



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS

MESTRADO EM GESTÃO DE EMPRESAS

ESPECIALIDADE EM PLANEJAMENTO E ESTRATÉGIA EMPRESARIAL

COMPRAR OU ALUGAR EQUIPAMENTOS DE CONSTRUÇÃO

QUAL A MELHOR OPÇÃO AO PROJETO – BUY OR LEASE?

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Gestão de Empresas

Autor: Geraldo Cunha Carvalho Junior

Orientador: Professor Doutor Renato Telo de Freitas Barbosa Pereira

Número do candidato: 20151993

Novembro de 2018

Lisboa

DEDICATÓRIA

“Trabalho dedicado a memória do meu pai, Geraldo, e a minha mãe Helena, que me deram a melhor educação que puderam pagar e os melhores valores morais que podem existir”

Agradeço também aos amigos e professores que me deram sábias e boas dicas, correções e alterações para tornar esse trabalho melhor, como:

- Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio
- Profa. Doutoranda Valéria Lauande Carvalho Costa
- Prof. Ms. Miguel Mubarak Heluy
- Profa. Doutoranda Vilma Heluy
- Eng. Fábio Henrique Alves Batista

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Flávia pelos valerosos conselhos neste projeto e a sua revisão criteriosa e detalhista. Pelos nossos anos juntos, pelo amor, pela honestidade, pela inteligência, pela força, pelas vitórias e derrotas, pela luta e companheirismo para suportar viver num país difícil com o Brasil.

A minha irmã Valéria, companheira de estudos em Portugal, pessoa integra, amiga, leal, uma irmã amorosa, doce, inteligente, sensata, boa mãe, boa profissional, boa amiga, honesta e a quem devo muito na minha vida.

Em especial ao amigo engenheiro Fábio Alves Batista pela incansável ajuda em melhorar a apresentação do trabalho e pelas precisas observações.

“Só há um caminho para a felicidade, não nos preocuparmos com as coisas que
ultrapassam o poder da nossa vontade”

EPICURO

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo tratar de um tema importante no setor de construção, a escolha pelo departamento de engenharia ou de planejamento da obra entre as opções comprar ou alugar as máquinas que serão usadas durante o projeto, *buy or lease?*

Explicaremos dentro do universo de diferentes obras e diferentes tipos de máquinas, abordar-se-á qual poderá ser a decisão tomada pelo planejamento da empresa construtora, levando-se em conta o tipo, o tamanho e a duração do projeto.

Hoje cada vez mais as empresas construtoras estão focadas em entregar o projeto no prazo e com custos adequados que permitam obter máxima rentabilidade a obra, nesse ponto consideramos a escolha do maquinário e sua opção financeira como uma das variáveis mais importantes, estima-se que em grandes obras chegue a 36% do valor do projeto.

Nessa perspectiva, o trabalho abordará este problema, muito comum durante a elaboração do planejamento. Importante ressaltar que essa opção poderá ser tomada de forma diferente que a apontada pelo planejamento da obra, face aos interesses dos controladores da empresa, como por exemplo o aumento do ativo fixo, disponibilidade de determinado equipamento ou seu uso futuro em outra obra.

Numa obra de construção civil ou pesada, a empresa construtora precisará elaborar uma planilha de custos previstos, visando obter um custo aceitável que permita finalizar a obra e gerar lucro ou excedente para o construtor, lembrando que para qualquer empresa o objetivo é a rentabilidade, pois isso garante sua continuidade.

Dentro deste planejamento, uma decisão sempre importante é a escolha por adquirir equipamentos de pequeno e grande porte ou alugar de empresas de *rental*. É uma conta complexa que envolve opções de planejamento estratégico da empresa, algumas optam por comprar os equipamentos pensando em aumentar seu patrimônio e a disponibilidade

a qualquer momento; outras empresas, entretanto preferem não empatar capital em bens que não tenham relação direta com seu negócio principal que é construir.

Palavras-chave: Comprar, alugar, custo e lucro.

ABSTRACT

This research deals with an important topic in the construction sector, the choice of engineering or planning between the options to buy or rent the machines that will be used during the construction, buy or lease?

Will be explained within the universe of different works and different types of machines, what will be the decision taken by the planning of the construction company, taking into account the type, size, and duration of the project.

Today, more and more construction companies are focused on delivering the project on time and with adequate costs to maximize profitability at the site. At this point, might be considered the choice of machinery and its financial option as one of the most important variables. It is estimated that big works reach 36% of the value of the project.

In this way, this dissertation will address this problem, which is very common during project design. It is also important to emphasize that this option can be taken differently than the one indicated by the planning of the work, in the interests of the company's controllers, such as the increase in fixed assets, availability of certain equipment or its upcoming use in another work.

In a civil or heavy construction project, the construction company will need to prepare a spreadsheet of expected costs for the work, in order to obtain an acceptable cost to the project that allows to finalize the work and generate profit or surplus for the constructor.

Within this planning, an always important decision is the choice to acquire small or large equipment or rent from rental companies. It is a complex account that involves strategic planning options of the company. Some choose to buy the equipment thinking of increasing its equity and availability at any time; other companies, however, prefer not to tie capital into goods that are not related to their core business of building.

Keywords: Buy, lease, cost, profit.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	7
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE SIGLAS	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. METODOLOGIA.....	16
3. DESENVOLVIMENTO.....	18
3.1 MODELO DE APOIO A DECISÃO UTILIZANDO A OTIMIZAÇÃO DO CUSTO LINEAR PARA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS PESADOS	25
3.2 MÉTODO PARA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE	27
3.3 VARIÁVEIS A SEREM CONSIDERADAS PELO TOMADOR DE DECISÃO.....	27
a. Custo Inicial	27
b. Depreciação	28
c. Seguro e taxa de armazenamento.....	28
d. Manutenção e reparo	29
e. Custo de pneus	29
f. Consumo	30
g. Mobilização.....	31
h. Custo de mão de obra.....	31
4. CASES.....	33
4.1 CONSTRUÇÃO DE PAVILHÃO DE FESTAS DO CONDOMÍNIO PRIVÊ 33	
4.2 EDIFÍCIO ANDRESSA, prédio de 3 andares, com 12 apartamentos residenciais com área de 120m2 cada, orçamento 1 milhão de euros.	37
4.3 Duplicação da rodovia La Paz – Oruro – Bolívia	41
5. NO SETOR AGRÍCOLA	47
6. PESQUISA COM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO	50
6.1 Pergunta 01	50
6.2 Pergunta 02	51
6.3 Pergunta 03	52

6.4	Pergunta 04	53
6.5	Pergunta 05	54
7.	OBTENÇÃO DO COEFICIENTE	55
8.	CONCLUSÃO.....	56
9.	REFERÊNCIAS	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Opções de Investimento	25
Tabela 2 - Estimativa de Produtividade.....	27
Tabela 3 - Consumo de Combustível	31
Tabela 4 - CASE 1 - Pavilhão de festas.....	35
Tabela 5 - CASE 2 - Edifício ANDRESSA	39
Tabela 6 - CASE 3 - Brabol Bolívia - Carretera La Paz - Oruro.....	44
Tabela 7 - Pergunta 1.....	50
Tabela 8 - Pergunta 2.....	51
Tabela 9 - Pergunta 3.....	52
Tabela 10 - Pergunta 4.....	53
Tabela 11 - Pergunta 5.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Martelo Elétrico Bosch	23
Figura 2 - Escavadeira Hidráulica Caterpillar 320 D	24
Figura 3 - Andaimos Metálicos	34
Figura 4 - Pavilhão de festas - Condomínio PRIVÈ.....	35
Figura 5 - Área interna pavilhão de festas – Condomínio PRIVÈ	36
Figura 6 - Edifício ANDRESSA	38
Figura 7 - Manipulador Telescópico JCB 540.....	40
Figura 8 - Doble Via La Paz – Oruro concluída em 2013.....	42
Figura 9 - Obra de construção da doble via La Paz - Oruro em 2010	43
Figura 10 - Plantio da lavoura	48
Figura 11 - Colheita dos grãos em Mato Grosso – Brasil	49

LISTA DE SIGLAS

ABC – Administradora Boliviana de Carreteras.

DNIT- Departamento nacional de infraestrutura e Transportes.

BACEN – Banco Central do Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

EPL – Empresa de Planejamento e Logística.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

CEM – Clube de Engenharia do Maranhão.

1. INTRODUÇÃO

O Trabalho visa constatar na indústria da construção uma tendência cada vez mais forte que é o uso da locação, a compra ou aquisição dos equipamentos necessários a obra. Cada vez mais as empresas entendem que seu *Core Business* é planejar, administrar, construir e entregar a obra no prazo, ficando o uso de equipamentos que dão produtividade, como utensílios a serem locados pelo período da obra e lançados como custo.

Segundo os autores, o uso de equipamento moderno e atual significa aumento da produtividade na obra.

Desta forma o trabalho visa demonstrar de que forma é mais interessante economicamente para a empresa construtora, optar pelo *Rental* ou adquirir bens com o conseqüente gasto de capital. Esse tema tem a ver além de custo e finanças, com logística.

O setor da construção, envolvendo civil, pesada e mecânica, é um dos maiores em termos percentuais na economia Brasileira, estima-se que signifique 10 a 12% do PIB – Produto Interno Bruto (IBGE - 2014). Ele envolve dezenas de atividades profissionais, de técnicos, fornecedores, prestadores de serviços e empregados em geral, emprega em sua maioria pessoal de baixa qualificação educacional como pedreiros, auxiliares, pintores, encarregados, mecânicos, operadores de máquinas, soldadores, encanadores, eletricitas, etc.

Segundo o FIESP (Federação da Indústria de São Paulo), o Brasil possui um déficit habitacional de 6,19 milhões de moradias (2014), pelo que existe um enorme potencial de crescimento na construção civil, seja na construção de novas moradias, na reforma das existentes ou em melhorias em geral.

No setor de infraestrutura o potencial é ainda maior, temos um país continental, com 8.516.000 km² (IBGE-1998), que carece de muitas obras pesadas como rodovias, ferrovias, túneis, pontes, portos, hidrovias, hidroelétricas, saneamento, etc.

No setor da construção pesada o país investe muito pouco em novas obras viárias e mal conserva as existentes, somos um país de baixa taxa de poupança interna, nosso investimento em infraestrutura é baixíssimo. Segundo o ex-diretor presidente da EPL (Empresa de Planejamento e Logística). Eng. Bernardo Figueiredo, nosso déficit em infraestrutura é de 100 bilhões de euros.

A logística interna do Brasil é péssima, nossos itens de exportação no setor primário como grãos e minério produzidos no interior, tem enorme custo e complexidade para chegarem ao porto de origem para fins de exportação, o governo brasileiro por uma questão ideológica ultrapassada, enxergava com preconceito a outorga de concessões ou participação do setor privado em projetos de infraestrutura, isso ocasionou demora em liberalizar o investimento e a exploração privada nessas obras de grande porte, e quando o fez, a partir de 2008, fez de maneira tímida em projetos menores, perdemos vários anos que poderíamos ter avançado.

