

ESTUDO DO MOMENTO ÓTIMO PARA SUBSTITUIÇÃO DE MAQUINÁRIO DE AFIAÇÃO DE FERRAMENTA DE USINAGEM INDUSTRIAL PELO MÉTODO DE CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE

Rafael de Campos, William José Borges.

Instituto Federal de Santa Catarina

Câmpus Jaraguá do Sul – Rau – Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica

e-mail: campos_bombeiro@hotmail.com, william.borges@ifsc.edu.br

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC – 09/12/2022.

Resumo – O objetivo deste trabalho é avaliar e determinar cientificamente o momento ótimo para a substituição do maquinário de afiação de ferramenta de usinagem industrial por meio do método do custo anual uniforme equivalente, analisando os dados registrados e fornecidos pela empresa e aplicando as taxas definidas, sendo a taxa selic em 13,75%, a depreciação de 20% ao ano e uma alíquota de imposto de renda de 15%. O método aplicado disponibiliza informações para embasar e auxiliar o processo da tomada de decisão e o gerenciamento dos investimentos em ativos permanentes.

Palavras-Chave – Administração da produção, Eficiência, Substituição de equipamentos e Tomada de decisão.

STUDY OF THE OPTIMUM TIME FOR REPLACEMENT OF INDUSTRIAL MACHINING TOOL SHARPENING MACHINERY BY THE EQUIVALENT UNIFORM ANNUAL COST METHOD

Abstract – The objective of this work is to scientifically evaluate and determine the optimal time for the replacement of industrial machining tool sharpening machinery through the equivalent uniform annual cost method, analyzing the data recorded and provided by the company and applying the defined rates. being: the Selic rate of 13.75%, depreciation of 20% per year and an income tax rate of 15%. The applied method provides information to support and assist the decision-making process and the management of investments in permanent assets.

Keywords – Production Management, Equipment Replacement and Decision Making.

I. INTRODUÇÃO

Uma empresa privada é uma instituição que tem como objetivo gerar lucro. O lucro [1] é o dinheiro que resta para a empresa depois que foram pagas todas as despesas. Esse valor pode ter vários destinos e empregos, de acordo com o perfil dos gestores, e um deles é o investimento em ativos imobilizados.

Esses ativos são os bens que uma empresa utiliza para produzir outros bens ou serviços, mas que também geram despesas para a empresa. Tais bens [2] perdem o seu valor, seja pelo desgaste, pela redução do valor de mercado ou pela obsolescência, devido ao fenômeno físico da depreciação, amortização e exaustão.

Sabendo dessa perda, os gestores buscam alternativas para lidar com isso. Uma delas diz respeito aos métodos de análise de dados para auxiliar a tomada de decisão e determinar o momento ótimo para a substituição ou para investimentos em ativos fixos, classificado em dois grandes grupos [3]:

- Métodos que não consideram a variação do valor do dinheiro no tempo;
- Métodos baseados em fluxos de caixas reais.

Como o foco está no estudo de momento ótimo, optou-se então pelo método do custo anual uniforme equivalente (CAUE) do grupo B, para guiar a metodologia de análise dos dados descritos neste trabalho.

O método CAUE pode ser aplicado em diversas situações, como em [4], em que os autores o utilizaram para calcular a vida útil econômica de veículos de um centro de formação de condutores, ou até mesmo como [5], que utilizou o CAUE em máquinas de colheita de madeira.

A motivação desse estudo de caso surgiu através de relatos de experiências da Região Norte de Santa Catarina, onde a relevância do setor metalomecânico deve ser destacada. Esses relatos e debates [6] levantaram o questionamento sobre qual seria o melhor momento para realizar a substituição de um equipamento. Entende-se que a substituição de bens é um evento comum a todas as empresas e há consequências, tanto na substituição prematura de ativos quanto na tardia.

A FIESC [7], por exemplo, defende a necessidade de planejamento das trocas em função das dificuldades políticas e econômicas que o Brasil enfrenta em 2022, defendendo e definindo as diretrizes para o crescimento estratégico da indústria nas próximas décadas.

A necessidade de se conhecer o momento ideal para a troca se justifica, porque a do tipo antecipada impacta na recuperação do capital investido, e a tardia, nos altos custos operacionais e de manutenção, além da depreciação do ativo.

Todavia, faz-se necessário obter dados sobre o bem a ser analisado para poder aplicar o método sugerido [3]. De acordo com a aplicação desejada, os seguintes dados serão analisados no modelo:

- Valor do investimento (ou de aquisição);
- Valor de revenda ou valor residual ao final de cada ano da vida útil do bem;
- Custo de operação;

- -Custo de capital (ou taxa mínima atrativa).

