



ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA PARA AQUISIÇÃO DE UM QUEIMADOR INDUSTRIAL EM UMA INDÚSTRIA DE CAL LOCALIZADA NO INTERIOR DO RIO GRANDE DO NORTE.

Francisco Michel de Almeida Silva¹ Cristiane de Mesquita Tabosa²

Resumo: A indústria da cal é essencial para diversos setores como construção civil, siderurgia e agricultura. Diante disso esse trabalho objetiva realizar uma análise de viabilidade econômico-financeira para aquisição de um queimador industrial em uma indústria de cal localizada no interior do Rio Grande do Norte. A pesquisa adotou o método de estudo de caso, de natureza aplicada e descritiva e fundamentada em uma abordagem quantitativa. Esse estudo foi realizado a partir da coleta de dados por meio de questionários não estruturados onde foi possível estruturar uma base de dados para elaborar o fluxo de caixa incremental, calcular o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), e o *Payback* descontado, a fim de avaliar os custos e benefícios da substituição do equipamento antigo. A metodologia inclui projeções financeiras e a simulação de novos cenários operacionais com a utilização de biocombustíveis. Os resultados indicam que a aquisição é economicamente viável, com um VPL positivo de R\$1.391.164,33e uma TIR de 125%, superando a taxa mínima de atratividade de 30%. Além disso, a economia anual projetada com combustíveis reforça a viabilidade do projeto, destacando a relevância estratégica da modernização para a sustentabilidade e competitividade da empresa.

Palavras-chave: viabilidade econômica; análise financeira; indústria de cal; biocombustíveis; investimento industrial.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2024), a indústria brasileira, embora represente apenas 25,5% do Produto Interno Bruto (PIB), desempenha um papel fundamental na economia do país. O setor é responsável por 66,6% das exportações nacionais, 66,8% dos investimentos empresariais em pesquisa e desenvolvimento e contribui com 34,8% da arrecadação de tributos federais. Além disso, a indústria emprega cerca de 11,2 milhões de trabalhadores, o que corresponde a 21,2% dos empregos formais no Brasil.

A indústria da cal no Brasil é fundamental para o desenvolvimento econômico, atuando em setores como construção civil e siderurgia. A cal é versátil e contribui para a sustentabilidade, minimizando impactos ambientais. Além disso, gera emprego e renda, especialmente no Nordeste e no Sul, onde pequenos e médios produtores coexistem com grandes empresas. O fortalecimento dessa indústria é vital para o crescimento econômico e a inclusão social. Assim, a cal desempenha um papel crucial na sustentabilidade ambiental do Brasil (Pereira; Ferreira, 2008).

¹ Discente, Francisco Michel de Almeida Silva - Graduando Eng. Produção – Ufersa/Mossoró

² Orientadora, prof. dra. Cristiane de Mesquita Tabosa - Ufersa/Mossoró

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL) (2022), o calcário é um recurso estratégico para o setor mineral brasileiro, com cerca de 250 empresas contribuindo para uma movimentação de R\$ 6,1 bilhões em 2021. Além de sua relevância na agricultura, o segmento destaca-se como o quarto minério mais produzido no país, gerando tributos significativos e impulsionando práticas de sustentabilidade e ESG na mineração.

A necessidade de reduzir custos, aumentar a produtividade e aprimorar a qualidade são reflexos de um mercado competitivo, o que impulsiona as empresas a realizarem estudos para obterem melhores resultados econômicos. Dessa forma, elas buscam trabalhar estrategicamente na definição e aquisição dos recursos utilizados em seus processos, garantindo que os fluxos de caixa gerados proporcionem a rentabilidade esperada e a sustentabilidade do negócio. (Souto et al., 2021).

Diante disso, a análise de viabilidade econômico-financeira é crucial para a aquisição de equipamentos, permitindo que as organizações avaliem sistematicamente os custos e benefícios de um investimento. Essa análise ajuda a identificar a viabilidade financeira do projeto, considerando retornos e riscos. Métodos como o Valor Presente Líquido(VPL) e a Taxa Interna de Retorno(TIR) são utilizados para decisões informadas e alocação eficiente de recursos, assegurando que as aquisições estejam alinhadas com os objetivos estratégicos da organização (Souza, 2016).

Posto isso, faz-se necessário entender quais são os gastos operacionais e os potenciais ganhos no processo produtivo com a aquisição de um novo equipamento em uma indústria de cal brasileira, para ser possível avaliar sua viabilidade econômico-financeira.

Nesse contexto, o objetivo geral do trabalho é realizar uma análise de viabilidade econômico-financeira para a aquisição de um queimador industrial, que visa otimizar o processo de produção de cal em um forno rotativo industrial. Os objetivos específicos são: (I) Avaliar o custo inicial da compra do queimador industrial;(II) Analisar detalhadamente os custos operacionais, incluindo consumo de combustível para projeção precisa dos gastos operacionais; (III)Desenvolver projeções de fluxos de caixa e (IV) Elaborar indicadores econômico-financeiros: VPL, TIR e Payback.

Segundo Blank e Tarquin (2008), investir em equipamentos modernos e eficientes é importante para manter a competitividade no mercado atual, pois o uso de equipamentos obsoletos ou ineficientes pode levar a custos operacionais elevados, redução na qualidade do produto e perda de oportunidades de mercado.

Tendo em vista a importância da tomada de decisões para investimentos este trabalho é relevante pois contribui profissionalmente ao aprofundar conhecimentos sobre a viabilidade econômico-financeira de equipamentos industriais, essencial na otimização dos processos na indústria. Enriquece a literatura ao aplicar conceitos teóricos em um contexto prático e pouco explorado, oferecendo uma análise detalhada e impactando positivamente a competitividade da indústria e o desenvolvimento econômico regional.

