



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

KARLA EMMANUELLE DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

RECIFE, NOVEMBRO DE 2020

KARLA EMMANUELLE DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

PROGRAMA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO *JOB ROTATION* DESENVOLVIDO
EM AGROINDÚSTRIA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO DA ZONA DA MATA
NORTE DE PERNAMBUCO

Relatório apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UPRPE, como pré-requisito de avaliação da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob a orientação do Professor Dr. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro e supervisão do Eng Agrônomo Marcelo Alexandre de Arruda Silva .

RECIFE, NOVEMBRO DE 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586p

Silva, Karla Emmanuelle da

Programa de estagio supervisionado job rotation desenvolvido em agroindústria do setor sucroalcooleiro da Zona da Mata Norte de Pernambuco / Karla Emmanuelle da Silva. - 2020.
93 f.

Orientador: Adelardo Antonio de Assuncao Montenegro.

Coorientador: Marcelo Alexandre de Arruda Silva.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Recife, 2020.

1. cana-de-açúcar. 2. Mecanização. 3. Irrigação. I. Montenegro, Adelardo Antonio de Assuncao, orient. II. Silva, Marcelo Alexandre de Arruda, coorient. III. Título

CDD 628

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

PROGRAMA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO *JOB ROTATION* DESENVOLVIDO
EM AGROINDÚSTRIA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO DA ZONA DA MATA
NORTE DE PERNAMBUCO

Karla Emmanuelle da Silva

(Estagiária)

Abelardo Antônio de Assunção Montenegro

(Orientador)

Marcelo Alexandre de Arruda Silva

(Supervisor)

*“Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois,
a ele eternamente. Amém.”*

Romanos 11:36

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não poderia ter chegado até aqui. Por ter me dado à vida, pela força para vencer todas as adversidades da caminhada, além da sabedoria e discernimento para sempre se manter no caminho correto.

À minha mãe, Jeilda Eduardo, por sempre está ao meu lado, me educando, apoiando e nunca medindo esforços para que meus sonhos fossem e sejam realizados.

Aos meus tios Carlito Antônio, Cristiano Eduardo e Josemar Eduardo, assim como minhas tias Grimauro Eduardo, Cristiana Eduardo, Josefa Eduardo, Nedja Melo, que por meio de ações ou palavras, acreditaram e me motivaram a chegar até aqui.

Aos meus avós Anita Eduardo e Odilon Antônio, os que aprovou Deus guardar para si, mas que enquanto vida, sempre demonstraram seu amor e apoio para comigo.

Ao meu namorado Kevin Miranda, por toda paciência e compreensão.

A todos os meus amigos, que me acompanharam nessa jornada, minha turma do “café da manhã” que sempre apoiou minhas decisões e me acompanharam nas mais loucas ideias, em especial à Wesley Amaro parceiro de estudos desde o primeiro período.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, à coordenação do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental e todos os professores e monitores que sempre se dedicaram em seu trabalho, em especial, agradeço ao professor Dr. Abelardo Montenegro pela orientação e apoio durante a graduação e realização do estágio.

À Usina Petribú S/A por me proporcionar o estágio. Ao dono da empresa, Jorge Petribu e a Presidente, Daniela Petribu. Também a Lucilene Maria dos recursos humanos. Ao gerente agrícola, o agrônomo Cloves Rodrigues; aos agrônomos Luiz Jatobá, José Gomes e Amós da Cruz, o Eng. de segurança Valdeci Junior, o Eng. Mecânico Jessé Domingues e seu José Carlos, todos juntamente com suas equipes por todo o conhecimento repassado.

Ao Engenheiro agrônomo Marcelo Alexandre, pela paciência, dedicação e apoio nesse período de supervisão do estágio, além de todos os ensinamentos profissionais e de vida repassados.

A todos os demais da Usina Petribu e de outros lugares, que dedicaram-se a compartilhar o conhecimento contribuindo para minha formação profissional e pessoal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribuição dos campos da Usina.....	13
Figura 2. EPIs utilizados durante o corte da Cana-de-açúcar.....	15
Figura 3. Bota canavieira.....	16
Figura 4. Par de luvas canavieira.....	16
Figura 5. Etapas da lavagem das vestimentas utilizadas na aplicação de herbicida. (a) máquina de lavar; (b) secagem por ventilação natural dos aventais e calças caubói; (c) lavagem por calor; (d) secagem por ventilação forçada para toalhas e conjuntos em helanca.....	17
Figura 6. Preparo do solo. (a) trator de esteira nivelando; (b) subsolador.....	20
Figura 7. Grades aradoras.....	21
Figura 8. Sulcadores utilizados na Usina.....	22
Figura 9. Exemplo de variedades de cana-de-açúcar.....	25
Figura 10. Distribuição dos sacos de rebolos na área de plantio.....	27
Figura 11. Implemento utilizado no plantio semimecanizado.....	28
Figura 12. Procedimento de produção das Mudanças Pré-Brotadas.	29
Figura 13. Diferentes idades de Mudanças Pré-Brotadas.....	30
Figura 14. Resultado da análise química do solo.....	32
Figura 15. Aplicação mecanizada de calcário. (a) trator realizando a aplicação; (b) pratos de lançamento do calcário.....	33
Figura 16. Aplicação de adubo no fundo do sulco.....	37
Figura 17. Adução manual da cana soca.....	38
Figura 18. Equipamento da adubação mecanizada.....	38
Figura 19. Aplicação de pré-emergência em cana soca.....	40
Figura 20. Broca-gigante (<i>Castnia licus</i>).....	41
Figura 21. Cortador de soqueira.....	41
Figura 22. Gráfico da distribuição de áreas irrigadas.....	43
Figura 23. Gráfico de precipitação por região edafoclimática de 01/01/20 até 17/09/20.....	43
Figura 24. Gráfico pluviométrico mensal cumulativo.....	44
Figura 25. Esquema de aspersão por montagem direta.....	45
Figura 26. Modelos de aspersores. (a) aspersor Senninger ® modelo 8025 (b) aspersor Senninger ® modelo 3023.....	46

Figura 27. Montagem direta do sistema de irrigação e acessórios utilizados.....	46
Figura 28. Pivô central de base rebocável.....	47
Figura 29. Base do projeto de gotejamento de Itaenga Grande.....	49
Figura 30. Mapa das operações do projeto de gotejo em Itaenga Grande.....	50
Figura 31. Bombas utilizadas na irrigação por gotejamento e sistema de filtragem..	51
Figura 32. Manômetros que marcam a pressão do sistema.....	51
Figura 33. Emissores de gotejamento e início das linhas de gotejo.....	52
Figura 34. Esquema de preparo dos nutrientes da fertirrigação.....	53
Figura 35. Procedimento de fertirrigação.....	54
Figura 36. Canais de transporte de vinhaça.....	56
Figura 37. Aplicação de vinhaça por aspersão. Aspensor Plona ® KI 2500.....	57
Figura 38. Aplicação de vinhaça pelo sistema de carretel (autopropelido).....	57
Figura 39. Corte manual da cana-de-açúcar.....	61
Figura 40. Colhedora Centracana.....	61
Figura 41. Implemento agrícola Mesquita.....	62
Figura 42. Carregadeira convencional realizando o carregamento do reboque.....	65
Figura 43. Carregadora Bell realizando o tombamento da cana.....	65
Figura 44. Preparo dos reboques para o transporte da cana.....	66
Figura 45. Guia de liberação de cana própria.....	67
Figura 46. Partes da cana para análise de corte. (a) toco da cana, parte próxima ao solo considerando até 3 cm de altura; (b) repique, parte do pé da cana cortada novamente devido ao golpe duplo do facão; (c) palmito, parte superior da planta, próximo ao início das folhagens.....	69
Figura 47. Avaliação da qualidade do corte. (a) medição da distância entre montes; (b) medição da distância das palhas em relação aos montes.....	70
Figura 48. Gráfico de avaliação da qualidade do corte para o parâmetro de estrutura do monte por frentes de trabalho.....	71
Figura 49. Procedimento para a amostragem e análise de perdas no corte.....	72
Figura 50. Gráfico de perdas no corte por equipes da Frente Sul 2.....	73
Figura 51. Avaliação da qualidade do plantio. (a) marcação da área de análise; (b) avaliação da profundidade dos rebolos.....	74
Figura 52. Diferença entre gema viável (esquerda) e danificada (direita).....	75
Figura 53. Avaliação da distância entre o adubo e a socaria.....	76

Figura 54. Coleta de óleo para análise. (a) coleta de óleo do diferencial do caminhão canavieiro; (b) coleta de óleo do conversor de uma carregadeira; (c) coleta de óleo da transmissão do caminhão canavieiro.	80
Figura 55. Equipamentos utilizados nas análises dos óleos. (a) chapa de aquecimento; (b) viscosímetro portátil; (c) bomba de filtração a vácuo.....	81
Figura 56. Resultado da análise da presença de partículas metálicas no fluido. O disco a direita representa uma amostra em branco.....	81
Figura 57. Medição dos sulcos com o profundímetro.....	82
Figura 58. Peças montadas na oficina. (a) formação de rosca por usinagem; (b) montagem das mangueiras de fluidos; (c) pistão do cilindro hidráulico.....	83
Figura 59. Manutenção de estradas. (a) aplicação de piçarra na estrada; (b) área para instalação de dreno, bueiro e material rochoso.....	84
Figura 60. Retroescavadeira trabalhando para a instalação dos drenos. (a) vista lateral; (b) vista frontal da abertura do valeta.....	85
Figura 61. Escavadeira realizando a abertura do açude. (a) vista lateral da escavadeira; (b) açude sendo escavado; (c) trator de esteira espalhando material.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rendimento das operações para o plantio de inverno 2020.....	19
Tabela 2. Variedades de cana-de-açúcar cultivados na Usina Petribu.....	23
Tabela 3. Formulação de adubo utilizada na Usina Petribu.....	34
Tabela 4. Exigência nutricional adotada.....	35
Tabela 5. Análises realizadas de acordo para cada tipo de óleo.....	79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS GERAIS.....	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	13
4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	14
4.1 SEGURANÇA DO TRABALHO.....	14
4.2 PREPARO DE SOLO.....	18
4.2.1 Nivelamento e Subsolagem.....	19
4.2.2 Gradagem Pesada, Média e Niveladora.....	20
4.2.3 Sulcagem.....	21
4.3 PLANTIO.....	23
4.3.1 Variedades Utilizadas.....	23
4.3.2 Épocas de Plantio.....	25
4.3.3 Espaçamento de Plantio.....	26
4.3.4 Sistema de Plantio Manual e Semimecanizado.....	27
4.3.5 Mudas Pré Brotadas (MPB).....	38
4.4 CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DO SOLO.....	30
4.4.1 Correção do Solo.....	31
4.4.2 Cálculo da Necessidade de Calagem.....	32
4.4.3 Formas de Aplicação do Calcário.....	33
4.4.4 Adubação do Solo.....	34
4.4.5 Cálculo da Formulação de Adubo.....	35
4.4.6 Formas de Aplicação do Adubo.....	37
4.5 TRATOS CULTURAIS.....	39
4.6 IRRIGAÇÃO.....	42

4.6.1 Técnicas de Irrigação Utilizadas.....	44
4.6.2 Aspersão montagem direta e semi-fixo (alas móveis).....	44
4.6.3 Pivô de Base Rebocável.....	47
4.6.4 Gotejamento.....	48
4.6.5 Aplicação e Uso da Vinhaça.....	55
4.7 COLHEITA.....	58
4.7.1 Queima da Cana-de-açúcar.....	58
4.7.1.1 Centro Operacional Agrícola (COA).....	59
4.7.2 Sistema de corte da cana-de-açúcar.....	60
4.7.2.1 Dimensionamento da mão de obra.....	62
4.7.3 Carregamento e Transporte.....	64
4.8 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE	67
4.8.1 Avaliação e Monitoramento do Corte Manual.....	68
4.8.2 Avaliação da Operação do Plantio Manual e Mecanizado.....	74
4.8.3 Monitoramento da Aplicação de Fertilizante Manual e Mecanizado.....	76
4.8.2 Avaliação das Operações de Pós-Plantio e Pós-Colheita.....	77
4.9 OFICINA AGRÍCOLA.....	78
4.9.1 Laboratório de Óleo e Lubrificantes.....	79
4.9.2 Borracharia.....	82
4.9.3 Manutenção e Usinagem de Peças.....	83
4.10 INFRAESTRUTURA.....	84
5 CONCLUSÃO.....	86
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é um setor determinante para o crescimento econômico nacional, sendo o responsável por 20% do PIB (produto interno bruto) no ano de 2018, segundo o ministério da agricultura. Dessa forma, a cana-de-açúcar possui grande importância econômica e social, cultura a qual foi introduzida no país durante o processo de colonização.

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de açúcar, com cerca de 29 milhões de toneladas na safra 2018/2019, segundo o ministério da Agricultura dando origem a 70% de todo açúcar produzido no mundo e o Brasil é o maior produtor e exportador dessa *commodity* (MMA, 2019). Outro fator que faz o cultivo da cana-de-açúcar ser tão importante para o Brasil, e a geração do etanol utilizado pelos veículos automotores.

Como a maioria das gramíneas, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) apresenta elevada eficiência na utilização e resgate de CO₂ da atmosfera, é adaptada às condições de alta intensidade luminosa e altas temperaturas, necessitando de grandes quantidades de água para suprir suas necessidades hídricas (SEGATO, 2006).

No nordeste brasileiro, a cana-de-açúcar teve sua expansão devida os recursos do programa do álcool (Proálcool), no período de 1970 a 1975 (FARIAS, FERNANDES, AZEVEDO, NETO, 2008).

Em Pernambuco, o cultivo da cana se concentra na região da Zona da Mata Norte e Zona da Mata Sul, ocupando quase a totalidade das áreas cultivadas na região. As áreas cultivadas apresentam declividades onduladas e fortemente onduladas (8 a 45%). As safras costumam iniciar na segunda quinzena de agosto e estender-se até abril do ano seguinte (CONAB, 2018).

Quando se compara a Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco com outras regiões do Brasil são encontradas limitações de clima, solo, água e principalmente o relevo ondulado (FERREIRA, VITAL, LIMA, 2008).

2 OBJETIVOS GERAIS

O estágio supervisionado teve como objetivo promover uma visão geral da área de atuação do engenheiro agrícola e ambiental dentro do contexto da produção agrícola da cultura da cana-de-açúcar.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Sistemas de Controles Agrícolas: Conhecer os sistemas de controle agrícola e os principais relatórios de toda a área agrícola;
- Oficina Agrícola: Acompanhar a manutenção dos equipamentos agrícolas;
- Mecanização Agrícola: Conhecer os processos de preparo do solo, colheita e utilização dos implementos agrícolas, acompanhar o planejamento das atividades;
- Topografia Geoprocessamento: Conhecer os processos de levantamento topográfico, confecção de mapas e projetos;
- Operações Agrícolas: Acompanhar o processamento das operações, bem como visitar em campo o plantio da cana de açúcar, aplicação de defensivos e aplicação de fertilizantes;
- Irrigação e Drenagem: Conhecer o processo de dimensionamento dos conjuntos de irrigação, acompanhar implantação do projeto de gotejamento, conhecer os diversos sistemas de irrigação. Definir lâminas de irrigação;
- Fertilizantes e Defensivos Agrícolas: Conhecer o processo de planejamento das aplicações, conhecer os insumos utilizados e suas doses;
- Meio Ambiente: Fazer visitas às áreas de reflorestamento, conhecer as legislações e certificações ambientais, Conhecer processos de solicitação de licenças.

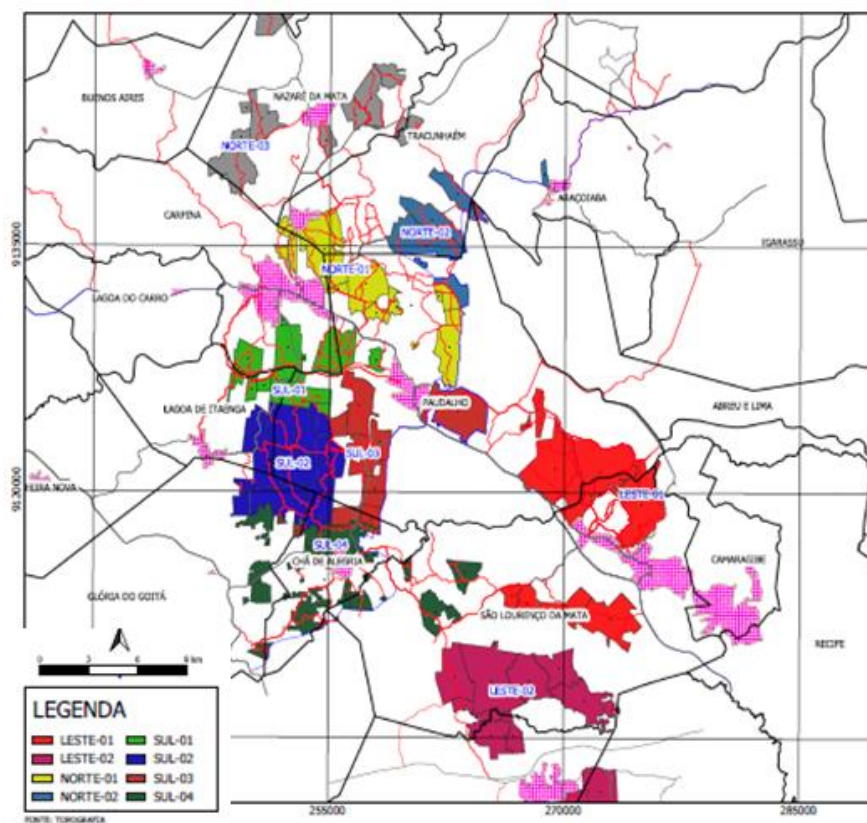
3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Situada na Rodovia Paulo Petribu – PE no município de Lagoa de Itaenga, ao lado das margens do Rio Capibaribe, a Usina Petribu S/A foi fundada do ano de 1729 por Cristovão Cavalcanti de Albuquerque ainda como engenho e somente no ano de 1909, através de João Cavalcante Albuquerque, 4ª geração após Cristovão, o engenho torna-se Usina de fato. No ano de 1911 o então patriarca muda o sobrenome da família de Albuquerque para Petribu.

Atualmente, a Usina encontra-se em sua 291ª safra (2020/2021) sendo administrada por Daniela Petribu Ribeiro de Oriá, que representa a 8ª geração da família, sendo a primeira mulher a comandar a Usina.

A Usina Petribu conta com 99 engenhos, totalizando 32.551,25 ha de área, sendo 20.326,25 ha próprios e 12.225 ha arrendados. Dessa área, em média 20.000 há são cultivados com cana-de-açúcar. Na Figura 1 abaixo, observa-se o mapa de distribuição das áreas da Usina.

Figura 1. Mapa de distribuição dos campos da Usina.



Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

Na última safra (2019/2020), a Usina produziu 3.001.102,00 sacos de açúcar e 33.376.700,00 m³ de álcool. Além do açúcar e álcool, a Usina também produz CO₂ e energia elétrica.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho tem por objetivo a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do profissional, ou seja, é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes durante as atividades laborais do trabalhador. Junto com conhecimentos afins como a medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional e segurança patrimonial, identificar fatores de risco que levam à ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, avaliando seus efeitos na saúde do trabalhador propondo medidas de intervenção técnica a serem aplicadas nos ambientes de trabalhos (BARSANO, BARBOSA, 2018).

Para contribuir com a segurança no meio ambiente de trabalho foram criadas as Normas Regulamentadoras (NRs) que são importantes para os colaboradores e também para o empregador. As NRs são orientações que definem procedimentos que devem obrigatoriamente ser aplicados e seu objetivo é estabelecer regras que irão conduzir o trabalho dos funcionários da melhor forma (RIBEIRO, 2017).

O regimento da segurança do trabalho tanto para o campo quanto para a indústria da usina se baseia especificamente na NR 31, que tem por objetivo estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho.

Dentro da NR 31 podemos verificar as ações destinadas ao Serviço Especializado em Saúde e Segurança no Trabalho Rural (SESTR), o qual é composto por profissionais especializados que desempenham um serviço destinado ao desenvolvimento de ações técnicas, integradas às práticas de gestão de segurança, saúde e meio ambiente de trabalho, para tornar o ambiente de trabalho compatível com a promoção da segurança e saúde e a preservação da integridade física do trabalhador rural (GUIA TRABALHISTA).

Os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) são todos aqueles utilizados como ferramentas de trabalho, destinados à proteção do colaborador e de uso individual que minimizam os riscos que ameaçam a segurança e a saúde durante a realização do trabalho. Os

EPIs não evitam que os acidentes aconteçam, porém protegem o empregado quando exposto ao risco. O seu uso é uma exigência da legislação trabalhista brasileira, por meio na NR 6 onde o não cumprimento poderá acarretar aos infratores ações de responsabilidade penal, cível e multas. (ALVES, 2013).

Visando à prevenção da saúde e a integridade física dos trabalhadores, a NR 9 estabelece a elaboração e a implantação do Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais (PPRA) por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência dos riscos existentes. O PPRA da usina é atualizado todo o ano, e por meio deles é identificado os riscos e elaborado as medidas a serem tomadas para minimizá-los, assim como servir como base para quais EPIs serão utilizados para cada risco da função.

Abaixo nas Figuras 2, ver-se a utilização dos EPIs durante a realização do trabalho, o qual nesse caso é o corte da Cana-de-açúcar.

Figura 2. EPIs utilizados durante o corte da Cana-de-açúcar.



Fonte: Do autor

Na Figura 2 ver-se que o trabalhador está equipado com o boné árabe, óculo telado, conjunto em helanca, perneiras, bota canvieira com proteção do metatarso, luvas canvieira, supor de lima e bainha de facão. Na Figura 3 e 4, tem-se a apresentação da bota canvieira a qual possui uma proteção de aço na sua parte frontal para a proteção do metatarso e o par de luvas específico para o corte (Figura 4) o qual difere da mão esquerda, que é a que segura a cana, logo em seu interior possuem fios de aço para a proteção contra cortes com o facão e a mão direita que segura o facão com pequenas partículas antiderrapante.

