



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**DIEGO CASAGRANDE MARIMON**

**GESTÃO DE ATIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO ECONÔMICA  
DOS CUSTOS DE AQUISIÇÃO E LOCAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Palhoça

2021

**DIEGO CASAGRANDE MARIMON**

**GESTÃO DE ATIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO ECONÔMICA  
DOS CUSTOS DE AQUISIÇÃO E LOCAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade  
do Sul de Santa Catarina como requisito  
parcial à obtenção do título de Graduação.

Orientador: Prof. Paulo Henrique Wagner, Esp

Palhoça

2021

**DIEGO CASAGRANDE MARIMON**

**GESTÃO DE ATIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO ECONÔMICA  
DOS CUSTOS DE AQUISIÇÃO E LOCAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 24 de maio de 2021



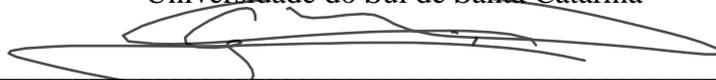
---

Prof. e orientador Paulo Henrique Wagner, Esp  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Ricardo Moacyr Mafra, Msc  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

George Luiz Vandersen, Eng. Civil

Dedico este trabalho à minha família, que tem me acompanhado desde o início deste sonho, pelas incansáveis horas de doação e por entenderem a ausência em muitos momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a toda minha família que sempre me apoiou e me incentivou a seguir em frente. A meu pai Roberto e minha mãe Maria Paula pelas horas de conversas e conselhos sempre presentes.

Em especial a minha esposa Carol e meu filho Lucca por toda a compreensão, paciência e que doaram seu tempo para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu Orientador que tornou esse trabalho possível. Aos Professores que me proporcionaram conhecimento e contribuíram em toda a minha jornada acadêmica.

Enfim, gostaria de expressar a minha gratidão a todos que participaram deste momento tão importante da minha vida.

“A importância das coisas pode ser medida pelo tempo que estamos dispostos a investir. Quanto maior o tempo dedicado a alguma coisa, mais você demonstra a importância e o valor que ela tem pra você. Se você quiser conhecer as prioridades de uma pessoa, observe a forma como ela utiliza o tempo.” (WARREN, Rick).

## RESUMO

A gestão de ativos na indústria da construção civil influencia diretamente na otimização dos custos das obras, principalmente quando analisamos as formas de utilização de máquinas e equipamentos de grande porte e alto valor. Dessa forma, avaliar as alternativas entre aquisição e locação de equipamentos torna-se relevante, podendo representar uma importante ferramenta na manutenção das margens de lucro das empresas. O desenvolvimento da tese levantada pauta-se na avaliação econômica do investimento da substituição de equipamento, considerando as opções de compra ou locação. Desenvolvido a partir de revisão bibliográfica e de fontes primárias e secundárias associada ao desenvolvimento do estudo que foi enquadrado como um quase-experimento, com a simulação de um cenário hipotético. O seu desenvolvimento lança luz sobre a composição e estimativa teórica do custo horário de equipamentos e a utilização destes na avaliação das alternativas de investimentos de substituição de ativos. Foram utilizados para estimativa do custo horário de um equipamento, dois métodos: Manual de Custo de Infraestrutura de Transporte 2017 – Dnit; e método proposto por Aldo Dórea Mattos. O resultado do método do DNIT se mostrou 0,9% menor, variação esta que não se mostrou representativa nas avaliações seguintes. Utilizando a técnica de análise de sensibilidade, considerando como variável as horas produtivas e improdutivas, determinou-se o ponto de equilíbrio, em dias, entre compra ou locação. Para determinar o benefício financeiro foi utilizado método do Valor Anual Unitário Equivalente (VAUE), para os cenários de 5, 10, 15 e 21 diárias de locações mês. O equipamento utilizado para a elaboração do estudo foi uma mini-carregadeira e para os valores de aquisição e locação, foram utilizados como referência os valores praticados nos dias atuais, tendo como referência o mês de outubro de 2020, no intuito de dar um parâmetro mais próximo da realidade ao resultado.

Palavras-chave: gestão de ativos; engenharia econômica; custo horário de equipamentos; substituição de equipamentos.

## **ABSTRACT**

The management of assets in the construction industry directly influences the optimization of building costs, especially when is analyzed the use of large and high-value machinery and equipment. Thus, the evaluation of the alternatives between equipment acquisition or leasing becomes relevant and may represent an important tool to maintain the company's profit margins. The development of the thesis raised here is based on the economic evaluation of the investment for equipment replacement, considering the options: acquisition or leasing. This study is based on bibliographic review and primary and secondary sources. The study was framed as a near-experiment and simulates a hypothetical scenario. Its development discusses the composition and theoretical estimation of the hourly cost of an equipment and these use in the evaluation of alternative asset replacement investments. Two methods were used to estimate the hourly cost of an equipment: Transport Infrastructure Cost Manual 2017 - DNIT; and the method proposed by Aldo Dórea Mattos. The DNIT method results 3.27% higher, a variation that was not representative in the following evaluations. Using the sensitivity analysis technique, considering productive and unproductive hours as a variable, the equilibrium purchasing was determined in days. To set the financial benefit, an Equivalent Unit Annual Value (VAUE) method was used for the scenarios of 5, 10, 15 and 21 days. The equipment used on the study was a mini loader and the values of acquisition and leasing were referred to October 2020, in order to give a reality parameter to the results.

**Keywords:** asset management; economic engineering; hourly cost equipment; replacement of equipment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de Fluxo de caixa, em tabelas.....	21
Figura 2 - Exemplo de Diagrama Fluxo de caixa, em gráficos. ....	21
Figura 3 - Método do Valor Presente Líquido.....	23
Figura 4 - Encargos sociais sobre o salário hora - padrão .....	39
Figura 5 - Encargos sociais sobre o salário mês - padrão.....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vida útil de equipamentos.....	30
Quadro 2 - Depreciação em termos contábeis Método Linear. Exemplo.....	31
Quadro 3 - Depreciação em termos contábeis Método Saldo Devedor. Exemplo.....	32
Quadro 4 - Depreciação em termos contábeis Método Soma dos Anos. Exemplo.....	32
Quadro 5 - Vida útil de pneus em horas.....	35
Quadro 6 – Valores para o coeficiente único k.....	41
Quadro 7 - Coeficiente múltiplos K.....	42
Quadro 8 - Exemplo de uma escavadeira hidráulica na TCPO.....	43
Quadro 9 - Custo horário miniescavadeira.....	46
Quadro 10 – Ponto de Equilíbrio Compra x Locação variando as horas produtivas.....	50
Quadro 11 – Financiamento minicarregadeira.....	51
Quadro 12 - Fluxo de caixa para 12,12 diárias por mês, com VAUE igual a zero no ano 5...52	
Quadro 13 - Resumo dos VAUEs variando o número de diárias por mês.....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mostra a comparação entre os métodos de depreciação. ....	33
Gráfico 2 – Gráfico da composição percentual do custo horário da hora produtiva .....	46

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3	JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
2.1	ENGENHARIA ECONÔMICA .....	15
2.1.1	Economia de equipamentos .....	18
2.1.2	Análise de investimentos .....	18
2.1.3	Do planejamento à tomada de decisão .....	19
2.1.4	Fluxo de caixa .....	20
2.1.5	Métodos de Análise de Investimento .....	22
2.1.6	Método do Valor Presente Líquido.....	22
2.1.7	Método da Recuperação de Capital – Pay-back.....	23
2.1.8	Método do valor uniforme equivalente - VUE.....	24
2.1.9	Análise de sensibilidade .....	25
2.2	ENGENHARIA DE CUSTOS .....	25
2.2.1	CUSTO HORÁRIO TOTAL.....	26
2.2.2	Hora produtiva e hora improdutiva .....	27
2.2.3	Custo de Propriedade.....	28
2.2.4	Depreciação.....	29
2.2.5	Custo de operação .....	34
2.2.6	Custo de manutenção .....	40
2.2.7	TCPO - Tabela de composição de preços para orçamentação.....	43
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>45</b>
4.1	COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ESTIMATIVA DO CUSTO HORÁRIO TOTAL.....	45
4.1.1	Determinação do ponto de equilíbrio .....	48
4.2	AVALIAÇÃO ECONÔMICA PELO MÉTODO VAUE .....	50
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

<b>ANEXO B – FICHA TÉCNICA MINICARREGADEIRA - DNIT.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO C – COTAÇÕES VALORES DE LOCAÇÃO DIÁRIAS MINI CARREGADEIRA .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em um mercado cada vez mais globalizado e competitivo, a busca pelo aumento de produtividade, qualidade, agilidade e redução de custos é cada vez mais necessária para as empresas da construção civil, não apenas para manter a competitividade no mercado, mas, acima de tudo, para manter a saúde financeira da empresa. Investimentos em modernização do planejamento das obras, novas tecnologias e equipamentos vem aumentando ano a ano, fazendo com que os engenheiros e gestores necessitem rever e prever importantes decisões de investimento. A mecanização do canteiro de obras é uma realidade e tem grande importância financeira, seja por conta dos benefícios como a redução de mão de obra, do desperdício de materiais, controle de qualidade, economia de tempo para execução de projetos, ou pelos custos de aquisição ou locação destes maquinários.

Os equipamentos podem representar grande parte dos custos de um serviço em determinadas etapas da obra, essa representatividade fica extremamente clara em serviços de terraplenagem (MATTOS, 2007). Devido aos altos custos de aquisição de maquinários pesados para uso na construção civil, incertezas quanto aos custos de manutenção, risco de ociosidade e armazenamento, a locação ou a terceirização de equipamento é uma tendência global, pois simplifica e acaba por desonerar o construtor em relação a tantas variáveis. Entretanto, a locação de máquinas por um tempo prolongado ou por vários períodos consecutivos, pode acabar gerando custos bem elevados para as construtoras. Com isso, a avaliação e planejamento do investimento em máquinas e equipamentos são de extrema importância para que esses benefícios se traduzam em resultados positivos.

O presente trabalho desenvolve a hipótese de que a otimização da aplicação dos recursos no emprego de máquinas e equipamentos para a construção civil está relacionada à determinação do ponto de equilíbrio entre as alternativas de locação e aquisição.

O desenvolvimento da tese levantada pauta-se na avaliação econômica do investimento da substituição de equipamento, considerando as opções de compra ou locação. Para avaliação foi utilizado o método VAUE aplicado para diferentes cenários de utilização, identificando assim, a partir de quando e quanto a aquisição se torna vantajosa financeiramente, ou seja, o ponto de equilíbrio.

Para determinação do custo horário, que é a base que compõe o fluxo de caixas do estudo, foram utilizados dois métodos de cálculo: Manual de Custo de Infraestrutura de

Transporte 2017 – Dnit; e método proposto por Aldo Dórea Mattos (2007). Com o objetivo de verificar a variação dos valores e o impacto no ponto de equilíbrio entre compra e locação.

A decisão entre o aluguel e a aquisição de máquinas e equipamentos na construção civil repercute diretamente no rendimento de uma empresa, seja diretamente, seja indiretamente. Uma empresa que utiliza equipamentos próprios pode fazer o levantamento de custos totais reais de seus equipamentos e com isso ter um alto grau de confiabilidade ao fazer um estudo de ampliação, terceirização ou substituição de sua frota, visto que já reflete a realidade do uso da mesma. Na contramão deste cenário, uma empresa que trabalha com equipamentos locados ou terceirizados, não se preocupa com os custos relativos ao equipamento, apenas com o valor do aluguel. Neste caso, fazer um estudo de aquisição de ativos se torna uma missão desafiadora devido a inúmeras variáveis e incertezas quanto aos custos.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar, sob o ponto de vista econômico, as alternativas aquisição e locação de máquinas e equipamentos para utilização na construção civil.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar de forma científica o custo horário de uma máquina
- Determinar os pontos de equilíbrio em dias entre o custo de aquisição e locação, utilizando como variável as horas produtivas e improdutivas, identificando o momento a partir do qual um modo de utilização passa a ser mais vantajoso que o outro;
- Determinar o benefício econômico através do uso do método VAUE – Valor Anual Unitário Equivalente para as expectativas de locação 5, 10, 15 e 21 dias por mês.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O interesse pelo tema gestão de ativos na construção deu-se a partir da experiência de aproximadamente dois anos trabalhando no setor financeiro de uma concessionária de máquinas para construção, onde se observou o representativo volume financeiro movimentado. Alguns anos depois, após trabalhar na parte técnica de uma construtora onde o volume de locações era considerável, o questionamento quanto à viabilidade de aquisição de equipamentos muito utilizados foi inevitável, levando assim a escolha do tema.

Este trabalho justifica-se uma vez que o engenheiro, no decorrer da carreira, acaba assumindo funções gerenciais e com atuação nas decisões que estejam diretamente ligadas aos investimentos a serem realizados pela empresa. Com surgimento de novas demandas e tecnologias a cada momento, a mecanização do canteiro de obras torna-se cada vez mais uma realidade. Nesse sentido, as empresas cada vez mais precisarão investir em novas máquinas e equipamentos para se manterem competitivas e atualizadas. Uma compreensão correta e completa dos custos resultantes da propriedade e operação dos equipamentos junto com uma avaliação econômica pode proporcionar às empresas uma vantagem de mercado representando uma redução considerável nos custos finais da obra.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ENGENHARIA ECONÔMICA

A engenharia econômica é a avaliação sistemática dos aspectos econômicos de soluções propostas para problemas de engenharia. Mais especificamente, ela fornece métodos que permitem tomar decisões relacionadas à economia de forma a reduzir custos, bem como maximizar benefícios.

