

Efeito da Aplicação de um Sistema de Automação Agrícola em Colheita Mecanizada de Cana-de-Açúcar como Ferramenta de Gestão e Controle de Custo Operacional

Effect of the Application of Agricultural Automation System on Mechanized Sugarcane Harvesting as a Management Tool and Operational Cost Control

Adilson Aparecido Lançoni^{*a}; Wesley Martinelli Soares^b; Celso da Costa Carrer^c; César Gonçalves Lima^d

^aCentro Universitário Anhanguera. SP, Brasil.

^bAmérica Latina. SP, Brasil

^cFaculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. SP, Brasil.

^dFaculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Gestão e Inovação na Indústria Animal. SP, Brasil.

*E-mail: adilson.lanconi@anhanguera.com

Resumo

Nos últimos dez anos, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro apresentou um crescimento expressivo de 70,36%, segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2019). Com o constante crescimento da cadeia produtiva do agronegócio brasileiro, os produtores buscam cada vez mais investir em tecnologia e inovação, visando melhoria na qualidade do produto, eficiência produtiva e melhor rentabilidade financeira. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da implantação de um sistema de automação agrícola em colheita de cana-de-açúcar mecanizada, de forma a identificar o comportamento dos custos operacionais de produção em uma usina no interior de São Paulo. Para realização da pesquisa, optou-se pela pesquisa exploratória qualitativa, com utilização de estudo de caso, e com levantamento bibliográfico. Foi possível constatar que o processo de corte, colheita e transporte, quando mecanizados, tendem a ser menos oneroso para as empresas deste segmento e os investimentos necessários para viabilizar a operação foram amortizados no período de dois anos. Também se observou que o processo de mecanização agrícola proporciona o uso de ferramentas gerenciais para obtenção de informações ágeis, on-line e precisa, diminuindo o uso de planilhas manuais e controles paralelos, com reflexos na redução de erros e atrasos na tomada de decisão.

Palavras-chave: Custo Operacional. Agronegócio Brasileiro. Investimento. Viabilidade Financeira.

Abstract

In the last ten years, the Gross Domestic Product (GDP) of Brazilian agribusiness has shown a significant growth of 70.36% according to the Center of Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA, 2019). With the constant growth of the Brazilian agribusiness production chain, producers are increasingly seeking to invest in technology and innovation aiming at improving product quality, production efficiency and better financial profitability. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the implementation of a system of agricultural automation in mechanized sugarcane harvesting, in order to identify the production costs behavior in a plant in the interior of São Paulo. To carry out the research, it was opted for the qualitative exploratory research, using study and bibliographic survey. It was found that the cutting, harvesting and transportation process, when mechanized, tend to be less costly for companies in this segment and the investments necessary to make the operation viable were amortized over a period of 2 years. It was also observed that the agricultural mechanization process provides the use of management tools to obtain agile, accurate and on-line information, reducing the use of manual spreadsheets and parallel controls, with consequences for reducing errors and delays in decision making.

Keywords: Operational Cost. Brazilian Agribusiness. Investment. Financial Viability.

1 Introdução

O agronegócio brasileiro é um dos setores de suma importância no Brasil, sendo responsável por um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Uma das principais atividades do setor é a produção canavieira, que segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO (FAO, 2016), se destaca como uma importante atividade entre as dez principais produções no Brasil, seguida pela cultura de soja, milho, leite e outros.

Essa importância se reflete no mercado mundial, no qual o Brasil é o país que apresenta a maior produção de cana-de-açúcar do mundo, compondo 60% do mercado global, no qual a Índia e a China ocupam o segundo e terceiro lugar,

respectivamente (MORAES *et al.*, 2013; FAO, 2016; UNICA, 2018). São aproximadamente mais de 8 milhões de hectares destinados ao plantio deste produto em todo o país e se estima que aproximadamente 89% deste cultivo se encontram localizados na região Centro-Sul (MORAES *et al.*, 2013).

