

MANUAL DE CUSTOS E INDICADORES DO SETOR DA BIOENERGIA



PARCERIA



Instituto
de Economia
Agrícola



UNIÃO DOS
PRODUTORES
DE BIOENERGIA

ENERGIA PARA COMPETIR. UNIÃO PARA VENCER.

Manual de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP

IEA

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO

UDOP

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA

MANUAL DE CUSTOS E INDICADORES DO SETOR DA BIOENERGIA - UDOP

1ª EDIÇÃO

ARAÇATUBA/SP

2016

MEMBROS DO CONSELHO E COLABORADORES DO MANUAL

MEMBROS DO CONSELHO E AUTORES:

- **Aliana Batista Faria da Silva**

Gerente Administrativa/Financeira – Da Mata

- **Dinilson Vieira Lins**

Controller – Glencane – Unidade Rio Vermelho

- **Éder Lemes Ferraz**

Supervisor de Controladoria Agrícola – Grupo Clealco

- **Elisangela Moraes**

Analista de Planejamento Agroindustrial – Da Mata

- **Jorge Donda**

Gerente Industrial – COFCO Agri – Unidade Potirenda e Ex-Coordenador da Pesquisa de Custos e Indicadores Industriais UDOP

- **Katia Rodrigues Vieira**

Coordenadora Industrial – Da Mata

- **Leandro Augusto da Cunha**

Analista de PCM – COFCO Agri – Unidade Potirendaba

- **Marcos Paulo A. P. de Carvalho**

Gerente de Planejamento e Desenvolvimento – Coruripe

- **Reinaldo Martinez Cabral**

Webmaster e Desenvolvedor das Pesquisas – UDOP

- **Ricardo Andózia**

Coordenador de Custos e Orçamentos – Grupo Clealco

- **Rodier Rodrigues de Jesus**

Supervisor de Custos e Orçamentos – Ibéria

- **Rosângela Maria Bombonato**

Coordenadora de Tecnologia da Informação e Pesquisas – UDOP

- **Solange Maria da Mata**

Coordenadora de Controladoria Agrícola – Grupo Clealco e Coordenadora das Pesquisas de Custos e Indicadores Agrícola e CCT/CTT – UDOP

- **Thaís Paiva dos Santos Damaceno**

Economista

- **Valéria Colavite**

Analista de Custos e Orçamentos – Ibéria

CONVIDADOS EFETIVOS:

- **Antonio Ribeiro Fernandes Júnior**

Pesquisador – UFSCar – Estação Experimental de Valparaíso

- **Carlos Eduardo Araújo**

CFO da Mackensie Agribusiness

- **Lungas Lopes Menezes**

Técnico Agrícola – UFSCar – Estação Experimental de Valparaíso

- **Marli Dias Mascarenhas Oliveira**

Pesquisadora Científica – Instituto de Economia Agrícola – IEA

- **Paulo Aurélio Vasconcelos**

Gerente Executivo – Biosul

- **Samy Rogério C. Lima**

Gerente de Controladoria – Adecoagro

CONTRIBUIÇÃO:

- **Cássio Manin Paggiano**

Diretor Agrícola – Grupo Clealco

- **Fernanda Roberta C. Garcia Seixas**

Coordenadora de Controle da Qualidade – Alcoeste

- **Henrique Vianna de Amorim**

Presidente – Fermentec

- **Mário Lúcio Lopes**

Diretor Científico – Fermentec

- **Paulo Jéfferson Demônico**

Diretor Financeiro – Alcoeste

ELABORAÇÃO E DIAGRAMAÇÃO:

- **Marli Dias Mascarenhas Oliveira**

Pesquisadora Científica – Instituto de Economia Agrícola – IEA

- **Michel Chibeni Dias**

Analista de Marketing – UDOP

- **Rosângela Maria Bombonato**

Coordenadora de Tecnologia da Informação e Pesquisas – UDOP

- **Thaís Paiva dos Santos Damaceno**

Economista

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL:

- **Patrícia Mendonça Ferrareze**

Jornalista – UDOP

- **Rogério Barros Mian**

Coordenador de Comunicação e Marketing – UDOP

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
ABSTRACT	12
SOBRE O MANUAL	14
CÓDIGO DE ÉTICA DO CONSELHO	15
1. FUNDAMENTOS DO PLANEJAMENTO	17
1.1. CONTEXTO	17
1.2. FUNÇÃO DA GESTÃO DE PLANEJAMENTO	17
1.3. ETAPAS DA FUNÇÃO DE PLANEJAMENTO	18
1.4. CARACTERÍSTICAS DE PLANEJAMENTO	20
1.5. CONCLUSÃO	25
2. CONCEITOS E TERMINOLOGIAS	27
3. DEFINIÇÕES	38
4. PRODUÇÃO AGRÍCOLA - ESTRUTURA, CONCEITOS E TERMINOLOGIAS ..	40
4.1. FORMAÇÃO DE LAVOURA	40
4.1.1. Produção de Mudas	40
4.1.2. Preparo de Solo.....	44
4.1.3. Plantio Manual.....	53
4.1.4. Plantio Mecanizado	56
4.1.5. Tratos Culturais - Cana Planta	58
4.2. COLHEITA	64
4.2.1. Colheita Manual.....	65
4.2.2. Colheita Mecanizada	67
4.2.3. Recolhimento da Palha	70
4.3. TRATOS CULTURAIS - CANA SOCA	75
4.3.1. Aplicação de Herbicida Tratorizada	76
4.3.2. Aplicação de Herbicida Aérea	76
4.3.3. Aplicação de Nematicida	77
4.3.4. Calagem	78
4.3.5. Fosfatagem	78
4.3.6. Gessagem	78
4.3.7. Capina Química.....	79

4.3.8. Capina Manual	79
4.3.9. Cultivo Com e Sem Insumos	79
4.3.10. Enleiramento / Aleiramento	79
4.3.11. Adubação Orgânica.....	80
4.3.12. Fertirrigação - Caminhão e Canal.....	80
4.3.13. Irrigação	80
4.3.14. Adubação (Cobertura)	81
4.3.15. Aplicação Torta de Filtro.....	81
4.3.16. Combate às Brocas	82
4.3.17. Combate às Pragas e Doenças.....	82
4.3.18. Manutenção de Carreador.....	82
4.3.19. Aplicação de Maturador.....	82
4.3.20. Serviços de Apoio.....	83
4.4. CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS	83
5. PRODUÇÃO INDUSTRIAL - ESTRUTURA, CONCEITOS E TERMINOLOGIAS	84
5.1. ADMINISTRAÇÃO INDUSTRIAL	84
5.1.1. Administração Industrial	84
5.1.2. Projeto	85
5.1.3. Planejamento (PCM)	85
5.1.4. Meio Ambiente.....	85
5.1.5 Conservação Predial	85
5.2. PROCESSO DA CANA-DE-AÇÚCAR	86
5.2.1. Recepção, Preparo e Extração.....	87
5.2.2. Tratamento do Caldo.....	91
5.3. PRODUÇÃO DE AÇÚCAR	94
5.3.1. Produção de Açúcar	95
5.3.2. Armazenamento de Açúcar	98
5.4. PRODUÇÃO DE ETANOL	100
5.4.1. Tratamento do Caldo.....	100
5.4.2. Fermentação	101
5.4.3. Produção de Levedura	103
5.4.4. Destilação.....	104
5.4.5. Produção de Etanol 2G	106
5.4.6. Armazenamento de Etanol	109