Segundo Ávila (2012), a Engenharia Econômica é a área de conhecimento que trata dos métodos e modelos que se baseiam em fatores financeiros, técnicos e sociais, permitindo aos gestores a análise de diferentes alternativas de aplicação de recursos pelas empresas, sejam estes recursos tecnológicos, naturais ou financeiros.

*A importância desta área do conhecimento para o engenheiro é que, inexoravelmente, no exercício da sua profissão e como gestor, se deparará com decisões de inversão de capital em: alternativas de investimentos em ativos e equipamentos; aplicação de capital financeiro; manutenção, baixa e substituição de ativos; previsão de exigibilidades de caixa; etc.(AVILA, 2012, pg. 8).*

Segundo Cortes (2012), os recursos produtivos são caros e escassos e cabe aos engenheiros saber otimizar seu emprego sabendo escolher a alternativa tecnicamente viável que melhor atenda os critérios econômicos.

O pilar da engenharia econômica é a matemática financeira, esta, que é a área da matemática que trata da relação do dinheiro com o tempo, destinada a análise e formação de juros e equivalência de capital.

Para Ávila (2012) a engenharia econômica e matemática financeira se apoiam em cinco premissas:

A maximização de riqueza – Consiste em identificar a alternativa de investimento que dê o maior lucro e aumento de riqueza para o investidor.

O valor do dinheiro no tempo – Considerar o valor do dinheiro no tempo, para que o valor investido não perca o poder aquisitivo no decorrer do projeto de investimento.

O momento da decisão – Todas as entradas e saídas de um projeto de investimento devem ser correlacionadas com a mesma data da tomada de decisão, devido à variação do dinheiro no tempo.

O custo de oportunidade - Também chamado de taxa mínima de atratividade TMA, consiste num rendimento mínimo exigido do projeto de investimento que corresponde a melhor taxa de retorno dos investimentos já existentes para a empresa ou disponíveis no mercado financeiro.

*O conceito de considerar ou definir a remuneração do capital a ser investido como custo de oportunidade parte do entendimento que ao ser aplicado um capital numa alternativa qualquer, a empresa estaria perdendo a oportunidade de aplicá-lo em alternativas mais rentáveis a ocorrerem no futuro. (AVILA, 2012, p.12).*

Decisão e resultado – Uma boa decisão está diretamente relacionada à qualidade e confiabilidade dos dados e informações disponíveis no momento em que é tomada. Nem sempre a melhor opção vai gerar efetivamente o melhor resultado, porém, dificilmente uma decisão ruim vai gerar um bom resultado.

Sabemos que, dependendo do tamanho da obra a ser realizada, as máquinas e equipamentos muitas vezes podem representar uma parcela importante do custo total dos serviços executados e, conseqüentemente, da obra como um todo (MATTOS, 2007). Essa representatividade é facilmente notada nas obras que envolvem terraplenagem, que utilizam máquinas da linha amarela, como motoniveladoras, escavadeiras hidráulicas, carregadeiras, tratores e tantos outros.

Para tomada de decisão entre adquirir ou locar um equipamento, deve-se levantar os custos das duas possibilidades e fazer uma análise econômica entre os dois projetos.

O levantamento do custo do aluguel é muito mais simples do que o de aquisição, pois normalmente são alugados por unidades de tempo (hora; dia; mês) e se paga um preço fixo pelo equipamento, normalmente com todos os custos inclusos, desde o operador, combustível e manutenção.

Já o levantamento dos custos da compra do equipamento, levando em conta todos os insumos e manutenção que ele vai gerar com sua utilização, se configura uma tarefa bem mais complexa, ao ter que estabelecer uma taxa horária de custo total (MATTOS, 2007).

Saber, portanto, qual opção é mais rentável, em mercados cada vez mais competitivos, torna-se uma importante informação na tomada de decisão (PEURIFOY, 2006).

O custo do equipamento é muitas vezes uma das maiores categorias de despesas de um contratante e é um custo repleto de variáveis e perguntas. Para ter sucesso, os proprietários de equipamentos devem analisar cuidadosamente e responder a duas questões de custo sobre suas máquinas:

- Quanto custa operar a máquina em um projeto?
- Qual é a vida econômica ideal?

A primeira questão é fundamental para o planejamento na engenharia econômica, como veremos na revisão bibliográfica deste trabalho. A principal razão para a compra de equipamentos é a realização de trabalhos que gerem lucro para a empresa. Essa questão busca identificar o gasto com o trabalho da máquina produtiva, sendo comumente referida como custo de propriedade e operação. (PEURIFOY, 2006).

A segunda pergunta busca identificar o ponto ideal no tempo para substituir uma máquina e a maneira ideal de proteger uma máquina. Isso é importante porque afetará os custos e poderá reduzir as despesas de produção, permitindo que um contratante atinja uma melhor posição de precificação. O processo de resposta a essa pergunta é conhecido como análise de substituição. Uma análise completa de substituição também deve investigar o custo de comprar ou alugar uma máquina. As análises econômicas que respondem a essas duas questões de custo requerem a entrada de muitos fatores operacionais e de despesas. (CÔRTEZ, 2012)

Ainda, dentro do conceito de engenharia econômica, para composição dos valores reais da matriz para comparação, faz-se necessário ter o comparativo entre os prós e contras de cada uma das escolhas, uma vez que podem ter impacto econômico.

No planejamento de uma empresa, em não havendo uma alocação do custo de utilização de equipamentos nas suas obras, sejam próprios ou locados, essa conta acaba sendo paga pela empresa e não pelos empreendimentos e, dessa forma, a não alocação desses custos gera uma percepção errada sobre o real valor do custo de obra, o que faz com que a empresa acredite que uma determinada obra foi lucrativa, quando na verdade ela não foi. (PEURIFOY 2006).

### 2.1.1 Economia de equipamentos

Civilizações são construídas por esforços de construção. Uma compreensão correta e completa dos custos resultantes da propriedade e operação dos equipamentos proporciona às empresas uma vantagem de mercado que leva a maiores lucros. O processo de seleção de um determinado tipo de máquina para uso na construção de um projeto requer conhecimento do custo associado à operação da máquina em campo. Basicamente existem três formas para garantir uma determinada máquina para usar em uma obra: comprar, alugar ou arrendar, o que está diretamente relacionada à análise de investimentos que deve ser feita.

### 2.1.2 Análise de investimentos

A análise de investimentos envolve decisões de aplicação de recursos com prazos longos pré-determinados, com o objetivo de propiciar retorno adequado aos proprietários desse capital.

Para Côrtes (2012), o engenheiro muito provavelmente estará envolvido nos processos de tomada de decisão relativos à compra de equipamentos, assim também, como no exercício dos controles de operação, manutenção, renovação e, também, a baixa ou reposição destes ativos. *“Isso implica em ver o engenheiro, qualquer que seja sua especialidade, como um gestor de ativos, responsável pela eficiência de organizações e de sistemas econômicos.”*

As decisões tomadas sobre análise de investimentos ou propostas de projetos devem contemplar unicamente as alternativas viáveis, a não existência de alternativas torna o processo decisório nulo (CÔRTEZ, 2012, p. 14).

*Como alternativas competem entre si, uma serve de referência para a outra no processo de seleção. Ao ser considerada a competição de alternativas, o objetivo é definir o projeto vencedor, aquele que mais aumenta a riqueza dos proprietários AVILA (2012).*

Para Côrtes (2012, p.12), um processo decisório passa pelas seguintes etapas: reconhecimento e definição do problema; identificação de alternativas viáveis; análise das alternativas; escolha da melhor alternativa. Sendo de grande importância ainda, que após decidido o melhor projeto, o acompanhamento da execução e a futura análise dos resultados obtidos com o projetado, servirá para que possam ser melhorados os processos de decisão futuros.

A compra, aluguel, ou a substituição de um equipamento é uma decisão de investimento financeiro e, como tal, a verdadeira questão é a melhor forma de usar os ativos de uma empresa. As decisões de investimento financeiro são analisadas usando o valor do tempo dos princípios monetários. Tais análises requerem uma taxa de juros de entrada ou o cálculo da taxa de juros que resulta dos fluxos de caixa presumidos.

### 2.1.3 Do planejamento à tomada de decisão

O planejamento para obter os melhores resultados deve ser flexível, permitindo estratégias alternativas para substituir os planos existentes quando os desdobramentos econômicos e financeiros divergirem dos padrões esperados. Além do mais, o planejamento financeiro envolve os prazos adequados dos investimentos para evitar expansão excessiva e uso ineficiente de recursos. O uso ótimo dos recursos disponíveis significa explorar diferentes opções e selecionar aquela que resulte no maior valor total. Isso também significa adotar meios efetivos de determinar quanto captar a fim de reduzir os riscos financeiros, conforme explana GROPELLI, A.A. & EHSAN NIKBAKHT:

“O planejamento financeiro, uma parte crucial da administração financeira, inclui a tomada diária de decisões para auxiliar a empresa nas suas necessidades de caixa. Planejamentos a longo prazo devem ser elaborados a fim de fornecerem orientação adequada à área de pesquisa e desenvolvimento e para propiciarem fundamentadas decisões de gastos de capital. Se isso for por bem administrado, será percebido pelos investimentos como fator de redução de risco e de aumento nos retornos esperados, concorrendo provavelmente para que o valor da empresa aumente.” Gropelli, A.A. & Ehsan Nikbakht (1998, pag. 05).

Além disso, GITMAN nos traz uma definição importante: “As decisões de investimento do administrador financeiro determinam a combinação e o tipo de ativos constantes do balanço patrimonial da empresa. Deve também decidir quais são os melhores ativos permanentes a adquirir, e saber quando os ativos existentes precisam ser modificados, substituídos ou liquidados.” Gitman (2002, pag. 14)

Ainda segundo Helfert (2000), as categorias principais de ativos, ou de fundos aplicados, são:

- Ativos circulantes (bens e direitos que possuem um giro que acompanha o curso normal do negócio, dentro de um período de um ano, tais como, caixa, títulos negociáveis, contas a receber e estoques).
- Ativos fixos (como terrenos, recursos minerais, edifícios, equipamentos, maquinaria e veículos), que possuem uma vida útil maior que um ano.
- Outros ativos, tais como marcas, patentes e vários outros itens intangíveis.

#### 2.1.4 Fluxo de caixa

Para análise financeira de um investimento é imprescindível que seja feito o levantamento de todas as entradas e saídas de dinheiro da empresa associadas à alternativa em questão no decorrer do horizonte do projeto. Esta série de pagamentos e recebimentos é chamada de fluxo de caixa projetado (AVILA, 2012).

O fluxo de caixa “[...] apresenta-se como um dos instrumentos mais eficazes na gestão financeira das empresas, permitindo ao administrador planejar, organizar, coordenar, dirigir e controlar os recursos financeiros para um determinado período, influenciando o processo de tomada de decisão”. (TOLEDO FILHO; OLIVEIRA; SPESSATTO, 2010, p. 77).

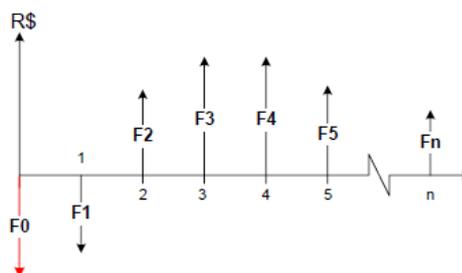
O fluxo de caixa normalmente é construído em forma de tabelas (Figura 4), mas também pode ser apresentado de forma vetorial do tipo  $FC = (F_0, F_1, F_2, \dots, F_{n-1}, F_n)$ , esta última muito empregada em calculadoras financeiras e de forma gráfica (Figura 5) e que normalmente é usada para apresentar o fluxo de forma resumida, facilitando a visualização como um todo.

Figura 1 - Exemplo de Fluxo de caixa, em tabelas.

FLUXO DE CAIXA	R\$ mil	R\$ mil	R\$ mil	R\$ mil	R\$ mil
Exercício 2015	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>1 - Recebimentos</b>	326	523	550	606	630
Vendas à vista	42	137	144	159	170
Contas a Receber	149	219	230	254	260
Outros	0	80	84	92	90
<b>2 - Tributos s/ faturamento</b>	55	87	92	101	110
<b>3 - Custos de Produção</b>	80	129	136	150	155
Insumos	32	52	48	60	65
Mão de Obra + ES	38	61	56	71	71
Eletricidade	10	16	15	19	19
<b>4 - Despesas</b>	203	226	245	260	268
Fornecedores	77	89	105	118	124
Honorários	50	60	60	60	60
Salários	29	30	32	35	35
Aluguel	25	25	25	25	25
Impostos	22	22	22	22	24
<b>5 - Depreciação</b>	+ 8	+ 12	+ 12	+ 12	+ 12
<b>6 - Lucro do Exercício</b>	-4	93	89	107	109
<b>7 - Investimentos</b>	-97	-32	-94	-94	0
Equipamentos	67	32	94	94	0
Capital de Giro	30	0	0	0	0
<b>8 - Fluxo de Caixa Líquido</b>	-111	61	-5	13	109
<b>9 - Saldo Caixa Anterior</b>	145	34	95	90	103
<b>10 - Saldo Caixa Final</b>	34	95	90	103	212

Fonte: AVILA, 2012, p.125 – Elaborado pelo autor.

