	Dual Prices
Mão-de-obra	4.856,930176	0
Tempo máquina	4.706,720215	0
Matéria-prima	1.344,979980	0
Capacidade forno	0	213.850006

Fonte: Dados da pesquisa

Com a produção de 422 milheiros de tijolos e 378 milheiros de telhas o Zmax da margem de contribuição passaria para R\$ 229.492,30 enquanto do lucro liquido chegaria a R\$ 188.580,30, no entanto, a proposta não beneficiaria a indústria pelo fato de sobra em grande quantidade de mão de obra (R\$ 4.856,93) e tempo máquina (4.706,72 minutos) o que levanta a mesma situação de se alocar esses recursos com precisão como já exposto na terceira simulação. Considerando a implantação da capacidade das prensas, levantou-se o custo para aquisição das mesmas no valor R\$ 120.000,00, devendo ainda ser estimado as demais despesas provenientes dessa aquisição, custos de instalação e manutenções.

A quinta simulação (tabela 22) levará em consideração o aumento da capacidade de forno e mantendo a aquisição das duas prensas.

Tabela 22 – Resultado parcial da simulação 05 do software Lindo para o modelo matemático correspondente à maximização da margem de contribuição

Margem de Contribuição		
Objective function value		
Zmax = R\$ 257.669,10		
Variable	Value	Reduced cost
x1	336.711	0
x2	504.000	0
Row (restrições)	Slack or Surplus	Dual Prices
Mão-de-obra	0	2.555569
Tempo máquina	3.446,020752	0
Matéria-prima	1.189,218628	0
Capacidade forno	159.289307	0

Fonte: Dados da pesquisa

Na simulação com o aumento da capacidade de forno e mantendo a aquisição das duas prensas, os resultados são de $Z_{max} = R\$ 257.669,10$ para a margem de contribuição e $Z_{max} = R\$ 214.675,20$ para o lucro líquido.

A simulação apresenta a necessidade de uma análise mais precisa quanto a decisão a se tomar, por possuir sobra de tempo máquina, matéria-prima e capacidade de fornos, a estimativa de complemento da produção a ser realizada (tijolos e/ou telhas) deve atender o máximo da capacidade de sobras de tempo máquina e fornos, levando em consideração o aumento de custo da mão-de-obra, investimento na instalação de forno, aquisição de prensas e demais custos que possam incorrer.

As simulações propostas (hipóteses) para maximização da margem de contribuição e/ou lucro da empresa, partiram da situação real em que a mesma opera, diante disso, a validação depende do desempenho de seus determinantes de custos, e por haver necessidade de análises mais criteriosas as simulações podem ser reformuladas, mediante a alteração de desempenhos dos referidos determinantes.

4.3.2 Comparação de resultados operados x resultados simulados

Como já destacado na seção 4.1.1 durante o processo de fabricação ocorrem perdas na qualidade do produto que afetam diretamente no resultado da margem de contribuição e lucro da empresa, partindo do cálculo da margem de contribuição unitária, caso a indústria conseguisse manter a produção apenas de peças de primeira linha atendendo as demandas médias de produção em relação à capacidade produtiva, haveria um resultado positivo para a margem de contribuição total de R\$ 182.206,16 sem a necessidade de adição de recursos produtivos no momento atual ou alteração do mix de produção (quantidades).

Tabela 23 – Margem de Contribuição Total

Produtos	Resultado Produção Atual	
	Produção (Unid)	Resultado (R\$)
Tijolo 8 furos 9x19x19	728.000	155.682,80
Telha Plan Universal	72.000	26.523,36
Total	800.000	R\$ 182.206,16

Fonte: Elaborado pela autora / Dados da pesquisa

Para apresentar o resultado operado pela indústria foi realizado o comparativo entre as médias de venda da quantidade de tijolos e telhas em cada linha de produto e as simulações do software lindo. Foi coletado o preço de venda dos tijolos e telhas de segunda e terceira para realizar o cálculo de suas margens de contribuições.

