

AVALIAÇÃO DO TEMPO DE UTILIZAÇÃO E DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE EMPILHADEIRAS UTILIZADAS EM UM ARMAZÉM DE CAFÉ DA ZONA DA MATA MINEIRA

Ronaldo de Araújo Filho¹
Yuri Teixeira de Souza²
Cassiano Anthony de Melo Rocha³

ronaldoaraujo.engmec@gmail.com

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Atualmente com o crescimento da demanda por agilidade, e necessidade de produção em escalas, têm-se o aumento do setor de logísticas internas em indústrias de commodities onde comumente são utilizadas empilhadeiras para a movimentação de matéria prima. Com o aumento da cultura de preservação do meio ambiente as empresas vêm adotando políticas internas para minimizar os impactos ambientais gerados pelo processo produtivo. O objetivo do estudo é analisar dados de abastecimento de GLP em empilhadeiras com diferentes horas rodadas em uma empresa localizada na Zona da Mata Mineira. Onde foi constatado que o tempo de utilização das máquinas influencia na diferença do consumo de GLP. Os resultados obtidos demonstram que o tempo de utilização das máquinas influencia na diferença do consumo de GLP entre as empilhadeiras observadas.

PALAVRAS-CHAVE: gás liquefeito de petróleo; glp; empilhadeiras; commodities agrícolas; consumo.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, as empresas vêm adaptando seus processos visando manter uma produtividade alta, com um custo operacional reduzido, e conseqüentemente um produto competitivo no mercado (SILVA, 2017). O mercado cafeeiro segue no mesmo ritmo, e um dos exemplos são as operações internas dentro dos armazéns de cafés com a substituição da estocagem de sacarias de 60kg para *big bags* autônomos com capacidade de 1.500kg, que são transportados

¹ Acadêmico do 9º período de Engenharia Mecânica da Univertix – Centro universitário

² Acadêmico do 10º período de Engenharia Mecânica da Univertix – Centro universitário

³ Bacharel em Engenharia Mecânica, Univertix – Centro universitário. Professor na Univertix Centro universitário – Matipó

por empilhadeiras. Este tipo de modernização reduz a mão de obra humana, aumentando a produtividade e a segurança dos colaboradores (EMBRAPA,2017).

As empilhadeiras são máquinas versáteis e amplamente utilizadas em serviços de içamentos de cargas, movimentações de paletes etc. Existem quatro tipos de combustíveis que são utilizados para o funcionamento dessas máquinas: a gasolina, o diesel, o gás liquefeito de petróleo (GLP) e a energia elétrica. Os mais utilizados são gasolina e o GLP que são derivados do petróleo, porém são fontes de energia não renováveis e apresentam grandes impactos ao meio ambiente devido ao processo de combustão (LIMA, 2021).

Atualmente, existe uma grande preocupação ambiental. Com isso, diversos países têm acordado metas para redução de emissões de CO₂ (RIBEIRO E GONÇALVES, 2020). Especula-se que equipamentos com mais horas trabalhadas apresentariam um maior consumo de combustíveis e conseqüentemente maior emissão de gases poluentes, dentre eles o CO₂. Dessa forma, já que as empilhadeiras utilizam combustíveis derivados de petróleo a utilização desses equipamentos contribuem negativamente em relação ao impacto ambiental (CAMPOS; LUNA; QUINTELLA, 2018).

Tendo em vista as preocupações ambientais e a redução dos custos operacionais na utilização de empilhadeiras, objetiva-se com esse trabalho realizar um levantamento do tempo de utilização (horímetro) e do consumo de combustível (litros consumidos) de empilhadeiras utilizadas em um armazém de café da Zona da Mata Mineira.

Este trabalho tem como relevância reduzir o gasto operacional, onde o tempo de utilização dos equipamentos e gasto de combustível são fatores importantes para diminuir os custos de produção, além de reduzir os impactos ambientais.

FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

EMPILHADEIRAS

Com o avanço da revolução industrial no século XX, teve-se a necessidade de realizar movimentações de cargas pesadas de forma ágil para atender o grande

aumento de produção imposto na época. Através de garfos capazes de içar materiais para dentro de veículos, a empilhadeira garante a agilidade nas movimentações de estoque (PORTSIDE, 2015).

