Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Análise de indicadores de produtividade com aplicação de ferramentas de gestão da qualidade na manutenção de colhedoras de cana-de-açúcar

Guilherme Augusto Martins

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2019

Guilherme Augusto Martins
Bacharel em Engenharia de Biossistemas

Análise de indicadores de produtividade com aplicação de ferramentas de gestão da qualidade na manutenção de colhedoras de cana-de-açúcar

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **MURILO MESQUITA BAESSO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Martins, Guilherme Augusto

Análise de indicadores de produtividade com aplicação de ferramentas de gestão da qualidade na manutenção de colhedoras de cana-de-açúcar / Guilherme Augusto Martins. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

53 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Mecanização agrícola 2. Gerenciamento da rotina 3. GQT 4. Sucroenergético I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que como unidade, sempre me apoiou nos desafios acadêmicos a que me lancei.

Mais uma vez, esse trabalho é para vocês!!!

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à minha esposa Evellyn, pelo companheirismo ao entender o quão difícil era conciliar pós-graduações, trabalho e a tarefa de esposo;

Meus agradecimentos ao Professor Dr. Murilo Baesso, por insistir que eu não desistisse do meu desenvolvimento acadêmico e pela sua flexibilidade ao entender as minhas restrições;

Meus agradecimentos a meus amigos Guilherme Baciega, Rodolfo Galo, Raul Galo, Franklin Utida, Leonardo Magalhães, Mariana Peccinelli, Gabriel Lino e Rafael Dias pela manutenção da nossa amizade mesmo após o término da faculdade;

Meus agradecimentos à Raízen Energia S/A por fornecer os dados utilizados neste trabalho;

Meus agradecimentos aos meus gestores Paula Domingues e Cristiano Costa por permitirem a flexibilização necessária para execução deste trabalho;

Meus agradecimentos aos colegas de trabalho Everton Sbrama e Luiz Alfredo, pela jornada de aprendizados que tivemos juntos em Gestão de Processos;

Meus agradecimentos à ESALQ, pela oportunidade de cursar o mestrado e por ser minha terceira casa na vida acadêmica.

BIOGRAFIA

Natural de Pirassununga-SP, realizou seu ensino fundamental e médio no ensino público, ingressando na Universidade de São Paulo em 2010. Iniciou sua trajetória acadêmica por meio de bolsa de iniciação científica da CNPq, desenvolvendo pesquisa na área de mecanização agrícola em 2012, sendo membro fundador do LAMAP – Laboratório de Máquinas Agrícolas e Agricultura de Precisão da USP/FZEA. Posteriormente também foi bolsista da FAPESP no ano 2014. Realizou intercâmbio acadêmico na University of Illinois at Urbana-Champaign, Estados Unidos, em 2013 realizando pesquisa na área de instrumentação. Formou-se Engenheiro de Biossistemas em 2016. Iniciou seu trabalho de mestrado em 2017 na USP/ESALQ.

Realizou estágio curricular em 2015 na Raízen Energia S/A na área de Suprimentos Agrícolas, sendo posteriormente efetivado na área de Gestão de Processos Agroindustriais em 2016, onde adquiriu conhecimentos para o ínico do trabalho aqui exposto. Deslocou-se para as áreas de Custos Logísticos e Planejamento & Performance. Atualmente encontra-se trabalhando na equipe do Centro Técnico Agronômico da mesma empresa.

EPÍGRAFE

“Não adianta dizer: ‘Estamos fazendo o melhor que podemos’.

Temos que conseguir o que quer que seja necessário. ”.

Winston Churchill

SUMÁRIO

RESUMO **8**
ABSTRACT **9**
LISTA DE FIGURAS **10**
LISTA DE TABELAS **11**
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS **12**
LISTA DE SÍMBOLOS **13**
1. INTRODUÇÃO **15**
2. OBJETIVO GERAL **17**
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **19**
3.1. O SETOR SUCROENERGÉTICO 19
3.2. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA 20
3.3. GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL (TQM) 22
3.4. GERENCIAMENTO DA ROTINA 23
4. METODOLOGIA **25**
4.1. MÉTODO DE PESQUISA 25
4.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 25
4.3. PROCEDIMENTOS DE GESTÃO DA QUALIDADE 25
4.4. INDICADORES 26
4.5. COLETA DE DADOS 28
4.6. ANÁLISE DOS DADOS 29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO **30**
5.1. IMPLANTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA ROTINA 30
REFERÊNCIAS **50**

RESUMO

Análise de indicadores de produtividade com aplicação de ferramentas de gestão da qualidade na manuntenção de colhedoras de cana-de-açúcar

O setor sucroenergético vem em busca por maiores produtividades que justifiquem a produção de açúcar, etanol e bioenergia aos seus investidores. A manutenção agrícola necessita entregar um alto nível de qualidade em seu serviço de forma a garantir que os equipamentos trabalhem em sua máxima disponibilidade para alcançar tais produtividades. A utilização de novos métodos de gestão, tais como a gestão da qualidade, são formas de buscar tais resultados. O estudo de caso se desenvolveu a partir da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade na área de manutenção agrícola de uma usina no setor sucroenergético, sendo avaliados indicadores de produtividade anteriores e posteriores à aplicação durante as safras 17/18 e 18/19. Houve uma melhora no indicador produtividade corrida após a aplicação da metodologia. O indicador disponibilidade física apresentou uma queda em seu valor médio, no entanto o mesmo não pode ser avaliado sem levar em consideração o aumento das limitações produtivas que o impactam diretamente. Os resultados demonstraram que, embora necessite de mais tempo para expressar um maior potencial de melhoria no processo, a metodologia de gestão de rotina trouxe benefícios aos indicadores da área de manutenção agrícola.

Palavras-chave: Mecanização agrícola, Gerenciamento da rotina, GQT, Sucroenergético

ABSTRACT

Analysis of productivity indicators withapplication of quality managemente tools in the maintenance of sugarcane harvesters

The sugarcane industry is looking for higher yields that justify the production of sugar, ethanol and bioenergy for its investors. Agricultural maintenance needs to deliver a high level of quality in its service to ensure that the equipment works at its maximum availability to achieve such productivity. The use of new management methods, such as quality management, are ways to seek such results. The case study was developed from the application of quality management tools in the area of agricultural maintenance in a plant in the sugar-energy sector, where was evaluated productivity indicators before and after the study, during the 17/18 and 18/19 harvests. There was an improvement in the flat productivity indicator after the application of the methodology. The indicator physical availability decreased its average value, however it cannot be evaluated without taking into account the increase in production limitations that directly impact it. The results showed that although it needs more time to express a greater potential for process improvement, the routine management methodology has brought benefits to the indicators of the agricultural maintenance area.

Keywords: Agricultural mecanization, Routine management, TQM, Sugar-energy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de aplicação da metodologia de gestão da qualidade. 26
Figura 2. Guia destinado aos mecânicos de campo. 31
Figura 3. Guia destinado aos gestores de operação de manutenção 32
Figura 4. Caderno da rotina destinado aos mecânicos de campo. 34
Figura 5. Caderno da rotina destinado aos gestores de operação de manutenção. 35
Figura 6. Distribuição dos valores coletados para os indicadores de produtividade para o periodo de 2017, anterior à aplicação do gerenciamento da rotina. 37
Figura 7. Distribuição dos valores coletados para os indicadores de produtividade para o periodo de 2018, posterior à aplicação do gerenciamento da rotina. 38
Figura 8. Distribuição dos valores coletados para os indicadores horários para o período de 2017, anterior à aplicação do gerencimento da rotina. 40
Figura 9. Distribuição dos valores coletados para os indicadores horários para o período de 2018, posterior à aplicação do gerenciamento da rotina. 41
Figura 10. Distribuição dos valores de indicadores de produtividade e horários para o período 2017, anterior à aplicação do gerenciamento da rotina. 43
Figura 11. Distribuição dos valores de indicadores de produtividade e horários para o período de 2018, posterior à aplicação do gerenciamento da rotina. 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. As oito dimensões da qualidade segundo garvin (1987)..... 23
Tabela 2. Descrição dos cargos com aplicação de gestão da qualidade. 25
Tabela 3. Quantidade de acompanhamentos de trabalho em cada cargo. 26
Tabela 4. Valores médios para os indicadores nos períodos anterior e posterior à aplicação das ferramentas de gestão da qualidade. 36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATR	Açúcar Total Recuperável
GRD	Gerenciamento da Rotina Diária
h	Hora
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísitica
MÁQ	Máquina
MPF	Ministério Público Federal
MTBF	Mean Time Before Failures
MTTR	Mean Time To Repair
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
TMPF	Tempo Médio Para Falha
ton	Tonelada
TQM	Total Quality Management
UNICA	União da Indústria de Cana-de-Açúcar

LISTA DE SÍMBOLOS

P_c	Produtividade Corrida
P_e	Produtividade Efetiva
L_p	Limitações Produtivas
L_c	Limitações por Chuva
L_i	Limitações por Paradas na Indústria
M	Massa de Cana-de-Açúcar Colhida
D_f	Disponibilidade Física

1. INTRODUÇÃO

Conforme demonstrado nos últimos relatórios do PIB brasileiro, a agricultura vem se portando como um dos principais pilares da economia nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017, 2018, 2019). O crescimento recorde no ano de 2017 e a manutenção dos valores no ano de 2018 demonstram a importância do setor para o posicionamento do país no cenário econômico mundial como um pais de forte viés agrícola (IBGE, 2017; IBGE, 2018). No entanto, uma retração de 2% no setor sucroenergético tem se mostrado uma preocupação (IBGE, 2018).

Devido a diversos fatores, desde subsídios regionais ao tabelamento de preços, o setor sucroenergético vem em uma busca incessante por maiores produtividades e redução de custos de produção que justifiquem a rentabilidade da produção de açúcar, etanol e bioenergia. Por se tratarem muitas vezes de empresas de capital externo, existe um grande desafio em demonstrarem lucros a seus investidores em um cenário de constantes incertezas.

Uma das principais etapas de suporte ao processo produtivo é a manutenção de equipamentos. Responsável por manter o bom e correto funcionamento do maquinário durante as etapas agricolas mecanizadas, a área de manutenção necessita trabalhar com um alto nível de qualidade em seu serviço de forma a garantir que os equipamentos trabalhem com máxima produtividade. Em função de sua estratégia de realização, a manutenção de equipamentos agrícolas pode ser o divisor de águas entre uma operação com custos otimizados, confiável e rentável ou um processo dispendioso, com alto índice de falhas e sem o retorno esperado.

Estando exposto a todas as adversidades, tais quais otimização de custos e confiabilidade dos equipamentos, o setor sucroenergético vem procurando diferentes formas de retornar ao seu investidor a rentabilidade desejada. Para tanto vem buscando em setores já consagrados conceitos para aumentar suas receitas, dentre elas a gestão da qualidade.

Os conceitos de gestão da qualidade são amplamente conhecidos por terem sido implementados nas indústrias japonesas ao final da Segunda Guerra Mundial, sendo difundidas no ocidente posteriormente devido aos resultados alcançados (ISHIKAWA, 1986). Não obstante sua utilização em ramos como a indústria (RODRIGUES et al., 2017) e saúde (SOARES et al., 2017), a indústria agrícola vem se apresentando como um nicho para a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade. O setor sucroenergético apresentou um PIB de R$ 43 bilhões no ano de 2017, e um valor bruto movimentado na cadeia do setor da ordem de R$ 100 bilhões (UNICA, 2018). Números como esses demonstram a importância da aplicação de investimentos para o alcance das metas impostas pelo setor.

Este trabalho buscou, por meio de um estudo de caso, compreender como a implementação de uma ferramenta de gestão da qualidade, o gerenciamento da rotina, pode ser aplicada ao setor sucroenergético, mais especificamente à área de manutenção agrícola, e assim contribuir para seus resultados e avanços no setor.

2. OBJETIVO GERAL

Implantar o gerenciamento da rotina na área de manutenção agrícola de uma empresa do setor sucroenergético.

2.1. Objetivos Específicos

Aplicar ferramentas de gestão da qualidade através da elaboração de materiais específicos ao trabalho.

Mensurar a evolução no indicador produtividade corrida dos equipamentos em função do uso de ferramentas gestão da qualidade.

Comparar os indicadores disponibilidade física antes e após a aplicação das ferramentas de gestão da qualidade na área de estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O setor sucroenergético

Entende-se por setor sucroenergético toda a cadeia envolvida na produção de açúcar, etanol e bioenergia. No Brasil destaca-se o cultivo de cana-de-açúcar, a qual é processada e convertida nos produtos por meio das usinas do setor.