Tabela 24 – Margem de Contribuição por linha de produto (milheiro)

Produtos	Preço de Venda	Custos e Desp. Var.	Margem de Contribuição
Tijolo 8 furos	R\$ 540,00	R\$ 326,15	R\$ 213,85
Tijolo 8 furos 2ª	R\$ 450,00	R\$ 326,15	R\$ 123,85
Tijolo 8 furos 3ª	R\$ 350,00	R\$ 326,15	R\$ 23,85
Telha plan	R\$ 680,00	R\$ 311,62	R\$ 368,38
Telha plan 2ª	R\$ 600,00	R\$ 311,62	R\$ 288,38
Telha plan 3ª	R\$ 400,00	R\$ 311,62	R\$ 88,38

Fonte: Elaborado pela autora / Dados da pesquisa

Uma comparação geral dar-se pela margem de contribuição da produção estimada (tabela 23) de R\$ 182.206,16 que leva em consideração apenas a saída de produtos de primeira linha, em relação a margem de contribuição da produção atual de R\$ 175.576,16, a redução média mensal é R\$ 6.630,00

O comparativo da tabela 25 aponta o resultado obtido na produção e venda atual dos produtos de primeira, segunda e terceira linha de tijolos e telhas em contrapartida as simulações 1 (tabela 18), que descarta a restrição de forno e da terceira simulação 3 (tabela 20) pelo aumento da capacidade de fornos. Em comparação a simulação do modelo matemático, que considera apenas produtos de primeira linha, a maximização da margem de contribuição seria de R\$ 59.036,59.

Tabela 25 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 01 (MCu)

Produtos	Resultado Produção Atual		Resultado Produção Simulada		Diferença	
	Produção (unid)	Resultado (R\$)	Produção	Resultado (R\$)	Produção	Resultado (R\$)
Tijolo 8 furos	685.000	146.487,25	546.339	116.834,54	(138.661)	(29.652,71)
Tijolo 8 furos 2ª	25.000	3.096,25	0	0	(25.000)	(3.096,25)
Tijolo 8 furos 3ª	18.000	429,30	0	0	(18.000)	(429,30)
Telha Plan	65.000	23.944,70	319.719	117.778,21	254.719	93.833,51
Telha Plan 2ª	5.000	1.441,90	0	0	(5.000)	(1.441,90)
Telha Plan 3ª	2.000	176,76	0	0	(2.000)	(176,76)
Total	800.000	175.576,16	866.058	234.612,75	66.058	59.036,59

Fonte: Elaborado pela autora

Obedecendo a restrição da capacidade total dos fornos em conjunto com as restrições de mão de obra, horas máquina e matéria-prima, o resultado simulado *versus* o resultado operado atualmente, representa uma diferença de R\$ 48.068,81 a menos em relação ao resultado simulado. Dessa forma, caso a indústria opte em alterar seu mix de produção dentro das condições atuais (capacidade produtiva) a margem de contribuição seria maximizada em R\$ 48.068,81 (tabela 26).

Tabela 26 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 02 (MCu)

Produtos	Resultado Produção Atual		Resultado Produção Simulada		Diferença	
	Produção (unid)	Resultado (R\$)	Produção		Produção (unid)	Resultado (R\$)
Tijolo 8 furos	685.000	146.487,25	459.840	98.336,72	(225.160)	(48.150,53)
Tijolo 8 furos 2ª	25.000	3.096,25	0	0	(25.000)	(3.096,25)
Tijolo 8 furos 3ª	18.000	429,30	0	0	(18.000)	(429,30)
Telha Plan	65.000	23.944,70	340.160	125.308,24	275.160	101.363,54
Telha Plan 2ª	5.000	1.441,90	0	0	(5.000)	(1.441,90)
Telha Plan 3ª	2.000	176,76	0	0	(2.000)	(176,76)
Total	800.000	175.576,16	800.000	223.644,97	0	48.068,81

Fonte: Elaborado pela autora

O comparativo da tabela 27, demonstra que a maximização da margem de contribuição com o aumento de duas prensas para o processo de fabricação de telhas é R\$ 53.916,18. Essa possibilidade permite a produção de telhas pela capacidade total dos fornos de 378.000 peças, sem alterar a capacidade total dos fornos, o que pode ser uma boa alternativa para incremento dos recursos produtivos, haja visto que, a instalação das prensas tem menor custo em relação aos fornos.

