

## ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS CANAVIEIROS EM UMA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

### STUDY OF THE IMPLEMENTATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE IN SUGARCANE ROAD IMPLEMENTS IN A SUGAR-ALCOHOLIC INDUSTRY

Leonardo Rodrigues Alves Pereira<sup>1</sup>; Lauriane Santin<sup>2</sup>; Ivandro José de Freitas Rocha<sup>3</sup>, Ariani Martins Caponi Lima<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Academico de Engenharia Mecânica/FACEG

<sup>2</sup> Professora do Curso de Engenharia Mecânica/FACEG <sup>3</sup>Professor do Curso de Engenharia Mecânica/FACEG

<sup>4</sup>Orientadora e Professora do Curso de Engenharia Mecânica/FACEG E-mail: ariani.lima@docente.evangelicagoianesia.edu.br

**Resumo:** Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a implantação da manutenção preventiva em implementos rodoviários com intenção de aumento de performance em uma empresa sucroalcooleira na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás. O objetivo do trabalho foi verificar os indicadores de manutenção após a implantação da manutenção preventiva, realizada a cada 7 dias (lubrificações, verificações mecânicas e elétricas, e calibragem de pneus) e a manutenção realizada a cada 42 dias (manutenção geral). Com isso, foi estudado o desenvolvimento de um plano de manutenção e o processo de implantação. Através dos dados de ordens de serviços foi realizada a análise dos anos de 2018 (baseado em corretivas) versus 2019 (implantação da preventiva). Diante da análise dos indicadores pode se concluir que a manutenção preventiva trouxe diminuição de 35.128 horas não programadas, uma redução de 70,58% nas horas totais de manutenção, aumento de 5,95% na disponibilidade física, aumento de 60% no tempo médio entre falhas, diminuição de 73,30% do tempo médio de reparo, aumento da produtividade, diminuição na quebra de peças e aumentando a vida útil do equipamento.

**Palavras-chaves:** Semirreboque; Lubrificação; Disponibilidade; Dolly; Redução.

**Abstract:** This paper presents a case study was carried out on the implementation of preventive maintenance in road implements with the intention of increasing performance in a sugar and ethanol company in the region of Vale do São Patrício in the state of Goiás. The objective of this work was to verify the maintenance indicators after the implementation of preventive maintenance, carried out every 7 days (lubrication, mechanical and electrical checks, and tire calibration) and the maintenance carried out every 42 days (general maintenance). With this, the development of a maintenance plan and the implementation process were studied. Through the data of service orders, the analysis of the years 2018 (based on correctives) versus 2019 (preventive implementation) was performed. In view of the analysis of the indicators, it can be concluded that preventive maintenance brought a decrease of 35,128 unscheduled hours, a 70.58% reduction in total maintenance hours, a 5.95% increase in physical availability, a 60% increase in the average time between failures, a 73.30% decrease in the average repair time, an increase in productivity, a decrease in the breaking of parts and an increase in the useful life of the equipment.

**Keywords:** Semi-trailer; Lubrication; Availability; Dolly; Reduction.

## INTRODUÇÃO

A manutenção, junto com a produção, é uma das funções mais relevantes dentro de uma indústria, ela é responsável pela disponibilidade dos equipamentos, confiabilidade do sistema de produção, alta manutenibilidade e segurança do ambiente e pessoal. Nesta época de mudanças, empresas devem sempre procurar novas tendências de negócios, tecnologias inovadoras, novos cenários devido à grande competitividade e crescentes exigências do mercado<sup>1</sup>.

O setor sucroalcooleiro possui grande importância na economia brasileira e, além de gerar múltiplos empregos é fonte de riquezas e renda. Segundo Rumor<sup>2</sup> Goiás foi o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com a extensão de 922,8 mil hectares, foi capaz de atingir a produção de 71,38 milhões de toneladas, 0,46% a mais do que no ano anterior. A logística do CCT (Corte, Carregamento e Transporte) da cana-de-açúcar é uma operação fundamental do agronegócio pois envolvem

equipamentos de alto custo como colhedora, carregadora, tratores, transbordos, caminhões e implementos. Este processo representa cerca de 28% do custo da tonelada de cana, no qual “40% correspondem à colheita mecanizada, 35% correspondem ao transporte, 25% ficam na conta do transbordamento”<sup>3</sup>.

