



FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

RICARDO ARISTIDES DA SILVA

**CUSTOS OPERACIONAIS DA APLICAÇÃO MANUAL E MECANIZADA DE
HERBICIDA PÓS-EMERGENTE NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**

JOÃO PESSOA-PB
2022

RICARDO ARISTIDES DA SILVA

**CUSTOS OPERACIONAIS DA APLICAÇÃO MANUAL E MECANIZADA DE
HERBICIDA PÓS-EMERGENTE NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**

Monografia apresentada á Faculdade
Nova Esperança como parte dos
requisitos exigidos para a conclusão do
curso de Bacharelado em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Thyago Augusto Medeiros Lira

JOÃO PESSOA-PB

2022

S583c

Silva, Ricardo Aristides da

Custos operacionais da aplicação manual e mecanizada de herbicida pós-emergente na cana-de-açúcar / Ricardo Aristides da Silva. – João Pessoa, 2022.

26f.; il.

Orientador: Prof^o. Dr. Thyago Medeiros Lira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)
– Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Bomba Costal. 2. Quadriciclos. 3. Herbiciclo Duo. 4. Plantas Daninhas. I. Título

CDU: 631

RICARDO ARISTIDES DA SILVA

**CUSTOS OPERACIONAIS DA APLICAÇÃO MANUAL E MECANIZADA DE
HERBICIDA PÓS-EMERGENTE NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)**

Monografia (no formato artigo científico), apresentada à Faculdade Nova Esperança como parte dos requisitos exigidos para à conclusão do curso de Bacharelado em Agronomia.

João Pessoa, _____ de _____ de 2022.

Aprovado em _____ de _____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thyago Augusto Medeiros Lira
(Facene/Agronomia)

Prof. Dr. Renato Lima Dantas
(Facene/Agronomia)

Prof. Dr. Kennedy Nascimento de Jesus
(Facene/Agronomia)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 Pulverizador HerbiCiclo Duo®. A) Vista Frontal do Quadriciclo; B) Vista Traseira do Quadriciclo.....	11
FIGURA 2 Capa de proteção do HerbiCiclo Duo®	12
FIGURA 3 Tanque de Armazenamento do Produto (herbicida). A) Vista Lateral do Tanque de Armazenamento; B) Sistema Hidráulico para Distribuição do Produto.....	12
FIGURA 4 Pulverizador Costal, modelo PJ/plus da Marca Jacto®	13

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Custo de Aplicação Mecanizada e Herbicida Pós-emergente em Cana-de-açúcar com Quadriciclo	14
TABELA 2 Custo de Aplicação Manual de Herbicida Pós-emergente em cana-de-açúcar	15
TABELA 3 Comparação Entre o Custo Total de Aplicação Manual e Mecanizada de Herbicida Pós-emergente em Cana-de-açúcar	16

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	08
MATERIAL E MÉTODOS	09
Tipo de Estudo Utilizado.....	09
Caracterização da Área Estudo.....	10
Custos da Aplicação Mecanizada de Herbicida Pós-emergente.....	10
Equipamentos e Máquinas Utilizadas na Aplicação de Herbicida Pós-emergente.....	11
Análise de Dados.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÕES	17
AGRADECIMENTOS	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

CUSTOS OPERACIONAIS DA APLICAÇÃO MANUAL E MECANIZADA DE HERBICIDA PÓS-EMERGENTE NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)

OPERATING COSTS OF MANUAL AND MECHANIZED APPLICATION OF POST-EMERGING HERBICIDE IN SUGARCANE (*Saccharum spp.*)