Com uma produção nacional de 620 mil toneladas na safra 2018/2019 (UNICA, 2019), a cana-de-açúcar como matéria-prima vem aumentando suas possibilidades de utilização de forma exponencial. Enquanto anteriormente sua utilização se limitava apenas à produção de açúcar e etanol, atualmente já é possível fazer sua utilização em diversos outros ciclos produtivos tais como a produção de eletricidade e plásticos (NEVES et al., 2012) e até mesmo novos processos, como o etanol de segunda geração (BRASSOLATTI et al., 2016) produzido a partir dos resíduos celulósicos da produção. Produzir bioenergia a partir da cana-de-açúcar se apresenta hoje como um fator econômico quando se observa a geração de empregos, o aumento de exportações, redução de importação de produtos oriundos de outras fontes energéticas e não obstante a sua contribuição ao meio ambiente e sociedade (NEVES et al., 2012)

Unindo sua vasta gama de utilizações ao fato de ser caracterizada como fonte de energia renovável, tem-se na cana-de-açúcar um objeto de oportunidades de estudos no que diz respeito a ganhos rentáveis e sustentáveis.

3.1.1. A organização do setor

O setor sucroenergético passou por grandes mudanças na última década. A desregulação estatal ocorrida no setor sucroenergético e o aquecimento do mercado de etanol, açúcar e bioeletricidade atraiu diversas corporações nacionais e transnacionais altamente capitalizadas e financeirizadas no setor sucroenergético (SANTOS, 2018). O comportamento do mercado interno e externo fez com que o setor sucroenergético adotasse alternativas estratégicas de crescimento, provocando mudanças no cenário tais como ampliações da produção agrícola e industrial, fusões e incorporações dentre outras alternativas, para se alinharem aos interesses da organização e dos investidores do negócio (SOLIANI & ARGOUD, 2019). Tal movimento vem aumentando a pressão por resultados e rentabilidades que justifiquem os investimentos.

Haja vista o histórico recente de tecnificação e dos incentivos à produção no setor sucroenergético, é evidente a incipiência na aplicação de metodologias administrativas já utilizadas em outros setores como os da indústria de base e de manufatura em linha. Números como o de 12 usinas fechadas na safra 2018/2019 frente a inauguração de apenas 1 unidade no mesmo período, assim como a redução de 29% nas exportações de açúcar entre as safras 2018/2019 e 2017/2018 (UNICA, 2019) demonstram os desafios enfrentados pelo setor. Em conjunto a tais impactos comerciais, a redução de apenas 1% no custo por tonelada de cana-de-açúcar para o mesmo período evidencia a necessidade de ações voltadas para o aumento da produtividade do setor (UNICA, 2019). Segundo Pereira et al. (2015) o êxito das empresas rurais está diretamente relacionado à organização de suas ações baseadas na constante melhoria de suas habilidades técnicas e administrativas. Tais habilidades se baseiam em um correto gerenciamento organizacional e de recursos, esses últimos caracterizados pelas terras, máquinas, mão-de-obra, infraestrutura, logística, transporte, dentre outros.

As usinas no Brasil coletam uma grande quantidade de dados referentes a seus processos produtivos e analisar este tipo de banco de dados é uma tarefa complexa, especialmente quando fatores relacionados para variedades, clima, técnicas de gestão detalhadas e condições edáficas são levadas em conta (PELOIA et al., 2018). Para que a organização de empresas no setor sucroenergético seja consistente é necessário buscar em diferentes setores lições aprendidas. Dessa forma pode-se evitar cometer os mesmos erros e assim acelerar a equiparação com áreas já consolidadas em sua operação, como a automobilísticas e de aviação.

3.1.2. Produtividade do setor sucroenergético

O Brasil há anos vem se destacando mundialmente como um país de viés agrícola. Os últimos relatórios do PIB brasileiro vêm demonstrando como a agricultura se tornou um dos principais pilares da economia nacional. Os valores apresentados no ano de 2017 e 2018 demonstram o impacto do setor agrícola para o posicionamento do Brasil no cenário econômico mundial como um pais fortemente produtor (IBGE, 2017; IBGE, 2018). No entanto, quando analisado separadamente o setor sucroenergético demonstra uma retração de 2% (IBGE, 2018), resultado este que tem mostrado uma certa preocupação.

Bigaton et al. (2017) ao analisarem a região Centro-Sul do Brasil durante a Safra 17/18 já apontaram um cenário de queda de produtividade dos canaviais (em $t.ha^{-1}$) em 1,5% em relação à safra 16/17. Conjuntamente à tais fatores, observa-se uma redução de 2% nas áreas colhidas reportadas pela UNICA (2019), apontando assim para uma menor moagem de cana-de-açúcar durante o ciclo. Cabe aqui ressaltar que diversos fatores são relacionados à baixa de produtividade dos canaviais, tais como o ciclo de chuvas e o planejamento de colheita das empresas, no entanto não deve ser descartado o alerta para os reflexos de toda a conjuntura de eventos nos resultados do setor.

As previsões de rendimento utilizados para informar os planos orçamentários e de colheita são de suma importância uma vez que as ações sobre essas previsões afetam toda a cadeia produtiva, destacando a necessidade de um quadro de tomada de decisão que avaliam os efeitos das decisões nos processos subsequentes (BOCCA et al., 2015).

No que diz respeito a custos de produção, a cana deve apresentar um aumento médio de 0,2% na safra 2017/2018 em relação à safra 2016/2017, o que tem retornado projeções de que apenas áreas com produtividades superiores a 89,00 t ha^{-1} retornarão lucro econômico para a produção de cana-de-açúcar (BIGATON et al., 2017). Analisando tais números paralelamente ao mercado, a queda expressiva nos preços do açúcar comercializado pelo mundo apresenta um cenário de baixo retorno financeiro ao setor. Dados como estes demonstram a importância da utilização das mais diversas ferramentas de aumento de receitas por meio de aumentos de produtividade.

3.2. Mecanização Agrícola

No que diz respeito ao setor sucroenergético a aplicação de tecnologias e mecanização agrícola é um assunto recente. Muito incentivada por leis de restrição à queimada de canaviais, a utilização de máquinas agrícola para a colheita de cana em substituição ao corte manual se intensificou a partir dos anos 2000 (FIGUEIREDO et al., 2015).

O atraso no desenvolvimento de tecnologias voltadas à colheita mecanizada de cana-de-açúcar frente às áreas antes já tecnificadas, a exemplo da colheita de grãos amplamente desenvolvida nos EUA, apresenta-se como um entrave à melhora em indicadores de produtividade. As tecnologias hoje aplicadas, embora apresentem

produtividades muito superiores à colheita manual, ainda permanecem com altos índices de perdas de matéria prima em seus processos (PELLOSO et al., 2019).

Milanez et al. (2012) apontam que as dificuldades para implementar a mecanização do canavial em cenários de baixa rentabilidade apresentam um ciclo negativo: a baixa rentabilidade reduz a capacidade de investimentos e, os baixos investimentos, reduzem a produtividade. Segundo Oliveira (2001), as despesas com reparos e manutenção compõem a maior parte dos custos operacionais, e quando não gerenciados corretamente podem tornar a colheita mecanizada inviável economicamente.

O gerenciamento de sistemas mecanizados é o processo responsável por gerir os fatores que afetam a vida útil do maquinário. Processos como a falta de manutenção preventiva, a qualidade das peças de reposição, retíficas periódicas e treinamento inadequado do operador afetam na preservação da vida útil dos tratores, representando a maior parte do seu custo unitário, juntamente com os gastos com combustíveis.

Nesse panorama de implementação de tecnologias voltadas à mecanização na colheita de cana-de-açúcar, tais como a utilização das próprias colhedoras, a agricultura de precisão, dentre outras, existe a necessidade de pesquisas com objetivo de demonstrar os ganhos da sua aplicação, visando aumentar a eficiência do trabalho e minimizar perdas de tempo com paradas para correção de eventuais problemas. Dessa forma, o correto gerenciamento de frota automotiva agrícola se faz uma ferramenta essencial para alcançar um nível de excelência em manutenção, aliando a redução custos aos ganhos em disponibilidade do maquinário gerenciado (PELOIA & MILAN, 2010).

3.2.1. Manutenção

Conforme a Norma NBR 5462 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1994), a definição de manutenção se dá por "um conjunto de ações técnicas e administrativas que possuem um intuito de conservar ou recolocar um item em seu estado de funcionamento padrão". Pode-se entender ainda manutenção conforme a descrito por Viana (2014) onde deriva do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem. Segundo Kardec e Nascif (2013), a manutenção em suas aplicações tem como principais objetivos: aumentar a confiabilidade; aumentar a disponibilidade; melhorar a manutenibilidade; aumentar a segurança; eliminar problemas crônicos; solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacitação do pessoal; participar de novos projetos; dar suporte a execução.

A evolução da manutenção, em geral, está relacionada diretamente às análises e levantamento de índices que relatam a situação e a qualidade das operações de manutenção, possibilitando estabelecer o controle e previsibilidade das ações. Viana (2002) cita que tais índices retratam aspectos importantes do status operacional, sendo particulares as análises e utilizações dos mesmos à natureza e objetivo de cada empresa. Conforme o autor, existem seis métricas principais: MTBF – *Mean time between failures;* MTTR – *Mean time to repair*; TMPF – Tempo médio para falha; Disponibilidade física; Custo de manutenção por faturamento; Custo de manutenção por valor de reposição; Diagrama de pareto; Gráfico de Controle Estátistico de Processo.

Conforme dito anteriormente, a utilização dos índices é variável conforme os objetivos de cada empresa e está também relacionado ao nível de maturidade alcançado pelo processo de manutenção da mesma.

3.3. Gestão da Qualidade Total (TQM)

A preocupação com a qualidade não é recente. Desde muitos anos as organizações buscam pela qualidade de seus produtos para satisfazer seus clientes. A partir da década de 50 nasce a preocupação com a gestão da qualidade que parte para a ideia de aplicação de novos conceitos a realidade das empresas (ISHIKAWA, 1986). Sua grande expansão ocorreu durante o período posterior à Segunda Guerra Mundial favorecendo a reconstrução da indústria japonesa e logo se espalhando pelo mundo ocidental. Surge então a gestão da qualidade total como reorientação das organizações apresentando alguns pontos básicos como: foco no cliente, trabalho em equipe, busca constante da solução de problemas e diminuição de erros.

O conceito de gestão da qualidade foi introduzido inicialmente por Deming (1986) e Juran (1989), e preza pelo foco no cliente, melhoria contínua, trabalho em equipe e padronização. Com a evolução de sua utilização, pode se adicionar como competitividade, tempo de entrega, custo, excelência, produtividade, lucros e qualidade do produto ao conceito. Levando em consideração tais fatores, criar uma estratégia competitiva baseada na qualidade passa a ser uma tarefa complexa e de alta importância para empresas que desejam alcançar altos patamares de operação e competitividade de mercado.

Segundo Barbosa et al. (2017) a gestão da qualidade tem se constituído um dos tópicos de discussão de grande expressão na gestão moderna. A ampla competitividade incentivada pela globalização faz com que o mercado exija cada vez mais das empresas qualidade em seus processos, com o claro objetivo de alcançarem assim melhores resultados, sejam esses vinculados a produtividade, custos ou até mesmo a sustentabilidade. A implementação de práticas de gestão da qualidade foi disseminada depois que as organizações perceberam que práticas poderiam aumentar a competitividade (BORTOLOTTI et al., 2015; YAMADA et al., 2013; CALARGE et al., 2001) com objetivo de melhorar a satisfação de clientes (BARBOSA et al., 2017) e ao mesmo tempo reduzir custos oriundos da ausência de qualidade (YAMADA et al., 2013).

Para Flynn et al. (1994), a gestão da qualidade pode ser definida como uma abordagem integrada para alcançar e sustentar resultados de qualidade, focando na melhoria contínua e prevenção de defeitos em todos os níveis e funções da organização, objetivando atingir ou exceder as expectativas dos consumidores.

Conforme dito por Gerolamo et al. (2014):

> "Embora, teoricamente, a Gestão da Qualidade seja um conceito sólido e disseminado e este campo tem sido constantemente desenvolvido nas últimas décadas, muitas organizações ainda não tiram vantagem de seus benefícios estratégicos. Consequentemente, há uma grande oportunidade para as empresas brasileiras aumentarem seus níveis de qualidade e produtividade. Pesquisas futuras dessas descobertas poderiam investigar como as práticas de Gestão da Qualidade seriam efetivamente usadas e ajudar empresas para atingir níveis mais elevados de maturidade de Gestão da Qualidade e gestão estratégica da qualidade. "

Segundo o exposto no trecho acima existem possibilidade de ganhos oriundos da aplicação da gestão da qualidade em empresas que hoje ainda hoje não se utilizam dessa prática. Ainda conforme a pesquisa de Gerolamo et al. (2014), ao consultar 125 correspondentes no Brasil a prática da gestão de qualidade em suas empresas, os resultados mostraram que a grande maioria prefere realizar práticas ditas brandas, muitas vezes voltadas para o trabalho em equipe e o foco no cliente.