Buscando atingir os objetivos, este trabalho aborda, inicialmente, a fundamentação teórica, que detalha a relevância da indústria de cal no Brasil e a importância da análise financeira em projetos de investimento. Em seguida, explora as principais métricas de viabilidade econômica, como VPL, TIR e Payback, aplicadas à substituição de equipamentos. A metodologia utilizada combina análise quantitativa, com projeções de fluxo de caixa. Os resultados discutem a viabilidade da aquisição de um queimador industrial, considerando seus impactos operacionais e financeiros. Por fim, as conclusões destacam a relevância estratégica da análise para melhorar a competitividade e sustentabilidade da indústria.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir é explorado brevemente o cenário da indústria da cal no Rio Grande do Norte e globalmente, explicando as etapas de produção, a importância da qualidade e a demanda crescente impulsionada pela produção de aço. Além disso, são abordadas as métricas para análise de viabilidade econômica de projetos, destacando a importância para uma gestão

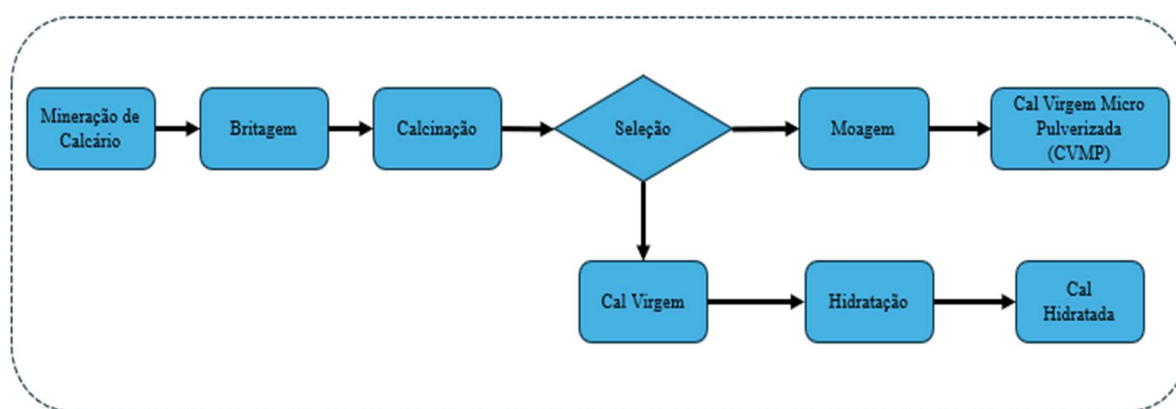
financeira eficaz e uma tomada de decisão em projetos de investimento.

2.1. Indústria da Cal

O processo de produção da cal inicia-se com a extração da rocha calcária da jazida, a rocha é transportada para o britador, onde é britada para atingir as dimensões desejadas. Em seguida, as pedras são levadas ao forno para a calcinação, onde ocorre a transformação do carbonato de cálcio em óxido de cálcio. A descarga do forno resulta na produção de cal virgem em pedra (Sindical, 2024).

Essa cal virgem pode seguir dois caminhos: pode ser armazenada para resfriamento e posteriormente moída até obter a granulometria desejada, resultando na cal virgem micro pulverizada, ou pode ser armazenada para resfriamento e transportada para a etapa de hidratação. Na hidratação, a cal virgem entra em contato com a água e é transformada em cal hidratada como mostra a figura 1. A qualidade da cal é influenciada pelo controle realizado nas matérias-primas e em todas as etapas do processo produtivo (Sindical, 2024).

Figura 1: Diagrama do processo de produção da Cal



Fonte: Autoria Própria (2024)

Com base no relatório da *Mordor Intelligence* (2024), a indústria de cal é um setor vital globalmente, impulsionado por demandas variadas e tendências dinâmicas. O aumento na produção de aço, juntamente com as transações comerciais de calcário, influencia significativamente o mercado. Projetos de tratamento de águas residuais também representam oportunidades de crescimento.

Ainda com base no relatório da *Mordor Intelligence* (2024) o cenário atual da indústria de cal pode ser resumido da seguinte forma:

- **Demanda da Indústria da Construção:** A produção global de aço atingiu cerca de 1.951 milhões de toneladas em 2021, um aumento de 3,8% em comparação com 2020. Esse aumento na produção de aço impulsiona a demanda por calcário na indústria siderúrgica;
- **Produção de Aço:** A China é o maior produtor mundial de aço bruto, com uma capacidade anual de produção de 1.032,8 milhões de toneladas em 2021. No entanto, houve uma diminuição de 3% em relação a 2020 devido a mudanças políticas para reduzir a produção de aço e resolver problemas de poluição;
- **Líderes de Mercado:** Empresas como Imerys, Carmeuse, Graymont Limited, Mineral Technologies Inc. e Omya AG são líderes no mercado de calcário. Por exemplo, a Imerys anunciou uma expansão de capacidade em sua fábrica nos EUA para atender à crescente demanda por produtos de carbonato de cálcio moído;
- **Tendências Futuras:** Projetos globais de tratamento de águas residuais representam oportunidades de crescimento para a indústria de calcário. A região Ásia-Pacífico é esperada para dominar o mercado e apresentar o maior CAGR durante o período de previsão, indicando um potencial de crescimento significativo.

Quanto ao cenário no Rio Grande do Norte de acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (2011), nas últimas duas décadas tem atraído grandes grupos industriais devido à vasta reserva de calcário, especialmente nas regiões de Mato Grande, Vale do Açu, Mossoró e Chapada do Apodi. Com mais de 20 mil km² de rocha calcária de alta qualidade, a área possui potencial para atender indústrias da construção civil, química e açucareira. Grandes empresas, como Votorantim e Poti, já iniciaram investimentos, enquanto o pequeno produtor ainda enfrenta desafios ambientais e trabalhistas. A exploração responsável é vista como crucial para o desenvolvimento sustentável da região.