RESUMO. A cultura da cana-de-açúcar está sujeita a vários fatores que afetam a sua produtividade, entre eles está a presença de plantas daninhas que diminuem o rendimento total e são responsáveis por perdas no canavial, que podem chegar a mais de 90% quando não controladas de maneira eficaz. Uma das operações comuns no controle de plantas invasoras é a de “catação”, que consiste em aplicações de herbicidas aplicados com o controle químico realizado em área total, por meio de máquina costal manual e/ou, mecanizada. Softwares como o PIMS “*Plant Information Management System*” vem sendo utilizados para o acompanhamento de custos das operações agrícolas para calcular e obter o custo total da aplicação de herbicida (manual e mecanizada), com informações mais facilmente compreendidas através do processamento e filtragem dos dados obtidos para auxílio nas tomadas de decisão. Portanto, o presente trabalho objetivou analisar e comparar os custos operacionais envolvidos no sistema de aplicação manual e mecanizada de herbicida pós-emergente na produção da cana-de-açúcar, obtidos pelo *software* PIMS. O estudo de caso foi realizado na Usina Japungu Agroindustrial Açúcar e Álcool, nos anos agrícolas de 2020 e 2021, localizada no município de Santa Rita, Paraíba. A pesquisa foi caracterizada, quanto aos seus objetivos como exploratória e quanto aos procedimentos técnicos adotados e a forma de dados, é delimitada como um estudo de caso. Este estudo realizado mostrou que o custo total da operação manual com bomba costal e mecanizada com uso de quadriciclo foi de R\$ 104,79 ha⁻¹ e R\$ 57,06 ha⁻¹, respectivamente, em que o custo total da operação manual foi de 45,54% superior ao custo da operação mecanizada. Além disso, o *software* PIMS permitiu identificar a operação de aplicação de herbicida pós-emergente com maior custo operacional na cultura da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Bomba costal. Quadriciclo. HerbiCiclo Duo®. Plantas daninhas.

ABSTRACT. The sugarcane crop, like any other, is subject to several factors that affect its productivity, among them is the presence of weeds, which reduce the total yield and are responsible for losses in the cane field that can reach more than 90% when not effectively controlled. One of the common operations in the control of invasive plants is “harvesting”, which consists of applications of herbicides applied after chemical control carried out in the total area, using a manual and/or mechanized backpack sprayers. Software such as the PIMS “*Plant Information Management System*” has been used to monitor the costs of agricultural operations to calculate and obtain the total cost of herbicide application (manual and mechanized), with information more easily understood through the processing and filtering of the data obtained to aid in decision making. Therefore, the present work aimed to analyze and compare the operational costs involved in the system of manual and mechanized

application of emerging post herbicide in the production of sugarcane, obtained by the PIMS *software*. The case study was carried out at the Japungu Agroindustrial Sugar and Alcohol Plant, in the agricultural year of 2020 and 2021, located in the municipality of Santa Rita, Paraíba. The research was characterized, in terms of its objectives as exploratory, and in terms of the technical procedures adopted and the form of data, it is defined as a case study. The case study carried out showed that the total cost of manual operation with a costal pump and mechanized using a quadricycle was R\$ 104.79 ha⁻¹ and R\$ 57.06 ha⁻¹, respectively, in which the total cost of manual operation was 45.54% higher than the cost of mechanized operation. In addition, the PIMS *software* allowed the identification of the post-emergent herbicide application operation with the highest operational cost in the sugarcane crop.

Keywords: Costal pump. Quadricycle. Herbiciclo duo®. weeds.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura de destaque no Brasil, apresentando importância relevante no agronegócio do país.¹ Atualmente, a cana-de-açúcar abrange mais de 8 milhões de hectares, o que torna o Brasil promissor no panorama mundial na produção de açúcar e etanol, além de seus diversos derivados ², sendo a principal fonte geradora de açúcar no mundo ³, com uma participação que ultrapassa 70% na produção dessa matéria-prima ⁴, e produção superior a 300 milhões de toneladas anualmente ⁵, sendo responsável por atingir uma produtividade média de 75,96 kg ha⁻¹ na safra 2020/21. No estado da Paraíba, a cana-de-açúcar também é considerada destaque, cultivada principalmente em regiões litorâneas, apresentando produção estadual de 6242,1 milhões toneladas na mesma safra, com produtividade média de 52,76 kg ha⁻¹ e uma área de cultivo próximo a 119 mil hectares, representando cerca de 1% da área ocupada com a cultura no país.

A cultura da cana-de-açúcar como qualquer outra, está sujeita a vários fatores que afetam na sua produtividade, entre eles está a presença de plantas daninhas, que diminuem o rendimento total e são responsáveis por perdas no canavial que podem chegar a mais de 90% quando não controladas eficientemente.^{6,7} Em contrapartida, os produtores utilizam medidas de controle com o intuito de evitar esta interferência negativa, com métodos como o controle preventivo, cultural, mecânico e químico ⁸. Uma das operações comuns no controle de plantas invasoras é a de “catação”, que consiste em aplicações de herbicidas aplicados após o controle químico realizado em área total, por meio de máquina costal manual e/ou, mecanizada⁹. Na composição dos custos operacionais da aplicação manual e/ou, mecanizada com quadriciclo, os gastos com o controle de plantas daninhas são de alta

relevância ¹⁰, podendo ser explicado, segundo trabalho realizado por Antuniassi ¹¹, que mostra que cerca de 80% dos gastos com herbicidas corresponderam a aplicação mecanizada e apenas 8% no manual, mostrando resultados mais econômicos com essa aplicação. Do ponto de vista operacional, o sistema mecanizado com quadriciclo tem destaque devido a sua alta capacidade operacional em cobrir trechos extensos em curtos espaços de tempo. No entanto, muitas vezes ocorre grande desperdício de herbicidas em aplicações pós-emergentes.¹¹