5.5. GERAÇÃO / DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	110
5.5.1. Geração de Energia Elétrica	110
5.5.2. Distribuição.....	110
5.5.3. Subestação	111
5.6. COGERAÇÃO DE ENERGIA - EXPORTADA	111
5.6.1. Geração de Energia Elétrica	111
5.6.2. Distribuição.....	112
5.6.3. Subestação	112
5.7. UTILIDADES	112
5.7.1. Águas Industriais	113
5.7.2. Tratamento de Efluentes	114
5.7.3. Ar Comprimido.....	117
5.7.4. Geração / Distribuição de Vapor.....	118
5.8. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	119
5.8.1. Manutenção Elétrica.....	120
5.8.2. Manutenção Mecânica	122
5.8.3. Instrumentação.....	123
5.8.4. Caldeiraria	123
5.8.5. Civil.....	124
5.8.6. Lubrificação	124
5.8.7. Automação	125
5.9. LABORATÓRIOS / CONTROLE DE QUALIDADE	125
5.9.1. Laboratório de Sacarose	125
5.9.2. Laboratório Industrial.....	126
5.9.3. Qualidade	126
6. PRODUTOS EXTRAÍDOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	127
6.1. TIPOS DE AÇÚCAR	127
6.1.1. Açúcar Branco (Tipo Exportação).....	127
6.1.2. Açúcar Cristal	128
6.1.3. Açúcar Demerara ou Bruto	128
6.1.4. Açúcar Mascavo	128
6.1.5. Açúcar Orgânico.....	128
6.1.6. Açúcar de Confeiteiro e Açúcar Refinado (Granulado e Amorfo)	128
6.1.7. Açúcar VHP	128

6.1.8. Açúcar VVHP	129
6.1.9. Xarope de Açúcar Invertido	129
6.1.10. Xarope Simples ou Açúcar Líquido	129
6.1.11. <i>Light</i>	129
6.2. TIPOS DE ÁLCOOL	130
6.2.1. Álcool Hidratado Carburante	130
6.2.2. Álcool Anidro	130
6.2.3. Álcool Anidro Especial.....	130
6.2.4. Álcool Refinado e Neutro.....	130
6.2.5. Álcool Extra Neutro.....	130
7. SUBPRODUTOS EXTRAÍDOS DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	131
7.1. SUBPRODUTO DA FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR.....	131
7.1.1. Bagaço	131
7.1.2. Torta de Filtro	131
7.2. SUBPRODUTOS DA FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL	132
7.2.1. Bagaço de Cana.....	132
7.2.2. Vinhaça	132
7.2.3. Óleo Fúsel	132
7.2.4. Levedura Seca	132
7.2.5. Torta de Filtro	133
ANEXOS	134
ANEXO I - Check list do Planejamento Agrícola	134
ANEXO II - Cálculos Básicos do Planejamento Agrícola.....	136
ANEXO III - “Estudo mostra como usinas de cana podem reduzir o consumo de água”¹	139
BIBLIOGRAFIA.....	142

INTRODUÇÃO

A consulta de manuais tem sido uma prática muito pouco usual nos tempos modernos, em que as pessoas estão cada vez menos dispostas a “perder” seu tempo tão escasso pelo cotidiano preenchido minuto a minuto com muitos e muitos afazeres.

Parte dessa cultura, da não observação das regras, se deve, muitas vezes também pela falta de interesse e pouca didática dos manuais, cada vez mais complexos.

Famoso por sua teoria, que acabou por levar seu nome: “A lei de Murphy”, é de Edward Aloysius Murphy (1918 – 1990) a máxima: “nada é tão difícil quanto parece no manual”.

O presente **Manual de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP** tem como principal objetivo desmistificar e criar um roteiro básico de consulta, que possa ser explorado e, acima de tudo, ser referência no planejamento e aprimoramento dos processos, tão necessário para qualquer empreendimento, como os parâmetros aqui apresentados por este Manual.

Nas próximas páginas você terá, de forma pormenorizada, guias e parâmetros para conseguir mensurar os custos e medir os indicadores de dois importantes elos, se não os principais, da cadeia que envolve as agroindústrias sucroalcooleiras: as áreas agrícola e industrial.

É de lá que uma enorme gama de produtos e seus derivados são fabricados, transformados, há quase cinco séculos neste País de dimensões continentais, e que aprendeu, como ninguém, a explorar esta gramínea excelente, e multifacetária, chamada cana-de-açúcar.

O presente Manual não tem a pretensão de ser fonte única e totalizadora de todos os parâmetros aqui apresentados, mas sim, de tornar-se numa referência de fácil consulta e alta aplicabilidade no contexto de um setor que tem se recriado com as inúmeras crises que o abalaram, mas que tal qual a Fênix, sagra-se sempre vitorioso das cinzas de seu martírio.

Hoje vivemos uma nova era que envolve a energia e suas plurais fontes. Vivemos a era da bioenergia, tempo em que se dá valor às fontes renováveis, aos combustíveis limpos, e entenda-se: em toda a sua cadeia.

Manual de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP

Saber medir, quantificar, mensurar, verificar, aferir, determinar, calcular, avaliar, estimar, apreciar, e tantos outros sinônimos, é de suma importância no contexto da cadeia bioenergética. Por isso, recomendamos que leia o presente Manual e o coloque em prática, para, assim, valer-se de seu propósito maior: criar parâmetros e permitir a tomada de decisão mais assertiva.

A junção de interesses comuns da UDOP – União dos Produtores de Bioenergia e do IEA - Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, órgão ligado à Secretaria de Agricultura do Estado, tornou possível este Manual, assim como a participação, singular, de profissionais de diferentes grupos empresariais e áreas distintas, que formam o Conselho de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP, a quem rendemos o nosso mais profundo agradecimento.

Boa leitura!

ABSTRACT

Reference guides have been a very unusual practice in modern times, where people are becoming less willing to "lose" their limited time for the daily routine filled minute by minute with lots and lots of tasks.

Part of this culture, the lack of rules observation, it happens also many times by the lack of interest and little didactic of the guides, increasingly complex.

Famous for his theory, which eventually led to his name: "Murphy's Law" is Edward Aloysius Murphy (1918 - 1990) the maxim "nothing is as difficult as it appears in the manual."

This present **Costs and Indicators Guide of Bioenergy Sector - UDOP** aims to demystify and create a basic script query, which can be exploited and, most of all, be reference in planning and process improvement, so necessary for any enterprise, as the parameters presented here by this Guide.

In the following pages you will have, in detail, guidelines and parameters to achieve measure the costs and the indicators of two important links, if not the main, the chain involving the sugarcane agro-industries: agricultural and industrial areas.

That's where a huge range of products and its derivatives are manufactured, processed, in almost five centuries in this country of continental dimensions, and has learned, as no one, exploring this great grass, and multifaceted, called sugarcane.

The present Guide has no aim to be the single source and totalizing of all parameters presented here, but, to become a reference of easy consult and high applicability in the context of a sector that has been recreated with the numerous crises that unsettled it, but just like the Phoenix, is always crowned victorious from the ashes of its martyrdom.

Today we live in a new era which involves the energy and its plural sources. We live the era of bioenergy, time that gives value to renewable sources of clean fuels, and it means: in all its chain.

