



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA/SEDE

LUCIVÂNIA SILVA DE SANTANA

RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO
OBRIGATÓRIO:
**INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO NO MANEJO AGRÍCOLA DA
CANA-DE-AÇÚCAR: EXPERIÊNCIA NA USINA SÃO JOSÉ AGROINDUSTRIAL**

**RECIFE
Janeiro, 2026**

LUCIVÂNIA SILVA DE SANTANA

**INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO NO MANEJO AGRÍCOLA DA
CANA-DE-AÇÚCAR: EXPERIÊNCIA NA USINA SÃO JOSÉ AGROINDUSTRIAL**

Relatório apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Estágio Supervisionado Obrigatório do
Curso de Bacharelado em Agronomia/Sede.

Professor Orientador: Dr. FREDERICO INÁCIO
COSTA DE OLIVEIRA

Supervisor: ENGENCEIRA AGRONOMA
FRANCIELY CALVACANTI MACEDO

RECIFE
JANEIRO, 2026

ANUÊNCIA DO PROF. ORIENTADOR E DO SUPERVISOR DO ESO

Declaro, para os devidos fins, que LUCIVÂNIA SILVA DE SANTANA, estudante do curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA/SEDE, está autorizado(a) a entregar o Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório.

Recife, 20 de Janeiro de 2026

Dr. FREDERICO INÁCIO COSTA DE OLIVEIRA

FRANCIELE MACÊDO CALVACANTI

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e proteção concedidas ao longo de toda esta trajetória. Foi Ele quem iluminou meu caminho, me deu coragem para lutar e me sustentou em cada etapa da minha caminhada acadêmica.

Expresso minha mais profunda gratidão aos meus pais Maria e Manoel, agricultores simples, mas cheios de sabedoria e valores, que sempre me ensinaram o verdadeiro significado do trabalho, da honestidade e da perseverança. Me fizeram compreender, desde cedo, a importância da educação como ferramenta de transformação.

Agradeço profundamente as minhas irmãs Luciana e Luana e aos meus irmãos Diogo e Leandro e, às minhas cunhadas Vanessa e Viviane e aos meus cunhados Jailson e Luciano, pelo apoio constante, pelas palavras de incentivo e pela paciência nos momentos em que o estresse do dia a dia parecia me dominar. Ao meu Primo Jayme e sua esposa Natália que me ajudaram como ponto de apoio durante todos esses anos.

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela formação sólida e por me proporcionar o acesso a um ensino público de qualidade, comprometido com o desenvolvimento científico e social. Aos professores, ao meu orientador professor Frederico Inacio, técnicos e colaboradores, deixo meu sincero reconhecimento pela contribuição ao meu crescimento acadêmico e profissional.

Sou imensamente grata ao setor agrícola da São José Agroindustrial, em especial à minha supervisora Franciely e aos meus supervisores Amós Barbosa (Qualidade Agrícola), Laerte Moura e Almir Fernando (Topografia), Arthur Filipe (Geoprocessamento), Ezequias Severino (Preparo do solo e plantio), Cleber Barreto (Irrigação), Franciely Calvacanti, Sandro José e Douglas Kaue (Tratos culturais), Jairo Lins e Flávio Cesar (corte manual) e Washington Freire (colheita mecanizada e logística), por terem me acolhido e proporcionado um ambiente de aprendizado prático e enriquecedor, onde pude vivenciar na prática os conhecimentos adquiridos na universidade e ampliar ainda mais meu aprendizado.

Agradeço também a todos os amigos da faculdade que me acompanharam e estiveram ao meu lado durante essa caminhada, tornando os dias mais leves e repletos de aprendizado compartilhado. Em especial, à minha eterna turma SA3, vulgo 5ª série, que, com alegria, companheirismo e apoio, fez dessa jornada um processo mais leve, divertido e inesquecível.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização desta etapa. Este trabalho representa não apenas a conclusão de um ciclo acadêmico, mas também a realização de um sonho construído com esforço, fé e amor.

IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO

Identificação da Empresa:

Nome: Usina São José S/A

Endereço: Área rural, s/n Km 10.7 rodovia pe 41 CEP: 53640 - 250

Bairro: Três Ladeiras Município: Igarassu Estado: Pernambuco Telefone: 2125-0505

Site oficial: www.saojoseagroindustrial.com.br

Área na empresa onde foi realizado o estágio: Agrícola

Data de início: 08/09/2025

Data de término: 20/12/2025

Duração: 474 horas

Nome do profissional responsável pelo estágio (Supervisor) Franciely Macedo Calvacanti

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Usina São José Agroindustrial S/A foi fundada em 1951, no município de Igarassu, Pernambuco. É uma das mais tradicionais unidades sucroalcooleiras do estado. Em 1995, o Grupo Cavalcanti Petribu adquiriu a Usina São José do grupo Votorantim, ampliando sua atuação no setor sucroenergético pernambucano. Em 2001, ocorreu um processo de cisão, resultando em uma reorganização societária da empresa, que marcou o início de uma nova fase administrativa e operacional da Usina São José Agroindustrial.

A empresa tem se destacado ao longo dos anos pela sua constante inovação em seus processos produtivos, pois vem adotando tecnologias que contribuem para o aumento da eficiência e da sustentabilidade de suas operações.

Atualmente, apresenta uma capacidade média de moagem anual de 1,3 milhão de toneladas de cana-de-açúcar, resultando em uma produção média de mais de 2,8 milhões de sacos de açúcar por safra e cerca de 20 mil m³ de etanol. Além disso, realiza a geração e comercialização de energia elétrica, com exportação superior a 4 MW/h para a rede, o que demonstra o aproveitamento integral dos subprodutos do processo industrial. Os produtos da São José Agroindustrial são destinados aos mercados nacional e internacional e atendem aos mais altos níveis de exigência, tanto no aspecto do produto quanto na qualidade da entrega.

Em um mercado cada vez mais exigente quanto à qualidade e à responsabilidade socioambiental, a empresa destaca-se por possuir certificações como Food Safety System Certification (FSSC) 22000, Organização Internacional de Normalização (ISO) 9001:2015, Bonsucro, RenovaBio e o Selo Verde, que reforçam seu compromisso com a excelência operacional, a sustentabilidade e a segurança alimentar.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 CANA DE AÇÚCAR: DA ORIGEM À INOVAÇÃO	9
1.2 APRESENTAÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO	11
1.3 OBJETIVOS	11
2.1 SETOR DE TOPOGRAFIA	12
2.1.1 Importância da Topografia no Planejamento Agrícola	12
2.1.2 Produção de Ortomosaico	13
2.1.2 Sistematização de Talhão	14
2.1.3 Geração de Kml	16
2.1.4 Atividades de campo	16
2.2 SETOR GEOPROCESSAMENTO	18
2.2.1 Execução do Voo e Coleta de Dados	18
2.3 SETOR PREPARO DO SOLO E PLANTIO	21
2.3.1 Práticas de Preparo do Solo na Usina São José Agroindustrial	21
2.3.3 Gradagem	22
2.3.4 Subsolagem	24
2.3.5 Sulcagem	24
2.3.6 Canterizador	25
2.3.7 Épocas de plantio	26
2.3.8 Colheita da Cana-Semente	27
2.3.9 Semeio da cana-semente	29
2.3.10 Tipos de plantio	30
2.3.10.2 Plantio vertical (mergulhia)	31
2.3.11 Cobertura	32
2.4 SETOR TRATOS CULTURAIS	34
2.4.2 Produção on Farm de bioinsumos - Microgeo e Solubio	37
2.4.2.2 Solubio	39
2.4.3 Compostagem	40
2.4.4 Adubação	42
2.4.5 Aplicação de Herbicidas	42
2.4.6 Produção de calda e aplicação com drones	44
2.4.7 Levantamento de pragas	45
2.4.7.1 Cigarrinha das folhas (<i>Mahanarva posticata</i>)	46
2.4.7.2 Broca gigante	47
2.4.8 Liberação de <i>Cotesia flavipes</i>	50
2.4.9 Acompanhamento de instalação de experimento agrícolas	51
2.4.10. Acompanhamento de colheita de experimento agrícolas	53
2.5 SETOR DE IRRIGAÇÃO	53
2.5.1 Os metodos de irrigação	54
2.5.2 Sistema de Aspersão	54

2.5.3 Vinhaça localizada	57
2.5.4 Projeto de Gotejo Subterrâneo	60
2.6 SETOR DE COLHEITA MANUAL.....	62
2.6.1 Corte manual.....	62
2.6.2 Queima do Canavial.....	63
2.6.3 Queima programada e Incêndios.....	64
2.6.4 Boas Práticas do Corte Manual.....	65
2.7 SETOR COLHEITA MECANIZADA.....	66
2.7.1 Etapas do carregamento (máquinas utilizadas e etapas após o corte).....	68
2.7.1 Entrada de cana na usina	69
3. CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS	72

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil teve grandes avanços nas últimas quatro décadas e, atualmente, o país é uma referência mundial em tecnologias de produção de cana e álcool. (OLIVEIRA et al., 2020, p.150). As pesquisas e tecnologias desenvolvidas no país têm contribuído para o aumento da longevidade dos canaviais e para o uso mais eficiente de insumos e da mão de obra, aspecto especialmente relevante diante da crescente escassez de trabalhadores no setor sucroenergético. Essa modernização tem permitido compensar a redução da força de trabalho por meio da mecanização e da automação das operações agrícolas.

A agricultura moderna exige profissionais capacitados para lidar com tecnologias cada vez mais avançadas e com as demandas por sustentabilidade e eficiência. Nesse contexto, o engenheiro agrônomo assume papel essencial no planejamento, execução e gestão das práticas agrícolas, integrando conhecimento técnico, inovação e responsabilidade ambiental. Segundo o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA, 2023), a atuação do agrônomo é fundamental para promover sistemas produtivos sustentáveis, incorporando tecnologias que aumentem a eficiência e reduzam os impactos ambientais no campo.

Diante desse cenário de avanços tecnológicos e busca por maior eficiência, o Estágio Supervisionado Obrigatório representa uma oportunidade essencial para o estudante de Agronomia vivenciar na prática os avanços e desafios do setor. Essa experiência permite aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso, compreender o funcionamento integrado dos diferentes setores da produção agrícola e reconhecer a importância das tecnologias de precisão no manejo da cana-de-açúcar.

1.1 CANA DE AÇÚCAR: DA ORIGEM À INOVAÇÃO

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies como *Saccharum officinarum*, *Saccharum barberi*, *Saccharum robustum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis* e *Saccharum edule*. O centro de origem dessas espécies são as ilhas do Arquipélago da Polinésia, a Nova Guiné e a Índia (OLIVEIRA, 2019). É considerada uma das espécies cultivadas mais antigas do mundo, com registros que remontam a cerca de 3000 a.C. Uma planta considerada perene em vida livre, no entanto em a cana-de-açúcar é considerada uma cultura semiperene em sistemas industriais, pois necessita de replantio após alguns anos devido à queda de produtividade (BORBA; BAZZO, 2009).

A cana-de-açúcar tem provável origem na Índia e foi disseminada por árabes e chineses até as regiões do Mediterrâneo e do Oceano Índico (RODRIGUES; ROSS, 2018). A introdução

da cana-de-açúcar no Brasil ocorreu com a expedição de Martim Afonso de Sousa entre 1530 e 1532, marcando o início da atividade açucareira no país (SILVA et al., 2021). No entanto, foi na região Nordeste que a cana-de-açúcar alcançou maior expressão nesse período, principalmente nas Capitanias da Bahia e de Pernambuco, que esses engenhos passaram a se multiplicar, tornando-se um dos principais produtos de exportação para a Europa durante os quatro séculos seguintes.

O Brasil se tornou um dos principais centros de cultivo de cana-de-açúcar do mundo, devido ao clima tropical e o solo fértil do país que oferecem até hoje condições ideais para o crescimento da planta. A produção de cana tem aumentado em todo o mundo devido aos programas de melhoramento que tem destinado seus esforços em desenvolver clones produtivos para usos específicos e adaptados a diferentes condições climáticas. (EMBRAPA, 2025).

No setor sucroenergético, a adoção de tecnologias voltadas ao cultivo e manejo da cana-de-açúcar vem se destacando nos últimos anos. O uso de ferramentas digitais, automação de processos e análise de dados em tempo real tem impulsionado o avanço da agricultura de precisão, tornando o manejo da cultura mais eficiente, sustentável e economicamente rentável (DEMATTE, 2014; CARRER et al., 2022). Entre as tecnologias empregadas, destacam-se o uso de sensoriamento remoto, imagens de satélite e drones para o monitoramento do desenvolvimento das lavouras, identificação de falhas de plantio e avaliação de estresse hídrico ou nutricional (DE FRANÇA E SILVA et al., 2024; RUWANPATHIRANA et al., 2024). Além disso, sistemas baseados em GPS e piloto automático permitem maior precisão nas operações de plantio, adubação e colheita, enquanto softwares de gestão agrícola e plataformas de análise de dados auxiliam no planejamento e na tomada de decisão, promovendo maior produtividade e sustentabilidade na cadeia da cana-de-açúcar.

