

---

**Avaliação estratégica de investimentos em equipamentos: o processo de decisão entre manutenção, reforma ou aquisição**

*Fagner Asbahr de Oliveira  
UNESP Guratinguetá*

*David Ferreira Lopes Santos  
UNESP Jaboticabal*

**Resumo:** Este estudo avalia as decisões estratégicas de manter, reformar ou adquirir nova máquina de medição por coordenadas em uma montadora, usando o Valor Presente Líquido para analisar as implicações financeiras e operacionais de cada opção. A análise revelou que a reforma do equipamento existente é a opção mais econômica, melhorando a confiabilidade sem o custo alto de uma nova máquina. Por outro lado, a manutenção do equipamento atual mostrou-se inviável devido aos altos custos de manutenção, e a aquisição de um novo equipamento, apesar de suas vantagens tecnológicas, não se justifica financeiramente devido ao alto custo inicial. Este estudo fornece um modelo replicável para utilização do valor presente líquido, onde outras empresas podem utilizar para tomar decisões informadas sobre investimentos em equipamentos.

**Palavras-Chave:** Análise de investimento, Criação de Valor, Indústria Automotiva, Tomada de Decisão Financeira.

## 1. Introdução

O mercado automotivo brasileiro, um dos maiores da América Latina, desempenha um papel importante na economia nacional, e segundo a projeção da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, o Brasil vai aumentar sua produção de veículos (leves e pesados) de 2,35 milhões obtidos em 2023 para 2,47 milhões de unidades em 2024, representando um aumento de 6,2% (ANFAVEA, 2024).

A retomada da demanda por veículos no mercado interno após a pandemia será gradual e lenta. As cadeias produtivas seguirão impactadas pela escassez de materiais e pela reduzida procura por automóveis. Atualmente, o setor automotivo está em negociações para estabelecer novos incentivos governamentais, visto que as iniciativas anteriores não alcançaram os resultados esperados (OXFORD ANALYTICA, 2023).

A intensa concorrência no mercado global impõe às montadoras a necessidade de constante inovação para atender às expectativas dos consumidores, ampliar sua quota de mercado e elevar seus lucros, garantindo assim sua competitividade, a qualidade do produto é um elemento fundamental neste processo, indicando que as montadoras que oferecem produtos de alta qualidade tendem a estar mais envolvidas em iniciativas de inovação de produto. Esta relação destaca a qualidade não apenas como um resultado desejado, mas como um motor essencial para a inovação contínua na indústria automotiva global (LIN; LU, 2006).

Neste contexto, a metrologia, especialmente nas salas de medidas, através das máquinas de medições por coordenadas (CMM - *Coordinate Measure Machines*) assume um papel crucial, pois são utilizadas para medir as características geométricas das peças e das carrocerias dos automóveis, a precisão dessas medições é crucial, pois impacta diretamente na qualidade e no desempenho dos produtos finais, onde as especificações de design sejam precisamente seguidas, minimizando variações e defeitos (MOHAMMADI; MIRHASHEMI; RASHIDZADEH, 2020).

No entanto, o equipamento de medição CMM atual em uma montadora específica no Brasil tem apresentado desafios significativos, incluindo altos custos de manutenção, frequentes falhas e períodos prolongados de reparo e indisponibilidade, impactando diretamente a eficiência operacional e na qualidade do produto.

Para analisar as implicações financeiras e operacionais de cada opção, este estudo avalia a decisão estratégica de manter, reformar ou investir em uma nova máquina para a sala de metrologia, utilizando a teoria do Valor Presente Líquido (VPL).

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma ferramenta crucial para a avaliação de investimentos, sendo utilizado para calcular o valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados, descontando os custos associados ao investimento inicial. O VPL é visto como uma medida objetiva que ajuda os empreendedores a tomarem decisões informadas sobre a viabilidade econômica de projetos.(HERING et al., 2021).

A aplicação do VPL possibilita a comparação de diferentes configurações e cenários, permitindo que os decisores avaliem a sustentabilidade econômica do projeto a longo prazo (SEMAAN et al., 2020).

O VPL é obtido ao descontar os benefícios líquidos futuros para seu valor presente, permitindo uma comparação uniforme entre projetos que apresentam diferentes padrões de fluxo de caixa (KNOKE et al., 2020).

o VPL não é apenas uma medida estática de viabilidade financeira, mas também um indicador dinâmico que deve ser avaliado sob diferentes cenários para garantir uma tomada de decisão mais robusta e informada.(ARAYA et al., 2020).