Know how to measure, quantify, verify, assess, determine, calculate, evaluate, estimate, appreciate, and many other synonyms, is of paramount importance in the context of bioenergy chain. Therefore, we recommend that you read this guide and put into practice, in order to make use of its greater purpose: to create parameters and allow more suitable decision making.

Manual de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP

The combination of common interests of UDOP - Union of Bioenergy Producers and the IEA - Institute of Agricultural Economics of the State of São Paulo, linked to the State Secretariat of Agriculture, has made this Guide possible, as well as unique participation of professional from different business groups and different areas which form the Council of costs and indicators of Bioenergy Sector - UDOP, whom we surrender our deepest thanks.

Good reading!

SOBRE O MANUAL

FORMATAÇÃO

Conselho de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP

MEMBROS

Profissionais de usinas, entidades, institutos de pesquisa, universidades e consultores convidados, envolvidos com o setor da bioenergia.

CONSTITUIÇÃO DO CONSELHO

A participação de novos membros depende da aprovação do Conselho.

Se o profissional se desligar da unidade, avisar imediatamente à UDOP.

Composto por profissionais das áreas Agrícola, Automotiva, Controladoria, Custos e Industrial de usinas e destilarias.

Os membros não possuem remuneração de qualquer natureza por sua participação neste Conselho.

CÓDIGO DE ÉTICA DO CONSELHO

INTRODUÇÃO

Um Código de Conduta Ética, ao estabelecer padrões esperados quanto às práticas referendadas pela sociedade, procura fomentar a autorreflexão exigida de cada indivíduo acerca de suas atividades, de modo a responsabilizá-lo, pessoal e coletivamente, por ações e suas consequências no exercício profissional. A missão primordial de um código de ética profissional não é de normatizar a natureza técnica do trabalho, e, sim, a de assegurar, dentro de valores relevantes para a sociedade e para as práticas desenvolvidas, um padrão de conduta que fortaleça o reconhecimento dos trabalhos desenvolvidos.

OBJETIVO

O objetivo deste código é promover a reflexão sobre como atuam os profissionais que trabalham na formação e apuração de custos e indicadores do setor da bioenergia. Deve nortear todas as suas atividades, de forma a garantir o respeito e a confiabilidade das informações divulgadas e abordadas.

CONDUTA DO CONSELHO

- Participar ativamente das reuniões;
- Uma vez parte do Conselho a empresa automaticamente compromete-se a realizar o preenchimento das pesquisas;
- Reconhecer a diversidade de opiniões, preservando o direito de livre expressão e julgamento de cada membro do Conselho;
- Buscar a correção dos procedimentos errados, evitando a sua repetição, estimulando, persistentemente, a melhoria da qualidade da apuração dos números;
- Manter o sigilo sobre os assuntos tratados nas reuniões;
- Agir com transparência, integridade e respeito para com os usuários das informações divulgadas;
- Atuar com agilidade e precisão no preenchimento das informações;

- Utilizar como canal principal de comunicação os veículos utilizados pela UDOP de forma honesta e objetiva, procurando sempre facilitar e agilizar a divulgação das informações;
- Resguardar o sigilo das informações apuradas;
- Buscar a constante melhoria das suas práticas, à medida que novos conceitos e metodologias surgirem;
- Atuar de modo diligente e fiel no exercício de seus deveres e responsabilidades;
- Promover a reparação de eventuais erros cometidos assim que identificados, de forma a sempre manter a confiabilidade e transparência das informações;
- Jamais utilizar as informações ou trabalhos executados para beneficiamento de particulares, mantendo sempre uma conduta imparcial e impessoal;
- O Conselho deve exercer suas atividades com independência e autonomia.
- Respeitar e fazer cumprir as disposições constantes neste "Código de Ética".

1. FUNDAMENTOS DO PLANEJAMENTO¹

1.1. CONTEXTO

O setor bioenergético utilizando a cana-de-açúcar como matéria prima é uma indústria tradicional e com forte impacto estratégico na geração de renda, impostos e emprego, além de ser uma fonte de divisas para o Brasil.

Portanto, é relevante a elaboração de um planejamento estratégico e operacional para aprimorar a qualidade de gestão, aumento de produtividade e gestão & redução de custos.

Neste capítulo, o propósito é apresentar os fundamentos do planejamento, um *checklist* das etapas do processo de planejamento agrícola e cálculos básicos necessários para um planejamento agrícola objetivando atender às necessidades quantitativas e qualitativas para a indústria produzir açúcar, etanol e energia. Nesta introdução, se trabalhará com a definição do “guru” Peter Drucker: administrar que em sua síntese é Planejar, Controlar, Dirigir e Liderar. Consideramos que uma empresa com atuação globalizada como a do setor bioenergético deve ter como primeiro objetivo um bom planejamento e, conseqüentemente, como resultado haverá eficiência e eficácia na gestão de custos.

1.2. FUNÇÃO DA GESTÃO DE PLANEJAMENTO

Olhar em frente e definir a rota de ação do plano a ser seguido. Essa é uma etapa preparatória. É uma atividade sistemática que determina quando, como e quem vai realizar uma operação específica. O planejamento é um processo detalhado sobre futuros caminhos de ação. Pode-se afirmar que “um bom plano é meio caminho para o sucesso do processo”.

Assim, o planejamento considera a disponibilidade de fatores de produção (terra, máquinas e equipamentos, insumos, mão de obra, capital e tecnologia) de modo a obter uma direção eficaz, e possibilita ajustes quando necessário. É a função de gestão de base que inclui a formulação de um ou mais planos detalhados para alcançar o equilíbrio ideal de necessidades ou demandas com os recursos disponíveis.

¹ Carlos Araujo – Economista – CFO Mackensie Agribusiness

De acordo com Urwick, "O planejamento é uma predisposição mental para fazer as coisas de forma ordenada, para pensar antes de agir e agir à luz dos fatos ao invés de suposições". Planejamento é decidir a melhor alternativa entre outras para executar diferentes funções de gestão, a fim de atingir metas pré-determinadas.

Conforme Koontz & O'Donell, "Planejamento é decidir antecipadamente o que fazer, como fazer e quem irá fazê-lo". Planejamento faz a ponte entre onde estamos e para onde queremos ir.

1.3. ETAPAS DA FUNÇÃO DE PLANEJAMENTO

A função do planejamento estabelece as seguintes etapas:

Estabelecimento de Objetivos

- a) O planejamento requer uma abordagem sistemática;
- b) Planejamento começa com a definição de metas e objetivos a serem alcançados;
- c) Objetivos fornecem uma base racional para a realização de várias atividades, bem como indicar a direção de esforços;
- d) Além disso, os objetivos concentram a visão dos gestores sobre os resultados a serem alcançados;
- e) Por uma questão de fato, os objetivos proporcionam o núcleo para o processo de planejamento. Portanto, os objetivos devem ser expressos em uma linguagem clara, precisa e transparente. Caso contrário, as atividades realizadas serão ineficazes;
- f) Na medida do possível, os objetivos devem ser expressos em termos quantitativos. Por exemplo, número de homens para a operação, salários, encargos e benefícios reais, unidades produzidas, etc., mas tal objetivo não pode ser expresso somente em termos quantitativos, como o desempenho do gerente de controle de qualidade e eficácia de gerente de pessoal;
- g) Tais metas devem ser especificadas em termos qualitativos;
- h) Enfim, os objetivos devem ser práticos, aceitáveis, viáveis e realizáveis.