O processo de transporte da cana é predominantemente rodoviário, podendo ter diversas CVC (Combinação Veículo de Carga), sendo os mais comuns: caminhões com um reboque (Romeu e Julieta), dois reboques (Treminhão), e o Rodotrem que é composto pelo cavalo- mecânico, dois semirreboques (SR) e um dolly<sup>4 5</sup>. Tais equipamentos precisam de manutenção continua pois necessitam sempre estarem disponíveis para a produção.

Moro<sup>6</sup> destaca que para manter qualquer equipamento de uma empresa em pleno funcionamento e evitar paradas não programadas é necessário que intervenções preventivas planejadas, controladas através de datas predeterminadas, sejam realizadas. Resultando em

benefícios, como maior durabilidade do equipamento, maior ganho em caso de venda, maior qualidade do produto final, diminuição de horas extras, redução de custos de falha e melhoria na disponibilidade<sup>7</sup>.

Objetivou-se neste trabalho analisar a implantação de uma manutenção preventiva no setor de implementos rodoviários canavieiro em uma indústria sucroalcooleira, com intuito de melhoria nos indicadores de manutenção.

## ESTUDO DE CASO

O estudo de caso aconteceu em uma indústria do setor sucroalcooleiro na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás. Tendo como principal atividade a produção de etanol, açúcar e a cogeração de energia. O trabalho tem como foco o setor de transporte de cana picada juntamente com a manutenção agrícola. O trabalho mostrará quais foram os resultados obtidos com a implantação da manutenção preventiva.

O objeto de estudo são 105 implementos rodoviários (70 semirreboques e 35 dollys), totalizando um total de 35 conjuntos com formação rodotrem (semirreboque-dolly- semirreboque), cavalo mecânico não incluído no estudo. Todos os implementos são da marca Rodofort e com data de fabricação por volta do ano de 2010.

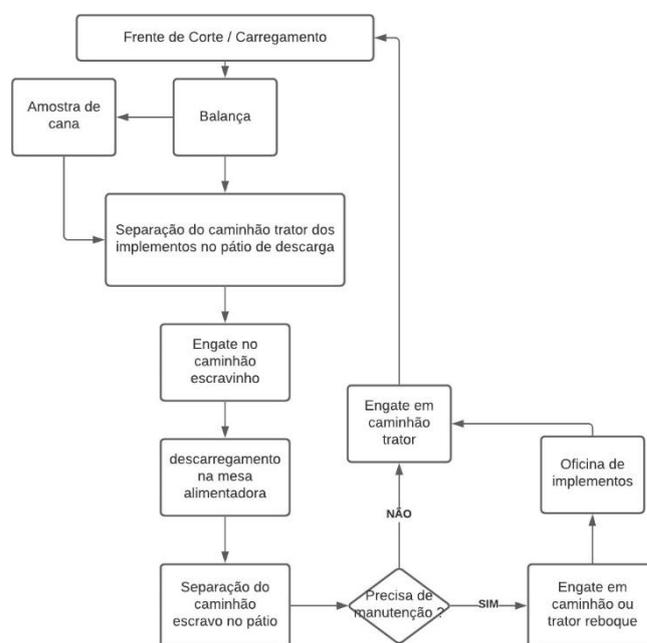
Os dados foram obtidos através do sistema GAtec Gestão Agroindustrial, especificamente no modulo de controle da oficina mecanizada (GAtec\_Ofi). No qual foi obtido dados do ano de 2018 e posteriormente do ano de 2019 com intuito de comparação.

Diante dos dados, foi realizado filtros para obter informações necessárias para verificar os objetivos propostos neste trabalho, diante dos dados selecionados, a interpretação dos dados será realizada por meio de indicadores de manutenção.