Na atualidade o conceito de gestão da qualidade se expandiu e é base para a estratégia de muitas empresas. A qualidade deixou de ser um conceito voltado para a conformidade de produto, passando para uma visão geral levando em conta a expectativa do cliente, englobando o que é conceitualmente chamado de gestão da qualidade total, onde o gerenciamento da qualidade considera os aspectos estratégicos junto ao cliente e abrangendo todos os processos de uma organização.

Em suma, para que a organização seja capaz de melhorar seus resultados econômico-financeiros, associados à inovação e processos de melhoria, é necessário orientar sua gestão para uma cultura de qualidade, aprendizagem e melhoria contínua correspondente ao que a literatura especializada indica como gestão da qualidade total (CALVO-MORA et al., 2014). Dubey et al. (2015) avaliando a gestão da qualidade total em conjunto com a gestão da cadeia de suprimentos encontraram resultados satisfatórios no que diz respeito à melhora desempenho. Significa que a cultura da organização é definida pela busca constante da satisfação do cliente através de um sistema integrado de ferramentas, técnicas e treinamento.

3.3.1. Dimensões da Qualidade

Com o objetivo de alcançar ganhos no quesito qualidade é preciso estabelecer uma nova maneira de pensar por parte da gerência corporativa voltada às necessidades dos clientes. Segundo Yamada et al. (2015) as dimensões da qualidade atuam na produtividade e competitividade. Garvin (1987) recomenda que a qualidade seja utilizada como uma ferramenta para competitividade e encarada como uma estratégia empresarial. Levando em consideração tais posições, o autor propõe oito dimensões estratégicas da qualidade com o objetivo de auxiliar as análises propostas. São elas: desempenho, característica, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida (GARVIN, 1987) e podem ser vistas com maiores detalhes na Tabela 1.

Tabela 1. As oito dimensões da qualidade segundo Garvin (1987).

Dimensão da Qualidade	A que se refere
Desempenho	Características operacionais básicas
Característica	Adereços ou características secundárias
Confiabilidade	Probabilidade do mau funcionamento ou falha
Conformidade	Grau de atendimento as especificações
Durabilidade	Vida útil
Atendimento	Rapidez e facilidade de reparo
Estética	Percepções individuais de cada consumidor
Qualidade Percebida	Percepções individuais de cada consumidor

3.3.2. Sistema de Gestão da Qualidade

Segundo Campos (2009) um sistema de gestão é um conjunto de ações interligadas de tal maneira que os resultados da empresa sejam atingidos. Os componentes do sistema são meios em que o único fim é produzir resultados. O sistema de gestão da qualidade é a estrutura criada para gerir e garantir a qualidade, os recursos necessários, os procedimentos operacionais e aos papéis e responsabilidades estabelecidos dentro da empresa. Ainda citando Campos (2009), o sistema de gestão da qualidade é um processo de aprendizado e, sendo assim, leva tempo para ocorrer. E para que esse processo de aprendizado ocorra ele deve estar embasado em um gerenciamento da rotina do trabalho diário. A grande dificuldade em alcançar a excelência é estabelecer a base de uma boa rotina.

3.4. Gerenciamento da Rotina

O gerenciamento da rotina, o gerenciamento por processos e o gerenciamento das diretrizes são estratégias para implementação da gestão da qualidade total (BOUER, 2002), os quais se integram para compor os mecanismos de desdobramento de objetivos e a articulação dos esforços de melhoria em uma organização (CARVALHO, 2005). O gerenciamento da rotina é voltado para o gerenciamento diário das operações, o gerenciamento das diretrizes é recomendado para a gestão das prioridades e o gerenciamento por processo é a definição, análise e melhoria contínua dos processos, com o objetivo de atender as necessidades e expectativas dos clientes (CARVALHO, 2005).

O gerenciamento da rotina diária (GRD) faz parte do sistema de gestão da qualidade, sendo o GRD um desdobramento que visa a prática da gestão da qualidade total por um processo de garantia da qualidade. Segundo Galgano (1993), o gerenciamento da rotina é por si só é um processo, que pode ser aplicado a qualquer departamento ou setor de uma organização que tenha como objetivo a plena satisfação do cliente por meio do controle sistemático e da melhoria contínua de cada microprocesso.

O GRD é uma metodologia que direciona as pessoas para aquilo que deve ser feito para obter, manter e melhorar cada vez mais os resultados tornando assim as empresas mais competitivas. As atividades de rotina geralmente são simples, mas essenciais para o funcionamento da empresa (CAMPOS, 2009). Sendo assim, elas devem ser padronizadas para que funcionem corretamente e sua execução não gere grandes problemas. Conforme dito por Campos (2009) os pilares do GRD são: melhoria continua com focos nos resultados, padronização do trabalho e tratamento de anomalias. É essencialmente uma maneira de planejar, organizar e compreender cada atividade, e depende de cada indivíduo em cada nível.

4. METODOLOGIA

4.1. Método de pesquisa

O método de pesquisa escolhido foi a triangulação metodológica ou *mixed-methodology*. Conforme descrito por Freitas & Jabbour (2011) este tipo de pesquisa é baseado no uso combinado e sequencial de uma fase de pesquisa quantitativa seguida de uma fase qualitativa, ou vice-versa. A combinação metodológica é considerada uma forma robusta de se produzir conhecimentos, uma vez que se superam as limitações de cada uma das abordagens tradicionais.

4.2. Descrição da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma usina produtora de açúcar e etanol, localizada no município de Guariba-SP, onde operavam 24 colhedoras de cana-de-açúcar analisadas no estudo. A localização geográfica da usina é de 21º42' de latitude sul e 48º29' de longitude oeste e altitude média de 618 metros. O clima da região é do tipo Cfa na classificação de Köppen, e a temperatura média anual é de 21,4 ºC, com precipitação pluviométrica média anual de 1341 mm.

4.3. Procedimentos de gestão da qualidade

Inicialmente foram realizadas reuniões com os gerentes responsáveis pelas áreas (manutenção agrícola e gestão) envolvidas para entendimento do trabalho relativo à manutenção de máquinas agrícolas e a aplicação da gestão da qualidade. Foram realizadas entrevistas com dez profissionais da área de manutenção agrícola, desde o nível gerencial ao operacional.

Em seguida os resultados das entrevistas foram discutidos na área de gestão de processos da empresa, onde, devido à criticidade e impacto nos resultados da área, ficou definida a necessidade de implantação do gerenciamento da rotina diária para os níveis operacionais, representado pelos mecânicos de campo, e também os profissionais do primeiro nível de gestão, representado pela denominação gestores de operação de manutenção. Na Tabela 2 apresenta-se uma breve descrição das atividades realizadas pelos cargos:

Tabela 2. Descrição dos cargos com aplicação de gestão da qualidade.

Cargo	Descrição
Mecânicos de Campo	Profissionais dedicados aos reparos das máquinas no local de trabalho, fazendo com que os mesmos permaneçam em operação pelo maior tempo possível e, em casos de parada, que sejam colocados de volta à operação no menor tempo possível
Gestores de Operação de Manutenção	Profissionais responsáveis por uma equipe com determinado número de Mecânicos de Campo, a qual são responsáveis pelas decisões estratégicas de parada, além de fornecer o material necessários (peças, EPI's, estrutura, etc.) para as manutenções realizadas pelas suas equipes

Cabe ressaltar que existe uma relação de liderança entre os dois cargos, uma vez que os gestores de operação de manutenção são responsáveis por determinada quantidade de mecânicos de manutenção. Para mapear as

atividades desenvolvidas diariamente pelos colaboradores da área de manutenção agrícola foram realizados acompanhamentos *in loco* do trabalho desenvolvido por cada colaborador. Doze acompanhamentos de oito horas cada foram realizados, sendo oito acompanhamentos referentes à atividade de mecânicos de campo e quatro acompanhamentos de gestores de operação de manutenção, conforme visualizado na Tabela 3, nas quais eram anotadas as atividades desenvolvidas durante o período de trabalho, assim como sua quantidade de repetições e impacto no trabalho. As atividades de entrevistas e acompanhamento do trabalho dos colaboradores foram realizadas nos meses de setembro, outubro e novembro de 2017.

Tabela 3. Quantidade de acompanhamentos de trabalho em cada cargo.

Cargo	Quantidade de acompanhamentos
Mecânicos de Campo	8
Gestores de Operação de Manutenção	4

Com os resultados obtidos nas entrevistas e acompanhamentos, foram definidas as atividades denominadas críticas para cada cargo. Entendeu-se por atividades críticas aquelas que impactam diretamente o resultado da área ou que acontecem com determinada frequência que necessitam ser padronizadas para melhor aproveitamento de tempo e logística na sua realização.

A partir da definição das atividades críticas foi proposta uma rotina de atividades para cada cargo, na qual constavam as atividades, objetivos, frequências, localidades, documentação e materiais necessários para sua realização. Para auxiliar os colaboradores na execução da rotina proposta foram desenvolvidos materiais de suporte denominados "Guias". Os Guias caracterizavam-se por livretos explicativos utilizados para ilustrar detalhadamente as atividades de cada profissional com seus respectivos objetivos, frequências, localidades, documentação e materiais necessários, e foram escritos durantes os meses de novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018

Além dos Guias, foram criados também os denominados "Cadernos da Rotina", materiais utilizados para garantir o cumprimento das rotinas propostas, onde os profissionais apontavam as atividades realizadas, conforme descritas nos Guias. Com auxílio dos Guias e Cadernos da Rotina foram realizados treinamentos com os colaboradores sobre como realizar a rotina proposta durante os meses de fevereiro e março de 2018. Com o auxílio dos Guias e Cadernos da Rotina foram realizados treinamentos com os colaboradores sobre como realizar a rotina proposta durantes os meses de fevereiro e março de 2018. Abaixo segue a Figura 1, na qual pode-se observar o fluxograma das atividades desde as estrevistas com profissionais da área de manutenção até a aplicação das ferramentas de gestão.

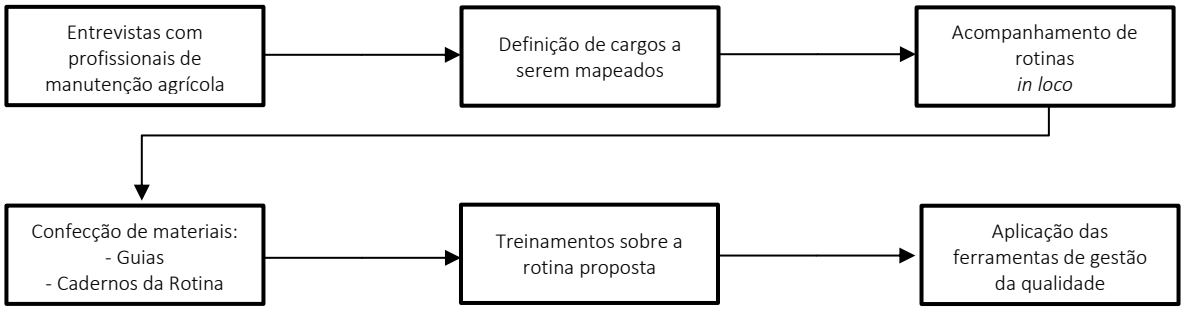


Figura 1. Fluxograma de aplicação da metodologia de gestão da qualidade.

4.4. Indicadores

Como forma de mensurar o resultado da aplicação do gerenciamento da rotina diária, foram definidos indicadores de produtividade a horário a serem analisados.

4.4.1. Indicadores de Produtividade

Devido à natureza da colheita de cana-de-açúcar ser a da operação de colhedoras (no corte mecanizado) ou de mão-de-obra (no corte manual) sobre uma determinada área, em um determinado período, os indicadores de produtividade da cultura são todos relacionados à massa colhida sobre essas duas unidades. Como no estudo que se segue o objetivo foi avaliar a produtividade a partir de um indicador parametrizado em função das horas produtivas disponíveis, a opção pelo indicador horário apresentou-se como o mais indicado ao estudo. No presente estudo são mencionados dois indicadores: produtividade corrida (ton.máq^{-1}.dia^{-1}) e produtividade efetiva (ton.máq^{-1}.dia^{-1}).

Por produtividade corrida entende-se a massa de produto, no caso a cana-de-açúcar, colhido por máquina durante o período de 24 horas, conforme mostra a fórmula 1:

$$P_c = M \qquad (1)$$

Onde

Pc = Produtividade corrida (ton.máq^{-1}.dia^{-1})

M = Massa de cana-de-açúcar colhida durante as 24 horas do dia

Por produtividade efetiva entende-se a massa do produto, no caso a cana-de-açúcar, colhido por máquina durante o período no qual o equipamento encontra-se disponível para utilização, simulando a produtividade total do dia caso não houvessem paradas por condições climáticas e de recebimento do materia, conforme mostra a fórmula 2:

$$P_e = \frac{P_c}{1-\frac{Lp}{24}} \qquad (2)$$

Onde

Pe = Produtividade efetiva (ton.máq^{-1}.dia^{-1})

Pc = Produtividade corrida (ton.máq^{-1}.dia^{-1})

Lp = Limitação produtiva (h)

4.4.2. Limitações Produtivas

Por se tratar de um ambiente real de produção e estar exposto a intempéries constantemente, se faz necessário quantificar as limitações produtivas (h.dia^{-1}). Devido a característica produtiva do ambiente agrícola foram levantadas duas limitações: limitações por chuva e limitações por paradas da indústria.