A justificativa deste trabalho, tratando do ponto de vista científico, se dá pela utilização de um método na prática do empresariado. Isso irá promover estudos e orientações para a futura tomada de decisão. Silva e Santiago [8] sintetizam que o objetivo principal da informação proveniente da análise de custos é auxiliar na tomada de decisão. O entendimento da informação dos custos propicia uma decisão mais assertiva.

Pela perspectiva econômica, o trabalho se justifica pelo planejamento e controle dos equipamentos, tendo em vista que o controle de custos determina parcialmente o sucesso a longo prazo da empresa. Entende-se que recursos malconservados podem interromper as operações de produção [9].

Por outro lado, do ponto de vista administrativo, o trabalho se justifica com o avanço no controle dos altos custos de manutenção e baixa lucratividade em operação, pois equipamentos do porte do equipamento a ser estudado tem consideráveis participações nos custos operacionais.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A Revolução Industrial foi o grande marco na linha de corte entre a produção artesanal e a produção industrial [10]. Quando o movimento da Revolução Industrial entrou em atividade, a produção artesanal foi saindo do cenário, trazendo também novos parâmetros produtivos, como a padronização dos produtos, de processos de fabricação, treinamento de mão de obra direta, entre outras mudanças [11].

A produção é a função central das organizações, já que é aquela que vai se incumbir de alcançar o objetivo principal da empresa [12]. Com isso, a função administrativa se torna responsável por realizar estudos e desenvolver técnicas de gestão, seja na produção de bens ou de serviços [13], pois todas as atividades desenvolvidas por uma empresa, na tentativa de transformar insumos em produtos e/ou serviços, sempre consomem recursos e nem sempre agregam valor [14].

Ao considerar a ciência como a arte de se converter os elementos complexos da organização em uma estrutura capaz de atingir os objetivos da empresa pela otimização de custos e a geração de lucros, entende-se que a Administração da Produção pode ser trabalhada como ciência, pois compreende sistematizações em torno de problemas, objetivos, atitudes e conhecimentos [10].

A estreita concepção do trabalho, fundamentada na chamada administração científica de Taylor, enfatizava o treinamento específico e a estreita qualificação do trabalhador [10]. O SEBRAE [15] corrobora com a ideia de que a qualificação da mão de obra do operador influencia no custo operacional final, na qualidade do serviço prestado e também na vida útil do maquinário devido à boa prática de operação. Há custos empregados em todo o desenvolvimento das atividades realizadas pela empresa, mas, para este trabalho, será considerado apenas o custo operacional (ou custo de produção).

Os custos de produção se remetem aos custos que são possíveis de serem mensurados e aos valores que as empresas alocam às atividades para serem desenvolvidas. Estão relacionados aos custos de produção: mão de obra da fábrica, matéria-prima, pagamentos dos custos fixos (energia elétrica

da fábrica), e outros custos indispensáveis para a elaboração (manutenção da fábrica) [16].

Existem diversas maneiras de como conseguir reduzir o custo operacional de uma empresa, como, por exemplo, a alteração do layout produtivo, reduzindo o quadro de funcionários. Porém, um modo menos drástico é aplicando as ferramentas de manutenção. Ao proceder-se a análise dos dados que se pode coletar de uma máquina, mesmo sem entrar em operação, pode-se chegar a resultados que orientem o empreendedor na tomada de decisão das ações necessárias para melhorar a eficiência da empresa como um todo.

Outro elemento que impacta nos custos das empresas, seja devido a dívidas contraídas ou ao retorno dos investimentos é a taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia), que é uma infraestrutura do mercado financeiro administrada pelo Banco Central [17], sendo ela a taxa básica de juros da economia, influenciando todas as outras taxas de juros do país.

Na prática, quando a Selic sobe, os juros cobrados nos financiamentos e empréstimos ficam mais altos, desestimulando o consumo e, conseqüentemente, favorecendo a queda da inflação. O inverso é igualmente verdadeiro.

Para tomar decisões racionais, é importante que elas sejam estruturadas [18], tendo também em vista que a capacidade humana na tomada de decisão é direcionada conforme valores de referências. A forma como as informações são apresentadas são de suma importância [19]. Nesse ponto, tem-se a importância da utilização de métodos científicos para resolução de problemas, em que se estuda e trata de um caso específico, adaptando métodos já existentes com retorno de conhecimento embasado, a fim de auxiliar a gestão e tornar o agir inteligente.

A escolha do método do custo anual uniforme equivalente ocorre pelo fato de poder ser aplicado utilizando apenas informações referentes aos custos do bem a ser estudado, sem a necessidade de informações sobre receitas [3].