O setor elétrico e mecânico também são grandes demandantes de obras públicas ou privadas, a instalação de linhas, montagem de subestações, a instalação de fábricas e equipamentos industriais são outra grande área do setor de construções que demandam equipamentos. O ramo de energia renovável com solar e dos ventos teve um enorme afluxo no Brasil nos últimos anos. Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), atualmente 70% da energia do Nordeste do Brasil já vem de fontes renováveis, e há muitos projetos a ser executados.

Segundo o *Global Wind Statistic*, o Brasil superou o Canadá em energia eólica, sendo hoje o 8º maior produtor. No domingo, 19 de agosto de 2018, o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) registrou novo recorde horário de geração eólica, com máxima diária de 8.247 MW às 9h28, atendendo 98% da demanda do Nordeste. No período de 8h às 10h, a geração eólica atendeu a praticamente 100% da demanda do Nordeste.

“Mesmo se considerarmos que aos domingos a demanda por energia é mais baixa, esses percentuais de atendimento de domingo são muito significativos. Em dias úteis, com demanda mais elevada, já tivemos recordes de geração com atendimento de carga de mais de 70% do Nordeste na média diária. O cenário, portanto, mostra que estamos

acumulando recordes de forma consistente, tanto aos finais de semana como nos dias de semana, tanto em médias diárias como em horários específicos. Todos estes recordes, juntos, demonstram a força da energia eólica no Brasil”, avalia Elbia Gannoun, presidente da Abeólica (Associação Brasileira de Energia Eólica).

Há quatro alternativas para a empresa equipar seu projeto com equipamentos:

- a- Aquisição com recursos próprios;
- b- Aquisição financiada ou parcelada;
- c- Locação do equipamento;
- d- Leasing ou arrendamento com opção de compra.

O modelo de locação se insere na construção de forma importante pois, as empresas construtoras, tem optado por alugar os equipamentos utilizados ao invés de adquiri-los, focando na obra como forma de reduzir problemas e realizar mais rápido seu trabalho, nossa problematização trata desse ponto, qual a melhor opção, comprar ou alugar?

No projeto da obra, o planejamento busca produtividade, redução de custos e entrega no prazo estimado.

A dissertação tentará mostrar com os conceitos acima são usados de diferentes formas e podem variar a depender do porte, do prazo, do valor e do objetivo da empresa construtora na obra.

A pergunta principal é – Qual a melhor opção, comprar ou alugar equipamentos de construção, sob a ótica da empresa construtora visando maximizar sua rentabilidade.

2. METODOLOGIA

A pesquisa quanto a sua natureza é aplicada pois “Objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos envolvendo verdades e interesses locais “(SILVA; MENEZES, 2005).

A investigação foi realizada em duas fases: a primeira teórica, da revisão da literatura, essencial para a construção do referencial teórico, e a segunda empírica, de coleta e análise de dados, que foram utilizados do ponto de vista da abordagem do problema.

A triangulação, definida como “Uma estratégia de pesquisa baseada na utilização de diversos métodos para investigar um mesmo fenômeno” (LIMA, 2008).

Objetivando validar as conclusões dos casos estudados assim como alcançar uma compreensão mais ampla e profunda da realidade, foi realiza uma pesquisa de campo junto a 31 empresas do Maranhão, através de utilização de uma pesquisa quantitativa usando o google formulário.

O objetivo geral será dizer qual a melhor decisão para o empresário: Comprar ou alugar os equipamentos que darão produtividade a obra.

Os objetivos específicos serão vários, entre os principais:

- Identificar as variáveis a serem consideradas na decisão, compra ou aluguel;
- Entender os modelos utilizados para análise econômica operacional dos equipamentos a serem utilizados;
- Avaliar a produtividade de diferentes máquinas e marcas visando buscar a melhor opção;
- Propor modelos de auxílio ao processo de decisão sobre comprar ou alugar equipamentos;
- Analisar três *cases* reais de obras de diferentes portes, prazos, orçamento e verificar a opção escolhida;

- Pesquisa através de questionário o comportamento dos empresários locais sobre compra ou locação de equipamentos de construção.

3. DESENVOLVIMENTO

Pode-se definir uma pesquisa como “o procedimento racional e sistemático, que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” (Gil, 2009).

Com relação aos meios, trata de um estudo de caso. Mattar (1994) destaca que o estudo de caso apresenta certo relacionamento com os métodos da pesquisa exploratória, pois sua metodologia permite desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias. Gil (2009) ressalta que o estudo de caso é o delineamento mais adequado para investigação de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real.

A decisão de comprar ou alugar equipamentos para obras é uma tarefa difícil e sempre cercada de certo grau de incerteza, especialmente equipamentos pesados de movimentação de terra, que são caros, gastam muito em manutenção e perdem tempo precioso em paradas para conserto. É sempre uma decisão da qual advém maior ou menor rentabilidade do projeto ou da obra. Assim, “O maior custo dentro de uma obra poderá ser a aquisição de equipamentos, podendo chegar até 35% dos investimentos no projeto” (Assaf, Neto, 2012).

Conforme Chiavenato (2001) em um ambiente complexo em que as variáveis organizacionais (pessoas, clientes, fornecedores, produtos, serviços, processos, estrutura, recursos, tecnologias, etc) são numerosas e interagem de forma dinâmica entre si, causando influência recíproca, torna-se necessário mensurar e avaliar o desempenho da organização em seu ambiente interno e externo.

Segundo Frost (1999), a cerca de uma década atrás, a maioria das organizações utilizavam como indicadores de desempenho, os resultados financeiros e outros poucos não financeiros. Os diretores e gerentes avaliavam seus orçamentos anuais para a tomada de decisões levando em consideração os resultados financeiros e não as atividades que geravam os resultados.

Segundo Tavares (1996), a satisfação dos clientes é um dever de todo profissional e os profissionais de manutenção têm como obrigação atender adequadamente seus clientes, através de ações sobre equipamentos, obras ou instalações sob sua responsabilidade, tendo estas tarefas, impacto direto ou indireto no produto ou nos serviços que a empresa oferece a seus clientes.

Para Moura (1999), uma das principais preocupações e desafios para a gerência da manutenção nos tempos recentes, tem sido a disponibilidade das instalações, o baixo custo direto da manutenção e a alta produtividade organizacional.

Para Ballou (2006) a logística tem o objetivo de fornecer ao cliente os níveis de serviços contratados. Providenciando os bens e serviços contratados, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas com menor custo possível.

A decisão de comprar ou alugar máquinas de terraplanagem leva em conta o tamanho e o tempo da obra, uma barragem hidroelétrica de grande porte no meio da selva, demorará mais de 3 anos e terá muita dificuldade logística para manter equipes trabalhando, máquinas funcionando e manutenção em dia. Nesse caso a construtora optará por comprar o equipamento, que ao fim de 2 anos sofrerá depreciação, mas ainda terá algum valor de revenda. Por outro lado, uma obra curta como um galpão metálico para um supermercado, demandará poucos equipamentos e por prazo entre 4 a 6 meses, nesse caso é melhor alugar e não empatar capital que pode ser útil para terminar a obra rápido e realizar o lucro (Siddharth, J, 2012).

“A substituição de equipamentos e, de modo geral, a renovação ou modernização de instalações constituem um dos campos, em que os métodos de engenharia econômica, tem sido aplicado com maior sucesso” (Hess, Paes, Marques & Puccini, 1975).

(ROSA, 2010) diz que a logística é a colocação do produto certo, na quantidade certa, no lugar certo, no prazo certo, com a documentação certa, ao custo certo, produzindo no menor custo, da melhor forma, deslocando mais rapidamente, agregando valor ao produto e dando resultados positivos aos acionistas e clientes.

A depreciação do equipamento deve ser calculada visando considerar seu preço ao ser vendida, definido ano a ano o percentual de depreciação, nesse caso, em se optando por adquirir o bem, é verificar quais marcas possuem melhor valor e rapidez na revenda. Um item primordial na decisão comprar x alugar é o tempo que o equipamento passará operando, quanto mais tempo mais produtivo e lucrativo ele será.

Para o Conselho Federal de Contabilidade do Brasil (CFC): A depreciação é a perda de valor de um bem decorrente de seu uso, do desgaste natural ou de sua obsolescência. Na contabilidade das empresas, essa depreciação é registrada como um percentual do valor contábil do bem que é descontado ao longo do tempo, de acordo com sua expectativa de vida útil.

Taylor et al. (1923) afirmou que as taxas de depreciação deveriam ser distribuídas durante o período de uso da máquina, de modo que o valor contábil da máquina (definido em qualquer ano como preço de compra menos a depreciação total cobrada em anos anteriores) seja o valor da máquina para o negócio que a possui.

Para Portenfield(1976) em princípio geral a empresa precisa tomar decisões financeiras de forma racional.

Lapponi (2000) esclarece que a decisão de investir, imobilizar o capital da empresa por um longo período de tempo, portanto é de grande importância a decisão de investir. Ressalta ainda que projetos podem ter diversas finalidades, dentre as quais destacam-se: a expansão de produtos, o lançamento de produtos novos, a inovação em produtos existentes, redução de custos, substituição de equipamentos, entre outros.

Helfert (2000), alerta que ao tomar decisões sobre investimentos, devem-se levar em conta receitas e custos futuros para realização de cálculos econômicos necessários ao embasamento da decisão de investimento, e não se deve supor que os dados do passado ficarão inalterados e que o sucesso de um investimento é baseado nos eventos futuros e nas incertezas que os cercam.

No caso de opção pelo aluguel do equipamento, as maiores vantagens são que os custos de manutenção e depreciação já estarão embutidos no valor da locação mensal,

não havendo também a preocupação com a venda do bem ao final da obra, bem como burocracia e custos envolvidos nessa operação. Um fator importante na decisão de comprar é se o suporte da marca, a concessionária do equipamento tem estrutura e rapidez no atendimento. Máquinas quebram rotineiramente, e a presença da equipe de reparos mecânica é fundamental para voltar a funcionar e assim não paralisar a obra. Uma boa marca com atendimento rápido e eficaz é um item muito importante a ser levado em conta por quem vai decidir comprar ao invés de alugar.

Segundo (Motta e Calôba, 2002): “A compra à vista também significa um comprometimento sério de capital que pode ser necessário para girar estoques, ampliar o escopo de negócio e ter liquidez para imprevistos”.

(Motta, 2001): “O aluguel é um acordo comercial entre um fornecedor e um cliente, através de um contrato comercial. A vantagem em se alugar um bem é a não imobilização do capital”.

Tentar manter frotas e equipamentos com menos marcas possível, para evitar dispersão de tempo e operacionalidade com vários tipos de peças ou mecânica, a seleção dos equipamentos e da marca são vitais para o sucesso da obra.

Muitas empresas de mineração, que possuem maquinaria de grande porte, trabalhando 24 horas dia, com frequência pedem que a equipe de manutenção do concessionário (dealer) permaneça em tempo integral no canteiro de obras ou no site, visando diminuir as paradas para manutenção programada ou de emergência.