Os avanços obtidos por meio dos programas de melhoramento genético, aliados à adoção crescente de tecnologias no campo, têm se refletido diretamente no aumento da produtividade e na eficiência do setor sucroenergético brasileiro. Na safra 2024/25, o Brasil cultivou cerca de 8,9 milhões de hectares de cana-de-açúcar, obtendo uma produção de 687 milhões de toneladas, com produtividade média de 77,6 t/ha (CONAB, 2025). Já a região Nordeste, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), apresentou 915,88 mil hectares cultivados, com produção aproximada de 56,607 milhões de toneladas, resultando em uma produtividade média de 61,8 t/ha (CONAB, 2025) - resultado do uso combinado de variedades geneticamente melhoradas, práticas agrícolas mais eficientes e tecnologias de manejo de precisão.

1.2 APRESENTAÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

O estágio supervisionado obrigatório constitui uma etapa essencial na formação acadêmica do estudante de Agronomia, pois proporciona a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso e favorece o desenvolvimento de competências técnicas e profissionais. Essa vivência em um ambiente real de trabalho permitiu compreender de forma mais ampla as inter-relações entre os diferentes setores da produção agrícola, contribuindo para a formação de um profissional crítico, ético e comprometido com a sustentabilidade e a eficiência produtiva.

O presente trabalho tem como tema “Integração de tecnologias e inovação no manejo agrícola da cana-de-açúcar: experiência na Usina São José Agroindustrial”. Tem como objetivo apresentar as atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório - ESO, desenvolvido na empresa São José Agroindustrial, situada no município de Igarassu – PE. O estágio foi realizado no período de 08 de setembro a 20 de dezembro de 2025, sob a supervisão da Engenheira Agrônoma Franciely Cavalcanti Macedo, abrangendo diferentes setores da empresa, como topografia, preparo do solo, plantio, tratos culturais, irrigação e colheita.

Durante esse período, foi possível acompanhar as diversas etapas do sistema produtivo da cana-de-açúcar, desde o planejamento e execução das operações agrícolas até o monitoramento das práticas de manejo e controle fitossanitário. A experiência proporcionou uma compreensão aprofundada sobre a importância do uso de tecnologias de precisão, da gestão eficiente dos recursos naturais e da integração entre os setores para alcançar melhores índices de produtividade e sustentabilidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Acompanhar e compreender as diferentes etapas do processo produtivo da cana-de-açúcar na Usina São José Agroindustrial, abrangendo desde o planejamento agrícola até as etapas de corte, carregamento e transporte.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Aprimorar habilidades técnicas relacionadas às atividades de campo e de escritório;
- Compreender o funcionamento e a interação entre os diferentes setores da empresa;
- Desenvolver competências na utilização de ferramentas tecnológicas, como softwares

de geoprocessamento e equipamentos de precisão;

- Fortalecer a capacidade de análise crítica e tomada de decisão frente às demandas do setor sucroenergético.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

2.1 SETOR DE TOPOGRAFIA

2.1.1 Importância da Topografia no Planejamento Agrícola

A topografia é uma etapa fundamental no planejamento de áreas agrícolas, pois fornece informações detalhadas sobre o relevo e as condições físicas do terreno, permitindo a execução de práticas mais eficientes e seguras. Segundo PROF. LAUREANO IBRAHIM CHAFFE (2021, p. 13) “Topografia é a ciência que trata do estudo da representação detalhada de uma porção da superfície terrestre”. Essa ciência analisa o relevo e as características de posicionamento e dimensões do terreno, utilizando ferramentas que possibilitam uma avaliação precisa da área.

Para a implantação de um canal, o levantamento topográfico é realizado na fase inicial do planejamento da área, com o objetivo de definir o melhor arranjo dos talhões. Atualmente, busca-se aumentar as áreas da colheita mecanizada para isso é necessário obter talhões planos, com linhas de cana de maior comprimento, reduzindo as manobras das máquinas e tornando as operações mecanizadas mais eficientes. Além disso, o planejamento topográfico contribui para a melhoria da drenagem e a redução dos processos erosivos, sendo comum a subdivisão dos talhões de cana conforme as variações de relevo e a homogeneidade do solo.

A partir dos dados topográficos, é possível integrar outras tecnologias agrícolas, como sistemas de posicionamento global (GPS), drones e sensoriamento remoto, que auxiliam na elaboração de mapas de produtividade e no monitoramento das condições do solo e da cultura. O uso conjunto dessas ferramentas tem aprimorado o manejo agrícola, promovendo maior precisão, redução de custos e sustentabilidade nas operações do setor sucroenergético.

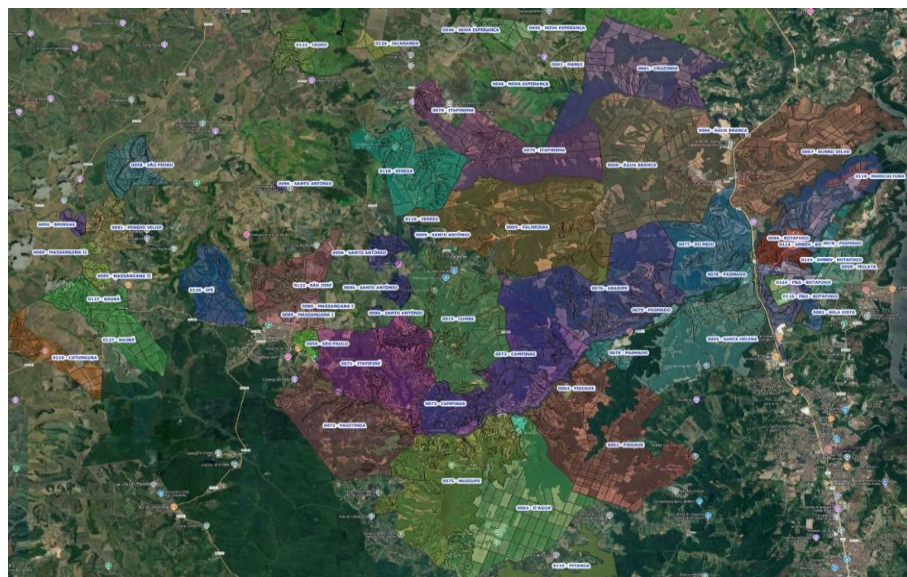
O setor de topografia é responsável por levantar as informações necessárias ao dimensionamento, análise e tomada de decisão na elaboração de projetos de diferentes áreas da usina, como mecanização, irrigação, plantio e controle de qualidade. Na implantação de novos campos, renovações de plantio e ajustes nas áreas de cultivo, o setor de Topografia é indispensável, garantindo precisão e qualidade nos serviços, orientando o trabalho dos demais setores e assegurando bons resultados nas etapas finais do processo. Entre os recursos utilizados destacam-se a base Global Navigation Satellite System (GNSS) Real-Time Kinematic (RTK),

as estações totais, os receptores GNSS, drones e softwares de geoprocessamento, como AutoCAD, AgroCAD e QGIS, que proporcionam maior eficiência e confiabilidade aos levantamentos realizados.

A topografia foi o primeiro setor dentro da São José Agroindustrial que passei no decorrer do Estágio Obrigatório Supervisionado (ESO). No setor de topografia, a Usina dispõe de todas as suas áreas georreferenciadas (figura 1) contemplando áreas próprias, terras de fornecedores e áreas arrendadas. Esses dados são mantidos em constante atualização e constituem a base cartográfica utilizada para o planejamento do plantio, a sistematização do terreno e a conferência de limites.

Para o mapeamento das áreas são utilizados o GNSS da marca Trimble, que possui uma excelente precisão, atualmente são destinados principalmente para áreas menores, com a finalidade de delimitar os limites dos talhões, realizar a marcação de drenos e auxiliar na abertura de estradas. E em áreas mais extensas são utilizados drones, o que possibilita a elaboração de mapas mais detalhados para o planejamento agrícola. Com a utilização do drone possibilita realizar filmagens e a retirada de ortofotos que são utilizadas para a montagem de um mosaico.

Figura 1-Mapa das áreas da usina georreferenciadas



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.1.2 Produção de Ortomosaico

Para a obtenção de dados georreferenciados com maior precisão, o topógrafo utiliza o drone em conjunto com uma estação base RTK, que possui a capacidade de corrigir o sinal do

Sistema de Posicionamento Global (GPS) em tempo real. Durante o sobrevoo da área previamente definida, o drone captura uma série de ortofotos com sobreposição, garantindo assim a cobertura total do terreno. As imagens captadas pelo drone da marca DJI são descarregadas no computador e, em seguida, importadas para o site do próprio fabricante, onde são alinhadas e corrigidas, gerando o ortomosaico (figura 2). Esse ortomosaico consiste em uma única imagem contínua e georreferenciada, construída a partir da junção das fotografias aéreas. Em seguida, o ortomosaico produzido é exportado para o QGIS, onde são realizados ajustes cartográficos e análises espaciais.

Os mapas resultantes são utilizados no planejamento agrícola, abertura de estradas e drenos, delimitação de talhões, verificação de limites da propriedade e sistematização de novos talhões.

Figura 2-Ortomosaico gerado a partir da junção das ortofotos



Fonte:Lucivânia Silva (2025)

2.1.2 Sistematização de Talhão

A sistematização de talhões é um processo de remodelagem física e organizacional das áreas de plantio, no qual são realizadas modificações no terreno, envolvendo alterações na declividade, mudanças no formato e tamanho, além da abertura de novas estradas e drenos, como mostra a Figura 3. Esse processo tem como objetivo tornar o terreno mais adequado para as operações agrícolas, principalmente para a colheita mecanizada, garantindo melhor

aproveitamento da área, maior eficiência no plantio e na colheita, bem como redução de perdas. Diante da escassez de mão de obra, sobretudo para o corte manual da cana-de-açúcar, a São José Agroindustrial vem investindo na adaptação de áreas com declividade de 12% a 20%, de modo a torná-las aptas à colheita mecanizada.

Esse processo ocorre por meio do mapeamento dos talhões, onde passam pelo devido tratamento e ajustes cartográficos no Qgis (figura 4 e figura 5). Após essa etapa, as informações processadas são exportadas para o sistema do trator, possibilitando a execução precisa das operações em campo.

Figura 3-Talhão após o processo de remodelagem física e organizacional



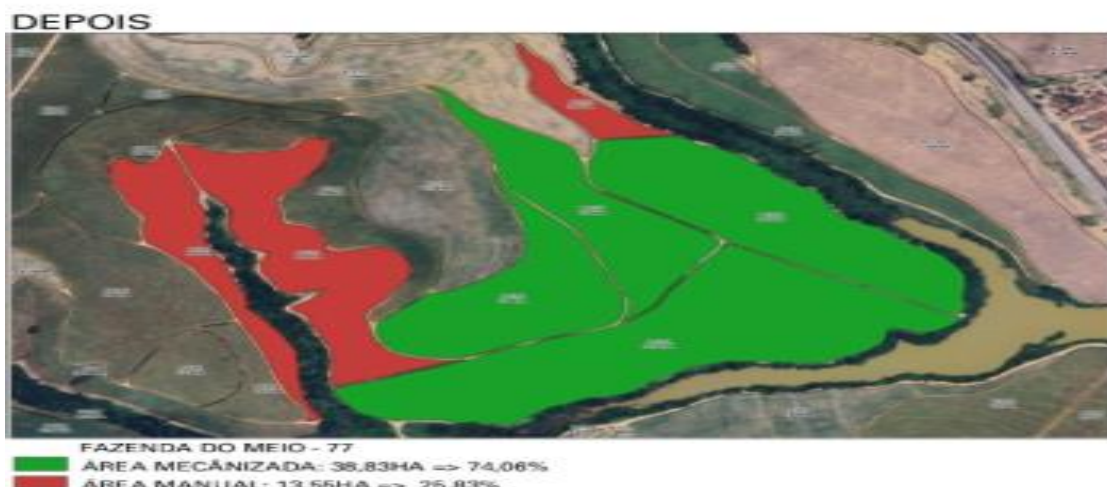
Fonte:Lucivânia Silva (2025)

Figura 4-Imagem do Qgis do talhão da figura 4 antes da sistematização do talhão



Fonte:Lucivânia Silva (2025)

Figura 5-Imagem do Qgis do talhão da figura 4 depois da sistematização do talhão



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.1.3 Geração de Kml

Durante o estágio, foi possível acompanhar a geração de arquivos em formato KML a partir dos dados georreferenciados tratados no Qgis. Esses arquivos permitem a visualização e compartilhamento das informações espaciais, como limites de talhões, estradas e áreas de plantio, em plataformas de drones e para os sistemas de máquinas agrícolas facilitando o planejamento agrícola. O setor técnico solicita o kmL de áreas de seu interesse e para que ocorra a geração do arquivo o mesmo envia a relação de áreas (código shape) que pode ser convertido para KML, um formato de dados geoespaciais. Com base na relação de áreas, o setor de topografia processa e exporta o KmL para o setor técnico que utilizará no planejamento, monitoramento e operação em campo de controles de pragas.

2.1.4 Atividades de campo

Durante o estágio na topografia, foi possível acompanhar a coleta de informações topográficas em campo por meio do drone, no qual foi observada uma área que antes era destinada à exploração de areia (Figura 6) e atualmente está em processo de recuperação. O objetivo da atividade foi observar se existiam alheiras na área, devido ao processo da retirada de areia, que impossibilita o preparo do solo.