Figura 2 - Exemplo de Diagrama Fluxo de caixa, em gráficos.



Fonte: AVILA, 2015, p. 110.

No modelo de diagrama de fluxo de caixa, (Figura 5) as setas que apontam para baixo representam saídas e as setas que apontam para cima destacam as entradas no caixa. (AVILA, 2012, p.110).

### 2.1.5 Métodos de Análise de Investimento

Os métodos de análise de investimentos têm a função de auxiliar na tomada de decisão pautada na viabilidade econômica de projetos. Estas medidas de análise de investimento assessoram os gestores no processo de determinar se um projeto satisfaz as exigências de ganhos e expectativa de resultados estabelecidos pela empresa. Criam-se, dessa forma, parâmetros para que possam ser comparadas diferentes alternativas, assim como o benefício financeiro gerado e o tempo de retorno mínimo do investimento.

Existem inúmeros métodos para análise de investimentos, para cada situação e necessidade existe um método mais adequado, podendo em alguns casos se utilizar também de vários métodos para criar mais subsídio a tomada de decisão. Os principais métodos para a análise de investimentos são: o VPL, Índice de Lucratividade – TIR, Valor Uniforme Equivalente - VUE e Recuperação de Capital – Pay-back, sendo descritos na sequência.

### 2.1.6 Método do Valor Presente Líquido

O método do valor presente, também chamado de valor presente líquido, tem como objetivo identificar qual das alternativas de investimento darão o maior aumento de capital, considerando o valor da moeda no tempo e a data da avaliação do mesmo. Segundo Ávila (2012, p.135), para que haja uma coerência dos resultados, devem ser observados os seguintes parâmetros:

- Comparar projetos na mesma classe de risco;
- Adotar a mesma taxa de desconto;
- Comparar projetos com idêntica vida útil;
- Distinguir projetos de longa duração ou grande vida útil dos demais projetos.

A metodologia segue os seguintes procedimentos, evidenciados por etapas na figura 6:

Figura 3 - Método do Valor Presente Líquido

1°	Estabelecer as premissas do projeto;
2°	Definir a vida útil do projeto;
3°	Definir a TMA do projeto;
4°	Levantar as possíveis alternativas para a execução do projeto;
5°	Elaborar o diagrama de fluxo de caixa de cada alternativa;
6°	Calcular o VPL de cada alternativa;
7°	Hierarquizar as alternativas segundo o aumento de riqueza.

Fonte: Ávila, 2012, p.135

O valor presente líquido de um projeto consiste na soma dos valores associados ao fluxo de caixa descontado a valor presente pela taxa  $i$ , sendo  $i=TMA$ .

A representação matemática do Valor Presente Líquido (VPL) do projeto é dada por:

$$VPL(p) = -F_0 + \sum_{n=1}^k \frac{F_n}{(1+TMA)^n}$$

Fonte: Ávila 2012

Sendo:

$F_0$  = valor do fluxo de caixa no momento da avaliação

$F_n$  = valor do fluxo de caixa no período  $n$

$n$  = número de períodos do projeto

TMA = taxa de desconto adotada como rentabilidade mínima desejada

Ainda segundo Ávila (2012), para valores positivos do VPL, o projeto é viável pois gera acréscimo de capital investido acima da remuneração mínima estabelecida. Para um VPL igual a zero não gera aumento além do estabelecido como mínimo. Já para valores negativos o projeto se mostra inviável, pois não atinge o ganho tradicionalmente desejado.

### 2.1.7 Método da Recuperação de Capital – Pay-back

Também conhecido como método da recuperação da capacidade de investimento, tem como objetivo identificar qual das alternativas de investimento avaliadas retorna o valor investido no prazo mais curto possível, podendo ser reaplicado em outros projetos.

Para Souza (2003), o Payback não é de forma completa um método de decisão sobre investimentos, mas muito importante para a efetivação do projeto, pois saberá o tempo de exposição do investimento ao risco. Normalmente é utilizado em conjunto com os outros métodos para a tomada de decisão final.

Segundo Ávila (2012), o método consiste em identificar, a partir da soma acumulada dos fluxos de caixa, o tempo de retorno do investimento de capital inicial. O Payback também pode ser usado sem considerar o valor do dinheiro no tempo, porém desta forma pode haver distorções, caso os valores dos fluxos de caixas futuros sejam muito superiores aos iniciais.

#### **2.1.8 Método do valor uniforme equivalente - VUE**

Segundo Ávila 2012, o método do valor uniforme equivalente é recomendado para decisões relativas a aquisição de equipamentos onde a reposição seja efetuada periodicamente ou de modo repetitivo. Entendendo como repetitivo quando necessita a substituição do equipamento visando manter a continuidade do processo produtivo. Este método pode ser utilizado adequado para amparar decisões quanto à aquisição, seja por compra, financiamento ou aluguel (leasing), de equipamentos que executem idêntico trabalho. Podendo estabelecer o tempo ótimo de mobilização do equipamento. Neste caso cada período de tempo pré-determinado corresponde a uma alternativa de investimento distinta. O principal objetivo do VUE é definir qual alternativa apresenta o maior benefício equivalente no período analisado. O método segundo Casarotto e Kopittke (2000) consiste em achar uma série de pagamentos uniforme equivalente utilizando a TMA ao resultado do fluxo de caixa do investimento. Com isso, determinar o quanto este investimento lucraria, anualmente, a mais que a respectiva TMA.

Os passos para elaboração do VUE segundo Ávila 2012 seriam montagem do fluxo de caixa e cálculo do VPL para cada período, e calcular uma série uniforme de pagamento para o VPL acumulado para cada período, sendo que a unidade do VUE é dada em R\$/mês, R\$/ano, o que equivale benefício equivalente a ocorrer periodicamente. A fórmula do VUE é expressa por:

$$VUE(p) = VPL(p) \times \frac{i \times (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Fonte: Ávila 2012

### 2.1.9 Análise de sensibilidade

Segundo Cortes (2012), quando existem muitas incertezas quanto as projeções dos fluxos de determinados projetos de investimento, pode ser feito a simulação de vários cenários, considerando pelo menos três condições: a esperada; uma pessimista e outra otimista. Com isso é possível ter uma visão do que pode ocorrer caso as expectativas não aconteçam.

## 2.2 ENGENHARIA DE CUSTOS

A engenharia de custos vem, ao longo do tempo, desenvolvendo diversos métodos para determinar a estimativa do custo de produção em obras civis. Valores estes que serão utilizados, principalmente, nas fases iniciais de concepção dos projetos, gerando assim a possibilidade de avaliação da viabilidade econômica de cada etapa e, conseqüentemente, do empreendimento como um todo.

A engenharia de custos “é a área da engenharia onde princípios, normas, critérios e experiência são utilizados para resolução de problemas de estimativa de custos, avaliação econômica, de planejamento e de gerência e controle de empreendimentos.” (DIAS, 2001, p.9).

Dias (2011, p.10) enfatiza que:

*“é de grande responsabilidade profissional a preparação correta de um orçamento, uma vez que quanto mais competitiva se torna a área de engenharia civil, não só com a redução de mercado, como também com o surgimento de novas empresas, bem como, e principalmente, com a experiência que vem sendo obtida pelos contratantes na apropriação de custos e elaboração de suas bases de orçamento, mais importante se torna a aplicação consciente dos princípios da engenharia de custo.”*

Portanto, é na engenharia de custos que podemos estimar os custos totais dos equipamentos como custo de propriedade, operação e manutenção, e assim, realizar o estudo da viabilidade de aquisição ou locação para uma mais acertada tomada de decisão.

Ainda segundo Dias, essa é uma área da engenharia onde princípios, normas, critérios e experiência são utilizados para resolução de problemas de estimativa de custos, avaliação econômica, de planejamento e de gerência e controle de empreendimentos. O autor também aponta que a engenharia de custos não termina com a previsão de custos de investimentos, prossegue, necessariamente na fase de construção, com o mesmo rigor, através do planejamento, controle, acompanhamento de custos e definição dos custos de manutenção das mesmas. Serve ainda para a montagem de bancos de dados com as composições analíticas de custo dos serviços de interesse da empresa, com base nos resultados obtidos nas obras que vão sendo executadas, uma vez que isto virá consolidar o trabalho de estimativas de custo de futuras obras

### 2.2.1 CUSTO HORÁRIO TOTAL

Como princípio básico tem-se que o construtor deve recuperar com o uso do equipamento todo o investimento realizado na sua aquisição, assim como todas as despesas com operação, manutenção, seguros e taxas, além de remunerar o capital investido, visto que este poderia estar rendendo em uma aplicação financeira. Nesse sentido, o custo total deve ser amortizado durante a vida útil do equipamento ou projeto de aquisição. A forma usual de atribuir valor a um equipamento é por hora de utilização, e é dessa forma que são considerados os equipamentos nos orçamentos de obra. A composição deste custo horário total, por depender de muitas variáveis e muitos dos valores utilizados são empíricos. Torna-se assim, imprescindível, a empresa ajustar alguns dados de acordo com a realidade de cada caso, obra e a real situação financeira da empresa, para poder ter informações cada vez mais precisas e confiáveis, auxiliando as decisões de projeto e orçamento (MATTOS, 2007).

Os custos que formam o custo horário total são basicamente de três tipos:

- Custo horário de propriedade: Depreciação e juros, seguros e taxas.
- Custo horário de operação: Pneu, combustível (eletricidade), lubrificantes, mão de obra operação.
- Custo horário de manutenção: Reparos e substituição de peças.

Segundo Mattos (2007) o custo total representa a acumulação simples dos três tipos de custos, conforme a expressão abaixo:

$$\text{Custo horário total} = \left[ \begin{array}{c} \text{custode} \\ \text{propriedade} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{custode} \\ \text{operação} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{custode} \\ \text{manutenção} \end{array} \right] \quad (1)$$

Ainda segundo Dias (2011, 75), o “custo de utilização de equipamentos é o gasto que decorre da posse e da operação do mesmo. A unidade de tempo em que geralmente se mede o custo de utilização dos equipamentos é a hora, motivo pelo qual desenvolveu-se uma metodologia para determinação do custo horário de utilização do equipamento. A partir da pesquisa de mercado do valor de aquisição e aplicando-se a metodologia a seguir exposta, calcula-se o referido custo para todas as máquinas constantes da lista efetuada”.

### 2.2.2 Hora produtiva e hora improdutiva

Na construção civil, muitos processos não são contínuos e, muitas vezes, acabam se tornando mais demorados e até dependendo de outras áreas ou outras etapas para a conclusão, podendo, dessa forma, gerar períodos nos quais os equipamentos acabam ficando parados, ociosos.

A hora produtiva (2) representa o uso efetivo do equipamento, portanto, engloba todos os custos que formam o custo horário total, como na expressão (01), conforme apresentado no tópico anterior, que totaliza o custo de propriedade (depreciação, juros e taxas), custo de operação (combustíveis, pneus, lubrificantes e mão de obra de operação) e custo de manutenção.

Já a hora improdutiva (3) serve para quantificar o tempo que o equipamento fica parado em serviço e para a composição do seu custo horário total deve ser considerado somente o custo de propriedade e o custo da mão de obra do operador.

Durante a hora produtiva, o equipamento encontra-se dedicado ao serviço, com seus motores ou acionadores em funcionamento. Neste caso, o equipamento encontra-se efetivamente executando uma tarefa na frente de serviço. Na hora improdutiva, o equipamento encontra-se parado, com o motor desligado e em situação de espera, aguardando que algum outro membro da patrulha mecânica conclua sua parte, de modo a garantir frente para que ele possa atuar. (DNIT 2017, pg.25)

Neste caso, o custo hora produtiva (2) assemelha-se ao custo horário total (1):

$$\text{Custo hora produtiva} = \left[ \begin{array}{c} \text{custo de} \\ \text{propriedade} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{custo de} \\ \text{operação} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{custo de} \\ \text{manutenção} \end{array} \right] \quad (2)$$

$$\text{Custo hora improdutiva} = \left[ \begin{array}{c} \text{custo de} \\ \text{propriedade} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{custo mão de} \\ \text{obra operador} \end{array} \right] \quad (3)$$

Dessa forma, reforça-se a necessidade, conforme Dias 2001 explana, de se atribuir ao custo horário dos equipamentos, sua utilização em operação normal, ou seja, o custo produtivo, e ainda, o tempo de espera para entrar em operação na equipe, de motor ligado, que representa, neste caso, o custo improdutivo.

Quantificar as horas improdutivas pode ser uma importante informação para futuras tomadas de decisão, quando a empresa consegue visualizar essa etapa do serviço (invisível), a hora parada (MATTOS, 2007).

### 2.2.3 Custo de Propriedade

Quando o construtor compra um equipamento para utilizar em suas obras é necessário que seja considerado, além do custo de operação e manutenção, o custo de propriedade. Este que se refere a perda de valor ou desvalorização do equipamento no decorrer do tempo, e que independe da utilização do mesmo (MATTOS 2007).

Segundo Mattos (2007), a depreciação horária é a tarifa que deve ser reservada a cada hora de utilização para que no final da vida útil do projeto de aquisição do equipamento seja recuperado todo o capital investido, seja também para possibilitar nova aquisição. Para orçamentação a forma mais usual de cálculo é pelo método linear que basicamente consiste em dividir o valor de aquisição do equipamento pelas horas de vida útil do projeto de aquisição.