III. METODOLOGIA

Como já dito anteriormente, precisa-se de uma série de informações para poder aplicar o CAUE, sendo elas: o valor de investimento (ou do preço de aquisição), o valor de revenda (ou o valor residual ao final de cada ano da vida útil do ativo), os custos operacionais e o custo de capital (ou taxa mínima atrativa definida).

Além desses dados anteriormente citados, temos que o fator de recuperação do capital também é necessário para o cálculo do CAUE, sendo esse fator uma função financeira que será calculada pela fórmula 1

$$FRC = i(1+i)^n / (1+i)^n - 1 \quad (1)$$

Onde:

i - taxa mínima atrativa,

n - período da vida útil.

O objeto de estudo é uma máquina de afiação de ferramentas de usinagem industrial fabricada em 1993, as informações de fabricantes do maquinário e nome da empresa proprietária foram preservados.

O valor de investimento do ativo foi obtido diretamente na empresa pelos registros contábeis do equipamento e, mesmo

que a empresa estivesse apenas analisando a opção de compra e ainda não possuísse o produto, ela saberia informar o valor que custa para aquisição, tornando este um dado de fácil obtenção.

Deve-se somar o valor investido para compra do ativo com os valores imobilizados na compra de cada acessório para melhorias, nesse caso, do processo de produção, sendo importante lembrar que todos os valores investidos depois da compra devem ser trazidos para o ano inicial da vida útil da máquina, ou seja, o ano que houve a aquisição, com os valores corrigidos para correta aplicação do método.

No decorrer da vida útil, o produto terá um valor diferente ao final de cada ano em comparação a quando foi adquirido devido à depreciação; esse valor é chamado de valor residual, e tem aplicação em um dos campos do cálculo do método. A empresa também informa que segue a taxa de 20% de depreciação ao ano, estipulando uma vida útil de 10 anos.

Com a contabilização da depreciação do equipamento por ano, após, realiza-se o somatório acumulativo dos valores da depreciação, para, assim, poder calcular o valor residual de cada ano e, com isso, obter o valor residual após a dedução do imposto de renda, que foi estipulado em 15% em cima do ganho de capital.

Pode acontecer de o objeto de estudo não possuir a depreciação contabilizada. Neste caso, recorre-se à planilha de depreciação fornecida pela Receita Federal, em que cada segmento possui uma taxa de depreciação estipulada.

Para o valor do campo Ganho de Capital, foi reduzido o valor residual antes do Imposto de Renda do Valor Contábil fornecido pela empresa.

A fim de uniformizar o valor anual do investimento, multiplica-se o valor do investimento pelo FRC referente a cada ano. De forma análoga, faz-se com o Custo Operacional Anual Equivalente, em que se utiliza o Valor Atual Acumulativo dos Custos Operacionais multiplicado pelo FRC.

Os custos operacionais do maquinário foram divididos em grupos, tais como:

- Consumíveis: rebolo, óleo lubrificante das partes móveis e líquido refrigerante;
- Energia: motor principal, iluminação direta, bomba hidráulica e bomba de circulação;
- Manutenção: manutenção corretiva ou preventiva, troca de configuração da máquina na mudança de processo;
- Hora homem: custo da hora do operador.

A taxa mínima atrativa é uma das variáveis que compõem o método do custo anual equivalente e tem a função de transformar as saídas e entradas que compõem o fluxo de caixa em séries uniformes equivalentes. Optou-se por utilizar a Selic como referência, analisando também o CDI e a poupança.

Com todas informações anteriormente citadas, realiza-se, pela seguinte fórmula, o cálculo da vida útil econômica do equipamento estudado:

$$CAUE_T = \left[VI + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - \frac{VR_T}{(1+i)^T} \right] \times \left[\frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T - 1} \right] \quad (2)$$

Onde:

CAUE_T - Custo Anual Uniforme Equivalente do período;

VI - Valor do Investimento;

C_t - Custos totais;

VR_T - Valor de Revenda do período.

O cálculo será executado através do Excel, com a entrada das variáveis e com a fórmula [2] para aplicação do método, juntamente com um gráfico para tornar visual o entendimento das curvas de custo de operação e custo capital.

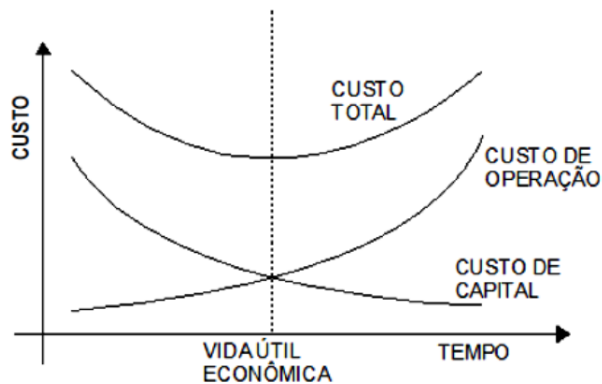


Fig. 1 Curvas características do método CAUE.