É importante ressaltar que o planejamento e análises de custos operacionais de aplicações de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar, assume papel determinante dentro da instituição. Pode auxiliar o produtor em tomadas de decisões com maior assertividade, confiança e obtenção de maior lucro ao final da safra¹³. Para o planejamento administrativo e operacional, as empresas agrícolas têm feito o uso de *softwares* que viabilizam a gestão e o gerenciamento, o que tem se tornado essenciais para a realização da exploração econômica racional ¹⁴. *Softwares* como o PIMS “*Plant Information Management System*” vem sendo utilizados como acompanhamento de custos das operações agrícolas para calcular e obter o custo total da aplicação de herbicida (manual e mecanizada), com informações mais facilmente compreendidas através do processamento e filtragem dos dados obtidos para auxílio nas tomadas de decisão ^{15, 16,17}.

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou comparar os custos operacionais envolvidos no sistema de aplicação manual e mecanizada de herbicida pós-emergente na produção da cana-de-açúcar, obtidos pelo *software* PIMS.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado na Usina Japungu Agroindustrial Açúcar e Alcool, nos anos agrícolas de 2020 e 2021, localizada no município de Santa Rita, Paraíba, entre a latitude 21° 08' 16" S e longitude 48° 58' 22" W, e uma altitude de 16 m, estando situada à 15 km da capital João Pessoa¹⁹. O clima predominante da região de estudo é o (As') - quente e úmido segundo Köppen-Geiger, com temperatura média anual variando de 22 a 32°C e precipitação média anual de 1.600 mm ²⁰.

Tipo de Estudo Utilizado

A pesquisa foi caracterizada, quanto aos seus objetivos como exploratória, e quanto aos procedimentos técnicos adotados e à forma de coleta de dados, é delimitada como um

estudo de caso ²¹. Considerou-se os custos operacionais envolvidos no sistema de aplicação manual e mecanizada (com quadriciclo HerbiCiclo Duo®) de herbicida pós-emergente na produção da cultura da cana-de-açúcar ²².

Caracterização da Área de Estudo

Na safra (2020/21), a Usina Japungu Agroindustrial Açúcar e Álcool, apresentou uma área plantada de aproximadamente 27.000 hectares, fazendo uso da variedade de cana-de-açúcar RB92579, com plantio realizado no espaçamento de 0,90 x 1,50 metros. A idade das mudas de cana planta utilizadas pela empresa varia de seis a oito meses, com densidade de plantio oscilando de 12 a 15 gemas por metro de sulco, gastando-se em torno de 12 a 15 toneladas de “sementes” por hectare. Para tanto, o solo predominante é o Espodossolo ^{31,32}, conforme classificação proposta pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, sendo o controle químico adotado pela empresa para combate de plantas daninhas.

Custos da Aplicação Mecanizada de Herbicida Pós-emergente

Com a finalidade de mensurar o custo operacional da aplicação mecanizada e manual de herbicida pós-emergente na cultura da cana-de-açúcar, foram obtidos na propriedade (em campo), as entradas (boletins da atividade mecanizada e manual) e posteriormente lançadas no *software* PIMS (*Plant Information Management System*), que é utilizado pela a empresa, para que possa ser realizado o acompanhamento de custos das operações agrícolas.

O *software* PIMS teve como objetivo executar todos os cálculos para obter o custo operacional da aplicação de herbicida (manual e mecanizada). Para os custos de aplicação mecanizada de herbicida pós-emergente, foi considerado as variáveis relacionadas em: combustível (R\$ ha⁻¹), salário do operador (R\$ ha⁻¹), equipamento de proteção individual-EPI (R\$ ha⁻¹), transporte do operador (R\$ ha⁻¹), aquisição do pulverizador (R\$ ha⁻¹), manutenção (R\$ ha⁻¹). Já para os custos de aplicação manual de herbicida pós-emergente, foi considerado as variáveis relacionadas em: salário do líder de operação (R\$ ha⁻¹), salário do aplicador (R\$ ha⁻¹), equipamento de proteção individual-EPI (R\$ ha⁻¹), transporte do operador (R\$ ha⁻¹), aquisição da máquina/equipamento (R\$ ha⁻¹) e manutenção (R\$ ha⁻¹) (caminhão, salário do motorista do caminhão).