Outro custo que deve compor o custo de propriedade é o juro horário, que considera o quanto renderia se o capital investido em um equipamento estivesse em uma aplicação

financeira em um banco ou considerar a taxa mínima de atratividade da empresa. Os juros horários não devem ser confundidos com lucro. (MATTOS, 2007).

*Dentre os diferentes itens que compõem a estrutura de custos de construção encontram-se os juros sobre o capital imobilizado para o desenvolvimento da atividade. Eles representam o custo, incorrido pelo empresário, pelo fato de aplicar em um negócio específico, seu capital próprio ou o capital captado de terceiros. No que diz respeito aos juros relativos ao capital aplicado em equipamentos, existem duas alternativas de apropriação destes custos. A oportunidade de capital pode ser realizada no cálculo do custo horário do equipamento, procedimento mais tradicional e atualmente adotado no SICRO[... ](DNIT 2017, pg.87)*

#### 2.2.4 Depreciação

Quando uma construtora compra um equipamento, o mesmo é considerado um investimento e não um gasto, portanto este investimento deve gerar um retorno financeiro positivo. Porém, assim que o equipamento é entregue ao proprietário, este começa a desvalorizar, seja pelo desgaste do uso ou pela idade. Esta diminuição do valor do ativo deve ser considerada contabilmente pela empresa e é denominada depreciação. (MATTOS, 2007)

O valor de depreciação de um equipamento é calculado principalmente com dois intuitos: a composição de custos e a contabilidade. No tocante contábil, a depreciação é exigida para controle fiscal e a Receita Federal informa o prazo máximo que cada equipamento pode ser depreciado. No quesito da composição de custo, a depreciação irá formar parte da tarifa horária do equipamento.

São três os parâmetros que devem ser considerados para cálculo da depreciação horária: valor de aquisição, valor residual e a vida útil do equipamento.

O valor de aquisição ( $V_0$ ) se refere ao valor pago efetivamente pelo equipamento, incluindo todas as despesas acessórias como frete, impostos, seguros e taxas.

O conceito de Vida útil ( $V_u$ ) é basicamente o tempo que o equipamento cumpre a sua função com eficiência e produtividade. Portanto, esta pode variar de equipamento para equipamento, dependendo do tipo de uso e dos cuidados com manutenção e operação. Para cálculo da depreciação, a vida útil representa o período que o proprietário terá para juntar fundos para retornar o capital investido. A vida útil em horas de alguns equipamentos é mostrada no Quadro 01, apresentada abaixo: (MATTOS, 2007)

Quadro 1 - Vida útil de equipamentos.

Equipamento	Vida útil (VU)		
	Anos (n)	horas/ano (a)	horas (n x a)
Rolo pé de carneiro	8	1750	14000
Carregadeira de pneus	4 a 6	2000	8000 a 12000
Escavadeira	5	2000	10000

Fonte: MATTOS (2007, p. 112). Elaborado pelo autor.

O Valor residual ( $V_r$ ) é o valor estimado para venda do equipamento após o período estipulado como vida útil. Para custo horário de depreciação normalmente é utilizado um valor de 10% a 20% como valor residual. Este valor pode variar muito de acordo com a vida útil estabelecida, assim também como a atenção dada a manutenção e operação do equipamento. Em casos de utilização em condições muito agressivas ou indícios de que o equipamento estará em condições de difícil revenda ou irrecuperável, o valor residual pode ser considerado nulo. A depreciação deve ser calculada subtraindo o valor residual do valor de aquisição.

Segundo Mattos (2007), são três os métodos mais utilizados para cálculo de depreciação: o método linear, o mais comum na ornamentação; o método do saldo devedor ou exponencial e o método dos anos, estes dois mais usados pela contabilidade. Ficando a cargo do gestor decidir qual método representa melhor os interesses da empresa.

No Método Linear, desconta-se do valor de aquisição um valor constante. É o método mais simples e, por isso, o mais utilizado para orçamentação. Para cálculo do valor da depreciação horária deve-se descontar o valor residual do valor de aquisição e dividir o resultado pela vida útil em horas. A expressão 04 apresenta a fórmula básica para o cálculo da depreciação linear. (MATTOS, 2007).

$$D_h = \frac{V_0 - V_r}{VU} = \frac{V_0 - V_r}{n \times a} \quad (04)$$

Onde:

$V_0$  = Valor de aquisição;

$V_r$  = Valor residual;

$VU$  = Vida útil em horas;

$n$  = Vida útil em anos;

$a$  = Horas por ano.

Já o Método do Saldo Devedor mostrado por Mattos 2007, busca tornar a depreciação mais próxima da realidade que ocorre com o preço dos equipamentos no mercado. Ele consiste em diminuir uma taxa duas vezes maior que no método linear, porém sempre descontada do saldo a depreciar. Com isso, no primeiro período será descontado um valor maior que o segundo e assim por diante. O valor residual não é levado em conta na fórmula da taxa de depreciação anual, somente na última parcela, pois o saldo final deve ser igual ao residual.

A fórmula (05) exemplifica o Método do Saldo Devedor para uma vida útil de 5 anos

$$\text{Taxa de depreciação anual} = \frac{2 \times 100\%}{5 \text{ anos}} = 40\% \text{ a. a.} \quad (05)$$

O Método da Soma dos Anos tem uma taxa que varia ano a ano. Para cálculo desta taxa, deve-se somar os anos de vida útil (no caso de  $V_u = 5$  anos seria  $1+2+3+4+5=15$ ) e dividir os anos faltantes em cada período pela soma dos anos da vida útil (no primeiro período seria  $5/15 = 0,33$ , no segundo  $4/15 = 0,27$  e assim por diante). Essa razão deverá ser multiplicada pelo valor de aquisição, descontado o valor residual.

O quadro 02 apresenta um exemplo de depreciação em termos contábeis pelo Método Linear de uma Escavadeira hidráulica, com Valor de aquisição 200.000,00, Vida útil de 5 anos e valor residual de 20% .

Quadro 2 - Depreciação em termos contábeis Método Linear. Exemplo.

Depreciação - Método linear			
Ano	% de depreciação	Depreciação anual	Valor contábil
0	-	-	200.000,00
1	20%	36.000,00	164.000,00
2	20%	36.000,00	128.000,00
3	20%	36.000,00	92.000,00
4	20%	36.000,00	56.000,00
5	20%	36.000,00	20.000,00 = Vr
Total depreciado		$\Sigma = 180.000,00$	

Fonte: Mattos (2007, p. 114). Elaborado pelo autor.

Exemplo de depreciação em termos contábeis pelo Método Saldo Devedor. Escavadeira hidráulica Valor de aquisição 200.000,00 Vida útil de 5 anos e valor residual de 20%

Quadro 3 - Depreciação em termos contábeis Método Saldo Devedor. Exemplo.

Depreciação - Método do saldo devedor			
Ano	% de depreciação	Depreciação anual	Valor contábil
0	-	-	200.000,00
1	40%	80.000,00	120.000,00
2	40%	48.000,00	72.000,00
3	40%	28.800,00	43.200,00
4	40%	17.280,00	25.920,00
5	40%	5.920,00	20.000,00 = Vr
Total depreciado		$\Sigma = 180.000,00$	

Fonte: Mattos (2007, p. 115). Elaborado pelo autor.

Exemplo de depreciação em termos contábeis realizado pelo Método Soma dos Anos. Escavadeira hidráulica Valor de aquisição 200.000,00 Vida útil de 5 anos e valor residual de 20%.

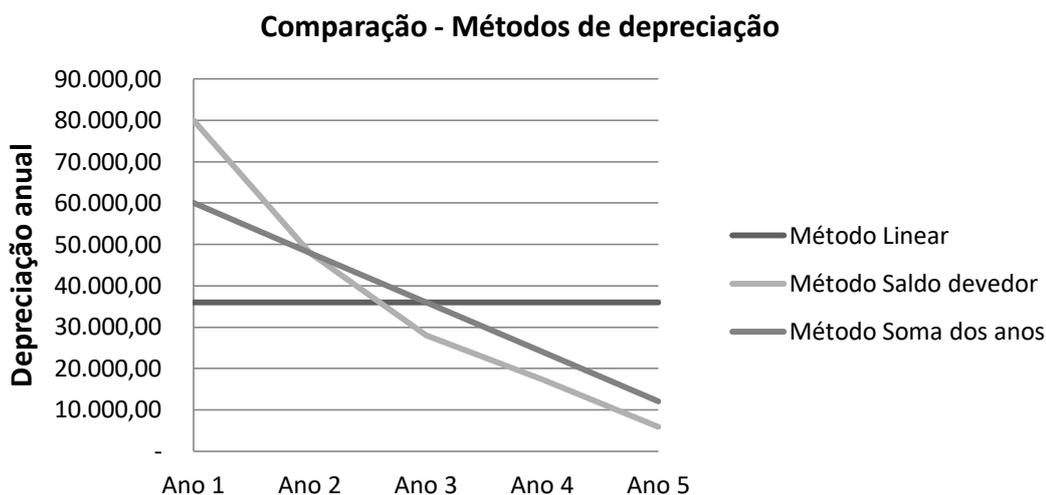
Quadro 4 - Depreciação em termos contábeis Método Soma dos Anos. Exemplo.

Depreciação - Método soma dos anos			
Ano	% de depreciação	Depreciação anual	Valor contábil
0	-	-	200.000,00
1	5/15	60.000,00	140.000,00
2	4/15	48.000,00	92.000,00
3	3/15	36.000,00	56.000,00
4	2/15	24.000,00	32.000,00
5	1/15	12.000,00	20.000,00 = Vr
Total depreciado		$\Sigma = 180.000,00$	

Fonte: Mattos (2007, pg. 115). Elaborado pelo autor.

O gráfico da figura 1 faz o comparativo dos três métodos, ilustrando assim o conceito de cada um deles.

Gráfico 1 - Mostra a comparação entre os métodos de depreciação.



Fonte: Mattos 2007, pg. 116. Elaborado pelo autor.

Tanto no método do saldo devedor como no de soma dos anos, a depreciação varia a cada período, fazendo assim com que cada período tenha um valor diferente da depreciação horária, o que traz dificuldades para o orçamentista, pois o custo horário irá variar junto a cada período. Por este motivo, o método linear é mais utilizado nos orçamentos de construção (MATTOS, 2007).

#### 2.2.4.1 Juros

Quando a empresa decide por comprar um equipamento, ela está disponibilizando um valor que poderia estar rendendo em uma aplicação financeira ou em outro projeto de investimento. Seguindo esse entendimento deverá ser incluída no custo de propriedade uma parcela equivalente a este valor. Não se deve confundir os juros com margem de lucro. A ideia de juros é somente corrigir o valor do dinheiro no tempo. “Juros não se confundem com lucro” Uma coisa não tem a ver com a outra. Os juros não aumentam o patrimônio – apenas corrigem o poder de compra do dinheiro.” (MATTOS, 2007, p117)

Outro fator importante a ser destacado é que os juros são a remuneração do capital investido na compra do bem.

O cálculo de juros é baseado no valor médio do equipamento ou investimento médio, correspondente a soma do valor do equipamento a cada ano e dividida pela vida útil do projeto. Ainda segundo Mattos 2007, este pode ser mostrado em termos matemáticos com a fórmula (05):

$$I_m = (V_0 - V_r) \times \frac{(n+1)}{2n} + V_r \quad (05)$$

Onde:

$I_m$  = Investimento médio;

$V_0$  = Valor inicial;

$V_r$  = Valor residual;

$n$  = vida útil em anos.

(MATTOS, 2007)

Com posse do valor médio do investimento pode ser calculada os juros horários com a seguinte fórmula (06):

$$J_h = \frac{(I_m \cdot i)}{a} \quad (06)$$

Onde:

$J_h$  = juros horários;

$I_m$  = Investimento médio;

$i$  = taxa anual de juros;

$a$  = horas de utilização por ano.

### 2.2.5 Custo de operação

O custo de operação de uma máquina de construção abrange, basicamente, os itens: pneus, combustível ou energia, lubrificante e operador. O consumo destes elementos varia de equipamento para equipamento e depende também de outros fatores, como tipos de máquinas e condições de uso. São utilizadas várias fórmulas para chegar a estimativas destes custos, segundo Mattos (2007). Fórmulas estas que serão detalhadas nos itens seguintes.

#### 2.2.5.1 Pneus

Como a vida útil dos pneus tende a ser diferente da vida útil do equipamento, esta deverá ser calculada separadamente, para assim ser considerada na composição do custo de operação. Segundo Mattos (2007), são admitidas três faixas de agressividade dependendo da condição de uso, e mostradas no Quadro 05.

Quadro 5 - Vida útil de pneus em horas.

Vida útil dos pneus (horas)			
Equipamento	Condições leves	Condições medianas	Condições severas
Motoniveladora	5000	3500	2000
Carregadeira	3500	2500	1500
Caminhão Basculante	3000	2500	2000

Fonte: Mattos (2007, pg. 119). Elaboração do autor

Para se chegar ao custo horário de pneus, expressão (07), deve-se multiplicar o número de pneus do equipamento pelo preço de cada pneu e dividir pela vida útil em horas.

$$P_h = \frac{p \times C_p}{V U_p} \quad (07)$$

Onde:

Ph = custo horário pneu;

p = número de pneus do equipamento;

Cp = custo unitário pneu;

VUp = vida útil do pneu.