Tabela 27 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 03 (MCu)

Produtos	Resultado Produção Atual		Resultado Produção Simulada		Diferença	
	Produção (Unid)	Resultado (R\$)	Produção (Unid)		Produção (Unid)	Resultado (R\$)
Tijolo 8 furos	685.000	146.487,25	422.000	90.244,70	(263.000)	(56.242,55)
Tijolo 8 furos 2ª	25.000	3.096,25	0	0	(25.000)	(3.096,2)
Tijolo 8 furos 3ª	18.000	429,30	0	0	(18.000)	(429,30)
Telha Plan	65.000	23.944,70	378.000	139.247,64	313.000	115.302,94
Telha Plan 2ª	5.000	1.441,90	0	0	(50.00)	(1.441,90)
Telha Plan 3ª	2.000	176,76	0	0	(2.000)	(176,76)
Total	800.000	175.576,16	800.000	229.492,34	0	R\$ 53.916,18

Fonte: Elaborado pela autora

A última simulação visa a possibilidade de unificar a aquisição de mais duas prensas cerâmicas em conjunto com o aumento da capacidade dos fornos para 1.000.000 de peças. O resultado propõe uma maximização da margem de contribuição de R\$ 82.092,94. No entanto, não sendo uma opção viável pelo valor do investimento para fornos, prensas e demais recursos para aproveitamento da ociosidade do tempo máquina e fornos disponíveis, devido a essa alternativa aumentar a produção em apenas 40.711 peças.

Tabela 28 – Dados comparativos entre a produção atual e simulação 04 (MCu)

Produtos	Resultado Produção Atual		Resultado Produção Simulada		Diferença	
	Produção (Unid)	Resultado (R\$)	Produção (Unid)	Resultado (R\$)	Produção (Unid)	Resultado (R\$)
Tijolo 8 furos	685.000	146.487,25	336.711	72.005,58	(348.289)	(74.481,67)
Tijolo 8 furos 2 ^a	25.000	3.096,25	0	0	(25.000)	(3.096,25)
Tijolo 8 furos 3 ^a	18.000	429,30	0	0	(18.000)	(429,30)
Telha Plan	65.000	23.944,70	504.000	185.663,52	439.000	161.718,82
Telha Plan 2 ^a	5.000	1.441,90	0	0	(5.000)	(1.441,90)
Telha Plan 3 ^a	2.000	176,76	0	0	(2.000)	(176,76)
Total	800.000	175.576,16	840.711	257.669,10	40.711	82.092,94

Fonte: Elaborado pela autora

Vale ressaltar que, para o comparativo entre a produção atual da linha de cada produto e as simulações de otimização, não houve cálculo de proporcionalidade para produção dos produtos de segunda e terceira linha para as quantidades simuladas no software lindo. Essa decisão é devido ao aumento da produção de cada produto que consequentemente aumentaria a proporção para os resultados dos produtos de segunda e terceira linha, no entanto, o objetivo principal da indústria é a produção apenas de produtos de primeira linha, as demais linhas são apenas consequências que são influenciadas pelo determinante “qualidade”.

4.4 RESULTADOS DO MODELO MATEMÁTICO X ESTRATÉGIAS VIGENTES DA INDÚSTRIA

Findado a análise do processo operacional o estudo traz a importância de se analisar os resultados do modelo proposto em contrapartida as estratégias vigentes da indústria cerâmica objeto de estudo. Constituída a 9 anos a indústria cerâmica

iniciou em meados de 2019 uma readequação de seus processos operacionais a fim de reestruturar seu processo produtivo e incrementar um novo produto (telha). Porém, em boa parte do processo, a mesma ainda opera mediante as circunstâncias que ocorrem no dia-a-dia, uma vez que as estratégias ainda não foram bem definidas.

O cenário atual (quadro 11) apresenta as estratégias vigentes na organização e, em contrapartida, a contribuição do modelo matemático simulado.