Equipamentos e Máquinas Utilizadas na Aplicação de Herbicida Pós-emergente

Para a aplicação de herbicida de forma mecanizada foi considerado os custos operacionais envolvidos no sistema de aplicação utilizando o pulverizador HerbiCiclo Duo® (Figura 1).



FIGURA 1. Pulverizador HerbiCiclo Duo®. A) Vista frontal do quadriciclo; B) Vista traseira do quadriciclo. Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

O referido equipamento caracteriza-se por um quadriciclo com estrutura de cabine conjugada, seguindo as normas regulamentadoras vigentes de adequação aos operadores e configurado com circuito hidráulico de pulverização. Na dianteira, tem-se uma barra de pulverização e no entorno do sistema de pulverização, apresenta uma capa, também conhecida como “saia”, que impede a deriva de gotas do produto aplicado com a cana-de-açúcar (Figura 2).



FIGURA 2. Capa de proteção do HerbiCiclo Duo®. Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

Na parte traseira do pulverizador, tem-se o reservatório ou tanque de armazenamento da calda herbicida, uma bomba de água 4.0 gpm 15,2 automática 12v 55psi shurflo para pressurização da calda pelo circuito hidráulico do pulverizador, além de comandos e pingentes laterais para aplicação localizada de herbicidas seletivos na linha de plantio e/ou, soqueira da cana (Figura 3).

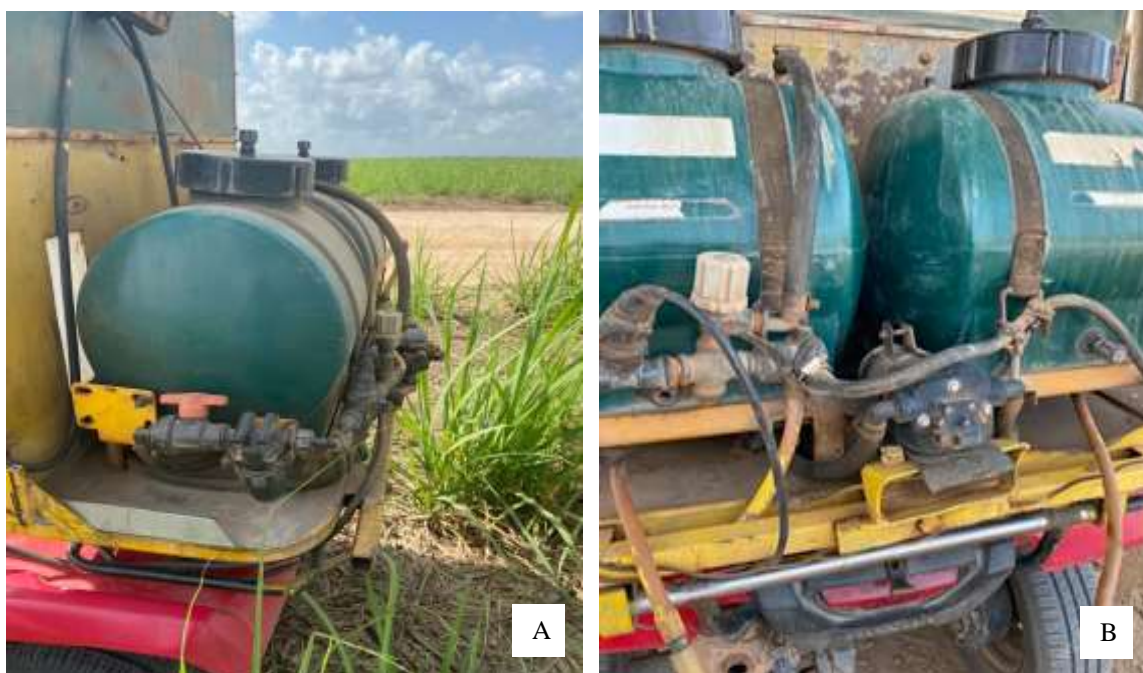


FIGURA 3. Tanque de armazenamento do produto (herbicida). A) Vista lateral do tanque de armazenamento; B) Sistema hidráulico para distribuição do produto. Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