Figura 5-Levantamento topográfico com drone em área de recuperação



Fonte:Lucivânia Silva (2025)

Também foi possível acompanhar a atividade de verificação da declividade de talhões em áreas de encosta utilizando a estação total, a mira e a trena (figura 7). O objetivo desta medição foi verificar o percentual máximo de declividade em que o trator realizou o trabalho de sulcagem em áreas de encosta. A sulcagem mecanizada garante um plantio mais uniforme e preciso da cana-de-açúcar, com um espaçamento entre linhas e profundidade dos sulcos adequada, o que contribui para o aumento da produtividade e redução de perdas. Foi observado uma declividade de 37,51% na área da encosta desse lote.

Figura 6-Levantamento planialtimétrico para análise de declividade com estação total



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.2 SETOR GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento consiste em um conjunto de tecnologias que coletam e tratam dados geográficos. Entre esses dados estão informações como localização de pontos de interesse, limites territoriais, relevo e clima. Além disso, essas informações são essenciais para compreender aspectos geográficos de determinada região ou área de estudo. O geoprocessamento pode ser aplicado no planejamento de linhas de plantio; Monitoramento da saúde da plantação; Identificação e quantificação de plantas daninhas e aplicação de insumos.

No cenário atual, o geoprocessamento é uma das tecnologias mais utilizadas pela agricultura de precisão. Isso porque ele trabalha com técnicas de mapeamento, fotografias e imagens de satélite para a melhoria das atividades rurais. Essa tecnologia é utilizada para associar o mapa da propriedade a um banco de dados com o intuito de realizar o planejamento agrícola com mais precisão e, consequentemente, aumentar a produtividade sem degradar o meio ambiente. Assim, a partir do uso do geoprocessamento, é possível aumentar a eficiência na utilização de insumos, na conservação e manejo do solo, monitoramento de áreas irrigadas, pragas e doenças, entre outros.

2.2.1 Execução do Voo e Coleta de Dados

No setor de Geoprocessamento, o processo tem início com a seleção da área de interesse no software QGIS, onde é delimitado o polígono correspondente à região a ser mapeada. Essa delimitação é posteriormente exportada e incorporada ao sistema de planejamento de voo do drone (figura 8), de forma que o equipamento realize a operação com coordenadas previamente

definidas.

No entanto, antes do voo é realizada a configuração do sistema do drone, etapa em que são definidos parâmetros como altura de voo e velocidade de deslocamento, além de ajustes relacionados à sobreposição lateral e frontal das imagens. Esses parâmetros influenciam diretamente na qualidade e na resolução das imagens geradas.

Após essa etapa, o drone é transportado até a área selecionada para a execução do voo. No local, procede-se à instalação da antena RTK (figura 9), que é posicionada em um ponto de coordenadas conhecidas. Esse procedimento é fundamental para garantir a precisão na captura das imagens aéreas, corrigindo eventuais erros de posicionamento do sistema GNSS embarcado no drone. Esses dados são utilizados no mapeamento de plantas daninhas e no reconhecimento de falhas no plantio.

O drone captura uma série de ortofotos com sobreposição frontal e lateral garantindo assim a cobertura total do terreno com maior precisão. Após a coleta, as imagens são descarregadas do drone para um computador e, em seguida, importadas para o software Agisoft Metashape Professional. Esse programa realiza o alinhamento fotogramétrico, que consiste em identificar automaticamente os pontos em comum entre as imagens sobrepostas. A partir desses modelos é produzido o ortomosaico, que é uma imagem resultante do mosaico gerado pelas fotografias aéreas corrigidas.

Figura 7-Drone da marca Dji utilizado para mapeamento e captura de imagens



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 8-Base GNSS RTK posicionada em um ponto com coordenadas conhecidas



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

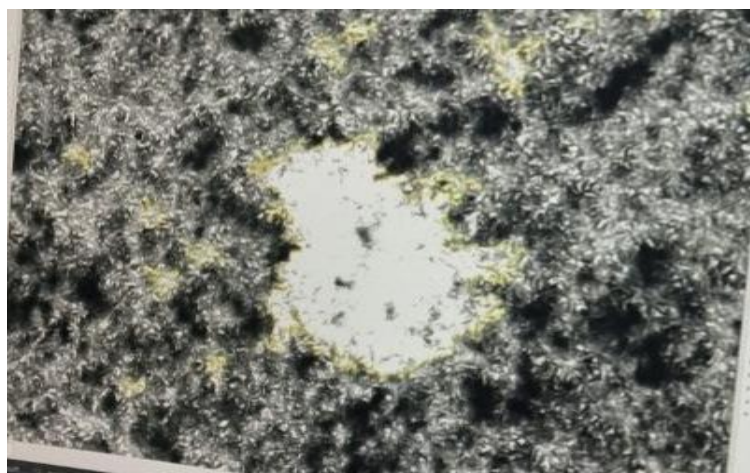
No QGIS, a identificação de falhas no plantio ou de áreas com infestação de plantas daninhas pode ser realizada de duas formas: pela demarcação manual das áreas de interesse sobre o ortomosaico (figura 10), nesse método, a demarcação dos polígonos é realizada diretamente sobre as regiões afetadas, ou pela utilização de índices de vegetação, como a camada GLE (figura 11). Esse índice diferencia a cobertura vegetal em tons de cinza, onde regiões mais escuras indicam maior vigor e áreas claras revelam falhas ou menor cobertura. Assim, o processo torna-se mais rápido e eficiente, permitindo a quantificação das áreas afetadas e auxiliando no manejo agrícola.

Figura 9-Demarcação manual de falhas no plantio sobre o ortomosaico no QGI



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 10-Aplicação do índice GLE para identificação de falhas no plantio no QGIS



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3 SETOR PREPARO DO SOLO E PLANTIO

2.3.1 Práticas de Preparo do Solo na Usina São José Agroindustrial

O preparo do solo é uma das etapas mais importantes para garantir o sucesso do plantio de cana-de-açúcar, pois tem como objetivo melhorar as condições físicas e químicas do solo, além de favorecer o ambiente necessário para a brotação das gemas.

Segundo Barros e Milan (2010), um bom preparo e a correção do solo, associados à boa qualidade no plantio, são necessários para proporcionar o desenvolvimento adequado da cultura da cana-de-açúcar e garantir a longevidade das soqueiras. Essas práticas contribuem diretamente para o melhor desenvolvimento radicular dos colmos e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade do canavial.

Na Usina São José Agroindustrial, a reforma do canavial ocorre, em média, a cada cinco anos, podendo se estender para sete ou oito anos, conforme a cultivar utilizada e o desempenho

produtivo do talhão, que são avaliados com base no TCH (Tonelada de Cana por Hectare).

As etapas que compõem o preparo do solo incluem a dessecação, subsolagem, gradagem, sulcagem e canterização, sendo executadas conforme a necessidade específica de cada área e as condições operacionais disponíveis.

2.3.2 Dessecação

A dessecação (figura 12) é realizada em áreas de pré-plantio da cana-de-açúcar com vegetação alta e resto de soqueira usando herbicidas não seletivos. É realizada em qualquer época do ano, menos em dias chuvosos, com o objetivo de diminuir a densidade de material verde e facilitar o preparo do solo.

Figura 11-Área dessecada com herbicida não seletivo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.3 Gradagem

A gradagem é uma etapa essencial do preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar, pois tem como objetivo melhorar as condições físicas do solo, favorecendo a germinação, o desenvolvimento radicular e a emergência uniforme das plantas. Além disso, essa operação promove o destorroamento, nivelamento da superfície e a incorporação de corretivos e resíduos vegetais, criando um ambiente mais adequado para o estabelecimento do canavial.

Na Usina São José Agroindustrial, são utilizadas grades pesadas e médias, conforme a finalidade e o tipo de solo: Grades pesadas (figura 13): possuem discos maiores e mais espaçados, capazes de atingir profundidades de até 30 cm. São utilizadas na primeira gradagem após a colheita, com a função de destruir soqueiras antigas, enterrar restos culturais e incorporar corretivos (como calcário e gesso agrícola) aplicados na superfície. Grades médias: são

empregadas nas gradagens subsequentes, com a finalidade de destorroar e nivelar o solo, deixando-o em condições ideais para a sulcagem e o plantio.

Essa prática também contribui para a redução da infestação de plantas daninhas e para a melhoria da infiltração e aeração do solo, fatores fundamentais para o bom enraizamento da cana-de-açúcar. É importante ressaltar que o número de passadas da grade deve ser o mínimo necessário, para evitar a excessiva mobilização do solo, que pode causar perda de umidade, erosão e degradação estrutural. Por isso, o planejamento das operações deve considerar o tipo de solo, o relevo e as condições climáticas do período.

O momento ideal para realizar a gradagem depende diretamente da umidade do solo, que deve estar em condição friável — nem muito seca, para evitar o excesso de torrões, nem muito úmida, o que poderia causar compactação e destruição da estrutura natural do solo. É importante ressaltar que o número de passadas da grade deve ser o mínimo necessário, a fim de evitar a excessiva mobilização do solo, que pode resultar em perda de umidade, erosão e degradação estrutural. Por isso, o planejamento das operações deve considerar o tipo de solo, o relevo e as condições climáticas do período.

Figura 12-Trator realizando gradagem em área de preparo do solo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.4 Subsolação

A subsolação (figura 14) é uma operação de preparo profundo do solo, realizada com o objetivo de romper camadas compactadas ou adensadas que dificultam o desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar. Essas camadas geralmente se formam devido ao tráfego intenso de máquinas e veículos agrícolas durante a colheita e aos repetidos revolvimentos do solo em períodos de preparo e plantio.

Na Usina São José Agroindustrial, a subsolação é aplicada principalmente em áreas com solos de textura mais argilosa, onde a compactação é mais frequente, e em profundidades superiores às atingidas pela gradagem, normalmente entre 35 e 50 cm. A operação é executada com o auxílio de tratores de alta potência ou tratores de esteira, visto que o implemento (subsolador) exige grande força de tração. A realização adequada dessa etapa proporciona melhor infiltração de água, maior aeração, facilidade de enraizamento e, conseqüentemente, maior vigor e produtividade dos canaviais.

Figura 13-Descompactação do solo por meio de subsolação mecanizada



14Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.5 Sulcagem

A sulcagem (Figura 15) é uma das etapas finais do preparo do solo, realizada após a gradagem, com o objetivo de abrir os sulcos que receberão a cana-semente. Essa operação é essencial para definir o espaçamento entre linhas, a profundidade de plantio e a distribuição dos insumos, fatores que influenciam diretamente o estande inicial e o desenvolvimento do canavial.

Na Usina São José Agroindustrial, a sulcagem é adaptada conforme as características

topográficas do terreno. Nas áreas planas ou de tabuleiro, a operação é realizada de forma mecanizada, utilizando o equipamento conhecido como tríplice operação, que executa simultaneamente a abertura dos sulcos e a distribuição do composto orgânico no fundo. O espaçamento entre linhas é de 1,5 metro, adotado com o objetivo de facilitar a colheita mecanizada, permitindo o tráfego adequado das colhedoras, melhor aproveitamento da área e eficiência operacional.

Nas áreas com declividade acentuada, é utilizado o sulcador-adubador, implemento que abre o sulco e deposita o fertilizante granulado no fundo, garantindo melhor aproveitamento dos nutrientes e uniformidade na adubação. Nesses locais, o espaçamento entre linhas também é de 1,5 metro.

Já nas áreas de encosta, devido à impossibilidade de mecanização, a sulcagem é realizada manualmente por trabalhadores rurais, com o auxílio de enxadas, seguindo o alinhamento definido pela topografia e pelo planejamento agrícola. Essa prática é comum em locais com declividade superior a 45%, onde a mecanização representa risco de acidentes e degradação do solo. Nesses casos, o espaçamento é de 1 metro entre linhas.

A profundidade dos sulcos varia entre 25 e 30 cm, dependendo da textura e da umidade do solo. Essa etapa é de grande importância, pois influencia a uniformidade da brotação, a fixação das mudas e o crescimento radicular da planta.

Figura 15-Operação de sulcagem e adubação em área com declividade acentuada



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.6 Canterizador

O canterizador (figura 16) é um implemento utilizado na etapa final do preparo do solo,

com a função de aprofundar os sulcos, preparando o terreno para o plantio da cana-de-açúcar, principalmente quando se adota o sistema de plantio vertical. Essa operação proporciona aeração e condições ideais de enraizamento para os rebolos de cana-semente.

Na Usina São José Agroindustrial, o uso do canterizador ocorre em áreas que apresentam solos mais compactados com necessidade de sulcos mais profundos, geralmente após a realização da gradagem e da subsolagem. O implemento é acoplado a tratores de alta potência, que garantem a tração necessária para o revolvimento profundo do solo. O equipamento possui hastes que aprofundam sulco, permitindo que a cana seja plantada em profundidades de até 60 cm, quando o objetivo é obter maior fixação e desenvolvimento radicular. O uso do canterizador também contribui para o aumento da longevidade do canavial, uma vez que o sistema radicular mais profundo favorece a resistência à seca e a rebrota das soqueiras após o corte.