Definição das Premissas

- a) Determinação das premissas do planejamento são pressupostos sobre os eventos e ações futuros desejados, servem como base de planejamento;
- b) É para identificar os obstáculos no caminho dos negócios durante o curso das operações;
- c) As premissas podem e devem ser internas ou externas. Interna inclui política de capital de investimento, as relações de trabalho de gestão, filosofia de gestão, etc. Externa inclui mudanças socioeconômicas, políticas e econômicas;
- d) As premissas externas não são controláveis, enquanto as premissas internas, se bem definidas, são controláveis e deverão ser identificadas, além de uma alternativa para a solução do problema.

Definição e Alternativas do Plano de Ação

- a) Estabelecidas as previsões e planos de ação, deve-se considerar alternativas para correções de rumo para atingir a meta;
- b) Para esse efeito, cada alternativa será avaliada considerando prós e contras à luz dos recursos disponíveis e dos requisitos da organização;
- c) Os méritos, deméritos, bem como as consequências de cada alternativa devem ser examinados antes da escolha que está sendo feita;
- d) Depois de uma avaliação objetiva e técnica, a melhor alternativa é escolhida;
- e) Os planejadores devem se apoiar em várias metodologias quantitativas para avaliar a estabilidade de uma alternativa.

Planos Auxiliares

- a) Os planos auxiliares são planos de apoio que sustentam e dão suporte ao plano principal;
- b) São planos detalhados que incluem políticas, procedimentos, regras, programas, orçamentos, cronogramas, etc. Por exemplo, se a maximização do lucro é o principal objetivo da empresa, planos auxiliares irão incluir maximização de vendas, a maximização da produção, e minimização de custos;
- c) Os planos auxiliares indicam o calendário (safra agrícola) e o período em que serão realizadas as operações de plantio, tratamentos culturais, colheita, etc.

Envolvendo a Equipe

- a) É relevante toda a equipe conhecer os planos operacionais que irão implementar;
- b) O propósito desta ação é a motivação da equipe no processo de tomada de decisão;
- c) A empresa pode ser capaz de obter propostas valiosas e melhorias na formulação, bem como na implementação dos planos operacionais;
- d) A participação dos funcionários agrega à equipe e torna-os comprometidos na execução desses planos.

Acompanhamento / Avaliação de Planos

- a) Após determinar a direção das ações, o plano é colocado em execução;
- b) Na implementação é fundamental realizar uma avaliação para determinar a sua eficácia; isto é feito com base no feedback ou informação recebida dos departamentos;
- c) Isso permite aos gestores corrigir os desvios ou alterar os planos, estabelecendo uma ligação entre o planejamento e o controle.

1.4. CARACTERÍSTICAS DE PLANEJAMENTO

Fazendo uma analogia podemos caracterizar o Planejamento como um mapa de voo no qual o piloto tem um equipamento aéreo com uma saída e um destino. Para concluir esse caminho é necessário seguir milimetricamente o que foi definido no plano de voo.

- a) O planejamento é elaborado para atingir o objetivo de negócio;
- b) As metas estabelecidas deverão ser acatadas integralmente. Caso contrário, esforços e energias individuais irão ser equivocadas e mal direcionadas;
- c) Antecipa as ações para atingir as metas de forma otimizada e economicamente viabilizada;
- d) Fornece senso de liderança para várias operações e atividades. Por exemplo, a colheita mecanizada dentro dos padrões pré-estabelecidos, ou seja, a partir do plantio já é definido a colheita mecanizada.

Planejamento é uma função olhando o futuro da empresa

O planejamento deve ser de curto e longo prazo buscando a melhor alternativa a ser tomada.

- a) Exige avaliar o passado, o presente e projetar o futuro;
- b) Elaborar um cronograma fundamentado em técnicas de previsão e simulação de cenários.

O planejamento é um processo intelectual

- a) O planejamento é um exercício mental envolvendo o pensamento criativo, bom senso e concepção, não é um mero objetivo de adivinhação;
- b) Planejamento é sempre embasado em metas, fatos e estimativas.

O planejamento envolve a tomada de escolha e decisão

- a) Essencialmente, o planejamento implica a escolha de várias alternativas;
- b) A tomada de decisão é uma parte integrante da programação das operações agrícolas e industriais.

O planejamento é a principal função de gestão

- a) Planejamento estabelece bases para outras funções de gestão;
- b) É um guia para empresa e seu uso dos recursos, assim como suporta a direção e controle;
- c) Assim, todas as funções da gestão são integradas e utilizadas com a mesma eficiência e eficácia;
- d) A programação também é uma função de gestão.

O planejamento é um processo contínuo

- a) O planejamento é uma função que nunca termina, devido ao processo dinâmico do negócio;
- b) Os planos são elaborados para a safra e revisados em função das alterações ocorridas durante o período em função do clima, recursos e mix de produção, etc.;
- c) Uma programação realista, bem detalhada e de qualidade minimizam os problemas tornando uma ferramenta eficaz.

O planejamento é universal

- a) O planejamento é necessário em todos os níveis de gestão e em todos os departamentos da empresa;
- b) Deve ser claro e objetivo possibilitando as avaliações e decisões; os níveis superiores tem um foco na empresa como um todo, mercado e concorrência; por outro lado, o nível médio deve ser mais específico e preciso.

Planejamento é elaborado para a eficiência

Planejamento conduz a execução para a atingir o alvo com o mínimo custo possível.

- a) Evita o desperdício de recursos e assegura a utilização adequada e eficaz dos fatores de produção (terra, máquinas e equipamentos, pessoas, insumos, capital e tecnologia).

O planejamento é flexível

Planejamento é feito para o futuro, desse futuro imprevisível, o planejamento deve fornecer meios para alterações em produtos, clientes, concorrentes, políticas governamentais, etc.

- a) Decorrente das variações, o plano original deve ser revisado e atualizado para torná-lo mais próximo da realidade e prático.

Vantagens de planejamento

O planejamento proporciona a administração para alcançar os objetivos.

- a) O planejamento começa com a determinação do objetivo e destaca os fins para os quais várias atividades devem ser executadas. Na verdade, o objetivo deixa mais claro e específico o caminho a ser seguido;
- b) Planejamento ajuda a focar nas metas empresariais;
- c) Sem uma organização, a empresa não tem guia de programação;
- d) O planejamento traz ordem e racionalidade à empresa.

Planejamento minimiza as incertezas

- a) No agronegócio há vários riscos e incertezas, em vista disso, o planejamento auxilia a reduzir as incertezas do futuro porque ele antecipa os eventos futuros. Embora o futuro não possa ser previsto com 100% de precisão em

relação à meta, ele possibilita se preparar para o risco, prever os fatores de produção necessários para enfrentar as distorções inesperadas dos acontecimentos e, assim, minimizando as incertezas.

Planejamento facilita a coordenação

- a) Planejamento gira em torno de objetivos organizacionais;
- b) Todas as atividades são dirigidas para objetivos comuns;
- c) Há um esforço integrado de toda a empresa nos vários setores;
- d) Evita a duplicação dos esforços e uso específico dos recursos. O planejamento conduz a uma melhor coordenação;
- e) Apoia e identifica questões de desempenho e seu realinhamento;
- f) Cria um ambiente de ordem e disciplina;
- g) Os colaboradores sabem antecipadamente o que se espera como resultado e propicia recompensas financeiras;
- h) O planejamento propicia a otimização dos fatores de produção. Por exemplo, a quantidade ótima de insumos conforme estabelecido por recomendações técnicas, assegurando a eficiência operacional.