Para a mensuração do custo total da aplicação manual de herbicida pós-emergente, foi considerado todos os custos envolvidos no sistema de aplicação utilizando um pulverizador costal manual pressurizado. O equipamento caracteriza-se em um modelo PJ/plus da marca Jacto[®], determinado por um tanque de polietileno com 20 Litros de capacidade, 100 mm diâmetro da boca, com a bomba do tipo pistão, com as seguintes características: pressão de trabalho máxima de 5,5 kg/cm²; comprimento da mangueira de 1.350 mm e bico pulverizador do tipo leque, no modelo JDF 02 amarelo e cintas reguláveis (Figura 4).



FIGURA 4. Pulverizador costal, modelo PJ/plus da marca Jacto[®]. Fonte: Jacto (2021).

Análise de Dados

Após o levantamento dos dados de custos operacionais da aplicação de herbicida (manual e mecanizada) por meio do *software* PIMS C/S (*Plant Information Management System*), foi realizado uma análise descritiva e comparativa, referentes aos custos operacionais da aplicação manual e mecanizada de herbicida pós-emergente na cultura da cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, verificou-se que o custo de aplicação mecanizada de herbicida pós-emergente em cana-de-açúcar com quadriciclo obteve um total de R\$ 57,06 h⁻¹ (Tabela 1).

TABELA 1: Custo de aplicação mecanizada de herbicida pós-emergente em cana-de-açúcar com quadriciclo. Japungu Agroindustrial Açúcar e Álcool, Santa Rita-PB, Brasil. Dados anos agrícolas de 2020/2021.

Custo de aplicação mecanizada com quadriciclo	R\$ ha ⁻¹	%
Combustível	3,87	6,78
Salário Operador	33,67	59,00
EPI	0,76	1,33
Transporte do operador	7,10	12,44
Depreciação	7,10	12,44
Manutenção	4,56	7,99
CUSTO TOTAL	57,06	100

*Conforme levantado na propriedade e calculado pelo *software* PIMS.

Observa-se na Tabela 1, em que apresenta os valores obtidos dos custos de aplicação com quadriciclo, mostrou que o custo com salário do operador foi o que mais implicou nos custos operacionais, tendo percentual participativo no dispêndio total de 59,00%. Os valores em R\$ ha⁻¹ foram calculados de acordo com a aplicação com quadriciclo em 1 turno. Para os outros itens, o combustível apresentou (6,78%), EPI (1,33%), transporte operador (12,44%), custo aquisição (12,44%) e manutenção (7,99%), sob o custo total. Com isso, é indispensável esses conhecimentos para que as despesas envolvidas sejam compatíveis com a realização da operação.

Considerando que a operação de “catação” é trabalhosa e de elevado custo, é essencial a análise operacional e econômica dos equipamentos em uso ²³. É importante destacar que o quadriciclo utilizado na operação é empregado na agricultura de precisão, o que possibilita aumento da eficiência operacional de aplicação e redução de custos, evitando falhas na aplicação localizada e, conseqüentemente, o desperdício de herbicidas ²⁴. Posto isso, o quadriciclo fornece vantagens ao produtor, proporcionando maior ganho de rendimento, maior facilidade e agilidade de deslocamento dentro do talhão, sendo importante na aplicação de herbicidas pós-emergentes ²⁵. Krejci ²⁶, ao estudar a utilização de herbicidas em plantios de *Eucalyptus*, observou maior eficiência operacional na atividade mecanizada

em relação à manual, obtendo uma eficiência acima de 95%, mostrando ser uma operação que contribui para eficácia dos produtos aplicados, com redução de tempo de trabalho e mão-de-obra.

Com o desenvolvimento de técnicas de detecção de custos operacionais no desenvolvimento do trabalho de aplicação mecanizada e manual, fazendo uso de *softwares* como o PIMS, utilizado nesta ação, é possível identificar e armazenar os dados correspondentes ao melhor resultado obtido das operações utilizadas em aplicações pós-emergente de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar, servindo como referência às interações futuras ²⁷. O PIMS é um *software* de alta importância nas análises de custos operacionais e no planejamento das operações, o que garante a elevação do rendimento econômico, devido fornecer uma análise detalhada dos custos dentro de cada processo, e permitindo identificar aqueles de alta relevância, e que requerem atenção maior ²⁸.