Quanto aos desafios, de acordo com Ochoa (2010), o alto custo de tecnologias avançadas, em conjunto com as limitações financeiras, impede que fábricas de cal em países em desenvolvimento realizem investimentos significativos em modernização e substituição de equipamentos. Dessa forma, ainda utilizam tecnologias defasadas devido a necessidade de equipamentos avançados e o uso de controle automatizado de diversos parâmetros operacionais para a modernização dos processos produtivos de cal, com foco na redução de custos e impactos ambientais.

2.2. Motivação da substituição

Segundo Casarotto Filho (2019), a substituição de equipamentos pode ser justificada por diversos fatores, como a deterioração, que resulta em custos operacionais elevados, além disso, o avanço tecnológico pode torná-los obsoletos. No entanto, muitas empresas no Brasil mantêm equipamentos ineficientes em operação, mesmo quando não são mais viáveis economicamente. Isso ocorre porque as decisões administrativas priorizam soluções reativas em vez de ações antecipadas, o que leva a custos de manutenção altos.

A substituição de equipamentos nas empresas é motivada por diferentes fatores que impactam diretamente os custos e a eficiência. A modernização de processos e o uso de novas tecnologias são fundamentais para otimizar a performance e assegurar a geração de caixa futura, além de reduzir riscos operacionais e melhorar a competitividade no mercado.

Por sua vez, Júnior (2024) ressalta que a capacidade de geração de caixa a longo prazo de uma empresa depende diretamente da eficiência de seus investimentos e da reestruturação dos processos operacionais. Ou seja, a restauração dos processos pode torná-los mais eficientes por meio de melhorias tecnológicas e ajustes operacionais, assim garantindo melhor performance financeira. Com isso, ao otimizar processos, a empresa reduz custos e maximiza o retorno, o que contribui para a geração de caixa futura e sua competitividade no mercado.

Já para Souza (2008), a análise de substituição de equipamentos é uma aplicação importante da Matemática Financeira e da Análise de Investimentos, abrangendo bens de capital. Contudo, decisões focadas exclusivamente em aspectos técnicos podem ser ineficazes, principalmente em bens de grande valor

Ademais, Souza (2008) afirma que a substituição de equipamentos envolve vários fatores além da análise econômica, como o impacto no desempenho operacional e os riscos de ineficiência. Nesse contexto, a experiência de engenheiros e administradores é essencial para uma visão ampla das condições que podem influenciar o desempenho futuro dos ativos. Entretanto, a falta de dados precisos pode dificultar uma análise quantitativa, o que exige uma mudança cultural na coleta de informações relevantes.

2.3. Métricas para análise de viabilidade econômica de projetos de substituição de equipamentos

Este trabalho aborda as principais métricas para análise de viabilidade econômica de projetos de substituição de equipamentos. São discutidos temas como o fluxo de caixa incremental, que avalia mudanças específicas nos fluxos financeiros; a taxa mínima de atratividade (TMA), que define a taxa mínima de retorno aceitável; o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), ambos usados para estimar a rentabilidade de projetos. Outros métodos, como *Payback*, anuidade equivalente e custo anual equivalente, também são analisados para facilitar

a comparação e tomada de decisões econômicas.

De acordo com Rocha (2009), a análise de viabilidade econômica e financeira é fundamental para a tomada de decisões informadas em projetos de investimento. Ela permite que investidores avaliem a rentabilidade potencial e a sustentabilidade financeira de um empreendimento, garantindo que os custos sejam superados pelos benefícios esperados. Além disso, essa análise ajuda a identificar possíveis desafios e distorções no desenvolvimento do projeto, possibilitando ajustes necessários e aumentando as chances de sucesso do investimento. Em suma, é uma ferramenta essencial para minimizar riscos e maximizar retornos.

2.3.1. Fluxo de caixa incremental

O fluxo de caixa é uma ferramenta essencial para avaliar a viabilidade econômica de projetos de investimento. Ele permite projetar entradas e saídas financeiras, oferecendo uma visão clara sobre a saúde financeira de um empreendimento e auxiliando na tomada de decisões. O fluxo de caixa incremental é particularmente importante para calcular indicadores financeiros, avaliando receitas e custos adicionais que surgem de um investimento, e determinando assim a sua viabilidade econômica.

De acordo com Assaf Neto (2019), analisar o fluxo de caixa é uma importante etapa na avaliação da viabilidade econômica de projetos de investimento, auxiliando com informações essenciais para a tomada de decisão.

Silva (2022) ressalta que o fluxo de caixa é uma ferramenta crucial na análise de viabilidade econômico-financeira de projetos, permitindo avaliar a saúde financeira de uma empresa. Ele projeta todas as entradas e saídas de recursos financeiros para períodos futuros, indicando o saldo de caixa esperado para o período analisado.

Segundo Samanez (2009), os fluxos de caixa incrementais são fundamentais para calcular os índices que avaliam a viabilidade econômica dos projetos de investimento. Por meio do desconto desses fluxos, é possível determinar a viabilidade econômica do projeto. Em essência, esses fluxos representam os efeitos positivos ou negativos no caixa decorrentes dos movimentos financeiros provocados pelo investimento, ou seja, as receitas e custos diferenciais resultantes da decisão de investir.