Quadro 11 – Estratégias da organização x contribuição do modelo matemático

Processo cíclico e contínuo de: (Shank e Govindarajan, 1995, p. 5)	Estratégias vigentes da organização	Contribuições do modelo matemático
1) Formular estratégias	Realiza análise de custos e despesas limitando-se ao planejamento financeiro de gastos.	Contribuiu para uma análise aprofundada dos determinantes de custos das operações e como eles comportam no processo de produção.
2) Comunicar estas estratégias por toda a organização	As informações e análises realizadas ainda são restritas à administração.	Baseado no comportamento atual dos determinantes de custos propostos o modelo direciona uma correção na gestão das operações.
3) Desenvolver a pôr em prática táticas para implementar as estratégias	O desenvolvimento de estratégias encontra-se em fase de desenvolvimento, que segue da reestruturação da empresa iniciada em meados de 2019	O modelo contribui com a simulação para modificação dos cenários de produção, baseados na situação atual, para permitir uma alteração gradativa dos processos a serem modificados.
4) Desenvolver e implementar controles para monitorar etapas da implementação e depois o sucesso e alcance das metas estratégicas	Implemento de controle ainda depende das estratégias a serem definidas (ainda não existe um cenário concreto das ações a serem tomadas).	Face aos resultados operacionais e financeiros mapeados <i>versus</i> as propostas do modelo matemático, a indústria deve iniciar a correção das operações produtivas (pelos determinantes de custos que apresentaram maiores impactos nos resultados).

Fonte: Elaborado pela autora/Dados da Pesquisa

Em síntese o modelo matemático contribuiu para um olhar clínico das estratégias vigentes, haja visto que, para uma implantação e/ou alteração dos processos produtivos e demais operações, a indústria deve possuir um mapeamento sólido das operações atuais.

Os modelos propostos indicam medidas corretivas na gestão das operações para estabelecer e reestabelecer objetivos a serem alcançados (maximização da margem de contribuição).

5. CONCLUSÃO

A proposta de avaliar a contribuição de um modelo de programação matemática na gestão dos determinantes de custos em uma indústria de cerâmica estrutural permitiu um mapeamento detalhado das atividades operadas pela empresa. Como objetos norteadores, foram elencadas a relação de suas estratégias vigentes e a análise das influências dos seus determinantes de custos nas operações realizadas.

Na análise de seus determinantes foi possível perceber uma relação dos determinantes de execução com alguns determinantes estruturais como ocorre com o escopo (determinante estrutural) e projeto do produto (determinante de execução), experiência (determinante estrutural) com a qualidade do produto (determinante de execução) e parcialmente a localização (determinante estrutural) que se relaciona com a cadeia de valor (determinante de execução) pelo fato do fornecedor da principal matéria-prima ser localizado no mesmo município.

Pela classificação e desempenho dos determinantes de custos os determinantes “qualidade” e “utilização da capacidade produtiva” foram essenciais para a validação das simulações do modelo matemático de programação linear, pois estes influenciam diretamente nos resultados operacionais, o que remete a indústria a realizar uma correção operacional do desempenho desses determinantes, através da reestruturação ou implantação de novas estratégias de gestão como a realização de investimentos em recursos produtivos.

No contexto da contribuição do modelo matemático, o resultado atual da produção e saídas de produtos de primeira, segunda e terceira linha para tijolos e telhas apresentam uma margem de contribuição de R\$ 175.576,16. No comparativo desse resultado com a simulação de alteração do mix de produção, operando com sua capacidade produtiva atual, e considerando apenas produtos de primeira linha a indústria obteria um aumento na margem de contribuição de R\$ 48.068,81.

Ainda nas comparações pelo aumento da capacidade dos fornos, a indústria inicialmente aumentaria a produção em torno de 66 milheiros (66.058 peças) entre tijolos e telhas, a maximização da margem de produção para esse aumento da produção seria de R\$ 59.036,59.

Para a instalação de duas novas prensas, sem alteração na capacidade dos fornos, a maximização da margem de contribuição seria de R\$ 53.916,18. Como

fator positivo, destaca-se que pela instalação das novas prensas, a produção de telhas poderá atingir a capacidade máxima de produção de 378.000 peças , além de possuir menor valor de investimento quando comparado ao investimento para instalação de novos fornos.