Figura 3. Bota canvieira



Fonte: Do autor

Figura 4. Par de luvas canvieira



Fonte: Do autor

Também dentro da NR 31, mais especificamente no item 31.8, trata-se das disposições da normativa quanto às medidas a serem tomadas para a proteção da saúde dos colaboradores que realizam a aplicação de herbicida. Para isso a usina dispõe de uma lavanderia, a qual realiza diariamente a lavagem das vestimentas utilizadas durante a aplicação, assim como as

toalhas, pois os trabalhadores só são liberados após a higienização pessoal, ou seja, o banho e a troca de roupas limpas antes de ir para sua residência, evitando assim que o colaborador se contamine com os resíduos dos defensivos agrícolas prejudicando a sua saúde e a de sua família. Na Figura 5 podem-se observar as etapas de lavagem.

Figura 5. Etapas da lavagem das vestimentas utilizadas na aplicação de herbicida. (a) máquina de lavar; (b) secagem por ventilação natural dos aventais e calças caubói; (c) lavagem por calor; (d) secagem por ventilação forçada para toalhas e conjuntos em helanca.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Do autor

4.2 PREPARO DO SOLO

O preparo do solo surge da necessidade de fornecer as condições necessárias para que a cultura venha a desenvolver-se de forma adequada. Assim, busca-se com o preparo do solo, propiciar um ambiente favorável à germinação, crescimento, desenvolvimento e produção, melhorando as condições do solo, quanto à sua capacidade de absorção, seu arejamento, sua retenção de água e sua fertilidade (SANTOS, 2012).

A compactação pode ser definida como o processo de decréscimo de volume do solo, não saturado, quando submetido a uma determinada pressão externa aplicada, a qual pode ser causada principalmente pelo tráfego de máquinas agrícolas (LIMA, 2004; RICHART, FILHO, BRITO, LLANILLO, FERREIRA, 2005). A compactação dificulta o sistema radicular da planta se desenvolver, além de reduzir a oferta hídrica. Na cana, o sistema radicular se desenvolve em maiores profundidades, quando comparado a outras culturas semiperenes, sendo 85% das suas raízes encontradas na camada de solo de 20 a 30 cm, tornando a cana suscetível aos efeitos causados pela compactação (LIMA, 2019; LIMA, LEON, SILVA, 2013; OLIVERA, CAMPOS, SOARES, AQUINO, MARQUES, NASCIMENTO, 2013).

O preparo do solo é caracterizado por um conjunto de operações que visam promover as condições adequadas ao desenvolvimento do sistema radicular auxiliando também na incorporação do calcário, gesso ou até mesmo fertilizantes de aplicação mais profunda. Os processos de preparo do solo mais comuns são a aração, gradagem, escarificação e a subsolagem (NOGUEIRA FILHO, HAMANN, 2016) deixando o solo propício a para a subsolagem e início de plantio.

Na Usina o preparo do solo é separado em preparo para o plantio de inverno, o qual envolve as operações de dessecação (remoção de vegetação presente através da aplicação de defensivos agrícolas) da área, gradear (quando o solo permite; a presença da água causa a patinação dos tratores, além de atolar) já seguido do da sulcagem. Já para os plantios de verão, realizam-se as operações de dessecação da área, calagem, nivelamento com o uso do trator de esteira, drenagem, subsolagem, gradeamento e sulcagem. Na Tabela 1 abaixo, ver-se o rendimento das operações de preparo de solo para a realização do plantio de inverno de 2020.

Tabela 1. Rendimento das operações para o plantio de inverno 2020.

Rendimento das Operações Mecanizadas no Preparo de Solo para o Plantio de Inverno 2020						
Operações	Área Produzida (ha)	Dias Previstos	Meta diária	Horas Trabalhadas (h)	Horas/Dias Previstos	Rendimento
Aplicação de Corretivo	12,56	119	0,11	22	0,18	0,57
Subsolagem	129,66	119	1,09	940,6	7,90	0,14
Gradagem Pesada	734,10	119	6,17	2.232,20	18,76	0,33
Gradagem Média	518,75	119	4,36	1.658,50	13,94	0,31
Gradagem Fina	135,79	119	1,14	277,2	2,33	0,49
Sulcagem	1.855,40	119	15,59	10.417,60	87,54	0,18

Fonte: Usina Petribu S/A

4.2.1 Nivelamento e Subsolagem

O nivelamento é a etapa inicial do preparo do solo, em que se realiza o corte e aterro da área com o auxílio da lâmina do trator de esteira, tendo como objetivo deixar a área o mais homogênea possível. Após o nivelamento aplica-se o calcário e entra-se com a subsolagem, processo o qual descompacta as camadas mais profundas do solo por meio do rompimento. Mesmo a subsolagem sendo uma operação bastante onerosa, quando não realizada representa uma sensível diminuição na produtividade da cultura. Na Figura 6 abaixo vemos o exemplo do trator de esteira utilizado no nivelamento e o subsolador.

Figura 6. Preparo do solo. (a) trator de esteira nivelando; (b) subsolador.



Fonte: Do autor

4.2.2 Gradagem Pesada, Média e Niveladora

A grade aradora tem a função de romper e inverter as camadas de solo de 10 a 25 cm, a depender do tamanho dos discos, como objetivos de deixar o solo solto e arejado para a infiltração de água, melhorando assim as condições ideais para a implantação da cultura.

O processo de gradagem é dividido em três etapas: gradagem pesada (discos com 32 polegadas de diâmetro e em média 16 discos na grade), gradagem média (discos com 28 polegadas de diâmetro) e a gradagem niveladora (discos com 20 polegadas de diâmetro). Os discos das grades aradoras tem uma angulação em relação ao plano vertical e horizontal. O ângulo de 15° com a vertical são utilizados em solos mais pesados, ou seja, argilosos, enquanto que para solos mais leves, arenosos, utiliza-se uma regulagem na coluna de disco de 25° com a vertical.

Também antes de iniciar o procedimento deve-se realizar o dimensionamento do trator para saber se ele fornecerá força suficiente na barra de tração para operar o implemento. Abaixo na Figura 7 vemos algumas grades aradoras utilizadas na usina. Nota-se a diferença entre a borda dos discos, sendo separado pelos dentados que tem a função de quebrar os torrões (destorroamento) e a com discos lisos que servem para o nivelamento da área.

Figura 7. Grades aradoras.



Fonte: Do autor

4.2.3 Sulcagem

A sulcagem é o processo de abertura dos sulcos o qual é realizada com o auxílio de implemento. A operação de sulcagem encerra as etapas de preparo do solo e a profundidade varia a depender do tipo de plantio, sendo os adaptados para a irrigação por gotejamento, sulcos mais profundos. A sulcagem consiste na abertura do solo (leira) onde serão depositadas as sementes, formando dois montes laterais. Na Figura 8 vemos dois exemplos de sulcadores utilizados na Usina.

Figura 8. Sulcadores utilizados na Usina



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Nota-se que na Figura 8.a vemos que a aba do sulcador que tem a função de estruturar os montes ao abrir as leiras possui um maior comprimento e curvatura é mais acentuada do que no apresentado na Figura 8.b. Essa diferença permite que ao abrir o sulco, os montes de solo fiquem mais estruturados, evitando seu desmoronamento dentro da leira principalmente em solos com a textura mais arenosa.

4.3 PLANTIO

O plantio da cana-de-açúcar é a prática que mais envolve o conhecimento das relações entre o solo, planta e a atmosfera. A interação entre esses fatores definirá o sucesso de todo o ciclo da cultura que possui uma duração média de 6 anos. Proporcionar as condições necessárias para o desenvolvimento inicial da planta, estimulando seu crescimento radicular e a brotação, contribui positivamente para o aumento da produtividade do canavial (CÂMARA, 1993; BARROS, MILAN, 2010).

Em seu trabalho, Coleti e Stupello (2006), abordam que as principais atividades envolvidas nas operações de plantio são: espaçamento entre fileiras, a profundidade do sulco, a época de plantio, a quantidade de mudas e os cuidados como adubação, aplicação de herbicidas e outros fatores. As decisões tomadas nessa fase irão influenciar em todo o ciclo e o progresso de plantio, principalmente ligados aos custos devido ao fato da cultura possuir um ciclo econômico de mais ou menos cinco cortes, podendo ser renovados após esse período.

4.3.1 Variedades Utilizadas

O melhoramento genético é um dos principais fatores responsáveis na contribuição para o aumento da produtividade, permitindo desenvolver variedades que se adaptam melhor às condições adversas de solo, clima e a incidência de pragas e doenças, assim como facilitar o sistema de colheita.

A existência de mais de uma variedade é uma vantagem, embora exija um maior conhecimento das necessidades de cada uma delas e seu gerenciamento, porém diminui a possibilidade de que uma praga ou doença se prolifere dentro do canavial, causando prejuízo com a matéria-prima. Recomenda-se que no máximo de área plantada dentro de um canavial seja de até 20% de uma única variedade. Na Tabela 2 abaixo vemos as variedades cultivadas na Usina Petribu

Tabela 2. Variedades de cana-de-açúcar cultivados na Usina Petribu.

Variedade de Cana-de-açúcar					
CTC-9001	IAC94-4004	RB835486	RB92579	SP70-1143	SP81-3250
CTC 9002	RB041443	RB842021	RB931011	SP71-1406	SP82-3306
CTC-04	RB071011	RB855156	RB951541	SP71-6949	SP83-2847
CTC-14	RB5453	RB863129	RB965902	SP78-4764	SP91-1049
CTC9001BT	RB72454	RB863804	RB966928	SP79-1011	
CTC-9004	RB75126	RB867515	RB975201	SP79-1287	
VAT90-212	RB763710	RB872552	RB98710	SP79-3132	

Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

As variedades que mais possuem áreas cultivadas na Usina apresentam as seguintes características:

- **RB867515:** Apresenta crescimento ereto e despalha fácil. O perfilhamento é médio com colmos de diâmetro médio e altura uniforme. Os colmos possuem entrenós cilíndricos, de cor verde arroxeadado sob a palha, e roxo intenso quando expostos ao sol. Apresenta pouca rachadura e suave ziguezague. O aspecto é liso e com pouca cera. O anel de crescimento tem largura média, de cor verde-amarelada sob a palha e verde-arroxeadado quando exposto ao sol (RIDESA, 2010).
- **RB92579:** Hábito de crescimento ereto, arquitetura foliar com pontas curvas, copa de volume regular e tonalidade intermediária, folhas de limbo largo e fraco serrilhamento do bordo, difícil despalha, palmito curto de seção circular de cor verde-roxa e fraca presença de cera, entrenós cilíndricos de comprimento e diâmetro médios de aspecto manchado com pouca cera, de cor roxa ao sol e amarelo-verde sob a palha e gema do tipo triangular (RIDESA, 2010).
- **RB863129:** Hábito de crescimento semi-decumbente, desenvolvimento rápido e bom fechamento de entrelinhas, perfilhamento médio. Bainhas verdes e levemente arroxeadas, quando expostas, de fácil despalha e quantidade de folhas regular. Médio teor de sacarose e alta produtividade agrícola, tolerante ao estresse hídrico, excelente sanidade e boa brotação em cana planta e em soqueiras (RIDESA, 2010).
- **CTC-14:** Apresenta palmito arroxeadado e ceroso, tolerante a seca e de porte ereto. Possui uma boa resposta ao uso de maturadores, valores de TCH elevados, baixo índice de florescimento, adaptável tanto ao plantio como à colheita mecanizada (CTC, 2018).
- **SP79-1011:** Variedade média, produção agrícola e industrial excelente, destaca-se por alto teor de sacarose no começo da maturação e brotação de soqueira muito boa, exigência em solo médio, resistência a doenças, porém, sensível a ferrugem e intermediária ao carvão, apresenta florescimento, porém, ocorre isoporização (FERNANDES, 2005; FELIX, 2016).

Na Figura 9 abaixo vemos alguns exemplos de variedades de cana. Na Figura a cana está cortada após o processo de queima.

Figura 9. Exemplo de variedades de cana-de-açúcar.



SP791011

RB867515

RB92579

Fonte: Do autor

4.3.2 Épocas de Plantio

O estabelecimento da época de plantio é determinante para os altos rendimentos da cana-de-açúcar, visando ajustar o ciclo da cultura aos períodos em que suas necessidades, como água e luminosidade, sejam supridas (AUDE, MARCHEZAN, PIGNATARO, PASQUALETTO, 1992). A época de plantio pode ser classificada como inverno, onde colher-se-á cana de 18 meses e os plantios de verão, onde serão colhidas as canas de 12 meses.

A renovação é de extrema importância, pois se for realizada com qualidade inferior, o ciclo econômico da cultura pode ser reduzido e, conseqüentemente, diminui-se o retorno financeiro ao longo do tempo. Recomenda-se que a renovação do talhão ocorra após o 5º corte. Em casos em que se utilizam maiores níveis de tecnologia, adota-se uma vida útil de 6 a 7 cortes (SENAR, 2018). Na Usina, renova-se cerca de 16 a 20% das áreas plantadas por ano, sendo 75% do plantio de inverno e 25% de verão.

- **Plantio de Inverno:** O plantio de inverno é realizado nos meses correspondentes aos maiores índices de precipitação, o qual para a região onde a Usina Petribu está localizada, que vai de junho a agosto. A maior parte do canavial é renovada com os plantios de inverno, visando o aproveitamento da água da chuva para auxiliar na brotação das sementes. A estimativa para a safra de 2020/2021 é a renovação de

3.193,14 ha com plantio de inverno sendo área de chã e encosta. O preparo do solo para esse tipo de plantio engloba as etapas de dessecação das plantas daninhas e resto de cultura presentes na área, gradear quando o solo permite sulcar e plantar. A cobertura do plantio de inverno é raso (de 5 a 8 cm), devido a alta disponibilidade hídrica e o solo apresentar-se adensado devido o impacto das gotas da chuva, dificultando assim a eclosão do broto da cana quando mais profunda no sulco.

- **Plantio de Verão:** O plantio de verão é realizado nos meses mais secos, ou seja, de setembro a dezembro onde para a safra de 2020/2021 estima-se o plantio de 1.109,43 ha, sendo áreas de várzea e chã. A quantidade de área plantada é inferior devido a pouca disponibilidade da água da chuva, sendo necessário o maior uso da irrigação. Para os plantios de verão, realiza-se a dessecação, calagem, nivelamento da área, drenagem, subsolagem, gradagem média, gradagem pesada, grade niveladora, sulca e planta. A cobertura do plantio de verão (8 a 12 cm) é um pouco mais funda do que a de inverno devido a alta incidência solar e visando o aumento da reserva hídrica já que no período em questão, há pouca água disponível para a planta.

4.3.3 Espaçamento de Plantio

Um dos fatores que contribui para a produtividade final da cana-de-açúcar é a distância entre as linhas de plantio. Em seu trabalho, Galvani e colaboradores (1997) avaliou o plantio da cana em espaçamento que variaram de 90 a 190 cm, constatado que quanto menor o espaçamento, maior a produtividade devido o maior índice de aproveitamento da área foliar, aumentando assim a absorção solar, convertida no processo fotossintético.

Com o espaçamento adequado, ocorre a contribuição para o aumento da produção, uma vez que interferirá na disponibilidade de recursos como luz solar, água, temperatura e fertilidade do solo, variáveis as quais são determinantes para a produção. Para a cana-de-açúcar, a EMBRAPA afirma que o espaçamento entre sulcos pode variar de 1 a 1,8 m levando em consideração a profundidade do sulco (de em média 20 a 30 cm), solos arenosos indica-se espaçamentos mais estreitos como 1 a 1,2 m pois permitem o fechamento das entrelinhas rapidamente e em solos férteis ou onde ocorrer a colheita mecanizada, o espaçamento indicado é de 1,5 m.

Na Usina Petribu utiliza-se a configuração do espaçamento entre fileiras de 1,5 m para as áreas de cultivos localizadas em projeto de irrigação por gotejamento ou chã (áreas que

apresentam um relevo pouco acidentados e planos), dessa forma, facilitando a colheita mecanizada, prática recém adotada pela Usina e o espaçamento de 1 m para as demais áreas de plantio.

4.3.4 Sistema de Plantio Manual e Semimecanizado

O sistema de plantio é separado em duas modalidades, o manual e o semimecanizado. No plantio manual, a metodologia utilizada são os rebolos (colmos de cana com cerca de 45 cm) ensacados. Cada saco contém em média 70 rebolos com canas de 6 a 8 meses de idade. Os sacos são distribuídos na área como mostrado na Figura 10 abaixo para facilitar a deposição nos sulcos. Para o plantio de 1 ha utiliza-se em média 480 sacos de rebolos, com uma média de 8 gemas viáveis em cada metro linear de plantio. Essa metodologia de plantio é conhecida como plantio de baixa densidade de mudas, o qual visa economizar a sementes e produzir mais cana, reduzindo a necessidade de replantio e custos como o de transporte dos rebolos.

Figura 10. Distribuição dos sacos de rebolos na área de plantio.



Fonte: Do autor

Já o plantio mecanizado é realizado por implemento acoplado em trator de pneu (Figura 11), a qual é capaz de realizar o procedimento de sulcagem, aplicação de herbicida, realiza a adubação de fundo do sulco, deposita a semente no sulco já cortada em rebolos, cobre e passa o rolo compactador que tem a finalidade de aproximar o rebolo do solo. Os colmos da cana são carregados no implemento e os colaboradores, de acordo com o

deslocamento, vão colocando a cana no funil, o qual fragmenta os colmos em rebolos e depositam no sulco. A capacidade de plantio é de 4 ha/dia utilizando 4 colaboradores e um operador de trator, onde no plantio manual para realizar o plantio da mesma quantidade de área seria necessário 48 colaboradores.

Figura 11. Implemento utilizado no plantio semimecanizado.



Fonte: Do autor

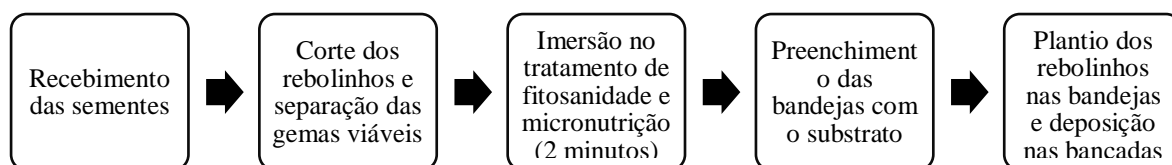
4.3.5 Mudanças Pré Brotadas (MPB)

As mudas pré-brotadas (MPB) é um sistema de multiplicação para a produção rápida de mudas, os quais permitem uma maior uniformidade nas linhas de plantio, reduzindo o número de falhas, o volume de mudas, assim como diminui o risco de difusão de pragas e doenças por conta do elevado padrão de fitossanidade (LANDELL et al., 2012).

Na Usina, a utilização das mudas pré-brotadas está ligada a correção de falhas após o plantio. Para isso, quanto programa-se as áreas de plantio, também são separadas sementes para a produção de MPB para o equivalente a 10% da área a ser plantada. Ou seja, se a área a ser plantada possuir 7 ha, serão produzidas 0,7 ha de MPB da mesma variedade.

As etapas do processo de produção das mudas pré- brotadas, podem ser observadas no fluxograma abaixo:

Fluxograma 1. Etapas da produção de mudas pré-brotadas.

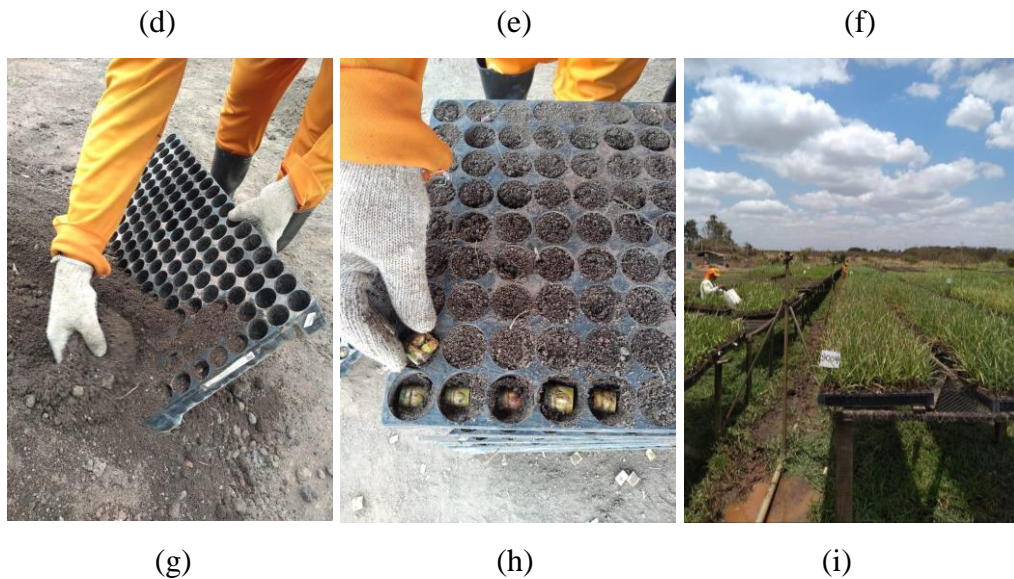


Fonte: Do autor

Abaixo ver-se a produção das MBP através da sequência de imagens mostradas na Figura 12. Inicialmente recebem-se as sementes, canas com idade de 6 a 8 meses, e realiza-se o corte das gemas viáveis com o auxílio do facão adaptado (a) e (b). Em (c) ver-se o tamanho dos rebolinhos após o corte. As gemas viáveis são separadas num caixote e posteriormente passam pelo processo de fitossanidade, por meio da imersão em calda contendo fungicida, cupinicida e micronutrientes, durante 2 minutos como mostrado em (d), (e) e (f). Após esse processo, os rebolinhos ficam escorrendo à sombra enquanto as bandejas estão sendo preenchidas pelo substrato utilizado, como ver-se em (g). O substrato é composto por 5 partes de torta de filtro, 4 partes de areia e 1 parte de barro vermelho. Em (h), ver-se o plantio dos rebolinhos na bandeja, as quais posteriormente serão encaminhadas para os viveiros, como mostrado em (i), em que recebem irrigação constante.