Figura 16-Aprofundamento do sulco para receber o plantio vertical



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.7 Épocas de plantio

Na usina, os plantios ocorrem durante todo o ano, sendo divididos em dois períodos: inverno e verão. O plantio de inverno é realizado entre abril e julho, meses correspondentes ao período chuvoso no Nordeste. Nesse período, são renovadas áreas de tabuleiro e, principalmente, áreas de encostas.

Nas encostas com declividade superior a 45%, a sulcagem é executada de forma manual. A umidade do solo durante o inverno favorece esse tipo de manejo e, além disso, nessas áreas

há maior dificuldade para implantação de sistemas de irrigação (EMBRAPA, 2016).

O plantio de verão ocorre de agosto a março, logo após o término do período chuvoso. Nessa fase, são priorizadas as áreas de várzea, que permanecem alagadas durante as chuvas, bem como áreas dotadas de sistemas de irrigação, garantindo a manutenção da umidade do solo e o desenvolvimento adequado da cultura (EMBRAPA, 2015; EMBRAPA, 2020).

Durante o período de estágio, tive a oportunidade de acompanhar parte do plantio de verão, iniciado em 1º de setembro de 2025, com previsão de término em 31 de março de 2026. O setor de plantio possui como meta a implantação de 1.250 hectares nesse período, mantendo uma cota diária de aproximadamente 5,17 hectares por dia. Essa etapa é de grande importância dentro do cronograma agrícola da empresa, pois visa garantir o estabelecimento uniforme dos canaviais e a manutenção da produtividade nas safras subsequentes.

2.3.8 Colheita da Cana-Semente

Durante meu estágio no setor de plantio da usina, acompanhei as etapas iniciais da implantação do canavial. O processo se inicia com a escolha da variedade de cana-de-açúcar e a definição do talhão de onde será retirada a cana-semente. Essa etapa é fundamental, pois a qualidade das mudas influencia diretamente no sucesso do canavial. Ela deve ser escolhida pelo potencial produtivo, apresenta maior taxa de pegamento, desenvolvimento mais rápido, melhor competição com plantas daninhas e maior resistência a pragas e doenças. Além disso, o tipo de solo também deve ser levado em consideração.

As variedades semeadas no plantio de verão 2025/2026 foram VAT 90-212, VXI 54288, CTC 9009, RB 041443, CTC 9004 e RB 07818, selecionadas por sua boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região, elevado potencial produtivo e resistência a pragas e doenças. A escolha das variedades foi realizada com base em critérios técnicos que consideram fatores como ciclo de maturação, comportamento sob irrigação, tolerância à seca e resposta ao manejo nutricional. As cultivares apresentam diferentes períodos de colheita, o que possibilita o escalonamento da safra e a otimização do aproveitamento industrial. Além disso, as variedades selecionadas possuem bom perfilhamento, alto teor de sacarose e boa brotação de soqueira, características fundamentais para garantir maior longevidade do canavial e redução dos custos de produção.

Essas variedades têm se destacado nos canaviais do litoral norte de Pernambuco por aliarem produtividade, rusticidade e estabilidade agrícola, atendendo às exigências do setor sucroenergético e às condições específicas de solo e clima da região.

A cana-semente utilizada no plantio deve possuir entre 6 e 10 meses de idade, faixa

etária considerada ideal para garantir boa brotação e vigor inicial das plantas. Após esse período, ocorre o processo de lignificação das gemas, o que reduz sua capacidade germinativa e compromete o estabelecimento do canavial. Além disso, as mudas devem estar isentas de pragas e doenças visíveis, assegurando a sanidade do material propagativo e evitando a disseminação de agentes patogênicos no campo.

A colheita da cana-semente (figura 17) é realizada manualmente, e a cana deve estar crua, ou seja, sem queima da palha, a fim de preservar a integridade das gemas e garantir melhor qualidade fisiológica das mudas. A atividade é organizada em tarefas distribuídas entre os trabalhadores rurais, sendo que cada tarefa corresponde a aproximadamente 2.700 toneladas, unidade de medida tradicionalmente utilizada no campo para delimitar a área de corte por trabalhador. Esse sistema de organização permite melhor controle das atividades, otimização do tempo de trabalho e acompanhamento da produtividade individual e coletiva.

O carregamento, transporte e descarrego das sementes também é uma parte muito importante para o sucesso do plantio, pois deve-se evitar ao máximo causar injúria na cana durante o processo. O processo se dá pela coleta das sementes por uma carregadeira no campo e carga deve ser organizada na carroceria do veículo de forma mais organizada possível para facilitar o descarrego, então é transportada até a área de plantio. Chegando lá essa cana é descarregada com cuidado e distribuída dentro dos talhões para então semeio.

Figura 17-Trabalhadores rurais realizando o corte de cana crua para ser utilizada como semente no plantio



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.9 Semeio da cana-semente

Após o preparo do solo, o semeio da cana-de-açúcar é realizado de forma manual por trabalhadores rurais, com o auxílio de uma carregadeira, que distribui a cana-semente ao longo do perímetro do talhão, facilitando o trabalho de plantio.

O semeio dos colmos da cana-semente no plantio convencional (figura 18), consiste em distribuir de 2 a 3 colmos-semente dentro do sulco, utilizando a técnica denominada “pé com ponta”. Essa técnica consiste em unir o pé (base) de um colmo com a ponta (extremidade superior) de outro, sobrepondo parcialmente os segmentos do colmo vizinho, o que garante maior uniformidade de gemas e melhor brotação. Em média, são necessárias de 11 a 12 toneladas de cana-semente por hectare nesse sistema.

Já o semeio no plantio vertical (figura 19), é realizado inserindo os colmos na posição vertical, a uma profundidade média de 60 cm e espaçamento de aproximadamente 1 metro entre plantas. Nesse sistema, são utilizadas cerca de 7 toneladas de colmos por hectare. Antes do semeio, em ambos os sistemas, é indispensável a limpeza e seleção da cana-semente, garantindo a eliminação de impurezas, folhas secas e partes deterioradas.

Figura 18-- Trabalhador rural realizando atividade de distribuição (semeio) da cana semente no sulco no plantio convencional em área de encosta



Fonte: Lucivânia silva (2025)

Figura 19-Distribuição manual de cana-semente nos sulcos durante o plantio vertical



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.10 Tipos de plantio

2.3.10.1 Plantio convencional

O método de plantio convencional é o mais utilizado pela empresa e consiste na distribuição da cana-semente nos sulcos (figura 20) previamente adubados. A distribuição é feita no sistema conhecido como “pé com ponta”, visando maior uniformidade no estande inicial, uma vez que as gemas de um mesmo colmo apresentam diferentes idades fisiológicas. As gemas localizadas no terço inferior, por serem mais lignificadas, apresentam menor capacidade de brotação, enquanto as do terço superior, por serem mais tenras, possuem maior vigor germinativo.

Em seguida, a cana é seccionada em rebolos com 3 a 4 gemas, utilizando-se o facão. Esse procedimento tem como objetivo quebrar a dominância apical e estimular o desenvolvimento de novas raízes e brotações.

Figura 20-Colmos distribuído no sistema pé com ponta e seccionado



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.10.2 Plantio vertical (mergulhia)

Com o objetivo de inovar e aumentar a produtividade dos canaviais, bem como prolongar seu tempo de estabelecimento em campo, a empresa São José Agroindustrial adotou a técnica do plantio vertical (figura 21). Esse sistema proporciona maior fixação da planta e desenvolvimento radicular, devido à maior profundidade de inserção no solo.

Para sua execução, o solo exige preparo mais intenso: inicialmente é realizada a gradagem, seguida do subsolador para romper camadas mais profundas e, posteriormente, nova gradagem para desagregar torrões da subsuperfície. Após esse preparo, é realizada a sulcagem com aplicação de composto. Quando há compactação, utiliza-se o canterizador para aprofundar os sulcos.

Os rebolos são posicionados verticalmente a cerca de 60 cm de profundidade, seccionados em bisel, com espaçamento de aproximadamente 20 cm entre plantas e 1,5 m entre linhas. A cobertura do sulco é preferencialmente mecanizada, sendo complementada manualmente em locais onde permanecem falhas.

Figura 21-- Colmos plantados na vertical prontos para receber a cobertura



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.3.11 Cobertura

A cobertura é a etapa de finalização do plantio e, na Usina São José Agroindustrial, é realizada de forma manual (Figura 22) ou mecanizada (Figura 23), conforme as condições topográficas da área.

Nas áreas planas ou de fácil acesso, a cobertura é feita mecanicamente, ocasião em que se acrescenta uma calda contendo Microgeo, bactérias multiplicadas na Solubio, além de cupinicida e inseticida, visando melhorar as condições biológicas do solo e proteger as mudas contra pragas.

Já nas áreas de encosta, onde a declividade impede o acesso de máquinas, a cobertura é realizada manualmente, com o auxílio de enxadas, garantindo que os rebolos de cana fiquem devidamente cobertos pelo solo.

Essa etapa é de grande importância, pois assegura o bom contato entre o solo e as mudas, favorecendo a brotação uniforme e o estabelecimento saudável do canavial.

Figura 22-Trabalhador rural realizando a cobertura do sulco com o auxílio de uma enxada



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Já em áreas mecanizáveis, a operação é executada com o auxílio de implementos acoplados ao trator, ficando os trabalhadores responsáveis apenas pela recoberta manual nos pontos onde ocorreram falhas durante a passagem do equipamento. Durante a cobertura, é realizada a aplicação de uma calda sobre os colmos, contendo micronutrientes, microgeo, bactérias e fungos benéficos multiplicados via on farm, além de fipronil (inseticida), aminoácidos e outros componentes que contribuem para o vigor inicial e proteção fitossanitária da cultura. A cobertura mecanizada apresenta vantagens em relação à manual, pois possibilita uma operação mais rápida e uniforme, além de reduzir os custos com mão de obra, aumentando a eficiência do processo.

Figura 23-- Trator realizando cobertura mecanizada em área de plantio convencional



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4 SETOR TRATOS CULTURAIS

2.4.1 Produção de Mudanças – MPB

As Mudanças Pré-Brotadas são mudas originadas a partir de gemas individualizadas de cana-de-açúcar, uma tecnologia de multiplicação desenvolvida pelo Instituto Agrônômico (IAC) que visa uma produção rápida de mudas, a diminuição na quantidade de cana semente por hectare, um elevado controle fitossanitário no plantio e uma menor quantidade de falhas no talhão, que irá proporcionar canaviais de excelente qualidade. Com tudo, pode-se dizer que o sistema de MPB de cana-de-açúcar permite aumentar a economia de colmos na implantação do canavial, pois leva mudas já formadas ao campo, no qual o resultado é uma homogeneidade e sanidade inicial do canavial.

A produção de mudas pré-brotadas (MPB) está entre as diversas tecnologias empregadas pela São José Agroindustrial no plantio da cana-de-açúcar, e esse é um método utilizado para a multiplicação de novas variedades e no replantio. De acordo com Landell et al. (2012), o processo de produção de mudas pré-brotadas (MPB) divide-se em cinco estágios fundamentais: corte do minirrebolo, tratamento químico, brotação, individualização (ou repicagem) e aclimação. Cada uma dessas fases visa garantir a sanidade e o vigor das mudas. O ciclo completo tem duração média de 42 dias, sendo 22 dias na estufa, onde ocorre a brotação

inicial, e 20 dias na fase de aclimação, quando as mudas são adaptadas às condições de campo

Na primeira etapa ocorre a obtenção da cana-semente com idade fisiológica entre 6 e 10 meses o que permite uma melhor brotação das gemas devido a menor lignificação do colmo. De acordo com Dinardo-Miranda, Vasconcelos e Landell (2010), a utilização de gemas sadias e livres de pragas, especialmente da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), é fundamental para evitar a disseminação de patógenos e garantir o vigor inicial das plantas.

Em seguida, é realizado o preparo do minirrebolo, que se dá pela secção dos colmos manualmente, no qual são utilizados um sistema de guilhotina (figura 24) com lâmina dupla e outra com um falcão. Normalmente no viveiro da usina são produzidas cerca de 250 bandeja em um dia e isso totaliza uma produção em torno de 15.000 minirrebolos.

Figura 24-- Corte da cana semente para a obtenção do minirrebolo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Na segunda etapa é realizado um banho sanitizante (figura 25) antes do plantio dos minirebolos, onde são utilizados uma mistura de 100 mL do fungicida 1,0 Azoxistrobina 12,5% + Flutriafol 12,5% e 200mL do bioestimulante Kimio plus para 250 L de água.

Figura 25-Banho sanitizante: Mistura de fungicida e bioestimulante utilizada no tratamento dos minirrebolo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

No terceiro estágio, os minirrebolos são distribuídos em bandejas (Figura 26) cada uma com capacidade para 60 unidades. As gemas são posicionadas voltadas para cima lado a lado, e utiliza-se pó de casca de coco como substrato natural, por oferecer condições ideais como aeração e retenção umidade contribuindo para o enraizamento e o desenvolvimento inicial das plantas. Em seguida, as bandejas são colocadas em estufa com sistema de irrigação automática, programado com intervalos de 3 minutos entre as irrigações, até o cultivo atingir aproximadamente 22 dias.