Um VPL positivo indica que o investimento deve gerar um retorno superior ao custo de capital, sugerindo que o projeto é financeiramente viável e deve ser aceito. Por outro lado, um VPL negativo sugere que o retorno gerado pelo projeto será inferior ao custo de capital, o que implica que o investimento não é financeiramente viável e, portanto, deve ser rejeitado (HERING; OLBRICH; RAPP, 2021)

Assim, a análise de VPL orienta a decisão entre a manutenção, reforma ou aquisição de um novo equipamento, alinhando o investimento com as metas estratégicas da empresa (CESCA, 2018)

O objetivo desse estudo é aplicar o VPL para quantificar os custos e benefícios associados, proporcionando à montadora uma base sólida para equilibrar investimentos necessários e potenciais retornos.

## 2. Contexto do problema

Este estudo se concentra na indústria automobilística, mais precisamente em uma montadora que opera no Brasil desde 2011. Localizada no interior de São Paulo, a planta desta montadora tem capacidade para produzir 208.000 veículos leves anualmente. A empresa oferece três produtos principais: um veículo leve nas versões *hatchback* e *sedã*, além de dois modelos de utilitários esportivos (SUV).

Esta montadora é uma das cinco maiores do país em termos de participação de mercado, desempenhando um papel crucial no mercado automotivo brasileiro.

No laboratório da metrologia dessa montadora, há uma máquina CMM de grande porte com duas colunas, utilizada especificamente para medir todas as características geométricas de carrocerias de veículos após o processo de soldagem. Esse equipamento tem apresentado custos significativos para manutenção, o que motivou a um estudo de investimentos.

A confiabilidade dos dados coletados por Máquinas de Medir por Coordenadas (CMM) é crucial, pois confere precisão e eficácia às decisões estratégicas tomadas a partir dessas informações. Uma CMM bem calibrada e com incertezas de medição claramente definidas permite que engenheiros e técnicos identifiquem variações sutis na qualidade dos processos de produção. Essas variações, muitas vezes imperceptíveis sem análises precisas, podem ser corrigidas por meio de ajustes meticulosos no processo de fabricação. Este controle aprimorado contribui significativamente para a elevação dos padrões de qualidade dos produtos e para a minimização de desperdícios, otimizando os recursos da empresa (HAMBURG-PIEKAR, 2006).

Essa medição ocorre duas a três vezes por dia, permitindo a coleta e análise de dados dimensionais essenciais para decisões estratégicas e intervenções no processo de manufatura. Na figura 1, há ilustração de uma máquina de medir por coordenadas (CMM).



**Figura 1.** Máquina de Medir por Coordenadas (*CMM – Coordinate Measure Machine*)

Fonte: <https://hexagon.com/pt/products/toro> (TORO, 2024)

A carroceria do veículo, ilustrada pela Figura 2, precisa ter as geometrias controladas para garantir a qualidade de montagem das peças e bom funcionamento do veículo. A integridade dimensional da carroceria de um veículo é um fator crucial que se traduz diretamente em suas características estéticas e funcionais, afetando a qualidade subjetiva percebida pelo cliente, e ainda um potencial falta de precisão dimensional pode ser causada tanto pelo design do veículo quanto pelas variações inerentes ao processo de montagem (AGUILAR et al., 2006).



**Figura 2.** Carroceria de um veículo, usada para o processo de medição.

Fonte: Acervo da Montadora

O equipamento atual da montadora tem enfrentado indisponibilidades frequentes por causa de quebras recorrentes. A situação é agravada pelo fato de que apenas um técnico do fabricante, sediado na Europa, pode realizar os reparos, aumentando os custos devido a despesas com viagens, vistos e estadias. Além disso, os custos com manutenção preventiva, corretiva e calibrações são significativos.

Esses fatores causam atrasos na análise de dados e nas correções do processo de manufatura, aumentando o risco operacional e gerando incertezas sobre a qualidade e precisão dimensional da carroceria.

Para Bhushan et al (2019) o tempo de inatividade, tanto planejado quanto não planejado, pode ter custos significativos e impactar negativamente a eficiência geral da produção, as paradas não planejadas, causadas por falhas e interrupções, são fatores comuns que afetam a produtividade e, consequentemente, a qualidade dos produtos.

### 3. Diagnóstico do problema

A análise de Valor Presente Líquido (VPL) pode ser usada como método para avaliar as decisões estratégicas de manutenção, reforma ou substituição do equipamento de medição CMM da montadora.