O gráfico que será demonstrado possuirá três curvas, semelhantes à Figura 1. A curva de custo de capital tem a tendência decrescente de custo em relação ao tempo; a de custo de operação tem a tendência de crescimento com o passar do tempo; já a curva de custo total é o somatório das duas curvas anteriores.

O ponto a ser analisado é o mais baixo da curva do custo total, ou seja, exatamente no ponto em que o custo de operação e o custo capital são idênticos é onde tem-se a vida útil econômica.

IV. ANÁLISES

Os dados coletados e processados serão demonstrados nos seguintes tópicos: valor de investimento, o valor residual, custos operacionais e taxa mínima atrativa definida. Serão apresentados os dados como foram trabalhados. O resultado final foi compilado em um quadro, além comparado à teoria.

A. Valor do Investimento

O valor de aquisição do bem em análise foi fornecido pela empresa após pesquisa nos registros financeiros do controle patrimonial, onde se informa a aquisição do maquinário em 20 de abril de 2018 pelo valor de R\$60.000,00. Além disso, em 2022 foi feita uma série de aportes para compra de dispositivos de uso exclusivo desta máquina, para aprimoramento do processo de produção, aumentando assim o valor patrimonial total, isto é, somando R\$80.000,00 ao valor inicial do maquinário.

Como já mencionado acima, aplicou-se a fórmula [3] do VPL (valor presente líquido), utilizando a Selic como a taxa mínima atrativa definida em 13,75%, a fim de trazer os valores para o mesmo período de aquisição do maquinário.

$$V_{pl} = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{F_{c_t}}{(1+i)^n} \quad (3)$$

Onde:

VPL - Valor Presente Líquido;

Fc - fluxo de caixa;

t - momento em que o fluxo de caixa ocorreu;

i - taxa de desconto (ou taxa mínima atrativa);

n - período de tempo.

Desta forma, somando as imobilizações corrigidas ao valor investido em março de 2018, chega-se ao valor total de R\$ 94.755,53, como demonstrado na Tabela 1.

TABELA I
Valor Total Uniforme de Investimento

Investimento	
2018	R\$ 60.000,00
2019	R\$ 0,00
2020	R\$ 0,00
2021	R\$ 0,00
2022	R\$ 80.000,00
VPL	R\$ 94.755,35

Ao analisar o valor investido, se as parcelas fossem apenas somadas, a operação resultaria em R\$ 140 mil em vez de R\$ 94.755,35. Essa variação de 32,321% se dá ao fato de que o CAUE exige que todos os valores imobilizados no investimento e em qualquer aumento patrimonial sejam refletidos para o ano da aquisição.



Fig. 2. Maquinário de estudo. Fonte: Autor.

A Figura 2 representa o objeto de estudo de aplicação do CAUE. Sobre a mesa de trabalho da própria máquina é possível ver um braço magnético do relógio comparador na cor azul, como também um outro acessório de uso exclusivo da máquina, denominado 'detalonador' — acessórios esses que contam como aumento patrimonial.

B. Valor Residual

Conforme declarado no DRE pela empresa, este maquinário tem uma depreciação estipulada em 20% a.a por se tratar de um equipamento usado ao longo da vida útil de 10 anos.

A Tabela 2 apresenta os valores residuais para cada ano, considerando a depreciação anual junto à depreciação acumulada e o valor residual do maquinário antes do cálculo do imposto de renda sobre o ganho de capital.

O valor residual é o valor estimado pela entidade, que seria obtido com a venda do ativo, depois de fazer a dedução das despesas, nesse caso, a depreciação. [3]

Ao se contabilizar a taxa de depreciação de 0,778% no primeiro mês da máquina, fornecida pela contabilidade da empresa proprietária do bem, e uma taxa de depreciação de 1,667% para os meses seguintes, obtém-se um valor uniforme de depreciação anual, salvo o primeiro ano visto, pois o ativo entrou em funcionamento ao final do primeiro trimestre de 2018.

