

FATORES DE INFLUÊNCIA PARA O AUMENTO DE HORAS DE CORTE MECANIZADO DE CANA DE AÇÚCAR

PEREIRA, Karla Carolina¹

BERTOLANI, Fernando Cesar²

RESUMO

A busca por eficiência e redução de desperdício almejando lucro é um consenso em qualquer tipo de empreendimento. A quantidade de horas trabalhadas de uma máquina colhedora de cana de açúcar é um dos pontos de observação da cultura de cana-de-açúcar, em busca de produtividade, com identificação de falhas e possíveis soluções. Para isso, esse estudo utilizou de metodologia de pesquisa bibliográfica e estudo de caso de colheita de cana em uma unidade produtora na região de Brotas, em São Paulo. Os resultados analisados foram baseados em resultados de colheitas de quatro máquinas durante um período de três dias no mês de outubro de 2020, com identificação dos principais ofensores. Foram identificadas dificuldades em cumprir as metas de produtividade em decorrência de muitas paradas para diferentes motivos, principalmente um descompasso entre a operação da colheitadeira e o transbordo. O índice médio do Fator Motor registrado foi de 12,79%, extrapolando a meta de 10%, o que indica que o motor está ativo, mas não produzindo, resultando em cerca de 30% menos cana colhida do que a meta. Os principais ofensores são manutenção e pessoal, mas há falhas operacionais do desequilíbrio entre ritmo da colhedores e do transbordo. Portanto, conclui-se que a unidade necessita tomar medidas em busca de otimizações de processos operacionais para mudar o quadro identificado.

Palavras-chave: Qualidade, Mecanização, Corte de Cana, Cana de açúcar

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar possui um cenário econômico importante mundialmente, sendo o Brasil um dos líderes, com cultivo em todas as regiões. A região Centro-Sul tem a prevalência, com destaque para São Paulo, onde existem 172 usinas instaladas produzindo açúcar, etanol e bioenergia. Até 2019 o Brasil se

¹ Aluna do Centro Universitário Central Paulista UNICEP. Artigo apresentado como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Agrônoma. 2020.

² Professor orientador do UNICEP.

manteve como maior produtor mundial, com 39% da produção e registrou aumento de 30% na área plantada na década, chegando a 9 milhões de hectares em 2016, com previsão de aumento em mais 1 milhão de hectares nos próximos 10 anos (NEVES et al., 2017).

O segmento tem forte impacto socioeconômico ao Brasil, já que o agronegócio representou 21,4% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro em 2019, principalmente pela pecuária. Mesmo com o PIB agrícola recuando 3,46%, a cana-de-açúcar esteve entre as culturas que impactaram positivamente, com crescimento de 1,89% (CEPEA/ESALQ/USP, 2020).

Mas para atingir esses números, a proporção de cultivo e produção ao longo dos anos teve que buscar adequações sustentáveis, pesquisa de melhoria técnica e focar em produtividade e rentabilidade, por isso o investimento em sistema mecanizado cresceu.

A colheita foi a etapa de produção da cana-de-açúcar que mais sofreu mudanças ao longo do tempo, especialmente em decorrência da substituição do modelo manual para o mecanizado, além da mudança de padrão da queimada para a crua. Essa mudança de padrão está embasada em exigências sociais, ambientais e legais, mas também modificaram outras variáveis, como a longevidade da cultura, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o meio ambiente e a saúde pública (CONAB, 2019).

A troca da colheita manual para a mecanizada se deu ao longo do tempo, mas em maior proporção na última década. Na safra 2007/2008, da produção total de cana-de-açúcar no Brasil, 75,6% havia sido colhida manualmente e em 2017/2018 o índice era de apenas 8,2%. Já a colheita mecânica, que passou a ser realizada cada vez mais com máquinas melhor desenvolvidas e projetadas especialmente para essa cultura, passou de 24,4% na safra 2007/8, para 91,8% na última safra registrada pelo boletim CONAB (2019).