Apesar da safra 2017/18 ter apresentado uma redução de 3,6% em relação à safra anterior, o Brasil continua líder em produção de cana-de-açúcar (CONAB, 2018). Segundo o levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a produção canavieira total nacional, em 2017, foi de 638.064.292 toneladas, no qual a região Sudeste obteve participação fundamental com uma produção de 66,34%, seguido da região Centro-Oeste com 20,76%, Nordeste (6,3%), Sul (6%) e Norte (0,57%). Ao se comparar a produção

entre os Estados da região Centro-sul na safra 2016/2017, encontra-se uma maior porcentagem apontada para o Estado de São Paulo (60,4%), seguido dos Estados de GO (11%), Minas Gerais (10,4%), Mato Grosso (8,2%), Paraná (6,9%) e outros (0,4%) (BRASIL, 2017).

Esse crescente aumento na demanda e na produção impulsionam os produtores canavieiros a buscarem por melhorias na otimização da produção, investimentos em mecanização de colheita, aproveitamento de subprodutos, logística de transporte, entre outros (MEURER *et al.*, 2015).

Atualmente, são encontrados na literatura estudos que analisam estratégias de planejamento, mecanização e automação agrícola com o objetivo de melhorar o plantio, a colheita e, conseqüentemente, a produtividade em usinas (CARVALHO FILHO, 2000; RIPOLI *et al.*, 2001; CERVI *et al.*, 2015; SOUZA, 2017; JUNQUEIRA; MORABITO, 2017).

O sistema de colheita mecanizada, por exemplo, foi um grande avanço tecnológico no Brasil, possibilitou maior rendimento operacional e tem crescido nos últimos anos, com uma estimativa do seu uso em 90,2% na produção de cana nacional (CONAB, 2018; GIACHINI *et al.*, 2016).

Sabe-se que a cadeia de produção da cana-de-açúcar contém inúmeras particularidades que afetam, de forma significativa, o custo final de produção, e a colheita é uma operação custosa que interfere na eficiência industrial (JUNQUEIRA; MORABITO, 2017). Esta etapa é responsável por 35% a 38% do custo total no processo produtivo, no qual o corte mecanizado, o transporte e o carregamento representam 53%, 32% e 15% respectivamente do custo total de produção (PEREIRA *et al.*, 2015; BASTOS *et al.*, 2016).

Apesar de ainda haver locais nos quais o corte manual prevalece, o uso da mecanização é de suma importância, principalmente, para obter uma produtividade maior e com custos reduzidos, ainda que seja necessário investir capital para a modernização destes sistemas (BASTOS *et al.*, 2016). Oliveira e Nachiluk (2011) compararam o custo de produção para a cultura de cana-de-açúcar das regiões representativas do Estado de São Paulo e concluíram que a adoção da colheita mecanizada pode significar uma redução de 30% no custo de produção em relação à colheita manual.

Com isso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da implantação de um sistema de automação agrícola em colheita de cana-de-açúcar mecanizada, de forma a identificar o comportamento dos custos operacionais de produção em uma usina no interior de São Paulo.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória qualitativa, com utilização de estudo de caso e levantamento bibliográfico. No levantamento bibliográfico foram consideradas as obras relativas ao agronegócio brasileiro - com foco na atividade canavieira, atrelado a um objeto de estudo:

uma usina no interior de São Paulo. Assim, do ponto de vista do objetivo, a pesquisa apresenta características exploratórias, o que proporciona maior familiaridade ao assunto e com intuito de torná-lo explícito (GIL, 2009).

2.2 Plantio e cultivo da cana-de-açúcar

O planejamento agrícola, se não for bem executado, trará conseqüências desastrosas para o setor industrial, refletindo-se no balanço financeiro do processo (MARQUES; JÚNIOR, 2001). Para isso a relação da disponibilidade da matéria-prima (cana-de-açúcar), manejo produtivo e acordos com fornecedores direcionam os custos operacionais da colheita.

Segundo CONAB (2018), no Brasil, 633,26 milhões de toneladas de cana-de-açúcar são processadas. Mesmo com redução de 1,3% nos hectares em relação ao período 2017/2018, o País se destaca entre os maiores produtores do segmento. Neste sentido, são de extrema relevância os acordos de arrendamento com os proprietários das terras e o manejo produtivo. Desta forma, as etapas de plantio e cultivo da cana-de-açúcar se tornam imprescindíveis na otimização e redução dos custos produtivos da indústria canavieira.