TABELA II
Valor Residual Antes do Imposto de Renda

Anos	Depreciação	Depreciação Acumulada	Valor Residual antes do IR
2018	R\$ 14.950,29	R\$ 14.950,29	R\$ 79.805,06
2019	R\$ 18.951,07	R\$ 33.901,36	R\$ 60.853,99
2020	R\$ 18.951,07	R\$ 52.852,43	R\$ 41.902,92
2021	R\$ 18.951,07	R\$ 71.803,50	R\$ 22.951,85
2022	R\$ 18.951,07	R\$ 90.754,57	R\$ 4.000,78
2023	R\$ 18.951,07	R\$ 109.705,64	-R\$ 14.950,29
2024	R\$ 18.951,07	R\$ 128.656,71	-R\$ 33.901,36
2025	R\$ 18.951,07	R\$ 147.607,78	-R\$ 52.852,43
2026	R\$ 18.951,07	R\$ 166.558,85	-R\$ 71.803,50
2027	R\$ 18.951,07	R\$ 185.509,92	-R\$ 90.754,57

Ao consolidar a venda de um ativo pela empresa e sendo o valor contábil menor que o valor obtido na negociação, ocorre a tributação do imposto de renda com a alíquota de 15% em cima do ganho de capital. O Valor Contábil de cada ano foi fornecido pela empresa e, com isso, projetados os valores dos próximos anos até o fim da vida útil. Assim, os valores corrigidos são apresentados na Tabela 3.

TABELA III
Valor Residual após o Imposto de Renda

Anos	Valor Contábil	Ganho de Capital	I.R.	Valor Residual após IR
2018	R\$ 98.600,00	R\$ 18.794,94	R\$ 2.819,24	R\$ 76.985,81
2019	R\$ 91.100,00	R\$ 30.246,01	R\$ 4.536,90	R\$ 56.317,08
2020	R\$ 83.600,00	R\$ 41.697,08	R\$ 6.254,56	R\$ 35.648,35
2021	R\$ 76.100,00	R\$ 53.148,15	R\$ 7.972,22	R\$ 14.979,62
2022	R\$ 68.600,00	R\$ 64.599,22	R\$ 9.689,88	-R\$ 5.689,11
2023	R\$ 61.100,00	R\$ 76.050,29	R\$ 11.407,54	-R\$ 26.357,84
2024	R\$ 53.600,00	R\$ 87.501,36	R\$ 13.125,20	-R\$ 47.026,57
2025	R\$ 46.100,00	R\$ 98.952,43	R\$ 14.842,87	-R\$ 67.695,30
2026	R\$ 38.600,00	R\$ 110.403,50	R\$ 16.560,53	-R\$ 88.364,03
2027	R\$ 31.100,00	R\$ 121.854,57	R\$ 18.278,19	-R\$ 109.032,76

Observa-se na Tabela 3 que o valor residual após a dedução do imposto de renda se torna negativo a partir do ano de 2022, isso significa que não temos um valor atraente caso se optasse pela venda do maquinário, pois com a dedução do imposto de renda em relação ao ganho de capital, a empresa estaria sendo prejudicada.

C. Custos Operacionais

A empresa não consegue precisar o custo dos óleos lubrificantes das partes móveis e do líquido de refrigeração das peças, pois estes são comprados em grande escala e divididos entre as demais máquinas. Todavia, a empresa informou que gasta em média R\$ 1.700,00 mensais com consumíveis, isso inclui os rebolos utilizados para afiação das ferramentas.

São realizadas as trocas de 3 rebolos por mês em média, pois o desgaste varia de acordo com o tipo do rebole (desbaste, acabamento e superacabamento); a geometria do rebole (cônico ou reto); a quantidade de *insertos* a serem afiados no mês; e a quantidade de material a ser usinada.

Os custos de energia referentes ao acionamento do motor do rebole principal, à iluminação direcionada, ao motor da central hidráulica da movimentação da mesa e torre e da motobomba de circulação de fluido refrigerante giram em torno de R\$1.300,00 mensais.

Durante o expediente, há algumas paradas na produção por diversos motivos. Logo, a empresa trabalha para que uma taxa de 70% do turno seja convertida em beneficiamento do material. Os outros 30% são considerados horas improdutivoas, mas que fazem parte do processo de produção, sendo elas paradas devido à troca de *setup*, troca da ferramenta finalizada por uma bruta, parada de almoço e idas ao banheiro.

Para calcular o consumo de energia em kWh de qualquer equipamento elétrico, basta multiplicar a sua potência em Watts pelo tempo de uso em horas e dividir o resultado por 1.000.

$$E = \frac{W \cdot h}{1000} \quad (4)$$

Onde:

E - Energia;

W - Watts;

h - hora.

Sendo o autor deste documento o responsável por manter o bom estado e funcionamento de todos os maquinários da empresa, assim como também da estrutura predial, para a obtenção dos dados de manutenção foram encontrados nos registros os custos de instalação e *startup* da máquina e os custos das manutenções ao longo dos anos, pois a empresa do autor já atuava como responsável pela manutenção quando o item de estudo foi adquirido.

No que se refere aos custos relacionados à mão de obra de operador, por ser a máquina a chave dos processos realizados pela empresa, este ativo tem uma carga horária média de 10h diárias e o seu custo de parada é R\$ 85,00/h.

A compilação desses dados resulta na Tabela 4, que relata o somatório anual dos custos operacionais complicados.