Figura 12. Procedimento de produção das Mudanças Pré-Brotadas.





Fonte: Do autor

Nos viveiros as mudas recebem irrigação por aspersão constante e à medida que vão se desenvolvendo é realizado o transplante de bandejas. Na Figura 13 abaixo, ver-se os rebolinhos já brotados em 3 idades diferentes.

Figura 13. Diferentes idades de Mudas Pré-Brotadas.



Fonte: Do autor

4.4 CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DO SOLO

A maioria dos solos brasileiros apresentam características químicas como acidez elevada, altos teores de hidrogênio e alumínio trocável, além da deficiência de cálcio e magnésio, fatores os quais requerem um bom manejo na implantação de cultivo intensivo (FACTOR, TRANI, BREDÁ JÚNIOR, PURQUERIO, GRANGEIRO, 2018).

A calagem é a primeira prática a ser adotada na cultura da cana-de-açúcar, a ser adotada tanto na implantação como na manutenção da lavoura. O método mais utilizado para a aplicação é o da saturação por bases, que leva em consideração os atributos químicos e físicos dos solos, além de características do produto a ser aplicado (FERRAZ, BARBOSA, BATISTA, MAGALHÃES, DANTAS, FRANCO, 2015).

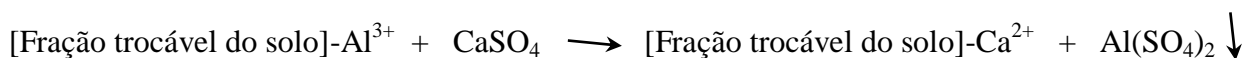
4.4.1 Correção do Solo

Os principais benefícios da calagem é eliminar a acidez do solo e fornecer elementos como o cálcio e magnésio para as plantas. O cálcio tem a ação de estimular o crescimento das raízes, sendo assim, aumenta o sistema radicular permitindo à planta uma maior absorção de água e nutrientes do solo. Além disso, diminui a toxicidade por Alumínio (Al) e Manganês (Mn) uma vez que o pH aumenta, e também promove o aumento da CTC (capacidade de troca de cátions) (EMBRAPA, 2003).

Quando aplicado ao solo e misturado com água, o calcário dissolve-se e o carbonato se dissocia. O produto dessa dissolução do calcário reage com os colóides do solo e, devido a essa reação, eleva-se o pH, os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e a saturação por bases. O benefício máximo é obtido com a aplicação antecipada, distribuição uniforme e a incorporação profunda (SORATTO; CRUSCIOL, 2008).

Outra forma de fornecer cálcio ao solo é a adição do gesso agrícola no solo que também visa a aplicação de enxofre. O gesso é bastante utilizado para melhorar a superfície do ambiente e também destinado à correção de solos com problemas de salinidade e sodicidade. Entretanto, por ser uma fonte mais solúvel do que o calcário, o gesso não promove a neutralização da acidez do solo (EMBRAPA, 2017).

Ao se dissociar em contato com a água no solo, tanto o cálcio (Ca^{2+}) como o sulfato (SO_4^{2-}) formam complexos, os quais permitem a captura o alumínio (Al^{3+}) como mostrado na equação abaixo:



Devido à alta solubilidade, o gesso fornece o cálcio de forma mais rápida o qual pode ser lixiviado no solo com a aplicação de uma lâmina de água, melhorando a fertilidade e aumentando a aeração para as raízes.

Para a cana-de-açúcar, que extrai grandes quantidades de cálcio, o gesso pode ser uma importante fonte de fornecimento desse nutriente, sobretudo nas soqueiras, quando a calagem não foi suficiente para fornecer esse elemento ao longo dos anos (EMBRAPA, 2017).

4.4.2 Cálculo da Necessidade de Calagem

Para saber a quantidade de calcário a ser aplicado no solo é necessário ter em mão o resultado na análise de solo, como podemos ver um exemplo na Figura 14, para a verificação dos valores da saturação por bases, a capacidade de troca de cátions (CTC), além de outros dados como pH, soma de bases e outros parâmetros.

Figura 14. Resultado da análise química do solo.

Parâmetros	Registro das Amostras / Resultados									
	20511	20512	20513	20514	20515	20516	20517	20518	20519	20520
pH (em água)	5,5	5,6	6,2	5,9	5,7	5,5	5,7	6,3	6,1	5,7
Na (ppm)	33	16	17	15	18	20	18	19	31	22
P (ppm)	139	30	91	74	63	32	22	4	8	5
K (ppm)	36	27	32	22	37	35	27	30	45	24
Ca + Mg (meq/100mL)	2,0	1,5	3,6	2,7	2,8	2,1	2,9	2,7	4,2	2,9
Ca (meq/100mL)	1,4	0,9	2,4	1,6	1,6	1,4	1,7	1,7	2,4	1,8
Mg (meq/100mL)	0,6	0,6	1,2	1,1	1,0	0,7	1,2	1,0	1,8	1,1
Al (meq/100mL)	0,17	0,15	0,00	0,00	0,08	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00
H + Al (meq/100mL)	5,2	3,9	1,7	1,9	3,0	2,7	2,5	1,2	2,1	2,2
S (Soma das Bases)	2,24	1,64	3,76	2,82	2,77	2,28	3,05	2,86	4,45	3,06
C.T.C. Efetiva	2,41	1,79	3,76	2,82	2,85	2,40	3,06	2,86	4,45	3,06
C.T.C. (Cap. Troc. de Cátions - pH 7,0)	7,44	5,54	5,46	4,72	5,77	4,98	5,55	4,06	6,55	5,26
% V (Ind. de Sat. de Bases)	30,1	29,6	68,8	59,8	48,0	45,7	54,9	70,4	67,9	58,2
% M (Ind. Sat. de Al)	7,1	8,4	0,0	0,0	2,8	5,0	0,3	0,0	0,0	0,0
% Na (PST)	2,0	1,3	1,4	1,4	1,4	1,8	1,4	2,1	2,1	1,9
Sal. em K (%)	1,3	1,3	1,5	1,2	1,7	1,8	1,3	1,9	1,8	1,2
Mat. Org. Total (%)	1,37	0,97	0,94	0,64	1,01	0,77	1,27	0,74	1,81	1,04
Ferro (ppm)	195,0	288,4	262,8	356,1	257,2	408,7	191,0	390,2	178,7	233,2
Cobre (ppm)	0,44	0,13	0,98	0,18	1,43	0,89	1,39	0,94	0,87	1,03
Zinco (ppm)	3,64	0,41	8,68	0,55	6,45	1,23	7,67	0,33	0,39	0,14
Manganês (ppm)	19,85	9,94	33,06	5,52	25,81	8,68	37,95	10,16	38,43	24,52

Obs.: Os resultados deste ensaio tem significação restrita e se aplicam tão somente a amostra trazida pelo interessado

Portaria:

MÉTODO EMBRAPA, EXTRAÇÃO: Água (pH); Mehlich (P, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Água quente (Boro).

Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

Para chegar à quantidade de calcário a ser aplicada em cada hectare, utiliza-se o método da elevação da porcentagem da saturação por bases, o qual visa à elevação da disponibilidade de bases no solo para um valor desejado. Para o cálculo, utiliza-se a equação descrita abaixo:

$$Nc(\text{ton/ha}) = \frac{(Vf - Vi) * CTC}{PRNT}$$

Em que: NC é a necessidade de calagem em toneladas por hectare;

Vf é a saturação por bases desejada em %;

Vi é a saturação por bases atual do solo em %;

CTC é a capacidade de troca de cátions a pH 7;

PRNT que é o poder reativo de neutralização do produto a ser aplicado;

Para um exemplo prático, vamos considerar uma saturação por bases presente no solo numa profundidade de 0 a 25 cm, de 11,5%, uma CTC a pH 7 de 6,10. A saturação por bases desejada é de 80 % e será utilizado o calcário dolomítico com o valor de PRNT a 92%.

$$Nc(\text{ton/ha}) = \frac{(80 - 11,5) * 6,10}{92} = 4,54 \text{ ton/ha}$$

Logo serão necessárias 4,54 toneladas de calcário por hectare a serem adicionados no solo. O cálculo deve-se ser realizado também para a profundidade do solo de 25 a 50 cm e tira-se a média entre os dois valores ou escolhe-se o maior.

4.4.3 Formas de aplicação do Calcário

A aplicação do calcário é realizada de forma mecanizada pelo trator com o auxílio de implemento o qual locomove-se dentro do lote realizando a aplicação do calcário. Na Figura 16 abaixo, ver-se a aplicação do produto em um determinado lote. O calcário é deslocado de dentro da caçamba por meio de esteiras e caem nos pratos giratórios (Figura 15.b) o qual lança o produto para as fileiras de plantio.

Figura 15. Aplicação mecanizada de calcário. (a) trator realizando a aplicação; (b) pratos de lançamento do calcário.



(a)



(b)

Fonte: Do autor

A aplicação do gesso também ocorre da mesma forma e pode ser aplicado associado ao calcário a depender da necessidade do solo.

4.4.4 Adubação do Solo

Para que a cultura venha a se desenvolver é fundamental que ela tenha os nutrientes necessários e na quantidade ideal. Porém, muitas vezes esses nutrientes não encontram-se adsorvidos ao solo, deixando-o com uma baixa fertilidade. Dessa forma é necessária a reposição desses nutrientes, por meio dos adubos e fertilizantes, para que a cultura tenha uma maior fonte para captação e venha a se desenvolver com mais facilidade (JACTOR, 2020).

Os fertilizantes utilizados na Usina, em sua grande maioria são de origem mineral. A vantagem desse tipo de fertilizante na adubação do solo é a rápida absorção pelas plantas, devido à maior facilidade em solubilizar.

As formulações utilizadas para cada atividade são mostradas na Tabela 3 abaixo, em que pode-se ver também a dosagem a ser aplicada.

Tabela 3. Formulação de adubo utilizada na Usina Petribu.

Formulação e dosagem de adubo		
	Plantio	Cobertura
Área Irrigada ou Sequeiro	06-28-22 500 à 600 Kg/ha	12-00-24 300 à 400 Kg/ha
Áreas de vinhaça	10-52-00 250 à 300 Kg/ha	27-00-00 200 Kg/ha

Fonte: Usina Petribu S/A

A aplicação de plantio é realizada no fundo do sulco no momento do plantio da cana. Já a adubação de cobertura é realizada até 45 dias após o plantio. Para a adubação da socaria, as formulações utilizadas são: 12-00-24, 27-00-00 e 19-09-19, a depender da necessidade do local.

A adubação da cana varia de cana planta para cana soca uma vez que no plantio ocorre a associação entre as bactérias fixadoras de N₂ do ar devido a açúcar presente nos rebolos. Por essa razão, a adubação de plantio utiliza menos quantidade de nitrogênio e maiores de fósforo e potássio. Por outro lado, na cana soca, exige-se maiores quantidades de nitrogênio e potássio, sendo o fósforo reduzido (VITTI, QUEIROZ, OTTO, QUINTINO, 2005).

Outra forma de adubação do solo utilizado na Usina é a biológica. A adubação biológica é realizada com o auxílio do Microgeo®, que tem como finalidade restabelecer e estimular o microbioma do solo, o condicionando de forma física, química e biológica. A

aplicação é realizada por meio de uma calda rica em bactérias, oriundas do processo de multiplicação dentro do tanque que contém a água, o substrato, nesse caso o microgeo e a matéria orgânica contendo as bactérias locais (esterco bovino local).

4.4.5 Cálculo da Formulação de Adubo

Para chegar-se na formulação do fertilizante (NPK) a ser aplicado, mais uma vez é necessário consultar os resultados da análise de solo, porém dessa vez atentando-se aos valores correspondentes a quantidade de potássio (K) e fósforo (P). Além da análise de solo é importante saber a exigência nutricional da cultura, nesse caso a cana, para saber o quanto será necessário acrescentar ao solo. Na Tabela 4 abaixo, ver-se a exigência nutricional utilizada para a cana planta (1° folha) e cana soca (2° folha em diante).

Tabela 4. Exigência nutricional adotada.

Exigência Nutricional da Cana-de-açúcar		
	Cana Planta	Cana Soca
Nitrogênio (N)	1 Kg/ton	0,85 Kg/ton
Fósforo (P)	0,45 Kg/ton	0,20 Kg/ton
Potássio (K)	1,4 Kg/ton	1,35 Kg/ton

Fonte: Usina Petribu S/A

Para a realização dos cálculos vamos considerar que a adubação será realizada para uma cana planta e os seguintes dados de solo como exemplo: 4 ppm de fósforo e 30 ppm para potássio.

O primeiro passo a se realizar é a conversão de ppm para Kg/ha e subtrair o valor encontrado dos valores da tabela de exigência para a cana planta. Então temos:

- Para o fósforo (P): $4 \text{ ppm} \times 2 = 8 \text{ Kg/ha}$. Subtraindo temos: $45 \text{ Kg/ha} - 8 \text{ Kg/ha} = 37 \text{ Kg/ha}$ de déficit no solo.
- Para o potássio (K): $30 \text{ ppm} \times 2 = 60 \text{ Kg/ha}$. Subtraindo temos: $140 \text{ Kg/ha} - 60 \text{ Kg/ha} = 80 \text{ Kg/ha}$ de déficit no solo.

Lembrando que o nitrogênio não entra nos cálculos devido a sua dinâmica no solo. Dessa forma a quantidade a ser adicionada no solo dependerá apenas da quantidade exigida,

não leva-se em consideração os valores de análise. Além disso, em condições perfeitas, a cada 1 Kg de nitrogênio aplicado converte-se em 100 kg de cana. Para o exemplo, estima-se a aplicação de 10 Kg de nitrogênio por hectare.

Como os valores obtidos da subtração, chegamos à necessidade de adição ao solo de 100 Kg de N/ha, 37 Kg de P/ha e 80 Kg de K/ha. Para chegarmos à formulação, utilizaremos o método das tentativas, utilizando como base o fator máximo para a adição de nutrientes ao solo de 54%. Sendo assim:

$$\frac{100 + 37 + 80}{54} = 4,02 \text{ para o fator}$$

Agora divide-se os valores da nutricionais encontrados pelo fator 4,02 para descobrir o percentual de cada elemento presente na formulação desejada:

- Para o N, temos: $100/4,02 = 24,87 \%$
- Para o P, temos: $37/4,02 = 9,2 \%$
- Para o K, temos: $80/4,02 = 19,9 \%$

Arredondando os valores temos: 25 para o N, 10 para P e 20 para K. Após isso realiza-se a soma dos valores arredondados para verificar se ficam abaixo do permitido (54 %). Logo: $25 + 10 + 20 = 55\%$. Como o valor obtido excedeu em 1%, recomenda-se a retirada dessa porcentagem de algum desses elementos. Nesse caso, como é para uma cana planta, sendo necessária uma maior exigência de P e K, o valor será removido do N, uma vez que ele pode ser obtido através de outras fontes, além de reposições futuras. Sendo assim, chega-se a formulação final de 24 -10 - 20. Esse percentual da formulação representa a quantidade do composto presente no adubo, ou seja, a cada 100 kg de adubo, 10 será de fósforo e assim sucessivamente para os demais elementos. Então, para atingir a dosagem de 37 Kg de P/ha será necessária a adição de 400 Kg de produto, pois a cada 100 Kg fornecerá 10 Kg de P. Para os demais nutriente temos:

- $K = 20 * 400 / 100 = 80 \text{ Kg/ha}$
- $N = 24 * 400 / 100 = 96 \text{ Kg/ha}$

Nota-se que faltará 4 Kg a serem aplicados, uma vez que a exigência foi de 100 Kg/ha. Esse déficit poderá ser corrigido por meio da adubação de cobertura, realizada de 45 a 60 dias após o plantio.

A partir da formulação encontrada (24-10-20), pode-se procurar um adubo já fabricado nessa proporção, ou solicitar a formulação específica junto ao fornecedor.

4.4.6 Formas de Aplicação do Adubo

A aplicação do adubo no solo pode ser realizada tanto de forma manual como mecanizada. A escolha irá depender da destinação da adubação (cana planta ou soca), o relevo do terreno e a granulometria do produto.

A aplicação de forma manual consiste na aplicação do adubo pelos colaboradores e pode ser aplicada no fundo do sulco com o auxílio do cano acoplado a uma bolsa contendo o produto, o qual será carregado pelo colaborador que realiza aplicação caminhando pelos sulcos de plantio. Vale salientar que o colaborador deve sempre manter sua velocidade constante para garantir a aplicação uniforme na área. Na Figura 16 abaixo, observa-se a aplicação do adubo no fundo do sulco com o auxílio do cano.

Figura 16. Aplicação de adubo no fundo do sulco.



Fonte: Do autor

Já para a aplicação manual do adubo na cana soca, o colaborador aplica o produto com o auxílio de uma concha, a qual tem a capacidade de apanhar 10 g de adubo. Logo, o trabalhador abastece o reservatório com o produto e vai caminhando pelas linhas de socaria, adicionando 10 g de produto em cada touceira. Na Figura 17 podemos observar o processo de adubação manual da cana soca.

Figura 17. Adução manual da cana soca.



(a)

(b)

(c)

Fonte: Do autor

Em (a) ver-se a concha utilizada para aplicação do produto. Em (b) mostra-se o reservatório e o procedimento de apanha do adubo pela concha. Já em (c), ver-se a aplicação do produto na socaria.

A aplicação mecanizada também realiza a adubação de fundo do sulco e na socaria. Para isso, é utilizada a adubadora acoplada na barra de tração do trator, o qual por meio da rotação do motor aciona os parafusos sem fins dentro do reservatório de adubo, fazendo com que o produto seja encaminhado pelos mangotes e depositado no solo. Na Figura 18 abaixo podemos ver em (a) a adubadora composta por duas cubas dosadoras e em (b) a adubadora acoplada ao trator para a realização da aplicação.

Figura 18. Equipamento da adubação mecanizada.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Além disso, quando se trata da aplicação de produto no fundo do sulco para o plantio mecanizado, a máquina plantadeira já é capaz de realizar a aplicação do produto junto com as operações de plantio de forma mecanizada.

A aplicação dos micronutrientes é realizada em conjunto com a aplicação da calda de fitossanidade da cana para a prevenção do aparecimento de fungos, formigas e cupins, de forma manual por meio dos pulverizadores ou de forma mecanizada, geralmente com o auxílio do trator de cobertura.

4.5 TRATOS CULTURAIS

Os tratos culturais são práticas que visam oferecer melhores condições para o desenvolvimento da cultura. Durante o ciclo da cana-de-açúcar, é necessário adotar práticas com o objetivo de obter ganhos em produtividade chegando a um produto final de qualidade. É neste momento em que são repostos os nutrientes necessários para a planta desenvolver-se, assim como realizar o controle de pragas e doenças.

A cana-de-açúcar possui um espaçamento muito amplo e um período de desenvolvimento inicial um pouco mais lento, quando comparados a outras culturas, de modo que demora-se a fechar completamente a área de plantio, favorecendo assim o aparecimento das plantas daninhas (SENAR, 2018).

As plantas daninhas necessitam dos mesmos fatores exigidos pela cultura como a água, luz, nutriente e espaços para seu desenvolvimento. Dessa forma, gera-se uma competição desses recursos entre a planta daninha e a cultura de interesse. Além disso, as plantas daninhas podem ser hospedeiras para pragas e doenças que também venham a causar danos na cultura de interesse (VASCONSELOS, SILVA, LIMA, 2012).

As aplicações de herbicidas para o controle das plantas daninhas ocorrem da forma de pré-emergência, ou seja, antes das plantas daninhas virem a brotar, ou pós-emergência, quando a planta daninha consegue emergir do solo. As aplicações de pré-emergência ocorrem em até 10 dias após o plantio e logo após o corte para a cana soca, e o objetivo de aplicação é a cobertura de 100% do solo na área de plantio. Na Figura 19 abaixo ver-se a aplicação de pré-emergência na socaria. A aplicação é realizada de forma manual, com o auxílio do pulverizador a 30 cm de altura do solo, com os aplicadores em formatos de leque. Os colaboradores andam em conjunto lado a lado e na mesma velocidade, garantindo a

uniformidade de aplicação, além da sobreposição dos leques. A aplicação também pode ocorrer de forma mecanizada.

Figura 19. Aplicação de pré-emergência em cana soca.



Fonte: Do autor

Uma forma de controle mecânico das ervas daninhas é a prática do quebra lombo, que consiste na quebra da estrutura de montante ainda restante do processo de sulcagem no solo após 45 dias da cana brotada. Dessa forma, as plantas daninhas que conseguiram se desenvolver são soterradas. Após o quebra lombo também é realizada uma segunda aplicação de produtos para a pré-emergência. Para a manutenção do sistema, realiza-se periodicamente o acompanhamento do surgimento de novas plantas daninhas para assim serem realizados os eventuais de pós-emergência como a catação dessas plantas.

Quando se trata de pragas, a cultura da cana-de-açúcar é bastante atacada, sendo as principais delas a broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) e a cigarrinha das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) conhecidas como pragas primárias, pois causam os danos iniciais a cultura. A partir de então, deixa-se aberto o caminho para o ataque de outras pragas secundárias, como o falso-moleque-da-bananeira (*Metamasius hemipterus*). Os danos diretos causados pela broca decorrem da alimentação da lagarta abrindo galerias nos entrenós, causando a morte da gema apical, encurtamento de entrenó; quebra da cana; enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais. O dano indireto é causado por microrganismos como o fungo *Colletotrichum falcatum* que invadem o entrenó, através do orifício aberto pela lagarta e invertem a sacarose armazenada na planta, causando perdas pelo consumo de energia no metabolismo de inversão (MACEDO, MACEDO, 2004).