Lopes e Almeida<sup>8</sup> enfatizam que a área de manutenção, como parte estratégica dos resultados do negócio, se faz necessário o acompanhamento dos números por meio de indicadores, no qual devem ser analisados,

comparados e por fim definir estratégias de correção e crescimento. No qual um dos principais indicadores de competitividade é a disponibilidade de equipamentos. Em outras palavras, é extremamente importante para o departamento operacional ter máquinas disponíveis para atingir as metas de produção.

Inicialmente a manutenção era predominantemente corretiva conforme Figura 1. Ao analisar visualmente e depois a comparação através de dados foi comprovado baixa eficiência no setor de implementos rodoviários, havendo então diversos equipamentos parados aguardando manutenção, resultando em uma baixa disponibilidade de equipamentos.



**Figura 1.** Fluxograma antes da implantação da manutenção preventiva

Com isso foi elaborado dois planos de manutenção, um se baseia basicamente em verificações, lubrificações e calibrações, denominado, plano de lubrificação sete dias, pois ocorria a cada sete dias, com a meta de uma hora para realização e o outro uma manutenção geral em todos os componentes.

Devido ao grande período de safra em que os implementos se mantêm em operação, esses equipamentos sofrem grandes desgastes, havendo assim um grande

sucateamento, já que estes equipamentos estão em operação 24 horas diariamente, por cerca de sete a oito meses. Com isso, é necessário de um período maior de manutenção na entressafra, período aproximado de cinco meses, o tempo se torna curto para atender os 105 implementos do estudo e todos os outros implementos rodoviários fora dele (carreta de palha, carreta de adubo, entre outros).

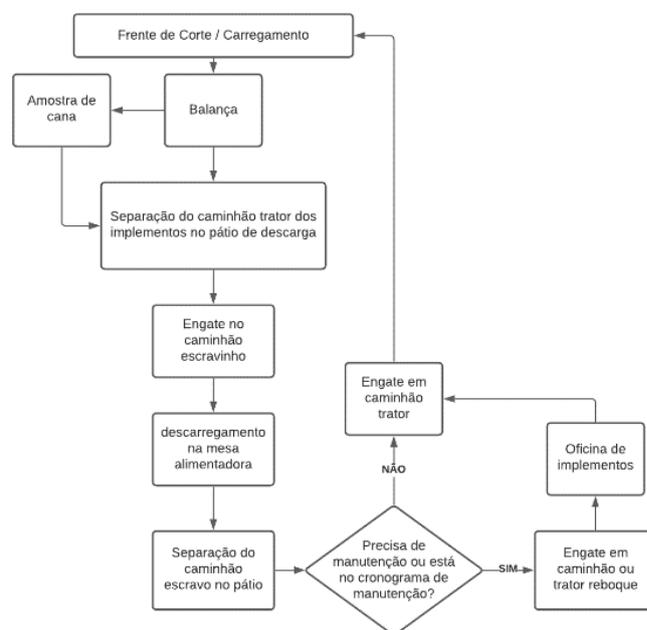
Assim foi criada uma manutenção preventiva que se assemelha a uma reforma, mas que acontece durante o período de safra. No qual foi denominado de “manutenção 35 dias”, pois são 35 conjuntos de implementos, um por dia, com meta de 24 horas para serem finalizadas. Mas ela é feita a cada 42 dias já que o domingo é usado para a folga da equipe de manutenção preventiva que trabalha no formato 6x1, trabalha 6 dias e folga 1.

O cronograma de lubrificação atende todos os equipamentos do estudo, sendo realizado a lubrificação de 6 conjuntos por dia, com exceção do sábado que possui um total de 5 conjuntos. Destes 6 conjuntos, 1 conjunto se destina a manutenção de 35 dias.

O plano de lubrificação 7 dias tem ênfase em sistemas de segurança, como verificar: corrente do tombador (SR), cuícas de freio, catraca de freio, tomada elétrica, chicote elétrico, lanterna lateral, lanterna traseira, faixa refletivas, pneus, parafusos de roda, trincas no chassi (SR), caixa de carga (SR), perfil (SR), mesa de desgaste (SR), quinta roda (dolly) e vazamentos de ar. Lubrificação: eixo S, catraca de freio, pino da balança, boca de lobo (SR), ponteira (dolly), Quinta roda (dolly) e geral. Regular: Freio. Limpar: lanternas, faixas refletivas e quinta roda (dolly). Calibrar, medir sulcos e coletar número de fogo para atualização de inventário. Ocorrendo trocas de peças caso seja necessário e que a previsão não ultrapasse o tempo de 1 hora. Se sim, deve-se abrir uma corretiva.