O processo de cultivo do solo é, preliminarmente, decisivo na qualidade da matéria-prima (cana-de-açúcar), no rendimento produtivo (relação consumo e desempenho) e na proteção contra erosão. Nesta etapa, o planejamento do cultivo precisa estar alicerçado ao tipo de plantio desejado, seja convencional ou mecanizado. Silva (2017) ressalta que a mecanização agrícola permite aumentar a produtividade, simplificar o processo produtivo, obter maior precisão e redução de perdas.

Marques *et al.* (2001) destacam que o plantio convencional caracteriza pelo emprego de grande quantidade de mão de obra, responsável pelo alto custo de implantação da lavoura. Por outro lado, o plantio mecanizado também proporciona alto custo da operação pelo uso de alta tecnologia e o emprego de mão de obra especializada.

Assim, a indústria canavieira precisa buscar, constantemente, alternativas de redução de custos produtivos, ganho de eficiência, inovações em biotecnologias e retorno acionário.

2.3 Colheita, carregamento e transporte da cana-de-açúcar

A mecanização brasileira no setor agrícola teve início no pós-guerra (Segunda Guerra Mundial) e nos últimos anos tem sido um dos principais desafios da indústria canavieira (SILVA, 2017). Segundo a UNICA (2018), com a eliminação da queima controlada da palha da cana-de-açúcar, a mecanização passou a ser obrigatória. Esta modalidade trouxe diversos benefícios, mas com esses a perda de 11% em produtividade dos canaviais. Ainda, segundo a UNICA, os canaviais do Estado de São Paulo já estão com 100% da colheita de forma mecanizada. Com isso, o grande desafio é garantir que o processo de colheita consiga retomar os ganhos

através de redução dos custos operacionais.

De acordo com Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol - CTBE (2018), os processos agrícolas anteriores à chegada da cana-de-açúcar na usina representam cerca de 70% dos custos de produção do etanol brasileiro. Do custo total da tonelada de cana-de-açúcar (US\$ 34/t), 34,7% é composto pela colheita e transporte. Ainda, segundo o instituto de pesquisa, entre os focos de atuação, o desenvolvimento de processos alternativos de plantio e colheita podem contribuir na redução de 50% das perdas de matéria-prima e o consumo de combustível.

Não obstante aos componentes de custo produtivo, ressaltados no Quadro 1, segundo EMBRAPA (2018), a colheita e transporte da cana-de-açúcar podem comprometer, significativamente, a qualidade do produto final e os cortes subsequentes por motivos específicos, como, por exemplo: carregamento após o corte da cana-de-açúcar por um período superior a 24 horas; excesso de matéria estranha no carregamento, como por exemplo, animais, lixo, objetos pessoais entre outros; destruição das soqueiras (raízes) da cana-de-açúcar pelos funcionários ou máquinas.

Quadro 1 - Componentes do custo produtivo na cultura da cana-de-açúcar determinantes na mensuração da produção de etanol brasileiro

Componente de Custo	US\$/ha	US\$/t
Plantio	428	5,9
Trato de Cana Planta	34	0,5
Soqueiras	394	5,4
Colheita e Transporte	853	11,8
Terra	592	8,1
Administração	87	1,2
Depreciação	88	1,2
Capital	134	1,8
Total	2.537	34

Fonte: CTBE (2018).

Desta forma, o corte mecanizado utiliza mão de obra especializada, sem necessidade do uso de trabalhadores braçais. Esse sistema apresenta um rendimento muito bom, sem excesso de terras e com volume ideal e sem comprometer o transporte (MARQUES et al., 2001). O transporte pode ser realizado através de diversos meios como tração animal, ferroviária, hidrovias e o mais adotado na região do Estado de São Paulo, que é o caminhão truck, composto por duas ou três carretas para o transporte (Treminhão), com lotação média de 45 ton.

Ainda, segundo os autores, o custo pode variar de acordo com o sistema adotado que, por sua vez, depende de particularidades da região canavieira. Outro aspecto decisivo pela escolha deste meio de transporte é a distância a ser percorrida. Os dados do Quadro 2 apresentam a representatividade que o corte, o transbordo e o transporte podem apontar, segundo o estudo de França *et al.* (2017).