Ressalta-se que as simulações propostas para maximização da margem de contribuição da empresa, utilizaram como critério a situação em que a mesma opera, diante disso, a validação da implementação dos resultados simulados depende do desempenho de seus determinantes de custos, ou seja, a gestão estratégica de custos permanece como fator principal na tomada de decisão.

Com o auxílio do modelo matemático, as simulações propostas beneficiaram um planejamento para otimização dos recursos disponíveis, bem como disponibilizam análises reais para a validação do aumento da capacidade produtiva.

Por se tratar de um importante segmento para o desenvolvimento econômico, uma vez que, por estar ligado ao setor de construção civil, propõe-se novos estudos que explorem de forma ampla a identificação, caracterização e análise dos determinantes de custos em sua totalidade (execução e estruturais), utilizando como auxílio métodos quantitativos para auxiliar na tomada de decisão desse negócios.

O estudo buscou retratar a interdisciplinaridade entre os métodos quantitativos e a Contabilidade de Custos, pela contribuição significativa que os modelos matemáticos proporcionam na análise dos dados e mensuração de custos para que sejam tomadas decisões com base na realidade atual e projeções futuras.

REFERÊNCIAS

ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica. **Cerâmica no Brasil – número do setor**. 2018. Disponível em: <<https://abceram.org.br/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 20 jul 2019.

ACKOFF, R.L.; SASIENI, M.W. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1979.

AMARAL, Lucas Fonseca. **Formulação de massa cerâmica para fabricação de telhas**. 104 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Materiais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Materiais – Universidade Estadual Do Norte Fluminense – (UENF), Campos dos Goytacazes, 2016.

ANICER. **Anuário Estatístico do Setor de Transformação de não Metálicos**. Ministério de Minas e Energia Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732813/ANU%C3%81RIO+N%C3%83O-METALICOS+2016_vers%C3%A3o+3.pdf/3fe29fc2-116e-4566-8324-c2c91a94fabe>. Acesso em: 10 jul 2019.

APAK, Sudi; EROL, Mikail, ELAGÖZ, İsmail; ATMACA, Metin. The use of contemporary developments in cost accounting in strategic cost management. **International Conference on Leadership, Technology and Innovation Management - Procedia - Social and Behavioral Sciences** 41 (2012) 528 – 534.

ARAGÃO; André Peres; CHÁVEZ, José Ramón Arica; SALES, Marcus Vinicius da Silva. Simulação do processo produtivo de cerâmica vermelha em Campos dos Goytacazes – RJ. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos, SP, Brasil, 12 a15 de outubro de 2010.

BARBOSA, Geraldo Magela. Utilização da programação linear na otimização de resultados de produção na empresa. **Revista Integração**. 2014 • Ano XX, nº 66 • 49-58.

BARBOSA, Rodrigo Pereira; TACHIBANA, Wilson Kendy. Metodologia para gestão estratégica de custos: integração dos conceitos de cadeia de valores, direcionadores de custos e activity-based costing em um sistema de informações. **V Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos**. Fortaleza, CE, Brasil, 20 a 23 de setembro de 1998.

BUSTAMANTE, Gladstone Motta; BRESSIANI; José Carlos. A Indústria Cerâmica Brasileira. **Cerâm. ind.**, vol.5, n3, p.0, 2000.

CARASTAN, Jacira Tudora. Informações de custos através da análise de programação linear: um caso aplicado a uma empresa brasileira. **IV Congresso Internacional de Custos, UNICAMP**, 16 a 20 de outubro de 1995.

CARNEIRO, Diogo Moreira. **Determinantes de custos: uma proposta de sistematização**. 161 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CASSEL Ricardo Augusto; JR, José Antônio Valle Antunes. OENNING, Vilmar. Maximização da lucratividade em produção conjunta: um caso na indústria frigorífica. **Produção**, v. 16, n. 2, p. 244-257, Maio/Ago. 2006.