Outra praga que atua de forma semelhante a broca-da-cana-de-açúcar, é a broca-gigante (*Castnia licus*), porém seus danos são em proporções maiores. Abaixo, na Figura 20, ver-se a consequência do ataque da broca-gigante na soqueira.

Figura 20. Broca-gigante (*Castnia licus*).



Fonte: Do autor

Em (a) a abertura dos túneis no colmo da cana; (b) a broca-da-cana-de-açúcar; (c) a broca-da-cana-de-açúcar e a podridão vermelha causada por uma praga secundária, o fungo *Colletotrichum falcatum*.

Para o controle da broca-da-cana-de-açúcar, utiliza-se o implemento acoplado ao trator, o cortador de soqueira, o qual realiza a aplicação de produto na socaria da cana com a inserção de um disco que corta a socaria. Para a operação, o trator trabalha utilizando as marchas 3ª ou 4ª com a “B”, numa rotação de 1700 rpm, atingindo uma velocidade de 7 Km/h. Dessa forma, aplica-se em média 100 L/ha de produto. Na Figura 21, ver-se o implemento cortador de soqueira (a), o bico aplicador (b) e o rastro que ele deixa na socaria (c).

Figura 21. Cortador de soqueira.



Fonte: Do autor

4.6 IRRIGAÇÃO

A irrigação é um conjunto de técnicas que visam suprir a necessidade hídrica da planta de forma artificial com o objetivo de garantir uma produção ideal da cultura. Existem várias técnicas utilizadas, sendo a mais difundida delas, a irrigação por aspersão (TESTEZLAF, 2017).

Devido às variedades de clima e variedades de cana utilizadas, torna-se difícil estabelecer a relação entre o consumo de água e a produção. Além disso, o consumo de água também varia de acordo com o estado fenológico, ciclo da cultura, condições climáticas, águas disponíveis no solo, entre outros fatores. De acordo com Doorenbos e Kassam (1994), a variação do consumo anual de água pela cana-de-açúcar fica em torno de 1.500 a 2.500 mm.

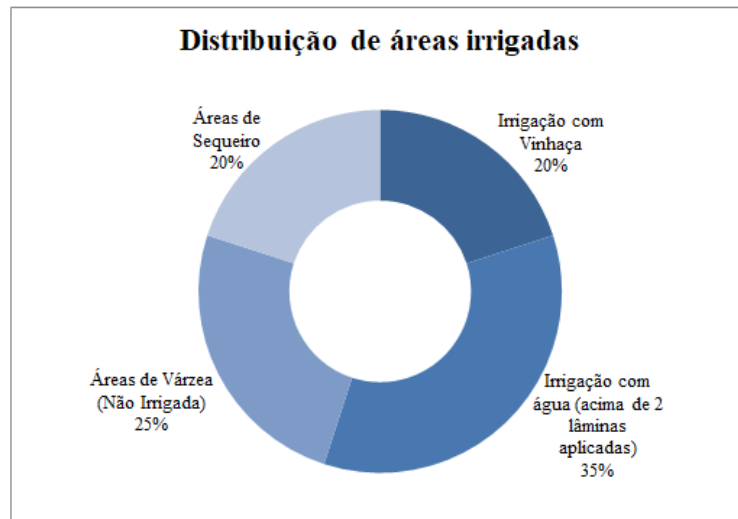
De acordo com a ANA (2017), o manejo da irrigação para a cana-de-açúcar pode ser separado de três formas: a irrigação plena, a irrigação suplementar e a irrigação de salvamento. A irrigação plena consiste na reposição de 100% da quantidade da perda de água para o solo e por evaporação; a irrigação suplementar consiste na aplicação de uma lâmina, que não necessariamente seja a ideal para a cultura e a irrigação por salvação que é a realizada quando a planta já está próxima ao seu ponto de murcha.

A escolha da técnica de irrigação a ser utilizada dependerá de fatores como os recursos hídricos (potencial hídrico, localização da fonte de água, qualidade da água), condições topográficas do terreno (tamanho da área, declividade), o solo (tipo, capacidade de água disponível, profundidade, textura, estrutura, peso específico, taxa de infiltração, salinidade), clima (vento, temperatura e umidade relativa, precipitação), tipo da cultura (sistema de plantio, altura das plantas, profundidade das raízes, estádios de crescimento), além de fatores como mão de obra disponível e custo do projeto (FRIZZONE, 2017).

Na Usina Petribu, a irrigação é manejada da seguinte maneira: logo após o plantio ou o corte da cana aplica-se uma lâmina com o objetivo de estimular à brotação, a irrigação de salvamento para impedir que a planta atinja seu ponto de murcha, a irrigação para preservação do estágio vegetativo, geralmente destinadas às canas-de-açúcar que serão cortadas para serem utilizadas como semente, dessa forma retardando o processo de amadurecimento, além das irrigações dos projetos, em que a cultura recebe as lâminas aplicadas do início ao final do seu ciclo.

Na Figura 22 abaixo, ver-se a distribuição da quantidade de áreas irrigadas. Se considerar apenas a aplicação de uma única lâmina do plantio até a colheita, a irrigação da Usina consegue atender até 14 mil hectares.

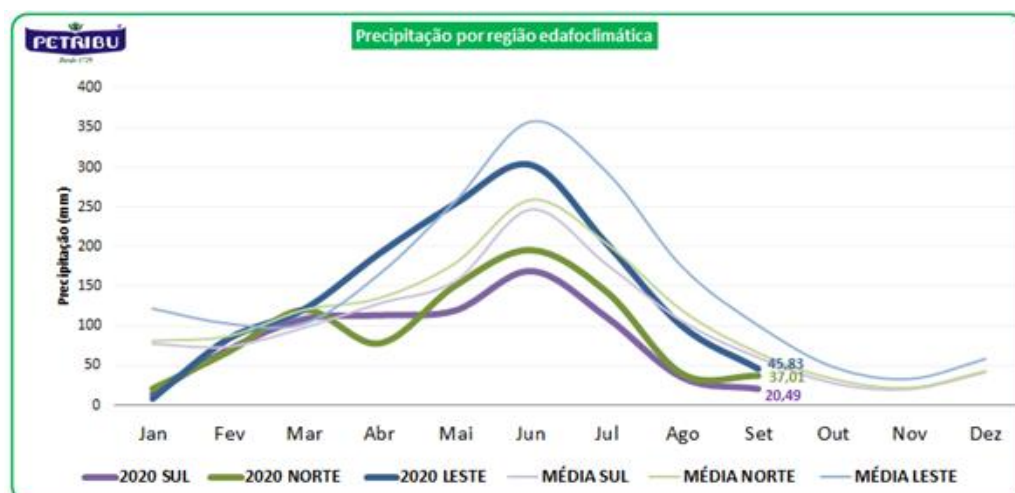
Figura 22. Gráfico da distribuição de áreas irrigadas.



Fonte: Do autor

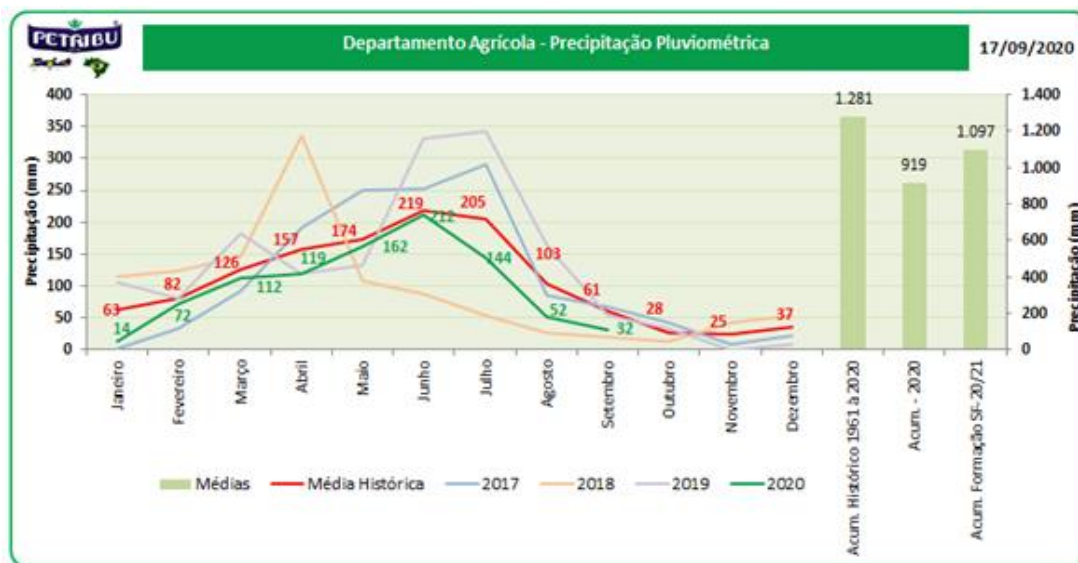
Vale salientar que deve-se sempre atentar-se a precipitação da região, pois dessa forma os custos com a irrigação são reduzidos. Para isso, a Usina conta com 21 pontos de coleta da precipitação diária distribuídos no campo. Diariamente são coletados às 6h da manhã o volume acumulado no pluviômetro e os dados são lançados no sistema PIMS C/S, os quais ficam disponíveis para todo o setor agrícola. Nas Figuras 23 e 24 abaixo, vemos os exemplos dos gráficos gerados com os dados da precipitação. Um dos principais usos dos gráficos e relatórios de precipitação é auxiliar no manejo da irrigação. A precipitação média anual é em torno de 1.200 mm.

Figura 23. Gráfico de precipitação por região edafoclimática de 01/01/20 até 17/09/20.



Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

Figura 24. Gráfico pluviométrico mensal cumulativo



Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

4.6.1 Técnicas de Irrigação Utilizadas

Para suprir a necessidade hídrica da cana-de-açúcar, a Usina utiliza-se de duas técnicas de irrigação, a por aspersão que visa a simulação da chuva e a irrigação localizada com o objetivo da formação de bulbo úmido. Dentro da técnica de irrigação por aspersão, destacam-se os seguintes sistemas: pivô central de base rebocável, aspersão por montagem direta em que compreende os emissores com bocais de diâmetro maior, aspersão por alas móveis com os emissores de bocais com diâmetro menor e o autopropelido. Já para irrigação localizada, utiliza-se o sistema de irrigação por gotejamento.

Vale salientar que os sistemas de irrigação também são utilizados na aplicação de fertilizantes, por meio da fertirrigação, seja com a aplicação de vinhaça ou de adubo convencional.

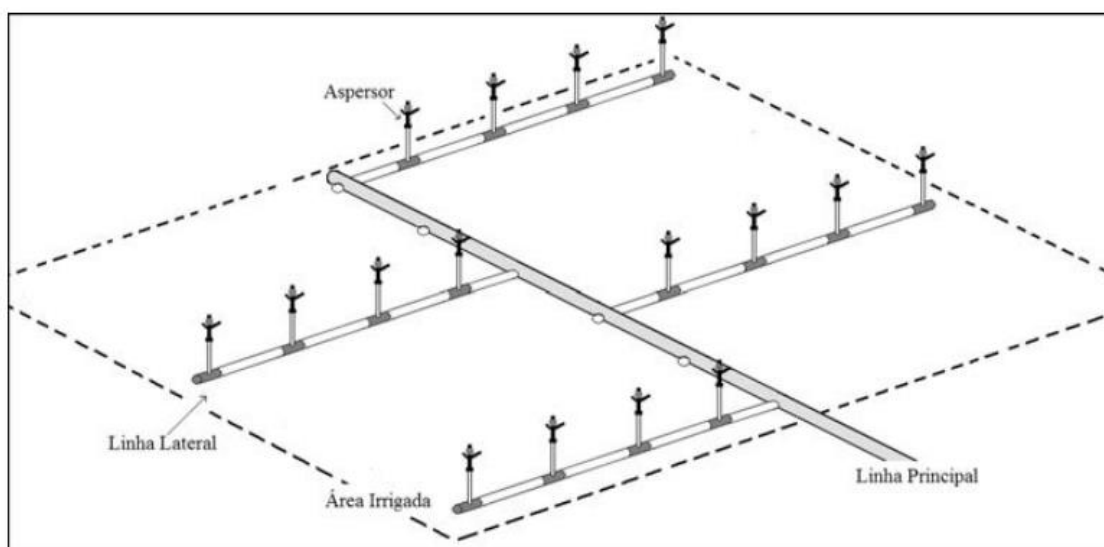
4.6.2 Aspersão montagem direta e semi-fixo (alas móveis)

Na aspersão, a água da irrigação percorre as tubulações, com o auxílio do bombeamento, gerando a pressão necessária para a passagem pelo orifício emissor de pequenas dimensões. Os jatos de água emitidos são divididos em pequenas gotas pulverizadas

no ar, que saem sobre o solo formando uma chuva artificial. Uma das principais vantagens é não necessitar de uma sistematização do terreno, não possuir restrição de horário para a aplicação e reduzir os problemas de erosão causados pelo impacto da gota no solo (BISCARO, 2009).

A aspersão por montagem direta permite a mobilidade dos equipamentos de irrigação de uma área para outra conforme a necessidade e disponibilidade de água. Na Figura 25 abaixo ver-se um esquema de uma montagem direta do sistema de irrigação em que nota-se que a tubulação tanto das linhas principais como as laterais encontram-se sobre o solo, diferentemente do sistema semi-fixo onde as tubulações da linha principal podem estar sob o solo.

Figura 25. Esquema de aspersão por montagem direta.



Fonte: Biscarpo, 2009

Um conjunto de montagem direta é formado pelos seguintes itens: 1 motobomba de em média 100 cv, 250 tubos de alumínio, em média, no comprimento de 6 m cada, 6 válvulas, acessórios como curvas, tampões, anel de vedação e outros) e de 5 a 10 aspersores a depender do modelo escolhido.

A lâmina de irrigação aplicada é de 40 mm e o tempo de aplicação dependerá do emissor escolhido. Para os sistemas de montagem direta, utilizam-se 5 aspersores por posição com bocal 2,5" levando 2 h para a aplicação da lâmina na área. Já no sistema de alas móveis utilizam-se aspersores de bocais com menores diâmetros com os de 1 ¼" e ¾" utilizando 10 unidades em cada posição durante 4h para a aplicação da lâmina. Na Figura 26 abaixo ver-se os modelos de aspersores mais utilizados na Usina.

Figura 26. Modelos de aspersores. (a) aspersor Senninger ® modelo 8025 (b) aspersor Senninger ® modelo 3023.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Na Figura 27 abaixo, ver-se a montagem do exemplo de uma montagem direta, de algumas peças utilizadas no sistema. O setor de irrigação conta com uma oficina própria para a realização da manutenção das peças utilizadas nos conjuntos, como a troca dos anéis de vedação, a soldagem dos tubos de alumínio, adaptações com mangueiras para a redução de diâmetros, entre outros.

Figura 27. Montagem direta do sistema de irrigação e acessórios utilizados.



(a)

(b)

(c)

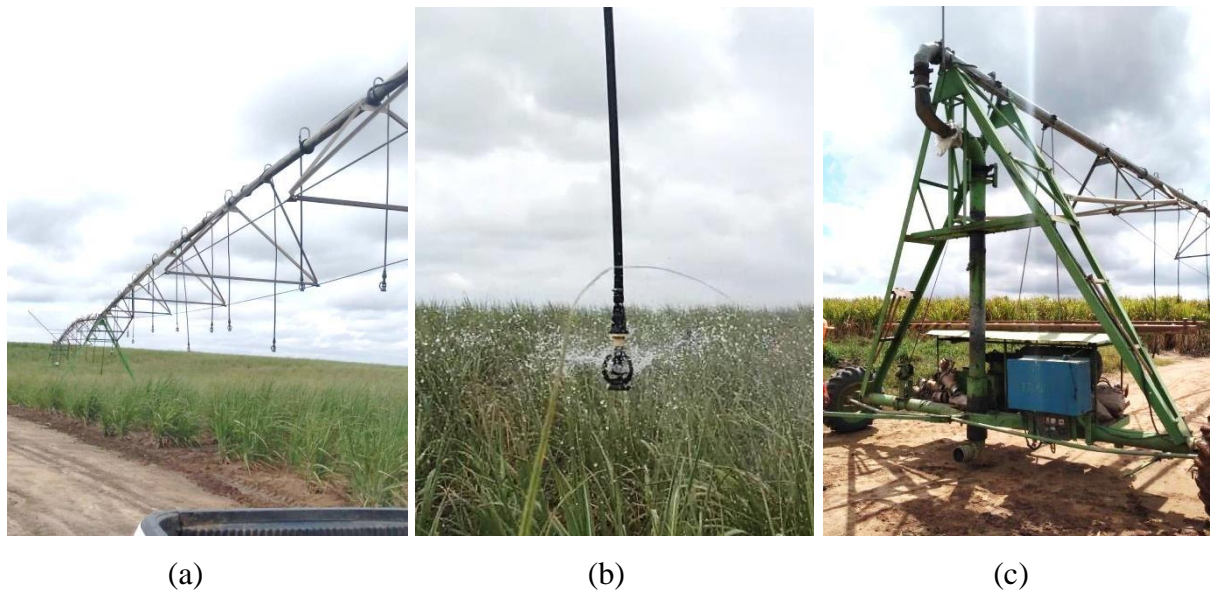
Fonte: Do autor

Em (a) observa-se a montagem direta de um sistema, nota-se que a tubulação tanto da linha principal como a das linhas laterais onde os aspersores estão instalados, encontram-se sobre o solo. Já em (b) ver-se uma curva de derivação a qual é instalada na rede principal e é composta por uma válvula que libera a água para as linhas laterais. (c) mecanismo de acoplagem de um cano a outro para a montagem das linhas.

4.6.3 Pivô de Base Rebocável

Outro sistema de irrigação por aspersão utilizado na Usina Petribu, é o pivô central de base rebocável. Esse sistema é composto por uma torre com estrutura suspensa a qual contém os aspersores, que gira em forma circular por cima da planta. A estrutura possui 120 m de comprimento, abrangendo uma área irrigada de em média 45.216 m² e é montada sobre uma base fixada ao solo, garantindo assim a estabilidade do equipamento durante a realização da manobra. Na Figura 28 abaixo pode-se observar a estrutura do pivô de base rebocável. O pivô realiza a aplicação de uma lâmina de 60 mm utilizando 20% de sua velocidade.

Figura 28. Pivô central de base rebocável.





(d)



(e)



(f)

Fonte: Do autor

Em (a) vemos a estrutura superior do pivô a qual ficam acoplados os aspersores; (b) aspersor utilizado para a emissão da água; já em (c) observa-se a torre a qual ficam o painel de regulagem do sistema do pivô e o motor que permite o deslocamento circular do pivô; em (d) ver-se a base fixa no solo a qual a torre do pivô é acoplada garantindo assim uma maior estabilidade. Cada pivô conta com 4 bases distribuídas na área irrigada para a realização da atividade; (e) observa-se como é o acoplamento entre a torre e a base do pivô; e em (f) ver-se o trator realizando a manobra de deslocamento do pivô de uma base para outra.

4.6.4 Gotejamento

A irrigação por gotejamento devido às suas características de alta uniformidade de aplicação e manutenção dos teores de umidade no solo próximos ao sistema radicular faz com que seja um dos sistemas mais utilizados nos últimos anos (MAIA, LEVIEN, MEDEIROS, NETO, 2010).

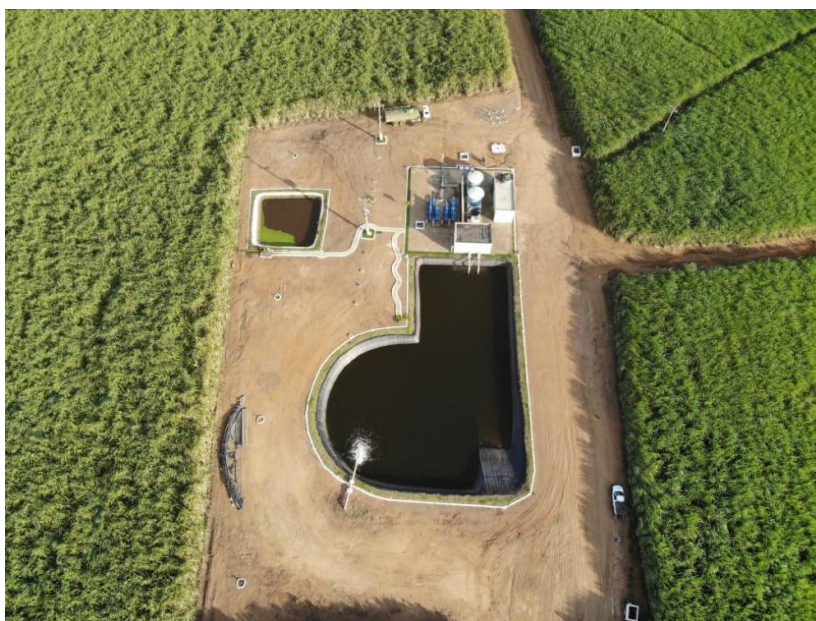
Nesse sistema, a água é aplicada apenas em parte da área, reduzindo as perdas por evaporação, com isso a eficiência de aplicação é bem maior e o consumo de água reduzido (BERNARDO, 2002). É um sistema de irrigação fixo, ou seja, sem a movimentação das linhas laterais e pode ser implementado sobre e sob o solo. Dentre as principais vantagens destacam-se a maior eficiência do uso da água, aumento da produtividade da cultura, maior eficiência na adubação e controle sanitário, além de proporcionar economia de mão de obra. Como desvantagens, pode-se citar o entupimento dos emissores devido a impurezas da água e por

vezes o sistema radicular da cultura e o elevado custo inicial para a implantação do sistema (ESTEVEVES, SILVA, PAES, SOUSA, 2012).