O custo total de aplicação manual de herbicida pós-emergente em cana-de-açúcar, da propriedade em estudo, apresentou o valor de R\$ 104,79 h⁻¹ (Tabela 2). Esse resultado pode estar atrelado a maior capacidade direcionada do pulverizador costal manual, o que acarreta em um menor desperdício do produto e maior controle da aplicação.

TABELA 2: Custo de aplicação manual de herbicida pós-emergente em cana-de-açúcar. Japungu agroindustrial açúcar e álcool, Santa Rita-PB, Brasil. Dados anos agrícolas de 2020/2021.

Custo de aplicação manual	R\$ ha ⁻¹	%
Salário do Líder	3,44	3,28
Salário do aplicador	86,00	82,06
EPI	5,67	5,41
Transporte do Operador	9,68	9,24
CUSTO TOTAL	104,79	100

*Conforme levantado na propriedade pelo *software* PIMS.

Podemos observar na Tabela 2, que o custo total obteve um valor de R\$ 104,79 h⁻¹, em que o salário aplicador teve representatividade sob o custo total de 82,06%, salário líder (3,28%), EPI (5,41%) e transporte (9,24%). A aplicação manual por meio de pulverizadores costais tem como principal vantagem a possibilidade do aplicador em pulverizar de maneira dirigida às áreas infestadas, o que acarreta na diminuição de herbicidas a serem aplicados. Por outro lado, devido à sua reduzida capacidade operacional, as aplicações em longas áreas tornam-se demoradas ¹¹. Ainda segundo os autores, o controle ambiental é um fator

importante a ser levado em consideração, visto a aplicação manual envolver riscos ambientais reduzidos, por utilizar quantidades de defensivos agrícolas menores. Partindo-se deste princípio, a decisão de fazer uso de operações manuais ou mecanizadas de pulverização pode ser tomada através de uma análise econômica de cada equipamento, em que as operações mecanizadas, por sua vez, apresentam vantagens sob a manual em capacidade e custos operacionais, como se pode observar na Tabela 1 comparado a Tabela 2.

Através desta necessidade das empresas, *softwares* como PIMS se tornam cada vez mais essenciais no planejamento estratégico das indústrias sucroalcooleiras, pois eles têm o objetivo de integrar toda a linha produtiva de uma empresa, possibilitando a o acesso as informações.

Na Tabela 3, é possível observar a comparação entre os dois sistemas de operação (manual e mecanizada) sob o custo de aplicação de herbicida pós-emergente na cultura da cana-de-açúcar, mostrando sua diferença de utilização em (R\$ ha⁻¹).

TABELA 3: Comparação entre o custo total de aplicação manual e mecanizada de herbicida pós-emergente em cana-de-açúcar. Japungu agroindustrial açúcar e álcool, Santa Rita-PB, Brasil. Dados anos agrícolas de 2020/2021.

Operação	Valor (R\$ ha ⁻¹)
Manual	104,79
Mecanizada	57,06

*Conforme levantado na propriedade pelo *software* PIMS.

Antuniassi¹¹, ao estudar os custos operacionais dos sistemas manual e mecanizado de aplicação de herbicidas, constatou que é essencial observar a relação entre o aumento da infestação e o aumento do custo no sistema manual, visto a aplicação manual ser realizada apenas sobre a área infestada, ficando evidente a relação entre o custo total e o nível de infestação, e posteriormente, a diferença entre as capacidades operacionais dos equipamentos terem influência direta nos custos finais obtidos, pois a capacidade operacional média do sistema manual é baixa quando comparado ao mecanizado, e em áreas de grande incidência de infestações a sua utilização é morosa. Assim, o custo da mão-de-obra se torna alto, devido os salários serem calculados através das horas trabalhadas.