A colheita mecanizada atua com um sistema agregado com transporte da cana picada em pequenos toletes por carretas apropriadas. Esse sistema permite a colheita sem queima, sendo que o resíduo, chamado de palha ou palhada, que reúne colmo cortados, triturados, se tornam uma cobertura vegetal que protege o solo e ainda garantem melhor rendimento às colhedoras (CONAB, 2019).

São Paulo, estado que soma cerca de 50% de toda a área colhida, avançou na mecanização, saindo de 33% para 99,4%, conforme previsão para a safra 2019/20.

Essa mudança se deu, além da busca por melhoria de desempenho, ao atendimento da legislação (Decreto estadual nº 47.700, de 11 de março de 2003), que determina a eliminação da queima nas áreas mecanizáveis, que são as com declividade de até 12%), até 2021. Nas com declividade acima de 12% o prazo é 2031 (CONAB, 2019).

Porém existem diversos indicadores que podem influenciar na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar colhida, desde a época da colheita, o clima, as condições do solo, ambientais e o manejo empregado. As estimativas são possíveis, mas não exatas, inclusive porque existem diferentes formas de medir o nível de produtividade de uma colheita (SILVA; JERONIMO; LÚCIO, 2008). Um exemplo, é a diferença entre a cana queimada ou crua.

A colheita sem a queima, o que só é possível por meio mecanizado, é de alta relevância, já que evita a emissão de gases de efeito estufa, beneficia o solo, protege contra a erosão, aumenta a fertilidade e teor de matéria orgânica, além de gerar ainda produtos com maior teor de sacarose, já que o uso de água em áreas queimadas diminui esse índice (CONAB, 2019).

A colheita mecanizada constituída por colhedoras, tratores e carretas de transbordos foram ganhando força e hoje dominaram a indústria sucroalcooleira, com grande impacto econômico, rapidez na colheita e com menor trabalho braçal, também reduziu os índices de acidentes de alto potencial. Em 2017 já havia mais de 6 mil unidades de colhedores, aumento de 347,3% em uma década. Só em São Paulo são mais de 3 mil (CONAB, 2019).

Para definir a quantidade de máquinas necessárias e a capacidade de colheita é necessário realizar um estudo em determinada área, indicando velocidade de cada equipamento, índice de manobra, TCH, idade do corte, variedade entre outros. Nas últimas safras vem sendo registrado um declínio no número de colhedoras em decorrência de melhoria e adaptações nas novas máquinas e das variedades. Por isso os estudos de campo são relevantes para demonstrar a eficiência operacional e linearidade em horas de corte.

Segundo Silva et al. (2008), o conceito de qualidade, que economicamente se relaciona com produção, serviços e custos compatíveis com a atividade visando lucro, na agronomia é ainda a realização das operações agrícolas dentro de padrões adequados às especificações. A colheita representa cerca de 35% do custo de produção na cultura de cana e no corte mecanizado pode responder por 53% dessa

parcela, sendo a velocidade da colheita e a produtividade do canavial os principais indicadores de influência (BASTOS; LANDELL; MIRANDA, 2016).

O objetivo deste trabalho é indicar os principais fatores que afetam horas de corte e possíveis soluções para colhedoras de cana-de-açúcar, considerando as possibilidades de aumento mediante a análise de desempenho referentes à manutenção, transbordo, abastecimento e demais itens que interrompam a colheita, a fim de realizar uma análise de produtividade..

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Por meio de pesquisa bibliográfica em referenciais teóricos e a utilização de dados técnicos documentais de uma fazenda produtora de cana-de-açúcar na região de Brotas, em São Paulo, coordenadas geográficas (Latitude: -22.2844, Longitude: -48.1275 22° 17' 4" Sul, 48° 7' 39" Oeste), clima subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen, e declividade média de 6% a 12%, foram realizadas medições de colheita mecanizada por quatro máquinas para identificar os problemas e possíveis soluções dentro da relação hora, produtividade e perdas.

A análise qualitativa buscou como base determinantes das perdas visíveis e identificação dos ofensores, para uma comparação entre máquinas, em diferentes dias e a relação causa e efeito. O projeto foi realizado por meio da análise de quatro máquinas John Deere, modelo CH570, com espaçamento de 1,5 m, maior capacidade e menor consumo de combustível para alta eficiência e simplicidade operacional.