CATÂNIO, Antônio Ricardo. **A influência da estratégia nos determinantes de custos e no desempenho: um estudo no APL moveleiro de Arapongas/PR sob a perspectiva da teoria da contingência**. 115 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

CATÂNIO, Antônio Ricardo; SANTOS, Eric Ferreira dos; ABBAS, Katia. Ensaio teórico sobre cost drivers: determinantes de custos e direcionadores de custos. **XXII Congresso Brasileiro de Custos** – Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 11 a 13 de novembro de 2015.

CAVALCANTI, Maria Aparecida do Nascimento; FERREIRA, Helem Mara Confessor; ARAUJO, Aneide Oliveira. Análise do posicionamento estratégico para implementação da Gestão estratégica de custos: um estudo de caso em uma Empresa do setor de beneficiamento de aço inoxidável. **Revista Ambiente Contábil** – UFRN – Natal-RN. v. 5. n. 1, p. 75 – 92, jan./jun. 2013.

CHEROBINI, Matiél; POSSANI, Patrícia Kozoroski; SOUZA, Marcos Antonio de; DIEHL, Carlos Alberto. Determinantes de custos como instrumento de gestão: estudo de caso em uma empresa do setor de laticínios. **XXIV Congresso Brasileiro de Custos** – Florianópolis, SC, Brasil, 15 a 17 de novembro de 2017.

COSTA, Simone Alves. **Análise de Custos de Concorrentes**: um estudo dos determinantes de custos no setor de eletrônicos. 2015 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia, Administração e Contabilidade) – Programa de Pós-Graduação Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

FIGUEIREDO, Rúbia Gomes de; CUNHA, Deborah Carvalho; RODRIGUES, Bruna de Cássia; ASSUNÇÃO, Jean Ferreira. Gestão Estratégica de Custos: Um Estudo de Caso em uma Empresa de Grande Porte na Cidade de Divinópolis-MG. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia | RBGE | ISSN 2237-1664**. 2019.

FRIZZONE, J.A., COELHO, R.D.; NETO, D. Dourado; SOLIANI R. Linear programming model to optimize the water resource use in irrigation projects: an application to the Senator Nilo Coelho Project. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.) vol.54 no.spe Piracicaba June 1997.

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

GLIAUBICAS, Darius; KANAPICKIENE, Rasa. Contingencies Impact On Strategic Cost Management Usage In Lithuanian Companies. **20th International Scientific Conference Economics and Management** - 2015 (ICEM-2015).

GODINHO, Ilza Pezzi; CORSO, Leandro Luís. Aplicação da Programação Linear para otimizar o mix de produtos em uma empresa de confecção. **Scientia Cum Industria**, V. 7, N. 2, PP. 83 — 87, 2019.

HENRI, Jean Francois; BOIRAL, Olivier; ROY, Marie José. Strategic cost management and performance: the case of environmental costs. *The British Accounting Review*, 48(2), 269-282. 2016.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução a Pesquisa Operacional**. 9.ed. Porto Alegre: Bookman - Editora AMGH, 2013.

IBGE. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=destaques>>. Acesso em 10 jul 2019.

LAUSCHNER, Marco Antonio; BEUREN, Ilse Maria. Gestão estratégica de custos. **Contabilidade Vista & Revista** ISSN: 0103-734X, vol. 15, núm. 2, agosto, 2004, pp. 53-84.

MAGRO, Cristian Baú Dal; PICOLO, Jaime Dagostim; PICOLO, Jaime Dagostim; CARLI, Sodemir Benedito. Análise do mix de produção para maximização da lucratividade em produção conjunta: um caso na indústria de lácteos. **XXII Congresso Brasileiro de Custos** – Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 11 a 13 de novembro de 2015.

MARETH, Taciana; PAIM, Eliane Suely Everling; PIENIZ, Luciana Paim Fabiane; ERTHAL, Santos. Programação linear como ferramenta de apoio a gestão de custos: um estudo de caso em uma indústria de usinagem. **Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento** – Rio de Janeiro, v.4, n.2, p. 125-138, maio a agosto de 2012.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 11^a ed. - São Paulo: Atlas, 2018.