O plano 35 dias, além de contemplar todos os itens do plano de 7 dias contem itens que são característicos de uma manutenção mais intensa, que necessita de maior quantidade de tempo para ser realizada. Como: verificar e trocar (se necessário): para-choque/ para-barro, paralamas,

placas e lacre, pino rei (SR), boca de lobo(SR), reservatório de ar, suporte de molas e balança (buchas trincas e desgaste), verificar pino da balança, molejo, tirantes (bucha, parafuso e suporte), alinhamento, esfrega molas, freio (tambores, lonas e válvula), freio estacionário, embuchamento do eixo S, cubos, sapatas (inferior e superior), eixos, pneus (recapagem), rolamentos, rodas, mancais, ponteira (embuchamento e folga) (dolly), quinta roda (dolly). A meta é 24 horas, mas pode ultrapassar dependendo da gravidade dos danos. Após a implantação da manutenção preventiva a Figura 2 representa a nova tomada de decisão.



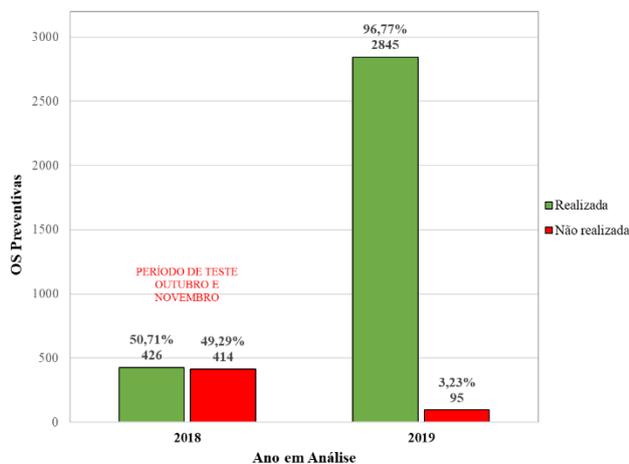
**Figura 2.** Fluxograma depois da implantação da manutenção preventiva

Antes de qualquer equipamento retornar para o campo é necessário checar o cronograma de manutenção para verificar se no dia em questão este equipamento não tem nenhum plano de manutenção.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para medir a eficiência da manutenção preventiva, primeiro é necessário saber se todas as ordens de serviço de manutenção preventiva foram realizadas. Em 2018 foi planejado 840 ordens, em 2019 foi planejado 2940 ordens

de serviço. A Figura 3 mostra a quantidade de OS preventivas realizadas e não realizadas.



**Figura 3.** Execução dos planos de manutenção preventiva

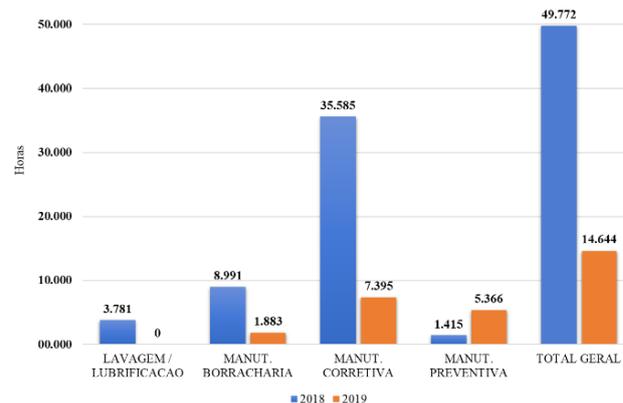
Adotado em 2018 a implantação teste da manutenção preventiva, no qual foi realizada nos meses de outubro e novembro com intenção de descobrir possíveis falhas que seriam enfrentadas em 2019 com a implantação definitiva.