Na Tabela 3, observa-se que o sistema de aplicação manual, apresentou um custo operacional maior que a aplicação mecanizada utilizando o pulverizador HerbiCiclo Duo. Conforme os dados obtidos, comparando a operação manual sob a mecanizada a diferença

foi maior em 45,54% ou R\$ 47,73 ha⁻¹. É importante ressaltar que a fim de minimizar os custos de aplicação pós-emergente mais onerosa da cultura, o produtor precisa ter opções de utilizar a tecnologia a seu favor, diminuindo os custos de maneira econômica. Nesse sentido, torna-se necessário alternativas para a redução de custos para as aplicações de herbicidas pós-emergentes. Na operação manual, por exemplo, é importante o investimento no treinamento e melhoria da qualidade da mão-de-obra, como um dos fatores de aumentar a produtividade e reduzir os custos. Outra possibilidade de aumentar a viabilidade econômica do sistema é através da utilização de serviços de terceiros (empreiteiras), em que os custos de mão-de-obra são geralmente inferiores. Já na operação mecanizada, por sua vez, todo empenho deve ser direcionado à diminuição das quantidades necessárias de herbicidas, em que a contenção dos custos passa de maneira obrigatória por uma racionalização da operação de aplicação, buscando minimizar os erros e abrandar o desperdício do defensivo. Além disso, o custo operacional da aplicação mecanizada pode ser reduzido quando é realizado treinamentos com os operadores das máquinas, o que acaba por proporcionar um aumento na eficiência e qualidade da operação, além de ser importante a manutenção das máquinas, afim de evitar o desgaste natural pelo uso que sofrem ao longo do tempo, o que acarreta em um mau funcionamento e resulta em gastos indesejados ³⁰.

Neste estudo, ao utilizar o *software* PIMS, foi possível observar ser uma ferramenta computacional capaz de agregar valores aos procedimentos de análise de custos operacionais no que tange aplicações mecanizadas com uso de quadriciclo e manuais com uso de bomba costal, sendo utilizado por diversas empresas do setor canavieiro ²⁹. Através desta necessidade das empresas, *softwares* como PIMS se tornam cada vez mais essenciais no planejamento estratégico das indústrias sucroalcooleiras, pois eles têm o objetivo de integrar toda a linha produtiva de uma empresa, possibilitando ao acesso das informações.

CONCLUSÕES

O estudo de caso realizado mostrou que o custo total da aplicação manual foi mais oneroso quando comparado à aplicação mecanizada.

O custo total da operação manual com bomba costal foi de R\$ 104,79 ha⁻¹, já o custo total da operação mecanizada com quadriciclo foi de R\$ 57,06 ha⁻¹, sendo 45,54% superior ao custo da operação mecanizada com uso de quadriciclo.

O *software* PIMS permitiu identificar a operação de aplicação de herbicida pós-emergente com maior custo operacional na cultura da cana-de-açúcar.

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre iluminou meus caminhos e me deu forças para seguir em frente nos momentos mais difíceis.

À Faculdade de Enfermagem Nova Esperança e aos professores pelo comprometimento.

Ao meu orientador e Professor, Dr. Thyago Augusto Medeiros Lira, pela pessoa e profissional, sempre buscando oferecer o melhor para esse estudo e me orientando em todas as fases dessa pesquisa. Agradeço por ser mais que orientador, ser um amigo, e pela paciência em fases difíceis dessa caminhada.

A Usina Japungu Agroindustrial Açúcar e Álcool, pelo compromisso e apoio para a realização deste trabalho.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho e para a minha formação profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Figueiredo HCN, Serra JCV, Ribeiro MV. Obtaining and characterizing biodegradable composites from agroenergetic residues. *Revista Acta Ambiental Catarinense*. 2022; 19(1): 01-13.
2. Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. *Série Histórica das Safras*. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acessado em: 04 abr 2022.
3. Kaab A, Sharifi M, Mobli H, Nabavi-pelesaraei A, Chau KW. Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. *Energy*. 2019; 181: 1298-1320.
4. Sathish D, Vasudevan V, Theboral J, Elayaraja D, Appunu C, Siva R, Manickavasagam M. Efficient direct plant regeneration from immature leaf roll explants of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) using polyamines and assessment of genetic fidelity by SCoT markers. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. 2018; 54(4): 399-412.