TABELA IV
Custos operacionais

Anos	Custo Operacional
2018	R\$ 35.176,24
2019	R\$ 38.164,13
2020	R\$ 38.714,56
2021	R\$ 41.318,46
2022	R\$ 47.087,62
2023	R\$ 50.285,33

2024	R\$ 53.483,04
2025	R\$ 56.680,75
2026	R\$ 59.878,46
2027	R\$ 63.076,17

Os custos operacionais de 2023 até 2027 são cálculos estimados para orientar o método CAUE, baseado nos históricos de máquinas semelhantes e de processos análogos na mesma indústria.

O valor do custo operacional é de suma importância para a aplicação do método, pois o segundo elemento da função é justamente:

$$\sum_t \frac{C_t}{(1+i)^*t} \quad (5)$$

Onde:

C_t - Custos totais;

t - início do período;

T - final do período.

D. Síntese dos Dados

Ao aplicar a fórmula [2] com os dados informados nos itens anteriores, chega-se aos números do Quadro 5.

TABELA V
Cálculo do CAUE

Anos	Valor do Investimento	Custo Totais	CAUE
2018	R\$ 107.784,21	R\$ 35.176,24	R\$ 65.974,63
2019	R\$ 57.358,85	R\$ 36.574,08	R\$ 67.585,76
2020	R\$ 40.643,00	R\$ 37.197,87	R\$ 67.452,03
2021	R\$ 32.353,97	R\$ 38.038,26	R\$ 67.337,17
2022	R\$ 27.435,02	R\$ 39.414,08	R\$ 67.714,05
2023	R\$ 24.200,45	R\$ 40.695,79	R\$ 68.003,81
2024	R\$ 21.927,69	R\$ 41.896,69	R\$ 68.240,83
2025	R\$ 20.255,38	R\$ 43.024,20	R\$ 68.442,36
2026	R\$ 18.982,66	R\$ 44.083,21	R\$ 68.618,09
2027	R\$ 17.988,98	R\$ 45.077,43	R\$ 68.773,91

Destaca-se o valor CAUE do ano de 2021 por ser o menor resultado entre todos os anos. Isso significa que, sob a ótica definida para esse estudo, no ano destacado foi o momento em que a curva do somatório do custo de operação versus custo de capital teve seu ponto mais baixo, indicando ali a vida útil econômica do ativo imobilizado.

O resultado do primeiro ano (ano da compra do ativo) foi descartado, pois tem um tempo de operação reduzido, se comparado aos demais anos.

Na figura do Anexo 1, que apresenta em forma de gráfico os resultados calculados anteriormente, é possível observar o comportamento de decréscimo do custo de investimento, em azul, e o crescimento suave do custo total, em laranja. Com isso, fica difícil definir com exatidão qual o ponto da vida útil econômica deste ativo olhando apenas o gráfico, pois os valores obtidos como resultado dos cálculos sofreram poucas variações.

Porém, o fato do CAUE sofrer pouca variação final entre os anos torna a tomada de decisão do momento da troca do ativo mais flexível, tendo em vista que o prejuízo da troca tardia ou antecipada não é tão significativo, pois a variação



entre o CAUE mínimo em 2021 e o máximo em 2027 é de 2,133%.

V. CONCLUSÃO

Tendo esse trabalho o objetivo de avaliar e determinar cientificamente o momento ótimo para a substituição de um maquinário de afiação de ferramenta de usinagem industrial, foi utilizado o método do custo anual uniforme equivalente no levantamento das informações definidas pelo próprio método para embasar, de modo a auxiliar a tomada de decisões e o gerenciamento dos investimentos em ativos permanentes.

O foco do trabalho se limitou a analisar apenas o maquinário informado, utilizando os dados registrados e fornecidos pela empresa proprietária do ativo como também da empresa que realiza manutenção no parque fabril, no ano de 2022. Foram levados em conta: taxa Selic em 13,75%, depreciação de 20% ao ano e alíquota de imposto de renda de 15%, considerando que quaisquer alterações nas variáveis-chave acarretaria em uma nova análise.

O resultado do estudo foi satisfatório, pois percebeu-se que, devido ao fato do ativo ter manutenção baixa e elevada robustez, o maquinário não requer muita atenção quanto à vida útil econômica, pois a variação do CAUE não passa de 3% entre o ponto mínimo e máximo, o que permite que o empresário foque a atenção em outros pontos do processo e facilite a tomada de decisão na hora de imobilizar um ativo ou realizar algum aporte financeiro.

Para estudos futuros, fica a sugestão de realizar a análise com outras taxas mínimas atrativas, tais como CDI ou poupança, por exemplo. Outra linha de estudo possível é aplicar o método analisando a viabilidade de investimento para a compra de maquinário novo.