Pode-se perceber que ao realizar a implantação teste houve baixa taxa de aderência aos planos de manutenção, um valor tão baixo que não garante benefícios significativos para a manutenção. Valor que se dá devido ao pouco conhecimento da área de planejamento agrícola, responsáveis pela logística de transporte, sobre o assunto, e a dificuldade de transporte entre o pátio de implementos e a oficina. Para surgir algum efeito nos indicadores, seria necessário um percentual acima de 90% de realizações de manutenções preventivas.

Ao analisar as taxas da safra de 2019 pode se ver que grande parte dos planos foram realizados, resultado obtido através do alinhamento com a equipe da agrícola, acordos com o responsável pela frota de cavalos mecânico terceirizado e treinamento com a equipe de manutenção. Como a taxa de realização de planos preventivos foi considerada boa, deve-se analisar os demais indicadores para verificar se teve resultados satisfatórios.

A Figura 4 representa a quantidade de horas paradas por tipo de manutenção, sendo, em 2018, 8%

destinados a lavagem e lubrificação, 18% manutenções de borracharia, 71% corretivas, 3% manutenção preventiva planejada, sendo um total de 49.772 horas paradas. Já em 2020 não houve lavagem/lubrificação, 13 % das horas paradas foi devido a manutenção borracharia, 50 % corretivas e 37% preventivas, sendo um total de 14.644 horas durante o período.



**Figura 4.** Horas por tipo de manutenção

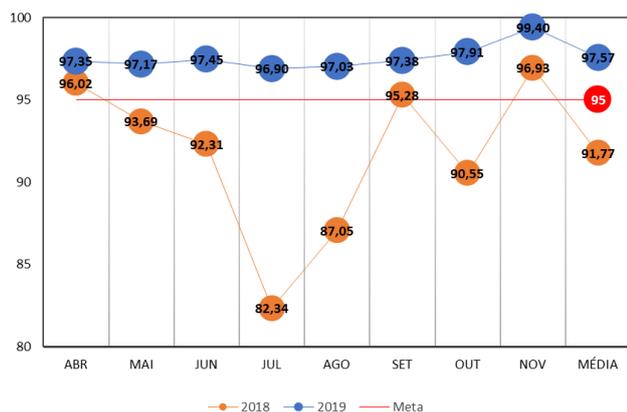
No parâmetro geral, houve redução de 35.128 horas, cerca de 70,58% das horas totais de 2018. Na junção de manutenção corretiva e manutenção borracharia que são manutenções não programadas, em 2018, somam-se 44.576 horas comparado com os valores de 2019, houve uma redução total de 79,18%. Aumento significativo de 279,22% no quesito horas de manutenção preventiva e extinção de lavagem e lubrificação em 2019 fora do programado.

Com a implantação da manutenção preventiva, todas as lubrificações passaram a ocorrer conforme o cronograma, gerando benefícios para toda a manutenção, é o que justifica a extinção do indicador lavagem e lubrificação. A diminuição das horas de manutenção borracharia se dá pela calibragem corretas dos pneus, já que pneus murchos tentam a ter resistência menor e ser mais suscetíveis a furos. A redução impressionante da manutenção corretiva se dá pela lubrificação dos sistemas mecânicos e inspeções pontuais que evidenciam e solucionam desgastes prematuros, o que garantem a redução de paradas não programadas deixando assim de

“apagar fogo” e tendo controle sobre a parada do equipamento.

Analisando os números gerais, pode se ver grande redução nas horas mecânicas, o que garante uma tranquilidade maior para a equipe de manutenção já que as horas de manutenção foram reduzidas significativamente. A partir do momento que se reduzem as manutenções não programadas, se reduzem os custos totais de manutenção, o que gera economia e maior produtividade. Os custos de uma empresa são reduzidos e a lucratividade aumenta.

A Disponibilidade física dos equipamentos é o indicador mais importante para este trabalho, já que é essencial para garantir o plano de produção funcionando corretamente. A Figura 5 apresenta a comparação entre a disponibilidade física do ano de 2018 e 2019.