MATOSHIMA, Marjory; EMIDIO, Juliana Adrian; FRACAROLLI, Rodrigo Lanzoni. Pesquisa operacional aplicada à maximização do lucro de uma indústria de confecção de Maringá. **VI SIMEMPRO – Simpósio Maringaense de Engenharia de Produção** – UEM. 2014.

MCCLOSKEY, J.; TREFETHEN, F.N. **Pesquisa Operacional como instrumento de gerência**. São Paulo: Edgar Blücher, 1966.

MISSUNAGA, Débora Hirata; SILVA, Rafael Henrique; ABBAS, Katia. Análise de concorrentes no setor de Siderurgia: evidências sobre determinantes de custos em

fontes de informações públicas. **XXVI Congresso Brasileiro de Custos** – Curitiba, PR, Brasil, 11 a 13 de novembro de 2019.

MOREIRA, Adeline Koschel Xavier de Andrade; OLIVEIRA, Cristina Alves da Grasa; FURLAN, Paulo Vitor Dias; BRITO, Eduardo de; GALO, Luiz Eduardo. Determinantes dos Custos em Empresas do Setor Moveleiro. **ABCustos**, São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, v. 10, n. 1, p. 49-68, jan./abr. 2015 ISSN 1980-4814

MUNIZ, Luciani Silva. **Práticas de Gestão Estratégica de Custos adotadas por empresas brasileiras**. 157 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2010.

PEREIRA, Adriano Toledo. **Métodos quantitativos aplicados à contabilidade**. Curitiba: InterSaberes, 2014.

PEREIRA, Herbert Luilson Silva; ALMEIDA, Paoline Levy Pereira; PETTER, Rodolfo Reinaldo; VASCONCELOS, Patrício Henrique de; LUZ, Janayna Rodrigues de Moraes. Gestão estratégica de custos: um diferencial competitivo nas micro e pequenas empresas em Campina Grande – PB. **XVIII Congresso Brasileiro de Custos** – Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2011.

PEREZ JR. José Hernandez; OLIVEIRA, Luís Martins de. COSTA, Rogério Guedes Costa. **Gestão Estratégica de Custos**. 8. ed. – São Paulo: Atlas, 2012.

PINTO, Leonardo José Seixas. Ensaio sobre Gestão Estratégica de Custos: um debate sobre os conceitos e aplicabilidade. **RAUP - Revista Eletrônica Mestrado em Administração**. 2011.

PORTER, Michael. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 15. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

R. S. Macedo, R. R. Menezes, G. A. Neves, H. C. Ferreira. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. **Cerâmica 54** (2008) 411-417.

RODRIGUES, Livia Pantoja; COSTA, Karem Tamires Alves da; FERREIRA, Maurício dos Santos; PANTOJA, Patiane Sena. A utilização da Programação Linear como proposta de intervenção através do Software Lindo em uma fábrica de Palmito localizada na cidade de Abaetetuba – PA. **VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção** – Ponta Grossa/PR, 06 a 08 de dezembro de 2017.

RODRIGUES, Luís Henrique; AHLERT, Fabiano; LACERDA, Daniel Pacheco; CAMARGO, Luis Felipe Riehs; LIMA, Pedro Nascimento de. **Pesquisa operacional – programação linear passo a passo: do entendimento do problema à interpretação da solução**. Escola de Gestão e Negócios - Coleção EAD. Editora Unisinos, 2014.

RODRIGUES, Lopes Filholino; OLIVEIRA, Igor Henrique Inácio de. Aplicação da pesquisa operacional como Ferramenta para auxílio na redução dos gargalos de um

processo produtivo: Um estudo de caso no setor automobilístico.
revistaseletronicas.fmu...2016.

RUBERTO, Isabel Von Grafen; MARETH, Taciana; PAIM, Eliane Suely Everling; PIENIZ, Luciana Paim. Contribuição da Programação Linear na Gestão de Custos e na Produtividade em uma Propriedade Rural. **XIX Congresso Brasileiro de Custos** – Bento Gonçalves, RS, Brasil, 12 a 14 de novembro de 2012.