5. Parida S, Gochhayat S, Mahalik G. Varietal Susceptibility and Major Diseases of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Seven Villages of Bhubaneswar, Odisha. *International Journal of Natural Sciences*. 2020;10(1): 8-12.
6. Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira da cana-de-açúcar – Safra 2017/2018. Companhia Nacional de Abastecimento, v.1, p.4, 2017.
7. Embrapa. Plantas Daninhas. Sobre o Tema. Brasil. Brasil. 2014. Disponível em <https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>. Acessado em: 04 abr 2022.
8. Procópio SO, Silva AA, Ferreira EA, Silva AF, Galon L. Plantas daninhas. In: Santos F, Borém A. (ed). *Cana-de-açúcar: do plantio à colheita*. Viçosa: UFV. 2016; 139-176.
9. Rodrigues EB, Abi Saab OJ, Gandolfo MA. Cana-de-açúcar: avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2011; 15(1): 90-95.
10. Ferreira EA, Procópio SO, Galon L, Franca AC, Concenço G, Silva AA, Rocha PRR. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. *Planta daninha*. 2010; 28(4): 915-925.
11. Antuniassi UR, Velini ED, Camposilvan D. Viabilidade econômica dos sistemas manual e mecanizado de aplicação de herbicidas em ferrovias. *Planta Daninha*. 1996; 14(1): 14-25.
12. Silva ACS. Análise de uso de banco de dados por sistemas de automação industrial. 2018. 24p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Porto Alegre.
13. Dumke AK, Ribeiro KCA, Kinzler ÉCDSK. Análise dos custos e despesas da safra de soja 2020-2021 em uma propriedade rural no Oeste do Paraná. *Coordenação de Pesquisa e Extensão*. 2021; 1-14.
14. Castanho RB. O processo de modernização agrícola e a utilização de técnicas de geoprocessamento na diferenciação físico -natural e ocupação em dois distritos no município de Palmeira das Missões/RS. 2003. 100 f. (Dissertação de Mestrado) -Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
15. Silva ACS. Análise de uso de banco de dados por sistemas de automação industrial. 2018. 24p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Porto Alegre.
16. Rezende J, Peixoto CSA. Um sistema de gerenciamento de processos de informação em módulo tecnológico de coleta de dados em campos de produção de sementes de milho. *Revista de Ubiquidade*. 2019; 2(2): 6-18.
17. Aranha ER, Teixeira EB, Carmo E, Santiago Tavares GA, Costa PHM, Fernandes Aranha PL, Barboza CB, Figueiredo AM, Lourenço SR. Hierarquia de dados para PIMS corporativo. 2015. IX International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE'2015. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/icece2015/proc/works/27.pdf>. Acessado em: 13 abr 2022.

18. Schmidt R. Modelagem para apoio ao planejamento das operações de colheita mecanizada no setor sucroenergético. 2021. 82p. Dissertação (Mestrado em agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.
19. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. 2012, Brasília. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>. Acessado em: 26 mar de 2022.
20. Costa DB, Andrade PKB, Silva SAM, Neto DES, Freire FJ, Oliveira ECA. Adubação fosfatada em cana planta e soca em argissolos do Nordeste de diferentes texturas. Revista Caatinga. 2014; 27(4): 47-56.
21. Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas. 2007. 171p.
22. Bornia AC. Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2009.
23. Matuo T. Técnicas de aplicação de defensivos. Jaboticabal: Funep, 1990. p. 139.
24. Campos HBN. Tecnologia de aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas. 2017. 52p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal.
25. Cana Online. Aplicação de defensivos agrícolas em quadriciclo. 2019. Disponível em: <http://www.canaonline.com.br/conteudo/aplicacao-de-defensivos-agricolas-em-quadriciclos.html>. Acessado em: 27 abr de 2022.
26. Krejci LC. Utilização de herbicidas em plantios de *Eucalyptus*. Série Técnica IPEF, Piracicaba. 1987;4(12): 92 – 115.
27. Carvalho FBD, Torres BS, Fonseca MDO, Seixas Filho C. Sistemas PIMS-conceituação, usos e benefícios. Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração. 2013; 1(4): 1-5.
28. Franck FD. Estruturação de um Sistema de Custeio e de Gestão por Indicadores para o Processo de Produção de uma Usina Sucroenergética. 2013. 43p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do RIO Grande do Sul, Porto Alegre.
29. Rodrigues LF. Análise dos serviços emergenciais de manutenção agrícola e borracharia na agroindústria canavieira utilizando teorias de filas. 2014. 28p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
30. Xenos HG. Gerenciando a manutenção produtiva. 2. ed. São Paulo: Editora Falconi, 2014.
31. SiBCS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acessado em: 04 jun 2022.
32. Dias JRP, Medeiros RD, Sousa RR, Bezerra Júnior A, Souza AP, Santos D. Resposta da cana-de-açúcar a adubação potássica nos tabuleiros costeiros da paraíba. 2014. Fertilidade e Biologia do solo: integração e tecnologias para todos. Disponível em: https://www.eventossilos.org.br/fertbio2014/anais/arquivos_anais/648.Image.Marked.pdf. Acessado em: 04 jun 2022.