Uma escavadeira hidráulica, por exemplo, operando em conjunto com 20 ou 30 caminhões caçambas basculante para transportar minério da extração até o beneficiamento, ao ocorrer uma parada sem programação, deixará também paralisados todos os equipamentos que trabalham em conjunto com ela, como caminhões pipa, motoniveladoras, pás carregadeiras, compactadores, topografia, etc.

Para Valente et al (1997) A gestão de frotas é uma expressão que resume a Administração de um grande conjunto de atividades referentes aos equipamentos pertencentes a uma mesma empresa ou que para ela prestam serviço. Estas atividades

são, desde dimensionamento, especificações, roteiros, custos, manutenção, renovação, dentre outros. Os autores ainda enfatizam que a manutenção tem o objetivo de manter a frota em boas condições de operação, não só corrigindo equipamentos quebrados como também contribuindo para evitar e prevenir novos consertos e apresenta como alternativa de apoio à manutenção da frota a terceirização e o pool de compras.

Valente et al (1997) citam que o custo de manutenção do equipamento aumenta bastante quando o equipamento vai se tornando velho e que o custo de manutenção inclui, basicamente, peças de reposição, material de consumo e custos com oficinas. Além disso, ressalta que com a idade, os equipamentos não só têm um custo mais alto de manutenção como deixam de produzir pelo tempo parado em oficinas, se tornando cada vez mais frequentes e mais demoradas as paradas, resumindo em grande queda na produtividade.

Os equipamentos se adquiridos, devem ser novos, com garantia de fábrica, pois isto alongará o início dos problemas de manutenção. Do mesmo modo se a empresa construtora optar por alugar, o subcontratado deverá oferecer máquinas novas ou seminovas, posto que equipamentos de terraplanagem muito usados ou velhos têm paradas para manutenção frequentes, e numa obra onde o prazo de entrega é crucial para realização do lucro ou para o não pagamento de multas é um item muito importante.

A seleção racional de equipamentos leva a lucros para contratados. Ao mesmo tempo, calcular incorretamente o tamanho e o número de frota necessária para o projeto pode resultar na perda do contrato ou em custos indiretos. Marzouk et al. (2004) afirmou, portanto, que os empreiteiros consideram a seleção da frota de equipamentos um fator vital para que qualquer projeto de construção seja bem-sucedido.

Oglesby et al. (1989) stated that it has been universally accepted that hourly production of equipment is one of the key factors in construction projects. Alwood et al. (1989) stated that equipment selection is a critical factor in attempting to complete a project within budget and schedule. Without proper work equipment, productivity decreases, delays increase, possible injuries occur and unnecessary costs are incurred.

Um leigo no ramo de equipamentos de construção pode acreditar ingenuamente que uma Escavadeira Hidráulica é como um automóvel pequeno, que basicamente só faz paradas para manutenção como trocas de óleo ou filtros. Ledo engano, máquinas pelo enorme esforço que fazem, mesmo com manutenção em dia, tem paradas muito frequentes por diferentes motivos, o que atrapalha a sequência do fluxo da obra.



Figura 1 - Martelo Elétrico Bosch

Fonte: (Google images, 2017)

Muitos construtores acreditam que quando uma máquina já gastou 50% do preço de aquisição em manutenção é hora de vender o equipamento. É frequente que equipamentos de grande porte usam planilhas e softwares de acompanhamento de frotas de máquinas, e com elas é possível determinar as unidades que quebram menos, as mais econômicas, as mais produtivas. Todas essas informações serve a empresa em obras futuras, levar em conta o passado da marca e o tipo de equipamento para novas aquisições.

Mas frequentemente a decisão de escolher essa ou aquela marca de equipamento é dada pelos engenheiros, estes baseados em sua experiência e seus sucessos e seus problemas com determinada marca, ou seja, as vezes usa-se o empírico sobre o técnico.

Para pequenas máquinas como de solda, bombas, geradores, furadeiras, etc, o percentual adequado para calcular o valor da locação mensal de equipamentos, varia em

torno de 10% do valor da aquisição do bem. No caso de máquinas médias como retroescavadeiras, minicarregadeiras, camionetes, etc., o percentual de 5% do valor do bem a ser pago mensalmente é adequado. Em se tratando de máquinas grandes como navios, escavadeiras de grande porte, caminhões fora de estrada, etc., a faixa de 3 a 4% do valor do bem é o valor justo. Nesses percentuais está incluída a manutenção por conta do locador.



Figura 2 - Escavadeira Hidráulica Caterpillar 320 D

Fonte: (Google images, 2017)

OPÇÕES DE INVESTIMENTO		
MODELO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Aquisição a vista	Melhor negociação de preços	Diminui a liquidez da empresa
Financiamento	Permite diluir os valores de aquisição em meses, contando como receitas futuras do projeto	Empate de capital de giro em ativo imobilizado. Problemas de obsolescência Aumenta o endividamento
Leasing	Dedução Fiscal de impostos das prestações mensais. Taxa de juros frequentemente mais baixas que financiamentos. Índices de endividamento/liquidez, não são afetados no leasing em razão deste não ser incluído no balanço patrimonial.	O bem fica em nome da empresa de leasing. Dificuldade em renegociar em Caso de atraso nas parcelas.

*Tabela 1 - Opções de Investimento
Dados do autor.*

3.1 MODELO DE APOIO A DECISÃO UTILIZANDO A OTIMIZAÇÃO DO CUSTO LINEAR PARA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS PESADOS

A otimização dos equipamentos de construção pesada e movimentação de terra, baseados na análise econômico operacional é um dos principais itens no sucesso dos projetos de construção. A operação da frota de equipamentos deve ser analisada pela visão técnica e mensurável, seja frota própria ou alugada, visando determinar a melhor relação de custo operação a fim de aumentar a produtividade da obra e reduzir os custos da obra.

Os diferentes projetos de construção que envolvem uso de máquinas de construção pesada como escavadeiras hidráulicas, retroescavadeiras, Bulldozers, Motoniveladoras, caminhões basculantes, rolos compactadores, caminhões pipas, tratores de pneus, equipamentos de pavimentação, etc.; precisam, além da experiência do contratante ou do engenheiro chefe da obra, ser analisados com dados mensuráveis e quantificáveis.

Alguns fabricantes de maquinaria pesada como Caterpillar (Maior fabricante do mundo), Komatsu, New Holland, Volvo, JCB, Hitachi, Terex, Wirtgen, Dynapac, etc., possuem e disponibilizam softwares de gestão de frotas que permitem o lançamento de dados como consumo de combustível, troca de óleos e filtros, capacidade de carga e desempenho operacional. O principal objetivo do uso deste tipo de ferramenta é garantir que o equipamento seja o mais produtivo possível frente ao custo de aquisição ou locação; em oposição a análise empírica dos engenheiros ou dos encarregados de frota.

Segundo Schaufelberg (1999), o custo de escolha da maquinaria pode corresponder até 36% do custo do projeto, essa decisão tomada de acordo com as limitações de custo e do prazo do contrato é crucial para o sucesso do projeto. A primeira premissa a considerar é a escolha do equipamento adequado a cada tarefa, levando em conta tipo e condição do trabalho, incluindo distância a ser transportada, produtividade esperada de cada máquina, custo efetivo que envolve também a propriedade, se da empresa ou de terceiros.

Na opção de aquisição do equipamento, ao fim do prazo da obra, se essa for a decisão da construtora, os equipamentos normalmente são vendidos, o mercado de máquinas tem diferentes valores para máquinas iguais de fabricantes diferentes, exemplo: um Trator de Esteiras Caterpillar sempre valerá mais que o mesmo modelo chinês da XCMG. Isso deve ser levado em conta pelo planejamento, visto estes valores retornarem para fazer o PV- Present Value da obra.

Esta etapa é considerada crítica para avaliar a opção de aluguel e apoiar os tomadores de decisão. Schaufelberger et al. (1999) declarou dois fatores gerais que devem ser considerados no processo de seleção da frota de equipamentos: (a) relação custo-benefício; o que envolve considerar o tamanho do equipamento além do tipo adequado; e (b) versatilidade; que envolve a seleção de equipamentos que podem executar várias tarefas no trabalho do site. Afirma ele também que, com a crescente industrialização e mecanização, isso está se tornando ainda mais importante e complexo para as empresas avaliarem e tomarem a melhor decisão dentre o conjunto de muitas alternativas.

3.2 MÉTODO PARA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE

Especificação do Equipamento	Especificação do local
Potência do Equipamento	Tipo de solo
Capacidade	Propriedade do solo
Peso	Distância Percorrida
Carga máxima	Altitude
Gráficos de desempenho	Condição de trabalho



Taxa de Produtividade

Tabela 2 - Estimativa de Produtividade
Dados do autor

O principal objetivo do modelo de apoio à decisão é minimizar o custo e obter o melhor tipo de frota para a obra em análise. A frota ideal é aquela que terá a maior produtividade com menor custo.

Apesar disso, mesmo um equipamento mais produtivo com um operador destreinado, lento ou inexperiente, não terá um rendimento adequado. O treinamento é fundamental, portanto, para a otimização do trabalho que refletirá na produtividade com maior lucratividade.

3.3 VARIÁVEIS A SEREM CONSIDERADAS PELO TOMADOR DE DECISÃO

a. Custo Inicial

Equipamentos de construção, como já dissemos no início, podem ser baratos como um carrinho de mão para obra que custa cerca de US\$ 40,00, ou uma Escavadeira hidráulica de US\$300.000,00, ou mesmo um navio sonda de perfuração de petróleo que custa de dezenas de milhões de dólares.

b. Depreciação

No Brasil a depreciação legal de equipamentos de construção é de 25% ao ano, segundo a lei 11.638/2007, ou seja, a vida útil contábil de máquinas de terraplanagem é de 4 anos. Esses equipamentos possuem um regime de trabalho extremamente agressivo e duro, a atividade de escavar, carregar, empurrar, nivelar e puxar provocam grande desgaste da maquinaria, razão pela qual o prazo é curto.

c. Seguro e taxa de armazenamento

As apólices de seguro para máquinas de terraplanagem são elevadas, considerando o risco de tombamento, fogo, abalroamento e furto, poucos proprietários fazem seguro total, a maioria prefere seguro contra terceiros para o caso de colisão ou atropelamento com vítimas, ou a instalação de um rastreador para localização da máquina.

Os maiores fabricantes de máquinas como CATERPILLAR, KOMATSU, JCB, VOLVO, NEW HOLLAND, HITACHI, etc., passaram a disponibilizar a alguns anos com a evolução dos sistemas que utilizam o GPS (Global Position System), softwares originais que além de localizar a máquina a partir de computadores ou celulares, permitem verificar consumo, temperatura, falhas mecânicas, desligar o equipamento e até mesmo circunscrever uma área geográfica onde eles podem trabalhar (Cerca eletrônica). Estes equipamentos possuem grande procura e as fábricas os utilizam como marketing de inovação e preocupação com o negócio do cliente.