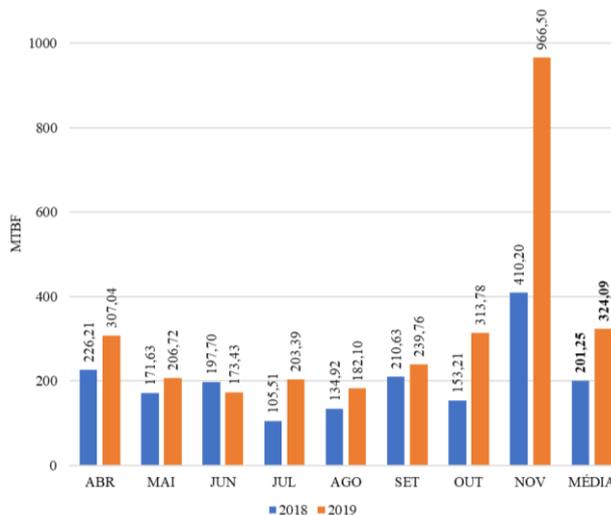


**Figura 5.** Comparação da disponibilidade física

Em 2018, pode-se perceber que somente nos meses de abril, setembro e novembro a disponibilidade ficou acima da meta, nos meses de julho e agosto a disponibilidade ficou tão baixa que houve a parada de processo de colheita devido falta de implementos em operação. Já em 2019 após a implantação da manutenção preventiva pode-se observar que a disponibilidade física em todos os meses ficou acima da meta. Aumento de 5,95% na média anual, o que garante uma produção fluida, sem paradas, que afetariam significativamente a produção.

O indicador de MTBF é responsável por medir o tempo médio entre falhas, ou seja, de quanto em quanto

tempo um equipamento irá falhar. A Figura 6 faz comparação MTBF do ano de 2018 com o ano de 2019.

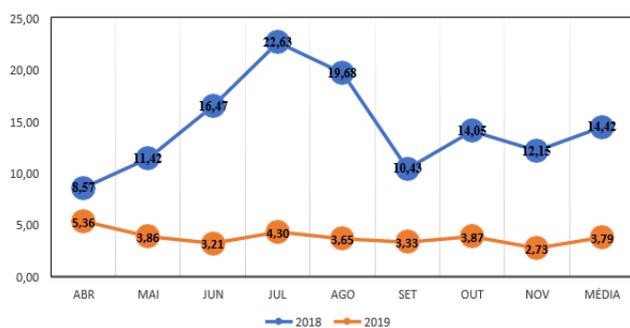


**Figura 6.** Comparação MTBF

Verifica-se um aumento de 60% na média anual de tempo médio entre falhas. Este indicador está diretamente ligado com a quantidade de paradas do equipamento, quanto mais paradas, menor será seu valor, então, os equipamentos operaram por mais tempo em 2019, pois nesse ano observou-se menos falhas.

É possível perceber um aumento em quase todos os meses de 2019 das análises. A exceção se deu no mês de junho, cujo tempo médio entre falhas foi maior em 2018. Apesar que 2019 tenha um número maior de horas trabalhadas isso ocorreu devido ao maior número de falhas ocorridas, 428 em 2019 contra 353 em 2018. Houve um valor muito alto no mês de novembro, isso ocorre devido a aproximação do término da safra, as áreas de colheitas são reduzidas e com isso alguns equipamentos ficam em standby, em espera, aumentando o tempo entre falhas.

O MTTR é contabilizado quando o equipamento está em manutenção, o objetivo é que os reparos sejam realizados no menor tempo possível, já que a disponibilidade está diretamente ligada ao tempo de parada do equipamento. A Figura 7 mostra a comparação do MTTR do ano de 2018 com relação ao ano de 2019.



**Figura 7.** Comparação MTTR

Percebe-se uma redução de 73,3% na média do tempo de reparo anual, além da redução no quesito geral, os resultados passam a ser mais homogêneos, com um desvio padrão de 0,79 em 2019 comparado com o desvio de 4,83 em 2018. Percebe-se, então, que a manutenção programada diminuiu o tempo de manutenção dos equipamentos em todos os meses analisados. Foi realizado o acompanhamento dos itens mais críticos em corretivas, tendo como os principais itens pneu, sistema de freio e sistema elétrico representando grande parte dos itens abertos durante a safra. A Tabela 1 mostra a comparação entre o ano de 2018 e 2019.