As áreas amostradas totalizam 26,18 hectares, talhões 3 e 6 com TCH de 75, onde foi realizada a colheita da variedade SP83-2847, desenvolvida pelo Centro Técnico da Copersucar, que não demanda exigência do solo e tem maturação média, estando em quarto corte.

Para a análise dos resultados, cada uma das máquinas foi identificada por meio das letras A, B, C e D, com cálculos e cruzamento dos dados referentes aos relatórios gerados num período de três dias consecutivos (4 a 6 de outubro de 2020), agrupando informações sobre horas de corte, toneladas colhidas por máquina/dia e Fator Motor.

Para a análise da produtividade, foi utilizado um relatório mais detalhado constando o motivo das horas paradas em cada uma das máquinas nos dias 4, 5 e 6 de outubro, sendo efetuada uma média e comparada com as metas estipuladas para

a unidade produtora pesquisada. Os resultados embasaram a discussão de ações voltadas para o aumento das horas de corte produtivas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas medições das horas de colheita de quatro máquinas e gerados relatórios diários em que constam como indicadores hora de corte, toneladas por máquina/dia, Impureza mineral (kg/Ton) e fator motor (%), itens que permitem a relação entre produtividade, perda e cálculos da média de produção da unidade.

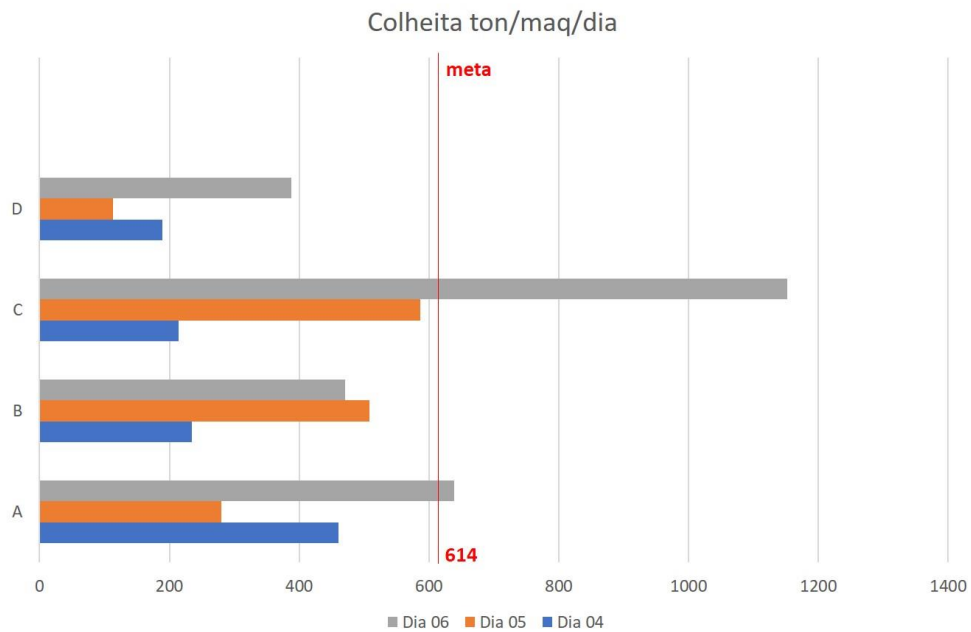
Para análise, foram escolhidos apenas os itens das horas de corte, toneladas colhidas e o Fator Motor, de forma que foi realizada uma média nos dias investigados para posterior cruzamento de dados e identificação se o tempo de atividade do motor estava resultando nas metas de produtividade, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de Qualidade e Operacional

Dias 4, 5 e 6 outubro/2020	Horas de Corte	Média Horas/dia	Toneladas/Dias	Média ton/dia	Fator Motor (Média%)
Máquina A	24:54	8:18	1.378,88	459,62	17,36
Máquina B	43:07	14:02	1.213,78	404,59	8,16
Máquina C	41:52	13:57	1.953,32	651,10	11,73
Máquina D	25:36	8:32	690,14	230,04	13,93
Total	135:29	11:12	5.236,12	436,33	12,79