### 2.2.5.2 Combustível

Para estimativa do consumo de combustível hora e, conseqüentemente, chegar ao custo de combustível por hora, normalmente é utilizado uma relação de consumo de combustível com a potência da máquina em HP por hora. Pode-se ainda aplicar a este cálculo, um fator de potencia (f) que varia de 40%, 55% e 75%, com o intuito de considerar a descontinuidade do uso durante a operação da máquina.

$$\text{Motor a Gasolina: Consumo (l/h)} = 0,23 \times f \times \text{HP} \quad (08)$$

$$\text{Motor a diesel: Consumo (l/h)} = 0,15 \times f \times \text{HP} \quad (09)$$

Onde:

f = fator de potencia;

HP = potencia do motor (HP).

(MATTOS 2007)

Os manuais dos equipamentos também podem ser utilizados para aferir consumo de combustíveis. Importante destacar que, de forma geral, podemos compreender o valor do combustível como sendo o resultado da divisão do preço de um litro de combustível pelo consumo de combustível conhecido para o veículo.

### 2.2.5.3 Lubrificantes

Segundo Mattos (2007), o óleo do Carter, da transmissão do comando e sistema hidráulico, são os lubrificantes considerados para compor o custo de lubrificantes no custo de operação. O consumo de óleo do Carter pode ser calculado com a seguinte fórmula (10). O valor dos outros óleos são considerados como 50% do valor do óleo do Carter.

$$Q = \frac{HP \times 0,6 \times 0,0027 \text{ kg} \left( \frac{HP}{h} \right)}{0,893 \text{ kg/l}} + \frac{c}{t} \quad (10)$$

Onde:

Q = consumo (l/h);

HP = potência do motor (HP);

c = capacidade do Carter (l);

t = intervalo entre trocas (h).

Dias (2001) utiliza, no cálculo de combustíveis e lubrificantes, um único índice, conseguindo o consumo dos insumos através de ábacos e tabelas que relacionam a potência do equipamento por hora (HP/h) e multiplica pelo valor do combustível. Este método segue as seguintes premissas: preço médio único para todos os lubrificantes utilizados pelo equipamento; o preço do lubrificante, que é aproximadamente 6 vezes o valor do óleo diesel e 5 vezes o valor da gasolina, podendo considerar que se mantenha constante essas proporções; o preço unitário da graxa igual ao dobro do preço do lubrificante; as despesas com filtros como a metade do custo horário total de óleo lubrificante para motores a diesel, conforme representado pelas expressões (12) e (13):

Motor a gasolina: Custo horário materiais = 0,245 x HP x Litro da gasolina (R\$) (12)

Motor a diesel: Custo horário materiais = 0,18 x HP x Litro do diesel (R\$) (13)

Mattos (2007) recomenda que as empresas ajustem estes valores com os valores reais, caso os tenha. Portanto, o controle do consumo destes materiais tem grande importância para alimentar orçamentos futuros.

#### 2.2.5.4 Energia elétrica

De acordo com Mattos 2007 os equipamentos elétricos têm seu custo horário multiplicando a sua potência em kW ou HP pelo custo da kW. Um HP corresponde a 0,75 kW. Em termos matemáticos o custo horário de energia pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$\text{Custo horário energia} = \text{HP} \times 0,75 \times \text{custo kW/h} = \text{kW} \times \text{kW/h} \quad (14)$$

#### 2.2.5.5 Mão de obra de operação

O custo de operação corresponde ao valor homem-hora do trabalhador. Este custo deve considerar, além do salário do operador, todos os encargos sociais e trabalhistas e indenizatórios, assim também como despesas acessórias como transporte alimentação e EPI (equipamento de proteção individual) etc.

Para cálculo dos encargos, normalmente são considerados dois tipos de trabalhadores, os horistas e os mensalistas. Os horistas são remunerados de acordo com as horas trabalhadas e normalmente estão vinculadas à composição dos custos unitários dos serviços diretos. Já os mensalistas são remunerados numa base mensal e normalmente estão vinculados a composição do custo indireto nas obras. São exemplos de horistas os pedreiros, carpinteiros, serventes; e de mensalistas, engenheiros, mestres de obras, almoxarifes, vigias.

Para cálculo dos encargos são utilizados vários métodos estatísticos para estimar os mais diversos custos vinculados ao trabalhador, figurando como um processo bastante complexo. Os encargos sociais e trabalhistas podem ser considerados no sentido estrito (Quadro 06), ou seja, sem considerar despesas como vale transporte, alimentação, EPI, seguros, entre outros. Estes custos tradicionalmente eram colocados nos custos indiretos (MATTOS, 2007), ou no sentido amplo que considera todos os custos que realmente possam ser vinculados ao trabalhador.

O custo homem-hora pode ser calculado multiplicando o valor da hora base do trabalhador pelo percentual de encargos, que pode ser tanto o estrito como o amplo.

$$\text{Custo homem hora} = \text{hora base} \times (1 + \% \text{ encargos}) \quad (15)$$

Caso tenha algum adicional legal, como trabalho noturno, insalubridade ou periculosidade, estes devem ser incorporados a hora-base, antes de se aplicar os encargos.

$$\text{Homemhora} = \left( \left( \frac{\text{Hora}}{\text{base}} \right) + \left( \frac{\text{adicional}}{\text{noturno}} \right) \right) \times \text{Periculosidadex} (1 + \% \text{ encargos}) \quad (16)$$

Segundo Mattos (2007) é importante frisar que existe uma diferença substancial nos encargos, entre o trabalhador mensalista e o horista. No sentido restrito horista soma 130,74% conforme mostra o quadro 06, já o mensalista totaliza 80,93, pois alguns itens como o descanso remunerado e os feriados já está incluso no salário mensal.

O valor total dos encargos varia de estado para estado, e também depende do órgão que está calculando, pois existe alguns fatores que são de ampla interpretação. O SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil emite periodicamente um relatório com os custos dos encargos sociais, tanto horista figura 6, como mensalista figura 7. Sendo os encargos sociais e trabalhistas divididos em 4 grupos, o grupo A dos encargos sociais básicos, o grupo B dos encargos trabalhistas, o grupo C dos encargos indenizatórios e o grupo D que incide sobre o grupo A, B e C.

Figura 4 - Encargos sociais sobre o salário hora - padrão

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE O SALÁRIO HORA - PADRÃO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D
<b>A</b>	<b>GRUPO A</b>				
A1	INSS	20,00%			
A2	SESI	1,50%			
A3	SENAI	1,00%			
A4	INCRA	0,20%			
A5	SEBRAE	0,60%			
A6	Salário Educação	2,50%			
A7	Seguro Contra Acidentes Trabalho	3,00%			
A8	FGTS	8,00%			
A9	SECONCI	1,00%			
<b>B</b>	<b>GRUPO B</b>				
B1	Repouso Semanal Remunerado		17,97%		
B2	Feridos		4,69%		
B3	Auxílio-Enfermidade		0,93%		
B4	13º Salário		10,86%		
B5	Licença Paternidade		0,07%		
B6	Faltas Justificadas		0,72%		
B7	Dias de Chuvas		1,32%		
B8	Auxilio Acidente de Trabalho		0,11%		
B9	Férias Gozadas		8,49%		
B10	Salário Maternidade		0,03%		
<b>C</b>	<b>GRUPO C</b>				
C1	Aviso Prévio Indenizado			5,19%	
C2	Aviso Prévio Trabalhado			0,12%	
C3	Férias Indenizadas+1/3			4,66%	
C4	Depósito Rescisão Sem Justa Causa			4,83%	
C5	Indenização Adicional			0,44%	
<b>D</b>	<b>GRUPO D</b>				
D1	Reincidência de A sobre B				17,09%
D2	Reincidência de A sobre Aviso Prévio Trabalhado + Reincidência de FGTS sobre Aviso Prévio Indenizado				0,46%
SUB-TOTAIS ( GERAL )		37,80%	45,20%	15,24%	17,55%
<b>TOTAL DOS ENCARGOS SOCIAIS SOBRE O SALÁRIO HORA</b>				<b>115,79%</b>	

Fonte: SINAPI 2019

Figura 5 - Encargos sociais sobre o salário mês - padrão

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE O SALÁRIO MÊS - PADRÃO					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D
<b>A</b>	<b>GRUPO A</b>				
A1	INSS	20,00%			
A2	SESI	1,50%			
A3	SENAI	1,00%			
A4	INCRA	0,20%			
A5	SEBRAE	0,60%			
A6	Salário Educação	2,50%			
A7	Seguro Contra Acidentes Trabalho	3,00%			
A8	FGTS	8,00%			
A9	SECONCI	1,00%			
<b>B</b>	<b>GRUPO B</b>				
B1	Repouso Semanal Remunerado		Não incidente		
B2	Feriados		Não incidente		
B3	Auxílio-Enfermidade		0,71%		
B4	13º Salário		8,33%		
B5	Licença Paternidade		0,06%		
B6	Faltas Justificadas		0,56%		
B7	Dias de Chuvas		Não incidente		
B8	Auxilio Acidente de Trabalho		0,09%		
B9	Férias Gozadas		6,51%		
B10	Salário Maternidade		0,02%		
<b>C</b>	<b>GRUPO C</b>				
C1	Aviso Prévio Indenizado			3,98%	
C2	Aviso Prévio Trabalhado			0,09%	
C3	Férias Indenizadas+1/3			3,58%	
C4	Depósito Rescisão Sem Justa Causa			3,71%	
C5	Indenização Adicional			0,34 %	
<b>D</b>	<b>GRUPO D</b>				
D1	Reincidência de A sobre B				6,15%
D2	Reincidência de A sobre Aviso Prévio Trabalhado + Reincidência de FGTS sobre Aviso Prévio Indenizado				0,35%
SUB-TOTAIS ( GERAL )		37,80%	16,28%	11,70%	6,50%
<b>TOTAL DOS ENCARGOS SOCIAIS SOBRE O SALÁRIO MÊS</b>				<b>72,28%</b>	

Fonte: SINAPI 2019

### 2.2.6 Custo de manutenção

Com a aquisição do equipamento, surge a necessidade da manutenção e reparo rotineiro do produto. Todas as despesas com compra de peças e mão de obra de mecânicos e ajudantes envolvidos nos processos deverão ser considerados. Entende-se como manutenção

as atividades rotineiras, englobando desde lavagem e limpeza até lubrificação e substituição de peças programadas, como filtros, mangueiras e cabos. Já os reparos seriam as substituições de peças danificadas ou defeituosas, por tanto, menos frequentes, desde que a manutenção esteja sendo bem executada.

Para estimar este custo de manutenção (MATTOS, 2007) sugere dois métodos: o Coeficiente Único e do Coeficientes Múltiplos.

### 2.2.6.1 Método do Coeficiente Único

Este método é utilizado tanto pelo SICRO quanto pelo SINAPI. Por se tratar de uma variedade muito grande de equipamentos, o custo de manutenção é geralmente calculado utilizando um coeficiente K (tabelado), que pode ser fornecido pelo fabricante ou encontrado em revistas especializadas em equipamentos (quadro 06). Para determinar o valor horário de manutenção deve-se multiplicar o K pelo valor de aquisição dividido pela vida útil em horas, conforme a fórmula:

$$M_h = kx \frac{V_0}{nxa} \quad (17)$$

Onde:

$M_h$  = manutenção horária (R\$/h);

$V_0$  = valor de aquisição (R\$/h);

n = vida útil em anos;

a = número de horas de utilização por ano.

Quadro 6 – Valores para o coeficiente único k

Custo de Manutenção - Coeficiente único (k)	
Equipamento	k
Betoneira	0,6
Motoniveladora	0,6
Retroescavadeira	0,6
Carregadeira	0,6
Trator de esteiras	0,9
Rolo compactador	0,8
Escavadeira hidráulica	0,7

Fonte: TCPO, 2010.

## 2.2.6.2 Método dos coeficientes múltiplos

Este método consiste em 11 tabelas (Quadro 7), nas quais deve-se enquadrar o equipamento em cada uma delas achando o índice (k) (Expressão 18), equivalente a situação desejada, e multiplicando-os valor de aquisição (Vo) dividido pela vida útil em horas (VUh), conforme a fórmula (19), a seguir:

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8 \times K_9 \times K_{10} \times K_{11} \quad (18)$$

$$M_h = K \times \frac{V_0}{VU_h} \text{ (R\$/h)} \quad (19)$$

Quadro 7 - Coeficiente múltiplos K.