Quadro 2 - Estatística descritiva dos dados de corte, transbordo e transporte [CTT] para a safra 2016/2017 no Estado de São Paulo

	Unidade	Corte	Transbordo	Transporte	CTT
Média	R\$ t ⁻¹	15,74	6,54	7,75	30,03
Desvio Padrão	-	2,21	1,29	1,31	3,43
CV	%	14,04	19,74	16,99	11,73

Fonte: França *et al.* (2017).

Na média, o custo com corte é predominante ao transbordo e ao transporte. Contudo, dependendo da distância entre a colheita e a usina, o custo com transporte pode apresentar variações significativas por hectare e onerar a atividade. Segundo EMBRAPA (2018), os custos com corte, carregamento e transporte podem impactar, significativamente, no custo total de produção da cana, em especial, o de transporte que pode representar, na média, 12% deste montante. Assim, uso de novas tecnologias proporciona a busca pela precisão, redução de custos e aumento de produtividade.

Esse conjunto de ferramentas para a agricultura foi representado por Silva (2014) e são esses: o GNSS (Global Navigation Satellite System); o SIG (Geographic Information System); Instrumentos e sensores para medidas diversas e de detecção de parâmetros e metas, envolvendo desde o solo, a planta, os insetos até as pragas e as doenças. A geoestatística regional, a mecatrônica (mecânica e eletrônica).

Conectividade, monitoramento e automação são elementos essenciais para a gestão das atividades. Além disso, o uso de informações gerenciais, financeiras e contábeis corroboram na obtenção de resultados para tomada de decisão, melhoramento do retorno acionário e o controle dos recursos financeiros envolvidos na operação.

De acordo com Assaf (2009), uma empresa é avaliada como tomadora de duas grandes decisões financeiras: a decisão de investimento com aplicações de recursos e a decisão de financiamento com captações de recursos. Desta forma, decisões de investimentos ou financiamentos podem amenizar dificuldades financeiras e contribuir para a prosperidade do setor.

Um modelo muito utilizado e de grande importância na tomada de decisão é o valor presente líquido (VPL). Este critério compreende quatro elementos, de ordem variável, e que se complementam, sendo a taxa de juros desejada pelo investidor, o valor dos fluxos futuros de benefícios (caixa, lucro, dividendos, juros), o valor do investimento e a quantidade de períodos dos fluxos futuros (ASSAF, 2009).

O fundamento do VPL é o custo do dinheiro no tempo, em que um bem ou direito tem um valor para as pessoas no presente, diferente desse mesmo bem ou direito no futuro (PADOVEZE, 2007). Assim, parte-se da ideia de que o valor deste fluxo de caixa depois de considerada a taxa de juros de mercado apropriada, o valor presente dos fluxos futuros de caixa deste investimento, menos o custo inicial do investimento, se positivo, torna-se um indicativo para decidir se o investimento é uma boa oportunidade (ROSS *et al.*, 2008).

Neste sentido, qualquer decisão de investimento, seja com recursos próprios ou de terceiros, faz-se necessário a utilização de um modelo de decisão que possa contribuir no auxílio à tomada de decisão. Não obstante, há outros modelos que possam ser incorporados como instrumentos decisórios: fluxo de caixa descontado, *pay back*, valor dos fluxos futuros de benefícios, beta no modelo CAPM, custo médio ponderado de capital (WACC), valor de mercado adicionado (MVA), valor agregado ao acionista (EVA), entre outros.

A fim de visualizar o efeito da aplicação de um sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar, foi realizado um levantamento das informações pertinentes para a operação com viés na análise financeira. Portanto, optou-se pelo modelo do fluxo de caixa futuro - sem considerar taxas de desconto em virtude da empresa ter tomado decisão de investimento face ao plano de recuperação judicial, o qual prevê, entre outros, a melhoria do resultado operacional em detrimento da redução dos custos produtivos como meio de alavancagem financeira.

Por questões de sigilo das informações e em detrimento ao processo de recuperação judicial, optou-se por adotar o nome fantasia de usina “Boa decisão”.