As taxas de armazenamento dependem de cada empresa, alguns tem depósitos ou armazéns próprios, mas na maioria das vezes as máquinas ficam nos canteiros das obras onde estão trabalhando (in site).

d. Manutenção e reparo

Manter os equipamentos funcionando é a maior dificuldade para os donos de empresas construtoras ou de *rental*, as máquinas pelo enorme esforço que fazem apresentam muitos problemas mecânicos, estes problemas se não resolvidos em tempo hábil, acarretam atrasos na obra.

Uma escavadeira hidráulica, equipamento de grande porte, com dezenas de tubulações hidráulicas de altíssima pressão, que bombeiam óleo hidráulico para o funcionamento e operação da mesma. Essa máquina se movimenta e se mexe em diferentes direções, todas movidas pela força das bombas hidráulicas, há várias maneiras de ocorrer problemas, por vazamentos hidráulicos, por falha no motor, por falhas eletrônicas, por falhas nas esteiras, falhas no ar condicionado, refrigeração do motor, etc.

Os equipamentos, na sua maioria importados, quando precisam de peças de reposição, nem sempre o concessionário (dealer) da marca as possui para pronta entrega. Dessa forma, o planejamento da manutenção preditiva ou preventiva deve ser um setor importante, sob pena de danificar o equipamento e até perder o prazo pela demora em restabelecer o funcionamento da máquina.

Lembrando que no Brasil em determinadas regiões o regime das chuvas paralisa completamente os canteiros de obras durante este período.

e. Custo de pneus

Os equipamentos que rodam sobre pneus como manipuladores de carga, carregadeiras, motoniveladoras, retroescavadeiras, caminhões basculantes, veículos médios e pequenos em geral, tem nos pneus um item de alto custo, que requer permanente atenção pois seus valores são muito elevados.

Uma máquina que trabalhe num local muito agressivo para os pneus, como mineração ou canteiros de obras com muitos pregos ou madeira pontiaguda, terá um custo elevado de reposição e conserto de pneus. Por exemplo, uma

motoniveladora possui 6 pneus de grande porte, na média cada um custa 1500 a 2000 dólares, quando um deles fura ou rasga numa obra, perde-se um dia para consertar ou vários dias para repor, se não houver em estoque.

Em obras com terreno muito cheio de madeiras com pregos, uma máquina fura pneus várias vezes por mês devido ao constante rodar sobre estes elementos que perfuram ou cortam. A vida útil de um pneu oscila muito entre cada máquina, por exemplo, um pneu de mini carregadeira tipo BOBCAT tem vida útil de cerca de 500 horas. Um pneu dianteiro de uma retroescavadeira tem vida útil de 3.000 horas e os traseiros maiores duram até 6.000 horas.

Normalmente cada pneu pega uma ou duas recapagens (Caminhões de estrada pegam até 6 recapagens), sendo mais barato recapar que trocar, normalmente custa 50% de um pneu novo e dura 80% deste.

f. Consumo

O gasto de combustível é o item mais caro no uso de máquinas de terraplanagem, normalmente a cargo do proprietário ou do locatário do equipamento, pode significar uma despesa elevada face o preço do diesel (90% são movidas a diesel).

Normalmente se mede o consumo de máquinas por litros / hora trabalhada, abaixo o consumo médio de diferentes tipos de equipamento e seu custo mensal considerando 200 horas mensais trabalhadas.

CONSUMO DE COMBUSTÍVEL				
MODELO	Lts/Hora	Horas mês	Valor US\$	Total Mês US\$
Minicarregadeira	5	200	1,10	1.100,00
Retroesvadeira	8	200	1,10	1.760,00
Motoniveladora	25	200	1,10	5.500,00
Tratos de Esteiras	25	200	1,10	5.500,00
Escavadeira hidráulica	20	200	1,10	4.400,00
Grupo Gerador	5	200	1,10	1.100,00
Consumo medido em litros por hora				
Valores em dólares americanos				
Estimativa para 200 horas mensais.				

Tabela 3 - Consumo de Combustível
Fonte Sobratema.

Conclui-se, portanto, que o custo do combustível é um item muito caro numa obra.

g. Mobilização

Normalmente o custo de mobilização e desmobilização é por conta do proprietário ou do locador, máquinas de pneus podem andar pelas ruas e rodovias, máquinas de esteira como tratores ou Escavadeiras só se deslocam em cima de caminhões prancha.

h. Custo de mão de obra

Todas as máquinas precisam de operadores para conduzi-las, estes profissionais não são fáceis de conseguir, precisam ter treinamento específico, seguir procedimentos de segurança e ter carteira de motorista tipo B ou C (No Brasil). É um dos maiores custos em obras de terraplanagem, pois além dos salários e encargos trabalhistas, a empresa precisa oferecer alimentação, transporte e hospedagem em caso de obras distantes.

As empresas que oferecem locação de máquinas frequentemente não oferecem com operadores, em virtude exatamente dos custos de mão de obra e nesse caso, passam a ter obrigação legal de emitir Nota Fiscal, isso por si só eleva os custos de impostos em no mínimo 12,5%. Além disso, sobre o salário do operador

incidem vários encargos e obrigações legais, dentre elas as trabalhistas e previdenciárias.

Grosso modo, o custo e a responsabilidade sobre a mão de obra com operadores, mecânicos, motoristas e ajudantes, é da empresa executora da obra, se ela tem frota e máquinas próprias nada muda, mas se ela opta por alugar sua maquinaria, deve haver o correto cálculo dos custos de impostos e de mão de obra para ter o custo da obra real e bem aferido.

“A indústria da construção necessita cada vez mais de competitividade, em especial ênfase na redução de custos, tornada em importante estratégia do processo de gestão. Assim, estimar os custos de produção ganha importância como medida de eficiência das atividades do setor, indicando o sucesso das empresas no esforço de construir” (GUILHOTO e MONTOYA, 2001, MARTIN, 1994).

4. CASES

Vamos demonstrar em três “Cases” reais nossa teoria sobre a escolha do processo de uso dos equipamentos da obra, compra ou aluguel. São casos reais e alguns com nomes verdadeiros.

4.1 CONSTRUÇÃO DE PAVILHÃO DE FESTAS DO CONDOMÍNIO PRIVÉ

O condomínio “PRIVÉ” situado em São Luís, Estado do Maranhão, Brasil, é um conjunto de 70 casas de alto luxo, construídas no ano de 2011 e vendidas ao preço médio de \$300.000,00 euros cada, possuem tamanho entre 350 a 600 metros quadrados, quatro ou mais quartos, dois andares, todas dentro de um terreno de 15x30 metros, entregues em abril de 2009.

É um condomínio fechado, cercado com muros altos, situado num bairro perto de praia em São Luís e com acesso somente por um portão controlado por seguranças armados. Como é sabido, o Brasil é um país muito perigoso, nossos níveis de violência estão entre os mais altos do mundo, menor apenas que alguns países em guerra, sendo São Luís já apontada como a 33ª cidade mais violenta do mundo. Disponível em: <http://maranhaohoje.com/sao-luis-e-a-33a-cidade-mais-violenta-do-mundo-segundo-levantamento-de-ong-mexicana>. Acesso em abril de 2018.

Dessa forma as famílias de alta renda procuram viver em apartamentos ou condomínios fechados, onde seus filhos possam brincar na rua e andar livremente, sem as limitações que a violência impõe.

O público alvo desse empreendimento são: médicos, empresários e funcionários públicos (a categoria mais bem paga do país), com renda na faixa superior a \$10.000,00 euros por mês.

A obra em que analisaremos o dilema “Comprar x Alugar equipamentos” foi realizada 4 anos depois da entrega do empreendimento, trata-se de um pavilhão de

festas com área de 700 m², composto por um grande salão central com 480 m², uma cozinha, um bar, dois banheiros e terraços ao redor de dois lados do pavilhão.

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 1 Betoneira elétrica de 600 litros
- 40 Peças de andaime metálico
- 1 Container metálico para obra na dimensão 6,00 m por 2,80 m
- 1 Martelo elétrico para demolição com 30 kg e 68 joules
- 1 Máquina de policorte de 16 kgs
- 25 Peças de escoras metálicas de 3 metros.

A construtora responsável fez os cálculos de custo x oportunidade entre comprar e alugar equipamentos da seguinte forma.



Figura 3 - AndAIMES Metálicos

Fonte: (Lockcenter, 2012)

O custo da obra girou em torno de \$100.000,00 euros e foi realizado por uma construtora local no prazo de 4 meses (120 dias), com uso de equipamentos para construção civil e uma equipe de 8 operários, 1 mestre de obras e 1 engenheiro que é o próprio dono da empresa construtora.

CASE 1 - Pavilhão de festas							
	US\$ Dólar	US\$	meses	%	%	US\$	
Equipamento	Compra	Locação	Prazo	Locacao	locacao X Compra	Total Loc	Decisão
Peças de escoras metálicas	25,00	1,70	4	6,8%	27,2%	6,80	Locação
Peças de andaime metálico	26,00	1,70	4	6,5%	26,2%	6,80	Locação
Betoneira Concreto 600 l	7.667,00	259,00	4	3,4%	13,5%	1.036,00	Locação
Bomba água 5 hp	1.000,00	117,00	4	11,7%	46,8%	468,00	Locação
Container metálico escritório obra 6,0 m x 2,0 m x 2,40 m	3.300,00	150,00	4	4,5%	18,2%	600,00	Locação
Máquina polícorde 16 kg	867,00	50,00	4	5,8%	23,1%	200,00	Locação
Martelo elétrico 30 kg	1.000,00	134,00	4	13,4%	53,6%	536,00	Compra
Obs 1- Nessa obra se necessitam 40 peças de andaime e 25 escoras							
Obs 2- Dados colhidos em empresas de locação e venda de equipamentos no mercado de São Luis (MA), Brasil em fevereiro 2018							
Obs 3- Betoneiras de concreto exigem lavagem constante para não endurecer o material internamente							
Obs 4 - Optamos por incluir o valor da manutenção no preço mensal da locação para facilitar							
Obs 5 - Optamos considerar que quando o custo da locação no período superar 50% será melhor comprar							

Tabela 4 - CASE 1 - Pavilhão de festas

Fonte: Empresa Construtora



Figura 4 - Pavilhão de festas - Condomínio PRIVÊ

Fonte: (Empresa construtora, 2011)

No case A observamos uma maior quantidade de opções de locação para os equipamentos da obra, neste caso a própria construtora por ser de pequeno porte, e prefere não ter equipamentos de sua propriedade, devido aos períodos em que não há obras e eles ficariam ociosos.



Figura 5 - Área interna pavilhão de festas – Condomínio PRIVÊ

Fonte: (Do autor, 2017)

Na planilha acima somente o item martelo elétrico teve o valor da locação superior a 50% do preço de compra. Ainda assim a empresa optou por locação para não ter que dispendar capital na sua aquisição.

Em resumo no caso do pavilhão de festas do condomínio PRIVÊ, todos os equipamentos foram alugados pela construtora para a conclusão desta obra.

4.2 EDIFICIO ANDRESSA, prédio de 3 andares, com 12 apartamentos residenciais com área de 120m² cada, orçamento 1 milhão de euros.