Planejamento facilita controle

- a) Possibilita a avaliação referente às metas planejadas e padrão de desempenho; é efetivamente a base do controle, não é admitido um processo de controle sem uma base de planejamento;
- b) Fornece metas predeterminadas em relação ao qual o desempenho real é comparado.

Vantagem competitiva e o planejamento

- a) Planejamento proporciona vantagem competitiva para a empresa sobre os concorrentes que não utilizam essa ferramenta como instrumento de gestão. Isso é devido ao fato de que o planejamento pode envolver uma mudança nos métodos de trabalho, qualidade, quantidade, extensão do trabalho, uso de tecnologia, etc., assim sendo, o planejamento conduz a melhor utilização dos recursos, uma qualidade superior da cana-de-açúcar, conduzindo a empresa à sua vantagem competitiva.

Planejamento incentiva inovações

- a) No processo de planejamento, os gestores têm as oportunidades de propor formas e meios de melhoramento contínuo;
- b) O planejamento é basicamente uma função de tomada de decisão que envolve o pensamento criativo e imaginativo, que acaba por conduzir a inovação de métodos e operações para o crescimento e lucratividade da empresa.

Limitações internas do planejamento

Existem várias limitações de planejamento. Algumas delas são devido à rigidez, deficiência das técnicas de planejamento e dos planejadores.

- a) Rigidez, o planejamento tem uma tendência de tornar a gestão inflexível, o planejamento implica a determinação prévia de políticas, procedimentos e programas e uma adesão em todo contexto;
- b) Não há espaço para a liberdade individual; o desenvolvimento dos colaboradores é altamente duvidoso porque a gestão pode ter que enfrentar dificuldades no decorrer da safra; o planejamento induz à inelasticidade e desencoraja a iniciativa e experimentação individual;
- c) O planejamento pode ser usado para servir os interesses individuais ao invés do interesse da empresa, as tentativas podem ser feitas para influenciar fixação de objetivos, a formulação de planos e programas para atender às exigências próprias, em vez dos objetivos empresariais;
- d) O planejamento nunca pode ser livre de preconceito. Cada planejador tem seus gostos, desgostos, preferências, atitudes e interesses que se refletem no planejamento;
- e) Demorado. O planejamento é um processo demorado, pois envolve coleta de informações, análise e interpretação das mesmas. Todo este processo demora muito tempo, especialmente, quando há um certo número de alternativas disponíveis. Assim, o planejamento não é adequado durante a emergência ou uma situação de crise, quando são necessárias decisões rápidas. O planejamento é baseado em previsões que são meras estimativas sobre o futuro, essas estimativas podem revelar-se inexatas devido à incerteza do futuro;

- f) Qualquer variação na situação antecipada pode tornar planos ineficazes; planos nem sempre refletem situações reais apesar das sofisticadas técnicas de previsão porque o futuro é imprevisível, assim, a dependência excessiva de planos pode revelar-se fatal;
- g) Falsa sensação de segurança, o planejamento elaborado pode criar uma falsa sensação de segurança no sentido de que tudo é um dado adquirido. Os gestores devem assumir que, enquanto eles funcionam como planos, é satisfatória;
- h) Os funcionários estão mais preocupados com o cumprimento do desempenho do plano, em vez de qualquer tipo de mudança;
- i) O planejamento é um processo oneroso, coleta de dados, análise e avaliação de informações diferentes, fatos e alternativas envolvem gastos em termos de tempo, esforço e dinheiro. De acordo com Koontz e O'Donnell, "Despesas com o planejamento nunca devem exceder os benefícios estimados a partir do planejamento".

Limitações externas do planejamento

- a) Política Econômica;
- b) Greves, bloqueios;
- c) Avanço Tecnológico;
- d) Variações significativas de mercado;
- e) Concorrentes.

1.5. CONCLUSÃO

Este capítulo teve como objetivo apresentar os fundamentos do planejamento em sua essência, porém deve-se enfatizar a diferença entre Plano Estratégico e Plano Operacional.

O plano operacional determina os caminhos a serem definidos pelo planejamento estratégico. O planejamento operacional envolve a eficiência da empresa (fazer certo as coisas) ao passo que o planejamento estratégico envolve eficácia (fazer as coisas certas). Ambos os planos estratégicos e operacionais envolvem como explorar alternativas e avaliar a eficácia do plano. Numa empresa com uma gestão altamente qualificada, todos os gestores são responsáveis por realizar suas operações. No planejamento operacional, determina-se como o

planejamento estratégico será realizado. Concluindo, a ênfase do planejamento operacional enfoca mais a variáveis internas, enquanto que no planejamento estratégico o foco é direcionado para as variáveis externas.

ANEXO I - *Check list* do Planejamento Agrícola – Página: 134

ANEXO II - Cálculos Básicos do Planejamento Agrícola – Página: 136

2. CONCEITOS E TERMINOLOGIAS

A prática tem mostrado que de um software para outro, de empresa para empresa, as terminologias utilizadas são diferenciadas, de forma que, mesmo quando se encontram dois profissionais da mesma área de atuação, pode surgir ruído na comunicação até que se padronizem alguns conceitos.

Portanto, é impossível a pretensão de se criar um manual **para apuração de custos no setor da bioenergia** sem antes alinharmos a forma de entendimento acerca dos termos que nele serão tratados.

Assim sendo, dedicamos este capítulo à pesquisa bibliográfica, descrevendo as terminologias comumente utilizadas em custos e como as mesmas são empregadas neste manual. Cabendo a cada empresa, caso utilize nomenclaturas diferentes, fazer um “de para” de modo que alinhemos as tratativas empregadas na apuração dos números.

Conta Contábil:

É o nome técnico que identifica cada componente do patrimônio (bens, direitos e obrigações ou patrimônio líquido) e cada elemento de resultado (despesas e receitas). A função da **conta** é representar a variação patrimonial que um fato promove no patrimônio da empresa (GRUPO VIRTUOUS, 2016).

Cadastro de Materiais:

É a base da gestão da cadeia de abastecimento: nele é que se registram todos os produtos transacionados, bem como suas características necessárias às diferentes áreas intervenientes no processo de produção, estocagem, distribuição, abastecimento, comercialização, tributação, etc. Padronizar e manter um cadastro de materiais unificado, garante redução de custos na cadeia de suprimentos e eficácia na automação do processo (ECR BRASIL, 2010).

Gasto:

“Compra de um produto ou serviço qualquer que gera sacrifício financeiro” (MARTINS, 2003). Trata-se de um termo absolutamente genérico que é aplicado para referenciar qualquer tipo de bem ou serviço que é adquirido. Podemos ter gasto

com aquisição de matéria-prima, gasto com frete, gasto com aquisição de maquinários, gastos com despesas de marketing.

Despesa:

“Bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receitas” (MARTINS, 2003). Por definição, fica claro que as despesas não estão relacionadas à produção, mas sim, à obtenção das receitas. Dessa forma, os gastos relacionados à comercialização, administração e obtenção de recursos financeiros serão denominados despesas.

Investimento:

“Gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuro (s) período (s) ” (MARTINS, 2003). Dentro deste conceito, serão contabilizados como investimentos os gastos com aquisições de veículos, máquinas e equipamentos industriais ou agrícolas, ou seja, aqueles gastos que a companhia realiza e que os benefícios por eles gerados abrangerão mais que um período contábil.