Entende-se por limitações por chuva o tempo de parada dos equipamentos agrícolas, durante e após o evento físico da precipitação, referente à impossibilidade de operação em função da umidade do solo.

Limitações por paradas da indústria são momentos onde, por motivos diversos (manutenção, falta de insumos, dentre outros) a indústria encontra-se impossibilitada de recepcionar a matéria-prima (cana-de-açúcar) e dar prosseguimento no processo produtivo, ocasionando também na parada dos equipamentos agrícola.

Com o objetivo de unificar o indicador, as duas limitações descritas anteriormente são representadas somadas no indicador limitação produtiva conforme mostra a fórmula 3:

$$L_P = L_c + L_i \quad (3)$$

Onde

Lp = Limitação produtiva (h)

Lc = Limitação por chuva (h)

Li = Limitação por paradas na indústria (h)

4.4.3. Disponibilidade Física

O indicador de disponibilidade física ($h.dia^{-1}$) retrata a entrega de um equipamento para o processo de operação em relação ao total de horas de um período. Sua importância se dá pelo fato de retratar e permitir comparar de maneira parametrizada períodos e avaliar a evolução do indicador, podendo ser utilizada como métrica para estabelecimento de metas conforme necessidades do processo produtivo (VIANA, 2012).

Como todos os indicadores produtivos, a disponibilidade física necessita ser gerida, de forma a acompanharmos sua evolução temporal, positiva ou negativa, para estabelecimento de melhores práticas ou mesmo para execução de planos de ação de melhoria, tornando-se um item gerenciável.

4.5. Coleta de dados

Os dados de Disponibilidade Física, Produtividade Corrida, Produtividade Efetiva e Limitações Produtivas foram obtidos no sistema informatizado utilizado pela empresa, denominado QlikView. O sistema QlikView é um software comercializado pela empresa QlikTech e utilizado para inteligência de negócios e visualização de dados. Os dados são apresentados em plataforma web (online) conforme acesso disponibilizado pela empresa para os colaboradores. Os dados são oriundos das leituras realizadas pelos computadores de bordo das colhedoras em campo, modelo MAG100, fabricado pela empresa Solinftec, que se comunica automaticamente com o sistema.

Os dados foram retirados diariamente considerando todas as máquinas denominadas colhedoras automotrizes de cana cadastradas na unidade produtora, totalizando a quantidade de 24 equipamentos da mesma marca, de fabricação entre 2010 e 2017. Os equipamentos em questão caracterizavam máquinas ainda em uso viável devido sua depreciação conforme legislação vigente exposta na Instrução Normativa SRF 162-1998 (SRF, 1998), a qual considera o tempo de depreciação para equipamentos agrícolas igual a 10 anos.

Para o período referência anterior à aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, foi escolhido o período entre 01/05/2017 a 30/06/2017, contabilizando 61 dias (1464 horas) referentes aos meses de maio e junho do referente ano em sua totalidade. A escolha desse período se deu devido ao mesmo caracterizar a faixa onde a unidade se encontrava em plena produtividade, uma vez passado a chamada "rampa de moagem", entre os dias 01/04/2017 a 30/04/2017, período no qual a unidade produtora ainda não se estabilizou em moagem nominal, o que traria instabilidade aos dados analisados.

Para o período analisado posterior à aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, foi escolhido o período entre 01/05/2018 e 30/06/2018, contabilizando também 61 dias (1464 horas) referentes ao mesmo período. Escolheu-se replicar o período entre os anos como forma de minimizar de variáveis não controladas, ao passo que o objetivo de estudo não se caracteriza em um ambiente controlado, mas sim o ambiente real de produção.

Os dados foram coletados diariamente, sempre um dia após a amostragem (D+1) como forma de reduzir falhas de comunicação entre os sistemas.

4.6. Análise dos dados

Os dados referência (Safra 17/18) e posteriores à aplicação das ferramentas de gestão (Safra 18/19) foram avaliados de maneira comparativa, de modo a demonstrarem os ganhos vinculados às aplicações. Para melhor interpretação dos dados coletados, os mesmos foram separados em dois grupos, denominados indicadores de produtividade, tendo sua unidade de medida em ton.máq^{-1}.dia^{-1}, e indicadores horários, tendo sua unidade em h.dia^{-1}.

Como meio de sanar desvios de leitura, optou-se por retirar da análise amostras nas quais o período de limitações produtivas fosse superior a vinte e três (23) horas. O mesmo foi realizado pois ao ser realizada análise prévia dos dados, para as amostras as quais se enquadravam no cenário, a produtividade efetiva (indicador estimado) apresentou valores superiores a 1500 ton.máq^{-1}.dia^{-1}, valores não condizentes com a limitações produtivas do maquinário.

As curvas, médias, desvios padrões e variâncias para cada um dos indicadores foram realizadas com ajuda do software Microsoft Office Excel (2010).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Implantação do Gerenciamento da Rotina

Como resultado do mapeamento das atividades diárias e da definição das atividades definidas como críticas ao trabalho dos colaboradores avaliados, foram confeccionados meteriais de apoio para a aplicação do gerenciamento da rotina na área de manutenção agrícola. Os meteriais, denominados Guias, dos cargos de mecânico de campo e gestor de operações de manutenção podem ser visualizados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

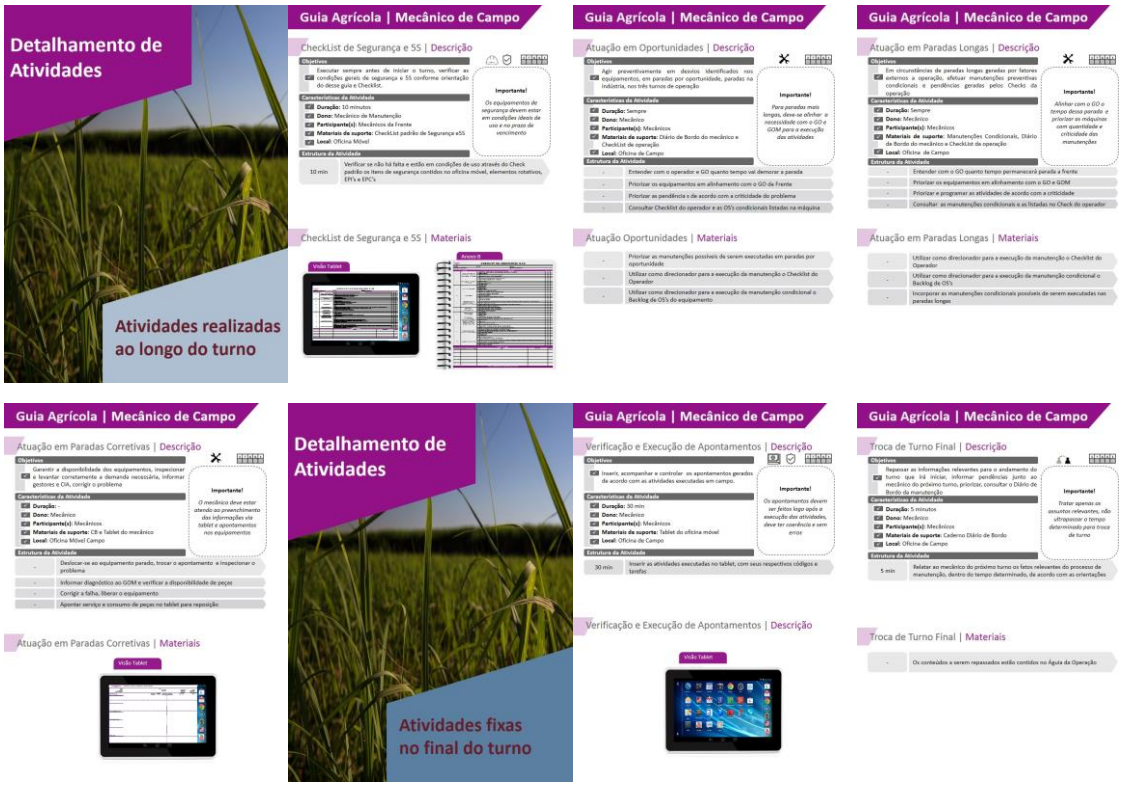
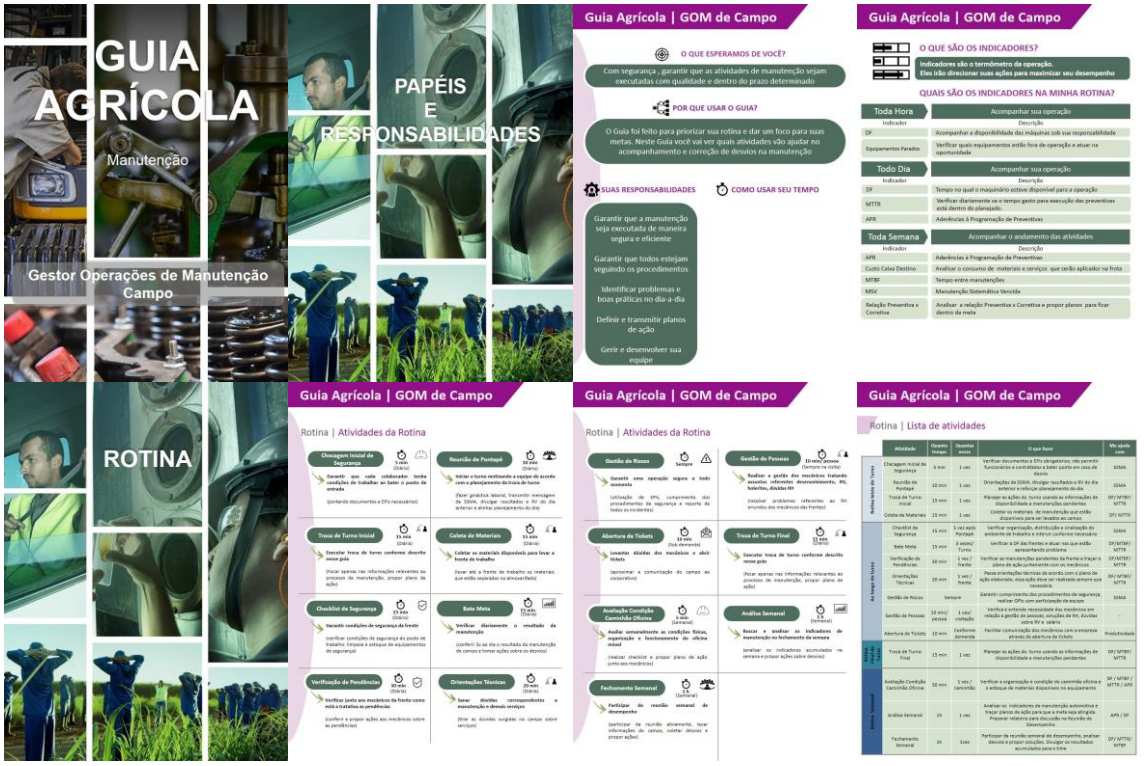


Figura 2. Guia destinado aos Mecânicos de Campo.