<b>K1 - Tipo</b>		<b>K5 - Condições de trabalho</b>	
Guindaste	0,5	Em espera	0,4
Caminhão comum	0,8	Leves	0,8
Fora de estrada	1,0	Médias	1,0
Carregadeira	1,0	Pesadas	1,4
Escavadeira	1,4	Severas	2,0
Motoniveladora	1,1		
Trator de esteira	1,2	<b>K6 - Ritmo de trabalho</b>	
		Folgado	0,9
<b>K2 - Horas de Uso</b>		Médio	1,0
1000 h	0,5	Com pressa	1,5
2000 h	0,5		
3000 h	0,6	<b>K7 - Qualidade do operador</b>	
4000 h	0,7	Excelente	0,8
5000 h	0,9	Boa	0,9
6000 h	1,0	Média	1,0
8000 h	1,3	Ruim	1,2
10000 h	1,6	Péssima	2,0
12000 h	1,9		
15000 h	2,3	<b>K8 - Qualidade equipamento</b>	
20000 h	3,0	De primeira	0,8
		Médio	1,0
<b>K3 - Vida útil em anos</b>		Ruim	1,5
1 Ano	0,6		
2 Anos	0,7	<b>K9 - Manutenção</b>	
3 Anos	0,8	Excelente	0,6
4 Anos	0,9	Boa	0,8
5 Anos	1,0	Média	1,0
6 Anos	1,0	Ruim	1,5
7 Anos	1,1	Inexistente	3,0
8 Anos	1,2		
9 Anos	1,3	<b>K10 - Conhecimento do serviço</b>	
10 Anos	1,4	Grande	0,8
11 Anos	2,0	Médio	0,9
		Pequeno	1,0

K4 - Temperatura ambiente		K11 - Tipo de serviço	
Muito quente(>40°C)	1,3	Mina ou pedreira	0,8
Quente(30° a 40°C)	1,1	Construção em geral	1,0
Médio(10° a 30°C)	1,0	Aluguel a terceiros	1,4
Frio(<10°C)	1,2		

Fonte: Church, 1981. apud Mattos, 2007.

## 2.2.7 TCPO - Tabela de composição de preços para orçamentação

As Tabelas de Custos padrão (SINAPI, SICRO e PINI, entre outras) são usadas como uma referência de formação de preços de obras convencionais, utilizadas por projetistas, construtores, fornecedores, empresários e órgãos governamentais para elaboração de orçamentos. São tabelas que trazem os diversos insumos utilizados na execução do serviço em questão, seus coeficientes de utilização e, para quantificação do serviço, o custo unitário de cada insumo. O TCPO possui um capítulo dedicado ao custo horário de equipamentos e nele encontramos os índices (quadro 8) que devem ser multiplicados pelo valor dos itens para chegar ao valor unitário.

Quadro 8 - Exemplo de uma escavadeira hidráulica na TCPO.

22700.9.3_ ESCAVADEIRA hidráulica sobre esteiras, diesel, potência no volante do motor 110 HP (82 kW), com caçamba de escavação – capacidade coroada 0,86 m <sup>3</sup> – unidade: h prod.					
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS		
			FATOR DE CARGA		
			BAIXO (VIDA ÚTIL: 8.800 H)	MÉDIO (VIDA ÚTIL: 8.000 H)	ALTO (VIDA ÚTIL: 7.200 H)
			22700.9.3.17	22700.9.3.18	22700.9.3.19
01270.0.34.19	Operador de terraplenagem	h	1,00	1,00	1,00
22080.3.7.1	Graxa	kg	0,02	0,02	0,02
22080.3.9.1	Óleo diesel	l	7,00	11,00	14,00
22700.10.1.86	Depreciação de equipamentos de terraplenagem (escavadeira hidráulica sobre esteiras, diesel, potência 110 HP, capacidade 0,86 m <sup>3</sup> )		3,60 x 10 <sup>-5</sup>	3,96 x 10 <sup>-5</sup>	4,39 x 10 <sup>-5</sup>
22700.11.1.87	Juros do capital de equipamentos de terraplenagem (escavadeira hidráulica sobre esteiras, diesel, potência 110 HP, capacidade 0,86 m <sup>3</sup> )		3,98 x 10 <sup>-5</sup>	3,98 x 10 <sup>-5</sup>	3,98 x 10 <sup>-5</sup>
22700.12.1.87	Manutenção de equipamentos de terraplenagem (escavadeira hidráulica sobre esteiras, diesel, potência 110 HP, capacidade 0,86 m <sup>3</sup> )		1,02 x 10 <sup>-4</sup>	1,13 x 10 <sup>-4</sup>	1,25 x 10 <sup>-4</sup>

Fonte: TCPO, 2010.

### 3 METODOLOGIA

Ao buscar criar subsídios que auxiliem na gestão de ativos na construção civil, essa pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada do tipo exploratória. O percurso é exploratório, pois proporciona ao pesquisador a familiaridade com o tema na construção de hipóteses e estimula suas percepções (GIL, 2007). Com abordagem qualitativa e quantitativa, ela visa não somente apontar as características de cada modo de utilização de máquinas e equipamentos de grande porte na construção civil, mas, também, mensurar os custos a eles vinculados, em função de alguns cenários previamente definidos e delimitados, que compõem o estudo de quase experimento. O percurso metodológico dessa pesquisa compreende, portanto, revisão de cunho bibliográfico e de fontes primárias e secundárias associadas ao desenvolvimento de um estudo de quase-experimento.

A revisão bibliográfica e a consulta de fontes primárias e secundárias, segundo Lakatos e Marconi (2003), tem como objetivo colocar o pesquisador em contato direto com todo material que já foi publicado sobre o tema desse estudo, entre eles livros, revistas, artigos, publicações, entre outros. Nesse sentido, como fontes bibliográficas foram utilizados: livros da biblioteca da Universidade do Sul de Santa Catarina, artigos, teses, publicações de revistas científicas e bases de dados virtuais: Scielo, Capes, Google Acadêmico, entre outros. Os dados primários foram obtidos a partir de consulta feita a uma construtora atuante na grande Florianópolis. A pesquisa teve como foco predominante em sua busca os temas Engenharia Econômica, Avaliação de Investimento em ativos de engenharia, *custo horário* de equipamentos e métodos de avaliação de investimento. O acervo consultado para a revisão bibliográfica foi o mais recente possível para que se pudesse dialogar com a atualidade, principalmente nos campos da engenharia econômica, avaliação de investimento em ativos, custo horário.

O tratamento descritivo segundo Bardin (2012) diz respeito ao procedimento assertivo, relatando características ou relações entre variáveis e foi conferido ao estudo de quase-experimento. Na construção do tema desta pesquisa serviram de alicerce três autores principais Ávila (2012), Cortes (2012) e Mattos (2007), assim como o Manual de Custo de Infraestrutura de Transporte 2017 – DNIT, como fonte principal de coleta de dados e de veículos específicos para análise e maiores comparações.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do estudo foi escolhido uma minicarregadeira de pneus de 47HP, popularmente chamada de Bobcat (anexo 1). A escolha levou em conta que o equipamento aparece nas tabelas de referência do SICRO (anexo 2) e SINAPI além da versatilidade do equipamento e a possibilidade de ele ser utilizado em múltiplas funções dentro do canteiro de obras, o que reduz o risco de o equipamento ficar ocioso. Outro fator considerado na escolha, foi que, segundo estudo de mercado da SOBRATEMA (2019 era esperado um crescimento de 48% para as vendas deste equipamento em 2019, o que demonstra o interesse do mercado pelo referido equipamento.

### 4.1 COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE ESTIMATIVA DO CUSTO HORÁRIO TOTAL

O custo horário do equipamento foi calculado de duas formas diferentes, podendo assim identificar a variação dos valores dos itens que compõe o custo horário e sua relevância no resultado final do custo horário. Os métodos testados foram:

- Manual de Custo de infraestrutura de Transporte 2017 - DNIT
- Método proposto por Mattos (2007).

Para que a comparação possa ser feita de forma correta, é necessário utilizar os mesmos parâmetros de entrada. Vale salientar que foram encontrados mais alguns métodos como sugerido por Dias (2011), Tabela da SOBRATEMA, porém, alguns parâmetros vem travados ficando difícil a comparação direta, pois não seria possível utilizar os mesmos parâmetros de entrada para todos os itens que compõem o custo horário. Os valores de entrada utilizados e suas respectivas fontes estão listados a seguir:

Valor de aquisição = R\$ 193.016,90 (SINAPI 2020)

Vida útil = 10.000 horas (Dnit)

Horas úteis por ano = 2.000 horas (Dnit)

Potência = 47 HP (Manual equipamento)

Capacidade Carter = 2,2 litros (Manual equipamento)

Valor diesel = R\$ 3,50 (Mercado)

Valor dos pneus (4uni.) = R\$ 4.000,00 (Mercado)

Vida útil Pneu = 2.000 horas (Dnit)

Salário operador = R\$ 2.000,00 (Mercado)

Encargos sobre salário mensalista = 70,74% (SINAPI 2020)

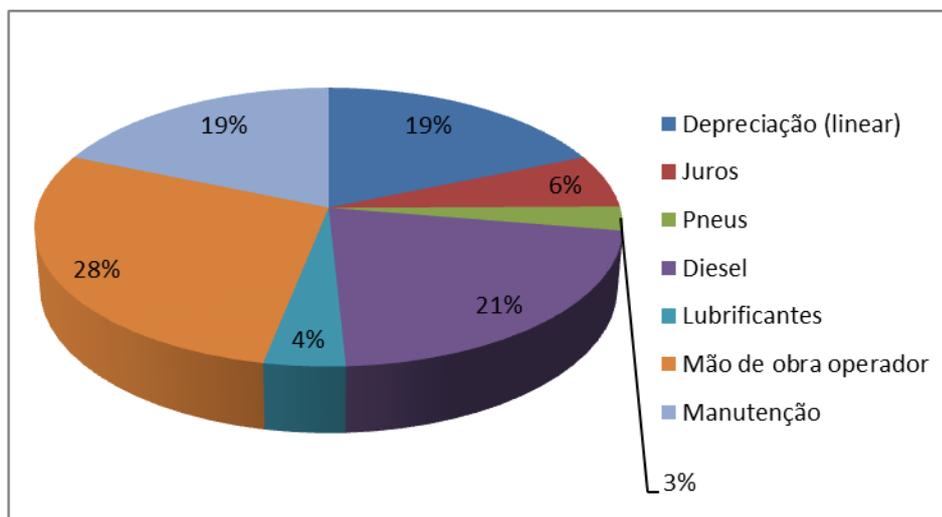
O resultado do custo horário encontrado está resumido no Quadro 9 e o Gráfico 1 demonstra de forma percentual quanto cada custo individual representa no custo total.

Quadro 9 - Custo horário mini carregadeira

Custo Horário Total (R\$/h)			
Métodos	Mattos		DNIT
<b>Custo de propriedade</b>			
Depreciação	R\$	13,51	R\$ 13,51
Juros	R\$	4,52	R\$ 3,76
<b>Custo de operação</b>			
Pneus	R\$	2,00	R\$ 2,00
Diesel	R\$	18,63	R\$ 18,86
filtros e Lubrificantes	R\$	3,21	R\$ 2,83
<b>Mão de obra operador</b>	<b>R\$</b>	<b>20,49</b>	<b>R\$ 20,49</b>
<b>Custo manutenção</b>	<b>R\$</b>	<b>13,51</b>	<b>R\$ 13,51</b>
<b>Custo horário total</b>	<b>R\$</b>	<b>75,86</b>	<b>R\$ 74,96</b>
<b>Horas produtivas</b>			
<b>Hora produtiva</b>	<b>R\$</b>	<b>75,86</b>	<b>R\$ 74,96</b>
<b>Hora improdutivo</b>	<b>R\$</b>	<b>38,52</b>	<b>R\$ 37,76</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Gráfico 2 – Gráfico da composição percentual do custo horário da hora produtiva



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

No cálculo do custo de depreciação tanto pelo método de Mattos quanto pelo do DNIT, é utilizado o método linear, visto que os métodos de depreciação variável gerariam valores diferentes de hora máquina a cada ano.

Para o cálculo dos juros horários os dois métodos utilizam o conceito do investimento médio ou valor médio do equipamento. Porém, o método do DNIT não considera juros sobre o valor residual ao final da vida útil e sim distribuído linearmente na serie, gerando um custo horário de juros 16,25% menor.

Para o custo horário dos pneus, ambos os métodos utilizam a mesma forma de cálculo, portanto, utilizando os mesmos valores do pneu e mesma vida útil, não apresentam diferença. Dois pontos são importantes salientar em relação a pneus. O primeiro tem relação com a agressividade do meio onde será utilizado, o que pode diminuir consideravelmente a vida útil deles. O segundo ponto tem relação com subtrair o valor dos pneus do valor de aquisição do equipamento, visto que será considerado o custo de pneus desde a primeira hora e assim não seja considerado os juros e depreciação sobre o custo dos pneus.

Para o cálculo do custo horário de combustível, os dois métodos utilizam uma relação de consumo de diesel pela potência. Enquanto o DNIT utiliza 0,16 litro kW/hora, Mattos sugere 0,15 l HP/hora e ainda considera um fator de potência que considera o tempo que o equipamento está em uso, mas não efetivamente trabalhando. O fator de potência pode ser de 3 classes: uso leve, uso médio e uso intenso, com valores de 40%, 55% e 75% respectivamente. Neste comparativo foi utilizado o fator médio de 55% para o método de Mattos. Para o método do Dnit foi utilizado a relação 1kW = 1,341 HP.

*Motores a Diesel custo horário de combustível (Mattos)*

$$= 0,15 \times \text{fator de potência} \times \text{Potência motor em HP} \times \text{Valor do litro}$$

*Motores a Diesel custo horário de combustível (DNIT)*

$$= 0,16 \times \text{Potência motor em kW} \times \text{Valor do litro}$$

Comparando os resultados pode-se notar que a utilização do fator de potencia utilizado por Mattos, causou uma redução de 30,84% em relação ao valor do DNIT.