Neste item chamamos especial atenção para a própria formação da lavoura canavieira, considerando que esta gera aproximadamente 5 cortes, resultando, portanto, em benefícios para os 5 exercícios sociais subsequentes, ela deve ser contabilizada como investimento. Ainda neste conceito, o trato cultural da cana soca, realizado em um exercício para permitir o corte da cana no outro exercício, deve também ser contabilizado como investimento.

Custo:

“Gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços” (MARTINS, 2003). Aderente a este conceito e, partindo do pressuposto que no setor da Bioenergia produz-se basicamente: açúcar, etanol, energia e levedura, podemos concluir que todos os gastos que temos com materiais ou serviços que são empregados no feitiço destes produtos são denominados custos.

Numa esfera gerencial, se considerarmos que estes produtos são commodities, concluiremos que não há diferenciação no preço de venda. O açúcar produzido em uma usina “X” não é mais doce do que o produzido em uma usina “Y”.

Uma vez que não há valor agregado na marca, todo o diferencial competitivo se alicerça no custo de produção.

Custeio:

Termo que significa apropriar, ou seja, atribuir aos produtos que serão fabricados os custos que ocorrerão para a sua produção. Existem no mercado diversas metodologias de custeio, por exemplo: Custeio por Absorção, Custeio Variável, ABC, RKW, etc.

Dentre as metodologias existentes, uma que é aderente aos princípios contábeis e aceita pelo Fisco Brasileiro é o Custeio por Absorção, basicamente consiste em apropriar todos os custos de produção aos produtos que são fabricados. (MARTINS, 2003).

Tendo como base o Custeio por Absorção, porém em um foco mais gerencial, foi concebido o Custeio ABC:

É uma ferramenta que permite melhor visualização dos custos através da análise das atividades executadas dentro da empresa e suas respectivas relações com os produtos. Para utilizar o ABC, é necessária a definição das atividades relevantes dentro dos departamentos, bem como dos direcionadores de custos de recursos que irão alocar os diversos custos incorridos às atividades. Custeadas as atividades, a relação entre estas e os produtos são definidas pelos direcionadores de custos de atividades, que levam o custo de cada atividade aos produtos (unidades, linhas ou famílias) (MARTINS, 2003,).

Dentre as metodologias de custeio, entendemos que para o setor da bioenergia, o custeio ABC é, no momento, o que melhor permite a gestão dos custos por se pautar no custeio de cada atividade, facultando à gestão o controle dos custos a um nível bastante detalhado.

Classificação dos Custos quanto a sua Apropriação:

Tecnicamente custear um produto ou atividade é algo simples, consistindo apenas em apropriar os consumos aos produtos ou as atividades que os demandaram. Porém, na prática, percebemos que não é exatamente assim tão simples.

Existem custos que são de fácil identificação e apropriação, outros já não o são. Como a metodologia do Custeio por Absorção demanda que todos os custos sejam apropriados aos produtos, segundo a forma de apropriação dos custos, passamos a ter duas novas definições de custos: os diretos e os indiretos.

Custos Diretos: São aqueles que “podem ser diretamente apropriados aos produtos, bastando haver uma medida de consumo (quilogramas de materiais consumidos, embalagens utilizadas, horas de mão de obra utilizadas...)” (MARTINS, 2003). Para facilitar o entendimento, tomemos por base um trator que tenha trabalhado num determinado mês 500 horas. Para permitir a apropriação dos custos, o tratorista realiza apontamentos das horas que trabalhou em cada atividade. Esse apontamento será o direcionador dos custos. Para exemplificar, imaginemos que o resumo dos apontamentos tenha sido:

- 100 horas realizando sulcação;
- 100 horas realizando gradagem pesada;
- 300 horas realizando subsolagem.

Totalizando os custos do trator, dividindo-os pelas 500 horas totais trabalhadas, chegaremos ao custo de cada hora do trator. Multiplicando o custo de cada hora pelas horas que foram apontadas em cada atividade, conseguiremos apropriar diretamente para cada atividade a parcela de custo que a ela compete, uma vez que há o apontamento da medida de consumo, no caso, horas trabalhadas.

Custos Indiretos: Os custos indiretos representam o oposto dos custos diretos. Enquanto os diretos permitem a alocação segura aos produtos ou atividades, os indiretos são aqueles “que não oferecem condição de uma medida objetiva e qualquer tentativa de alocação tem de ser feita de maneira estimada e muitas vezes arbitrária” (MARTINS, 2003).

Como exemplo de custo indireto, imaginemos o custo da mão de obra do gerente agrícola. Ao contrário do tratorista que passa o mês inteiro realizando apenas uma ou poucas atividades, o gerente agrícola no curso de apenas um dia de trabalho realiza uma vasta gama de atividades, que tornaria inviável a realização dos apontamentos. Porém, com ou sem apontamentos, seu custo precisa ser direcionado para as atividades e processos agrícolas. Para permitir a apropriação desse custo, um artifício utilizado é a definição de um critério de rateio para as diversas atividades ou processos. Então, dizemos que um custo é direto ou indireto, conforme a forma de atribuição aos produtos e/ou atividades que os demandaram.

Se tiver uma medida de consumo que permita sua alocação será direto. Se não tiver medida de consumo, deverá ser alocado por rateio, neste caso, será indireto.

Rateio:

“Não sendo possível a apropriação direta dos custos, e sendo imperativo que todos os custos sejam apropriados, denomina-se rateio o critério que se adota para apropriar os custos indiretos. Importante ressaltar que o custeio deve obedecer aos princípios contábeis, e um destes, é o princípio da consistência ou uniformidade que determina que havendo mais de uma alternativa de apuração, todas válidas, a empresa deve adotar uma e segui-la de maneira consistente” (MARTINS, 2003).

Classificação dos Custos quanto ao Volume de Produção:

Outra importante classificação dos custos está relacionada ao volume de produção. Existem custos que aumentam proporcionalmente quanto ao volume de produção e existem outros que não guardam nenhuma relação com o volume de produção, ou seja, se o volume de produção aumentar ou diminuir, eles permanecerão inalterados. Diante desse comportamento em relação ao volume de produção, podemos classificar os custos como Variáveis ou Fixos, logo temos:

Custos Variáveis: “os que variam na mesma proporção das variações ocorridas no volume de produção ou outra medida de atividade” (IUDÍCIBUS, 2008).

Custos Fixos: “teoricamente definidos como os que se mantêm inalterados, dentro de certos limites, independentemente das variações das atividades” (IUDÍCIBUS, 2008).

Para o custeio por absorção, e para chegar no custo da atividade independentemente se fixos ou variáveis, todos os custos serão agregados ao custo de produção. Porém, é de suma importância constar neste manual a definição de custos fixos e variáveis, pois os custos fixos devem chamar especial atenção dos gestores. Por definição, são custos que a empresa terá que arcar independentemente de estar ou não produzindo, logo, merece especial atenção e gestão. Quanto menores forem os custos fixos mais fácil é para a empresa manter o controle do custo de suas atividades.

A Figura 01 sintetiza os gastos e suas classificações, conforme os conceitos apresentados.