Figura 26-Bandeja contendo pó de casca de coco e minirrebolos



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

A quarta estágio consiste no processo de aclimação (figura 27) que ocorre em bancadas a pleno sol. Nesta fase, o objetivo principal é a adaptação e rustificação das mudas para o plantio no campo. Nesta etapa também é realizada a poda uma vez por semana. A irrigação é feita por microaspersão em turno de regas.

No fim dessa etapa, a muda estará em condições de ser retirada e transportada para o plantio. O plantio é realizado de forma manual com o auxílio de uma ferramenta artesanal no qual ocorre o preparo de solo convencional, no entanto é realizada a cobertura do sulco antes do plantio, isso é feito para que a muda seja acomodada.

Figura 27-Bancadas contendo mudas de MBP em processo de aclimação



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.2 Produção on Farm de bioinsumos - Microgeo e Solubio

2.4.2.1 Microgeo

A São José Agroindustrial é uma empresa que adota tecnologias inovadoras em biotecnologia. Durante o estágio no setor de tratos culturais, foi possível observar o processo de Compostagem Líquida Contínua (CLC) realizado na biofábrica da Microgeo (Figura 28).

A Biofábrica CLC tem como finalidade a produção contínua do adubo biológico

Microgeo é de fácil instalação e operação, o sistema é foi montado na própria usina, em uma área que recebe luz solar direta e próxima a uma fonte de água não clorada, garantindo o funcionamento adequado do processo biológico. O Microgeo é um componente balanceado que nutre e regula os micro-organismos que estão presentes na compostagem líquida contínua. Os microrganismos que constituem a CLC são exclusivos e adaptados ao local onde a Biofábrica está instalada, pois são oriundos de um rúmen bovino da região.

Na usina, esse adubo biológico é utilizado como base para a calda aplicada antes da cobertura dos colmos durante o plantio, em que são utilizadas cerca de 150 L para 1 hectare. Essa calda é aplicada em conjunto com outros componentes, como fertilizantes e bactérias. Após retirar o adubo biológico da Biofábrica CLC, é imprescindível fazer a reposição imediata do Microgeo e completar com água não clorada. Tem como objetivo principal melhorar as condições microbiológicas do solo e favorecer o desenvolvimento das plantas

Figura 28-Compostagem líquida contínua (CLC) em operação na Biofábrica da São José Agroindustrial



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.2.2 Solubio

Pensando na sustentabilidade de seu plantio, redução de custos e a proteção do meio ambiente, a São José Agroindustrial fez parceria com a empresa de biotecnologia a solubio. Ela é uma fábrica de bioinsumos que promove alternativas sustentáveis com produção onfarm de microrganismo vivos que tem atuação benéfica na plantação.

Compostas por grandes tambores de aço inox esterilizados (figura 29), onde ficam depositados os microorganismos, acondicionados sob temperatura controlada. A multiplicação de bactérias é realizada com o objetivo de diminuir a dependência de insumos químicos e importados e com isso reduzir os custos da produção agrícola.

Figura 29-Tambores de inox utilizados para multiplicação de bactérias na biofábrica



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Microrganismo multiplicado na biofábrica e seus benefícios:

- **Bio Hídric - *Priestia aryabhatai***

Função: Atua na retenção de água no solo, favorecendo a tolerância da planta ao estresse hídrico.

Benefício: Ideal para períodos de seca ou regiões com déficit hídrico. Aumenta a eficiência do uso da água

- **Bio Az - *Azospirillum***

Função: Fixa nitrogênio atmosférico de forma biológica, fornecendo esse nutriente de forma contínua para a planta.

Benefício: Reduz o uso de fertilizantes nitrogenados e melhora o desempenho em solos com baixo teor de nitrogênio

- **Bio Raiz Pro** - *Bacillus licheniformis*

Função: Potencializa o enraizamento e o vigor da planta com ação combinada de microrganismos.

Benefício: Garante maior uniformidade na emergência e resistência inicial a estresses, como compactação do solo ou baixa fertilidade.

- **Bio Solubilize** - *Priestria megaterium*

Função: Solubilizar nutrientes como fósforo e potássio no solo, tornando-os mais disponíveis para as plantas.

Benefício: Favorece o desenvolvimento radicular e o crescimento da planta, reduzindo a necessidade de adubação química.

2.4.3 Compostagem

A compostagem é um setor de grande importância na usina, pois é um processo de destinação adequada de resíduos gerados pela mesma, como a torta de filtro, os resíduos da lavagem e cana proveniente de incêndios que não servem para a moagem. Esses materiais em conjunto com cama de frango e bactérias multiplicadas na biofábrica resultam em um composto orgânico que é utilizado como adubo.

O processo de compostagem aproveita os resíduos gerados dentro da própria empresa e os utiliza substituindo o fertilizante químico em adubação de fundo do sulco no preparo do solo para o plantio e também na socaria, como adubação de cobertura.

Uma leira (figura 30) tem, em média, 250 toneladas de produto final, sendo composta por torta de filtro, pó de rocha fosfática, bactérias solubilizadoras de fósforo, cama de frango e resto de moagem, quando disponível. São depositadas toneladas de torta de filtro que, com o auxílio de uma pá mecânica, são organizadas no formato de leira. Em seguida, é adicionado o resto de cana triturado em uma forrageira, além da cama de frango e do pó de rocha fosfática. Todo esse material é misturado com o auxílio de um trator com implemento compostador (figura 31) de resíduos orgânicos acoplados.

Ao mesmo tempo em que a leira é misturada é aberto um sulco para receber a inoculação da bactéria solubilizadora de fósforo. Após a inoculação essa leira fica por 30 dias em maturação periodicamente as leiras são medidas as temperaturas, utilizando se um termômetro.

A temperatura não poderá ultrapassar os 60°C, ocorrendo isso será necessário fazer o molhamento da leira com água e realizar o revolvimento. Ainda em relação à manutenção das leiras, realiza-se o revolvimento das mesmas em médias de 2 em 2 dias a fim de maximizar sua aeração de diminuir sua temperatura.

Quando a leira de composto contém a inoculação da bactéria, só será adicionado o calcário quando a mesma for imediatamente para o campo, pois o aumento do pH do calcário interfere na atividade microbiana das bactérias levando elas à morte. Entretanto pude observar que a adição de calcário e gesso só ocorre quando o composto for destinado à adubação de cobertura, tendo em vista que ao se fazer o preparo do solo ocorre a aplicação de calcário e gesso para a correção da acidez do solo. Vale ressaltar que a aplicação é feita de forma mecanizada, entretanto como adubação de superfície só é realizada em época de verão.

Figura 30-Leira de composto pronta para ser distribuída no campo sendo monitorada com termômetros



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 31— Equipamento utilizado na compostagem para misturar dos resíduos orgânicos



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.4 Adubação

A adubação é um processo fundamental para o desenvolvimento das plantas, pois tem como objetivo fornecer os nutrientes essenciais ao seu crescimento saudável. Os adubos, que podem ser de origem orgânica ou sintética, são aplicados para corrigir deficiências nutricionais do solo, contribuindo assim para o aumento da produtividade das culturas.

Na São José Agroindustrial, a adubação pode ser realizada de forma mecanizada ou manual. A adubação mecanizada ocorre nas áreas de tabuleiro, enquanto a adubação manual é empregada nas áreas de encosta ou várzea. Esse manejo é aplicado tanto na cana-planta quanto na cana-soca, visando o fornecimento dos nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento das plantas. A escolha da formulação depende da responsividade de cada talhão. No entanto, não é realizada adubação química nas áreas que recebem aplicação de vinhaça localizada, pois esse subproduto já contém fertilizantes químicos adicionados à sua composição.

2.4.5 Aplicação de Herbicidas

As plantas daninhas representam um dos principais desafios no cultivo de cana-de-açúcar, pois reduzem a produtividade por competirem com a cultura por água, luz e nutrientes. Além disso, apresentam alta capacidade de adaptação às diferentes condições de solo e clima, o que dificulta o seu controle. Essas plantas podem causar perdas significativas na produção,

refletindo diretamente nas colheitas e na rentabilidade do produtor.

Entre os métodos disponíveis, o controle químico é um dos mais utilizados, principalmente pelo bom custo-benefício e pela eficiência operacional que proporciona. Os herbicidas permitem o tratamento de grandes áreas em um curto intervalo de tempo, o que otimiza o manejo da lavoura. Outro ponto positivo é o efeito residual de algumas moléculas, que pode inibir a emergência de novas plantas daninhas por um período de 50 a 90 dias, dependendo do produto utilizado.

Durante o estágio, pude acompanhar a aplicação de herbicidas pré-emergentes utilizando o pulverizador HerbiPlus (figura 32) acoplado a um trator. HerbiPlus é um implemento/pulverizador agrícola usado para aplicação de herbicidas para aumentar a precisão e eficiência da aplicação no controle de plantas daninhas.

A atividade permitiu observar de perto o funcionamento do equipamento e a importância da calibração e das condições climáticas adequadas para garantir a eficiência do controle.

Além dessa prática, também foi possível acompanhar a catação da corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) com a utilização de drone, uma das principais plantas daninhas presentes nos canaviais da usina. Essa tecnologia tem sido empregue como ferramenta auxiliar na identificação e no mapeamento das áreas infestadas, permitindo uma atuação mais precisa e direcionada das equipes de campo. A partir das imagens que são obtidas pelo drone, é possível delimitar as manchas de ocorrência da planta e com isso planejar as intervenções de forma localizadas, e com isso é possível reduzir o uso excessivo de herbicidas e otimizar os recursos operacionais.

Figura 32-Pulverizador HerbiPlus em operação na aplicação de herbicida



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.6 Produção de calda e aplicação com drones

Durante o estágio, tive a oportunidade de acompanhar o Projeto Calda Pronta, que foi desenvolvido com o objetivo de otimizar o processo de preparo da calda utilizada nos drones de aplicação. Nesse sistema, a calda deixa de ser preparada diretamente no campo e passa a ser formulada previamente no almoxarifado, já pronta para uso. O preparo é realizado por meio de três tanques com capacidade de 1.000 litros cada (figura 33), nos quais são adicionados os produtos conforme as recomendações técnicas, garantindo homogeneização adequada, padronização da mistura e maior eficiência operacional no momento da aplicação.

Figura 33-Sistema de preparo da calda com tanques de mil litros do Projeto Calda Pronta



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Essa mudança tem agilizado as operações, reduzido erros de dosagem e aumentado a eficiência das aplicações em campo. A usina, possui 3 drones da marca Dji, dois do modelo T20P e um T50 (figura 34). A aplicação de defensivos agrícolas com o drone é uma Tecnologia de Precisão no Campo que resulta em aplicações mais precisas e uniformes, com um menor desperdício de produto químico e maior segurança para os operadores (menos exposição). Isso vem resultando em redução de custos operacionais, uma melhor cobertura de área e um maior controle fitossanitário mais eficaz.

Figura 34-Drone agrícola empregado na aplicação de defensivos na Usina São José Agroindustrial



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.7 Levantamento de pragas

O levantamento de pragas é uma etapa essencial do manejo integrado, pois permite

identificar quais espécies estão presentes na área, além de indicar sua distribuição e intensidade de ocorrência. Já o monitoramento envolve o acompanhamento contínuo dessas populações ao longo do tempo, possibilitando avaliar sua evolução e definir o momento mais adequado para o controle.

Na São José Agroindustrial, esses processos são realizados de forma manual, por meio do trabalho dos colaboradores rurais, que fazem o levantamento das pragas em campo. Ao identificar a presença de pragas em talhões responsivos, o controle é realizado imediatamente, evitando assim a disseminação do inseto praga e maiores prejuízos ao canavial. Quando bem conduzido, o monitoramento garante economia no uso dos produtos de controle, pois evita aplicações desnecessárias no que contribui para a redução de custos.

As principais pragas de maior incidência nos canaviais da usina são a cigarrinha-da-folha, a broca gigante e a broquinha.

2.4.7.1 Cigarrinha das folhas (*Mahanarva posticata*)

A cigarrinha das folhas (*Mahanarva posticata*) (figura 35) é uma das principais pragas que afetam a produtividade e a qualidade da cana-de-açúcar no Brasil. Sua presença pode resultar em perdas significativas, especialmente se o controle não for realizado de maneira eficiente e no momento adequado. Os principais danos causados pela cigarrinha das folhas incluem a queima das folhas, o que resulta em perda de açúcar e aumento da fibra, dificultando a extração industrial. Além disso, a infestação pode ser vetor de doenças como a escaldadura das folhas, que afeta a germinação e a produtividade da cana. O controle da cigarrinha das folhas é essencial para garantir a produtividade e a qualidade da cana-de-açúcar.

Na São José Agroindustrial, primeiramente é realizado o monitoramento no talhão, e o controle é efetuado quando são encontradas duas cigarrinhas por colmo. O controle é feito principalmente com o uso do fungo *Metarhizium anisopliae*, que atua infectando e eliminando as ninfas da praga, sendo uma alternativa biológica eficiente e amplamente utilizada no manejo da cigarrinha-da-raiz em canaviais (DINARDO-MIRANDA et al., 2012).