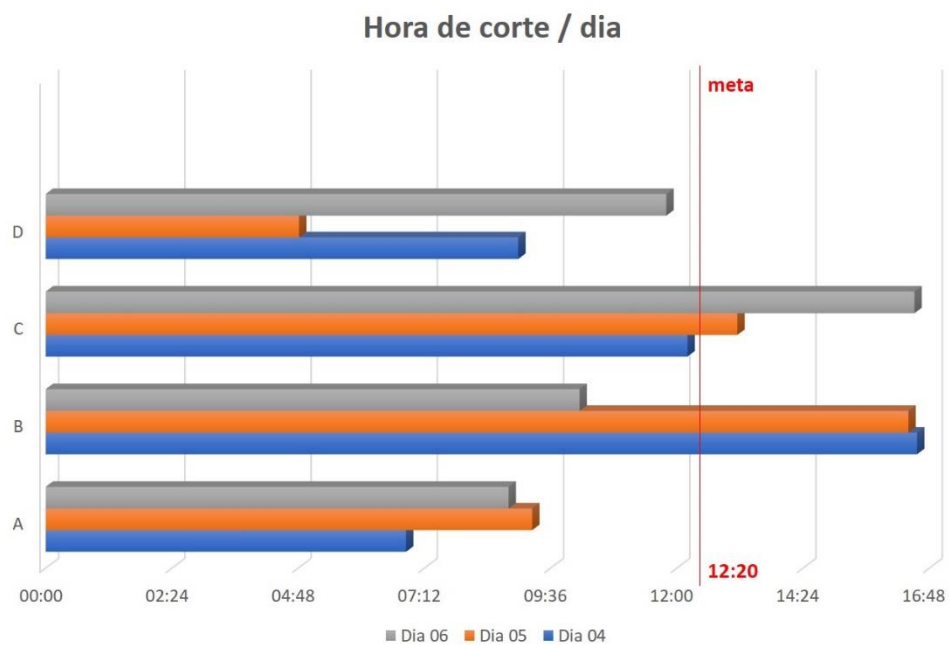
Os dados das máquinas analisadas demonstraram que há grande variação do colheita de um dia para outro, como demonstra-se no gráfico da Figura 1. A variação entre o menor, 112,77 ton/maq/dia com a máquina D no dia 5, e o maior índice, 1.152,30 ton/maq/dia) com a máquina C no dia 6, é superior a 978%.

A observação é de que falta equilíbrio no volume colhido para se atingir a meta diária, que é de 614 toneladas. Nos dias avaliados, apenas a máquina A e C, no dia 6, conseguiram superar esse número. Na média por máquina, apenas a C superou, considerando os três dias avaliados, obtendo 651,10 toneladas colhidas. Porém a totalização das máquinas e dias demonstrou que a média geral colhida foi de 436,33 toneladas, ou seja, 28,93% abaixo da meta estipulada para a unidade.

Figura 1 – Quantidade colhida por máquina/dia

Fonte: Autora

O principal item a afetar a produtividade são as horas de corte realizadas por cada uma das máquinas em cada um dos dias. O indicador demonstra o tempo que as máquinas permaneceram ligadas nos três dias, sendo encontrada a média de 11 horas e 12 minutos.