Informações importantes como a geometria e o tamanho do bulbo molhado são importantes para considerar aspectos como a lâmina aplicada, frequência de irrigação e número de gotejadores evitando assim a perda de água e nutrientes aplicados via fertirrigação (LUBANA, NANDA 2001).

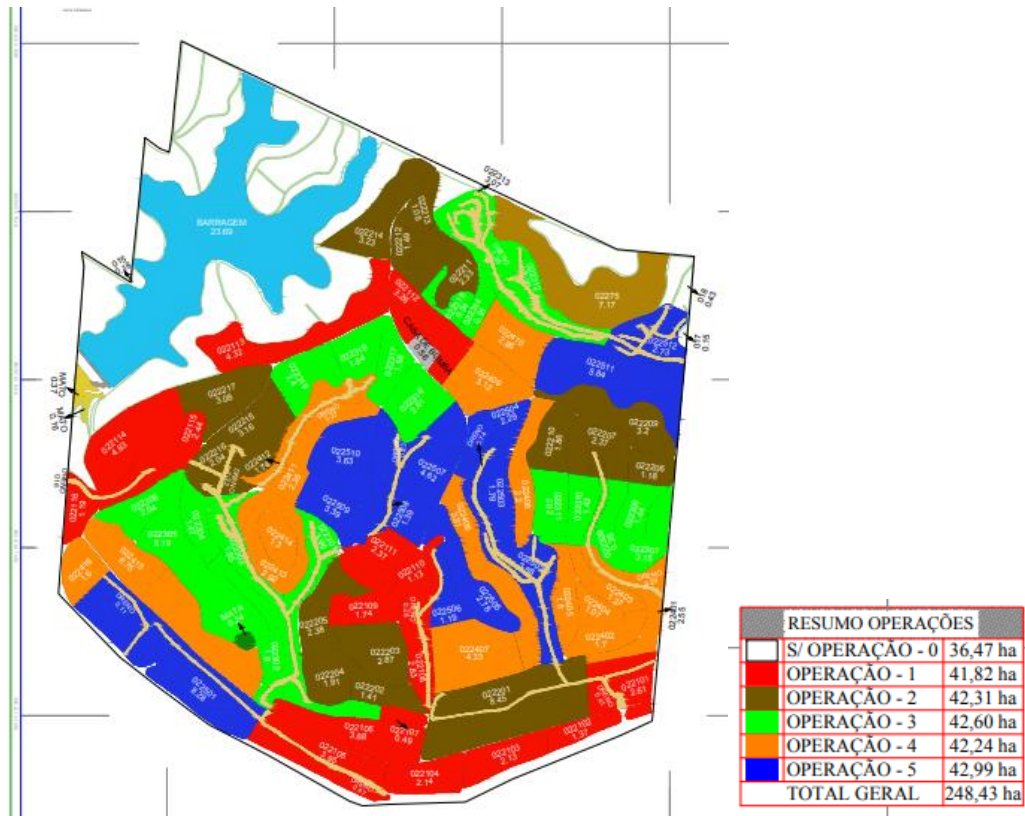
A Usina Petribu conta com 3 áreas de projeto de irrigação. Uma delas é o Projeto de Itaenga Grande que pode ser visualizado na Figura 29 abaixo. O projeto atende ao todo 210 ha, sendo separadas em 5 operações, cada uma com 42 ha. Na Figura 30 abaixo pode-se observar o mapa de distribuição das operações dentro da área atendida.

Figura 29. Base do projeto de gotejamento de Itaenga Grande.



Fonte: Usina Petribu S/A

Figura 30. Mapa das operações do projeto de gotejo em Itaenga Grande.



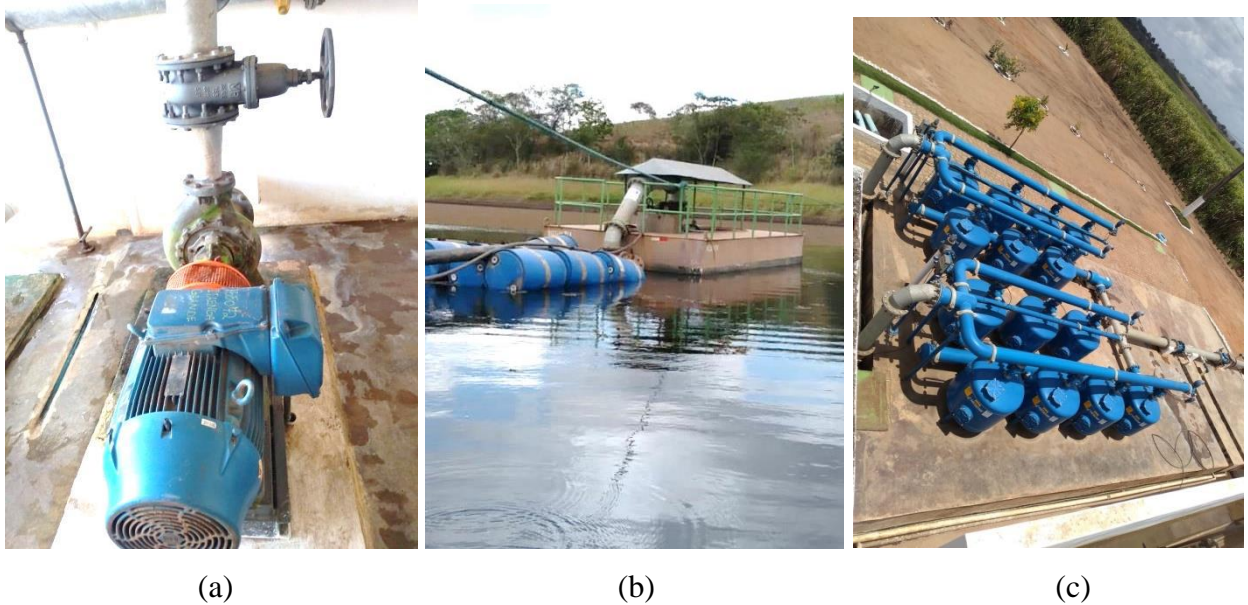
Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

A água utilizada para as operações é bombeada por meio de eletrobomba de 250 cv da barragem com uma vazão de 500 m³/h para o reservatório de armazenamento que possui capacidade volumétrica média de 3.000 m³. A partir do reservatório, a água é bombeada por meio de um conjunto de eletrobombas de 60 cv cada para o sistema, porém antes passa por um sistema composto por 14 filtros de areia para a remoção de impurezas que venham a causar o entupimento dos emissores. Cada operação passa 4 h para realizar a irrigação, com um consumo de 450 m³/h. O tempo de irrigação total do projeto é de 20 h, gerando um turno de rega de apenas 1 dia.

Para manter sempre o sistema livre de impurezas, o sistema de filtro conta com a retrolavagem automática a cada 2 h ou quando a diferença da pressão de entrada e a de saída superar o valor determinado, em geral de 5 a 8 mca. A água da retrolavagem é encaminhada para um tanque o qual a bombeia novamente para a barragem. Na sequência abaixo, pode-se observar as bombas utilizadas, assim como o sistema de filtro. Em (a) ver-se a balsa contendo a eletrobomba de recalque (250 cv) da água da barragem para o reservatório; em (b) a

eletrobomba de irrigação (60 cv) que realiza a sucção da água do reservatório para a aplicação no sistema de irrigação. (c) sistema de filtragem da água que irá para o sistema.

Figura 31. Bombas utilizadas na irrigação por gotejamento e sistema de filtragem.



Fonte: Do autor

O sistema conta com válvulas de segurança (de alívio) que controlam a pressão da tubulação após a passagem pelos filtros. a pressão média do sistema mantém-se em torno de 2.900 bar, como mostrado na Figura 32 (a) e pode suportar até 3.500 bar, sem alterações no sistema. Ao ultrapassar o valor de 3.500 bar, automaticamente abre-se a válvula de alívio de pressão de sistema como mostrado na Figura 32 (b). Nota-se que ao ser acionada ocorre a liberação de água para a redução da pressão e deve-se desligar imediatamente o sistema para a verificação das causas que levaram o aumento de pressão, como a entrada de ar.

Figura 32. Manómetros que marcam a pressão do sistema.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Nota-se que em (a) a pressão estava por volta de 2.200 bar. Já em (b) a pressão atingiu 4.300 bar e a válvula de alívio foi acionada liberando a água.

As fitas do gotejamento possuem o comprimento de 300 m e com gotejadores autocompensantes num espaçamento de 40 cm entre emissores. Já o espaçamento entre as fitas gotejadoras acompanha o espaçamento de plantio da cana-de-açúcar, que nesse caso é 1,5 m. O gotejador autocompensante possui uma membrana interna a qual quando ocorre a despressurização da linha, impede que a água volte para dentro do emissor, carregando consigo partículas de solo que podem causar o entupimento. As fitas de gotejo nascem diretamente das linhas principais, como mostrada na sequência da Figura 33 abaixo. Em (a) ver-se o início das fitas de gotejo saindo da tubulação principal; em (b) emissor gotejador no interior da mangueira; em (c) vista interna do gotejador autocompensante.

Figura 33. Emissores de gotejamento e início das linhas de gotejo.



(a)

(b)

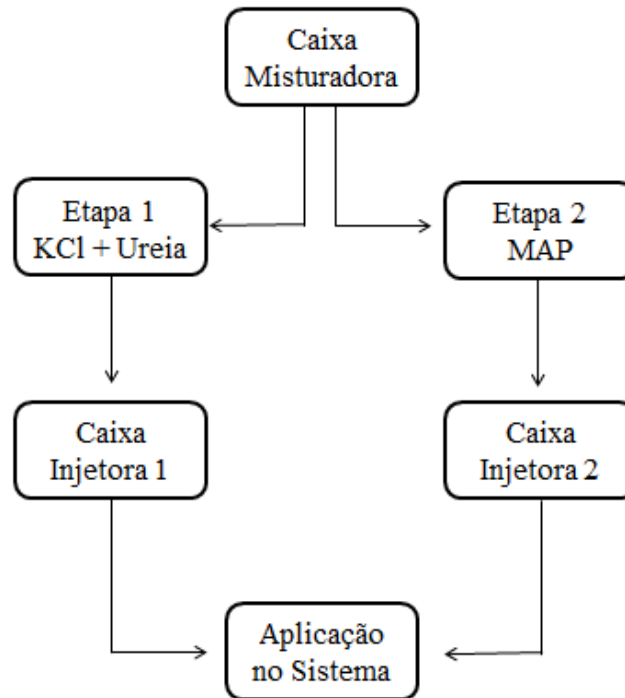
(c)

Fonte: Do autor

O sistema de irrigação por gotejamento permite a realização da fertirrigação, ou seja, o fornecimento de nutrientes para a planta por meio da água de irrigação. Os nutrientes utilizados são os mesmos para o cultivo com a irrigação convencional, o diferencial é apenas a granulometria utilizada e a periodicidade de aplicação. Na fertirrigação, a parcela nutricional é aplicada mensalmente em 4 dosagem. Para cada operação são preparados os tanques contendo as misturas a serem aplicadas, separadamente, ou seja, para as 5 operações, serão preparados 5

tanques de solução nutricional separados. Na Figura 34 abaixo observa-se o esquema do preparo da fertirrigação.

Figura 34. Esquema de preparo dos nutrientes da fertirrigação.



Fonte: Do autor

No esquema vemos o preparo dos nutrientes inicialmente na caixa misturadora realizando a solubilização do cloreto de potássio (KCl) e a ureia. Logo em seguida a solução é transportada para a caixa misturadora 1 e inicia-se o preparo da segunda etapa, em que será dissolvido o MAP na caixa misturadora e transferida para a caixa injetora 2. Com as soluções preparadas, regula-se o ferti kit para a aplicação. Ao sair das caixas misturadoras, as soluções passam pelos filtros de discos e unem-se a caixa injetora 1 e 2 na tubulação. Antes de iniciar a aplicação, o sistema passa 30 minutos apenas com água da irrigação para a pressurização da rede. Em seguida, a fertirrigação ocorre durante 2 h aplicando os nutrientes e mais 1h e 30 minutos novamente com água de irrigação para a lavagem das fitas. Na Figura 35 vemos algumas partes do processo descritas acima. Em (a) ver-se a caixa misturadora; (b) filtros de discos da caixa injetora; (c) painel de controle da programação de aplicação; (d) regulagem da vazão de aplicação.

Figura 35. Procedimento de fertirrigação.



(a)

(b)



(c)

(d)

Fonte: Do autor

A cada 15 dias realiza-se a limpeza química das fitas de gotejo com a aplicação de uma solução de 5% de hipoclorito de sódio durante 4h e em seguida remove-se os tampões dos finais das linhas para a retirada dos resíduos. Após isso desliga-se o sistema durante 24h. Quando

necessário também realiza-se a limpeza de arrasto apenas removendo os tampões finais da linha, sem a adição de produtos. Para preservar o sistema de irrigação por gotejamento, um mês antes da realização do corte da cana, realiza-se a aplicação da trifluralina (1 L/ha) durante 90 minutos, depois aplica-se mais 90 minutos apenas com água de irrigação para a lavagem do sistema e para-se a irrigação. A aplicação da trifluralina visa impedir que as raízes da cana obstruam os emissores.

4.6.5 Aplicação e Uso da Vinhaça

A vinhaça é um resíduo do processamento da cana-de-açúcar para a produção de açúcar e álcool. É caracterizado por ser um líquido de odor forte, coloração marrom escura, baixo pH, alto teor do elemento potássio (K) e com alta demanda química de oxigênio (DBO) (SILVA, BONO, PEREIRA, 2014).

O uso da vinhaça em áreas agrícolas, especialmente na lavoura da cana traz benefícios agronômicos, econômicos e sociais (GIACHINI, FERRAZ, 2019). Quando aplicado no solo, a vinhaça eleva o pH, aumenta a CTC e a disponibilidade de certos nutrientes, melhorando a agregação do solo, aumentando a retenção de água e desenvolvendo a microflora e microfauna do local. Porém, quando aplicada sem controle, a vinhaça pode causar desequilíbrio nutricional nas plantas e a poluição das águas subterrâneas e dos rios (FERREIRA, MONTEIRO, 1987; BRITO, ROLIN, PEDROSA, 2009).

Assim como na irrigação, a aplicação da vinhaça conta com seus conjuntos destinados apenas para a realização dessa atividade. Além disso, a Usina conta com 8 bombas para a aplicação de vinhaça e 6 estações de recalques para a distribuição em vários pontos. Ao sair da indústria, a vinhaça é bombeada para um tanque, conhecido como pulmão, que tem a capacidade de armazenamento de 3.000 m³, o qual alimenta os canais que transportam a vinhaça por gravidade pelo campo. Ao todo são 42 Km de canais revestidos para o transporte da vinhaça, como o mostrado na Figura 36 abaixo. As motobombas são instaladas diretamente nos canais succionando a vinhaça e bombeando para o ponto de aplicação.

Figura 36. Canais de transporte de vinhaça.



a.

(b)

(c)

Fonte: Do autor

A vazão do canal é regulada pelas caixas de concreto (b) contendo barreiras para reter o fluxo, dessa forma impede que o canal transborde e também por válvulas (c). Em média são liberados 600 m³/h de vinhaça da usina, já diluídos na proporção de aplicação em que se usam cinco partes de água para uma parte de vinhaça. A água pode ser de origem dos rios e açudes ou do reaproveitamento da água de lavagem da cana na entrada do processo de moagem.

A lâmina de aplicação média é de 40 mm, contudo, pode-se haver variações a depender da idade da cana. Pode-se aplicar até três lâminas de 30 mm de vinhaça, porém para-se a aplicação quando a cana planta atinge 30 cm de folhas uma vez que a vinhaça pode causar a queima das folhas e por sua vez levar a morte da planta pelo fato da cana planta não apresentar suas raízes bem desenvolvidas. Por outro lado, a aplicação em cana soca pode estender-se de 1 a 1,5 m de folhas, uma vez que apresentam suas raízes mais desenvolvidas, com a aplicação de uma lâmina de 15 mm.

As formas de aplicação da vinhaça no campo são realizadas por meio da aspersão, com a utilização de aspersores montados no sistema alas móveis ou o sistema de carretel (autopropelido). Na aspersão por alas móveis, o sistema é montado como na irrigação convencional trabalhando 5 aspersores e 5 em espera, aplicando a mesma lâmina de 40 mm num tempo de irrigação de 2 h. O modelo de aspersor utilizado para a aplicação é o Plona ® KI 2500 com o bocal de 2,5” como mostrado na Figura 37 abaixo.

Figura 37. Aplicação de vinhaça por aspersão. Aspersor Plona ® KI 2500.

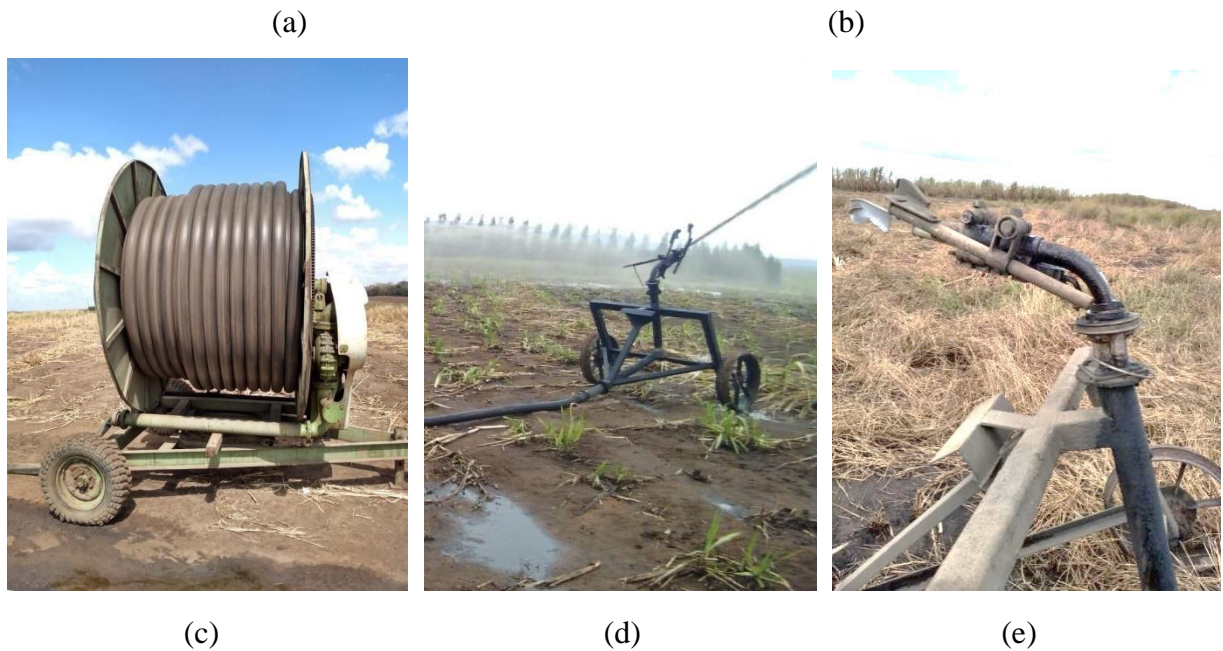


Fonte: Do autor

O sistema de irrigação por autopropelido é composto por um aspersor de médio ou grande alcance, comumente conhecido como canhão hidráulico, o qual é acoplado a uma plataforma móvel que se desloca linearmente enquanto que o canhão pode girar em 360° no seu próprio eixo. A plataforma contendo o canhão é ligada a um carretel por meio de uma mangueira, a qual é enrolada devido à energia cinética da água acionando a turbina que recolhe a plataforma (SOARES, GOMES, PAIXÃO, TEIXEIRA, SANTOS, 2020). A mangueira do carretel possui 300 m de comprimento e realiza seu recolhimento numa média de tempo de 8h, aplicando uma lâmina de 45 mm de vinhaça. O seu posicionamento da plataforma, ou seja, o desenrolar da mangueira é realizado por meio do trator, que puxa a plataforma até o ponto de aplicação inicial. Na Figura 38 abaixo, ver-se a aplicação da vinhaça em uma área com a utilização do autopropelido, bem como suas partes.

Figura 38. Aplicação de vinhaça pelo sistema de carretel (autopropelido).





Fonte: Do autor

Em (a) e (b) ver-se a aplicação de vinhaça em uma área. À medida que a plataforma contendo o canhão se aproxima da borda da área, o colaborador regulará a sua rotação, passando de 360° para 180° evitando assim o escoamento de vinhaça pela estrada. Já em (c) ver-se o carretel com a mangueira que transporta a vinhaça; em (d) a plataforma de apoio do canhão; em (e) o canhão hidráulico.

4.7 COLHEITA

A colheita e o transporte da cana-de-açúcar podem comprometer a qualidade do produto final assim como as brotações futuras, por meio dos seguintes fatores: queima antecipada da cana causada por incêndios, corte tardio, carregamento por mais de 24h, excesso de impurezas no carregamento, o pisoteio da socaria pelos colaboradores e máquinas em operações do campo (ROSSETTO, 2005).

4.7.1 Queima da Cana-de-açúcar

A queima da cana-de-açúcar é uma prática que tem por objetivo facilitar a colheita e remover as impurezas do corte da cana de forma manual. A queima consiste em atear fogo no canavial visando à remoção das folhas da cana.

Mesmo sendo uma cultura que apresenta um balanço positivo na fixação do carbono devido o seu processo fotossintético que retirar cerca de 15 ton/ha de CO², enquanto que na

queima emite 9 Kg/ha de CO₂, a queima da cana rodeia várias implicações ambientais associadas a emissão de outros gases causadores do efeito estufa na atmosfera (ANTUNES, AZANIA, AZANIA, 2018).

Há estados, como São Paulo, onde existem leis ambientais para o controle da queima da cana-de-açúcar. No estado de Pernambuco a queima da cana a partir da safra de 2013/2014 passou a ser controlada pela CPRH (Agência estadual de meio ambiente) por meio da normativa IN 01/2013 que apresenta o procedimento necessário para a autorização para o uso controlado do fogo em propriedades rurais.