No quesito geral, houve redução em diversos itens fundamentais para a operação. Podendo se destacar a redução de 32,6% em intervenções com pneus, que representa grande custo de manutenção. Sistemas de freio

com redução de 9,1% junto com a redução de 19,4% de parte elétrica, itens que além de grande importância para o equipamento são considerados itens de segurança.

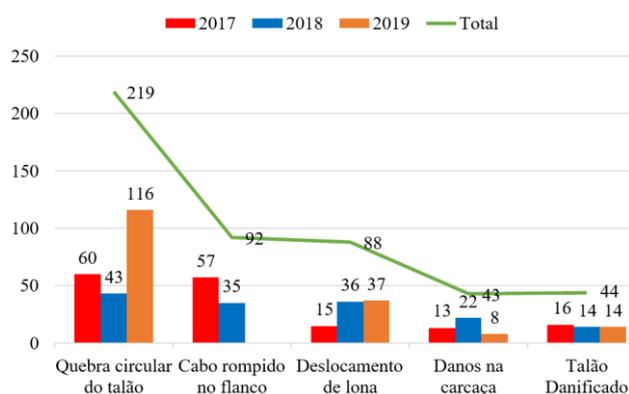
Podem-se notar que não se obteve redução no quesito lona de freio e balança, apesar de serem itens que estão fortemente presentes na manutenção preventiva. Um dos motivos do aumento do quesito das trocas de lona de freio foi o aumento da atenção na verificação deste item, causando a troca assim que se verifica o desgaste da pastilha de freio, evitando que o implemento fique sem freio e ocorra algum acidente. Já a troca de balanças aumentou consideravelmente devido a troca do modelo e marca das balanças através do setor de compras da empresa na tentativa de economia, o que desencadeou um evento de quebras simultâneas até a retomada do modelo usado em 2018.

Com isso, foi percebido que não é possível fazer uma análise somente com base no item, mas sim, levando em questão o modelo, marca e fabricante o que não foi evidenciado neste estudo.

Pneus são o segundo custo mais alto da manutenção de frota e está em primeiro lugar nos itens mais abertos em ordem de serviço, com isso, a Figura 8 mostra os principais motivos no qual os pneus são eliminados.

Item	2018	2019	Total Geral	Redução
Remendar pneu	1239	835	2074	32,6%
Regular freio	319	290	609	9,1%
Verificar elétrica	278	224	502	19,4%
Trocar lona de freio	113	130	243	-15,0%
Trocar balança	69	158	227	-129,0%
Trocar cuíca	66	58	124	12,1%
Verificar freio	65	54	119	16,9%
Verificar cuíca	56	49	105	12,5%
Trocar eixo	72	30	102	58,3%
Trocar mola	47	46	81	2,1%
Soldar perfil	49	27	76	44,9%
Completar óleo	38	28	66	26,3%
Calibrar pneu	36	28	64	22,2%
Soldar tirante	33	23	56	30,3%
Trocar molas	31	22	53	29,0%
Trocar corrente	27	20	47	25,9%
Verificar tirante	27	18	45	33,3%
Trocar boca de lobo	31	11	42	64,5%

**Tabela 1.** Itens de OS



**Figura 8.** Eliminação de pneus

Devido à grande durabilidade de um pneu, foi acrescentado os dados de 2017 para ter uma maior noção sobre as falhas referente a ele. No ano de 2017 e 2018 foram perdidos 394 pneus da medida 11.00R22, cerca de R\$ 500.000,00 já que cada pneu custa em média R\$ 1.300,00 com os valores de 2018/2019. Dentre os motivos prováveis que se destacaram, baixa pressão estava presente na maioria dos casos prováveis. Com intuito de reduzir perdas a rota de calibragem e inventariação foi instituída no plano de manutenção preventivo. Em 2019 foram perdidos 205 pneus, um total de R\$ 266.500,00 se usar os valores de 2018/2019, pneu que hoje no mercado custa cerca de R\$ 2.400,00 cada.