Como ressaltado anteriormente, a referida empresa possui: plantio, cultivo, colheita, carregamento e transporte da matéria-prima: a cana-de-açúcar, o qual é utilizado na produção de açúcar cristal, álcool anidro e hidratado. O estudo foi dividido em dois momentos: antes e após a implementação do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar (colheita e transporte).

3 Resultados e Discussão

Inicialmente, o processo de corte e carregamento era realizado de forma mecanizada, ou seja, com auxílio de pessoas e equipamentos manuais ou rudimentares e as informações referentes à produtividade eram coletadas e processadas de forma manual, com uso auxiliar de planilhas no excel. Com o objetivo de otimizar a gestão agrícola e melhorar a rentabilidade da empresa, o sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar foi implementado em um segundo momento. No Quadro 3 se encontram os investimentos realizados pela empresa para aplicação do sistema de automação.

Quadro 3 - Investimentos realizados no sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar.

Investimentos Realizados	Valores
Aquisição sistema de automação	R\$3.120.000
Desenvolvimento webservice	R\$ 5.200
Manutenção sistema de automação	R\$ 142.500
Manutenção de telas de bordo	R\$ 1.250
Antenas e periféricos	R\$ 8.800
Total dos dispêndios	R\$ 3.277.750

Notas: os investimentos (com juros inclusos) foram amortizados conforme.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores, apresentados no Quadro 4 e 5, representam “futuros” dispêndios que seriam ou deveriam ter sido desembolsados caso o projeto não fosse executado. Verificou-se que o montante otimizado, assim entendido, como futuras saídas de caixa representam na ordem de R\$ 3.521.200, assim, entendidos como uma expectativa de um investimento (Quadro 4) feito com o pressuposto de gerar um resultado (Quadro 5) que supere o valor investido, para compensar o risco de trocar um valor presente certo por um valor futuro com o risco de sua recuperação (PADOVEZE, 2007). Tal expressão também poderá ser constatada pela metodologia *pay back*, o qual busca evidenciar o tempo do retorno em períodos, podendo ser utilizada a expressão: meses ou anos.

Quadro 4 - Custos operacionais otimizados pela implementação do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar

Otimização obtida (12 meses)	Valores
Cancelamento contrato logístico	R\$ 106.400
Cancelamento software logístico	R\$ 396.000
Equipe de suporte manutenção tecnológico ⁽¹⁾	(R\$ 245.000)
Redução 50% do tempo motor ocioso colheitadeira	R\$ 185.800
Redução de mão de obra colhedoras ⁽²⁾	R\$ 270.000
Redução de mão de obra líder agrícola ⁽³⁾	R\$ 90.000
Redução de mão de obra serviços gerais – noteiros ⁽⁴⁾	R\$ 1.910.000
Redução de colhedora ⁽⁵⁾	R\$ 792.000
Redução material de escritório ⁽⁶⁾	R\$ 16.000
Total da otimização	R\$ 3.521.200

⁽¹⁾ o valor está apresentado de forma (negativo) em virtude do computo das verbas rescisórias decorrentes da implementação do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar⁽²⁾, ⁽³⁾ e ⁽⁴⁾ valores residuais: desembolsos não realizados, deduzidas as verbas rescisórias desembolsadas após a implementação do projeto. ⁽⁵⁾ gastos decorrentes do mau uso das colhedoras (combustíveis, lubrificantes, manutenção, entre outros). ⁽⁶⁾ Materiais utilizados pelo processo manual dos controles internos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo os dados do Quadro 5, foi possível observar que o necessário para que o dispêndio de capital (valor do investimento) seja recuperado por meio dos benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxo de caixa) promovidos pelo investimento (ASSAF, 2009), foi positivo na ordem de R\$ 243.450, demonstrando assim que dentro de um período de 24 meses se obteve o retorno esperado. Por outro lado, há de se ressaltar que esta técnica não leva em consideração os fluxos futuros de caixa, que ocorrem após o período de *payback* (ASSAF, 2009).