Figura 2 – Horas de corte por máquina/dia

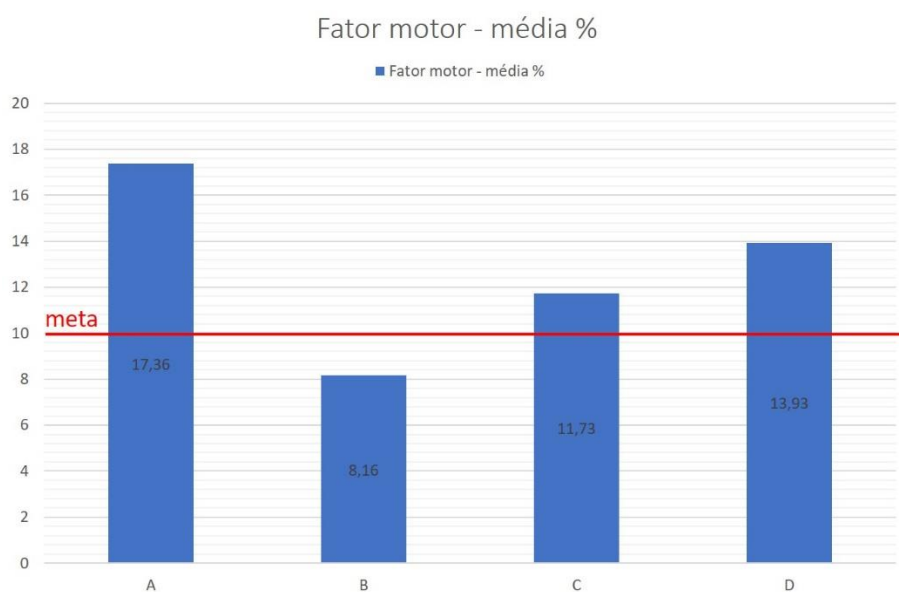
Fonte: Autora

A máquinas A e D foram as que permaneceram menos tempo ligadas, pouco mais de 8 horas cada uma. Já as máquinas B e C foram as que permaneceram mais horas em atividade, média aproximada de 14 horas nesses dias, acima da meta estipulada para a área da fazenda, que é de 12,20.

Nesse ponto, destaca-se que embora duas máquinas tenham obtido bom desempenho em horas, a produtividade não foi equivalente. A máquina B, que registrou dois dias com mais de 16 horas de operação apresentou um resultado de colheita inferior às máquinas A e C. Isso leva à análise do Fator Motor, ou seja, a relação entre o tempo que a máquina fica ativa e o que realmente está colhendo cana-de-açúcar produtivamente.

O percentual encontrado com estudo dos relatórios de produção dos três dias e quatro máquinas apontou que a média do fator motor foi de 12,79%, o que coloca a operação acima da linha considerada ideal para uma boa produtividade, que é de 10% (Figura 3). Dentre as avaliadas, o pior desempenho foi da máquina A, com índice de 17,36%, ou seja, três máquinas permaneceram ligadas, mas sem atingir a meta de colheita ideal produtivamente. A única máquina que se manteve dentro da meta foi a máquina B, com fator motor de 8,16%, o que pode ser justificado com o fato de que, quando esteve ligado foi efetivamente colhendo, mesmo que em volume inferior à meta diária.

Figura 3 – Percentual produtivo por máquina

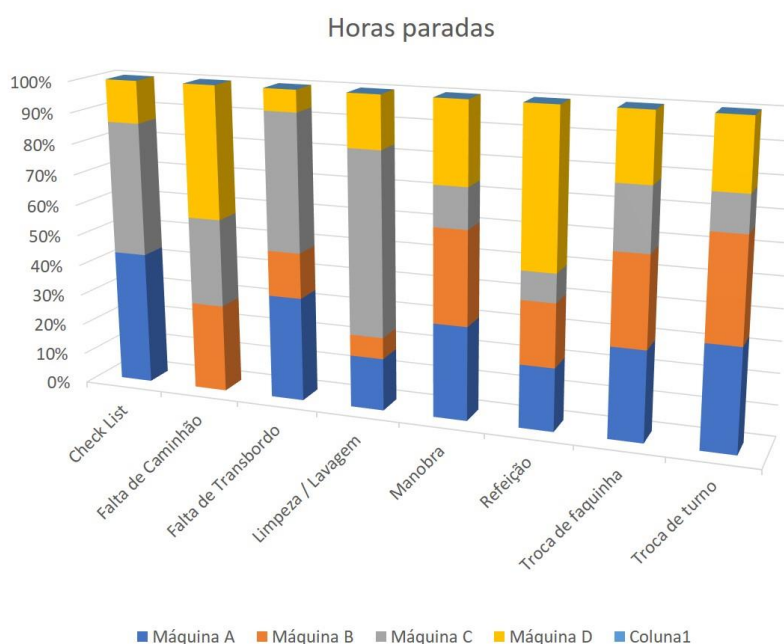


Fonte: Autora

Dessa forma, observa-se que as metas estabelecidas para essa unidade produtora não estão sendo atingidas. Para melhorar os índices é necessário identificar as causas da baixa produtividade mesmo diante de muitas horas de motores ligados. Para isso foram analisados os relatórios dos chamados ofensores, com identificação das horas em que as máquinas estiveram não-produtivas e quais os motivos, conforme detalhado no gráfico da Figura 4.