O Edifício ANDRESSA é um projeto de construção civil de um prédio de classe média, com 3 pisos, sendo 4 apartamentos por andar com área de 120m² cada, inclui 2 vagas de garagem para cada apartamento, área de lazer com salão de festas com 70 metros, piscina de 5 x 7m e quadra poliesportiva. O terreno total tem 1.000 m², 20x 50m.

O ‘Project finance’ da obra foi um orçamento de 1 milhão de euros total a ser gasto, cada um dos 12 apartamentos deverá ser vendido por \$160.000,00 euros, o prazo de construção da obra é de até 18 meses. Neste tipo de empreendimento o imóvel é lançado para venda antes de começar a construção, os recursos inicialmente captados são usados para o início da obra, a ideia é evitar recursos de terceiros.

O público alvo desse projeto é a classe média, pessoas com renda familiar entre 2 a 4 mil euros, e os apartamentos no Brasil podem ser financiados pelos bancos em prazos de 4 a 25 anos, tendo com a garantia o próprio bem.

O projeto tem uma taxa de retorno sobre o investimento de 30%, considerando o custo do capital ao longo de 18 meses, e quanto menos capital bancário melhor, sendo que as vendas normalmente se iniciam 12 meses antes da obra.

Um problema grave no Brasil é obter as licenças e permissões nos governos municipal e estadual envolvidos, em especial as licenças ambientais, que tem atrasos muito grandes para obtenção e dependem da autorização dos órgãos públicos que são burocráticos e morosos em sua apreciação.

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 1 Betoneira elétrica de 600 litros (2)
- 100 Peças de andaime metálico
- 2 Containers metálicos para obra na dimensão 6,00 m por 2,80 m
- 5 Martelos elétricos para demolição com 30 kg e 68 joules
- 3 Máquinas de policorte de 16 kgs
- 100 Peças de escoras metálicas de 3 metros.

- 1 Plataforma elevatória tipo tesoura
- 1 Manipulador Telescópico de 17 metros de lança



Figura 6 - Edifício ANDRESSA

Fonte: (Empresa construtora, 2012)

A estimativa é iniciar a obra com 20 operários, 1 mestre de obras e 1 engenheiro, e depois de 6 meses do início, o quadro de pessoal vai aumentar e chegar até 50 operários, devendo se manter assim até o 16º ou 17º mês.

No início da construção será necessário uma retroescavadeira e uma minicarregadeira, para mobilização de materiais e acertos no terreno, estima-se que se fará necessária a retroescavadeira por 3 meses e a minicarregadeira por 1 ano.

Por questões de custo não foi oferecido elevadores no edifício Andressa, primeiro para baratear o projeto e segundo para não encarecer a taxa de condomínio com a manutenção do mesmo.

CASE 2 - Edifício ANDRESSA							
	US\$ Dólar	US\$	meses	%	US\$	%	
Equipamento	Compra	Locação	Prazo	Locacao	Total Loc	locacao X Compra	Opção
Peças de escoras metálicas	25,00	1,70	12	6,8%	20,40	81,6%	compra
Peças de andaime metálico	26,00	1,70	12	6,5%	20,40	78,5%	compra
Betoneira Concreto 600 lts	7.670,00	259,00	18	3,4%	4.662,00	60,8%	compra
Bomba água 5 hp (2)	1.000,00	117,00	18	11,7%	2.106,00	210,6%	compra
Container metálico escritório obra (2)	3.300,00	150,00	18	4,5%	2.700,00	81,8%	compra
Plataforma Elevatória 12 m	25.000,00	1.200,00	12	4,8%	14.400,00	57,6%	compra
Manipulador Telescópico 17 metros	100.000,00	4.700,00	12	4,7%	56.400,00	56,4%	compra
Máquina polícorde 16 kg (3)	867,00	50,00	12	5,8%	600,00	69,2%	compra
Martelo elétrico 30 kg (3)	1.220,00	134,00	18	11,0%	2.412,00	197,7%	compra
Obs 1- Preços em dólares americanos							
Obs 2- Dados colhidos em empresas de locação e venda de equipamentos no mercado de São Luis (MA), Brasil em fevereiro 2018							
Obs 3- Betoneiras de concreto exigem lavagem constante para não endurecer o material internamente							
Obs 4 - Estimativa de uso de 100 peças de escoras metálicas							
Obs 5 - Estimativa de uso de 200 peças de andaimes metálicos							
Obs 6 - Optamos por incluir o valor da manutenção no preço mensal da locação para facilitar							
Obs 7 - Optamos considerar que quando o custo da locação no período superar 50% será melhor comprar							

Tabela 5 - CASE 2 - Edifício ANDRESSA
Fonte: Empresa Construtora



Figura 7 - Manipulador Telescópico JCB 540

Fonte: (JCB Earthmovers, 2011)

No case 02 observamos uma maior quantidade de opções de compra para os equipamentos da obra, em função do prazo maior da obra, a necessidade dos equipamentos foi de 12 a 18 meses, prazo ideal para conclusão e entrega do edifício ANDRESSA.

Como todos os equipamentos tiveram a sinalização de compra, por superarem o ponto de corte de 50% do preço de compra, a construtora colocou o preço e aquisição dos mesmos no projeto da obra e buscou linhas de financiamento para adquirir os mesmos.

4.3 Duplicação da rodovia La Paz – Oruro – Bolívia

O Projeto BRABOL foi uma associação de 3 empresas sob o controle da PEDRA CONSTRUTORA LTDA do Brasil.

O projeto venceu uma licitação da ABC – ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS, agência do governo Boliviano responsável pela construção e manutenção de estradas, no Trecho II - MANTECANI – LIMITE DEPARTAMENTAL (Lequepampa), de cerca de 77 Km, dentro da duplicação da rodovia LA PAZ – ORURO.

O valor da obra foi de quase US\$ 97.000.000,00 e o prazo de conclusão da mesma era de 43 meses a contar da assinatura do contrato em 15.04.2010.

O Projeto envolveu em seu pico, cerca de 400 funcionários, a compra de mais de 20 máquinas de terraplanagem, 30 caminhões caçamba basculante, 14.000 de toneladas de asfalto, equipamentos diversos, equipamentos de acampamento, material de segurança, etc.

O custo estimado de aquisição de equipamentos foi estimado em 15 milhões de dólares, considerando máquinas de terraplanagem, caçambas, caminhões, grupo geradores, equipamento para asfalto, etc.

A margem de lucro estimada para o projeto é de 10% sobre o valor total, sendo uma das metas dos executivos aumentar este percentual via redução de despesas e desperdício, aumento de produtividade, melhorias técnicas e demais ganhos de eficiência.

A obra apresentou várias dificuldades não previstas no planejamento, em especial dificuldade de obter equipamentos e peças em tempo adequado, em grande parte pelo tamanho da economia da Bolívia, um dos países mais pobres da América Latina.



Figura 8 - Doble Via La Paz – Oruro concluída em 2013

Fonte: (do autor, 2010)

Todo o *Know How* da operação ficou a encargo da Construtora PEDRA, sendo ela líder do projeto nos aspectos técnico e financeiro, onde trouxe engenheiros com 30 anos de experiência para estas funções, bem como outros técnicos do Brasil.

O acampamento da BRABOL foi cedido pela ABC e ficava localizado na beira da própria rodovia na localidade de *Patacamaya*, restaurante, oficina central e áreas recreativas.

O projeto tinha números vultosos em relação a movimentação de materiais como solo natural, brita e asfalto, alguns dados adicionais:

- Escavação do solo natural.....1.466.194,33 m³
- Aterro.....3.764.473,49 m³
- Transporte de material.....29.340.896,62 m³
- Concreto.....49.592,46 m³
- Aço.....3.082,59 Ton.

- Asfalto.....108.513,21 m3

A construtora PEDRA elaborou uma planilha onde incluía o tipo de máquina que precisaria para a obra, diferentes fabricantes, se havia “Dealer” na Bolívia e a facilidade em encontrar peças, a facilidade de financiamento do equipamento e o valor mensal do financiamento.

Com estes dados comparou a hipótese de compra ou locação para diferentes equipamentos, até porque muitos não seriam usados por todo o período da obra.

Os equipamentos, não tem uso linear por toda a duração da obra, alguns são usados no início, outros no meio e outros ao final, o exemplo é a terraplanagem ser feita no começo, o concreto ser usado no meio e o asfaltamento no fim da obra de rodovias.



Figura 9 - Obra de construção da doble via La Paz - Oruro em 2010

Fonte: (do autor, 2010)

CASE 1 - Brabol Bolívia - Carretera La Paz - Oruro							
	US\$	US\$	meses	%	%	US\$	
Equipamento	Compra	Locação	Prazo	Locacao	locacao X Compra	Total Loc	Opção
Britador 200 m3/h	600.000,00	24.000,00	18	4,00%	72,00%	432.000,00	compra
Acabadora de Asfalto	221.000,00	8.850,00	12	4,00%	48,05%	106.200,00	aluguel
Caminhão Betoneira Concreto 10 m3	130.000,00	4.200,00	43	3,23%	138,92%	180.600,00	compra
Bomba água 5 hp	1.000,00	117,00	43	11,70%	503,10%	5.031,00	compra
Caminhão Carroceria aberta 4 toneladas	45.000,00	1.200,00	43	2,67%	114,67%	51.600,00	compra
Caminhão Espargidor de Agregados	115.000,00	4.600,00	12	4,00%	48,00%	55.200,00	aluguel
Caminhão Pipa Cisterna 15.000 lts	70.000,00	1.800,00	43	2,57%	110,57%	77.400,00	compra
Carregadeira de Pneus 105 hp	161.000,00	6.490,00	43	4,03%	173,34%	279.070,00	compra
Carregadeira de Pneus 200 hp	242.000,00	9.650,00	36	3,99%	143,55%	347.400,00	compra
Compactadora Lisa 130 hp	129.600,00	5.180,00	12	4,00%	47,96%	62.160,00	aluguel
Caminhão Caçamba 12 m3	90.000,00	2.500,00	43	2,78%	119,44%	107.500,00	compra
Compactadora Pneus Asfalto 77 hp	170.000,00	6.500,00	12	3,82%	45,88%	78.000,00	aluguel
Compressor 198 hp	10.000,00	1.000,00	43	10,00%	430,00%	43.000,00	compra
Escavadeira Hidráulica 170 hp	347.600,00	12.000,00	43	3,45%	148,45%	516.000,00	compra
Escavadeira Hidráulica 138 hp	230.000,00	8.000,00	43	3,48%	149,57%	344.000,00	compra
Fresadora de Asfalto	250.000,00	15.000,00	12	6,00%	72,00%	180.000,00	compra
Grupo Gerador 100 KVA	23.333,00	1.100,00	43	4,71%	202,72%	47.300,00	compra
Grupo Gerador 50 KVA	15.333,00	700,00	43	4,57%	196,31%	30.100,00	compra
Motoniveladora 125 hp	260.000,00	12.000,00	36	4,62%	166,15%	432.000,00	compra
Planta de Asfalto 160 ton/h	1.200.000,00	46.000,00	12	3,83%	46,00%	552.000,00	aluguel
Retroescavadeira 90hp, 4x4	83.000,00	4.000,00	43	4,82%	207,23%	172.000,00	compra
Trator Agrícola 4x4	55.000,00	2.000,00	36	3,64%	130,91%	72.000,00	compra
Trator de Esteiras 200hp	330.000,00	15.000,00	36	4,55%	163,64%	540.000,00	compra
Torre de Iluminação	12.500,00	360,00	43	2,88%	123,84%	15.480,00	compra
O mercado de locação de equipamentos na Bolívia é bem menor que o Brasileiro, no Brabol considerou-se alugar também da Argentina e Chile.							
Obs 1- Preços em dólares americanos							
Obs 2- Dados colhidos em empresas de locação e venda de equipamentos no mercado de La Paz (Bolívia) em maio 2010							
Obs 3 - Optamos por incluir o valor da manutenção no preço mensal da locação para facilitar							
Obs 4 - Equipamentos comprados a manutenção é por conta da empresa construtora							
Obs 5 - Optamos considerar que quando o custo da locação no período superar 50% será melhor comprar							