Quadro 5 - Tempo médio do retorno do investimento – *pay back*

Períodos	Investimento	Redução de Caixa	Saldo
1º mês	R\$ 300.000	-	(R\$ 300.000)
2º mês	R\$ 300.000	-	(R\$ 600.000)
3º mês	R\$ 142.500	-	(R\$ 742.500)
4º mês	R\$ 5.200	-	(R\$ 747.700)
5º mês	R\$ 10.050	-	(R\$ 757.750)

6º mês	R\$ 342.000	-	(R\$ 1.099.750)
7º mês	R\$ 342.000	-	(R\$ 1.441.750)
8º mês	R\$ 342.000	-	(R\$ 1.783.7250)
9º mês	R\$ 342.000	-	(R\$ 2.125.750)
10º mês	R\$ 342.000	R\$ 245.000 ⁽¹⁾	(R\$ 2.712.750)
11º mês	R\$ 342.000	R\$ 502.400	(R\$ 2.552.350)
12º mês	R\$ 468.000	R\$ 250.000	(R\$ 2.770.350)
13º - 24º mês	-	R\$3.013.800	R\$243.450

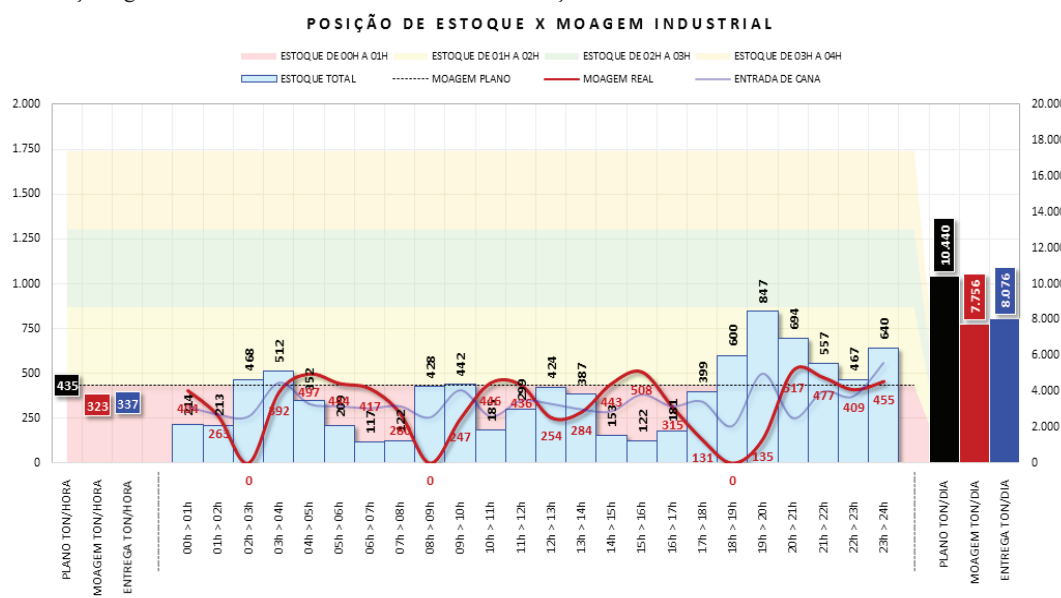
⁽¹⁾ valor negativo em virtude de não se tratar de um investimento, mas sim de um dispêndio decorrente do investimento.

Fonte: Dados dos autores.