A decisão de investir em capital fixo, especialmente em tecnologia de medição de alta precisão como a CMM, requer uma análise cuidadosa dos custos e benefícios associados, uma vez que estes impactam diretamente a eficiência operacional e a qualidade do produto (BHUSHAN B. MALUSARE; HEMANT SALUNKHE, 2019).

No contexto da montadora, o VPL foi empregado para quantificar e comparar os benefícios financeiros e operacionais das três opções de investimento (CESCA, 2018)

- a) Manutenção do Equipamento Atual: Envolve custos contínuos de reparos e manutenção corretiva. A análise VPL para esta opção considera os custos recorrentes e o impacto na produtividade devido a possíveis falhas e tempo de inatividade.
- b) Reforma do Equipamento Atual: Esta opção inclui uma atualização ou reforma significativa do sistema atual para melhorar sua confiabilidade e eficiência. O VPL aqui calcula os custos de reforma contra a redução esperada nos custos de manutenção e a melhoria na eficácia operacional.
- c) Aquisição de uma Nova Máquina: Considera o investimento em uma nova CMM com tecnologia atualizada. O VPL calcula o custo inicial alto contra os benefícios de maior precisão, menor manutenção e maior disponibilidade operacional

#### **Manutenção do Equipamento Atual.**

O equipamento foi adquirido em 2011 e instalado em 2012, desde então, conforme detalhado no Tabela 1, apresenta gastos recorrentes de manutenção corretiva, preventiva e calibrações, além de gerar custos extras de inatividades devido a indisponibilidade do equipamento, fazendo com que a área de metrologia tivesse despesas extras com aluguéis de outros equipamentos, horas extras e adaptações no sistema de medição para que a atividade de medições pudesse ser continuada durante o período de indisponibilidade do equipamento.

Tabela 1. Registros dos custos de aquisição e manutenção do equipamento CMM atual

Período	Ano	Despesas de manutenção do equipamento (em R\$ - BRL)			
		Preventiva/ Calibração	Corretiva	Equipamento Indisponível	Total
0	2011	Compra	-	-	-
1	2012	Instalação	-	-	0
2	2013	Garantia	-	-	0
3	2014	Garantia	-	-	0
4	2015	51.900	-	-	51.900
5	2016	212.000	-	-	212.000
6	2017	222.600	220.000	42.000	484.600
7	2018	233.730	435.270	55.000	724.000
8	2019	245.417	182.584	35.000	463.000
9	2020	257.687	133.313	45.000	436.000
10	2021	270.572	175.000	27.000	472.572
11	2022	284.100	145.000	21.000	450.100
Custo total para manter o equipamento (em R\$ - BRL)					3.294.172
Custo médio anual de manutenção (11 anos após instalação)					299.470
Mediana do custo anual de manutenção					436.000

Fonte: Acervo da montadora

Durante os 11 anos de operação, o custo total de manutenção atingiu R\$ 3.294.172, com despesas variáveis a cada ano. Como demonstrado no Quadro 1, houve um crescimento nos custos de manutenção e despesas do equipamento.

Por essa razão, a empresa optou por adotar a mediana como referência para o custo anual, para provisionar despesas operacionais (budget) por ano, estabelecendo-o em R\$ 436.000 anualmente.

A escolha da mediana como medida é importante em comparações onde o contexto de alguns dados pode ser atípico e sua exclusão baseada somente em métodos estatísticos convencionais pode não ser justificável. A mediana é apreciada por sua robustez e habilidade em gerenciar outliers, tornando-se uma ferramenta valiosa em análises impactadas por valores extremos (RATEL, 2006).

Dante destes valores de gastos com manutenções e despesas de operações por indisponibilidade de equipamento, a empresa iniciou o estudo para buscar alternativas de equipamentos, considerando comprar um equipamento novo ou reformar o atual.

### Opções de investimento alternativos disponíveis: Reformar ou Comprar?

#### Reforma do equipamento

Ao considerar a reforma do equipamento atual, a análise técnica e financeira da montadora em questão, indica um investimento inicial de R\$ 800.000, com os custos de manutenção anual mantidos em R\$ 30.000, estes orçamentos foram realizados com empresa especializada em reformas desse tipo de equipamento, além de consultar outras empresas que fizeram reformas em equipamentos semelhantes.