Para o custo de lubrificantes onde são considerados óleo de cárter, da transmissão, do comando final e do sistema hidráulico, o DNIT utiliza uma proporção de 15% sobre o

consumo de diesel. Já Mattos utilizada a fórmula de consumo de óleo de cárter e para os demais lubrificantes foi atribuído o valor de 50 % do custo total do óleo do cárter. Apesar do processo bem diferente o resultado se mostrou praticamente o mesmo nos dois métodos.

(Consumo horário de óleo do cárter) =

$$\left( \frac{HP \text{ equipamento} \times 0,6 \times 0,0027kg}{0,893 \text{ kg/l}} + \frac{Capacidade \text{ do cárter em litros}}{\text{intervalo entre trocas em horas}} \right)$$

Para o cálculo do custo de mão de obra do operador optou-se por padronizar este item considerando os encargos de mensalista, que são de 70,74%, segundo SINAPI (2020). Este percentual deve ser acrescido ao salário bruto anual do operador e dividido pelas horas trabalhadas por ano, conforme mostra a expressão:

$$\left( \frac{Custo \text{ Horário}}{\text{mão de obra operador}} \right) = \frac{Salário \text{ mensal} \times 12 \text{ meses}}{2000 \text{ horas}} \times (1 + Encargos \text{ Sociais} \%)$$

Vale salientar que não foram considerados os custos acessórios como vale transporte, alimentação, EPIs, ferramentas entre outros itens que variam muito de região para região.

Para o cálculo do custo de manutenção, tanto o DNIT, quanto Mattos, utilizam o fator único “k” este que pode ser fornecido por fabricantes ou encontrado na literatura, em tabelas separadas por tipo de equipamento. Mattos também sugere para o método de múltiplos fatores que considera 11 variáveis, assim como: condições de uso, operação, características da máquina entre outras, que permite um resultado um pouco mais personalizado para cada projeto.

Para o comparativo foi utilizado o valor de k = 0,7 sugerido pelo DNIT (2017). O custo horário de manutenção pelo fator único pode ser expresso da seguinte forma:

$$\left( \frac{Custo \text{ hora}}{\text{manutenção}} \right) = Fator \text{ único} \times \frac{Valor \text{ aquisição equipamento}}{Vida \text{ útil em anos} \times horas \text{ trabalhadas por ano}}$$

#### 4.1.1 Determinação do ponto de equilíbrio

A partir dos custos horários totais encontrados foi calculado o valor da hora produtiva e improdutiva de cada método, sendo que na hora improdutiva são considerados apenas os

custos da depreciação, juros e mão de obra do operador. Para poder avaliar o impacto da relação das horas produtivas e improdutivas no custo anual, foi criada uma tabela considerando a utilização efetiva da máquina em relação as horas uteis disponíveis por ano. Começando com 10% de utilização efetiva no primeiro cenário, 20% no segundo, indo até 100%.

Para determinação do ponto de equilíbrio entre a compra e locação utilizando o custo horário, foi levantado o valor da locação diária de uma minicarregadeira, considerando todos os gastos de operação inclusos, aproveitando uma cotação feita por uma construtora que atua na região da Grande Florianópolis no mês 09/2020. Os valores cotados estão expressos na Tabela 1 e os documentos detalhados no Anexo 3. A ideia de trazer o valor da locação é apenas para tentar aproximar o resultado do cálculo da realidade, e uma proporção mais equilibrada ao exemplo.

Tabela 1 – Resumo da cotação de valores de locação diária de uma mini carregadeira

Cotação Aluguel minicarregadeira (diária)		
Empresa 1	R\$	650,00
Empresa 3	R\$	665,00
Empresa 2	R\$	800,00
Empresa 4	R\$	800,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Dividindo o custo anual pelo valor da diária de locação de R\$ 650,00, se determinou o número de dias necessário para que se torne vantajoso financeiramente a aquisição do equipamento locado para cada expectativa de utilização efetiva anual do equipamento.

Os resultados dos pontos de equilíbrio estão expressos no quadro 10.

Quadro 10 – Ponto de Equilíbrio Compra x Locação variando as horas produtivas

Valor da diária locação	650,00									
Método Mattos										
Horas efetivamente trabalhadas	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
<b>Custo horário</b>	<b>42,25</b>	<b>45,99</b>	<b>49,72</b>	<b>53,45</b>	<b>57,19</b>	<b>60,92</b>	<b>64,66</b>	<b>68,39</b>	<b>72,13</b>	<b>75,86</b>
diária (aprox. 8 horas)	338,01	367,88	397,76	427,63	457,51	487,38	517,26	547,14	577,01	606,89
anual (2000 horas)	84.501,99	91.970,82	99.439,66	106.908,49	114.377,32	121.846,15	129.314,99	136.783,82	144.252,65	151.721,49
<b>Ponto de equilíbrio em dias</b>	<b>130</b>	<b>141</b>	<b>153</b>	<b>164</b>	<b>176</b>	<b>187</b>	<b>199</b>	<b>210</b>	<b>222</b>	<b>233</b>

Valor diária locação	650,00									
Método DNIT										
Horas efetivamente trabalhadas	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
<b>hora</b>	<b>41,48</b>	<b>45,20</b>	<b>48,92</b>	<b>52,64</b>	<b>56,36</b>	<b>60,08</b>	<b>63,80</b>	<b>67,52</b>	<b>71,24</b>	<b>74,96</b>
diária (aprox. 8 horas)	331,87	361,62	391,38	421,14	450,89	480,65	510,41	540,16	569,92	599,68
anual (2000 horas)	82.966,77	90.405,91	97.845,06	105.284,20	112.723,35	120.162,49	127.601,63	135.040,78	142.479,92	149.919,07
<b>Ponto de equilíbrio em dias</b>	<b>128</b>	<b>139</b>	<b>151</b>	<b>162</b>	<b>173</b>	<b>185</b>	<b>196</b>	<b>208</b>	<b>219</b>	<b>231</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

É possível observar a influência da expectativa de utilização efetiva do equipamento e a importância das horas produtiva e improdutiva nos resultados dos pontos de equilíbrio. Considerando que o ano possui aproximadamente 250 dias úteis, pode-se afirmar que para expectativas menores de utilização efetiva do equipamento existe uma boa margem de dias que podem representar uma economia para a empresa. Entretanto, para expectativas de utilização mais elevadas, o ponto de equilíbrio chega a superar os dias úteis do ano, tornando a locação a melhor opção.

#### 4.2 AVALIAÇÃO ECONÔMICA PELO MÉTODO VAUE

Para fazer uma avaliação pelo método VAUE, foi necessário elaborar um fluxo de caixa e para isso foram utilizados os valores encontrados para cada parâmetro do modelo DNIT expressos na (tabela 1).

Valor de aquisição = R\$ 193.016,90 (SINAPI 2020)

Valor da Diária Locação = R\$ 650,00 (menor cotação encontrada)

Horas úteis por ano = 2.000 horas (Dnit)

Vida Útil em Anos = 5 anos (Dnit)

Utilização Efetiva (horas produtivas) = 30%

Custo Hora Operação (pneu, comb. e lub.) =  $2,00 + 18,86 + 2,83 = 23,68/h$  (tabela 1)

Custo Hora Manutenção = R\$ 13,51 (tabela 1)

Custo Hora Operador = R\$ 20,48 (tabela 1)

Taxa Financiamento = 6,5% a.a.

Foi considerado o financiamento de 100% da minicarregadeira com taxa de 6,5% a.a. e amortização pelo sistema price conforme demonstrado no Quadro 11.

Quadro 11 – Financiamento minicarregadeira

Financiamento Máquina				
ano	amortização	juros	Parcela total	saldo
0	0,00	0,00		-193.016,90
1	33.900,43	12.546,10	46.446,53	-159.116,47
2	36.103,96	10.342,57	46.446,53	-123.012,50
3	38.450,72	7.995,81	46.446,53	-84.561,78
4	40.950,02	5.496,52	46.446,53	-43.611,77
5	43.611,77	2.834,76	46.446,53	<b>0,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Na montagem do fluxo de caixa Quadro 12 os dados foram dispostos da seguinte forma:

**0 – Ano de operação** – Ano zero quando a máquina foi adquirida e 5 quando finaliza o financiamento.

**1 – Valor Residual ou Salvado** – É o valor de venda real da máquina no mercado. Foi considerada uma desvalorização de 20% ao ano, chegando ao quinto ano com 40,96% do valor original.

**2 – Saldo Devedor** – É o saldo para quitação do financiamento (tabela 3). Poderia ser descontado, de forma simplificada, do valor residual no caso de desistência do projeto.

**3 – Parcela Máquina** – Pagamento do financiamento durante o ano (tabela 3).

**4 – Receitas Salvas** – Representam os valores poupados por não precisar alugar o equipamento. O valor seria o produto do número de diárias anuais pelo valor da locação.

**5– Custo Operador** – É o produto do Custo Hora Operador pelas horas úteis do ano, neste caso 2000 horas.

**6 – Custo de Operação e Manutenção** – Deve ser somado os custos de operação e manutenção e multiplicado pelas horas produtivas do ano, neste caso 30% de 2000 horas.

**7 – Valor Presente Líquido** - É a soma dos itens 3, 4, 5 e 6 descontados a valor presente.

**8 – Valor Presente Líquido Acumulado** - É o que o próprio nome diz, o saldo acumulado dos valores presentes anteriores mais o do ano.

**9 – Valor Anual Unitário Equivalente (VAUE)–** É a soma do item 1, 2 e o Valor Presente Líquido Acumulado (8), com o resultado da soma é feito uma serie de pagamentos uniformes considerando a taxa de juros e a quantidade de anos corrente. No caso do ano 1, o n=1 e ano 2, o n=2. Isso significa que o VAUE nada mais é que o resultado acumulado até o determinado período expresso de forma anualizada.

Quadro 12 - Fluxo de caixa para 12,12 diárias por mês, com VAUE igual a zero no ano 5.

Ano (0)	Residual / Salvado(1)	Saldo devedor (2)	Parcela Máquina (3)	Receitas Salvas (4)	Custo operador (5)	Custo Operacional e Manutenção (6)	Valor Presente Líquido (7)	VPL acumulado (8)	VAUE (9)
0	193.016,90								
1	154.413,52	-159.116,47	-46.446,53	94.500,93	-40.960,00	-22.314,00	-14.290,70	-14.290,70	-20.228,24
2	123.530,82	-123.012,50	-46.446,53	94.500,93	-40.960,00	-22.314,00	-13.418,50	-27.709,21	-14.934,91
3	98.824,65	-84.561,78	-46.446,53	94.500,93	-40.960,00	-22.314,00	-12.599,53	-40.308,74	-9.834,29
4	79.059,72	-43.611,77	-46.446,53	94.500,93	-40.960,00	-22.314,00	-11.830,55	-52.139,28	-4.872,24
5	63.247,78	0,00	-46.446,53	94.500,93	-40.960,00	-22.314,00	-11.108,49	-63.247,78	0,00

Fonte: Elaboração do autor, 2020.

A elaboração do fluxo de caixa utilizando a planilha eletrônica Excel e utilizando vínculos entre as células possibilitou a utilização da ferramenta de análise de hipóteses – atingir meta. Onde o programa testa automaticamente o valor de uma célula até que encontre o valor determinado em outra célula. Neste caso foi utilizado o numero de dias como variável e o valor do VAUE em 5 anos igual a zero. Conseguindo assim determinar o ponto de equilíbrio para qualquer momento desejado em poucos segundos.

No Quadro 13 está o resumo dos VAUEs variando o número de diárias por mês, pode-se observar que para o resultado ser nulo ao final dos cinco anos o número médio de utilizações por mês é de 12,12 diárias. Para utilização de apenas 5 dias por mês num período de 5 anos o resultado anual negativo de R\$ 55.500,93, Na outra ponta com uma utilização de 21 dias por mês, num período de 5 anos, temos um resultado anual positivo de R\$ 69.299,07.

Quadro 13 - Resumo dos VAUEs variando o número de diárias por mês

Resultado VAUE para 30% de horas produtivas					
Ano	5 dias/mês	10 dias/mês	12,12 dias/mês	15 dias/mês	21 dias/mês
1	-R\$ 75.729,17	-R\$ 36.729,17	-R\$ 20.228,24	R\$ 2.270,83	R\$ 49.070,83
2	-R\$ 70.435,84	-R\$ 31.435,84	-R\$ 14.934,91	R\$ 7.564,16	R\$ 54.364,16
3	-R\$ 65.335,22	-R\$ 26.335,22	-R\$ 9.834,29	R\$ 12.664,78	R\$ 59.464,78
4	-R\$ 60.373,18	-R\$ 21.373,18	-R\$ 4.872,24	R\$ 17.626,82	R\$ 64.426,82
5	-R\$ 55.500,93	-R\$ 16.500,93	R\$ 0,00	R\$ 22.499,07	R\$ 69.299,07

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

## 5 CONCLUSÃO

O mercado, independente da área de atuação, está cada dia mais dinâmico e competitivo. Além do valor monetário, os produtos com valor agregado ganham cada vez mais espaço. Empresas investem em mecanização e tecnologia para ter maior produção, menor prazo para entregar a obra e reduzir desperdícios. Neste cenário, o planejamento da obra – aquém do que será realizado no canteiro de obra, torna-se uma ferramenta imprescindível para manutenção das empresas no mercado. Este contexto envolve questões que vão além da teoria da engenharia civil e adentra em conceitos econômicos e contábeis que precisam ser amplamente estudados e entendidos, projetando o lucro e a longevidade da empresa.