Figura 35- Ninfas de cigarrinha em folha de cana-de-açúcar



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.7.2 Broca gigante

A broca gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* pertence à ordem Lepidóptera, é uma mariposa de hábitos diurnos, voa nos horários mais quentes do dia entre 12:00 e 14:00. Os adultos medem cerca de 35 mm de comprimento e 90 mm de envergadura, apresentam coloração escura ou quase preta, com manchas brancas na região superior e uma listra transversal branca nas asas anteriores.

As lagartas na fase larval alimentam-se da cana-de-açúcar, penetrando em seu colmo ocasionando danos na planta, devido a abertura de galerias verticais no colmo (figura 36), o que ocasiona perda de peso e consequente morte do vegetal, sintoma conhecido como "coração morto" devido aos danos causados na brotação. Quando estão prontas para empupar, elas descem para a parte basal do colmo, onde constroem um casulo (figura 37) protetor feito de fibras da cana e restos de fezes. Dentro desse casulo, ocorre a fase de pupa, onde o inseto se transforma em mariposa chegando a sua fase adulta.

Essa praga é difícil de controlar devido à sua localização. No entanto, o manejo adotado pela usina, envolve a integração de táticas culturais, controle biológico e químico, aplicadas principalmente durante o plantio, visando reduzir sua incidência e os prejuízos à lavoura.

Figura 36-Casulo de pupa da broca-gigante (*Telchin licus licus*) localizado na base do colmo de cana-de-açúcar



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 37-Galeria provocada por lagarta da broca-gigante (*Telchin licus licus*) no colmo da cana-de-açúcar



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.7.3 Broca comum da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*)

A *Diatraea saccharalis* é considerada a praga mais importante de ocorrência nos canaviais, devido a frequência com que ocorre. O dano é causado pelas larvas (figura38), que penetram na lateral do colmo (Figura 39) da cana logo após a eclosão, abrindo galerias internas que interrompem o fluxo de seiva e reduzem o teor de sacarose. Além disso, a perfuração dos

colmos facilita a entrada de micro-organismos patogênicos, como fungos e bactérias, o que intensifica o apodrecimento e a perda de peso dos colmos. A diminuição dos danos causados a cultura pode ser controlada com o uso do controle biológico na qual é utilizado o parasitoide *Cotesia flavipes* (pertence à ordem Hymenoptera e a família Braconidae), que parasita a larva, sendo este o mais recomendado e utilizado, uma vez que gera melhores resultados.

A liberação da vespa para o controle da broca ocorre dependendo da densidade populacional da broca, para saber quando e quanto liberar os parasitóides. Por ser um parasitoide, seu ciclo só se completa associado a seu hospedeiro (PINTO et al., 2006) e, no Brasil, esse parasitoide possui especificidade para lagartas de *Diatraea saccharalis*. A vespa localiza a *D. saccharalis* e, por meio de seu ovipositor, insere os ovos na lagarta, depositando de 60 a 65 ovos (MACEDO, 2000).

Figura 38-Larva da broca-comum (*Diatraea saccharalis*) responsável pelos principais danos à cana-de-açúcar, alimentando-se dos tecidos internos do colmo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 39-Dano causado pela broca-comum, evidenciando a perfuração e o escurecimento do tecido interno do colmo, o que reduz o teor de sacarose e favorece a entrada de patógenos.



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.8 Liberação de *Cotesia flavipes*

A *Cotesia flavipes* (Figura 38) é uma vespa parasitoide pertencente à família Braconidae, amplamente utilizada no controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). Esse inseto atua como parasitoide larval, introduzindo seus ovos no interior da lagarta da broca. As larvas da vespa desenvolvem-se alimentando-se dos tecidos internos do hospedeiro, interrompendo seu ciclo de vida e reduzindo significativamente os danos à cultura da cana-de-açúcar.

Após o levantamento, é realizada a soltura da vespinha, sendo distribuídos aleatoriamente 3 copos nas áreas de socaria e 4 copos nas áreas de cana grande. Já em áreas com sistema de gotejo, são utilizados 4 copos na socaria e 5 copos na cana grande. Cada copo contém, em média, 1.500 indivíduos de *Cotesia flavipes*, incluindo vespas adultas e massas de pupas (casulos) prontas para emergir.

Figura 40— Soltura de cortesia de *Cotesia flavipes* em campo, inimigo natural da broca-da-cana, visando reduzir a população da praga de forma sustentável.



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.4.9 Acompanhamento de instalação de experimento agrícolas

Para a montagem de experimentos, é de fundamental importância definir claramente o objetivo do estudo. Na Usina São José Agroindustrial, são conduzidos diversos experimentos com diferentes finalidades, como a avaliação da produtividade de variedades de cana-de-açúcar (figura 39), em parceria com instituições como a Ridesa, CTC e outras usinas. Também são realizados experimentos voltados à avaliação de produtos comerciais, incluindo fertilizantes, bioestimulantes, herbicidas, maturadores, entre outros.

A definição adequada da área experimental é outro fator determinante para a obtenção de resultados confiáveis. A área selecionada deve ser a mais homogênea possível, evitando manchas de solo e variações que possam interferir na análise dos dados. A área é demarcada com estacas (figura 40) e podem ser no formato de faixa, linha ou talhão.

Figura 41-Variedades de cana- sementes utilizadas para multiplicação de variedades em parceria com a Ridesa



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 43-Delimitação das parcelas experimentais em campo para padronização e controle dos tratamentos



Fonte :Lucivânia Silva (2025)

2.4.10. Acompanhamento de colheita de experimento agrícolas

Durante o estágio foi possível acompanhar a colheita de experimentos e pude observar que exige muita atenção, pois é o momento de avaliar os resultados obtidos, e qualquer erro nessa etapa pode comprometer a confiabilidade dos dados. A colheita pode ser realizada de forma manual ou mecanizada (figura 41), abrangendo toda a área experimental ou apenas uma amostra representativa, conforme foram objetivo do estudo. Em caso de amostra representativa, após a colheita é feita a medição da área colhida e multiplicada pelo peso da cana-de-açúcar, que resultará no TCH da área total.

Após a colheita, os reboques que irão transportar a cana-de-açúcar são demarcados como experimentos e são encaminhados à indústria, onde são determinados o peso (TCH – toneladas de cana por hectare) e o ATR (Açúcares Totais Recuperáveis), que representam os principais parâmetros de avaliação em experimentos com cana. Após essa etapa o resultado é tratado e encaminhado para as partes interessadas.

Figura 44-Abertura de faixa para colheita das parcelas experimentais, visando permitir o acesso e a individualização das parcelas durante a colheita, garantindo a correta identificação dos tratamentos e a precisão na coleta dos dados



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.5 SETOR DE IRRIGAÇÃO

As áreas de agricultura irrigada no Brasil correspondem a menos de 20% da área total cultivada, mas são responsáveis por mais de 40% da produção de alimentos, fibras e cultivos

bioenergéticos (EMBRAPA, 2021). A irrigação é uma tecnologia imprescindível no processo de aumento da produção em áreas agrícolas, tendo em vista que seu uso depende da disponibilidade hídrica de cada região.

Segundo Testezlaf (2017), a irrigação é a ciência que estuda diferentes técnicas e formas de fornecer água às plantas de maneira artificial, visando o desenvolvimento e a maximização da produtividade agrícola, além de evitar o desperdício ou perdas de água. Contudo, cada cultura apresenta uma demanda hídrica específica para cada estágio de seu crescimento e a irrigação possibilita o suprimento adequado de água de forma total, suplementar, com déficit controlado ou de salvação.

2.5.1 Os metodos de irrigação

Na irrigação, o método é a forma pela qual a água é aplicada às culturas e existem quatro métodos de irrigação: superfície, aspersão, localizada e subterrânea. Para cada método, existem dois ou mais sistemas de irrigação. Os sistemas mais utilizados são o de irrigação por aspersão e de localizada, devido à sua eficiência no fornecimento de água às plantas e economia de água.

A São José Agroindustrial utiliza dois tipos de sistemas de irrigação que são: por aspersão e localizada em seus canaviais. Na irrigação por aspersão, são utilizados o canhão hidráulico, a aspersão por laterais móveis (convencional), o pivô central rebocável e o pivô central autopropelido. Já na irrigação localizada, utiliza-se o sistema de gotejamento subterrâneo. Atualmente, a empresa possui 650 hectares, com perspectiva de ampliação nos próximos anos.

2.5.2 Sistema de Aspersão

O sistema de aspersão distribui a água sobre as plantas na forma de gotas, simulando uma chuva artificial, por meio de tubulações e aspersores. No entanto, apresenta suscetibilidade à ação dos ventos, o que pode causar perdas por deriva. O sistema pode ser móvel, quando toda a tubulação é desmontável, ou fixo, quando as tubulações permanecem instaladas permanentemente no campo.

2.5.2.1 Aspersão por Alas Móveis (Convencional)

A Usina São José utiliza um sistema de aspersão móvel (figura 42) composto por aspersores, que também é conhecido por ser um sistema de baixa pressão, ou um canhão hidráulico conectado a tubos de alumínio, que podem ser montados e desmontados conforme a necessidade de irrigação em cada talhão que pode ser irrigação de salvamento, estabelecimento do plantio de verão e em área de sacrifício. Após a montagem do sistema no lote determinado,

é aplicada a lâmina de água adequada às características do solo e a necessidade do canavial. Em seguida, o sistema é desmontado e realocado para outro local que será irrigado.

Dependendo das condições climáticas e do tipo de solo, um talhão de plantio pode receber até quatro lâminas de irrigação, garantindo a brotação e o bom estabelecimento do canavial. A empresa dispõe de aproximadamente 96 km de tubulações de alumínio, com diâmetros variados, utilizadas tanto para o transporte de água quanto de vinhaça.

Figura 45-Conjunto de aspersores de baixa pressão móvel utilizados na irrigação dos canaviais da usina



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.5.2.2 Carretel (autopropelido)

O sistema de irrigação autopropelido utiliza um carretel (figura 43) que desenrola uma mangueira conectada a um canhão de irrigação. O setor de irrigação possui mangueiras com bitola de 90 cm e 110 cm. É um sistema que pode ser utilizado em diferentes tipos de solo e topografia, permitindo irrigar áreas com desníveis e curvas. O carretel permite um controle mais preciso da distribuição de água, pois ele pode ser direcionado para as áreas que mais necessitam. O carretel possui uma mangueira principal de entrada de água, na qual é engatada no hidrante da adutora ou nas tubulações móveis que recebem água pressurizada por uma motobomba. O aspersor do tipo canhão é conectado a um carrinho que faz o deslocamento pelo terreno aspergindo a água ou vinhaça

O sistema de irrigação autopropelido utilizado na usina é composto por um carretel que desenrola uma mangueira conectada a um canhão de irrigação. O setor de irrigação, possui 22 carretéis, sendo 14 com mangueiras de bitolas de 110 mm e 8 de 90 mm, no qual são

dimensionadas conforme a área e a vazão necessária para cada talhão. Esse tipo de sistema apresenta boa adaptabilidade a diferentes tipos de solo e condições de relevo, permitindo a irrigação em áreas com declividade moderada e curvas acentuadas.

Durante as rondas de campo, foi possível observar o funcionamento do equipamento nos canaviais, onde a irrigação é realizada tanto com água limpa quanto com vinhaça diluída, conforme a localização do talhão. O carretel é conectado a um hidrante da adutora ou às tubulações móveis, que recebem água pressurizada por uma motobomba centrífuga. O aspersor tipo canhão é acoplado a um carrinho metálico que se desloca lentamente sobre o terreno, aspergindo a água de forma uniforme formando uma faixa, pois seu giro é de 180°. Esse deslocamento ocorre pelo recolhimento automático da mangueira, o que permite um controle mais preciso da lâmina aplicada. Segundo os operadores, o tempo médio de irrigação por faixa varia de, dependendo da pressão e da extensão da mangueira.

Entre as vantagens observadas estão a mobilidade do sistema, pois é necessário só um trator para o realizar deslocamento do carretel. A utilização de pouca mão de obra, distribuição homogênea da água. No entanto, há limitações, perdas por evaporação e deriva, especialmente em dias de vento.

Figura 46-Carretel autopropelido utilizado na irrigação com canhão hidráulico em áreas de cultivo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.5.2.3 Pivô

A irrigação com pivô é uma tecnologia utilizada para otimizar a distribuição de água

para as plantas. É um sistema automatizado que permite irrigar grandes áreas de forma uniforme e eficiente, contribuindo para o aumento da produtividade e a redução de desperdícios de água.

Na usina, o setor de irrigação conta com dois pivôs lineares, cada um com seis torres de 50 metros, e dois pivôs centrais rebocáveis (figura 44), com três torres de 50 metros, que a cada giro irrigam uma área de 7 hectares. Os pivôs lineares utilizam água de reuso, proveniente de processos industriais e armazenada em um poço de sacrifício. Devido à alta carga de matéria orgânica presente nessa água, foram realizadas adaptações técnicas no sistema: substituíram-se as mangueiras e aspersores convencionais por jatos fixos posicionados na parte superior da estrutura, reduzindo o risco de entupimentos e melhorando a distribuição da lâmina de irrigação. Já os pivôs centrais rebocáveis operam com água limpa. Esse tipo de sistema é indicado para áreas de tabuleiros, e pode ser utilizado em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, desde o plantio até à maturação.