Esta opção resultaria em uma economia de R\$ 406.000 anualmente quando comparada com o modelo atual, e permite que o equipamento continue operacional, prolongando a vida útil do equipamento existente.

## Aquisição de um novo equipamento

A empresa iniciou uma pesquisa de mercado para consultar a aquisição de uma nova máquina, a melhor oferta foi apresentada por R\$ 3.000.000 com um custo anual de manutenção da ordem de R\$ 20.000 a partir de 3 anos de uso (2 anos de carência).

Optar por uma máquina nova representaria uma economia de R\$ 416.000 anualmente, quando comparado com a máquina atual, e pode oferecer vantagens tecnológicas, aumentando a produtividade e reduzindo as paradas não programadas que são comuns com equipamentos mais antigos.

Com os 3 cenários desenhados e exposto, o capítulo seguinte será explorado e calculado o VPL para tomada da decisão.

## 4. Proposta da solução do problema (ou do aproveitamento da oportunidade)

### Método de cálculo do VPL para o projeto.

De acordo com Assaf, Neto (1996) O cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) pode resultar em um valor positivo ou negativo. Um VPL positivo ( $VPL > 0$ ) sugere que o projeto é financeiramente atraente, indicando que o retorno supera o mínimo esperado pela empresa.

Por outro lado, um VPL negativo ( $VPL < 0$ ) significa que o retorno é menor que o necessário, o que torna o projeto economicamente inviável. Se o resultado for igual a zero, deve-se observar se a taxa de desconto é inferior ao estipulado, para poder indicar atratividade

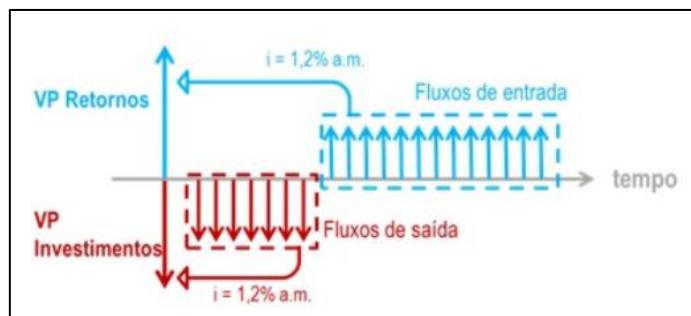
A forma de cálculo do VPL, se dá pela fórmula (ASSAF NETO, 1996):

$$VPL = \left[ \frac{FC1}{(1+i)} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} \right] - FC0 \quad \Rightarrow \quad VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FCj}{(1+i)^j} - FC0$$

Onde:

- VPL: Valor Presente Líquido (a ser calculado).
- $FCj$  : Valor de entrada (ou Saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo
- $FC0$ : Fluxo de caixa verificado no momento zero (inicial), podendo ser um investimento, empréstimo ou financiamento
- $i$ : é a taxa de retorno (no caso da montadora, a taxa adotada é de 16,25%).
- $r$ : é a taxa de desconto.
- $n$ : é o número total de períodos.

A figura 3 representa de forma gráfica as entradas e saídas de caixa no tempo, e a taxa de retorno que conduz os resultados a valores no presente.



**Figura 3.** Representação gráfica do VPL

Fonte: Elaborado pelo autor.

### VPL para manter o equipamento atual

Na tabela 2, observa-se os dados considerando manter o equipamento atual, dessa forma não há investimento iniciais no equipamento. Na coluna “resultado” o valor é negativo, pois é considerado apenas o valor do gasto com manutenção, conforme descrito no item “Manutenção do Equipamento Atual”.

Tabela 2. Detalhe VPL anual – Manter o equipamento atual (Valores em Reais – R\$)

Ano	Resultado	Valor Presente	Detalhe
		$\frac{FC_j}{(1+i)^j}$	
0	2022	0	- Sem investimento
1	2023	- 436.000	- 375.054
2	2024	- 436.000	- 322.627
3	2025	- 436.000	- 277.529
4	2026	- 436.000	- 238.734
5	2027	- 436.000	- 205.363
6	2028	- 436.000	- 176.656
7	2029	- 436.000	- 151.962
8	2030	- 436.000	- 130.720
9	2031	- 436.000	- 112.448
10	2032	- 436.000	- 96.729
<b>Soma Total (Ano 1~10)</b>		<b>- 2.087.821</b>	

Fonte: Acervo da Montadora

O valor do VPL conforme a fórmula:  $VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0$ :

$$VPL (\text{Manter}) = R\$ -2.087.821 - R\$ 0 (\text{Sem investimento inicial})$$

$$VPL (\text{Manter}) = R\$ -2.087.821$$

O resultado negativo do VPL, indica inviabilidade econômica para manter o equipamento (ASSAF NETO, 1996).