Face ao exposto e tendo em vista inclusive, o cenário que estamos enfrentando, com a chegada da Covid-19 e o agravamento constante dos casos, ter uma ferramenta que possibilite a tomada de decisão sobre fatores que possibilitem a rentabilidade de uma obra tornam-se vitais. Dessa forma, o presente estudo ganha ainda mais sustentação prática. Com o objetivo de levantar um comparativo sobre a aquisição e a locação de máquinas específicas, busca também apontar situações em que um modo de utilização passa a ser mais vantajoso que o outro. A partir da escolha referente a tipologia do equipamento, buscou-se compreender a situação com profundidade, levantando-se uma hipótese para investigar um fenômeno, que pode trazer reflexos práticos, se adotados pelas empresas da área.

Ante ao exposto, o que se percebeu nesta pesquisa foi que a escolha pela compra ou locação não pode ser tabelada, pois envolve questões como periodicidade, disponibilidade e tempo de utilização. Sendo assim, a locação é mais vantajosa, do ponto de vista estritamente econômico, quando períodos inferiores a 160 a 180 dias de locação por ano para utilizações efetivas (horas produtivas) de 30% a 50%. Para utilizações muito intensas a locação parece ainda mais vantajosa, pois o custo da hora produtiva é quase o dobro do custo da hora improdutiva, elevando assim o ponto de equilíbrio até próximo dos 240 dias. Isto considerando quando os custos de manutenção e operação estão inclusos.

Já a aquisição do referido maquinário torna-se mais interessante para as empresas que fazem locações contínuas e de baixa intensidade ou frequência de utilização ou onde o maquinário precise passar muito tempo parado aguardando outros processos ou condições de trabalho, sem poder ser desmobilizado. No caso analisado com o VAUE, com utilização efetiva de 30%, o ponto de equilíbrio ficou em 12,12 diárias por mês, que dariam 146 diárias

por ano. Portanto, todas as locações acima de 12,12 diárias mês trariam o benefício financeiro à empresa.

A dificuldade em estimar com precisão os custos de manutenção e operação e também o longo prazo dos projetos de aquisição de equipamentos, realmente parecem ser os grandes obstáculos na decisão de investir em máquinas e equipamentos. No entanto, poder identificar folgas ou discrepâncias entre valor de locação e custo horário, pode ser um importante sinalizador para pesquisas mais minuciosas.

Seria interessante em futuros trabalhos comparar a estimativa teórica com um caso real, podendo verificar durante o andamento do projeto se as estimativas estão de acordo com as expectativas.

## REFERÊNCIAS

ABENSUR, Eder Oliveira. **A substituição de bens de capital: um modelo de otimização sob a óptica da Engenharia de Produção.** Gest. Prod., São Carlos, v. 22, n.3, p. 525-538, set. 2015. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2015000300525&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2015000300525&lng=pt&nrm=iso) . acessos em 11 jul. 2020.

AVILA, Antonio Vitorino. **Matemática financeira e engenharia econômica.** Florianópolis: Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil – UFSC, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**, Ed. Almedina, São Paulo, 2011.

BERTOLO. Capítulo 5 - Métodos de Análise de Alternativas de Investimentos. Disponível em: <http://www.bertholo.pro.br/AdminFin/AnalInvest/CAPITULO5.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BEZERRA, Davi da Silva. Gestão Financeira I. UniBF. Disponível em: <http://www.fapanpr.edu.br/site/docente/arquivos/ApostilaGestaoFinanceiraI.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BRASIL. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.**

Encargos Sociais. Disponível em:

[https://isinapi.com/encargos\\_sociais/MEMORIA\\_DE\\_CALCULO\\_A\\_PARTIR\\_DE\\_OUTUBRO\\_2018.pdf](https://isinapi.com/encargos_sociais/MEMORIA_DE_CALCULO_A_PARTIR_DE_OUTUBRO_2018.pdf). Acesso dia 13-10-2019.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B.H. **Análise de investimentos:** matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CATELLI, Armando; PARISI, Cláudio and SANTOS, Edilene Santana. **Gestão econômica de investimentos em ativos fixos.** Revista contabilidade e finança. [online]. 2003, vol.14, n.31, pp.26-44. ISSN 1808-057X. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-70772003000100003> acesso: em 06 jun 2020

CÔRTEZ, José Guilherme Pinheiro. **Introdução a economia da engenharia:** Uma visão do processo de gerenciamento de ativos de engenharia. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CRUZ, Vitor Nunes & Fernandes, June Marques & REIS, Luciana Paula. **Análise do processo de substituição de equipamentos por meio do método CAUE em uma mineradora de grande porte.** Anais do encontro nacional de engenharia de produção - ENEGEP. Ceara, 2015. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_208\\_233\\_27382.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_208_233_27382.pdf) acesso em 10 de out 2020

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de custos:** metodologia de ornamentação para obras civis. 9ª edição. Rio de Janeiro: 2011 (Abr).

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. Volume 01 e 3: Metodologia e Conceitos. 1ª Edição - Brasília, 2017.

FECK, P. **Como gerenciar equipamentos para a construção civil**. Construct: 2016 (Dez)

FÉRIA, Larissa. 'Industrialização nos canteiros é caminho sem volta'. **Estadão**, Economia & Negócios, 13 abr. 2014. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral/industrializacao-nos-canteiros-e-caminho-sem-volta-imp-,1153204>. Acesso em: 01 jul. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

GITMAN, L.J. **Princípios de administração financeira**. 10.ed. São Paulo: Pearson, 2007.

GOEKING, W.; Benigno, F. **Locação X compra de equipamentos de transporte**. Construção e mercado – negócios de incorporações e construção: 128, 2012 (Mar).

GRANSBERG, Douglas D., POPESCU Calin M., RYAN Richard C. **Construction equipment management for engineers, estimators, and owners**. Florida: Taylor & Francis Group, 2006.

GROPPELLI, A.A. & NIKBAKHT, Ehsan. Administração Financeira. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 1998.

HELFERT, Erich A. Técnicas de Análise Financeira: Um guia prático para medir o desempenho dos negócios. 9ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2000.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**, Ed Atlas, ed.5. São Paulo, 2003. P. 183.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**: dicas para orçamentistas, estudos de casos, exemplos. 3ªedição São Paulo: Editora Pini, 2007.

MENIN, Rubens. Mecanização na construção civil (2). **Blog do Rubens Menin**. Disponível em: <https://www.blogrubensmenin.com.br/mecanizacao-na-construcao-civil-2>. Acesso em: 01 jul. 2020.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O Desafio do Conhecimento**. Ed. Hucitec, Rio de Janeiro, 2000.

NASCIMENTO, Sebastião Vieira. A importância da substituição de equipamentos. **Techoje. IETEC - Instituto de Educação Tecnológica [online]**. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: [www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/impressao\\_artigo/1125](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/impressao_artigo/1125) acesso em: 05 jun 2020.

PEURIFOY, Robert L., SCHEXNAYDER, Clifford J., SHAPIRA Aviad. **Construction, Planning, equipment, and methods**. 7ª ed. Nova York: Mc Graw-Hill, 2006.

SANTOS, Edilene Santana & PONTE, Vera. **Modelo de decisão em gestão econômica**. *Cad. Estud.* [online]. 1998, n.19, pp.01-19. ISSN 1413-9251. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-92511998000300004> Acesso em 10 jun 2020.

SILVA, Breno Augusto de O. & NOGUEIRA, Sérgio G. & REIS, Ermando Antônio. Determinação do momento ótimo para a substituição de equipamentos sob as óticas de gestão econômica e da engenharia econômica. **Revista de administração e contabilidade**. 2015, vol.7 n.1, pp 35 – 52. ISSN 2177-8426. Disponível em: <http://www.reacfat.com.br/index.php/reac/article/view/106> acesso em: 10 out 2020.

SILVA, João Bosco Vieira da. A viabilidade da mecanização na Construção Civil. **IBDA – Forum da Construção**, Gerenciamento de obras. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=12&Cod=1307>. Acesso em: 01 jul. 2020.

SOUZA, Acilon Batista de. Projetos de investimento de capital: elaboração, análise e tomada de decisão. São Paulo: Atlas: 2003.

SOUZA, Marcos Antônio; REIS, Hermes Cardoso; POSSANI, Patrícia Kororoski. Aplicação do custo total de propriedade (TCO): um estudo de caso. **Revista de Informação Contábil**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 22-38, nov. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/ricontabeis/article/view/13354> . Acesso em: 11 jul. 2020.

TCPO 13: **Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 13ª edição. São Paulo: Pini, 2010.

TEIXEIRA, Tania Brasileiro Azevedo; CEZARINO, Luciana Oranges; MENEGATTI, Wilver Bernardes. Renovação de equipamentos de movimentação e armazenagem em empresa atacadista. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 129, mar. 2015. ISSN 1984-2430. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1215>. Acesso em: 11 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.15675/gepros.v10i2.1215>.

TOLEDO FILHO, J. R. de; OLIVEIRA, E. L. de; SPESSATTO, G. Fluxo De Caixa Como Instrumento De Controle Gerencial Para Tomada De Decisão#: Um Estudo Realizado em Microempresas. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ*, v. 15, n. 2, p. 75–88, 2010.

ZEPECHOUKA, Edson. **Projeto de redução dos custos com frota de veículos leve próprios e locados**. 2013. Projeto técnico (Especialização em Gestão Pública - Departamento de Administração geral e aplicada do setor de Ciências Sociais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

**ANEXOS**

## ANEXO B – Ficha técnica minicarregadeira - DNIT



### E9096 - Mini-carregadeira de pneus - 42 kW

**Finalidade:** Coleta de material durante a operação

**Dados:**

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ▪ Capacidade (kg): 680,00 | ▪ Valor Residual (%): 30,00                |
| ▪ Largura (m): 1,52       | ▪ Coeficiente de Manutenção (K): 0,70      |
| ▪ Comprimento (m): 3,23   | ▪ Coeficiente de Combustível (l/kWh): 0,18 |
| ▪ Altura (m): 1,95        | ▪ Tipo de Combustível: Diesel              |
| ▪ Peso (kg): 2.641,00     | ▪ Seguro (%): -                            |
| ▪ Vida Útil (anos): 5,00  | ▪ IPVA (%): -                              |
| ▪ HTA (h/ano): 2.000,00   | ▪ Operação:                                |
| ▪ Potência (kW): 42,00    | - 1 Operador de equipamento leve           |

**Referência:** 226B 3 (carregadeira) / 1829MM - 72 IN (caçamba) - Caterpillar

### E9697 - Mini-carregadeira de pneus com vassoura de 1,8 m - 42 kW

**Finalidade:** Coleta de material varrido durante a operação de fresagem e outros

**Dados:**

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| ▪ Capacidade (kg): 680   | ▪ Valor Residual (%): 30,00                |
| ▪ Largura (m): 1,53      | ▪ Coeficiente de Manutenção (K): 0,70      |
| ▪ Comprimento (m): 3,30  | ▪ Coeficiente de Combustível (l/kWh): 0,18 |
| ▪ Altura (m): 1,97       | ▪ Tipo de Combustível: Diesel              |
| ▪ Peso (kg): 2.641,00    | ▪ Seguro (%): -                            |
| ▪ Vida Útil (anos): 5,00 | ▪ IPVA (%): -                              |
| ▪ HTA (h/ano): 2.000,00  | ▪ Operação:                                |
| ▪ Potência (kW): 42,00   | - 1 Operador de equipamento leve           |

**Referência:** 226B 3 (carregadeira) - Caterpillar / SPS 180 (vassoura) - AGF Equipamentos

## ANEXO C – Cotações valores de locação diárias mini carregadeira

Sex, 18/09/2020 09:20

Para: [REDACTED]

Bom dia [REDACTED]

Segue orçamento conforme conversado com o [REDACTED], para fecharmos hoje nossa parceria;

Mini Escavadeira E35 = 800,00

Mini Escavadeira 55 = 1.000,00

Mini Escavadeira 70 = 1.200,00

Mini Carregadeira = 650,00

02 de Setembro de 2020					
Item	Descrição	Un.	Quant.	Preço Unitário (R\$)	Preço Total
1.	ALUGUEL EQUIPAMENTOS				
1.1	Mini Escavadeira E-35	diária	1,00	760,00	R\$ 760,00
1.2	Mini Carregadeira S-130	diária	1,00	665,00	R\$ 665,00

Apresentamos a seguir nossa proposta de orçamento para prestação de serviços da obra acima mencionada de acordo com as seguintes condições:

### **Custo**

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR POR DIÁRIA</b>
Carterpillar 320°	1.800,00
Escavar, Carregar, Transportar e Espalhar para Sorocaba * medido no caminhão	250,00
Trator de Esteira	2.000,00
Caminhão Traçado 12m	900,00
Mini Carregadeira	800,00

Obra: Rua [REDACTED]		VALOR TOTAL: -		DATA: 16/09/2020	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTID.	UNID.	PREÇO (R\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	EQUIPAMENTOS				
1.1	Mini escavadeira E35.	1,00	diária	R\$ 800,00	R\$ 800,00
1.2	Mini carregadeira S130.	1,00	diária	R\$ 800,00	R\$ 800,00