2.3.2. Taxa mínima de atratividade - TMA

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) representa a taxa de retorno mínima requerida pelos investidores para aceitar um determinado projeto. De acordo com Camargo (2017), na análise de investimentos, é fundamental determinar de forma precisa uma taxa de retorno desejada pelo investidor ou pela empresa para a implantação do projeto. Essa taxa, conhecida como taxa de desconto, custo de capital ou TMA, é utilizada para descontar os fluxos de caixa do projeto e avaliar sua viabilidade econômico-financeira.

Assim, a compreensão e o uso adequado da Taxa Mínima de Atratividade são cruciais para a análise e seleção de projetos de investimento, auxiliando as empresas a maximizarem o valor para os acionistas e garantir o uso eficiente dos recursos financeiros disponíveis.

2.3.3. Método do valor presente líquido – VPL

Assaf Neto (2019) explica que o VPL é uma técnica de análise de fluxos de caixa que calcula o valor presente de pagamentos futuros e o compara ao investimento inicial. Se o VPL for positivo, o investimento é atraente, pois a taxa de retorno efetiva será igual ou superior à mínima desejada. Caso seja negativo, o retorno será inferior ao esperado, e a compra do ativo não seria recomendada. Entre diferentes alternativas, a que apresenta maior VPL será a mais vantajosa.

Conforme Samanez (2009), o método do VPL tem como objetivo avaliar os fluxos de caixa futuros de um projeto em termos de valor presente. O VPL é definido pela seguinte expressão:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t}$$

Onde:

I= Investimento

FC = fluxo de caixa de cada período t;

K = TMA esperada pelo investidor;

t = período;

n = número de anos do projeto.

Em suma, o VPL é uma ferramenta poderosa na análise de investimentos, permitindo aos gestores avaliarem a viabilidade financeira de projetos e tomar decisões de investimento embasadas em dados concretos.

2.3.4. Método da taxa interna de retorno - TIR

De acordo com Camloffski (2014), a TIR é a taxa que equilibra o valor presente dos fluxos de caixa com o investimento inicial, tornando o VPL igual a zero. A TIR representa a rentabilidade esperada do investimento, ou seja, o percentual estimado de retorno com base no orçamento de caixa projetado.

Segundo Samanez (2009) a TIR não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a determinado custo operacional, como o VPL, mas objetiva encontrar uma taxa intrínseca de rendimento.

A TIR é expressa da seguinte forma:

$$TIR = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

I= Investimento

FC = fluxo de caixa de cada período t;

i = Taxa interna de retorno do projeto;

t = período;

n = número de anos do projeto.

Assim, a TIR é um indicador importante na análise de viabilidade econômica de projetos, ajudando as empresas a tomar decisões de investimento que maximizem o valor para os acionistas e garantam o uso eficiente dos recursos financeiros disponíveis.

2.3.5. Método *Payback* descontado

Conforme Samanez (2009), precisamos saber o tempo de recuperação de um investimento, ou seja, quantos anos decorreram até que o valor presente dos fluxos de caixa previstos se iguale ao investimento inicial, para isso utilizamos o *Payback*, que é uma métrica que mede o tempo necessário para que o fluxo de caixa do projeto recupere o valor inicialmente investido.

Segundo Camloffski (2014), o *Payback* descontado ajusta o cálculo do tempo de retorno de um investimento ao levar em consideração o valor do dinheiro no tempo. Diferente do *Payback* simples, esse método aplica uma taxa de desconto aos fluxos de caixa futuros, corrigindo o valor presente dos mesmos. Isso permite uma análise mais precisa, já que reconhece que o dinheiro recebido hoje tem mais valor do que o recebido no futuro, refletindo o potencial de reinvestimento dos recursos ao longo do tempo.

O *Payback* descontado é calculado da seguinte forma:

$$\text{Payback descontado} = \frac{\text{Investimento}}{VPL} \quad (\text{Equação 3})$$

Após descobrir o valor do VPL é preciso dividir o valor do investimento pelo valor do VPL, dessa forma encontrando o *Playback* descontado.

3. Metodologia

Esse trabalho trata-se de um estudo de caso em uma empresa representativa do setor na região, onde foi realizada uma pesquisa descritiva e aplicada, com o intuito de descrever a situação, o problema e aplicar conceitos da engenharia econômica visando melhorias nos processos utilizando uma abordagem quantitativa.

3.1 Classificação da Pesquisa

O presente trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada, pois busca solucionar um problema prático enfrentado pela indústria, utilizando dados reais para gerar conhecimento diretamente aplicável ao cenário estudado. Além disso, é de caráter descritivo, visto que visa mapear e descrever as características e o comportamento do equipamento atual, assim como os possíveis impactos da substituição, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões empresariais.

Para tanto a pesquisa aplicada, tem como foco a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante a investigação. Esse tipo de pesquisa é voltado para resultados tangíveis, utilizando dados e teorias já estabelecidos para gerar inovações ou melhorias em processos e tecnologias (Richardson, 2017).

Já a pesquisa descritiva tem objetiva descrever sistematicamente uma situação, problema ou fenômeno, buscando revelar sua estrutura e comportamento. Esse tipo de pesquisa permite mapear e entender aspectos específicos do objeto de estudo, fornecendo informações essenciais para análises mais profundas ou para a tomada de decisões (Richardson, 2017).

Ademais, a caracterização dessa pesquisa como estudo de caso é fundamental pois busca compreender fenômenos sociais complexos, permitindo que analise de um "caso" específico com uma visão holística e realista. Ele é especialmente útil para investigar dinâmicas como comportamentos de grupos, processos organizacionais e mudanças sociais, possibilitando uma análise detalhada e aplicada em contextos reais (Yin, 2015).