Desta maneira, fica evidente que as ferramentas de gestão podem se tornar tão complexas quanto se queira e podem se adaptar ao contexto às quais são inseridas, auxiliando a tomada de decisão dos empresários e proporcionando maior competitividade à empresa.

Todas as organizações utilizam algum sistema ou método de gerenciamento, e lidar de forma sábia com os recursos de uma empresa sabendo que todos eles são escassos é primordial para o desenvolvimento da instituição. A empresa de estudo possui sua produção sob encomenda, e cada produto exige uma variedade de ações e processos especializados. Logo, ter o maquinário sempre em perfeito estado e operando de modo eficiente é uma tarefa complexa sem a aplicação de alguma ferramenta desenvolvida por pesquisadores da área da administração da produção.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Maximiano, *Fundamentos da Administração: Introdução à Teoria Geral e aos Processos da Administração*. Grupo GEN, 2014. 978-85-216-2751-7. [On-line]. Disponível: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2751-7/>.
- [2] A. Borgert, E. S. Hunttemann, C. A. Schultz, “Custo anual uniforme equivalente (CAUE) aplicado à avaliação de veículos populares”, in *Anais do ENEGEP*, 9 a 11 out. 2006. [On-line]. Disponível: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr510342_7595.pdf.
- [3] I. H. Vey, R. M. Rosa, “Utilização do custo anual uniforme equivalente na substituição de frota em empresas de transporte de passageiros”, *Revista Eletrônica de Contabilidade*, vol. 1, nº 1, pp. 173., 2004. [On-line]. Disponível: <https://doi.org/10.5902/198109465890>.
- [4] M. L. Tusi, A. C. Ruoso, J. C. M. Townsend, L. A. M. Santos, L. C. Rosa, “Análise do Cálculo da Vida Econômica de Veículos de um Centro de Formação de Condutores”, *Revista Brasileira de Gestão de Engenharia*, vol. 10, nº 2, pp. 137-149, jul-dez 2019. [On-line]. Disponível: <https://periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia/article/view/492>.
- [5] H. M. Bassoli, G. C. Batistela, P. T. Fenner, D. Simões, “Custo anual uniforme equivalente de máquinas de colheita de madeira: uma abordagem estocástica”, *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], vol. 40, 2020. [On-line]. Disponível: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/2073>.
- [6] E. O. Abensur, “A substituição de bens de capital: um modelo de otimização sob a óptica da engenharia de produção”. *Gestão & Produção*, São Carlos, vol. 22, nº 3, pp. 525-538, jul-set. 2015. [On-line]. Disponível: <https://www.scielo.br/j/gp/a/NFhDsmNfVdpbNQ8mrWs88h/?lang=pt>.
- [7] Fiesc, “Indústria define diretrizes para a próxima década” Florianópolis, 30 jun. 2022. [On-line]. Disponível: <https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/industria-define-diretrizes-para-proxima-decada>.
- [8] H. M. Silva, L. P. Santiago, “Análise de viabilidade da substituição de equipamentos sob incerteza: o caso da São Bento Mineração S.A”, in *Anais do ENEGEP*, nº 26, 9 a 11 out. 2006. [On-line]. Disponível: <https://gee.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/a3.pdf>.
- [9] M. Fms, “O que é o PCM (Planejamento e Controle da Manutenção)”. *Blog FM2S*, 20 fev. 2019. [On-line]. Disponível: <https://www.fm2s.com.br/blog/o-que-o-pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao>.
- [10] J. Peinado, A. R. Graeml, *Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços*, UnicenP, Curitiba, 2007. 748 pp.
- [11] P. G. Martins, F. P. Laugeni, *Administração da Produção*, Saraiva, 2ª Edição, São Paulo, 2005. 562 pp.
- [12] N. Slack, S. Chambers, R. Johnston, *Administração da Produção*, Atlas, 2ª Edição, São Paulo, 2002.
- [13] M. Davis, N. J. Aquilano, R. Chase, *Fundamentos da Administração da Produção*, Bookman, Porto Alegre, 2000.
- [14] F. P. Laugeni, P. G. Martins, *Administração da produção*, Saraiva, São Paulo, 2015.
- [15] SEBRAE, “Qualificação de mão de obra: entenda a sua importância para a empresa”, 5 dez. 2013, atual. 7 fev. 2022. [On-line]. Disponível:



<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-importancia-da-mao-de-obra-qualificada,3b03438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>.