Seu funcionamento se baseia no princípio da alavanca de primeiro grau, onde tem-se um peso denominado potente que é capaz de elevar outro peso denominado resistente (a carga), suportado por um ponto de apoio intermediário (ANDRIETTA, 2018). A estrutura da empilhadeira é ilustrada na Figura 1:

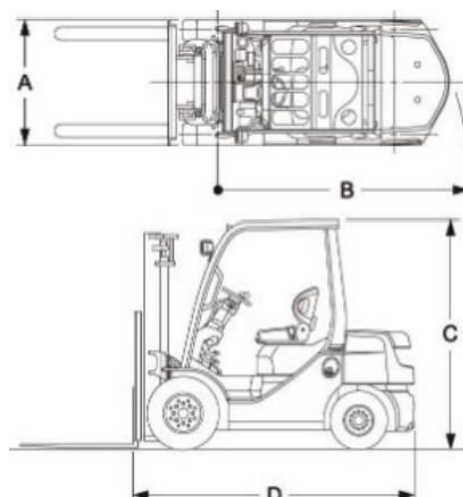


Figura 1 - Estrutura da empilhadeira.
Fonte: Toyota (2022)

GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO (GLP)

Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), ou popularmente conhecido, o “gás de cozinha” por conta da utilização principal na cocção de alimentos, é um derivado do petróleo que possui a queima considerada muito limpa, com baixíssima emissão de poluentes, quando comparada aos demais derivados. Pois é fruto da separação das frações mais leves do petróleo durante o refino, que é uma mistura de gases formada por hidrocarbonetos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2019).

É composto por propano (C_3H_8); propeno (C_3H_6); isobutano (C_4H_{10}); n-butano (C_4H_{10}); e buteno (C_4H_8), sendo principalmente por propano, propeno e butano (ANTUNES, 2007), como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Composição típica do GLP.

Constituinte	Valor Médio %	Valor Mínimo %	Valor Máximo %
Etano	3,1	0	7
Propano	23,7	0	56
Propeno	24,9	14	34
iso-Butano	16,9	11	31
n-Butano	16,9	5	25
Butenos	12,4	0	16
Butadieno	0,2	0	0,6
Pentanos	1,4	0	2,2
Pentanos+	0,5	0	0,8

Fonte: PORTELA (2007).

O GLP é um combustível gasoso à pressão ambiente, inflamável e naturalmente inodoro. Para que se possa identificar, com facilidade, qualquer vazamento, são adicionados compostos a base de enxofre em sua composição (FRANCISCO, 2022).

Quando submetido a pressão, o GLP se liquefaz, e isso faz com que seu processo de engarrafamento e abastecimento seja prático, rápido e seguro, permitindo acomodar grande quantidade de energia em pequenos espaços. Devido a essas características, é o mais indicado para ser utilizados em ambientes fechados, como a cozinha da sua casa, ou em outras aplicações industriais sensíveis a poluentes, como na fabricação de alimentos, vidros etc (PETROBRAS, 2022).

Esse combustível se popularizou rapidamente, onde é muito utilizado em residências e nos automóveis por ser um combustível altamente inflamável, e possuir um custo inferior se comparado à gasolina e ao etanol (FRANCISCO, 2022).

MOTORES A COMBUSTÃO

O processo de combustão interna em motores acontece internamente. Constituído por pistão, virabrequim e biela. O movimento intercalado do pistão dentro do cilindro é transformado em força de movimento rotativo através do virabrequim e da biela (MAUTONE, 2019).

Os motores a combustão externa surgiram no século XVIII, movidos a vapor e onde eram utilizados em máquinas estacionárias. No século XIX apareceram os motores a combustão interna. Este sistema possui vantagens sobre as máquinas a vapor pela sua eficiência, versatilidade, menor peso por cavalo vapor, partida inicial rápida e possibilidade de adaptação em outras máquinas (MAUTONE, 2019).

O engenheiro Beau de Rochas publicou em 1862 estudos teóricos e determinou alguns princípios termodinâmicos baseado no motor de ciclo Otto. Estes motores usavam como combustível o gasogênio ou o gás de carvão, com ignição feita por centelha elétrica. A primeira aplicação do motor de ciclo Otto em veículos foi em 1889, como combustível a gasolina (DURANGO, 2018).

Gás Liquefeito do Petróleo (GLP), também é usado como carburante automóvel, normalmente em veículos movidos a gasolina, e é reconhecido por ser menos prejudicial para o ambiente. Isto porque, como combustível para motores de combustão interna, é utilizado no estado gasoso, o que admite uma boa mistura com o oxigênio (DURANGO, 2018).