Além da redução dos custos operacionais de corte,

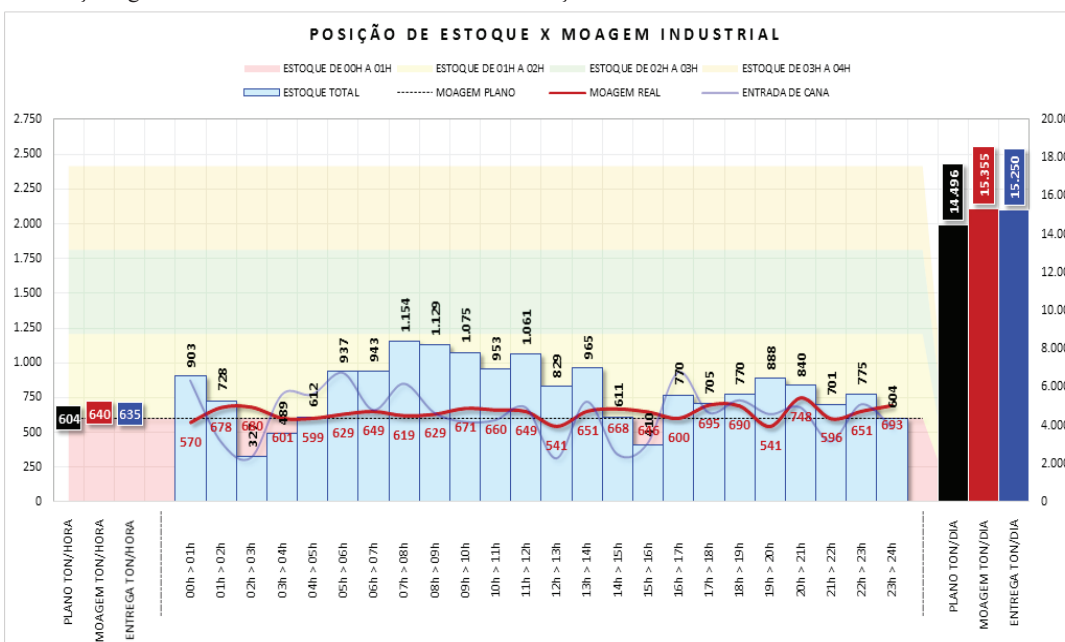
carregamento e colheita, verificou-se uma melhora substancial na relação de estoque de cana colhida e moagem industrial e os dados estão demonstrados nos gráficos 1 e 2. Esta etapa é de grande relevância, pois o material se deteriora com grande facilidade, podendo diminuir as reservas nutritivas dos colmos (cana cortada) através do processo denominado inversão de sacarose (MARQUES et al., 2001), mas necessário sua permanência em virtude da produção ser de 24 horas por dia. Para fins de apuração dos custos operacionais, os estoques podem ter um peso significativo, compondo a precificação final dos produtos resultantes desses (PEREZ et al., 2009).

Gráfico 1 - Composição dos estoques da cana colhida x moagem industrial sem aplicação do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar: usina “boa decisão”



Fonte: Dados da pesquisa.

Gráfico 2 - Composição dos estoques da cana colhida x moagem industrial com aplicação do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar: usina “boa decisão”



Fonte: Dados da pesquisa.

A empresa apresentou, como meta, um plano de estocagem para moagem de 10.440 ton/dia, ideal para não ter parada produtiva, mas ainda não foi suficiente para cobrir a ociosidade fabril. Contudo, antes da implementação do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar, tinha uma entrega média de 8.076 ton/dia, o que lhe proporcionava uma moagem em torno de 7.756 ton/dia, ficando distante da meta orçamentária.

Verificou-se que, após a utilização do sistema de automação agrícola em colheita mecanizada de cana-de-açúcar, houve uma melhora na entrega média da cana colhida de 8.076 ton/dia para 15.250 ton/dia, um aumento equivalente a 7.174 ton/dia (89% aproximadamente) e moagem de 7.756 ton/dia para 15.355 ton/dia, um aumento significativo de 7.599 ton/dia (98% aproximadamente).

4 Conclusão

De acordo com os dados apresentados neste estudo, o processo de corte, de colheita e de transporte, quando mecanizados, tendem a ser menos onerosos para as empresas desse segmento, proporcionando de certa forma, uma melhor entrega da cana colhida e, conseqüentemente, a possibilidade de planejar o estoque, com fins a evitar paradas produtivas no processo de fabricação do açúcar cristal e do álcool anidro ou hidratado. Para tal, há necessidade de investimentos levando em consideração o tempo de retorno, o qual o estudo revelou um período de dois anos para a geração de caixa, ou seja, os resultados de eficiência produtiva proporcionaram ganhos superiores ao valor investido. Por outro lado, há de se ponderar que o prazo médio de retorno poderá ser maior caso considere, na análise, um custo médio ponderado de capital - o que não ocorreu na empresa pesquisada. Também, constatou-se que mesmo ocorrendo o processo de mecanização agrícola no corte, na colheita e no transporte, há necessidade do uso contínuo de ferramentas gerenciais para obtenção de informações ágeis, on-line e precisa, diminuindo a dependência pelo uso de planilhas auxiliares e controles paralelos, que podem levar a erros e atrasos na obtenção das informações para auxílio na tomada de decisão.