## VPL para reformar o equipamento atual.

Na tabela 3, observa-se os dados para reformar o equipamento atual, dessa forma o investimento inicial será de R\$ 800.000. Na coluna “resultado” o valor representa o valor de R\$ 406.000 que será economizado anualmente com manutenção ao longo dos anos.

Tabela 3. Detalhe VPL anual – Reformar o equipamento atual (Valores em Reais – R\$)

Ano		Resultado (Economia)	Valor Presente $\frac{FC_j}{(1+i)^j}$	Detalhe
0	2022	800.000	-	Investimento
1	2023	406.000	349.247	
2	2024	406.000	300.428	
3	2025	406.000	258.433	
4	2026	406.000	222.308	
5	2027	406.000	191.232	
6	2028	406.000	164.501	
7	2029	406.000	141.506	
8	2030	406.000	121.726	
9	2031	406.000	104.710	
10	2032	406.000	90073	
<b>Total (Ano 1~10)</b>			<b>1.944.164</b>	

Fonte: Acervo da Montadora

O valor do VPL conforme a fórmula:  $VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0$ :

VPL (Reformar) = R\$ 1.944.164 – R\$ 800.000 (Investimento inicial)

**VPL (Reformar) = R\$ 1.444.164**

O resultado positivo do VPL, indica viabilidade econômica para reformar o equipamento (ASSAF NETO, 1996).

## VPL para Aquisição de um equipamento novo.

Na tabela 4, encontra-se os dados para aquisição de uma nova máquina, dessa forma o investimento inicial será de R\$ 3.000.000. Na coluna “resultado” o valor representa o valor de R\$ 416.000 que será economizado anualmente com manutenção ao longo dos anos, nos 2 primeiros anos, há carência de custos de manutenção, logo a economia é integral.

Tabela 4. Detalhe VPL anual – Aquisição de nova máquina (Valores em Reais – R\$)

Ano		Resultado (Economia)	Valor Presente $\frac{FC_j}{(1+i)^j}$	Detalhe
0	2022	3.000.000	-	investimento
1	2023	436.000	375.054	Período de garantia, economia integral
2	2024	436.000	322.627	
3	2025	416.000	264.798	
4	2026	416.000	227.783	
5	2027	416.000	195.942	
6	2028	416.000	168.553	
7	2029	416.000	144.992	
8	2030	416.000	124.724	
9	2031	416.000	107.289	
10	2032	416.000	92.292	
<b>Total (Ano 1~10)</b>		2.024.053		

Fonte: Acervo da Montadora

O valor do VPL conforme a fórmula:  $VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0$

VPL (Novo Equipamento) = R\$ 2.024.053 – R\$ 3.000.000 (investimento inicial)

#### **VPL (Novo Equipamento) = - R\$ 975.947**

O resultado negativo do VPL, indica inviabilidade econômica para aquisição do equipamento (ASSAF NETO, 1996).

#### **5. Plano de ações da mudança**

Os resultados da análise de VPL indicaram que:

- Manter o Equipamento Atual: A continuação com o equipamento atual mostrou-se economicamente desfavorável com um VPL negativo, sugerindo que os custos de manutenção e os períodos de inatividade superam os benefícios a longo prazo.
- Reforma do Equipamento Atual: A reforma do equipamento existente surgiu como a opção mais viável, apresentando um VPL positivo. Esta opção ofereceu uma economia considerável em custos de manutenção, além de potencialmente aumentar confiabilidade do equipamento sem o alto custo inicial associado à compra de um novo equipamento. A empresa decidiu por esta opção.
- Aquisição de uma Nova Máquina: Apesar da atração de funcionalidades modernas, a aquisição de um novo equipamento não se mostrou viável financeiramente. O alto custo inicial e os ganhos incrementais em redução do custo de manutenções não justificam o investimento quando comparados à opção de reforma.

O estudo realizado proporcionou dados importantes sobre as implicações financeiras e operacionais associadas às opções de manter, reformar ou substituir o equipamento de medição por coordenadas (CMM) na montadora analisada.

Utilizando o Valor Presente Líquido (VPL) como a método de análise, foi possível quantificar os custos e benefícios de cada alternativa, levando a uma decisão alinhada aos planos de investimentos da empresa.