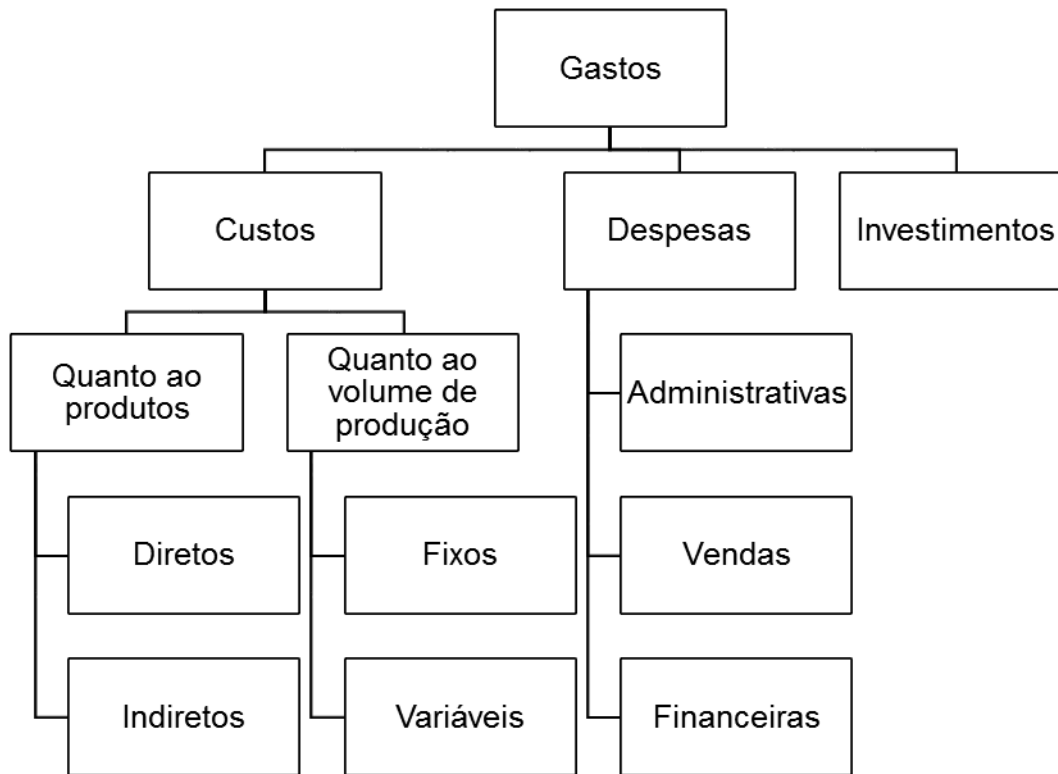


Figura 01: Estrutura e Classificação dos Gastos.

Fonte: MARTINS E., 2003.

Objetos de Custos:

Os Objetos de Custos são coletores de custos que tem como finalidade classificar a origem deles, bem como melhor alocá-los. A rigor, servem para identificar onde esses estão sendo alocados. Como exemplo de objetos de custos existem: os centros de custo, as ordens de serviço, as ordens de produção, etc.

Centro de Custo:

Unidade de acumulação de custos, que serão direcionados aos produtos e atividades. Não é necessariamente uma unidade administrativa, só ocorrendo quando coincide com o próprio departamento, exemplo, controle agrícola.

Sua definição deve respeitar o princípio básico de ser uma estrutura de custos homogênea, concentrando em um único local, homens e máquinas que realizem atividades comuns. Por exemplo, as colhedoras de cana devem ser um centro de custo e tratores pesados outro centro de custo, pois as atividades realizadas por colhedoras e pelos tratores não são comuns. Se cometer-se o erro de criar um único

centro de custo denominado máquinas agrícolas, jamais se conseguirá mensurar quanto custa uma hora da colhedora ou quanto custa uma hora do trator pesado.

Não tendo essas informações corretas, não conseguirá atribuir-se com precisão o custo da atividade corte de cana e, tampouco, comparar o que é mais viável: realizar a atividade com recurso próprio ou com recurso de terceiro, desta forma, comprometendo, por exemplo, uma comparação do custo interno face o custo do mercado.

Toda a metodologia de apuração de custos irá se pautar na estrutura de centros de custo. Ao defini-la, a empresa deve avaliar com muito critério e cuidado as informações que deseja obter.

Sem a pretensão de apresentá-la como a correta, mas apenas para servir como norte, abaixo segue um modelo de estruturação de centros de custo para o setor da bioenergia, cabendo a cada empresa realizar as adequações e complementações conforme sua necessidade.

O modelo abaixo pautou-se no critério de agrupar recursos (homens e máquinas) que realizam atividades comuns em um único centro de custo. Se sua empresa tiver mais recursos que os apresentados, sugere-se que seja aberto outro centro de custo, sob pena de agrupar em um mesmo centro de custo recursos distintos, resultando em informações misturadas que deturpam a apuração.

Administração
Diretoria
Conselho de Administração
Diretoria Executiva
Secretaria
Administração
Gerência Administrativa
Financeiro
Contabilidade
Faturamento
Centro de Informática
Planejamento / Custos
Segurança Patrimonial
Higienização

Jurídico
Recursos Humanos
Gerência Recursos Humanos
Administração Pessoal
Recrutamento e Seleção
Educação & Treinamento
Remuneração e Melhorias
Assistência & Responsabilidade Social
Segurança do Trabalho
Medicina do Trabalho
Refeitório
Auditoria de Gestão
Suprimentos
Compras

Manual de Custos e Indicadores do Setor da Bioenergia – UDOP

Almoxarifado Industrial
Almoxarifado Agrícola
Posto de Combustível
Comercial
Vendas
Faturamento
Logística
Produção Açúcar, Etanol e Energia
Administração Industrial
Gerência de Produção
Gerência de Manutenção
Laboratório / Garantia da Qualidade
Controle Extração do Caldo
Recepção da Cana
Preparo da Cana
Moagem da Cana
Controle de Preparo de Caldo
Preparo de Caldo para Açúcar
Preparo de Caldo para Etanol
Filtração do Caldo
Controle Fabricação do Açúcar
Cozimento
Centrifugação
Secagem
Controle Fabricação do Etanol
Fermentação
Destilação
Utilidades
Sistema Captação e Distribuição Água
Geração e Distribuição de Vapor
Geração e Distribuição de Energia
Geração e Distribuição de Ar Comprimido
Oficinas (Manutenção Industrial)
Oficina Mecânica Industrial

Oficina Elétrica / Instrumentação
Caldeiraria
Obras Civis
Sistema de Armazenagem
Armazenagem de Açúcar
Armazenagem de Etanol
Produção Agrícola
Gestão da Produção e Manutenção Agrícola
Administração Agrícola
Balança
Supervisão Rurícola
Fitossanidade
Atividades Agrícolas Diversas
Jardinagem
Rurícolas
Horta
Manutenção Automotiva
Oficina Mecânica
Oficina Elétrica
Borracharia
Lubrificação
Lavagem
Caminhões Comboio
Máquinas Agrícolas
Tratores Super Pesados > 190 CV
Tratores Pesados 126-190 CV
Tratores Médios 100-125 CV
Tratores Leves 0-99 CV
Colhedora de Cana
Plantadoras de Cana
Carregadora de Cana
Pás Carregadoras
Escavadoras
Motoniveladoras

Pulverizadores Automotriz	Cobridores de Cana
Motobombas	Plantadoras de Grãos
Veículos Automotivos	Arados / Subsoladores
Caminhões Canavieiros	Carretas Agrícolas
Caminhões Escravos	Roçadoras / Rolo Facas
Caminhões Transbordos	Distribuidores de Corretivos
Caminhões Prancha	Pulverizadores
Caminhões Pipas / Bombeiros	Enleiradores/ Aceirador de Cana
Ônibus	Terraceadores
Peruas & Vans	Transbordos de Cana
Veículos Leves	Autopropelido
Implementos Agrícolas	Pequenos Implementos Apoio
Sulcadores / Cultivadores / Marcadores de Sulco	Rolos Compactadores
Grades Aradoras	Acessórios de Irrigação
	Semi-Reboque Canavieiro

Ordem de Serviço:

Autorização para execução de uma atividade ou serviço. Também é um objeto de custo, recebendo apontamentos relativos ao serviço ao qual autoriza a execução.