Na Usina, a queima da cana ocorre de forma programada de acordo com os lotes a serem colhidos 6 horas antes do corte, e no período noturno onde a velocidade do vento é menor, garantindo assim maior controle sobre as chamas. Além disso, a queima é acompanhada pela brigada de incêndios e com o apoio do caminhão pipa.

Além das questões ambientais, há o controle da queima da cana próximo às linhas de transmissão de energia. Nesse caso, o corte da cana abaixo das linhas de energia são cortadas cruas, ou seja, sem a realização da queima, até uma distância de 15 m de cada lado da rede como margem de segurança.

4.7.1.1 Centro Operacional Agrícola (COA)

Visando a redução das ocorrências de queimada da cana de forma criminosa, e consequentemente a perda de matéria prima, foi instalado o Centro Operacional Agrícola - COA, responsável pelo monitoramento remoto do campo. O COA conta com 3 câmeras que giram em 360° e conseguem captar imagens de vídeo em tempo real numa distância de até 15 km com precisão e 45 km a depender do clima.

Além das câmeras, o COA conta com uma equipe composta por 6 caminhões pipas juntamente com suas respectivas brigadas de incêndio, distribuídos em três campos (Norte, Leste e Sul), responsáveis por agir em caso de princípio de incêndio. O monitoramento do COA também recebe o apoio da equipe de segurança que realiza as rondas nas áreas de cultivo.

Quando as câmeras detectam sinais de fumaça, é emitido um alerta na tela do computador e logo a equipe responsável por analisar as imagens verifica a localização do princípio de incêndio, e encaminham as brigadas para o local indicado. Outra forma de relatar os possíveis princípios de incêndio é através da comunicação com a central pelo rádio. Dessa

forma é comunicado o possível foco e a equipe busca a confirmação pelas imagens das câmeras.

4.7.2 Sistema de Corte da Cana-de-açúcar

A escolha do tipo de corte da cana-de-açúcar está relacionada a fatores como a disponibilidade de mão de obra, relevo do canavial, as formas de carregamento, além de fatores socioeconômicos. As formas mais comuns de corte são as de forma manual e mecanizada.

O corte manual é realizado pelo colaborador utilizando uma ferramenta de corte, geralmente o facão, com o objetivo de colher os colmos na altura basal e em seguida o cortador faz o lançamento da cana para a formação dos montes a serem carregados. O corte manual é alvo de polêmicas devido à queima da cana antes do ato do corte, visando facilitar o corte (BALSALOBRE, 1999).

Já o corte mecanizado iniciou-se com a queima da cana. Porém, devido as entidades ambientais por causa da queima da cana, houve um aumento do corte mecanizado da cana crua. O corte mecanizado é caracterizado pelo uso de maquinário para a realização do corte dos colmos (RAMÃO, SCHNEIDER, SHIKIDA, 2007).

Na Usina o corte e colheita da cana são realizadas de acordo com o sistema do eixo tridimensional o qual considera a idade do canavial a realização do corte dos lotes. Dessa forma, inicia-se o corte pela cana mais nova (cana planta), seguindo para as mais velhas como as socarias (cana de segunda folha em diante).

A predominância do corte da cana é de forma manual com o auxílio do facão e equipamento de proteção individual como luvas e óculos telado como mostrados na Figura 39. A separação das áreas de corte por colaborador dentro do lote fica a cargo do líder da equipe o qual utiliza um gabarito (vara de alumínio no comprimento de uma braça, 2,20 m) para a demarcação.

Figura 39. Corte manual da cana-de-açúcar.



Fonte: Do autor

Para as áreas onde o relevo é mais plano e destinadas a renovação, a cana é cortada crua e de forma mecanizada, com o auxílio da máquina agrícola Centracana (Figura 40) que realiza o corte basal dos colmos e o desponte das bandeiras (folhas) da cana deixando-as deitadas no solo para posterior queima. Outra forma do corte mecanizado é a utilização do implemento agrícola Canadá MM15 (também conhecido como Mesquita) mostrado na Figura 41, o qual é acoplado na barra de tração do trator realizando apenas o corte basal dos colmos.

Figura 40. Colhedora Centracana.



Fonte: Do autor

Figura 41. Implemento agrícola Mesquita.



Fonte: Do autor

4.7.2.2 Dimensionamento da mão de obra

Devido o relevo ser bastante acidentado, a produção da cana-de-açúcar torna-se limitada no quesito mecanização, exigindo assim uma maior mão de obra manual para a realização de suas atividades.

A principal atividade que mais demanda colaboradores é o corte da cana. Para isso são separadas equipes com em média 40 pessoas que tem a função de realizar o corte da cana e estruturar os montes dos colmos para o carregamento. Cada equipe possui um líder, responsável por separar e anotar a quantidade de diárias realizada pelo colaborador ao final do dia, e um motorista para o responsável pelo deslocamento dos colaboradores para os lotes de interesse.

Para a safra de 2020/2021 a Usina conta com 39 equipes dedicadas exclusivamente para o corte da cana, além dos lambaeiros que são responsáveis por coletar a cana deixada para trás após as etapas de carrego e transporte e as equipes de atrelamento que ficam na frente de moagem e são responsáveis por atrelar os reboques aos caminhões canavieiros para o transporte até a indústria.

O valor a ser pago ao colaborador dependerá da quantidade de diárias realizadas no mês, para isso é necessário à avaliação da cana a ser cortada no lote pelo seu TCH (tonelada cana por hectares) além do fator queima da cana. Para a cana queimada, uma diária equivale a 3,10 toneladas. Já para a cana cortada crua, geralmente as dos lotes localizados abaixo da rede elétrica, o valor da diária equivale a 2,70 toneladas.

Para a determinação do TCH, realiza-se a marcação de uma braça quadrada (fth^2), ou seja, 2,20m x 2,20 m, em duas áreas amostrais, uma escolhida pelo líder e outra escolhida por um dos cortadores. Assim, realiza-se o corte da cana presente no espaço demarcado e pesa-se separadamente. Após isso soma-se os valores encontrados e tira-se a média, chegando no valor da produtividade da cana por hectare. No exemplo abaixo ver-se como realiza-se a separação das diárias dos trabalhadores.

Exemplo: Considerando um lote de 12 hectares com cana queimada e uma produtividade de 40 toneladas/ hectare, quantos cubos (braças quadradas) serão necessários para a realização da diária e quantos colaboradores, trabalhando a uma diária, seriam necessárias para a realização do corte?

Primeiro divide-se $10.000 m^2$ por $2,20 m^2$ para descobrir quantos cubos cabem em 1 ha:

$$10.000 m^2 / 2,20 m^2 = 2.066 \text{ cubos}$$

Agora descobre-se quantos cubos a serem cortado serão necessários para a realização da diária, com base na produtividade da cana, lembrando que para a cana queimada o valor da diária é de 3,10 toneladas:

$$40 \text{ ton/ha} / 3,10 \text{ ton} = 12,9 \text{ diárias/ha}$$

$$2.066 \text{ cubos} / 12,9 \text{ diárias/ha} = 160 \text{ cubos/diárias}$$

Agora considerando a área de 12 hectares, para descobrir a quantidade necessária de colaboradores trabalhando a uma diária, temos:

$$12 \text{ ha} * 40 \text{ ton/ha} = 480 \text{ ton}$$

$$480 \text{ ton} / 3,10 \text{ ton} = 154 \text{ colaboradores}$$

Conclui-se que serão necessários 154 colaboradores trabalhando apenas uma diária para a realização do corte de 12 ha. Se considerarmos apenas uma equipe com 40 colaboradores vemos que a quantidade de diárias terá de ser maior para a realização do corte, com base nos cálculos abaixo:

$$480 \text{ ton} / 40 \text{ colaboradores} = 12 \text{ toneladas por colaborador}$$

$$\text{Transformando para diárias temos: } 12 \text{ ton} / 3,10 \text{ ton} = 3,87 \text{ diárias}$$

$$\text{Logo, } 3,87 \text{ diárias} * 160 \text{ cubos} = 550 \text{ cubos por dia}$$

Portanto ver-se que para uma equipe de 40 colaboradores realizarem o corte de 12 ha, será necessário que cada um deles realize 3,87 diárias, ou seja, 550 cubos.

4.7.3 Carregamento e Transporte

A cana-de-açúcar após o corte deve ser moída em até 12h, pois decorrido esse tempo inicia-se o processo de declínio ou inversão da sacarose, reduzindo assim o teor de açúcar presente na mesma, o que acarreta na perda de qualidade na matéria prima para a produção. Logo, cabe ao setor de logística a articulação e o planejamento das operações de tombamento, carregamento mecanizado e transporte da cana até a indústria em tempo hábil. Em seu trabalho Lima (2019) ressalta a importância da boa sincronia entre a queima, o corte, o carregamento e o transporte de forma a evitar o estacionamento em um desses estágios por um longo período de tempo.

O planejamento da logística leva em consideração o potencial que a indústria tem de moer por hora (em média 350 toneladas) e o estoque presente no campo. Esse estoque nada mais é que a quantidade de cana queimada e cortada no campo, à espera para ser transportada. Diariamente são gerados os relatórios diários de cana no campo, o qual fornece por frentes e regiões a quantidade de cana em toneladas que está pronta para ser carregada, data da queima e a quantidades de horas que a cana está em campo desde o momento do corte. Com isso é possível calcular a quantidade de carregadeiras, reboques, tratores e caminhões necessários para o carregamento e transporte da cana. Cada reboque transporta em média 15 toneladas de cana, e podem ser atrelados até dois reboques no caminhão canavieiro.

Ripoli (1996) classifica a colheita da cana em três modalidades, quanto à presença da mecanização: manual, semimecanizado e mecanizado. No modelo manual, o corte e o carregamento são realizados pelos colaboradores de forma manual, podendo ser realizado o transporte mecanizado. O modelo semimecanizado é aquele em que apenas o corte é realizado de forma manual sendo o carregamento e transbordo de forma mecanizada. Já a colheita mecanizada, desde o corte até o transbordo é realizada por meio da mecanização.

Na Usina Petribú, a colheita é realizada de forma semi-mecanizada, sendo o carregamento da cana realizado de forma mecanizada com o auxílio da carregadeira hidráulica, também conhecida como carregadora convencional, a qual é montada sobre um trator 2x4 ou 4x4, numa faixa de 60 a 80 cv. Abaixo vemos na Figura 42 uma carregadeira hidráulica realizando o carregamento de um reboque. Com o auxílio do rastelo (localizado na parte frontal das rodas motora do trator), a carregadora realiza o enleiramento dos montes de

cana no eito de corte e logo em seguida a garra (braço hidráulico com movimento de pinça) apanha a cana enleirada e coloca no reboque.

Figura 42. Carregadeira convencional realizando o carregamento do reboque.



Fonte: Do autor

O tombamento da cana consiste na retirada de colmos de difícil acesso, principalmente em encostas locais onde possui declividades acentuadas. Nessas áreas o tempo é realizado por carregadoras do tipo *Bell* (Figura 43), que podem atuar numa declividade de até 32°.

Figura 43. Carregadora *Bell* realizando o tombamento da cana.



Fonte: Do autor

As carregadoras *Bell* não possuem câmbio, diferencial ou direção, trabalhando assim com a transmissão hidrodinâmica. Suas manobras são realizadas por dois pedais que comandam os motores hidráulicos independentes para cada roda.

Os reboques cheios dirigem-se para frente de atrelamento, local próximo às frentes de corte e da estrada de escoamento para a usina, que tem como objetivo ser um ponto de encontro para o atrelamento dos reboques nos caminhões canavieiros. Além disso, na frente de atrelamento ocorre a amarração da carga para evitar o desprendimento de colmos de cana no momento do transporte, assim como aparar as arestas que saem pelas laterais do caminhão. Na Figura 44 abaixo vemos a realização do preparo da carga na frente de atrelamento para serem transportadas a usina no caminhão canavieiro.

Figura 44. Preparo dos reboques para o transporte da cana.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

(a) vemos um trator deslocando o reboque do carregamento para a frente de atrelamento. Já em (b) ver-se o colaborador realizando a aparar dos colmos excedentes da lateral do reboque. Após esse processo, a cana é transportada para o pátio de reboque onde ficam aguardando a entrada na indústria para realizar o descarrego.

Ao entrar na indústria os reboques, assim como o caminhão canavieiro são pesados junto com a carga, e realizada a leitura das etiquetas presentes na guia de remessa (ou liberação). Na Figura 45 abaixo, ver-se um exemplo da guia de liberação. As guias de cana própria possuem a coloração branca e as de fornecedores a coloração amarela.

Figura 45. Guia de liberação de cana própria.

REMESSA DE CANA - Própria			
LIBERAÇÃO		NÚMERO DA ANÁLISE	
Platão 1-42 U.P. 00024515-01343		CM - CAMINHÃO U.C. 10-00101105	Motorista U.P. 01-00127886
JULIETA 110119	CORTADEIRA Cortadeira U.C. 03-01164051	OPERADOR CORTADEIRA	CARREGADEIRA CG - CARREGADEIRA U.P. 60-00164057
OPERADOR CARREG Op. Carregadeira U.P. 06-00128007	TRATOR REBOQUE U.P. 50-00105063	OPERADOR TRATOR Op. Reboque U.C. 05-00128402	EMPREENHEIRO
SISTEMA DE COLHEITA 2- [] MANEJO DIRETA 3- [] TOMBADO POR MÁQUINA	4- [] TRANSBORDO	5- [] CORTADEIRA	ANALISADO [] SIM
FLUXO DE TRANSPORTE DE CANA SAÍDA PARA O CAMPO: SAÍDA DA LAVOURA: KM INICIAL	DATA	HORA	ANALISADO [] NÃO
ENGENHO:	LIBERAÇÃO Nº		
FRENTEISTA:	CHAPA Nº		

Fonte: Do autor

Nota-se que na guia estão presentes as informações do lote onde foi realizado o carregamento, o motorista que levou a carga, caminhão, a carregadeira e seu operador, o reboque (julietta), o trator e o operador deste trator. Dessa forma é possível ter o controle de toda a operação do carregamento e transporte de cana, além do armazenamento de informações de produtividade real do lote e dos operadores. Antes de descarregar, a carga dos caminhões é analisada pelo laboratório de análise de sacarose para a verificação da ATR (açúcar total recuperado) e o teor de impurezas vegetais e minerais, em que são testados 100% das cargas dos fornecedores e no mínimo 50% das cargas de cana própria.

Ao descarregar, na saída da indústria, o caminhão assim como os reboques são pesados e realiza-se o cálculo da diferença entre seu peso de entrada menos o peso de saída, chegando-se dessa forma ao peso líquido da carga da colhida e transportada.

4.8 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Buscando a qualidade de produtos e processos, as empresas utilizam uma infinidade de ferramentas da qualidade com o objetivo de definir, analisar, mensurar e sugerir soluções para pontos que interferem no desempenho de um processo (FABRIS, 2014).

Em seu trabalho, Neto (1992) descreveu a evolução da gestão da qualidade separando-as por eras, sendo elas a da inspeção, a do controle estatístico da qualidade, a da garantia da qualidade e a da gestão estratégica da qualidade. Na era da gestão estratégica da qualidade, deixa-se de analisar a qualidade como um programa que é implementado e passa a ser

analisado como uma melhoria contínua, dessa forma tornado-a tática, estratégica e operacional baseada nos pilares do planejamento, ação, análise e obtenção de resultados (FABRIS, 2014).

O conceito de qualidade pode ser variável de acordo com as percepções a quais são abordadas, sendo elas transcendentais, a fundamentada no produto, a fundamentada no usuário, a fundamentada na produção e a fundamentada no valor (OLIVEIRA, 2003).

Na ABNT NBR ISO 9001 estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) que é uma forma de demonstrar que a empresa é capaz de gerenciar seu negócio e dessa forma, alcançar uma boa qualidade. Com o objetivo de garantir a qualidade do produto final por meio da redução das perdas por contaminação vegetal (presença de palha misturada a cana) ou mineral (presença residual de solo) e as perdas de matéria prima ainda em campo desde o momento do plantio até a colheita, a Usina Petribú conta com um setor de qualidade agrícola, o qual tem a função de controlar a qualidade dos processos que ocorrem no campo, verificando se as atividades estão de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos.

As atividades desenvolvidas no campo que participam da frequente análise são: o corte da cana-de-açúcar, o corte da cana para a utilização como sementes, a qualidade do plantio tanto mecanizado como manual, adubação mecanizada e manual, e as avaliações de pós-plantio e pós-colheita da cana. Cada turma de trabalho recebe a visita do avaliador para a coleta das análises duas vezes por semana em áreas diferentes.

Como forma de estimular a participação do colaborador na gestão da qualidade, foi desenvolvido pela Usina o Programa Cana Top, o qual busca incentivar a melhoria contínua nas atividades desenvolvidas no campo, principalmente no corte, avaliando os líderes e suas equipes tendo como parâmetro as perdas (limite permitido de até 150 kg/ha), absenteísmo e a produtividade da equipe. Mensalmente, as equipes de corte que apresentaram um bom rendimento, ou seja, apresentam valores de perdas abaixo dos padrões permitidos, participam do sorteio de premiações em que são bonificados 5 líderes de equipes, 10 trabalhadores rurais e 10 colaboradores da logística (operador de máquinas e motoristas) que trabalharam no carregamento e transporte da cana cortada.

4.8.1 Avaliação e Monitoramento do Corte Manual

Para a avaliação da qualidade do corte manual da cana, em cada turma são realizadas três repetições da amostragem, para a realização da média final. É utilizada uma área amostral de 10 m² em que a configuração pode ser 2m x 5m ou 2,5m x 4m, com o objetivo de avaliar o

maior número de soqueiras, montes e palhas. A área amostral deve conter um eito de palha para a avaliação de perdas do repique. Dentro dessa área são avaliadas as qualidades do corte, considerando a estrutura do monte, se estão alinhadas para facilitar o trabalho das máquinas carregadeiras e *Bell*, a distância entre os montes a qual deve ser de 2,20m, o paralelismo entre os montes visando o menor deslocamento das máquinas no momento do carregamento dos reboques, também são analisados a distância do monte em relação à palha e o afastamento do eito carreador (estrada). Além da qualidade do corte são avaliados o desperdício da matéria-prima nos seguintes quesitos: o peso dos tocos que estão acima de 3 cm, o repique e o peso do palmito. Na Figura 46 abaixo estão identificadas as partes das plantas que são analisadas no para os cálculos de perda no corte.

Figura 46. Partes da cana para análise de corte. (a) toco da cana, parte próxima ao solo considerando até 3 cm de altura; (b) repique, parte do pé da cana cortada novamente devido ao golpe duplo do facão; (c) palmito, parte superior da planta, próximo ao início das folhagens.



Fonte: Do autor

A escolha dos pontos de amostragem é realizada com o lançamento de um bastão ao acaso. No ponto onde o bastão cair, será realizada a demarcação da área de 10 m², com o auxílio de um gabarito (corda que possui a área fixa), para o início das análises. Na ausência do gabarito, utiliza-se a trena. Na Figura 47 abaixo, vemos o resultado da medição da distância entre montes e entre os montes e a palha. Para facilitar a visualização, é utilizada uma vara de alumínio com a medida utilizada de 2,20 m.

Figura 47. Avaliação da qualidade do corte. (a) medição da distância entre montes; (b) medição da distância das palhas em relação aos montes.



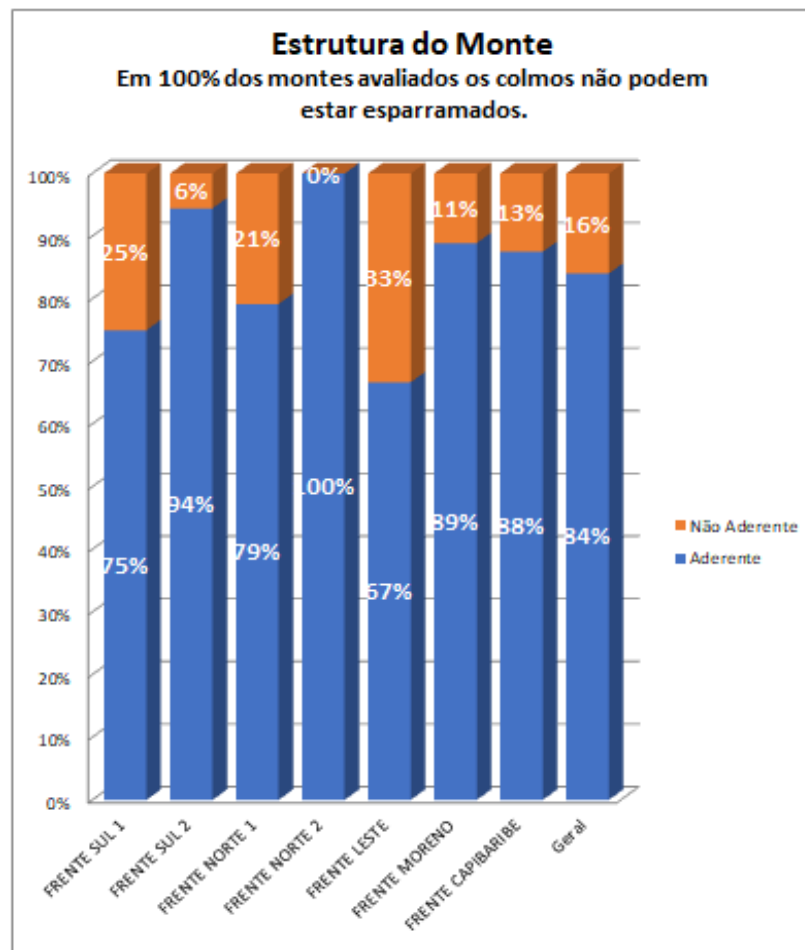
(a)

(b)

Fonte: Do autor

Outros parâmetros também são observados, como a estrutura dos montes, o paralelismo entre os montes e o afastamento do eito carreador. Os dados são anotados pelos avaliadores no boletim de forma binária, em que o valor 1 corresponde a “aderente” (parâmetros analisados dentro das conformidades), e o valor 0 corresponde a “não aderente” (parâmetros analisados fora das conformidades). Semanalmente, os dados são apresentados na reunião agrícola e ao final do mês são computados todos os dados das análises de qualidade do corte por frentes de trabalho e apresentados no gráfico em forma de percentual como mostrado na Figura 48 abaixo, dados os quais são utilizados para a avaliação do vencedor do Programa Cana Top do Mês.