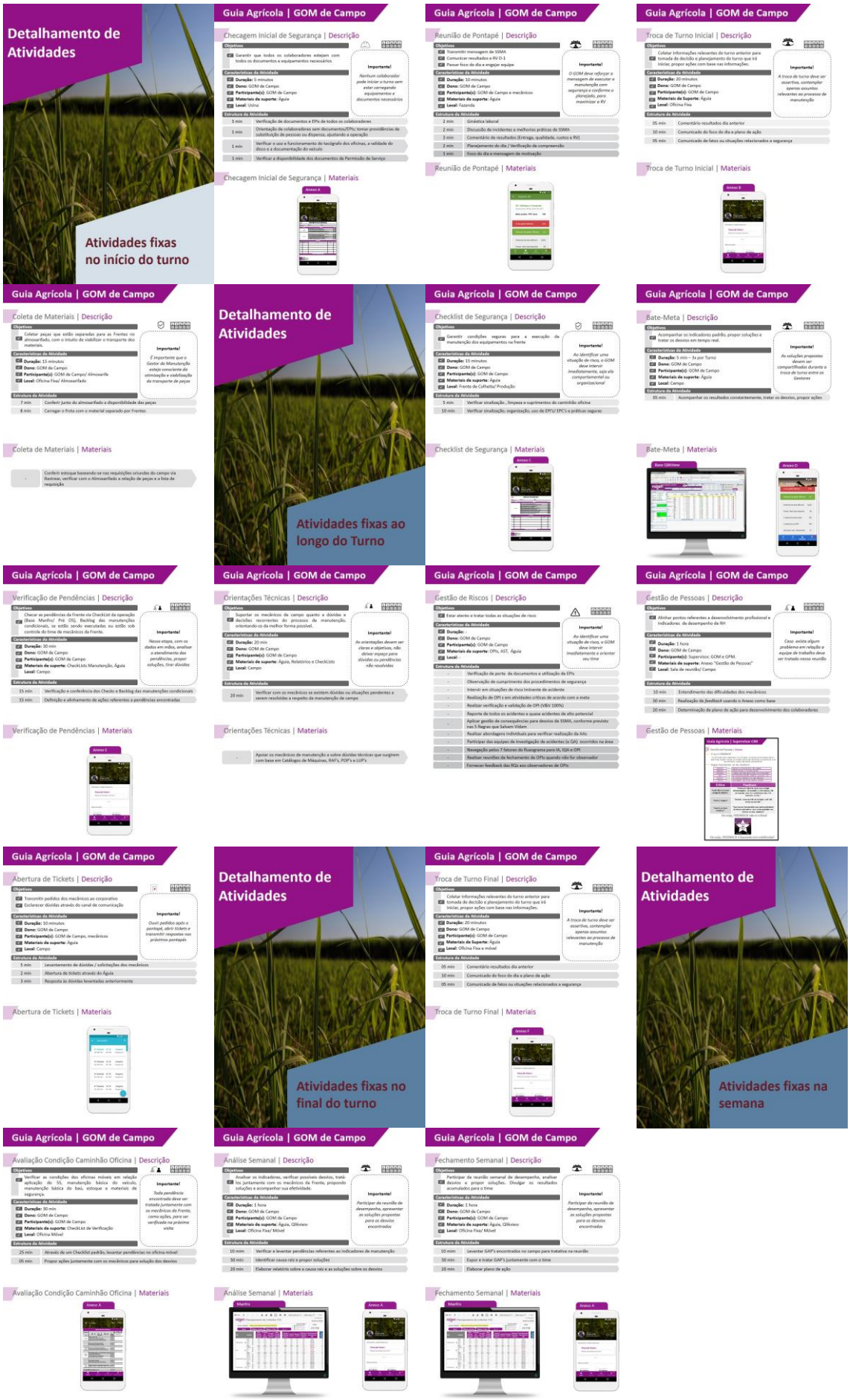


Figura 3. Guia destinado aos Gestores de Operação de Manutenção

Esses materiais foram utilizados como norteadores das atividades a serem realizadas durante a execução do trabalho referente a cada cargo. Nele constavam os papeis e responsabilidades do colaborador, demonstrando ao mesmo a sua importância para a o atingimento das metas do trabalho. No Guia constava também os indicadores vinculados ao trabalho de área de manutenção agrícola como forma destes também serem utilizado como controle da boa execução das manutenções. Além dos itens descritos anteriormente, constava ainda no material todo um descritivo de cada atividade a ser realizada, com tempos, materiais, localidades dentre outras características necessárias à correta execução da atividade proposta.

Para auxiliar a execução das atividades descritas pelos Guias, foram confeccionados materiais para aplicação da rotina proposta, os Cadernos da Rotina. Os Cadernos da Rotina dos cargos de mecânico de campo e gestor de operações de manutenção podem ser visualizados nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

Gestão de Processos Agroindustriais — **Águia Manutenção**

Mecânico

Nome		CS		Data	
Nome		CS			
Nome		CS			

Atividade Diárias		Outras Atividades
Checagem Inicial de Segurança		
Troca de Turno Inicial		
Reunião de Pontapé		
Checklist de Segurança		
Checklist de Equipamentos		
Atuação em Oportunidades		
Atuação em Paradas Longas		
Atuação em Paradas Corretivas		
Verificação e execução de apontamentos		
Troca de Turno Final		

Troca de Turno

	Frente	Frota	Pendência	Status
Equipamentos Parados				
Previsão de Preventiva				
Demais informações				

Checagem Inicial de Segurança

Área		Dono		Status	

Item	Padrão	NC	C	NA
Oficina Móvel	Está portando todos os EPI's necessários para execução das atividades e estão em condições de uso?			
	Está portando todos os documentos necessários para condução do veículo frota?			
	O veículo frota está em condições de uso, funcionamento e segurança?			
	O veículo frota está com todos os itens de segurança em dia (extintor, cinto de segurança, freios etc)?			
	As Permissões de Serviços estão no oficina móvel e estão visíveis para consulta?			
	As IT's/ POP's/ LUP's e catálogos estão disponíveis e de fácil acesso para consulta?			

Figura 4. Caderno da Rotina destinado aos Mecânicos de Campo.

Gestão de Processos Agroindustriais — Águia Manutenção

Gestor de Operações
Manutenção Campo

Nome		CS		Data	

Bate Meta

Hora		Meta	Real	Hora		Meta	Real
	Disponibilidade Física				Equipamentos Parados		
	Disponibilidade Física				Equipamentos Parados		
	Disponibilidade Física				Equipamentos Parados		
Diário	MTTR			Diário	APR		

Atividade Diárias

Checagem Inicial de Segurança		Gestão de Riscos	
Reunião de Pontapé		Gestão de Pessoas	
Troca de Turno Inicial		Abertura de Tickets	
Coleta de Materiais		Troca de Turno Final	
Checklist de Segurança		Avaliação Condição do Caminhão Oficina	
Bate Meta		Análise Semanal	
Verificação de Pendências		Fechamento Semanal	
Orientações Técnicas			

Troca de Turno

Frente Crítica?	SIM	NÃO	Qual?	
	Frente	Frota	Pendência	Status
Equipamentos Parados				
Previsão de Preventiva				
Demais informações				

Checagem Inicial de Segurança

Oficina/Frota			Turno	Gestor	
Item	Padrão			NC	C	NA
EPI'S E FROTA LEVE (Gestor)	Está portando todos os EPI's necessários para execução das atividades?					
	Está portando todos os documentos necessários para condução do veículo frota?					
	O veículo frota de uso está em condições de uso, funcionamento e segurança?					
	O veículo frota está com todos os itens de segurança em dia (extintor, cinto de segurança, freios etc)?					
OFICINA MÓVEL	Está portando todos os EPI's necessários para execução das atividades e estão em condições de uso?					
	Está portando todos os documentos necessários para condução do veículo frota?					
	O veículo frota de uso está em condições de uso, funcionamento e segurança?					
	O veículo frota está com todos os itens de segurança em dia (extintor, cinto de segurança, freios etc)?					
	As Permissões de Serviços estão no oficina móvel e estão visíveis para consulta?					
	As IT's/ POP's/ LUP's e catálogos estão disponíveis e de fácil acesso para consulta?					

Figura 5. Caderno da Rotina destinado aos Gestores de Operação de Manutenção.

Nos Cadernos da Rotina era possível realizar o preenchimento de informações conforme a realização de atividades descritas nos Guias, comprovando a realização da rotina proposta, tais como *Checklists*, informações pertinentes para troca de turnos e o acompanhamento de alguns indicadores. A utilização de tais materiais visava facilitar a execução dos conceitos de gerenciamento da rotina pelos colaboradores não tão familiarizados à metodologia proposta, atuando como uma ferramenta facilitadora à implantação na área da manutenção agrícola. Os

meterias foram impressos e entregues aos colaboradores, sendo 1 Guia e 1 Caderno da Rotina (de múltiplas páginas), sendo seguido de treinamento em sala referente à sua utilização e breve demonstração dos benefícios da metodologia.

O resultado qualitativo da aplicação do gerenciamento da rotina foi perceptível e dado como positivo uma fez que o *feedback* recebido dos colaboradores envolvidos indicava a facilidade no preenchimento dos materiais, que por sua vez refletia em uma boa aderência à utilização dos materiais entregues.

Para o período anterior à aplicação da gestão da qualidade, referentes ao período do ano de 2017 foram encontrados, para os indicadores produtividade corrida e produtividade efetiva, médias de 657,54 e 845,42 ton.máq^{-1}.dia^{-1}, respectivamente. Para disponibilidade física foi encontrado o valor médio de 22,63 h.dia^{-1}, assim como para limitações produtivas o valor médio encontrado foi de 5,39 h.dia^{-1}.

Enquanto que para o período posterior à aplicação da gestão da qualidade, referentes ao período do ano de 2018 foram encontrados, para os indicadores produtividade corrida e produtividade efetiva, médias de 680,33 e 776,37 ton.máq^{-1}.dia^{-1}., respectivamente. Para disponibilidade física foi encontrado o valor médio de 21,75 h.dia^{-1}, assim como para limitações produtivas o valor médio encontrado foi de 2,92 h.dia^{-1}.

Os valores médios para cada indicador nos respectivos períodos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios para os indicadores nos períodos anterior e posterior à aplicação das ferramentas de gestão da qualidade.

		Indicadores			
		Produtividade Corrida (ton.máq^{-1}.dia^{-1})	**Produtividade Efetiva (ton.máq^{-1}.dia^{-1})**	**Limitações Produtivas (h.dia^{-1})**	**Disponibilidade Física (h.dia^{-1})**
Ano	**2017**	657,54	845,42	5,39	22,63
	2018	680,33	776,37	2,92	21,75

Conforme os valores apresentados na Tabela 4, observa-se um aumento de 22,79 ton.máq^{-1}.dias^{-1} no valor médio da produtividade corrida entre os anos anterior e posterior à aplicação da gestão da qualidade na manutenção agrícola. Tal aumento pode se dar devido à melhor organização das operações alcançada com os princípios aplicados, gerando consistência nas manutenções executadas. Se levados em conta os valores de 137,10 Kg de ATR/tonelada de cana-de-açúcar para e o valor médio de R$ 44,60/saca de 50 Kg de açúcar informados pela UNICA (2019) para o período, tal resultado impacta positivamente em um lucro de R$ 2.787,06 máq^{-1}.dias^{-1}, que se levado em conta em uma safra de 240 dias resultam no lucro total de R$ 668.894,89 máq^{-1}.

O mesmo não se observa quando analisado o indicador produtividade efetiva, que contrariamente apresentou uma redução nos valores médios ao passar pela aplicação da gestão da qualidade. No entanto, o indicador não pode ser avaliado independente das limitações produtivas, uma vez que o indicador de produtividade é um derivado deste. Assim sendo, quando analisados em conjunto ambos os indicadores se percebe que embora haja uma redução no valor médio de produtividade efetiva, houve também uma redução no valor médio de limitações produtivas, justificando a variação. Cabe ressaltar que o indicador limitações produtivas se trata de períodos onde a produção agrícola não pode permanecer trabalhando devido influência de fatores não controlados de paradas industriais e clima, sendo impossível desassociar sua influência em um ambiente não controlado.

Quando analisadas as distribuições das produtividades corridas e efetivas ao longo dos períodos avaliados (Figuras 6 e 7) percebe-se que por poucas vezes os valores de produtividade corrida ultrapassaram valores de 800 ton.máq^{-1}.dia^{-1}, ao passo que a produtividade corrida por poucas vezes ultrapassou valores de 1200 ton.máq^{-1}.dia^{-1}.