Durante o acompanhamento de campo, foi possível observar a operação do pivô linear. Entre as principais vantagens observadas estão a uniformidade da irrigação, a facilidade de operação e a possibilidade de uso de efluentes tratados como fonte alternativa de água e nutrientes. Contudo, o sistema requer manutenção constante dos bicos e filtros, além do monitoramento da qualidade da água de reuso para evitar problemas de obstrução.

Figura 47-- Pivô central rebocável utilizado na irrigação de áreas de tabuleiro na fazenda burro velho da usina São José



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.5.3 Vinhaça localizada

A vinhaça é um subproduto da indústria sucroenergética, gerado no processo de produção de etanol. Trata-se de um resíduo líquido de coloração escura e pH ácido, cuja

composição contém nutrientes como nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre. Entre esses elementos, destaca-se o potássio, presente em altas concentrações, o que possibilita a redução do uso de fertilizantes minerais à base desse nutriente. Esses nutrientes são essenciais para o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas.

Atualmente a principal utilização da vinhaça ocorre na fertirrigação de canaviais, com o objetivo de fornecer nutrientes às plantas e melhorar a qualidade do solo. A aplicação é realizada tanto em área total como também localizada, contribuindo assim para o aumento da produtividade do canavial e a sustentabilidade do cultivo. Além de atuar como fonte de nutrientes, a vinhaça melhora a estrutura do solo e aumenta sua capacidade de retenção de água, favorecendo condições mais adequadas ao desenvolvimento das plantas. Segundo a EMBRAPA (2015), o uso da vinhaça na fertirrigação representa uma alternativa sustentável para o aproveitamento desse resíduo, permitindo o retorno de nutrientes ao solo e contribuindo para a redução de impactos ambientais.

Segundo Christofolletti et al. (2013), a aplicação controlada da vinhaça em canaviais promove benefícios agrônômicos e ambientais, desde que seja manejada de forma adequada para evitar contaminações e desequilíbrios no solo. A Usina São José Agroindustrial é uma das poucas usinas que utiliza as duas formas de aplicação da vinhaça. A vinhaça resultante do processo de destilação é conduzida para fora da indústria por meio de uma adutora e destinada ao Poço 1, de onde é realizada a distribuição para os demais poços que compõem a chamada “bacia da vinhaça”. A vazão média diária de vinhaça que chega ao poço é de 150 a 200 m³, aos quais são adicionados em média 200 m³ de água para diluição e ajuste da calda.

Antes da vinhaça chegar ao Poço 1 e ser distribuída, é realizada a retirada de uma parte do volume correspondente à vinhaça pura, que é destinada à aplicação na forma localizada. Um caminhão com tanques (figura 45) de capacidades de 30.000 litros cada é abastecido no posto de vinhaça e essa vinhaça pura recebe em sua composição a adição de ureia, micronutrientes, um bioestimulante e o composto microbiológico Microgeo. Essa formulação potencializa o valor nutricional e biológico da calda, favorecendo o desenvolvimento das plantas e a melhoria das condições do solo.

Essa modalidade de aplicação foi introduzida na usina no final do ano de 2021 e, desde então, vem sendo continuamente aprimorada, buscando maior eficiência e sustentabilidade no manejo do resíduo. A aplicação da vinhaça na forma localizada é realizada permite um maior controle da dosagem e da uniformidade na distribuição por hectare. No modelo convencional, a vinhaça é diluída em água e aplicada por aspersão, o que reduz os teores de nutrientes disponíveis e aumenta o volume total aplicado por área.

Figura 48-O caminhão é abastecido com vinhaça pura e uma calda composta por ureia, micronutrientes, bioestimulante e Microgeo, utilizada para fertirrigação das áreas cultivadas



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Na modalidade localizada, a aplicação é realizada por meio de um conjunto aplicador de vinhaça localizada, composto por um tanque com capacidade de 20.000 litros e aspersores acoplados a um trator (Figura 46). Esse sistema permite maior precisão na distribuição da vinhaça, reduzindo perdas por escorrimento e evaporação.

O conjunto é equipado com um sistema de controle que realiza o cálculo do uso e da disposição dos aspersores conforme o tamanho e o formato de cada talhão, assim evitando que o trator chegue ao final da linha vazio. São utilizados cerca de 60.000 litros por hectare, o que possibilita irrigar aproximadamente 18 a 25 hectares por dia. Esse método tem como vantagens promover umidade ao solo e melhor aproveitamento dos nutrientes e maior eficiência no uso da vinhaça.

Figura 49-Aplicação de vinhaça em socaria



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.5.4 Projeto de Gotejo Subterrâneo

O gotejo subterrâneo é uma técnica de irrigação que visa fornecer água e nutrientes diretamente nas raízes das plantas, através de mangueiras enterradas com gotejadores. Esse método tem o intuito de otimizar o uso de água e insumos, pois evita a perda de água por deriva ou evaporação fazendo com que a planta utilize 90% da água disponível. A usina São José possui 650 hectares irrigados por gotejo subterrâneo e atualmente está implantando mais 40 hectares, as primeiras áreas são divididas em cinco projetos desenvolvidos em parceria pela empresa israelense Netafim, referência mundial em irrigação. O custo médio de implantação é de aproximadamente R\$20.000,00 por hectare. Apesar do investimento inicial ser elevado, a estrutura do sistema apresenta durabilidade superior a 20 anos. As mangueiras enterradas são substituídas apenas durante a renovação do canaviais, que ocorre, em média, a cada 12 anos, desde que sejam realizados os tratos culturais adequados.

A captação da água para a irrigação ocorre por meio de conjuntos motobombas, onde a água é inicialmente direcionada a um tanque para decantação de impurezas e precipitação do ferro.

Em seguida, a água é succionada e conduzida por tubulações até à estação de bombeamento, onde ocorre o aumento da pressão do sistema. A seguir, a água passa pelo sistema de filtragem (figura 47), composto por dois tipos de filtros: o de areia — formado por seis tanques, responsáveis pela retenção das partículas maiores — e o filtro secundário, que

pode ser de disco ou de tela, dependendo da dimensão do projeto. Esse processo assegura maior qualidade da água e eficiência no funcionamento do sistema de gotejo. Os filtros de areia passam por retrolavagem, para remoção das impurezas acumuladas na areia e esse comando ocorre automaticamente já que o sistema é todo automatizado. A válvula de controle de pressão, instalada na linha principal, é um componente essencial do sistema, pois regula a pressão da água e garante a distribuição uniforme entre os setores de irrigação.

Figura 50-Um dos conjuntos de filtro de areia da netafim utilizados no projeto de gotejo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

O projeto foi dividido em operações, onde cada uma é constituída por blocos. Estes blocos estão dispostos no formato mosaico, ou seja, os blocos de uma mesma operação não estão distribuídos um ao lado do outro, mas sim espalhados em áreas diferentes para que dessa forma possa se compensar. Uma das principais vantagens do gotejo subterrâneo é a possibilidade de realizar a fertirrigação, aplicando nutrientes de forma precisa conforme as fases de desenvolvimento das plantas, diretamente na zona radicular.

A área irrigada é subdividida em blocos, cada um é equipado com um cavalete que possui uma válvula secundária e 2 válvulas anti vácuo que controlam a entrada e saída de água na tubulação. Esse cavalete conecta a linha adutora à linha secundária, distribuindo a água para todos gotejadores autocompensastes.

As fitas de gotejamento são instaladas durante a abertura dos sulcos, utilizando-se um sulcador (figura48) adaptado para realizar o enterrio das mangueiras acopladas ao trator, a uma profundidade média de 18 cm e com espaçamento de 40 cm entre os gotejadores. A vazão de cada gotejador é de 1 litro de água por uma hora, no projeto são aplicadas uma lâmina de 4,0 mm por um período de 4 horas. Após finalizar a irrigação de todos os blocos se inicia outra operação, como o sistema é todo automatizado os comandos são acionados automaticamente, e assim por diante até voltar novamente para a primeira operação.

Figura 51-Trator realizando a abertura do sulco para o plantio da cana-de-açúcar e realizando o enterrio das mangueiras ao mesmo tempo



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.6 SETOR DE COLHEITA MANUAL

2.6.1 Corte manual

Na região do Nordeste brasileiro o corte manual é o modo mais comum de colheita da cana-de-açúcar, um dos principais fatores para que isso ocorra é a topografia irregular de grande parte das áreas canavieiras, com relevo acidentado, presença de encostas e terrenos declivosos. O trabalhador para realizar colheita manual utiliza uma ferramenta denominada facão. O cortador faz o corte dos colmos da cana na altura basal e o corte dos ponteiros, lançando a cana

cortada sobre o terreno para a formação dos leitos para facilitar o carregamento.

A Usina São José Agroindustrial organiza suas áreas operacionais em três frentes de moagem, cada uma sob supervisão específica. Cada frente é responsável pelo fornecimento diário de aproximadamente 1.400 toneladas de cana-de-açúcar à indústria.

A capacidade média de corte de um trabalhador varia conforme o tipo de colheita. Em áreas onde a cana-de-açúcar é previamente queimada, o rendimento médio dos trabalhadores da São José Agroindustrial varia em torno de 5 toneladas por trabalhador/dia. No entanto, a meta operacional estabelecida pela empresa é de aproximadamente 3,1 toneladas por homem/dia, o que corresponde a uma tarefa diária. No entanto, quando o corte é realizado em cana crua, o desempenho tende a ser inferior, com uma produtividade média de cerca de 2 toneladas por trabalhador/dia, devido à maior resistência das folhas e à presença de impurezas vegetais.

Outro fator determinante no rendimento dos cortadores é o porte e a condição das plantas. Talhões com plantas eretas facilitam o manejo e o corte manual, enquanto áreas com cana acamada (deitada) dificultam a operação, exigindo maior esforço físico e resultando em redução da produtividade.

2.6.2 Queima do Canavial

A queima dos canaviais antes da colheita ainda é uma prática ainda adotada na usina São José Agroindustrial, pois a topografia inviabiliza o uso de colhedoras mecanizadas em algumas áreas. Essa técnica tem como objetivo facilitar o corte manual, ao eliminar o excesso de palha seca e folhas verdes que dificultam a operação, além de reduzir a presença de animais peçonhentos e plantas daninhas, fatores que podem comprometer a segurança e o desempenho dos cortadores. A queima é sempre realizada no período da noite, a partir das 20:00 horas, devido a ocorrência de ventania neste horário ocorrem em menores proporções e também pelo tempo médio de espera. Este tempo é baseado desde a hora da queima do canavial até à entrada dessa cana na usina, não podendo ultrapassar as 48 horas.

Quando o processamento ultrapassa 48 horas, a cana torna-se suscetível à ação de microrganismos fermentativos, especialmente sob condições de alta temperatura e umidade. Esses microrganismos produzem ácidos orgânicos, como o lático e o acético, além de dextrana, uma goma viscosa que eleva a viscosidade do caldo, dificultando a moagem, prejudicando a clarificação e reduzindo a eficiência da cristalização do açúcar.

Apesar de sua função operacional, a queima acarreta diversos efeitos negativos sobre a qualidade da matéria-prima e o rendimento industrial. Entre os principais impactos, destaca-se

a aceleração do processo de inversão da sacarose, que se transforma em glicose e frutose, resultando em menor teor de açúcar disponível para extração.

2.6.3 Queima programada e Incêndios

Os incêndios em canaviais representam uma das principais preocupações do setor de moagem, uma vez que, na grande maioria dos casos, são de origem criminosa, resultando em grandes prejuízos econômicos e operacionais para a usina. No qual Comprometem o planejamento da safra, pois, durante o plantio, são previamente definidas as variedades de cana destinadas ao corte no início, meio e final do ciclo produtivo da safra. Quando ocorre um incêndio, torna-se necessário realocar as frentes de corte, priorizando a colheita da cana incendiada, o que acarreta em atrasos e desajustes no cronograma inicial de colheita.

Além dos impactos logísticos, a cana de incêndio sofre danos mais severos em relação àquela que passa por queima controlada, principalmente em função do horário e das condições climáticas em que o fogo ocorre. Em geral, os incêndios acontecem em períodos de temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, intensificando a ação térmica sobre os colmos. Como consequência, observa-se maior perda de umidade, degradação da cera superficial, danos à estrutura celular e redução do teor de sacarose, o que compromete a qualidade tecnológica e o rendimento industrial da matéria-prima.

Quando a queima do talhão é programada, é realizado o alinhamento com a equipe da brigada de incêndio (figura 49), que é responsável por fazer os aceiros, os quais delimitam as áreas, impedindo que as chamas ultrapassem para locais não desejados, como outros talhões e áreas de reserva. Também é de responsabilidade da brigada realizar a queima controlada da cana-de- açúcar que ocorre sempre no período noturno como foi falado anteriormente. Em casos de incêndio (figura 50), os trabalhadores da brigada são alertados e se deslocam imediatamente para o local, a fim de controlar o fogo e reduzir ao máximo a área afetada.