O sistema é bem semelhante ao da gasolina: bloco do motor, velas de ignição, sistema de ignição, pistões, sistema de lubrificação e eletricidade funcionam da mesma forma no combustível GPL. Há, porém, significativas diferenças: o próprio combustível e a forma como o carro se comportam quando alimentado a gás (menos ruidoso, por exemplo), a admissão de combustível e os sistemas de armazenamento (STANDVIRTUAL, 2022).

Ao considerar a eficiência de motores à combustão é a energia que é dissipada durante as transformações de energia. As energias perdidas no motor são das seguintes origens: do atrito das partes móveis, às perdas aerodinâmicas que acontece quando há admissão do ar pelo motor e a perda em forma de calor (BARAN, 2012).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo com abordagem quantitativa retrospectivo. O estudo foi realizado em uma empresa privada de commodities agrícolas que possui

várias filiais ao redor do mundo. A unidade que foi desenvolvido o estudo fica localizada na Zona da Mata Mineira e é voltada para o setor cafeeiro. Esta região possui um grande volume de café (EMATER, 2020), onde o produto é recebido, armazenado, processado e exportado.

Para o desenvolvimento do projeto, foram avaliadas 3 empilhadeiras com diferentes horas trabalhadas, EMP04: 4.643hrs, EMP05: 11.647hrs e EMP06: 9.097hrs, que são responsáveis pela logística interna de *big bags* autônomos com cargas de aproximadamente 1.500kg. Esses equipamentos possuem limitadores de velocidade de 14Km/h. Todas possuem a mesma especificação técnica e possuem o mesmo tipo de combustível, o GLP.

Os dados foram coletados através de formulários diários, preenchidos na parte da manhã, a fim de evidenciar a quantidade de GLP consumida na operação do dia anterior. Em todos os abastecimentos foram anotados a numeração da empilhadeira, a quantidade de horas total trabalhadas, e quantidade de litros abastecido. Foi considerado a média de combustível gasto por cada empilhadeira, em cima das horas trabalhadas por cada equipamento. Os resultados foram obtidos no período de junho a setembro de 2021.

Os dados foram analisados e como ferramenta de análise do modelo estatístico foi utilizado o programa *Microsoft Office Excel*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mensais referentes ao consumo de combustível e horas trabalhadas das empilhadeiras avaliadas estão discriminados na Tabela 2:

Tabela 2: Dados Coletados das empilhadeiras

Máquina	EMP04		EMP05		EMP06	
	Litros consumidos	Horas trabalhadas	Litros consumidos	Horas trabalhadas	Litros consumidos	Horas trabalhadas
Junho	451,2	66,1	559,8	76,7	478,7	66,3
Julho	929,3	152,4	420,7	56,3	621,7	87,5
Agosto	867,6	142,9	595,8	83,4	267,6	35,8
Setembro	815,3	118,9	421,2	57,2	615,8	85,3
Total	3063,4	480,3	1997,5	273,6	1983,8	274,9

Fonte: Arquivo Pessoal

Nas Figuras 2 e 3, pode-se observar os resultados de Horímetro e litros consumidos por cada máquina e como estão distribuídos em cada uma das variáveis.