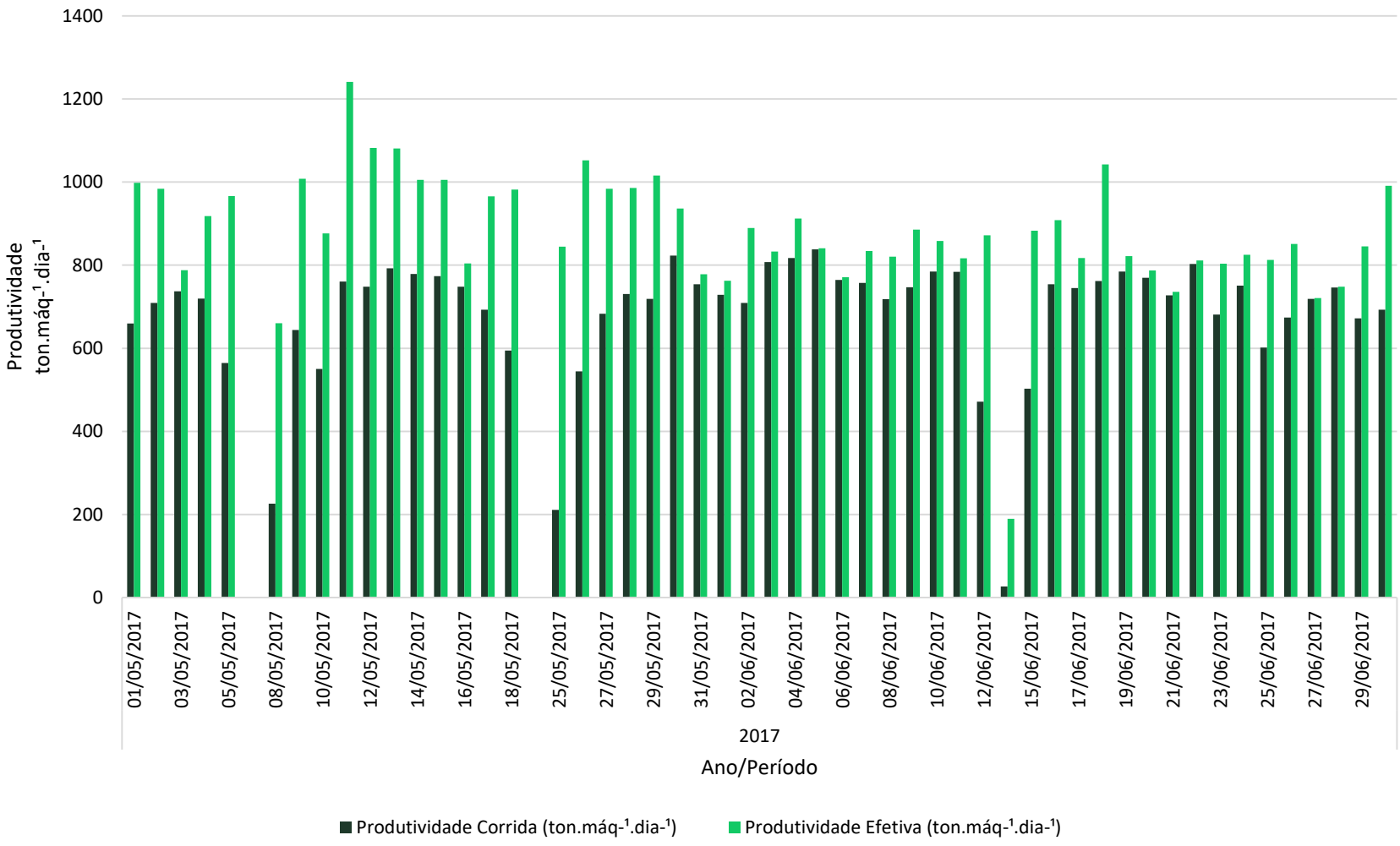


Figura 6. Distribuição dos valores coletados para os indicadores de produtividade para o periodo de 2017, anterior à aplicação do gerenciamento da rotina.

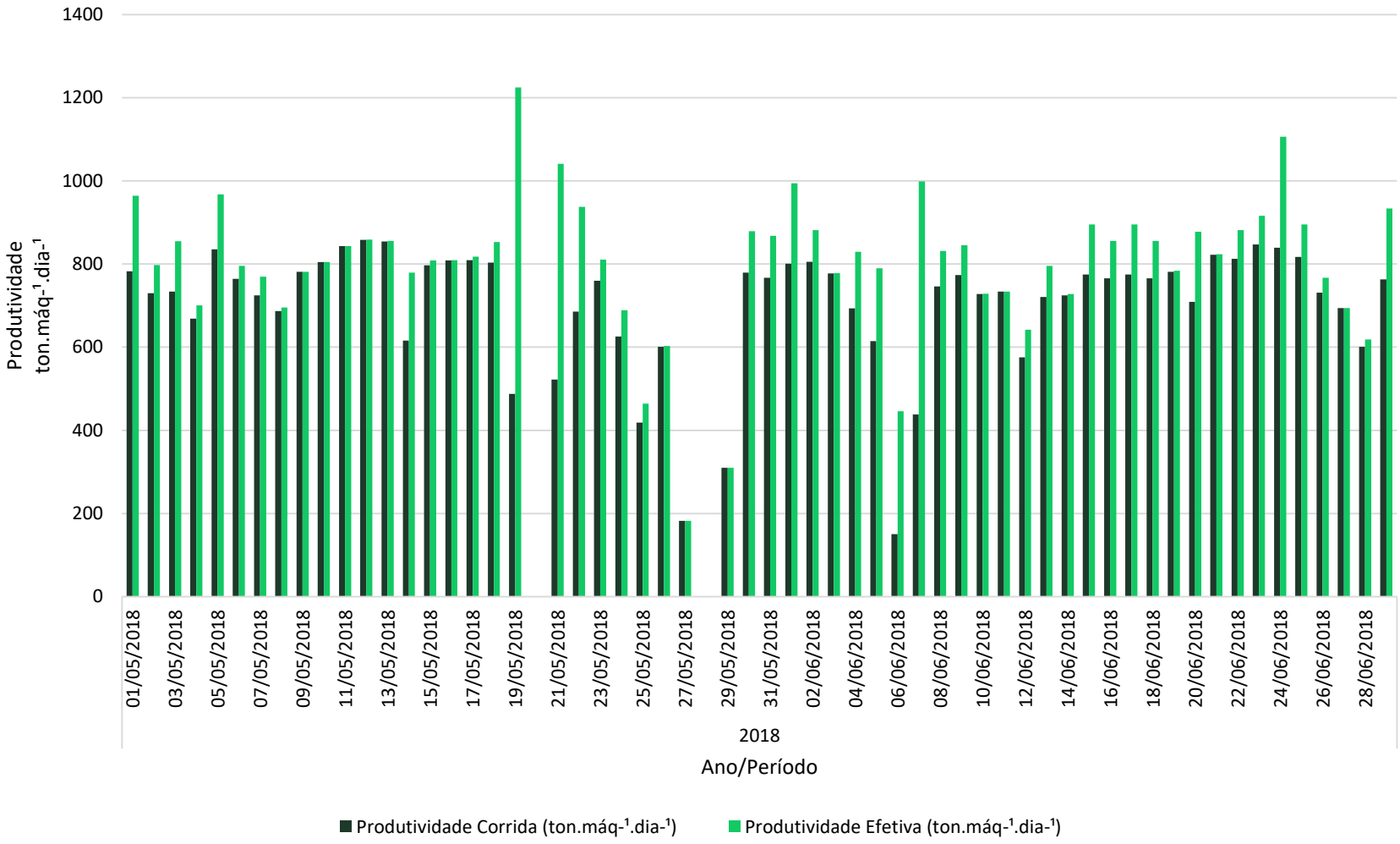


Figura 7. Distribuição dos valores coletados para os indicadores de produtividade para o periodo de 2018, posterior à aplicação do gerenciamento da rotina.

Quando analisadas as distribuições dos indicadores horários dos períodos avaliados (Figuras 8 e 9) percebe-se que quando os valores de limitações produtivas se aproximam do limite diário (24h) a disponibilidade se aproxima também do limite horário. Tal feito se dá pelo fato de que nos momentos onde os equipamentos se encontram parados devido a limitações produtivas a probabilidade de ocorrerem quebras e consequentemente a redução da disponibilidade é praticamente nula, ocorrendo então o efeito observado.

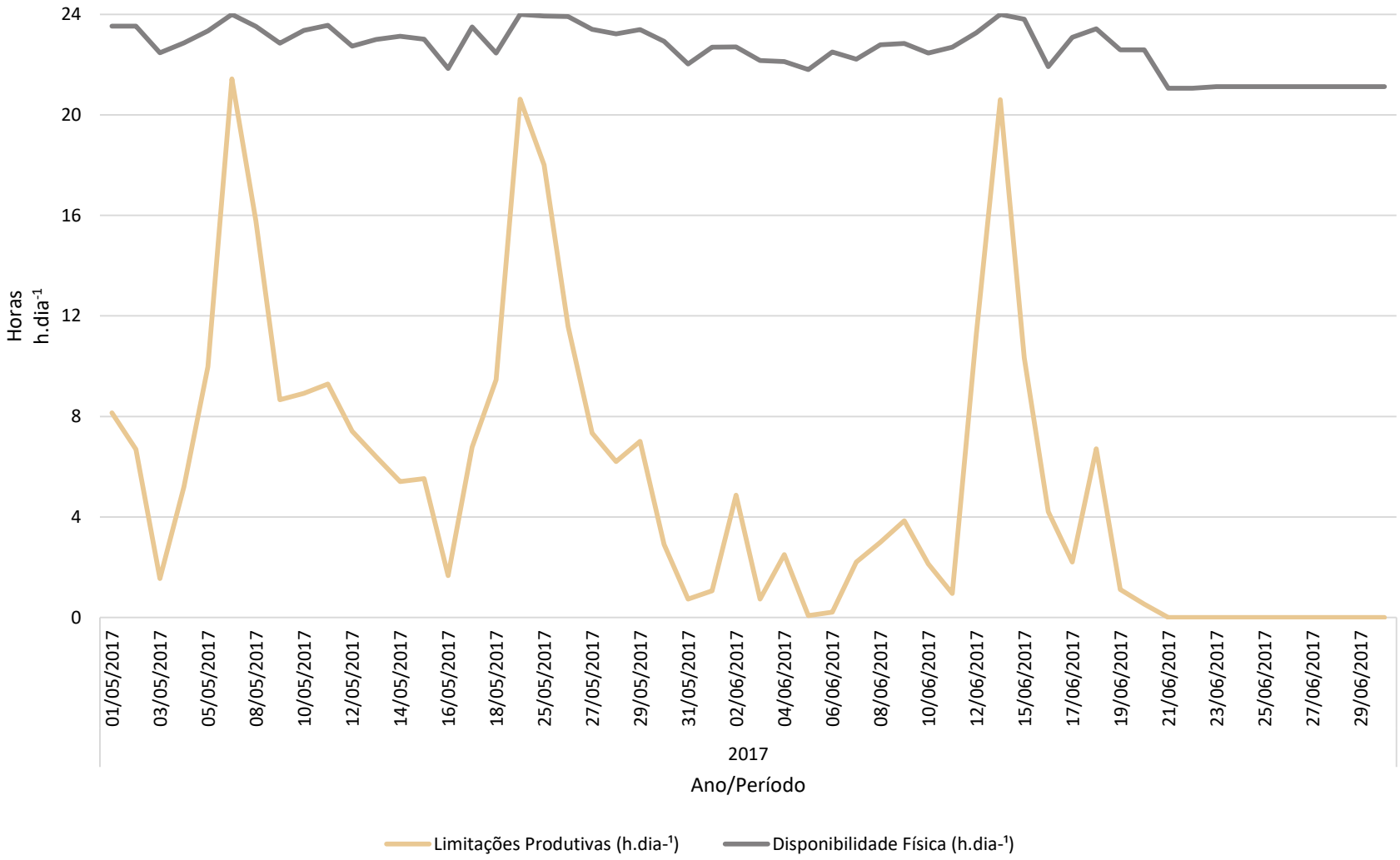


Figura 8. Distribuição dos valores coletados para os indicadores horários para o período de 2017, anterior à aplicação do gerencimento da rotina.