Os itens relacionados como ofensores à operação da colhedora de cana foram check List, Falta de Caminhão, Falta de Transbordo, Limpeza/Lavagem, Manobra, Refeição, Troca de facincha e troca de turno.

Figura 4 – Horas paradas por máquina e motivos



Fonte: Autora

Dos indicadores que identificam que a máquina não esteve efetivamente colhendo naquele período, a manobra, que somou mais de 60 horas nas quatro máquinas nos três dias avaliados, é a única que é considerada uma operação produtiva, já que integra o processo conjunto do corte. Portanto, das 96:23 horas, 37% do tempo as máquinas estiveram não produtivas por diferentes motivos, conforme apresenta-se no quadro da Figura 5.

Figura 5 - Ofensores por máquinas/hora em três dias

Ofensores / hora	DIAS 04, 05 E 06 DE OUTUBRO				
Rótulos de Linha	A	B	C	D	Total Geral
Abastec. Combustiv	1:09:52	0:37:50	1:47:42	1:09:41	4:45:05
Check list	0:35:06		0:35:06	0:11:08	1:21:20
Falta de Caminhão		0:14:59	0:14:59	0:22:36	0:52:34
Falta de Transbord	1:24:56	0:36:57	1:51:56	0:17:38	4:11:27
Limpeza / Lavagem	1:01:16	0:24:51	3:34:25	1:01:13	6:01:45
Manobra	18:21:52	18:21:52	7:55:14	15:54:09	60:33:07
Refeição	1:57:44	1:57:44	0:53:06	4:51:51	9:40:25
Troca de Faquinha	1:48:12	1:48:12	1:15:28	1:20:47	6:12:39
Troca de Turno	0:54:48	0:54:48	0:19:11	0:36:33	2:45:20
Total Geral	27:13:46	24:57:13	18:27:07	25:45:36	96:23:42

Fonte: Autora

O total foi de 35:50 horas sem produção por três tipos diferentes de motivos para a pausa das máquinas. De ordem de manutenção preventiva, corretiva e funcionamento (Abastecimento de combustível, checklist, limpeza/lavagem, troca de faquinha), de pessoal (refeição e troca de turno) e operacional (Falta de caminhão, falta de transbordo).

As paradas em operações de colheita de cana mecanizada por conta de indisponibilidade dos equipamentos, pessoal, quebras e outros serviços é comum, mesmo quando há bom percentual na relação horas paradas e ativas, como demonstrou o estudo de Peloia e Milan (2007), com índice de 74,7% de horas trabalhadas na área estudada. Destaca-se, no entanto, que esse estudo foi feito por um período de 86 dias, o que pode garantir um equilíbrio de dados do que o presente estudo, que fez um recorte de apenas três dias.

Do total de horas paradas identificadas no estudo, 12,88% envolvem pessoal, 19,88% referentes a manutenção e 5,02% por questões operacionais. Considerando apenas as horas sem produção, o volume de manutenção responde por mais da metade do tempo parado, que envolvem os trabalhadores 34,66% e as falhas operacionais 14,15%, como é possível visualizar no gráfico a Figura 6.

Figura 6 – Participação por tipo de ofensor

Fonte: Autora

A manutenção da colhedora de cana-de-açúcar é fundamental para a sua boa operação, o que justificaria mais da metade do tempo nesse item. . Um exemplo é a troca de faquinha, pois a qualidade do material incide tanto na velocidade de corte quanto na quantidade colhida, reduzindo falhas, como demonstrou estudo de Holanda (2016).

Porém a unidade produtora pode melhorar o seu controle operacional e reduzir o impacto desses ofensores, tanto em relação ao atendimento dos funcionários como na operação, aplicando medidas como implantação de escalas diferenciadas e com revezamento de operadores, de forma que reduza os impactos nos horários de refeição e troca de turno.