Figura 48. Gráfico de avaliação da qualidade do corte para o parâmetro de estrutura do monte por frentes de trabalho.



Fonte: Usina Petribu S/A

Já para a análise de perdas no corte, utiliza-se a mesma área demarcada anteriormente de 10 m² e são observadas as soqueiras presentes nela. Nas soqueiras será analisada a altura do toco da cana, o qual é permitido ter no máximo 3 cm de altura, passando desse valor, o excedente é cortado com o auxílio do facão e pesado. Também nas soqueiras são coletados e pesados os repiques, partes da cana atingida mais de uma vez no ato do corte que ficam soltos da soqueira ou da cana que está no monte. Os palmitos são analisados nas palhas que estão presente dentro da área demarcada, e o permitido, assim como para as soqueiras são de 3 cm, passando desse valor, deve-se ser partido com o auxílio do facão e pesado em balança. Na sequência da Figura 49 abaixo vemos alguns dos resultados obtidos numa amostragem de uma área.

Figura 49. Procedimento para a amostragem e análise de perdas no corte.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



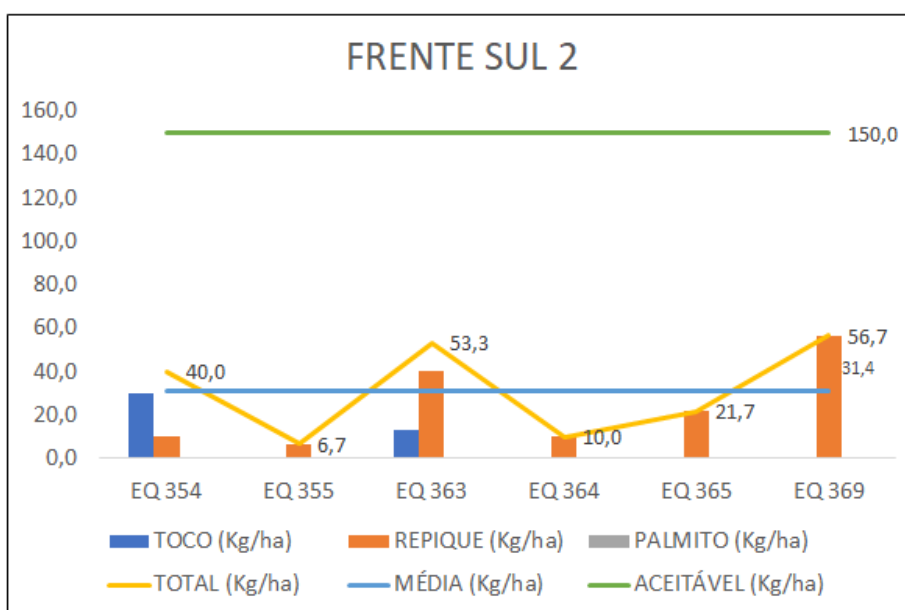
(i)

Fonte: Do autor

Em (a) vemos a verificação da altura do toco da cana na soqueira; em (b) tem-se os tocos recolhidos dentro da área demarcada; (c) pesagem dos tocos recolhidos, obtendo-se um valor de 50 g; já em (d) ver-se os repiques coletados nas soqueiras; (e) a remoção das raízes com o auxílio do facão antes da pesagem; (f) pesagem dos repiques recolhidos, obtendo-se um valor de 150 g; em (g) ver-se a separação do excedente do palmito das folhas; (h) pesagem dos palmitos recolhidos, obtendo-se o valor de 70 g; já em (i) observa-se a diferença entre uma cana oriunda um colmo principal, a direita, e uma cana oriunda de um colmo secundário, a esquerda, também conhecida como filiações, aos quais não participam do cálculo das perdas por apresentarem um desenvolvimento tardio.

Ao final da semana, os dados são computados e lançados na planilha para a avaliação e os dados apresentados em formato de gráficos como mostrado na Figura 50 abaixo. Diferentemente da avaliação qualitativa em que são gerados os relatórios por frentes de trabalho, o gráfico de perdas leva em consideração as turmas existentes dentro de cada frente. Vale salientar que todas as avaliações são realizadas na presença do líder daquela equipe, o qual ao final do processo assina o boletim da coleta das amostras como ciente dos valores encontrados.

Figura 50. Gráfico de perdas no corte por equipes da Frente Sul 2.



Fonte: Usina Petribu S/A (2020)

4.8.2 Avaliação da Operação do Plantio Manual e Mecanizado

A avaliação do plantio tanto de forma manual quanto mecanizada, é um ponto de extrema importância, pois a qualidade do plantio refletirá diretamente na densidade de produção de uma área. Para isso são levadas em consideração as seguintes operações no momento da avaliação: a profundidade do sulco, o espaçamento entre os sulcos, comprimento dos rebolos, altura de cobertura, falhas no plantio, gemas totais encontradas, gemas danificadas no sulco do plantio e as gemas viáveis no sulco do plantio.

Para a coleta das áreas amostrais, também realiza-se o lançamento do bastão ao acaso, e no ponto de aterrissagem do mesmo, é medido 1 m, com o auxílio da trena para avaliação. São recolhidas 10 amostras de cada área de plantio. Na sequência da Figura 51 abaixo observa-se o procedimento e alguns resultados obtidos durante a avaliação.

Figura 51. Avaliação da qualidade do plantio. (a) marcação da área de análise; (b) avaliação da profundidade dos rebolos.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Em (a) vemos a marcação de 1m para a realização das análises. Nota-se que a avaliação é realizada antes da cobertura dos sulcos. No (b) vemos a medida da profundidade da cobertura do sulco, avaliação a qual deve ser realizada após o fechamento do sulco. Remove-se a camada de solo da cobertura até a visualização do rebolo e com o auxílio de uma haste, nivela-se a trena para a leitura. A cobertura dos sulcos é importante, principalmente devido à época do plantio que se distingue em inverno (cobertura de 5 a 8 cm) e verão (cobertura de 8 a 12 cm).

Dentro da marcação de 1m realiza-se a medida, com o auxílio da trena, dos rebolos que estão dentro da área marcada (o qual devem possuir até 45 cm e a quantidade mínima permitida de rebolos deve ser de até 4). Com isso realiza-se a contagem das gemas viáveis, danificadas e a quantidade total. Na Figura 52 abaixo vemos a diferença entre uma gema viável à esquerda e uma danificada à direita. A qualidade da gema é de extrema importância, pois influenciará diretamente na brotação da cana e conseqüentemente na quantidade de falhas na plantação o que acarreta na perda de produtividade.

Figura 52. Diferença entre gema viável (esquerda) e danificada (direita).



Fonte: Do autor

Também é medida a profundidade do sulco com o auxílio da trena e uma haste guia, assim como observado as falhas no plantio, ou seja, pontos no sulco sem a presença dos rebolos. Todos os dados das análises são anotados em boletim e lançados no sistema.

O plantio mecanizado é realizado pela plantadora, a qual já realiza a sulcagem, corta os rebolos e deposita no sulco. Também são considerados os mesmos parâmetros para o plantio manual.

No corte das sementes, ou seja, no corte da cana para a produção dos rebolinhos que serão utilizados para o plantio de novas canas plantas, também são analisados parâmetros

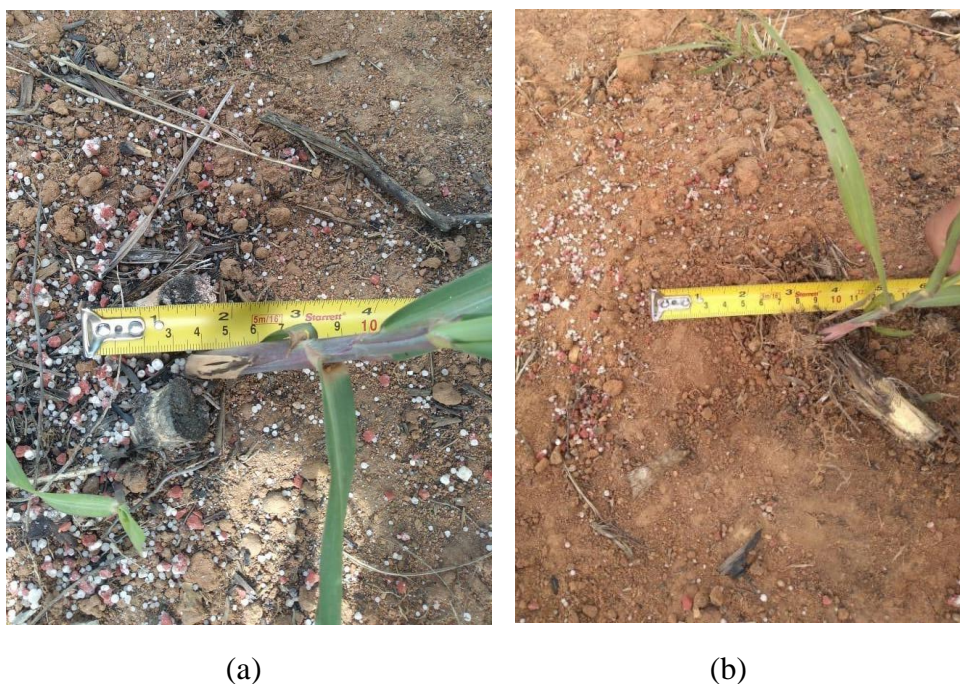
como o comprimento que deve possuir em média 45 cm, se o corte está sendo realizado entre nós, e se a gema está sendo danificada no momento do corte.

4.8.3 Monitoramento da Aplicação de Fertilizante Manual e Mecanizado

A avaliação da aplicação de fertilizantes de forma manual e mecanizada tem por objetivo observar se está sendo fornecida a quantidade ideal para o desenvolvimento da planta, bem como o local de aplicação, ou seja, onde o adubo está sendo depositado no solo. O local de aplicação é essencial, pois quanto mais distante o adubo cai da socaria, mais energia a planta gastará para buscar os elementos essenciais, energia a qual poderia estar sendo investida no seu desenvolvimento.

O procedimento de avaliação para a adubação manual inicia-se com a demarcação de 5 pontos amostrais, também realizados com o auxílio de um bastão, e marca-se 10 m na linha de socaria mais próxima em que o bastão caiu. Após a marcação, realiza-se a avaliação a cada 1 m observando a distância entre o adubo e a socaria, o qual permite-se até 5 cm de distância e 100% dos pontos amostrais devem ter a presença de adubo nesta distância. Na Figura 53 abaixo vemos a avaliação da distância do adubo da socaria.

Figura 53. Avaliação da distância entre o adubo e a socaria.



Fonte: Do autor

Em (a) vemos a presença do adubo na socaria, inclusive bem próximo à base da cana brotada. Nesse caso considera-se a distância entre o adubo e a soqueira igual à zero. Já em (b)

vemos que o adubo foi depositado a uma distância de 8 cm da socaria, logo, passou-se 3 cm a mais do valor permitido para a distância entre o adubo e a socaria.

Já na adubação mecanizada, a avaliação é realizada de forma a quantificar se a quantidade de adubo depositada pela adubadora está de acordo com o recomendado. Dessa forma, marca-se 50 metros a serem percorridos pelo trator com o implemento e anotado o valor do tempo gasto para percorrer o trajeto. Com o valor do tempo em mãos é realizada a liberação do adubo com o trator parado durante esse tempo e coletado o adubo na ponta dos mangotes para ser pesado. Em seguida, realiza-se o comparativo entre o recomendado pelo técnico agrícola e o valor encontrado.

4.8.3 Avaliação das Operações de Pós-Plantio e Pós-Colheita

A avaliação pós-plantio da cana-de-açúcar é realizada com o objetivo de verificar a existência de falhas nas linhas de plantio já brotadas e dessa forma realizar a investigação se a falha ocorreu no momento do semeio, devido às gemas danificadas ou outros fatores como condições do solo e irrigação.

Semelhante à amostragem da avaliação da adubação, escolhe-se um local na estrada e entra-se na área de plantio numa distância de 10 sulcos e a partir desse ponto marca-se 10 m em cada um deles e a cada metro é avaliado os espaços sem a presença de touceiras de cana. Acima de 50 cm de espaçamento de uma touceira para outra já é considerado uma falha de plantio. As avaliações são realizadas 60 dias após o plantio, pois a cana planta pode levar até 45 dias para brotar.

Já as avaliações pós-colheita podem ocorrer logo após o transporte da cana do lote desejado e avalia o afastamento da palha das linhas de soqueira, pois a presença da palha em cima da socaria dificulta o processo de brotação da cana. Além disso, a avaliação pós-colheita leva em consideração a quantidade de cana solta e a pegada (cana parcialmente presa a soqueira) e o índice de pisoteio por máquinas. São demarcados 3 pontos amostrais com 10 m² de área para as análises de afastamento da palha, e quantidade de cana solta ou pegada na socaria, a qual são recolhidas e pesadas. Já a avaliação do índice de pisoteio por máquina os pontos amostrais possuem 10 m lineares em que é medido o comprimento das marcas deixadas pelos pneus existentes naquela área, tendo seu valor expresso em percentual, ou seja, se em 10 m se socaria houver 3 m de pisoteio, o índice será de 30%.

4.9 OFICINA AGRÍCOLA

A utilização da mecanização na agricultura exige investimentos para atender às diversas demandas das atividades agrícolas. O gerenciamento do maquinário agrícola é fundamental para a otimização dos estágios mecanizados da produção, cujos principais pontos segundo Hunt (1995) são: seleção, operação, manutenção e reposição.

O frequente acompanhamento do rendimento das máquinas agrícolas e os cálculos dos seus custos operacionais são fatores importantes para seu uso racional. Outro fator bastante relevante é a manutenção das máquinas agrícolas, com conjuntos de procedimento que visam manter o equipamento nas melhores condições de uso, proporcionando o aumento da vida útil e prevendo danos futuros (PIANCENTINI et al, 2012).

As manutenções na oficina ocorrem de forma corretiva, quando o veículo ou máquina apresentam algum problema em seu funcionamento, de forma preventiva (revisão), a cada 15 dias, obrigatoriamente para todos os veículos e máquinas previamente agendados ou de forma preditiva, em que os equipamentos são acompanhados por meio de análises através de informações técnicas como a quilometragem para a troca de óleo. Caso o motorista não se apresente no dia indicado para realizar a sua manutenção preventiva, o abastecimento de combustível é suspenso.

Antes de entrar na oficina, o motorista deve solicitar a abertura da Ordem de Serviço (OS) na portaria. Na portaria deve ser informado o tipo da entrada (manutenção preventiva ou corretiva) e as falhas e defeitos apresentadas pelos condutores. Também o responsável pela abertura da OS deve realizar uma inspeção prévia na estrutura do equipamento, verificando a existência de itens de segurança, como macaco, extintores, estepe, triângulo e o rádio amador. Além disso, é anotado o número de fogo do pneu, que é o registro para o monitoramento de toda a trajetória de uso do pneu durante sua vida útil na empresa. Feito esse processo, é autorizada a entrada no veículo/máquina na oficina e o motorista deve realizar a higienização do mesmo antes de serem postos na box para a realização do serviço. Ao sair da oficina, o condutor devolve a OS com o *checklist* do serviço todo preenchido e assinado pelos mecânicos, supervisor da frota e o usuário.

Para as máquinas que estão realizando o trabalho no campo, a Usina oferece o serviço de oficina móvel, sendo 3 em *container* fixos espalhados nas frentes de trabalho do campo e 3 móveis em caminhões baú que se deslocam de acordo com os chamados de socorro (SOS). Os chamados são recebidos na oficina, via rádio, por um canal exclusivo ou telefone. Cabe ao receptor do chamado coletar as informações do que houve e localizar os mecânicos

disponíveis e enviá-los juntos com as peças para o local onde encontra-se a máquina que necessita de reparos. Assim como as máquinas e veículos abrem a OS ao entrar na portaria, o SOS também realiza a abertura da OS para seus chamados.

A oficina agrícola é separada por classes operacionais como veículos utilitários, motocicletas, carros de apoio (prancha, oficina móvel, caçamba), ônibus, caminhão canavieiro, tratores, carregadeiras e implementos, e cada classe dessas possui um mecânico responsável, além dos supervisores para a autorização e liberação das OS. Todos os trabalhos realizados são focados para manter sempre o bom funcionamento das frotas.

A oficina também é composta por um setor administrativo que desempenha o papel de controlar todas as atividades desenvolvidas e lançamento de dados no sistema lançamentos no sistema, como as horas máquinas trabalhadas, histórico da profundidade de sulco dos pneus, avaliação de pagamentos realizados por terceiros, encaminhamento de solicitação de orçamento de peças, regulamentação junto ao Departamento de Trânsito (DETRAN), rastreamento dos veículos, entre outras atividades. Por meio desses lançamentos e controles no sistema, é possível gerar gráficos e relatórios que auxiliam na identificação de possíveis focos de ações preventivas, redução de custos e bases para planejamento de safras futuras.

4.9.1 Laboratório de Óleo e Lubrificantes

Dentro da oficina ocorre a análises dos óleos e lubrificantes, assim como o diesel utilizado nas máquinas agrícolas. Ao chegar uma máquina para a revisão, são coletados os óleos da caixa de câmbio, da transmissão, do motor, do diferencial, do conversor, assim como os fluidos do radiador. Na Figura 54 abaixo, vemos a coleta de alguns desses pontos e na Tabela 5 apresenta a sequência das análises realizadas em cada tipo de óleo.

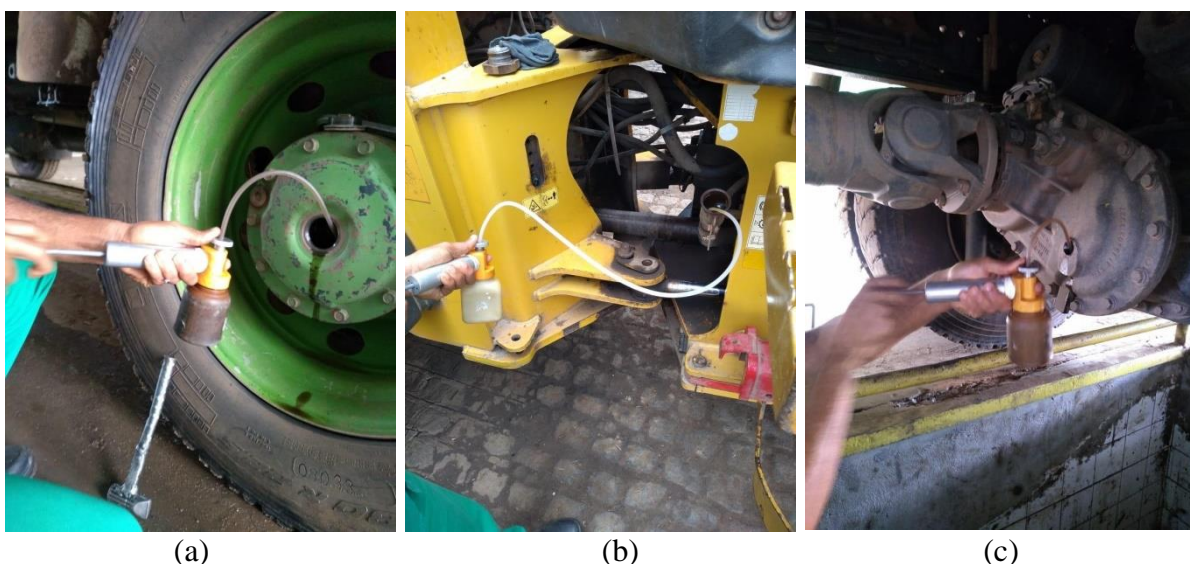
Tabela 5. Análises realizadas de acordo para cada tipo de óleo.

Tipo de Análise	Óleo do Conversor	Óleo Caixa de Câmbio	Óleo do Diferencial	Óleo do Motor	Óleo Diesel
Impurezas					x
Crepitação	x	x	x	x	
Viscosidade	x	x	x	x	
Teste de Fuligem				x	

Turbidez					X
Densidade					X
Partículas Metálicas	X	X	X	X	

Fonte: Usina Petribu S/A

Figura 54. Coleta de óleo para análise. (a) coleta de óleo do diferencial do caminhão canavieiro; (b) coleta de óleo do conversor de uma carregadeira; (c) coleta de óleo da transmissão do caminhão canavieiro.

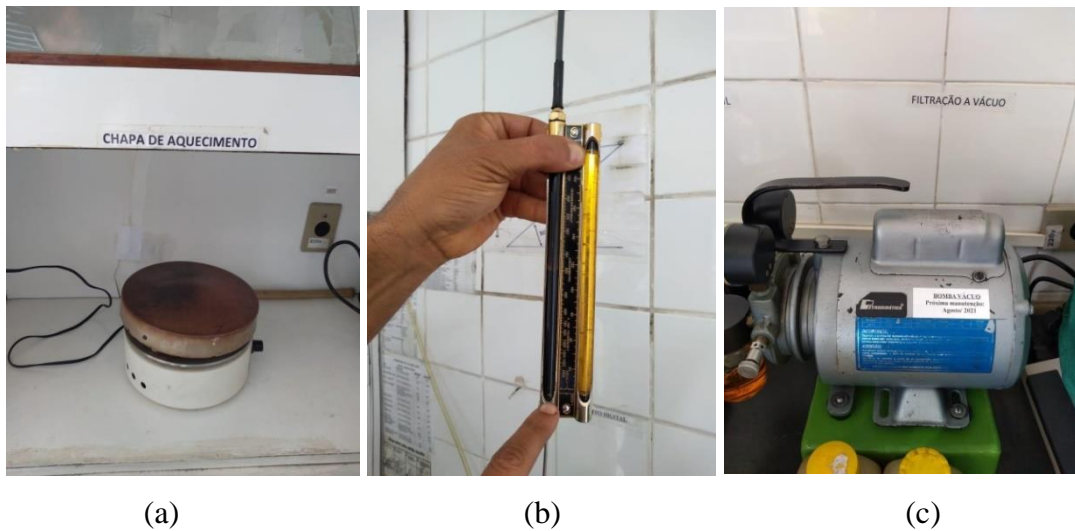


Fonte: Do autor

Após a coleta, as amostras são levadas ao laboratório para serem analisadas, e seus resultados são lançados no sistema, identificando a máquina a qual a amostra foi coletada, formando assim um histórico. Caso os resultados das análises se apresentem fora dos padrões desejados, o maquinário é recolhido para a substituição do óleo.