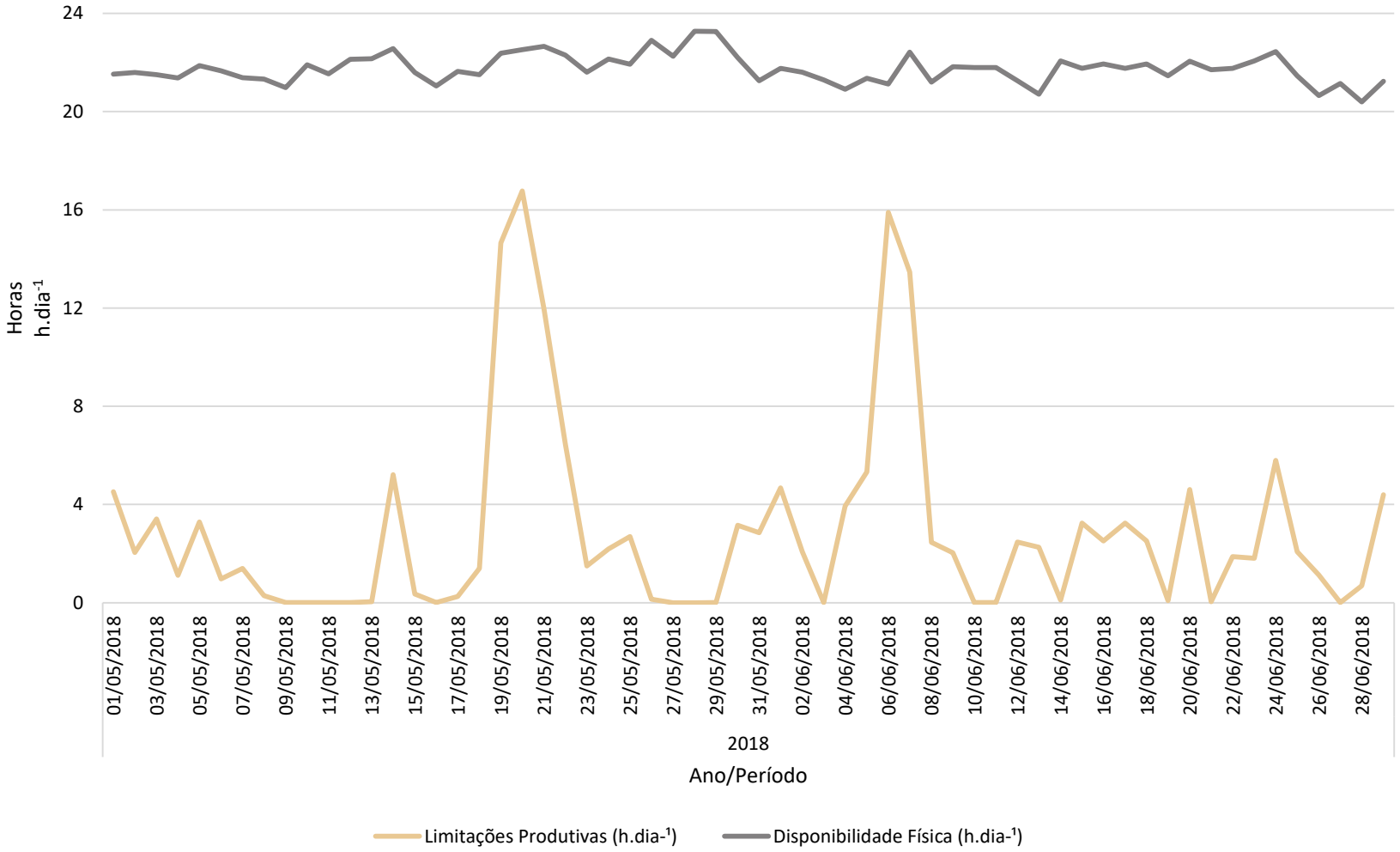


Figura 9. Distribuição dos valores coletados para os indicadores horários para o período de 2018, posterior à aplicação do gerenciamento da rotina.

No entanto, como forma de avaliar conjuntamente os indicadores e seu comportamento, é possível observar nas Figuras 10 e 11 as distribuições dos indicadores horários e produtivos em um gráfico de eixos combinados. Pode-se observar quando ocorrem picos no indicador limitações produtivas (acima de 20 horas), os valores de produtividade são nulos ou se aproximam da nulidade, confirmando o analisado independentemente nos indicadores horários.

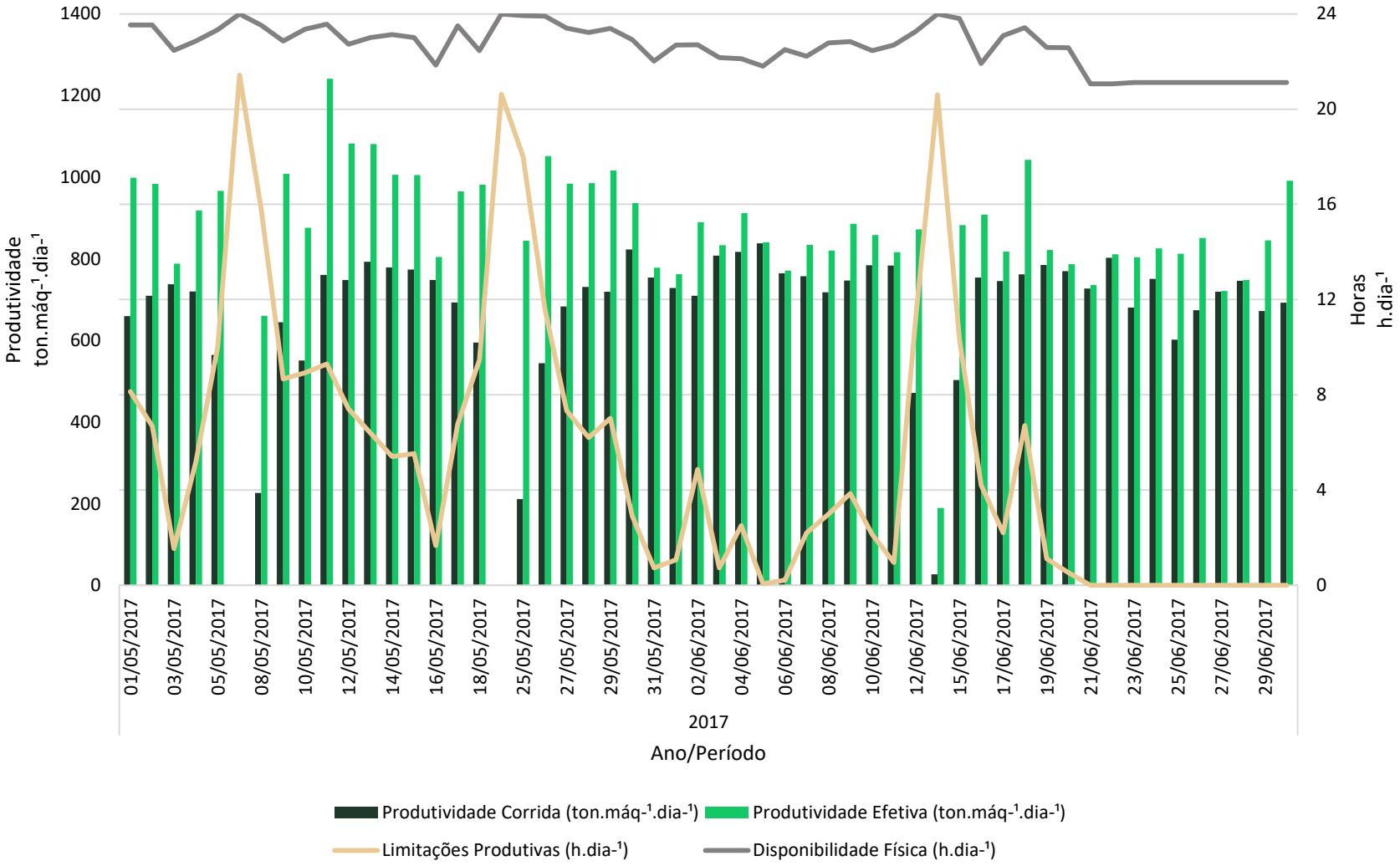


Figura 10. Distribuição dos valores de indicadores de produtividade e horários para o período 2017, anterior à aplicação do gerenciamento da rotina.

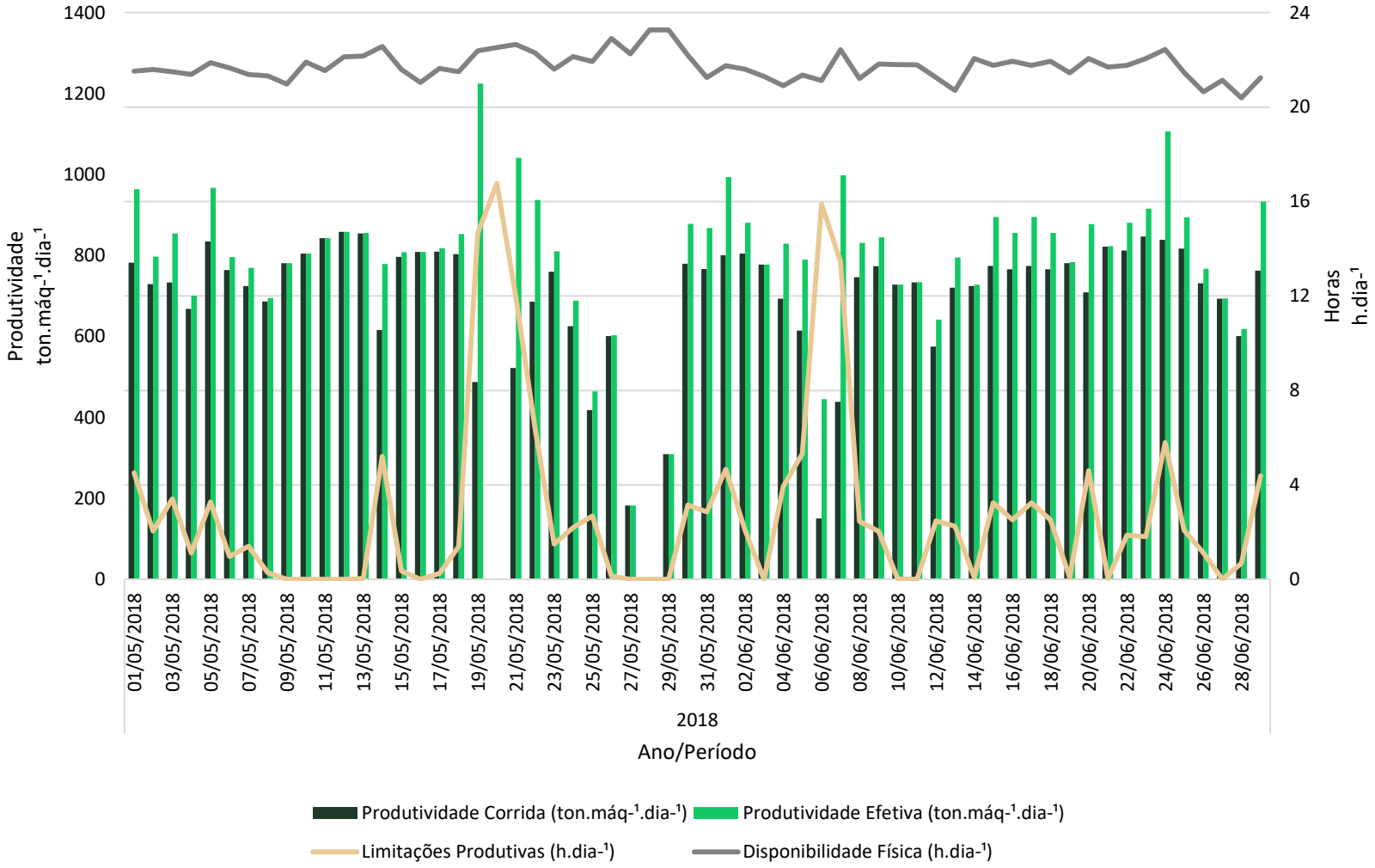


Figura 11. Distribuição dos valores de indicadores de produtividade e horários para o período de 2018, posterior à aplicação do gerenciamento da rotina.

Quando levados em consideração os fatores citados anteriormente pode-se interpretar de uma maneira complexa o comportamento dos indicadores produtivos com o passar da aplicação da gestão da qualidade. Observa-se, entre os anos analisados, um aumento no indicador produtividade corrida, o que pode ser levado a crer que o mesmo se deu devido às boas práticas oriundas da gestão da qualidade. No entanto quando se observa o indicador produtividade efetiva observa-se uma retração de seu valor médio entre 2017 e 2018. Se analisado esse indicador separadamente pode-se inferir que houve uma falha na proposta da aplicação. No entanto ao avaliarmos a média dos valores de limitações por paradas na indústria para os dois períodos observa-se também uma redução no seu valor médio entre os dois anos, o que consequentemente gera uma redução na produtividade efetiva. Esse fato se deve ao indicador produtividade efetiva ser calculado em função das limitações industriais conforme mostra a fórmula 2[1].

O mesmo pode-se dizer sobre o indicador disponibilidade física, uma vez que a redução observada na média do indicador limitações por paradas na indústria traz também para baixo o valor médio de disponibilidade física em 0,88 $h.dia^{-1}$, observado na Tabela 4. Isso se dá uma vez que as reduções de tempos de paradas, oriundas das reduções de limitações produtivas, aumentam a probabilidade de quebra dos equipamentos oriundos de sua maior utilização, redução de possibilidade de manutenções em paradas e consequente redução na disponibilidade física.

Analisar o gerenciamento da rotina, em um ambiente real de produção requer diversas ressalvas no que diz respeito à análise dos dados obtidos. Por se tratar de ambiente não controlado não foi possível isolar o fator clima do estudo. Esse, como sendo um dos principais alteradores da produtividade, tanto efetiva quanto corrida, deve ser levado em consideração quando compara-se o estudo com demais literaturas sobre o tema.

Considerando os resultados obtidos, percebe-se que, embora sensível, houve um aumento na produtividade corrida média, indicador que retrata a realidade da colheita. O impacto oriundo das práticas aplicadas pode ser vinculado ao aumento observado, no entanto ainda existem muitos entraves a serem ultrapassados para que as melhorias implantadas resultem no total potencial de sua aplicação. Autores afirmam que, por muitas vezes, as empresas em processo de implementação da gestão da qualidade, focam seus esforços em gerenciar a qualidade ao invés de incentivarem a melhoria contínua (GEROLAMO et al. 2014), onde existe uma grande oportunidade de aumentarem seus níveis de produtividade. Gerolamo et al. (2014) ao realizar pesquisa com 125 empresas praticantes de gestão da qualidade obteve números que mostram que 30% das empresas encontram-se ainda no primeiro nível de implementação da gestão da qualidade, a de inspeção de seus processos, enquanto que apenas 20% se identificaram estando em um nível de gestão estratégica da gestão da qualidade, considerado um nível maduro do processo.