Por fim, a pesquisa quantitativa parte do princípio de que há uma única realidade que pode ser descoberta por meio de observações precisas e objetivas. Por ser baseada em dados empíricos e verificáveis, garante uma abordagem científica rigorosa, livre de julgamentos pessoais do pesquisador. Assim, a pesquisa quantitativa busca quantificar fenômenos e testar hipóteses, assegurando que o conhecimento gerado seja comprovado pela experiência e observação (Richardson, 2017).

3.2 Análise e Coleta de Dados

A empresa objeto do estudo localiza-se no interior do Rio Grande do Norte e é especializada na fabricação de cales. Conta com uma equipe de 200 colaboradores e possui mais de 10 anos de atuação no segmento. Sua capacidade de produção média mensal é de 18.000t de cal virgem.

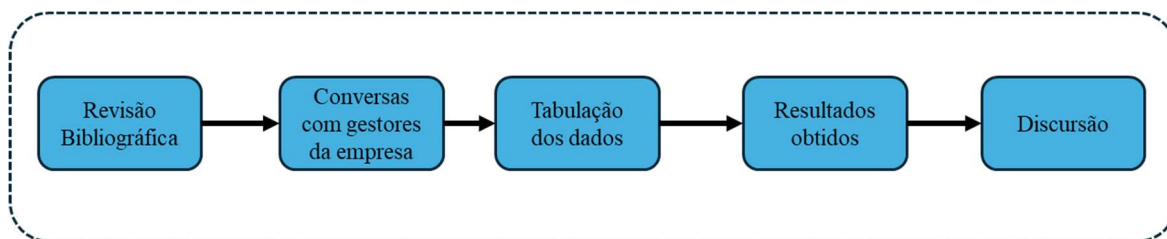
Onde, para a coleta de dados foi realizado conversas com os gestores da empresa e foram coletados dados com os responsáveis diretos pela análise, escolha e aquisição do equipamento alvo do estudo. As conversas que ocorreram caracterizam-se com entrevistas não-estruturadas pela ausência de questões pré-definidas, o que permitiu a discursão aberta sobre o assunto.

O sucesso dessas entrevistas não estruturadas é influenciado por diversos fatores, como a compreensão do domínio por parte do entrevistador, sua experiência na condução das entrevistas, sua habilidade em documentar as discussões, a disposição do entrevistado em fornecer informações relevantes, a clareza do entrevistado sobre as necessidades do negócio e a empatia estabelecida entre ambos (Iiba, 2011).

Também foram consultadas bibliografias sobre o tema e foram feitas pesquisas sobre o equipamento e os combustíveis utilizados. Este estudo não objetiva analisar tecnicamente o equipamento proposto. Além disso, para o cálculo de consumo de energia, não foram consideradas paradas decorrentes de quebras de máquinas ou ajustes de setup. O estudo também não inclui custos com rescisões ou remanejamento de pessoal, nem os riscos associados ao projeto.

Quanto ao tratamento de dados, o estudo foi baseado em dados armazenado pela empresa. Para a tabulação foi utilizado o software Excel, onde o qual possui suporte cálculos matemático-financeiros. Então o processo metodológico seguiu conforma a figura 2.

Figura 2: Etapas da metodologia



Fonte: Autoria Própria (2024)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Definição do problema

O propósito deste estudo é verificar a viabilidade da substituição de um equipamento que possui mais de 10 anos de uso e que influencia diretamente no maior gasto da empresa, que é o consumo de combustível, o qual corresponde a 40% dos custos da operação.

Queimadores para fornos rotativos são amplamente utilizados em indústrias como cimenteiras, cales, siderurgia, fertilizantes e alumínio, devido à sua capacidade de gerar grandes quantidades de calor e alterar a composição química dos materiais, como na remoção de água ou incineração. Esses queimadores podem atingir temperaturas de até 1500°C, sendo construídos com aço reforçado e revestidos internamente com materiais refratários resistentes ao calor, adequados para processos de secagem e incineração (Combustherm, 2024).

Figura 3: Comparação do queimador antigo com o novo



Fonte: Autoria Própria (2024)

Na Figura 3 é visível a diferença de um equipamento novo para um equipamento com 10 anos de uso contínuo. A maior diferença entre os dois equipamentos está no tipo de combustíveis que podem utilizar, pois enquanto o antigo pode utilizar somente combustíveis fósseis e carvão, o novo equipamento segundo os fabricantes possui a capacidade de utilizar biocombustíveis.

4.2 Análise econômica

Na concepção do fluxo de caixa, foram analisados apenas recursos internos, considerando um período de dois anos. Após essa análise, foi solicitado o orçamento para aquisição do equipamento, que ficou em R\$ 650.000,00. Também foram levantados os custos operacionais do equipamento, que não requer mão de obra direta para sua operação. Quanto à manutenção, não há previsão de custos dentro do período analisado, e o equipamento não depende de energia

elétrica para funcionar.

Sua função é a de passagem e controle de combustível sólido, onde para a atual capacidade de produção, que permanecerá inalterada, ocorre a média de consumo diário de 130t que anualmente é 46.800t. Com relação ao custo com combustível, a empresa trabalha utilizando mix de dois tipos diferentes de combustíveis coque de baixo enxofre (coque BS), que possui um custo médio de R\$ 1.690,00 por tonelada e a moinha de carvão que possui custo de R\$ 900,00 por tonelada.

Devido a questões de qualidade do produto e do processo, é inviável a utilização de somente um único tipo de combustível, pois o coque BS é uma matéria prima de maior qualidade e de maior valor agregado, já a moinha é inferior, porém possui menor custo, o que leva a empresa a encontrar a melhor proporção para trabalhar. Segue abaixo a Tabela 1 que apresenta a projeção referente ao custo com combustível e o custo referente à proporção no combustível.