A melhoria da logística operacional também é importante influenciador para minimizar as falhas decorrentes da falta de caminhão e de transbordo, de forma que a máquina colhedora não fique parada e com motor ligado aguardando a chegada do trator transbordo. Para isso é necessário melhor dimensionamento das máquinas para os transbordos para que ocorra uma sincronia, por exemplo reduzindo a velocidade da colhedores e aumentando a do transbordo. Estudo de Carvalho Filho (2000) demonstrou que a velocidade de colheita de 5,4 km h-1 apresentou o melhor desempenho econômico, menores perdas no campo e menor índice de matéria estranha.

Todas as medidas devem ter como foco o aumento das horas produtivas, pois somente dessa forma é possível diluir o tempo de hora parada das máquinas. O ideal é que o tempo que as máquinas estiverem ligadas estejam colhendo efetivamente. Se não estiver colhendo, a máquina deve ser desligada e esse período pode ser aproveitado para a realização de mais de um serviço, de forma a otimizar o tempo fora de atividade.

Todas as operações registradas como ofensores são essenciais para a manutenção da máquina e da produção adequada, por isso o mais importante é conseguir aumentar o máximo possível as horas de corte das máquinas, pois só dessa forma terá melhor indicador de produtividade e o equilíbrio ideal para o cumprimento e superação das metas da Fazenda produtora em Brotas, o que é bem representando pelo Fator Motor.

4 CONCLUSÕES

As horas de colheita mecanizada (média de 436,33 toneladas) estão 28,93% abaixo da meta diária estipulada;

O fator motor está em 12,79% na média calculada, acima da meta de 10% estipulada para a unidade;

As principais causas da perda de horas de colheita são questões relacionadas a pessoal (refeição e troca de turno), operacional (atraso de caminhão e transbordo) e manutenção (troca de faquinha, limpeza/lavagem, abastecimento de combustível e checklist);

É necessário o aumento das horas produtivas na máquina colhedora para equilibrar os dados e gerar melhoria da produtividade na fazenda estudada;

Análise demonstrou que as máquinas estudadas tem bom potencial de colheita, com capacidade de superar as metas, porém é necessário maior equilíbrio e organização para a operação se tornar mais produtiva.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A. J.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007
- BASTOS, K. J. J. Z.; LANDELL, M. G. de A.; MIRANDA, E.S. Influência da produtividade da cana-de-açúcar no custo do corte mecanizado. **Revista IPecege**, 2016, 2(4), 42-59.
- CARVALHO FILHO, S.M. **Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- CEPEA/ESALQ/USP. **PIB do agronegócio encerra 2019 com alta de 3,81%**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agronegocio-encerra-2019-com-alta-de-3-81.aspx>. Acesso em: 20 out 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. V.6 – Safra 2019/20 - N.1, maio 2019. Brasília: Conab, 2019.
- DB CITY. **Dados de Brotas**. Disponível em: <https://pt.db-city.com/Brasil--S%C3%A3o-Paulo--Brotas>. Acesso em: 20 out 2020
- EMBRAPA. **Variedade de cana-de-açúcar**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html. Acesso em: 20 out 2020
- HOLANDA, L.A. **Desgastes das facas do corte de base na colheita mecanizada afetando o crescimento e a produtividade da cana-de-açúcar**. (Tese de Doutorado). Pós graduação em Agronomia). Unesp. 2016.
- NEVES, M.F. et al. **O setor sucroenergético em 2030: dimensões, investimentos e uma agenda estratégica**. Brasília: CNI, 2017.
- PELOIA, P.R.; MILAN, M. **Indicadores de desempenho operacionais de uma frente de colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Bonito, 2007.
- SILVA, M.A.; JERONIMO, E.M.; LÚCIO, A.D. Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesq. agropec. bras.** vol.43 no.8 Brasília Aug. 2008
- SILVA, R.P.; CORRÊA, C.F.; CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Eng. Agríc.** vol.28 no.2 Jaboticabal Apr./June 2008