A análise de crepitação é realizada com o auxílio da chapa de aquecimento (Figura 55), a qual é aquecida a 150° C e derramada cerca de 1 ml do óleo desejado para a verificação da evaporação da água, caso esteja presente, o que indica contaminação do fluido. A viscosidade é medida com o auxílio de um viscosímetro portátil (b) e a presença de metais analisados como auxílio de uma bomba de filtração a vácuo (c).

Figura 55. Equipamentos utilizados nas análises dos óleos. (a) chapa de aquecimento; (b) viscosímetro portátil; (c) bomba de filtração a vácuo.



Fonte: Do autor

Abaixo, na Figura 56 ver-se o comparativo entre os resultados de análises da presença de metais por meio da filtração á vácuo. Nota-se que as partículas metálicas ficam retidas no papel de filtro. Quanto mais partículas, mais escuro o papel se apresentará.

Figura 56. Resultado da análise da presença de partículas metálicas no fluido. O disco a direita representa uma amostra em branco.



Fonte: Do autor

O próprio sistema utilizado para a abertura das OS e lançamento de dados, o Sisma, aponta os veículos/máquinas que estão prestes a realizar a troca ou completar o óleo. Manter os fluidos sempre atualizados e no prazo correto de uso, é fundamental para lubrificação das peças garantindo assim uma melhor vida útil.

Os óleos que são retirados no veículos/máquinas por atingir a validade, seja por tempo ou quilômetros rodados, são armazenados e recolhidos por uma empresa responsável por refinar o óleo velho, tornando-o básico, ou seja, sem aditivos, para serem reaproveitados.

4.9.2 Borracharia

O setor de borracharia é responsável pelo controle dos pneus utilizados em todos os veículos e máquinas utilizados na usina. Ao chegar-se um novo pneu na oficina, a primeira etapa é a queima da numeração (número de fogo) e o lançamento de suas informações como: medida, número e profundidade dos sulcos e fabricantes, lançados no sistema Sisma.

Quando o veículo ou máquina chega à oficina para realizar a revisão, também é acompanhado o desgaste dos sulcos, ou seja, a profundidade que ele se encontra no momento e é o profundímetro (ou medidor de sulcos), como apresentado na Figura 57 abaixo. Caso seja necessário realizar algum reparo, como remendos, também são feitos na própria oficina agrícola da usina.

Figura 57. Medição dos sulcos com o profundímetro.



Fonte: Do autor

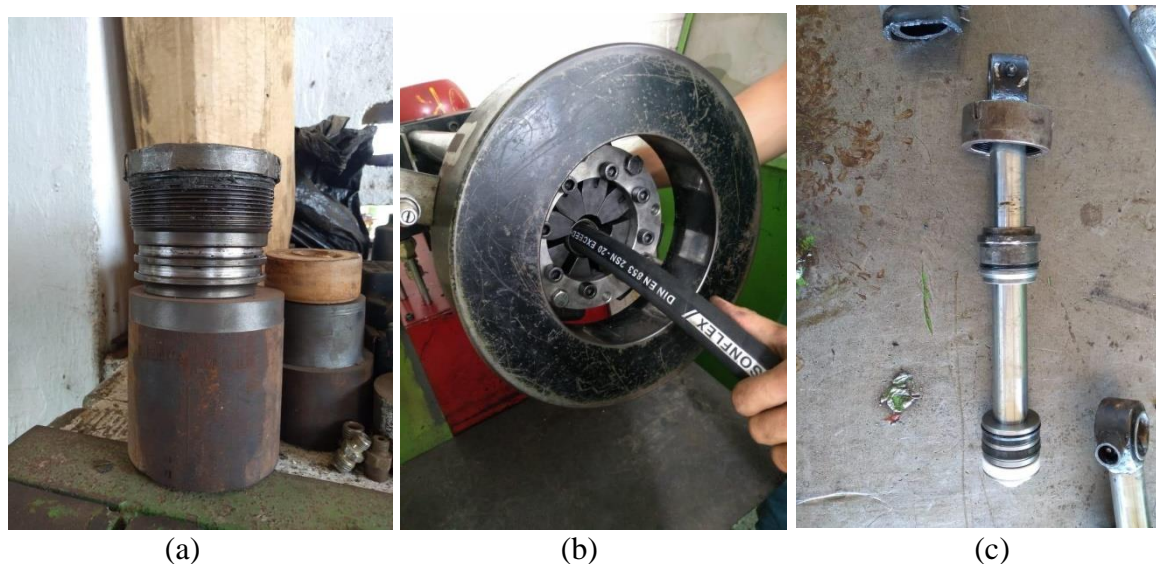
Quando os sulcos dos pneus estão desgastados, ou seja, a medição do sulco próximo de 5 mm, os pneus são avaliados e encaminhados para um renovador que tem a função de colocar uma nova cobertura tornando-o útil para uso novamente. Vale salientar que os pneus devem ser avaliados levando em consideração a integridade das camadas da cinta de aço bem como o talão.

Os pneus, câmara de ar, e protetor para câmara de ar que não estão no padrão para serem renovados ou que já atingiram a sua vida útil, são recolhidos por uma empresa responsável por dar o destino correto para eles, e devolve-se para a Usina uma certificação de descarte correto dos resíduos de pneus.

4.9.3 Manutenção e Usinagem de Peças

Além dos serviços de reparos, a oficina agrícola também é responsável pela confecção de peças através da usinagem, processo o qual visa dar forma pelo desgaste mecânico do metal. Outra peça montada são as mangueiras utilizadas para o transporte de fluidos, que podem ser utilizadas para a condução do ar que libera os pneus dos reboques ou para o transporte de fluidos nas carregadeiras e outras máquinas. Na Figura 58.a abaixo, temos o processo de usinagem para a formação das fissuras de uma rosca; na Figura 58.b, ver-se a montagem de uma mangueira para o transporte de óleo, e na Figura 58.c vemos a manutenção de um cilindro pistão responsáveis pelo funcionamento hidráulico de máquinas como as carregadeiras *Bell*.

Figura 58. Peças montadas na oficina. (a) formação de rosca por usinagem; (b) montagem das mangueiras de fluidos; (c) pistão do cilindro hidráulico.



Fonte: Do autor

Além dos serviços de reparo e produção de algumas peças, a oficina agrícola tem a autonomia para desenvolver e adaptar novos implementos agrícolas de acordo com a necessidade desejada no campo.

4.10 INFRAESTRUTURA

Dentro da mecanização agrícola está localizado o setor de infraestrutura, responsável por facilitar o processo de escoamento da cana-de-açúcar do campo até a indústria. Suas principais atividades são a construção e manutenção das estradas, construção de bueiras, instalação de drenos além do transporte da lama (areia lavada oriunda do processo de lavagem da cana) e das tortas (resíduos da prensa dos filtros) que são incorporadas ao solo melhorando sua estrutura física e química.

Para a realização das atividades, a usina conta com 25 maquinários de grande porte, que realizam as atividades previamente programadas e a depender da necessidade. Dentre essas máquinas podemos citar a caçamba, motoniveladoras, pá mecânica, escavadeira e o trator de esteira.

Na Figura 59 abaixo ver-se exemplos de algumas das atividades desenvolvidas pelo setor de infraestrutura. Em (a) ver-se a manutenção de uma estrada com a utilização de piçarra para evitar a formação de solo em estado líquido, garantindo que o maquinário não seja prejudicado no momento do escoamento da produção. No (b) tem a apresentação de uma estrada que passará por uma manutenção devido a alta presença de umidade. No local será realizada a construção de um bueiro associado à instalação de um dreno e o depósito de material rochoso no local.

Figura 59. Manutenção de estradas. (a) aplicação de piçarra na estrada; (b) área para instalação de dreno, bueiro e material rochoso.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Outra atividade bastante relevante do setor de infraestrutura é a instalação dos drenos abaixo da área de plantio, para a retirada do excesso de água do solo, evitando que a área fique encharcada, assim como a construção de açudes para uso da irrigação. Na Figura 60 abaixo vemos uma retroescavadeira realizando o trabalho de abertura das valetas para a instalação do dreno. Já na Figura 61, vemos uma escavadeira realizando a abertura de um açude de abastecimento, seguida do trator de esteira o qual espalha o material resultante da escavação.

Figura 60. Retroescavadeira trabalhando para a instalação dos drenos. (a) vista lateral; (b) vista frontal da abertura do valeta.



(a)

(b)

Fonte: Do autor

Figura 61. Escavadeira realizando a abertura do açude. (a) vista lateral da escavadeira; (b) açude sendo escavado; (c) trator de esteira espalhando material.



(a)

(b)

(c)

Fonte: Do autor

5 CONCLUSÃO

O estágio realizado na Usina Petribu, foi de grande contribuição e relevância para a minha formação profissional e pessoal. Com a oportunidade, pude por em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, além de aprender novos conceitos e habilidades repassadas pela experiência de cada colaborador que tive contado, desde os engenheiros e agrônomos, até o trabalhador rural.

Como a área de atuação do Engenheiro Agrícola e Ambiental é bastante ampla, com a realização do estágio na Usina no esquema de rotação pelos setores envolvidos no processo produtivo da cana-de-açúcar, pode experimentar a rotina de cada setor, identificando assim aqueles que mais se enquadram com minhas habilidades, conhecimento e personalidade.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABNT NBR ISO 9001. Disponível Em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pdf/cb25docorient.pdf>> Acessado em 01 de outubro de 2020.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, ANA, 2017.

ALVES, T. C.. **Manual de Equipamento de Proteção Individual**. EMBRAPA 1ª ed. São Paulo, 2013.

ANTUNES, J. F. G.; AZANIA, C. A. M.; A. A. P. M. **Impactos ambientais das queimadas da cana-de-açúcar**. Revista Cultiva, 2018. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/impactos-ambientais-das-queimadas-de-cana-de-acucar#:~:text=Uma%20das%20pr%C3%A1ticas%20mais%20comuns,s%C3%A3o%20consideradas%20mat%C3%A9ria%20prima%20descart%C3%A1vel.>> Acessado em: 13 de outubro de 2020.

AUDE, M. I. S.; MARCHEZAN, E.; PIGNATARO, I. A. B.; PASQUALETTO, A.. **Época de plantio e seus efeitos na produtividade e teor de sólidos solúveis no caldo de cana-de-açúcar**. Revista Ciência Rural, vol. 22, n° 2. Santa Maria, 1992.

BALSALOBRE, M. A. A.. **Cana-de-açúcar: quando e como cortar para o consumo animal**. Balde Branco, n. 421, p.19-13, 1999.

BARROS, F. F.. **A melhoria contínua no processo de plantio da cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2008.

BARROS, F. F.; MILAN, M.. **Operational quality of sugar cane planting**. Revista de Engenharia Agrícola, vol. 69; n.1. Bragantina, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052010000100028&script=sci_arttext&tlng=pt> Acessado em: 06 de outubro de 2020.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P.; **Segurança do Trabalho Guia Prático e Didático**. Editora Saraiva, 2ª ed. São Paulo, 2018

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.

BISCARO, G. A.. **Sistemas de Irrigação por Aspersão**. Editora UFGD. Dourados, Mato Grosso do Sul, 2009.

BORIS. **Os 2 Pilares do Planejamento de Operações Agrícolas**. 2018. Disponível em: <<https://www.agricconnected.com/blog/gestao/os-2-pilares-do-planejamento-de-operacoes-agricolas/>>. Acessado em: 14 de outubro de 2020.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A.. **Colheita de Cana-de-açúcar com Auxílio Mecânico**. Revista de Engenharia Agrícola, vol.26; n. 1. Jaboticabal, 2006.

BRITO, F. L.; ROLIN, M. M.; PEDROSA, E. M.. **Efeitos da aplicação de vinhaça nas características químicas de solos da zona da mata de Pernambuco**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 4, n.4, p 456-462. Recife, 2009.

CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. **Produção de cana-de-açúcar**. ESALQ: Piracicaba, 1993. p.31-64.

Centro de Tecnologia Canaveira - CTC. **Bula técnica de variedades**. 2018. Disponível em: <<https://ctc.com.br/>> . Acessado em 10 de outubro de 2020.

COLETI, J.T.; STUPIELLO, J.J.; **Plantio da cana-de-açúcar**. In. SEGATO, S.V; PINTO, A.S.;

JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.. **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-deacucar/item/download/1208_70e861d4ccc431c8aeb5e9b68d25d2f5. Acessado em: 29 de outubro de 2020.

SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. **Irrigação da cana-de-açúcar**. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.373-431.

DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. n.33. Campina Grande, Ed. UFPB, 1994, p.220-226.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnologia. **Plantio da cana-de-açúcar**. Disponível em < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html#> Acessado em: 08 de outubro de 2020.

EMBRAPA. **Cana-de-açúcar: Gessagem**. 2017. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_35_711200516717.html> Acessado em: 17 de outubro de 2020.

EMBRAPA. **Correção do Solo e Adubação no Sistema de Plantio Direto nos Cerrados**. Documento 46. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/926213/1/doc462003.pdf>>. Acessado em: 17 de outubro de 2020.

ESTEVES, B. S.; SILVA, D. G.; PAES, H. M. F., SOUSA, E. F.. **Irrigação por gotejamento**. Manual Técnico, nº 32. Niterói, 2012.

FABRIS, C. B.. **Aplicação das Ferramentas da Qualidade em um Processo Produtivo em uma Indústria de Ração**. Universidade Tecnológica do Paraná. Medianeira-PA, 2014.

FACTOR, T. L.; TRANI, P. E.; BRADA JÚNIOR, J. M.; PURQUERIO, L. F. V.; GRANGEIRO, L. C.. **Correção do solo e adubação**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luis_Felipe_Purquerio/publication/322387108_Correcao_do_solo_e_adubacao_em_livro_Cebola_do_Plantio_a_Colheita_Soil_liming_and_fertilization_in_Onion_from_planting_to_harvest/links/5a5751f145851547b1bfc43d/Correcao-do-solo-

e-adubacao-em-livro-Cebola-do-Plantio-a-Colheita-Soil-liming-and-fertilization-in-Onion-from-planting-to-harvest.pdf> Acessado em: 16 de outubro de 2020.

FARIAS, C. H. A.; FERNADES, P. D.. AZEVEDO, H. M.. NETO, J. D.. **Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 12, nº4, Campina Grande, 2008.

FELIX, H. R. M.. **Características agrônômicas de variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no quarto ciclo**. Universidade Federal da Paraíba, 2016.

FERNANDES, O. W. B. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar para a produção de cachaça artesanal e a interferência dos resultados no comportamento do produtor na região de Salinas-MG**. 2005. 83p. Dissertação (Mestrado) – UFRRJ, Seropédica.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, A. M.; BATISTA, J. L.; MAGALHÃES, I. D.; DANTAS, G. F.; FRANCO, F. O.. **Calagem em cana-de-açúcar: efeitos no solo, planta e reflexos na produção**. Revista Interfacehs, vol. 10, nº1. São Paulo, 2015.

FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O.. **Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo**. Boletim Técnico Copersucar, vol. 37, p. 3-7. 1987.

FERREIRA, P. B.; VITAL, T. W.; LIMA, J. F. **O manejo da lavoura canavieira da Zona da Mata Norte de Pernambuco**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, Acre, 2008.

FRIZZONE, J. A.. **Os métodos de irrigação**. Departamento de Engenharia de Biosistemas - ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo, 2017.

GALVANI, E.; BARBIERI, V. PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N. A.. **Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Revista Scientia Agrícola, vol. 54; nº 1-2. Piracicaba, 1997.

GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V.. **Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, vol. 3, p. 1-15, 2009.

GUIA TRABALHISTA. Disponível em <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>> Acessado em: 10 de setembro de 2020.

JACTOR. **Como fazer adubação do jeito certo?**. 2020. Disponível em: <<https://blog.jacto.com.br/como-fazer-a-adubacao-do-jeito-certo/>>. Acessado em: 18 de outubro de 2020.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDOMIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, JR; KATHAK, R. A.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de multiplicação de muda de cana de açúcar**

com o uso de mudas pré-brotadas (MPB) oriundas de gemas individualizadas. 2012. IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, 2012; Documento 109.

LIMA, C.L.R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada.** 2004. 70p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

LIMA, M. H. G.. **Atividades Práticas desenvolvidas em agroindústria do setor sucroalcooleiro do estado de Pernambuco.** Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife, 2019.

LIMA, R. P.; LEON, M. J.; SILVA, A. R. **Comparação entre dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração.** Revista Ceres, v.60, p.577-581, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000400018> > . Acessado em: 28 de setembro de 2020.

LUBANA, P. P. S.; NARDA, N. K. **Modeling soil water dynamics under trickle emitter: a review.** Journal of Agricultural Engineering Research, v. 78, n. 03, p. 217-232, 2001.

MACEDO, N.; MACEDO, D.. **As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles.** USP/ ESALQ. Piracicaba, São Paulo, 2004.

MAIA, C. E.; LEVIEN, S. L. A.; MEDEIROS, J. F.; NETO, J. D.. **Dimensões de bulbo molhado na irrigação por gotejamento superficial.** Revista Ciência Agronômica, vol.41, n° 1. Fortaleza, 2010.

NETO, E. P. C.. **Paradigmas da Qualidade.** Rio de Janeiro: Imagem ED., 1992.

NOGUEIRA FILHO, H.;HAMANN, J. J. **Mecanização agrícola.** Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2016.

OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO, R. E.; MARQUES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, E. P. **Variabilidade espacial de atributos físicos em um cambissolo háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.1103-1112, 2013.

OLIVEIRA, O. J.. **Gestão da Qualidade: Conceitos Avançados.** Cengage Learning; 1ª Edição, 2003.

PELOIA, R. P.; MILAN, M.. **Proposta de um Sistema de Medição de Desempenho Aplicado à Mecanização Agrícola.** Revista de Engenharia Agrícola, v.30; n 4, p.681-691. Jaboticabal, 2010.

PINTO, L. E. V.; SPOSITO, T. H. N.; GODINHO, A. M. M.; MARTINS, F. B.. **Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função de diferentes substratos.** Colloquium Agrarior, vol. 12. n° especial, 2016.

RAMÃO, F. P.; SCHNEIDER, I. .; SHIKIDA, P. F. A.. **Padrão tecnológico no corte de cana-de-açúcar: um estudo de caso do Paraná**. Rev. de Economia Agrícola, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 109-122, jan./jun. 2007.

RIBEIRO, M.. **Entenda de uma vez o que são Normas Regulamentadoras (NRs)**. 2017. Disponível em < <https://maiscontroleerp.com.br/o-que-sao-normas-regulamentadoras/>>. Acessado em: 10 de setembro de 2020.

RICHART, A.; FILHO, J. T.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R.. **Soil compacting: causes and effects**. Semina: Ciências Agrárias, vol 26. n. 3. Londrina, 2005. pp. 321-343.

RIDESA BRASIL. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. 2010. Disponível em: <<https://www.ridesa.com.br/variedades?lightbox=dataItem-ivvjh9l81>> . Acessado em 10 de outubro de 2020.

RIPOLI, T. C .C.. **Ensaio e certificação de máquinas para colheita de cana-de-açúcar**. In: MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaios & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudo “Luiz de Queiroz”, 1996. cap.13, p.635-73.

ROSSETTO, R. **Colheita da cana-de-açúcar**. EMBRAPA,2005. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_12_711200516716.html> Acessado em: 27 de outubro de 2020.

SANTOS, J, L.. **Mecanização Agrícola**. Instituto de Formação Cursos Técnicos Profissionalizantes. Barra da Estivas, Bahia, 2012.

SEGATO, S.V.. **Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar**. In: SEGATO, S.V. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba, 2006. p.19-36.

SENAR. **Programa de produção vegetal, Cultivo e produção de cana-de-açúcar**. Apostila do Curso EAD, Goiás, 2018.

SENAR. **Programa de produção vegetal, Cultivo e produção de cana-de-açúcar**. Apostila do Curso EAD, Goiás, 2018.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. R.. **Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: efeito no solo e na produtividade de colmos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 18, n.1, p. 38-43. Campina Grande, PB, 2014.

SOARES, J. A. B.; GOMES, L. F.; PAIXÃO, C. F. C.; TEIXEIRA, M. B.; SANTOS, L. N. S.. **Vantagens do sistema de irrigação autopropelido com barra irrigadora**. Revista **Cultivar**, 2020. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/vantagens-do-sistema-de-irrigacao-autopropelido-com-barra-irrigadora>> Acessado em: 21 de outubro de 2020.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. **Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém implantado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 675-688, 2008.

TESTEZLAF, R.. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações.** Campinas, SP. Unicamp/FEAGRI, 2017.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S.. **Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas.** Revista Agropecuária científica no semiárido, vol. 8, nº 1. 2012.

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A.. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura da cana-de-açúcar.** Encarte Técnico, Informações Agronômicas, n. 97; p. 16. Piracicaba: POTAFOS, 2002.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; OTTO, R.; QUINTINO, T. A.. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar.** Palestra apresentada a equipe técnica. Bebedouro, São Paulo, 2005.