Tabela 6 - CASE 3 - Brabol Bolívia - Carretera La Paz - Oruro
Fonte: Empresa Construtora

Considerando os dados da planilha acima, com algumas das máquinas do projeto BRABOL na Bolívia, levamos em consideração alguns dados para a decisão compra x locação:

- 1- Prazo estimado da obra em 43 meses.
- 2- O percentual médio de locação mensal fica em torno de 4% do valor de aquisição do equipamento, considerando também a pouca oferta dos equipamentos na Bolívia.
- 3- O preço de venda dos equipamentos após este período foi estimado pela concessionária CATERPILLAR –Finning Bolivia (www.finning.com) em 50% do valor de aquisição do novo.
- 4- No caso de obra longa, alguns equipamentos poderão ser usados no começo, outros por toda a obra e outro só no final, devendo isso ser levado em conta para opção comprar x alugar.
- 5- Outro fator a ser considerado é que na hipótese de locação, os equipamentos não estarão na obra de imediato, há um atraso, um *delay* de 10 a 30 dias entre pedido e chegada.

Considerando essas variáveis, a engenharia da BRABOL apresentou a diretoria e a área financeira, as planilhas comparativas acima.

A opção da construtora PEDRA líder do projeto, foi pela compra dos equipamentos necessários a obra, considerando o prazo longo, a possibilidade de financiamento pelo prazo da obra e a venda do equipamento ao final do projeto em torno de 50% do custo de aquisição.

A decisão foi puramente de maximizar o capital dos sócios, haja vista que após a venda dos equipamentos, o valor poderia ser devolvido aos sócios do projeto.

Uma das opções imaginadas, que não chegou a ser implementada, seria uma outra empresa do grupo comprar os equipamentos e alugar ao consórcio BRABOL, e os pagamentos mensais seriam recebidos pelos sócios como remuneração ou pró-labore. Seria uma forma de maximizar o retorno, e deixar estes valores livres de

taxação de impostos, pois tanto no Brasil, como na Bolívia, aluguel de equipamentos sem operador não necessita da emissão de nota ou fatura fiscal.

Na planilha acima há dois equipamentos caros, o Britador e a planta de asfalto, esses tiveram a sinalização de locação, ambos são necessários para a fabricação de brita usada na fabricação de asfalto, sub-base e base do pavimento, uso na fabricação do concreto.

A planta do concreto foi utilizada nos últimos 12 meses da obra, para a fabricação do asfalto usado na capa superior da rodovia. A BRABOL encontrou uma empresa local que tinha uma planta própria, que foi usada nos anos de 2002 e 2004, que teve interesse em alugar a mesma. O contrato então foi feito optando pelo asfalto pronto para ser aplicado, e toda a manutenção da planta ficou por conta da empresa proprietária da mesma.

5. NO SETOR AGRÍCOLA

De acordo com Reichert (1998), os princípios básicos da administração que são aplicados a indústria e ao comércio são os mesmos aplicados para a agricultura, não obstante, a agricultura ter características que a diferenciam de outros setores e devem ser considerados.

Os dois principais, o uso da terra e o clima, o primeiro é um insumo mais importante, sua correta utilização, com técnicas modernas de plantio, correção do solo e uso de insumos de qualidade, terão um enorme impacto na produtividade da lavoura.

Nesse ponto o Brasil é um país abençoado pela natureza, nossas dimensões continentais e a qualidade dos nossos solos, expõe e demonstram cada vez mais que somos um país vocacionado para a produção de alimentos.

O clima é outro fator importante nos fatores da produção, como 95% da produção de grãos usa o regime das chuvas, sua ocorrência no tempo e quantidade correta, fazem a produção oscilar muito.

Diante das marcantes transformações que a economia vem passando, o setor agrícola apresenta desvantagens acentuadas sobre os demais setores devido a preços baixos e instáveis problemas como mudanças climáticas, incidência de pragas e outros fatores eventuais e/ou sazonais que impedem que se façam estimativas precisas de produção e preços (MAQUES e MELO, 1999).

Nesse contexto, a agricultura precisa tornar-se cada vez mais competitiva, com especial ênfase na redução de custos, transformada em importante estratégia do processo de gestão. Assim, estimar os custos de produção ganhou importância como medidor da eficiência das atividades agrícolas, indicando o sucesso das empresas no seu esforço de produzir (GUILHOTO e MONTROYA, 2001; MARTIN, 1994)



Figura 10 - Plantio da lavoura

Fonte: (Google images, 2017)

No momento em que o produtor decide as variáveis a serem utilizadas, está também definindo seu custo. Para os economistas, custo econômico pode ser definido como o valor de mercado de todos os insumos usados na produção (BINGER E HOFFMAN, 1998).

A grande vantagem do aluguel de máquinas agrícolas é a possibilidade de aumentar a produtividade das lavouras. Quanto maior o número de tratores e colheitadeiras disponíveis para o trabalho no campo, mais recursos tecnológicos ao alcance dos produtores.

Mas há um problema crucial no setor agrícola, que leva a maioria dos agricultores a comprar seus próprios equipamentos: o plantio e a colheita se dão em períodos curtos, janelas de tempo e chuva. Como máquinas alugadas nem sempre estão disponíveis no momento zero, sempre havendo um atraso entre o pedido e o início do

trabalho, o produtor corre um enorme risco de ficar sem o equipamento nos dias adequados.



Figura 11 - Colheita dos grãos em Mato Grosso – Brasil

Fonte: (Google images, 2018)

Dito de outra forma, uma determinada região do estado do Paraná/BRASIL, produtora de soja e milho, tem um período de 15 a 30 dias para plantio que é a janela climática que falamos. Se não houver máquinas disponíveis para locação naqueles dias, ou se já tiver sido utilizado todo o estoque de máquinas *Rental* da região, o produtor corre o enorme risco de não plantar naquele ano, inviabilizando seu negócio.

Do mesmo modo a colheita se dá com ainda menos tempo, as plantas ficam maduras para colher no momento exato, se não houver máquinas disponíveis naquele curto período, a safra irá apodrecer no pé.

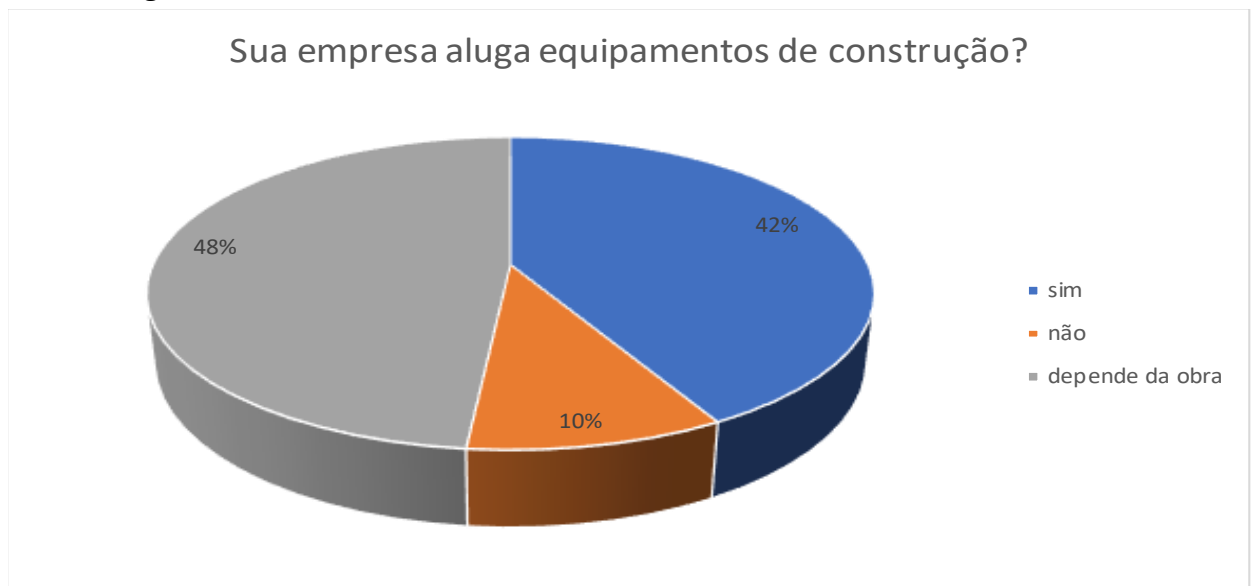
Apesar disso já se encontra a oferta de alguns equipamentos para a atividade agrícola disponíveis para locação, em especial nos estados do centro oeste, sudeste e sul do Brasil.

6. PESQUISA COM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO

- COMPRAR OU ALUGAR EQUIPAMENTOS DE CONSTRUÇÃO ?