Referências

- ASSAF, N. A. *Mercado Financeiro*. São Paulo: Atlas, 2009.
- BASTOS, K. J. J. Z. et al. Influência da produtividade da cana-de-açúcar no custo do corte mecanizado. *Rev. iPecege*, v.2, n.4, p.42-59, 2016. doi: 10.22167/r.ipecege.2016.4.42
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Evolução da produtividade e da produção de cana-de-açúcar no Brasil por ano-safra. Brasília: MAPA, 2017.
- CARVALHO FILHO, S.M. Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2000.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2019
- CERVI, R. G. et al. Avaliação do desempenho operacional da colheita e transbordo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Energia Agricul.*, v.30, n.3, p.232-241, 2015.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acomp. Safra Bras.*, v.4, n.4, p.54, 2018.
- EMBRAPA. Agência embrapa de informação e tecnologia. *Árvore do conhecimento, cana de açúcar*. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_12_711200516716.html>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Top 10 Commodities Production in Brazil 2016. Disponível em:<http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Top 10 Country Production of Sugar Cane 2016. Disponível em:<http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- FRANÇOSO, F. et al. Relação do custo de transporte da cana-de-açúcar em função da distância. *Rev. iPecege*, v.3, n.1, p.100-105, 2017. doi: 10.22167/r.ipecege.2017.1.100
- GIACHINI, C. F. et al. Consumo de combustível e perdas de cana-de-açúcar durante a colheita diurna e noturna. *Energia Agricul.*, v.31, n.1, p.10-16, 2016.
- GIL, A.C. *Estudo de caso*. São Paulo: Atlas, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- JUNQUEIRA, R.A.R.; MORABITO, R. Abordagens de otimização para a programação e sequenciamento das frentes de colheita de cana-de-açúcar. *Gestão Prod.*, v.24, n.2, p.407-422, 2017.
- CTBE - Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol. Divisão de Produção de Biomassa. Disponível em: <http://ctbe.cnpm.br/pesquisa/producao-biomassa/>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- MARQUES, M.O. et al. *Tecnologia do açúcar. Produção e industrialização da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: Funep, 2001.
- MEURER, A. et al. Análise da agroindústria canavieira nos estados do centro-oeste do Brasil a partir da matriz de capacidades tecnológicas. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, v.53, n.1, p.159-178, 2015.
- MORAES, M.S. et al. Questões socioeconômicas, laborais e de saúde na cadeia produtiva do agronegócio da cana-de-açúcar na região do Noroeste Paulista. *Saúde Soc.*, v.22, p.673-686, 2013.
- OLIVEIRA, E. *Contabilidade informatizada teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2006.
- OLIVEIRA, M.D.M.; NACHILUK, K. Custo de produção de cana-de-açúcar nos diferentes sistemas de produção nas regiões do Estado de São Paulo. *Inform. Econ.*, v.41, n.1, p.5-33, 2011.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. *Agricultural Outlook 2015 – Chapter 2*. Paris, 2015. Disponível em: <www.agri-outlook.org/publication/>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- PADOVEZE, C.L. *Controladoria estratégica e operacional. Conceitos, estrutura e aplicação*. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PEREIRA, S. *et al* Custo de produção de cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul. *Rev. iPecege*, v. 1, n. 1, p. 81-102, 2015. doi: 10.22167/r.ipecege.2015.1.81

PEREZ, J.H. *et al*. *Gestão estratégica de custos*. São Paulo: Atlas, 2009.

RIPOLI, T.C.C. *et al*. Desempenho econômico de colhedora em cana crua. *Eng. Rural*, v.12, n.1, p.1-5, 2001.

ROSS, S.A. *et al*. *Administração financeira. Corporate Finance*. São Paulo: Atlas. 2008.

SILVA, R.C. *Máquinas e equipamentos agrícola*. São Paulo: Saraiva, 2017.

SOUZA, M.L.P.S. *Planejamento otimizado do plantio e colheita da cana-de-açúcar para a maximização da produção de sacarose considerando uma demanda mensal da usina*. Bauru: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2017.