Tabela 1: Custo total anual com combustível do equipamento atual

Anos	Proporção Coque BS (50%)	Proporção Moinha (50%)	Custo médio anual Coque + Moinha
Ano 1	R\$ 39.546.000,00	R\$ 21.060.000,00	R\$ 60.606.000,00
Ano 2	R\$ 39.546.000,00	R\$ 21.060.000,00	R\$ 60.606.000,00
Ano 3	R\$ 39.546.000,00	R\$ 21.060.000,00	R\$ 60.606.000,00
Ano 4	R\$ 39.546.000,00	R\$ 21.060.000,00	R\$ 60.606.000,00
Ano 5	R\$ 39.546.000,00	R\$ 21.060.000,00	R\$ 60.606.000,00

Fonte: Autoria Própria (2024)

No equipamento atual a proporção utilizada é de 50% de coque BS e 50% moinha, com a aquisição do novo equipamento será possível a utilização de biomassa, que são combustíveis de origem orgânica. Para o novo equipamento a preferência está sendo dada para a inserção na proporção de 5% de cavaco de madeira, pois devido ao seu poder calorífico, torna-se uma opção energética renovável, sustentável e eficiente. Diante disso, cotações com diferentes fornecedores foram realizadas, chegando a uma média de preço de R\$439,00 por tonelada de cavaco de madeira. Segue na tabela 2 a projeção de utilização.

Tabela 2: Custo total anual com combustível do equipamento novo

Anos	Proporção Coque BS (50%)	Proporção Moinha (45%)	Biomassa cavaco de madeira (5%)	Consumo médio anual Coque + Moinha + Cavaco
Ano 1	R\$ 39.546.000,00	R\$ 18.954.000,00	R\$ 1.027.260,00	R\$ 59.527.260,00
Ano 2	R\$ 39.546.000,00	R\$ 18.954.000,00	R\$ 1.027.260,00	R\$ 59.527.260,00
Ano 3	R\$ 39.546.000,00	R\$ 18.954.000,00	R\$ 1.027.260,00	R\$ 59.527.260,00
Ano 4	R\$ 39.546.000,00	R\$ 18.954.000,00	R\$ 1.027.260,00	R\$ 59.527.260,00
Ano 5	R\$ 39.546.000,00	R\$ 18.954.000,00	R\$ 1.027.260,00	R\$ 59.527.260,00

Fonte: Autoria Própria (2024)

Diante da alteração do mix de combustíveis é possível observar uma economia com combustíveis de R\$ 1.078.740,00. Quanto à depreciação contábil do equipamento foi adotada a porcentagem de 10% de acordo com a instrução normativa da receita federal (Receita Federal, 1999). Em seguida foi definida a TMA que por parâmetros definidos pelos próprios gestores da empresa foi estipulada em 30% os mesmos acreditam que qualquer investimento feito pela empresa deve buscar essa taxa de retorno anual.

Devido a situação do atual equipamento, os gestores acreditam que a substituição do equipamento deve ser feita em no máximo 5 anos. Quanto a liquidação do equipamento novo, foi estipulado o valor de R\$200.000,00 visto que é o valor que os gestores venderiam o atual

caso fosse necessário, porém eles planejam continuar com o atual como um equipamento reserva.

Logo abaixo segue a montagem do fluxo de caixa incremental, como a quantidade produzida ficará inalterada a receita não sofrerá alteração diante da aquisição no novo equipamento então a entrada foi definida como a economia que será obtida por meio da nova mistura de combustíveis .

Tabela 3: Fluxo de caixa do projeto

	0	1	2	3	4	5	Liquidação
Investimento	-R\$650.000,00						R\$200.000,00
Economia com combustíveis		R\$1.078.740,00	R\$1.078.740,00	R\$1.078.740,00	R\$ 1.078.740,00	R\$1.078.740,00	
- Depreciação incremental		-R\$65.000,00	-R\$65.000,00	-R\$65.000,00	-R\$65.000,00	-R\$65.000,00	
Lucros antes de juros e IR (lajir)		R\$1.013.740,00	R\$1.013.740,00	R\$1.013.740,00	R\$1.013.740,00	R\$1.013.740,00	
- Impostos		-R\$253.435,00	-R\$253.435,00	-R\$253.435,00	-R\$253.435,00	-R\$253.435,00	
+ Depreciação incremental		R\$65.000,00	R\$65.000,00	R\$65.000,00	R\$65.000,00	R\$65.000,00	
Saldo por período	-R\$650.000,00	R\$825.305,00	R\$825.305,00	R\$825.305,00	R\$825.305,00	R\$825.305,00	R\$50.000,00
Fluxo de caixa descontado	-R\$650.000,00	R\$634.850,00	R\$488.346,15	R\$375.650,89	R\$288.962,22	R\$222.278,63	R\$150.000,00
Fluxo de caixa acumulado	-R\$650.000,00	-R\$15.150,00	R\$473.196,15	R\$848.847,04	R\$1.137.809,26	R\$1.360.087,89	R\$1.510.087,89

Fonte: Autoria Própria (2024)

Quanto ao saldo por período, foi subtraído da economia de combustíveis o imposto sobre lucro real que segundo a lei nº 8.541 é referente a 25% (BRASIL, 1992), também foi subtraído a depreciação para encontrar os lucros antes de juros e imposto de renda (Lajir) e depois adicionado o valor da depreciação novamente para encontrar o saldo por período, o qual corresponde a R\$ 825.305,00 para cada ano.

Já no fluxo de caixa descontado foi calculado utilizando o fluxo de caixa do período sobre um mais a TMA elevado ao número do período. Por fim, o fluxo de caixa acumulado foi calculado somando o valor do período anterior com o período atual do fluxo de caixa descontado, onde no primeiro ano encontramos o valor negativo R\$ 54.140,00 e do período seguinte em diante valores positivos.