- [16] J. Dutra, *Gestão de Pessoas: Modelo, Processos, Tendências e Perspectivas*, Atlas, São Paulo, 2009.
- [17] Banco Central do Brasil, “Taxa Selic”, [On-line]. Disponível:
<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>.
- [18] SOUSA, Almir Ferreira D.; NETO, Adelino De B.; LUPORINI, Carlos Eduardo de M. Manual de gestão empresarial: teoria e prática. Editora Manole, 2021. [On-line]. Disponível:
<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555764499/>.
- [19] M. A. Marconi, E. M. Lakatos, *Metodologia Científica*, Grupo GEN, 2022. [On-line]. Disponível:
<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770670/>.

DADOS BIOGRÁFICOS

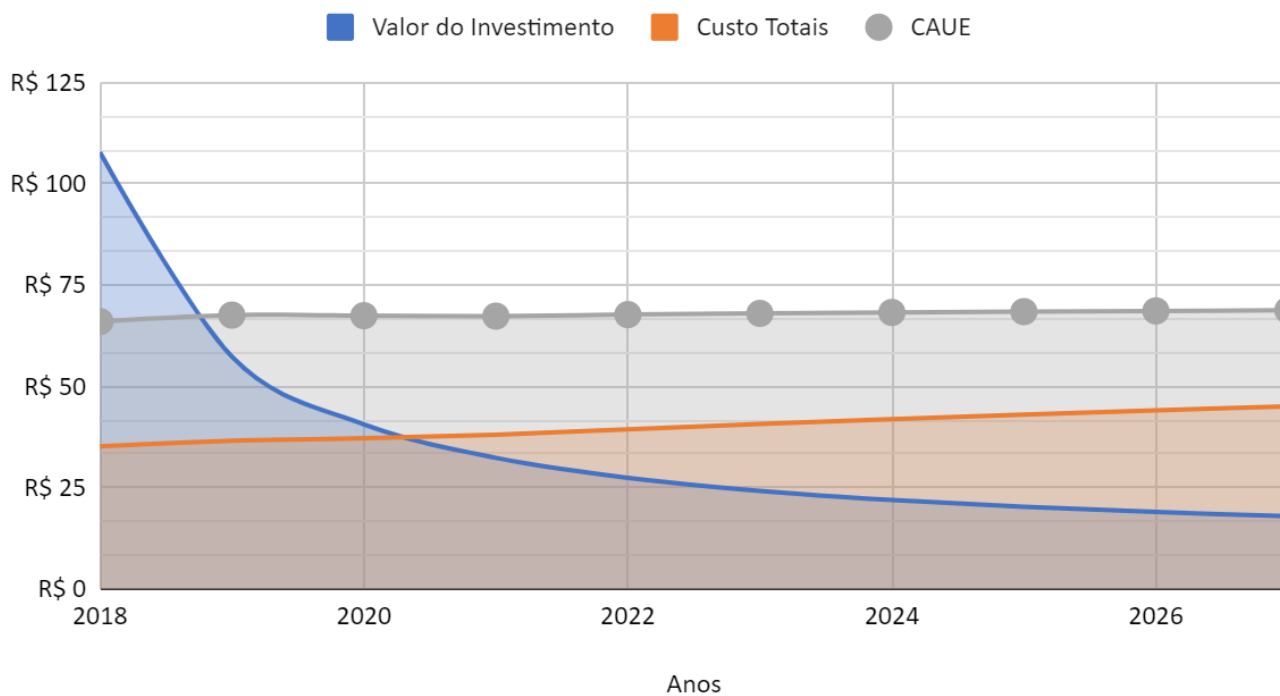
Rafael de Campos, nascido em 08/08/1994 em Jaraguá do Sul, é técnico em eletrotécnica (2015) pelo Instituto Federal de Santa Catarina, campus Rau.

Ele foi monitor de Eletricidade Básica no IFSC durante a graduação em engenharia elétrica. Possui uma empresa (2018) que fornece projetos e execuções de instalação e manutenção na área elétrica. Suas áreas de interesse são: eletrônica de potência, acionamentos industriais e automação de máquinas elétricas.

William José Borges - Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina (CPGA/UFSC). Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração (PPA/UEM) na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Bacharel em Administração pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Desenvolve e coordena projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Atualmente é professor e pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e integrante do diretório dos grupos de pesquisa do Brasil. As pesquisas desenvolvidas estão ligadas a inovação, tecnologia, prospecções e ciência.

ANEXO 1

Valor do Investimento, Custos Totais e CAUE





RAFAEL DE CAMPOS

ESTUDO DO MOMENTO ÓTIMO PARA SUBSTITUIÇÃO INTEGRAL OU PARCIAL DE EQUIPAMENTOS PELO MÉTODO DE CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Jaraguá do Sul, 09 de dezembro de 2022.

Prof. Dr. William José Borges
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Rau

Prof. MSc Aldo Zanella Júnior
IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Rau

Prof. Dr. Vinícius Porto de Ávila
IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Rau