Figura 52-Trabalhadores da brigada realizando a queima programada do canavial



Fonte: autor desconhecido (2025)

Figura 53-- Incêndio criminoso em um dos lotes da usina em plena tarde



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.6.4 Boas Práticas do Corte Manual

Durante o acompanhamento do corte manual da cana-de-açúcar (figura 51), foi possível observar que são requeridas algumas práticas que influenciam diretamente na qualidade da matéria-prima colhida e na eficiência do processo. Uma delas é a realização do corte com menor

toco possível, garantindo o aproveitamento máximo do colmo e favorecendo a rebrota da soqueira. Além disso, recomenda-se o afastamento da palha a uma distância de aproximadamente um metro da linha da cana cortada, evitando que, no momento do carregamento, essas palhas sejam recolhidas junto aos colmos, o que aumentaria o teor de impurezas vegetais.

A desponta, ou retirada do palmito, é outro ponto essencial. O corte deve ser feito logo abaixo do palmito, evitando que essa parte seja incluída entre os colmos destinados à moagem, uma vez que sua presença é considerada impureza vegetal e pode dificultar o processo industrial de fabricação do açúcar.

Também é desejável que a equipe de corte não deixe cana pegada na soqueira, pois isso representa perdas na produção e prejudica a rebrota. Além disso, o trabalhador deve evitar o repique, ou seja, o corte do colmo em pedaços pequenos, pois isso dificulta o carregamento e o manuseio da cana durante o transporte. O corte manual da cana crua é indicado para áreas debaixo de rede de alta tensão e é realizada a retirada da palha. A meta da tarefa é 2 toneladas homem.

Figura 54-Trabalhadores rurais realizando a sua tarefa diária no corte manual de cana-de-açúcar



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.7 SETOR COLHEITA MECANIZADA

A São José Agroindustrial realiza parte de sua colheita de cana-de-açúcar de forma mecanizada, prática que vem sendo ampliada em função das exigências ambientais e da redução da disponibilidade de mão de obra para o corte manual. O corte é realizado com máquinas

colhedoras, uma máquina agrícola moderna desenvolvida especificamente para cortar, picar, limpar e carregar a cana em uma única operação. A qualidade do corte é um dos pontos importantes durante a colheita, pois necessita que o corte seja feito rente ao solo para que todo o colmo seja aproveitado e que a socaria rebrote uniformemente.

Atualmente, a empresa conta com oito colhedoras em operação, distribuídas em três frentes de colheita: Frente 5, Frente 9 e Frente 10. Na Frente 5, estão alocadas duas colhedoras John Deere CH507 (Figura 50), consideradas as mais novas da frota. A Frente 9 opera com uma John Deere JD3522 e duas John Deere CH607, enquanto na Frente 10 encontram-se uma Case A4010 e duas Shaktiman 3737.

As três frentes de colheita mecanizadas possuem meta diária de produção de aproximadamente 2.300 toneladas de cana-de-açúcar, que contribuem no fornecimento de matéria-prima para o processo industrial. Para o acompanhamento da colhedora no campo são utilizados transbordo, que se refere a um conjunto de trator e carroceria que realiza o transporte interno dos colmos picados pela colhedora do canavial para os carregadores. Sua função é acompanhar a colhedora em operação e quando está cheio retira os colmos picados do talhão e deposita-os no veículo encarregado de transportar a matéria-prima para a usina. Todos os veículos (caminhões e reboques) ficam aguardando carregamento em um ponto estratégico conhecido como atrelamento (figura 53).

Figura 55-- Colhedora da marca John Deere e transbordo realizando a colheita mecanizada da frente 5



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 56-No atrelamento, ficam posicionados os reboques aguardando os transbordos descarregarem cana colhida pelas colhedoras, para então transportá-la até a indústria



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.7.1 Etapas do carregamento (máquinas utilizadas e etapas após o corte)

O carregamento da cana-de-açúcar é uma etapa essencial no processo de colheita e transporte, pois garante o fluxo contínuo da matéria-prima do campo até a usina. Essa operação pode ser realizada por meio do carregamento direto ou carregamento de cana.

O carregamento direto é aplicado, principalmente, em áreas com baixa declividade ou nenhuma, utiliza-se carregadeiras (figura 54) para efetuar o carregamento dos caminhões ou reboques dentro do talhão, onde há condições adequadas para o deslocamento das máquinas. No entanto, em talhões com declividade acentuada, utiliza-se a carregadeira tipo Bell, que apresenta maior estabilidade devido ao seu centro de gravidade mais baixo. Esse equipamento é capaz de realizar manobras que uma carregadeira convencional não consegue, facilitando o tombamento ou o embalamento da cana na lateral do talhão, de modo a permitir o acesso e o carregamento eficiente dos caminhões.

Já em algumas fazendas em que os talhões apresentam uma declividade elevada, como as encostas, onde até mesmo a carregadeira Bell não consegue acessar os colmos, o carregamento é realizado pelo método do tombamento manual (figura 55). Nesse caso, o trabalhador rural utiliza uma ferramenta manual que pode ser uma madeira ou alavanca (leva) para empurrar os colmos no sentido lateral do terreno, possibilitando que a carregadeira alcance a cana e conclua o carregamento.

Durante o carregamento, é fundamental observar a distribuição adequada da carga nos caminhões, evitando o sobrepeso e garantindo a segurança no transporte. Além disso, deve-se atentar para a densidade da carga, pois uma baixa densidade reduz a eficiência do transporte, aumentando o número de viagens necessárias e, consequentemente, os custos operacionais.

A eficiência dessa etapa influencia diretamente o rendimento operacional e o custo

logístico do sistema, uma vez que o conjunto corte–carregamento–transporte representa uma parcela significativa do custo total da produção canavieira (EMBRAPA, 2015).

Figura 57-Caminhão sendo carregado com cana-de-açúcar no talhão por carregadeira convencional, em sistema de carregamento direto



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

Figura 58-Trabalhadores rurais realizando o tombamento da cana queimada em área de encosta onde a carregadeira Bell não consegue manobrar devido a elevada declividade



Fonte: Lucivânia Silva (2025)

2.7.1 Entrada de cana na usina

A São José Agroindustrial inaugurou o Centro Operacional Integrado (C.O.I), e esse setor responsável por monitorar, coordenar e otimizar em tempo real todas as operações agrícolas e industriais

da usina. Ele atua como um núcleo central de controle, reunindo informações provenientes de diferentes frentes de trabalho e devido a isso é possível elaborar relatórios em tempo real — como estoque cana no pátio, cana moída por hora na indústria, programação da colheita e transporte — em um único ambiente de gestão.

Outra novidade na usina foi a implantação do Certificado Digital da Cana (CDC). Esse sistema permite que do campo operador da máquina carregadeira e trator de reboque ao realizar o carregamento inserirá no computador de bordo instalado em suas máquinas informações referentes a fazenda e talhão onde está ocorrendo carregamento de cana e essas informações são enviadas para o sistema da balança em tempo real. O caminhão ao passar nos totens dentro do pátio é realizado a leitura das tags que fica localizada no lado externo do caminhão e reboque não necessitando mais da utilização das guias em papéis.

A mesma coisa acontece na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, na qual o operador informa que se trata de tal caminhão que recebeu a cana de tal trator de transbordo que, por sua vez, foi carregado pela colhedora tal da fazenda tal. E essas informações sobre cada veículo ou máquinas são transmitidas instantaneamente para o Centro de Operações Integradas (COI) da usina.

3. CONCLUSÃO

O estágio supervisionado obrigatório realizado na São José Agroindustrial representou uma etapa de grande relevância para a minha formação acadêmica em Agronomia, permitindo a vivência prática das atividades que compõem o sistema produtivo da cana-de-açúcar. A experiência possibilitou o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos em sala de aula e o desenvolvimento de novas competências técnicas e profissionais, fundamentais para a atuação no setor sucroenergético.

Durante o período de estágio, foi possível compreender de forma abrangente a importância do planejamento, da organização e da integração entre os diversos setores da empresa desde a topografia e o preparo do solo até o plantio, os tratos culturais, a irrigação e a colheita. Foi possível acompanhar de perto o uso de tecnologias modernas, como o geoprocessamento, o mapeamento com drones e a aplicação de bioinsumos, práticas essas que demonstram o compromisso da empresa com a sustentabilidade e a inovação no campo.

Além do aprimoramento técnico, o estágio contribuiu para o desenvolvimento de habilidades interpessoais, como o trabalho em equipe, a responsabilidade, a comunicação e a capacidade de adaptação a diferentes contextos de trabalho. Essa vivência prática reforçou a importância da atuação do engenheiro agrônomo como profissional estratégico no processo produtivo agrícola, capaz de aliar conhecimento técnico, gestão e responsabilidade ambiental.

De forma pessoal, esta experiência foi extremamente enriquecedora e inspiradora. A oportunidade de acompanhar de perto o funcionamento de uma empresa de grande porte como a São José Agroindustrial ampliou minha visão sobre o setor e reafirmou meu desejo de seguir atuando na área agrícola, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a inovação tecnológica no campo.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Preparo do solo**. 22 fev. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/producao/correcao-e-adubacao/preparo-do-solo>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- AGÊNCIA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Plantio manual**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/producao/manejo/plantio/plantio-manual>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas da irrigação**. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/atlasirrigacao/>. Acesso em: 21 out. 2025.
- BARBOSA, E. A. A. et al. Controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* com *Cotesia flavipes*. In: PINTO, A. S. et al. (org.). **Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 67–92.
- BORBA, M. M. Z.; BAZZO, A. M. **Estudo econômico do ciclo produtivo da cana-de-açúcar para reforma de canavial em área de fornecedor no estado de São Paulo**. 2009. Disponível em <http://www.sober.org.br/palestra/13/1169.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2026.
- CARRER, M. J. et al. Precision agriculture adoption and technical efficiency: evidence from sugarcane producers in Brazil. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 177, p. 121523, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162522000427>. Acesso em: 27 jan. 2026.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Safra – série histórica da cana-de-açúcar**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-cana-de-acucar.html>. Acesso em: 23 jan. 2026.
- CONFEA – CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **O papel do engenheiro agrônomo na agricultura moderna**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.confea.org.br/>. Acesso em: 24 jan. 2026.
- DE FRANÇA E SILVA, N. R. et al. Sugarcane yield estimation using satellite remote sensing data: a systematic review. **Remote Sensing**, v. 16, n. 5, p. 863, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/5/863>. Acesso em: 27 jan. 2026.
- DEMATTE, J. A. M. Agricultura de precisão para o manejo da cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 417–426, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 27 jan. 2026.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2010.
- EMBRAPA. **Área irrigada por pivôs centrais no Brasil atinge 1,6 milhão de hectares**. 9

mar. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 08 dez. 2025.

EMBRAPA. **Carregamento – cana-de-açúcar**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/producao/colheita/carregamento>. Acesso em: 20 nov. 2025.

EMBRAPA. **Plantio – manejo da cana-de-açúcar**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 03 out. 2025.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Plantio da cana-de-açúcar de ano e meio com base no risco climático**. Dourados, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 03 out. 2025.

EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS. **Épocas de plantio e demanda de irrigação da cana-de-açúcar no Nordeste**. Aracaju, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 03 out. 2025.

FERNANDES, M. M. H. **Aplicação de vinhaça localizada na linha da cana-de-açúcar cultivada em solo argiloso e arenoso**. 2023. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/>. Acesso em: 01 dez. 2025.

FIETZ, C. R. et al. **Época preferencial para plantio da cana-de-açúcar com base no risco climático na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa, 2015.

GERLACH, J. **A queima da cana-de-açúcar: um mito a ser desmistificado**. LinkedIn, 13 set. 2024. Disponível em: <https://www.linkedin.com/>. Acesso em: 13 set. 2024.

GUZZO, E. C. **Manejo da broca-gigante da cana-de-açúcar (Telchin licus) no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa, 2015.

LANDELL, M. G. A. et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB)**. Campinas: IAC, 2012.

LOPES, V. S. **Cálculo da potência da bomba hidráulica em irrigação**. Curitiba: Sebrae, 2014. Disponível em: <https://sebrae.com.br/>.

MACEDO, N. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**. 2000. Tese (Doutorado) – USP, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, T. B. A. et al. Tecnologia e custos de produção de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 7, n. 1, p. 45–62, 2020.

PINTO, A. S. et al. Produção e manejo de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. In: SILVA, F. C. da; FREIRE, F. J. (eds.). **Inovação e desenvolvimento em cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2024. p. 161–181.

RODRIGUES, G. S. S. C.; ROSS, J. L. S. **A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil: perspectivas geográfica, histórica e ambiental**. Uberlândia: EDUFU, 2020.

RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais**

e econômicos. Campinas: Embrapa, 2010.

RUWANPATHIRANA, P. P. et al. Evaluation of sugarcane crop growth monitoring using UAV platforms. **Agronomy**, v. 14, n. 9, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/>. Acesso em: 27 jan. 2026.

SILVA, G. M. **Uso de *Cotesia flavipes* no controle de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar na Zona da Mata Norte de Pernambuco.** 2018. TCC – UFPB, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/>.