Elaboramos um questionário que foi enviado e respondido por 31 empresas de construção no estado do Maranhão, através do Clube de Engenharia -CEM, no total da amostra, fizemos 5 perguntas com diferentes respostas, as quais analisaremos abaixo:

6.1 Pergunta 01

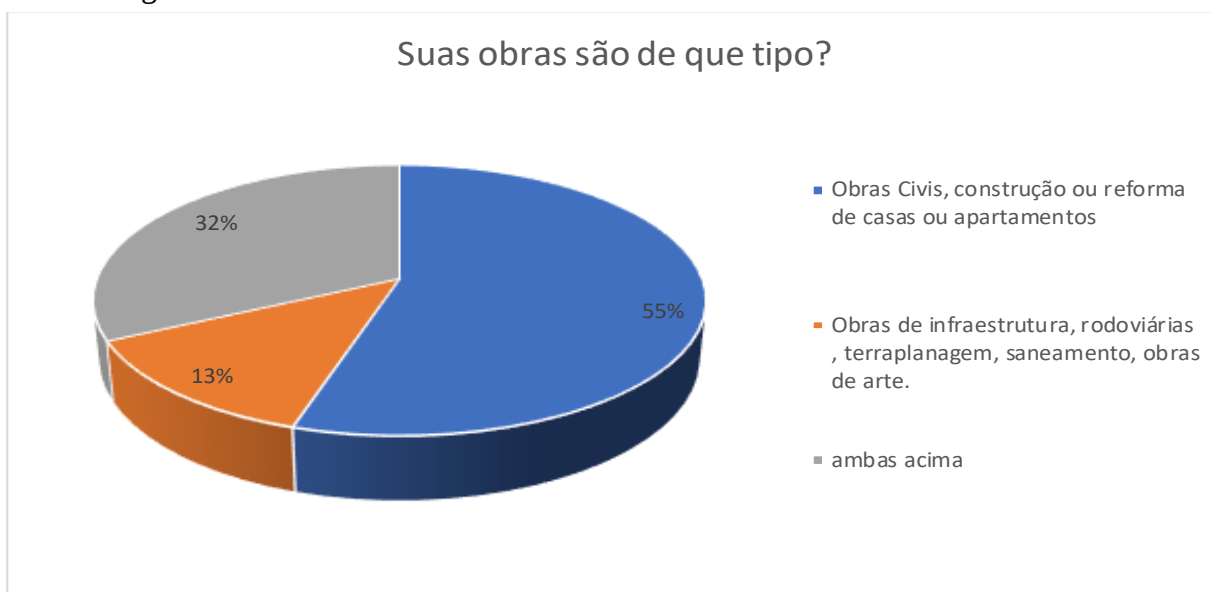


Sua empresa aluga equipamentos de construção?	Respostas
sim	13
não	3
depende da obra	15

*Tabela 7 - Pergunta 1
Pergunta formulada pelo autor*

A conclusão da pergunta sobre a amostra coletada é que a maioria das empresas prefere utilizar a opção de aluguel (lease), com 90% delas respondendo que SIM ou DEPENDE DA OBRA e somente 10% delas respondendo que NÃO alugam equipamentos.

6.2 Pergunta 02



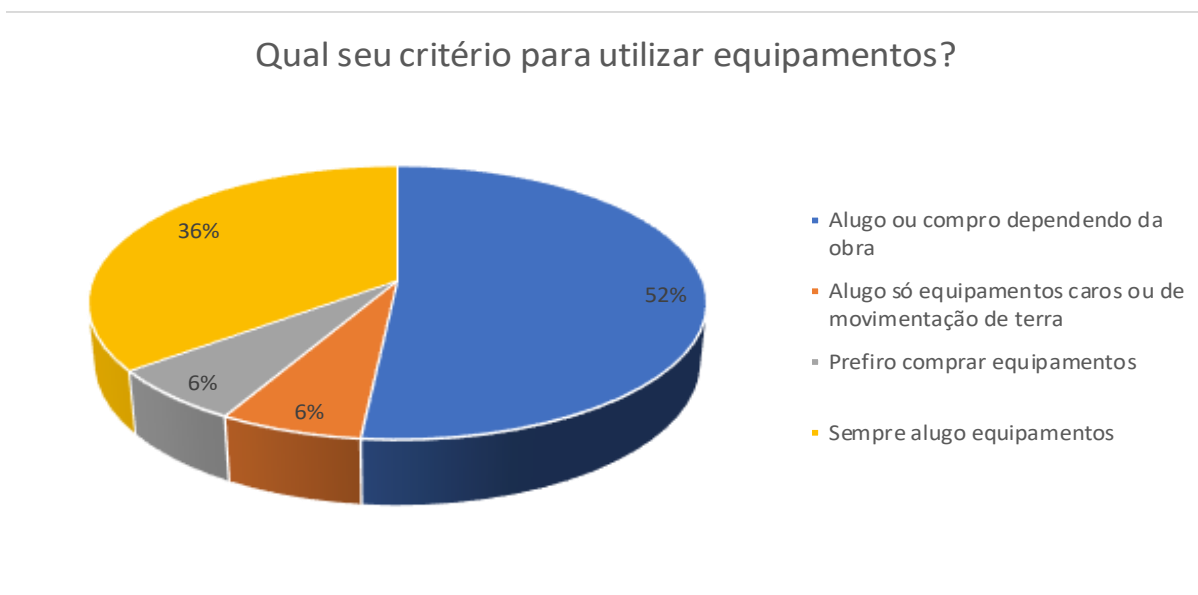
Suas obras são de que tipo?	Respostas
Obras Civas, construção ou reforma de casas ou apartamentos	17
Obras de infraestrutura, rodoviárias , terraplanagem, saneamento, obras de arte.	4
ambas acima	10

*Tabela 8 - Pergunta 2
Pergunta formulada pelo autor*

A conclusão a pergunta de QUE TIPO SÃO SUAS OBRAS, concluímos que na amostra respondida a grande maioria das empresas 55% delas são de obras civis, basicamente em edifícios, casas ou apartamentos.

32% disseram que fazem somente obras de infraestrutura, rodoviárias, terraplanagem, saneamento e obras de arte.10% executam ambas as obras.

6.3 Pergunta 03



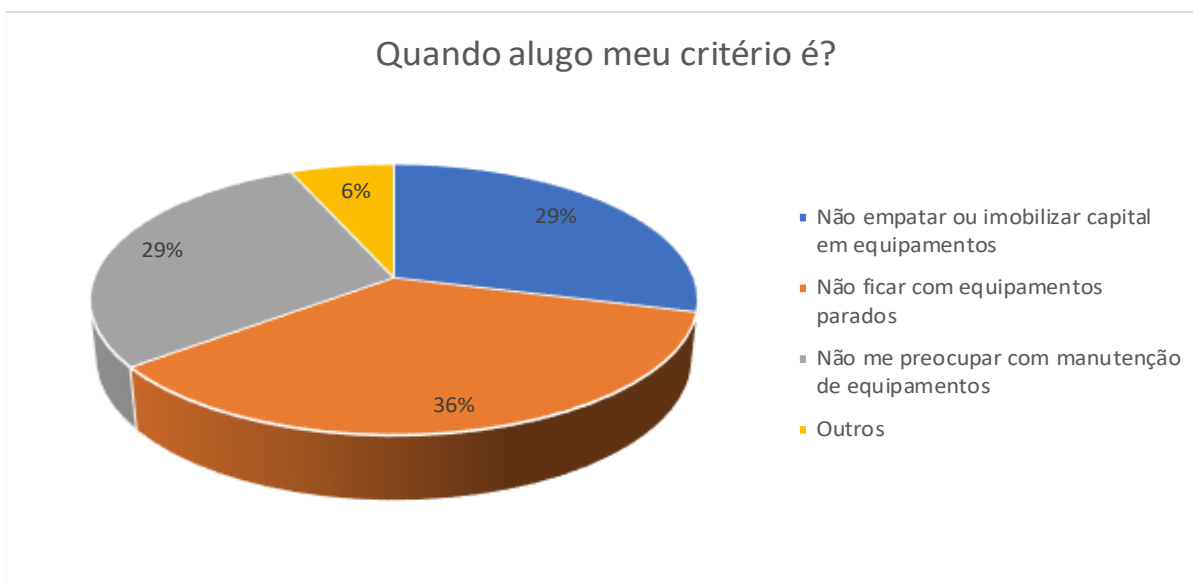
Qual seu critério para utilizar equipamentos?	Respostas
Alugo ou compro dependendo da obra	16
Alugo só equipamentos caros ou de movimentação de terra	2
Prefiro comprar equipamentos	2
Sempre alugo equipamentos	11

Tabela 9 - Pergunta 3
Pergunta formulada pelo autor

A pergunta 03 vai a pergunta que explica o critério da empresa em maximizar sua produtividade e lucratividade, que tem a ver com o critério utilizado na opção COMPRAS X ALUGAR (Buy or Lease).

Considerando que 52% da amostra respondeu que o critério depende da obra e 6% declararam que sempre alugam, concluímos que a empresa elabora cálculos visando aumentar sua rentabilidade em cada projeto, sendo um dos dados mais importantes o critério acima.

6.4 Pergunta 04



Quando alugo meu critério é?	Respostas
Não empatar ou imobilizar capital em equipamentos	9
Não ficar com equipamentos parados	11
Não me preocupar com manutenção de equipamentos	9
Outros	2

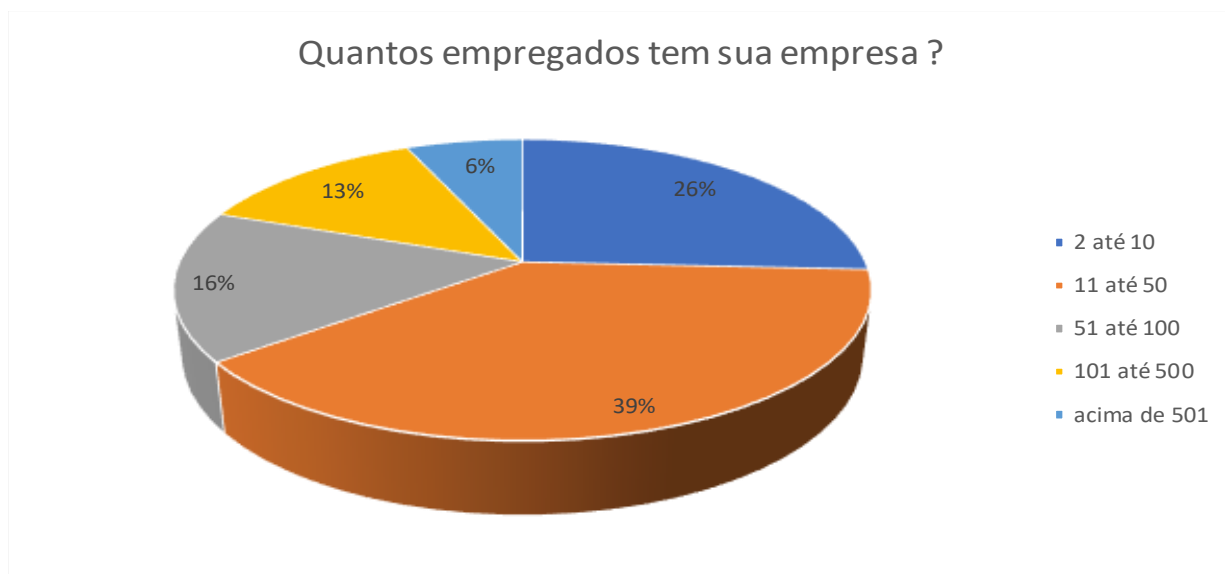
Tabela 10 - Pergunta 4
Pergunta formulada pelo autor

Na pergunta 04 nos limitamos a uma sub pergunta dentro do critério de opção por alugar os equipamentos, perguntamos por que a empresa escolhe uma das duas.

Nessa pergunta houve uma divisão quase igual das respostas, 36% responderam que não querem ficar com equipamentos parados, que podemos traduzir como dinheiro parado.

29% responderam que não desejam empatar capital em equipamentos, haja vista a imprevisibilidade de sua utilização. Considerando que no Brasil é caro comprar através de financiamento, e como as empresas de construção tem obras ora sim ora não, nossa leitura é que o empresário tem receio de ao contrair empréstimos para comprar equipamento e não sabendo quando vai utilizá-los, prefere ser conservador e manter seu dinheiro para eventualidades.