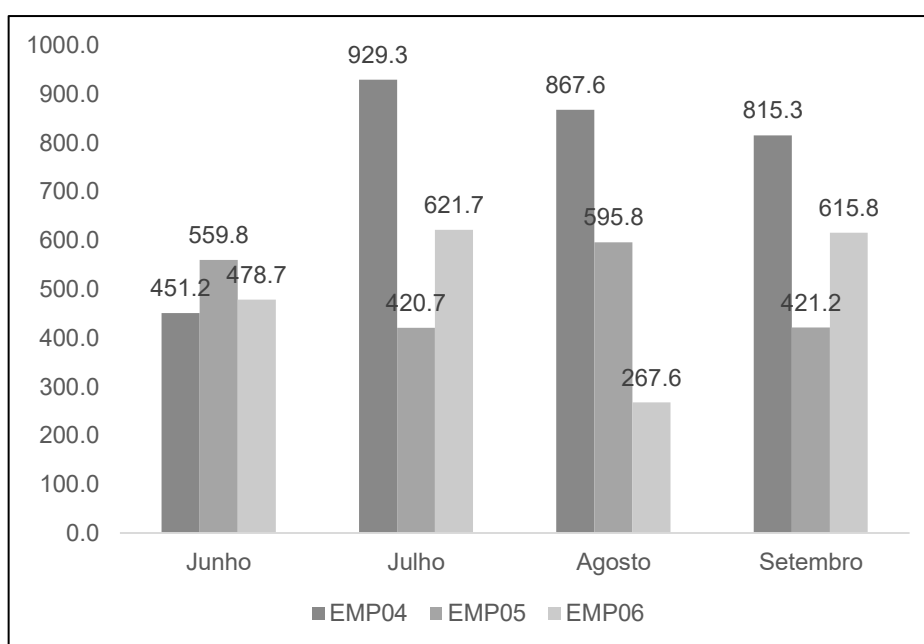


Figura 2: Litros de GLP consumidos por máquina.

Fonte: Elaborado pelos autores

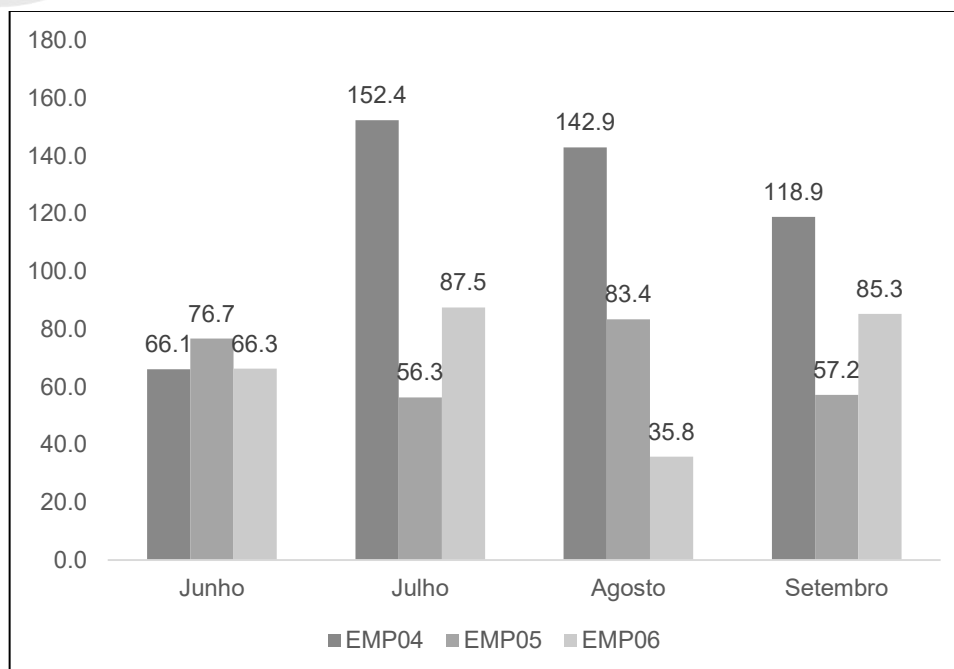


Figura 3: Horímetro por máquina.

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao realizar uma análise das figuras 2 e 3 é destaca-se que a máquina EMP04 houve um aumento significativo de horas trabalhadas e uma elevação no consumo de GLP, em relação às demais máquinas no período de julho a setembro. Observou-se que, por ser uma empilhadeira com um Horímetro menor, os operadores tinham a preferência de utilização.

Tabela 3: Consumo de combustível (Ltrs/Hr)

Mês	EMP04	EMP05	EMP06
Junho	6,83	7,30	7,22
Julho	6,10	7,47	7,11
Agosto	6,07	7,14	7,47
Setembro	6,86	7,36	7,22
Total	6,38	7,30	7,22

Fonte: Arquivo Pessoal

Considerando os horímetros iniciais das máquinas EMP04: 4.643hrs, EMP05: 11.647hrs e EMP06: 9.097hrs, podemos concluir que as empilhadeiras com um maior tempo de utilização (EMP05 e EMP06), apresentaram um consumo de 12,6% e 11,6%, respectivamente, superior em relação a EMP04, evidenciado na Tabela 3.

No mês de agosto a EMP06 apresentou 0,33 Ltrs/Hr maior em relação a empilhadeira EMP05, possivelmente sendo influenciada pelas atividades executadas, tendo em vista que, para o içamento da torre da empilhadeira eleva-se o giro do motor gerando pressão no sistema hidráulico, onde a rotação do motor e a velocidade média de deslocamento do veículo influencia no gasto de combustível (LYRA, 2012).