## 6. Conclusões e contribuições

Este estudo avança o campo da gestão de ativos e finanças corporativas ao desenvolver um modelo replicável para análise de Valor Presente Líquido (VPL) que pode ser utilizado por outras empresas para avaliar investimentos em equipamentos, avaliando três cenários principais: 1) manter o equipamento atual, 2) reformá-lo ou 3) adquirir um novo.

Assegurando que as decisões de capital sejam baseadas em dados concretos e análise financeira detalhada e ressalta a importância de considerar reformas de equipamentos como uma alternativa aos novos investimentos, direcionando a práticas sustentáveis dentro das organizações e demonstrando que as decisões de investimento em equipamentos afetam diretamente a produtividade e a qualidade dos produtos, reforçando a necessidade de alinhar essas decisões com as estratégias de qualidade e inovação da empresa, para manter a competitividade da organização.

A partir da comparação dos custos e benefícios, concluímos que a reforma do equipamento existente apresenta a melhor viabilidade econômica, equilibrando os custos iniciais com benefícios a longo prazo em termos de redução de despesas de manutenção e aumento de confiabilidade operacional.

A aquisição de um novo equipamento, apesar de oferecer melhorias tecnológicas, não se justifica financeiramente devido ao alto investimento inicial que não é compensado pelos benefícios financeiros a longo prazo. A manutenção do equipamento atual, por outro lado, revelou-se inviável, com um VPL negativo, destacando os custos altos de forma recorrente, além de alto índice de indisponibilidade do equipamento.

Este estudo contribui para a prática de gestão de ativos, oferecendo um modelo replicável de análise de VPL que pode ser utilizado por outras empresas para avaliar investimentos semelhantes, destacando a importância de alinhar decisões de investimento com estratégias operacionais e financeiras para otimizar a qualidade e a eficiência no contexto da competição e qualidade no mercado automotivo.

A análise VPL é importante para decisões de gestão, especialmente ao decidir entre manter, reformar ou comprar novos equipamentos. Ela ajuda os gestores a tomarem decisões baseadas em dados claros, garantindo o uso eficiente dos recursos. No caso da montadora estudada, o VPL mostrou que reformar o equipamento era a opção mais econômica, equilibrando custos iniciais e benefícios a longo prazo.

Essa ajuda a criar uma cultura organizacional voltada analisar a viabilidade econômica de investimentos. Usando ferramentas como o VPL, as empresas conseguem alinhar seus planos de investimentos, garantindo sua competitividade no mercado. Além disso, fortalece a capacidade da empresa de enfrentar desafios operacionais com soluções que atendem tanto às necessidades imediatas quanto à melhoria contínua da qualidade e produtividade.

## Referências

- AGUILAR, J. J. et al. Analysis, characterization and accuracy improvement of optical coordinate measurement systems for car body assembly quality control. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 30, n. 11–12, p. 1174–1190, out. 2006.
- ARAYA, N.; KRASLAWSKI, A.; CISTERNAS, L. A. Towards mine tailings valorization: Recovery of critical materials from Chilean mine tailings. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, 1 ago. 2020.
- ASSAF NETO, A. **Matemática financeira e suas aplicações**. 2a Edição ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- BHUSHAN B. MALUSARE; HEMANT SALUNKHE. Implementing a systematic approach towards the downtime cost. **International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology**, v. 3, n. 12, p. 27–36, 2019.
- CESCA, I. G. Desdobramentos da tomada de decisão em problemas de substituição de equipamentos por meio de funções contínuas e análise não suave. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 3, p. 850–874, 15 set. 2018.
- HERING, T.; OLBRICH, M.; RAPP, D. J. Net Present Value, Duration, and CAPM in Light of Investment Theory: A Comment on Kruk. **Quarterly Journal of Austrian Economics**, v. 24, n. 2, p. 348–359, 2021.
- TORO. **Hexagon Metrology**. Disponível em: <<https://hexagon.com/pt/products/toro>>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- KNOKE, T.; GOSLING, E.; PAUL, C. Use and misuse of the net present value in environmental studies. **Ecological Economics**, v. 174, p. 106664, 1 ago. 2020.
- RATEL, G. Median and weighted median as estimators for the key comparison reference value (KCRV). **Metrologia**, v. 43, n. 4, 1 ago. 2006.
- SEMAAN, M. et al. Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review. **Resources, Conservation and Recycling: X**, v. 6, p. 100033, 1 maio 2020.