Na comparação entre os anos 2018 e 2019, pode-se perceber que os valores de quebra circular do talão apresentaram aumento considerável no ano de 2019 (ano da implantação da calibragem). Esse aumento se deu devido a atenção redobrada que a equipe de borracharia passou a ter com os pneus, defeitos pontuais como este, eram ignorados nos outros anos. Prezando pela segurança, tanto da frota quanto da segurança humana esses pneus defeituosos foram eliminados. Houve redução de 100% quando se compara o defeito “cabo rompido no flanco”, redução de 63% no item “danos na carcaça”. Os demais itens não houve redução ou não houve aumento significativo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho analisou a implantação da manutenção preventiva no setor de implementos rodoviários de uma

empresa sucroalcooleira afim de saber se houve melhoras nos indicadores de manutenção após a implantação da manutenção preventiva. Ao analisar os resultados pode-se perceber que os resultados foram positivos, e os objetivos foram cumpridos.

Com os resultados percebe-se um aumento de 5,95% no quesito disponibilidade física alcançando a marca de 97,57%, um valor 2,57 % acima da meta estipulada. Redução de 35.128 horas mecânicas. Diminuição de 70,58% de manutenções não programadas. Aumento de 60% na média anual de tempo médio entre falhas (MTBF). Redução de 73,3% na média anual do tempo médio de reparo (MTTR). E diminuição de intervenções corretivas em diversos itens do implemento. Pode-se notar que a manutenção preventiva trouxe valores mais constantes nos indicadores de performance, valores que se repetiam durante os meses sem muita discrepância. Diante disso, esse trabalho trata da implantação da manutenção preventiva, na qual foi ignorado os possíveis erros por parte humana. Trata-se no âmbito geral a qual não são comparados modelo e marcas. Recomenda-se fazer um estudo mais aprofundado, com mais variáveis e apresentando o custo real dos itens estudados.

Como sugestão para os próximos trabalhos, a necessidade de implantação da termografia em implementos rodoviários com intuito de redução de falha em rolamentos, freios e desgaste prematuro de pneus.

Diante dos pontos destacados, e respondendo à questão problema exposta no início do trabalho, pode se concluir que a manutenção preventiva trouxe vários benefícios para todo o setor de transporte, elevando a produção, aumento da disponibilidade, aumento do tempo médio entre falhas, e redução do tempo médio de reparo e redução de intervenções corretivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FUENTES, F. F. E. Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia

- Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2006.
2. **RUMOR, G. K.** NovaCana. Ranking traz as 100 cidades brasileiras que mais produziram cana-de-açúcar em 2017, 2018. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/safra/ranking-100-cidades-brasileiras-mais-produziram-cana-de-acucar-2017-161018>>. Acesso em: 08 Nov 2021.
  3. **RODRIGUES, A.** Mundo Logística. Logística de cana-de-açúcar: como maximizar a eficiência e reduzir os custos do campo até a usina, 2018. Disponível em: <<https://revistamundologistica.com.br/blog/achiles/logistica-de-cana-de-acucar-como-maximizar-a-eficiencia-e-reduzir-os-custos-do-campo-ate-a-usina>>. Acesso em: 08 Nov 2021.
  4. **SILVA, J. E. A. R.** Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2006.
  5. **MUNDIM, J. U. C.** Uso de simulação de eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de engenharia de transportes. São Paulo, p. 104. 2009.
  6. **MORO, N.** Introdução à gestão da manutenção. Centro federal de educação tecnológica de santa catarina. Florianópolis, p. 33. 2007.
  7. **GREGÓRIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B.** Engenharia de manutenção, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025493/>>. Acesso em: 08 Nov 2021.
  8. **LOPES, J. N.; ALMEIDA, M. H. R.** Análise da Interdependência Entre Indicadores de Desempenho Aplicados na Manutenção de Equipamentos Móveis de Mineração. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Pará, Campus universitário de Tucuruí. Tucuruí, Pará. 2018.