Por se tratar de um Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso, o trabalho encontra-se em andamento e as discussões sobre os dados apresentados são preliminares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que o tempo de utilização das máquinas influencia na diferença do consumo de GLP entre as empilhadeiras observadas.

Trabalhos como este permitem a elaboração de planos de ação, como por exemplo a troca por novas empilhadeiras, o que trará retornos financeiros e ambientais em virtude da redução do consumo de GLP e a redução da emissão de gases poluentes.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTA Matheus. **Estudando o Funcionamento das Alavancas**. Info enem, 12/12/2018; site. Disponível em: <https://infoenem.com.br/estudando-o-funcionamento-das-alavancas-fisica-enem/> Acesso em 04 de julho de 2022.

BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil**: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. Rio de Janeiro, UFRJ, 2012.

BARBOSA, Josino José; PEREIRA, Tiago Martins; OLIVEIRA, FLP de. **Uma proposta para identificação de outliers multivariados**. Ciência e Natura, v. 40, n. 40, 2018.

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; QUINTELLA, C.. **Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil**. Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2018.

DURANGO, Deisson Alexander Zuleta. **Influência da temperatura, velocidade e força no desgaste e no coeficiente de atrito de materiais para válvulas e sedes de válvulas de motores flex-fuel**, Escola Politécnica, São Paulo, 2016

FRANCISCO,W.C. **Gás de Petróleo Liquefeito** Disponível em:<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/gas-petroleo-liquefeito.htm>. Acesso em 02 de julho de 2022

LIMA, Cassiano Araujo de. **TELEMETRIA: Avaliação da produtividade de empilhadeiras em operações logísticas**. São José dos Campos, UFSP, 2021.

LYRA, Gabriel Albuquerque de. **Consumo de combustível de duas colhedoras de cana-de-açúcar em função da velocidade e rotação de motor**. Orientador: LANÇAS, Kleber Pereira, 2012. 66 (f.). Categoria: Tese, UNESP, Botucatu, 2012.

MME/EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites/pt/publicacoesadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-422/PDE%202029.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

PETROBRAS. **Gás liquefeito de Petróleo (GLP)**. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/produtos/domesticos/gas-liquefeito-de-petroleo-glp/>, Acesso em 02 de julho de 2022.

PORTELA, L. DE S.. **Estudo de Catalisadores de Níquel para a Produção de Hidrogênio a partir do Gás Natural e GLP**. Rio de Janeiro, UFRJ, COPPE,2007.

PORTSIDE. **História da Empilhadeira**. Disponível em: <http://www.portside.com.br/historia-da-empilhadeira/>. Acesso em: 04 de julho de 2022.

RIBEIRO, Sandra e GONÇALVES, Francisco. **Emissões de CO2 e a intervenção do Estado: o caso de Portugal**. European Academic Publisher, 2020.

SILVA, Manoel Messias Domingos da. **Análise da viabilidade de inovação tecnológica do processo de produção de uma empresa metal – mecânica**. Maceió, UFBA, 2017.

STANDVIRTUAL. **Como funciona um carro a GPL?**. Disponível em: <https://www.standvirtual.com/blog/como-funciona-carro-gpl>. Acesso em 04 de julho de 2022.

EMBRAPA. **O relatório internacional de tendências do café do bureau de Inteligência competitiva do café, de janeiro de 2017, destaca Que a sacaria de juta está sendo substituída por big bags de polipropileno**. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9309531/embalagens-tradicionais-de-cafe-de-sacarias-de-juta-de-60-kg->

estao-sendo-substituidas-por-big-bags-com-capacidade-de-uma-tonelada-ou-mais
.Acesso em 02 de agosto de 2022.

TOYOTA. **Especificações empilhadeira 8fb10-j35**. 2021. Disponível em:
<https://toyotaempilhadeiras.com.br/wpcontent/uploads/2020/07/Especifica%C3%A7%C3%A3o-T%C3%A9cnica-8FBJ10-30.pdf> .Acesso em: 27 de agosto de 2022.

MAUTONE. **Motores a combustão interna**. 2019. Disponível em:
http://mautone.eng.br/apostilas/motores_combustao_interna/MCI_02D_Componentes.pdf . Acesso em: 28 de agosto de 2022.

EMATER. **Minas gerais deve alcançar produção recorde de café**. 2020.
Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/minas-gerais-deve-alcancar-producao-recorde-de-cafe-na-safra-2020/?flagweb=novosite_pagina_interna&id=25195 . Acesso em 28 de agosto de 2022.