Sharma (2006) estudando o status de aplicação da gestão de qualidade em empresas de Queensland, na Austrália, discorreu que embora mais de um terço das empresas envolvidas na pesquisa aplicam os fundamentos, apenas uma pequena parcela dessas empresas se consideram em um nível maduro no que diz respeito à gestão da qualidade. Um fator observado por diversos autores é que o sucesso da gestão da qualidade pode estar, muitas vezes, ligado a fatores "suaves" vinculados à implementação, tais como a ausência de burocracia, comunicação e liderança (BERTOLOTTI et al. 2015; YAMADA et al. 2013).

A liderança em si pode ter sido um ponto relevante ao caso estudado. Conforme o estudo foi desenvolvido ficou perceptível uma lacuna no que diz respeito ao preparo dos gestores de operação para gerir o time de mecânicos. Barbosa et al. (2017) estudando os estilos de liderança na aplicação da gestão da qualidade estabelece que o sucesso da implantação está muitas vezes relacionado à existência de uma liderança voltada ao desenvolvimento da equipe ao invés simplesmente da relação de recompensa pelo serviço realizado. Ao analisarmos

[1] A fórmula para produtividade efetiva pode ser visualizada na página 27.

o caso em questão percebe-se que os gestores de operação são colaboradores que muitas vezes deixaram de ser mecânicos para ocuparem o primeiro cargo de liderança por seu desempenho, porém, sem terem sido preparados na gestão de pessoas. Esse fator pode ser de grande relevância na construção de uma cultura voltada ao desenvolvimento dos colaboradores envolvidos no processo.

Haja visto o exemplo prático exposto no caso e a teoria propriamente dita, a gestão de qualidade tem em seus pilares a melhoria contínua. Avaliar a implantação das ferramentas propostas pela comparação de apenas dois anos sucessivos não expressaria todos os potenciais ganhos que poderiam ser alcançados com sua implementação. Dados como os expostos ao longo da discussão corroboram para o pensamento de que as próprias empresas têm conhecimento de que os ganhos oriundos da qualidade estão vinculados às melhorias progressivas que a metodologia preconiza. Assim sendo, a evolução do estudo em questão levando em consideração um maior período de análise, com mais ciclos de produção, poderia ser uma forma de avaliar se houve realmente um ganho consistente no processo oriundo da manutenção da aplicação de gestão da qualidade ao contrário de um evento pontual de aumento de produtividade sem vínculo com a metodologia.

Uma hipótese levantada durante o desenvolvimento deste trabalho foi a do impacto das paradas da indústria na produtividade agrícola das colhedoras de cana. Uma vez que as limitações produtivas se baseiam no somatório das limitações por chuva e paradas da indústria, uma sugestão do autor para a continuidade e desenvolvimento de estudos no setor sucroenergético se dá pela quebra do indicador e análise de viabilidade de aplicação de ferramentas de gestão na área de manutenção industrial como meio de reduzir, ou até mesmo otimizar, as paradas por limitações produtivas[2] da usina. Realizar tal quebra vai ao encontro com o que prega a gestão da qualidade, no que diz respeito a focar na constante busca por melhorias que visam a resolução de problemas em sua causa raiz.

[2] A fórmula para limitações produtivas pode ser visualizada na página 28.

6 CONCLUSÕES

A aplicação do gerenciamento da rotina na área de manutenção agrícola foi alcançada com sucesso, haja vista os retornos positivos quanto à sua aderência e facilidade de utilização.

Os efeitos da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade foram positivos à área de manutenção agrícola, haja vista a melhora na média do indicador produtividade corrida em 22,79 ton.máq^{-1}.dias^{-1} entre as safras analisadas, resultando em um lucro de R$ 2.787,06 máq^{-1}.dias^{-1}. Quando analisado frente à demais casos estudados percebe-se ainda que existe uma curva de aprendizado que precisa ser respeitada para que todos os benefícios da metodologia sejam alcançados. Quanto ao indicador disponibilidade física, demonstrou-se uma redução nas suas médias de 0,88 h.dia^{-1} entre os períodos, muito em função da redução das limitações produtivas da qual a disponibilidade física e dependente.

Não obstante o estudo na área de manutenção agrícola, a partir das análises deste trabalho permitiu-se levantar outra hipótese referente à manutenção industrial e sua relação de causa-efeito com os indicadores limitações produtivas e produtividade corrida. Essa possibilidade corrobora com os objetivos de uma boa implementação da gestão de qualidade, que deve estar focada em buscar constantemente a solução de problemas enfrentados no dia-a-dia. Em suma, este trabalho permitiu expandir a aplicabilidade de uma metodologia já consolidada em outros setores à uma área em franca expansão que é o setor agrícola, para que este consiga expressar todo o seu potencial produtivo alinhado à melhores práticas de gestão.

REFERÊNCIAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e mantenabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARBOSA, F. M.; GAMBI, L. N.; GEROLAMO, M. C. Leadership and quality management – a correlational study between leadership models and quality management principles. **Gestão & Produção**, v. 24, n.3, p. 438-449, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2017000300438&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 de ago. 2019.

BIGATON, A.; DANELON, A.; BRESSAN, G.; DA SILVA, H. J. T. (2016). Previsão de custos do setor sucroenergético na região Centro-Sul do Brasil: safra 2017/18. **Revista iPecege**, v. 3, n. 3, p. 65-70, 2017. Disponível em: < https://revista.ipecege.com/Revista/article/view/185/106>. Acesso em: 17 de mai. 2019.

BOCCA, F. F.; RODRIGUES, L. H. A.; ARRAES, N. A. M. When do I want to know and why? Different demands on sugarcane yield predictions. **Agricultural Systems,** v. 135, p. 48-56, 2015. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X14001632>. Acesso em: 14 de mai. 2019.

BOUER, G. **Modelo para implementação e gerenciamento da qualidade total**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BRASSOLATTI, T. F. Z.; HESPANHOL, P. A.; COSTA, M. A. B.; BRASSOLATTI, M. Etanol de primeira e segunda geração. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**, v. 2, n. 1, 2016. Disponível em: <http://rinte.ifsp.edu.br/index.php/SInTE/article/view>. Acesso em: 07 aug. 2019.

CALARGE, F. A. **Visão sistêmica da qualidade**: a melhoria de desempenho da organização direcionada pela qualidade. São Paulo: Artliber Editora, 2001. 256 p.

CALVO-MORA, A.; ARACELI PICÓN, C. R.; LOURDES, C. The relationships between soft-hard TQM factors and key business results. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n.1, p. 115–143, 2014.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. 8.ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. 266 p.

CAMPOS, V. F. **O verdadeiro poder**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009. 159p.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. (Org.) **Gestão da Qualidade**: Teoria e Casos. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006. 376 p.

DEMING, W. E**. Out of the crisis**. Cambridge: Center for Advanced Engineering Study, Massachusetts Institute of Technology, 1986. 523 p.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; ALI, S. S. Exploring the relationship between leadership, operational practices, institutional pressures and environmental performance: A framework for green supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 160, p. 120–132, 2015.

FIGUEIREDO, J. S., SILVA, S. C., AND QUEIROZ, M. F. M. Mecanização na colheita da cana-de-açucar. **Leituras Econ. Polit**, v. 22, p.31-44, 2015. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/3389/LEP22.pdf#page=37>. Acesso em 17 de nov. 2019.

FLYNN, B. B.; SCHRODER, R. G.; SAKAKIBARA, S. A framework for quality management research and an associated measurement instrument. **Journal of Operations Management**, v.11 n.4, p. 339-366, 1994.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: Boas práticas e sugestões. **Revista Estudo & Debate,** v. 18, n. 2, p. 07-22, 2011. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/viewFile/30/196>. Acesso em: 14 mai. 2019.

GALGANO, A. **Calidade tota**l: clave estratégica para la competitividad de la empresa. Bogotá: Diaz de Santos, 1993. 537 p.

GARVIN, D. A. Competing on the Eight Dimensions of Quality. **Harvard Business Review**, v.65, n.6, 1987.

GEROLAMO, M. C.; POLTRONIERI, C. F.; YAMADA, T. T.; CINTRA, A. L. B. Quality management: how do Brazilian companies use it?. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.143, p. 995-1000, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais**: 4º trimestre de 2018. Coordenação de Contas. 2019.

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**: 4º trimestre de 2017. Coordenação de Contas. 2018.

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**: Indicadores de Volume e Valores Correntes. Diretoria de Pesquisas. 2017.

ISHIKAWA, K. **"TQC-Total quality control"**: Estratégia e Administração da Qualidade. IM&C International Sistemas Educativos, 1986.

JURAN, J. M. **Juran on leadership for quality**: an executive handbook. New York: Free Press, 1989. 384 p.

KARDEC, A.; NASCIF, J. A. **Manutenção Preditiva**: fator de sucesso na gestão empresarial. Rio de Janeiro: QualityMark, 2013. 196 p.

OLIVEIRA, L. E. K; FOLLE, S. M.; FRANZ, C. A. B.; MARTIN, U. **Trabalhador na operação e na manutenção de tratores agrícolas**: operação de arado de discos reversíveis. Brasília: SENAR, 2001. 76 p.

PELOIA, P. R.; BOCCA, F. F.; RODRIGUES, L. H. A. Identification of patterns for increasing production with decision trees in sugarcane mill data. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 4, p. 281-289, 2019. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010390162019001400281&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 mai. 2019.

PELOIA, P. R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 681-691, 2010.

PELLOSO, M. F.; LIMA, A. A. DE, PELLOSO, B. F.; SILVA, A. P. DA. Perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar em resposta a diferentes velocidades da colhedora e de rotação do extrator primário. **Colloquium Agrariae**, v.15 n.2, p. 114-120. 2019. Disponível em: < http://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2780>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PEREIRA, G. G. S.; ALBRECHT, A. J. P.; FAUSTO, D. A.; MIGLIAVACCA, R. A. Custo de produção de cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul**. Revista iPecege**, v. 1, n.1, p. 81-102, 2015. Disponível em: <https://revista.ipecege.com/Revista/article/view/5/6>. Acesso em 25 ago. 2019.

RODRIGUES, A. L. P.; SANTOS, M. S.; SERRA, M. C.; PINHEIRO, E. M. A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de shuts. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 9, n. 18, p. 48-70, 2017. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/v9n1803/pdf.>. Acesso em 21 de maio 2019.

SANTOS, H. F.; Oligopolização e financeirização do setor sucroenergético brasileiro no século XXI. Revista de Geografia, v. 35, n.2, p.113-133, 2018. Disponível em: < https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/230494/29032>. Acesso em 17 de nov. 2019.

SOARES, M.; VARGAS, D. F.; BRASIL, J. E. S. As oito dimensões da qualidade de Garvin e a dimensão tempo em serviços de saúde. In: **Semana Internacional das Engenharias e Economia da FAHOR**, 2017, Horizontina. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/318210643_AS_OITO_DIMENSOES_DA_QUALIDADE_DE_GARVIN_E_A_DIMENSAO_TEMPO_EM_SERVICOS_DE_SAUDE>. Acesso em 21 de maio de 2019.

SOLIANI, R. D.; ARGOUD, A. R. T. T.; A verticalização das operações logísticas de um grupo do setor sucroenergético. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção,** 2019**.** v.19 n. 2, p.597-616. Disponível em < https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/3306/1790>. Acesso em 17 de nov. 2019.

SRF. **Instrução Normativa SRF nº 162**. Brasília, 1998. Disponível em: < http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=15004&visao=original>. Acesso em 17 de mai. 2019.

UNICA. **Relatório final da safra 2018/2019**. São Paulo, 2019b. Disponível em: < http://unicadata.com.br/listagem.php?idMn=109>. Acesso em: 17 de nov. 2019

UNICA. **Fotografia do setor sucroenergético no brasil e os benefícios economicos, ambientais e sociais gerados**. São Paulo, 2018. Disponível em: < http://www.unica.com.br/documentos/documentos/cana-de-acucar/>. Acesso em: 17 de mai. 2019.

VIANA, H. R. G. **PCM**: Planejamento e Controle de Manutenção. Rio de Janeiro: QualityMark, 2014. 192 p. 6 ed.

YAMADA, T. T.; POLTRONIERI, C. F.; GAMBI, L. D. N.; GEROLAMO, M. C. Why does the implementation of quality management practices fail? A qualitative study of barriers in Brazilian companies. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 81, n. 1, p. 366-370, 2013.

YIN, R. K. **Case study research and aplications**: design and methods. Thousand Oaks: SAGE Publications. 2017. 350 p.