SANTOS, Frankilin Brasil. **Determinantes de custos na limpeza predial terceirizada: benchmarking em universidades federais.** 157 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SANTOS, Nálbia Araújo. Contabilidade de custos para decisão e programação linear. **1ª Seminário USP de Contabilidade.** 2014.

SANTOS, Tiago Silva dos; SANTOS, Felipe Silva dos. A influência das rotas no planejamento, programação e controle da produção de uma cerâmica. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, Vol. 4, N.º 3, p. 94-112. (2018).

SHANK, John K.; GOVINDARAJAN, Vijay. **A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos.** Tradução Luiz Orlando Lemos. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SHANK, John K; GOVINDARAJAN, Vijay. **Gestão Estratégica de Custos: a nova ferramenta para a vantagem competitiva.** Trad. Luiz Orlando Coutinho Lemos. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

SHANNON W. Anderson and Henri C. DEKKER. Strategic cost management in supply chains, part 1: structural cost management. **Accounting Horizons:** June 2009, Vol. 23, No. 2, pp. 201-220.

SHANNON, W. Anderson. Managing costs and cost structure throughout the value chain: research on strategic cost management. Forthcoming in: Chapman, C., Hopwood, A. and Shields, M. (2006) **Handbook of Management Accounting Research.** Vol. 2. Oxford: Elsevier.

SILVA, Edson Pereira da. **A Evolução da Vantagem Competitiva.** 131p. 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração de Produção e Sistemas de Informação) – FGV/EAESP, São Paulo, 2001.

SILVA, Ermes Medeiros da; SILVA, Elio Medeiros da; GONÇALVES, Valter; MUROLO, Afrânio Carlos. **Pesquisa Operacional: programação linear.** 3 ed. – São Paulo: Atlas, 1998.

SIQUEIRA, Alan Nogueira; SANTOS, Alberto Jesus dos; LACERDA, Leandro Peixoto de; MELO, Nilo Américo Fonseca de. Otimização da opção de compra do

bloco cerâmico de vedação utilizando um modelo de transporte. **Perspectivas Online** – Volume 3. 2009.

SOARES, Mara Alves; NAGANO, Marcelo Seido; RIBEIRO, Evandro Marcos Saidel. Utilização da Programação Linear no ensino da Contabilidade de Custos: uma comparação com as práticas tradicionais. **XIV Congresso Brasileiro de Custos** – João Pessoa - PB, Brasil, 05 de dezembro a 07 de dezembro de 2007.

SOBRAPO, Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. **O que é pesquisa operacional? 1969**. Disponível em: <<https://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>>. Acesso em 20 fev 2020.

SOUZA, Marcos Antonio de; MEZZOMO, Franciele. determinantes de custos em empresas de pequeno porte do setor moveleiro: um estudo em empresas da serra gaúcha. **Revista de Contabilidade e Controladoria**, ISSN 1984 – 6266 Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 4, n.1, jan./abr. 2012.

SOUZA, Marcos Antonio; SILVA, Élio Justo; PILZ, Nestor. Práticas de Gestão Estratégica de Custos: Um estudo em uma Empresa multinacional brasileira. RCO – **Revista de Contabilidade e Organizações** – FEA-RP/USP, v. 4, n. 9, p. 145-167, mai-ago 2010.

UKO, Livinus U; LUTZ, Robert J; WEISEL, James A. An application of linear programming in performance evaluation. **Research Article**: 2017 Vol: 21 Issue: 1.

WITTMANN, Guilherme; SOUZA, Alceu; DUCLÓS, Luiz Carlos; BENDLIN, Luciano. Caracterizando a gestão estratégica de custos na busca de vantagem competitiva. **XIX Congresso Brasileiro de Custos** – Bento Gonçalves, RS, Brasil, 12 a 14 de novembro de 2012.

WRUBEL, F.; DIEHL, C.A.; LEANDRO A.T; OTT, E. Uma proposta para validação de categorias sobre Gestão Estratégica de Custos. **Rev. Bras. Gest. Neg.**, São Paulo, v.13, n.40, p.332-348 – jul/set. 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2001.200p.