Tabela 4: Indicadores Econômicos

VPL (R\$)	R\$ 1.391.164,33
TIR - a/a	125%
Payback	1,03

Fonte: Autoria Própria (2024)

Após a montagem do fluxo de caixa foram calculados os indicadores econômicos, como mostra a Tabela 4 para encontrar o VPL foi utilizado o Excel onde mesmo possui a fórmula do VPL, que faz o cálculo referente a equação 1, a fórmula no Excel leva em consideração os valores dos saldos dos períodos que corresponde a R\$ 825.305,00, a TMA de 30% e logo em seguida somando com o valor negativo do investimento de R\$ 650.000,00 chegando ao valor de R\$ 1.391.164,33.

Diante do exposto, Camloffski (2014) explica que se o VPL for positivo, o projeto pode continuar sendo analisado, caso contrário, se o VPL for negativo, o projeto deve ser descartado, pois não gera retorno suficiente para justificar o investimento. De acordo com o resultado

encontrado neste trabalho esse requisito foi alcançado.

Quanto a TIR, também foi calculada por meio do Excel utilizando a função TIR que é baseada na equação 2, no Excel e selecionado o valor do investimento R\$ 650.000,00 e todos os valores do saldo do caixa por período, cujo resultado foi de 125%. De acordo com Casarotto Filho (2019) uma forma de avaliar se a TIR atinge o retorno mínimo desejado é comparar com a TMA. A TIR encontrada para o projeto de aquisição do equipamento foi de 125% a.a superior a TMA utilizada como meta pela empresa que é de 30% a.a.

Já para encontrar o período do *Payback* descontado, foi verificado no fluxo de caixa o momento em que o valor do VPL projetado deixou de ser negativo e passou a ser positivo, este fato ocorreu no início do segundo ano. Para Assaf Neto (2019), o *Payback* é o período necessário para recuperar o investimento inicial por meio dos retornos gerados pelo projeto. Para o caso aqui em estudo foi utilizado o *Payback* descontado que por sua vez, ajusta os fluxos de caixa com base no valor do dinheiro no tempo, aplicando uma taxa de desconto que reflete o custo de capital, para o projeto em análise foi encontrado o valor de 1,03 o que significa que o projeto se pagará no início do segundo ano.

E por fim, a Anuidade equivalente, que foi encontrada também pelo Excel utilizando a fórmula PGTO que leva em consideração a TMA, a quantidade de períodos e o valor do VPL.

Ao observar os indicadores que analisam a viabilidade econômica do equipamento na tabela 4, é possível constatar a viabilidade da aquisição de um novo queimador para a indústria, embora o novo equipamento não gere um aumento na produção, ele será responsável por uma significativa economia na utilização de combustível.

6. CONCLUSÕES

Esse estudo evidencia que o objetivo geral de analisar a viabilidade econômico-financeira para a aquisição de um queimador industrial foi plenamente alcançado. A análise realizada demonstra que a aquisição de um queimador industrial é viável e oferece ganhos significativos para a empresa.

Em relação aos objetivos específicos estabelecidos, a avaliação dos custos de aquisição, a análise minuciosa dos custos operacionais, as projeções de fluxo de caixa e o cálculo dos indicadores econômico-financeiros (VPL, TIR e *Payback*) confirmam a viabilidade do investimento.

O VPL positivo de R\$1.391.164,33 e a TIR de 125% evidenciam que o retorno do investimento supera a TMA definida, com o *Payback* descontado ocorrendo em apenas 1,03 anos. Esses dados indicam que o novo equipamento proporcionará uma significativa redução nos custos operacionais, especialmente no consumo de combustível, além de melhorar a eficiência energética do processo produtivo.

Com base nesses indicadores, o custo inicial de R\$650.000,00 para a aquisição do equipamento é considerado justificado, dado o potencial de economia anual de R\$1.078.740,00 obtido por meio da adoção de uma nova mistura de combustíveis. Outro ponto relevante é o impacto dos custos de combustível na operação. Observa-se que a operação atual se torna onerosa devido à limitada variedade de combustíveis utilizados, reforçando a necessidade de otimização nesse aspecto. Se faz necessário também observar a importância das métricas usadas para análise de viabilidade econômica de projetos de substituição de equipamentos, por meio delas fica mais compreensível projetar os impactos que um investimento tem ao longo dos anos com a projeção do fluxo de caixa a empresa pode planejar melhor suas ações, tomar decisões de investimento, identificar possíveis faltas de liquidez e garantir que haverá recursos.

Quanto aos outros indicadores também é possível notar sua importância, com o VPL é possível calcular o valor presente dos fluxos de caixa futuros, descontados a uma taxa predefinida, indicando se o projeto gerará valor ao negócio. Já a TIR, por sua vez, revela a taxa de retorno esperada do investimento, sendo viável quando superior ao custo de capital. E o *Payback* mede o tempo necessário para recuperar o investimento inicial, focando na liquidez.

Além disso, a substituição do equipamento atual por um modelo mais moderno e eficiente,

capaz de utilizar biocombustíveis, promove melhorias na sustentabilidade e competitividade da empresa no mercado.

Recomenda-se, para estudos futuros, a realização de uma análise técnica mais detalhada sobre o impacto ambiental e operacional de novos equipamentos. Também seria interessante investigar a viabilidade de expandir o uso para outros tipos de biocombustíveis, buscando mais eficiência energética e redução de custos para tanto poderia ser utilizado métodos como simulação de Monte Carlo para aprofundar mais o conhecimento referente as proporções de combustíveis.