6.5 Pergunta 05



Quantos empregados tem sua empresa?	Respostas
2 até 10	8
11 até 50	12
51 até 100	5
101 até 500	4
acima de 501	2

Tabela 11 - Pergunta 5
Pergunta formulada pelo autor

Essa pergunta fizemos para entender o porte das empresas que responderam à pergunta, sendo assim estratificado:

- 39% tem de 11 a 50 empregados
- 26% tem de 2 a 10 empregados
- 16% tem de 51 a 100 empregados
- 13% tem de 101 a 500 funcionários
- 6% tem acima de 501 funcionários

Nessa pergunta nossa conclusão é que a amostra foi bem mesclada por diferentes portes e tamanhos.

7. OBTENÇÃO DO COEFICIENTE

Abaixo se apresenta um modelo de cálculo fácil para ser utilizado pelo planejamento da obra visando avaliar qual o melhor modelo. Partimos da premissa que até 50% do custo da máquina pago durante o projeto, vale a pena alugar, acima disso para o mesmo projeto é melhor comprar o equipamento.

Cálculo do coeficiente de decisão: compra x aluguel de equipamento

Variáveis:		 Preencher os campos abaixo	
Prazo (em mês)	(T)	15	meses
Valor aluguel	(VA)	2500	moeda
Valor compra	(VC)	40000	moeda
X = Coeficiente de decisão			
T = Tempo (meses)			
VA = Valor aluguel (mês)			
VC = Valor de compra			
		X	= $\frac{(T) \times (VA)}{(VC)}$
		X	= 0,94

Pela fórmula de cálculo acima estabelecemos o ponto de corte para a decisão BUY or LEASE em 0,50. Consideramos uma conta fácil de fazer, se durante o prazo da obra o valor da locação daquele equipamento for planejado para gastar X reais e sendo $X < 0,50$ entendesse que é melhor alugar. Nessa opção após a obra o equipamento é devolvido ao proprietário ou locador e termina aí o custo.

Se o gasto com o equipamento for de X reais e sendo $X > 0,50$ a opção mais adequada é comprar o equipamento, nesse modelo após a obra ser finalizada o equipamento pode ser usado em outra obra ou outro projeto da empresa.

(aluga) $0,50 < X < 0,50$ (compra)

Dessa forma concluímos que o ponto de decisão da pergunta COMPRAR X ALUGAR pode ser decidido utilizando a fórmula acima.

8. CONCLUSÃO

Segundo Marconi e Lakartos (2009), “a finalidade da pesquisa científica não é apenas a de fazer um relatório ou descrição dos dados pesquisados, mas relatar o desenvolvimento de um caráter interpretativo no que se refere aos dados obtidos”.

Considerando os dados apresentados, podemos inferir algumas conclusões. Da ótica do construtor que vai realizar a obra e dela obter lucro, é mais interessante em obras pequenas e médias a opção de locação do equipamento, principalmente pela diluição do custo da locação no valor total do projeto, pela liberdade em não se preocupar com manutenção, armazenamento, guarda, disponibilidade operacional e uma série de dores de cabeça que advém com o gerenciamento da frota própria.

Em nossa avaliação pelos dados apresentados, obras localizadas em capitais urbanas com oferta de empresas de “*Rental*” e concorrência entre elas, torna-se mais interessante alugar os equipamentos e focar as preocupações em entregar a obra no prazo e dentro do orçamento.

Por outro lado em obras localizadas em lugares distantes, no meio de selvas ou lugares sem cidades próximas, projetos de grande porte com usinas hidrelétricas, grande terraplanagens, estradas e mineradoras, devido à dificuldade logística de manter o fornecedor dos equipamentos no site ou próximo da obra, projetos que rodam 24 horas, projetos de longo prazo ou permanentes em especial mineração, neste caso optaríamos por comprar os equipamentos, e nesse caso tem que haver uma estrutura própria de manutenção envolvendo mecânicos, borracheiros, auxiliares, solda, caminhões comboio lubrificante, etc.

Há uma terceira opção que algumas construtoras utilizam que é um misto de frota própria e frota alugada, algumas empresas entendem que devem ter parte da frota de sua propriedade e alugar de acordo com a demanda da obra ou do projeto. As obras apresentam diferentes necessidades ao longo do projeto, algumas máquinas servem no começo, outras no meio e fim, outras durante toda a obra.

Há empresas que tem sua frota permanente, por exemplo: Guindastes (Cranes), que são máquinas que tem pouco uso, mas quando necessárias são extremamente importantes. Além disso, tem durabilidade por décadas, um bom guindaste dura 20 anos sem grandes gastos de manutenção. Outras máquinas possuem elevado desgaste operacional como as escavadeiras hidráulicas e apresentam grande quantidade de paradas mecânicas devido à complexidade da operação e ao uso severo, nesse caso é melhor alugar que comprar.

Há também a opção mista entre frota própria e frota alugada, opção muito utilizada pelas construtoras de obras pesadas, ao contrário das de obras civis que preferem não ter nenhum equipamento e alugar tudo. Nas obras pesadas a própria dinâmica da construção indica a necessidade de ter uma parte ou toda a frota como sua para necessidades duras ou muito distantes. Nas obras de mineração em especial pela dureza do trabalho e pela necessidade permanente, optam por adquirir seu maquinário como forma mais apropriada.

Conclui-se pelas análises situacionais apresentadas que obras pequenas e médias devem alugar a frota, obras grandes, longas ou pesadas devem adquirir frota própria e ter todo o parque de manutenção e suprimentos necessários para dar suporte a elas.

Por sua vez da ótica do empresário que entra no negócio de oferta de equipamentos de construção, tem que ter em mente que o custo de aquisição é muito alto, a depreciação e o desgaste do equipamento é enorme, há muita concorrência, muitos clientes não pagam, quebram os equipamentos e por vezes os furtam, há um grande esforço em manter as máquinas funcionando para não haver descontos no valor a ser pago pelo cliente (Marqueoti, Daniel, 2012).

Há grandes empresas de RENTAL no Brasil, inclusive as próprias concessionárias CATERPILAR oferecem equipamentos numa linha exclusiva chamada CAT RENTAL, presente no Brasil a mais de 60 anos.

Dessa forma é primordial que o empresário do ramo de construção mensure custos de investimento, de oportunidade e de capital, visando aumentar seu lucro durante a execução do projeto.

As enormes dificuldades legais, burocráticas e de licenças no Brasil agravam ainda mais o caso de haver mais liberdade para que a empresa possa mobilizar ou desmobilizar equipamentos durante o prazo da obra.

Grosso modo podemos dizer que como a maioria das obras é de pequeno valor e com prazo de 3 a 6 meses, a locação pode ser mais vantajosa nesses casos, ficando a compra e aquisição de equipamentos para obras maiores.

9. REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.M. Managing Equipment in Construction, Proceedings of the Institute of civil Engeneering, London, UK, 1992.

ASSAF NETO, Alexandre. Finanças Corporativas e Valor. Atlas, São Paulo, 2012.

CATERPILLAR, Caterpillar Performace Handbook, Peoria, Caterpillar, 2011.

CHIAVENATO, I. Introdução à teoria geral da administração. 6.ed.Rio de Janeiro: Campus, 2000.

_____. Do mundo concreto para o mundo abstrato – Disponível em:<<http://www.chiavenato.com.br>>. Acesso em 16 set. 2001.

_____. O Desafio da Mensuração – Newsletter Chiavenato.com, Julho 2001. Disponível em:<<http://www.chiavenato.com.br>>. Acesso em 16 set. 2001.

COLLETA, Bruna. Análise Comparativa Financeira dos custos de Colhedeiras no Mato Grosso, Máquina Própria x Máquina Alugada, Curitiba, 2013.

DIAS, Tiago; ANGNES, Derli; WEGNER, Douglas. O caso da Terraplanagem Barbosa, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, v.16, 2016.

FROST, Bob Performance Metrics: The New Strategic Discipline. Chicago: Strategy & Leadership, a publication of Strategic Leadership Forum, pp. 34 – 35, May – Jun 1999.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, Atlas, 2002.

HELFERT, Erich A. Técnicas de análise financeira. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GWEC – Global Wind Energy Council (2018, abril). Wind Potencial in Brasil, recuperado de http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf.

Jornal Valor Econômico (2018, abril). Déficit de infraestrutura no Brasil, recuperado de <http://www.valor.com.br/brasil/2861032/deficit-de-investimentos-em-infraestrutura-e-de-ate-r-400-bi-diz-epl>.

KONIECNIAK, Gustavo. Levantamento de riscos de uma empresa de Terraplanagem e Pavimentação Asfáltica, Universidade Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2012.

LAPPONI, Juan Carlo, Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelo Excel. Lapponi Treinamento e Editora, São Paulo, 200

LIMA, Manolita Correa. Monografia engenharia da produção acadêmica, 2º ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

MAFRA, Regina; Camargo, SILVIA; VICARI, Flavio; GIULIANI, Antônio. A importância da análise de processos internos para redução das perdas e fraudes ocorridas na locação de máquinas e equipamentos para a construção civil e industrial: um estudo de caso. Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Piracicaba, São Paulo, 2009.

MARKIZ, Nizar; JRADE, Ahmad; A decision-support model utilizing a linear cost optimization approach for heavy equipment selection, University of Ottawa, Ottawa, Canadá, 2012.

MARQUETOTTI, Daniel; LOCATELLI, Ronaldo; Ipo e custo de capital: O caso de uma empresa do setor de serviços de locação de máquinas e equipamentos, III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Fundação Pedro Leopoldo, Porto Alegre, 2012.

PORTERFIELD, James T.S. Decisões de investimento e custo de capital. São Paulo: Atlas, 1976.

Revista FIESP (2015, outubro). Déficit de moradias no Brasil, recuperado de <http://www.fiesp.com.br/noticias/levantamento-inedito-mostra-deficit-de-62-milhoes-de-moradias-no-brasil/>.

Revista Maranhão Hoje (2018,abril). São Luis é a 33º cidade mais violenta do mundo, recuperado de <http://maranhao hoje.com/sao-luis-e-a-33a-cidade-mais-violenta-do-mundo-segundo-levantamento-de-ong-mexicana>.

ROSA,R.A. Gestão Logística. Brasília: CAPES, 2010.

SCHAUFELBERGER, J. Construction equipment management, Upper Sandle River, NJ, Prentice-Hall, 1999.

SIDDHARTH, J; VYAS, C; PITRODA,J. A criticalliteraturereviewoncomparativeanalysisofconstructionequipments – Rentand Buy, Journal of International Academic Reseach for Multidiciplinary, Gujarat, India, 2015.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação, Ed. Atual, Florianópolis, UFSC, Brasil, 2005.

VALENTE, Amir Mattar; PASSAGLIA, Eunice; NOVAES, Antonio Galvão. Gerenciamento de Transporte e Frotas. São Paulo: Pioneira, 1997.

WATROBA, Eliane; SCANDELARI, Luciano; PILATTI, Luiz Alberto, Decisão sobreinvestimento em bens de capital, XIII SIMPEP, Bauru, SP, 2006.

YANG,R ; COWLING, P ; DAHAL, K. A purschasing decision support system for a rental company, Lijang, 2008.