Essa abordagem ampliaria o impacto positivo da aquisição, alinhando o projeto a práticas mais sustentáveis e inovadoras, que podem contribuir para o crescimento a longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAF NETO, A. **Análise de Investimentos**. Editora Atlas, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CALCÁRIO AGRÍCOLA (ABRACAL). **Material do IBRAM reforça importância do calcário também na mineração**. 2022. Disponível em: <https://abracal.com.br/site/2022/04/19/material-do-ibram-reforca-importancia-do-calcario-tambem-na-mineracao/#:~:text=Segundo%20estudo%20do%20instituto%2C%20três,produção%20miner al%20brasileira%20em%202021>. Acesso em: 30 out. 2024.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. [s.l.] McGraw Hill Brasil, 2008.

BRASIL. **Lei nº 8.541, de 23 de dezembro de 1992**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18541.htm. Acesso em: 19 Out. 2024.

CAMLOFFSKI, Rodrigo. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. Rio de Janeiro: Atlas, 2014. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788522486571/>. Acesso em: 12 Out. 2024.

CAMARGOS, Marcos Antônio de. **Matemática financeira - Aplicada a produtos financeiros e à análise de investimentos**. Rio de Janeiro: Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788502207615. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502207615/>. Acesso em: 23 Mar. 2024.

CARPIO, Ricardo; RUFINO JÚNIOR, Carlos Antônio. **Estado da arte do processo produtivo da cal na região Centro-Oeste de Minas Gerais**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321351048_Estado_da_arte_do_processo_produtivo_da_cal_na_regiao_Centro_Oeste_de_Minas_Gerais. Acesso em: 20 Out. 2024.

CASAROTTO FILHO, Nelson. **Análise de Investimentos - Manual Para Solução de Problemas e Tomadas de Decisão**. 12th ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2019. E-book. p.156. ISBN 9788597023299. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597023299/>. Acesso em: 13 Out. 2024.

Combustherm. **Queimador para forno rotativo**. Disponível em: <https://www.combustherm.com.br/queimador-forno-rotativo>. Acesso em: 12 Out. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Importância da Indústria. **Portal da Indústria**. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>>. Acesso em: 22 Set. 2024.

FIEP - Federação das Indústrias do Estado do Paraná. Histórico. Disponível em: <<https://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindicalpr/historico-1-3302-19867.shtml>>. Acesso em: 17 Out. 2024.

IIBA. *Um guia para o corpo de conhecimento de análise de negócios (Guia BABOK®)*. Tradução de Fabrício Laguna. 2. ed. Toronto: International Institute of Business Analysis, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **RN tem a maior reserva de calcário do Brasil**. 2011. Disponível em: <<https://ibram.org.br/noticia/rn-tem-maior-reserva-de-calcario-do-brasil/>>. Acesso em: 29 Set. 2024.

JÚNIOR, Antonio Marques D. **Análise de investimentos em projetos - Viabilidade financeira e risco**. São Paulo: Saint Paul Editora, 2024. Disponível em: <<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786586407587/>>. Acesso em: 13 Out. 2024.

MORDOR INTELLIGENCE. **Relatório da Indústria: Mercado de Calcário**. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/limestone-market>>. Acesso em: 24 Mar. 2024.

OCHOA GEORGE, P. A. et al. **Cleaner production in a small lime factory by means of process control**. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 12, p. 1171–1176, Ago. 2010.

PEREIRA, Luana dos Santos; FERREIRA, Gilson Ezequiel. **A Indústria da Cal no Brasil**. XVII Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2008. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/500/1/27-Luana%20dos%20Santos%20Pereira.pdf>>. Acesso em: 22 de Set. de 2024.

RICHARDSON, Roberto J. **Pesquisa Social - Métodos e Técnicas**, 4ª edição. Rio de Janeiro: Atlas, 2017. E-book. ISBN 9788597013948. Disponível em: <<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013948/>>. Acesso em: 29 de Set. de 2024.

RECEITA FEDERAL. **Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998**. Disponível em: <<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=15004&visao=original>>. Acesso em: 13 out. 2024.

ROCHA, Nelson Fernando Cabeda. **Análise de sensibilidade dos estudos de viabilidade na construção de empreendimentos, 2009**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto, Programa de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Porto. Disponível em: <https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/15_000142432.pdf>. Acesso em: 13 Out. 2024.

SOUZA, Alceu. **DECISÕES FINANCEIRAS E ANÁLISE DE INVESTIMENTOS: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. 6th ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2008. E-book. p.161. ISBN 9788597023466. Disponível em:

<<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597023466/>>. Acesso em: 13 Out. 2024.

SOUTO, Dione Silveira; COSTA, Fernanda Coutinho da; SANTOS, Jardel Anderson Guimarães; CORDEIRO, Leonardo Ayres. **Análise de viabilidade econômico-financeira na aquisição de caminhões para transporte de minério**. PUCMINAS. Disponível em:<<http://bib.pucminas.br:8080/pergamumweb/vinculos/000096/0000960c.pdf>> Acesso em: 30 Out. 2024.

SOUZA, Fernando Rodrigues de. **A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos**. 2016. Disponível em:<https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/54051529/A_IMPORTANCIA_DO_ESTUDO_DE_VIABILIDADE_ECONOMICA_DE_PROJETOS-libre.pdf>. 22 Set. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**. Porto Alegre: Bookman, 2015. E-book. ISBN 9788582602324. Disponível em:<<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602324/>>. Acesso em: 29 Set 2024.

SAMANEZ, C. P.. **Engenharia Econômica**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SILVA, Edson Cordeiro da. **Como Administrar o Fluxo de Caixa das Empresas: Guia de Sobrevivência Empresarial**. 11th ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. E-book. p.175. ISBN 9786559772612. Disponível em:<<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559772612/>>. Acesso em: 16 Out. 2024.