Algumas empresas ainda não possuem a cultura de apontar as ordens de serviço para manutenção de suas máquinas, comportamento que compromete totalmente as análises que são extraídas a partir destes dados. Posto que, sem o apontamento do serviço para cada equipamento que é utilizado, não se extraem as informações necessárias para tomada de decisões, a exemplo:

- Qual o custo de manutenção do equipamento?
- Qual o melhor momento de substituição de um equipamento velho por um novo?
- Qual o melhor custo/benefício entre uma marca X versus uma marca Y?

Novamente, reafirmamos que o setor da Bioenergia produz commodities, não tendo propriamente como fazer a gestão sobre o preço de venda. Portanto, o foco da gestão deverá se pautar nos custos e, dentre esses, o custo de manutenção é bastante expressivo, merecendo especial atenção. Sendo exatamente na abertura das OS – Ordens de Serviço, a origem de todo o controle.

Processo:

Martins define processo como um conjunto de atividades correlatas, inter-relacionadas (MARTINS, 2009).

Especificamente, no setor da Bioenergia, temos na área agrícola os seguintes processos:

1. Formação de Lavoura:
 - 1.1. Produção de Mudas
 - 1.2. Preparo de Solo
 - 1.3. Plantio Manual
 - 1.4. Plantio Mecanizado
 - 1.5. Tratos Culturais Cana Planta
2. Colheita
 - 2.1 Colheita Mecanizada
 - 2.2 Colheita Manual
3. Tratos Culturais Cana Soca
4. Conservação de Estradas

Atividade:

Martins (2009) define atividade como uma ação que utiliza recursos humanos, materiais, tecnológicos e financeiros para se produzirem bens ou serviços.

Kaplan & Cooper (2000) orientam que as atividades são descritas por verbos e seus objetos associados, exemplo, programar produção.

No setor da bioenergia, entende-se que, no momento, o custeio por atividades é o que melhor permite a gestão dos custos, pois “o foco do ABC já mudou: o foco não é mais como alocar custos, mas em primeiro lugar, determinar as razões que justificam o dinheiro gasto pela organização” (KAPLAN & COOPER, 2000, p.99).

Para que o setor se mantenha competitivo não basta alocar os custos e saber somente qual o valor de cada atividade. É preciso ter mais critérios e buscar respostas para perguntas como:

- Quais atividades estão sendo executadas pelos recursos da companhia?
- Quanto custa cada atividade?
- Ela está agregando valor ao processo produtivo?
- Esta atividade é realmente necessária?

- Ela pode ser substituída por outra de menor custo com resultado equivalente?

Somente fará sentido a companhia estruturar os processos e suas respectivas atividades se for para, efetivamente, questionar seus custos de produção.

Conclui-se, novamente, que após apurados os números, o benchmarking é ferramenta imprescindível para nortear o andamento da companhia. Auxiliando na formação das perguntas e/ou conclusões de onde estão os pontos que devem ser atacados em primeiro momento para a busca de melhores resultados.

Apenas para servir como parâmetro, esse Manual sugere uma estrutura com processos, subprocessos e atividades relacionadas à Produção Agrícola e Industrial. Cada empresa, dado sua particularidade, terá ajustes em um ou outro processo e suas atividades.

Tarefa:

É a quantidade de trabalho realizado ou a realizar dentro de um prazo determinado. Em engenhos de açúcar é a parte da cana moída durante um dia (MICHAELIS, 2016).

3. DEFINIÇÕES

Raio Médio:

Denomina-se raio a distância entre uma propriedade e a unidade industrial. Por raio médio entende-se como o cálculo da média entre todas as propriedades até a sede da usina. O cálculo deve sempre levar em consideração a ponderação da quantidade pela distância, a exemplo, raio médio de transporte de cana, deverá ser considerado quantas toneladas se transportou pela distância de cada propriedade.

Pol:

Representa a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares, sendo determinada por métodos sacarimétricos, baseada na propriedade que os açúcares possuem de desviar a luz polarizada, ou seja, aquela que vibra em uma única direção (FERNANDES, 2003).

Brix:

É o parâmetro mais utilizado na indústria do açúcar e do etanol. Expressa a porcentagem em massa dos sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose, ou seja, mede o teor de sacarose na solução (FERNANDES, 2003).

Pureza:

É determinada pela relação $POL/Brix \times 100$. Quanto maior a pureza da cana, melhor a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar.

Todas as substâncias que apresentam atividade óptica podem interferir na POL, como açúcares redutores (glicose e frutose), polissacarídeos e algumas proteínas.

ATR - Açúcares Redutores Totais:

Indicador que representa a quantidade total de açúcares da cana (sacarose, glicose e frutose).

O ATR é determinado pela relação $POL/0,95$ mais o teor de açúcares redutores.

A concentração de açúcares na cana varia, em geral, dentro da faixa de 13 a 17,5%. Entretanto, é importante lembrar que canas muito ricas e com baixa percentagem de fibras estão mais sujeitas a danos físicos e ataque de pragas e microrganismos.

Os estudos mostram que nas primeiras 14 horas de deterioração da cana, 93% das perdas de sacarose foram devidas à ação de microrganismos, 5,7% por reações enzimáticas e 1,3% por reações químicas, resultantes da acidez.

Açúcares Redutores:

É a quantidade de glicose e de frutose presentes na cana, que afetam diretamente a sua pureza, já que refletem em uma menor eficiência na recuperação da sacarose pela fábrica.

Porcentagem da Fibra da Cana:

Reflete na eficiência da extração da moenda, ou seja, quanto mais alta a fibra da cana, menor será a eficiência de extração.

Por outro lado, é necessário considerar que variedades de cana com baixos teores de fibra são mais susceptíveis a danos mecânicos ocasionados no corte e transporte, o que favorece a contaminação e as perdas na indústria.

Quando a cana está com a fibra baixa ela também acama e quebra com o vento, o que a faz perder mais açúcar na água de lavagem.

Tempo de Queima/Corte:

É o tempo entre a queima do canavial e a sua moagem na indústria (no caso da colheita manual) ou o tempo entre o corte mecanizado e a moagem. Quanto menor o tempo entre a queima/corte da cana e a moagem, menor será o efeito de atividades microbianas nos colmos que ocorrem e melhor será a qualidade da matéria-prima entregue à indústria.

Além de afetar a eficiência dos processos de produção de açúcar e álcool, o tempo de queima/corte também afeta a qualidade dos produtos finais e o desempenho dos processos.

4. PRODUÇÃO AGRÍCOLA - ESTRUTURA, CONCEITOS E TERMINOLOGIAS



Figura 02: Estrutura da Produção Agrícola das Usinas.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014

4.1. FORMAÇÃO DE LAVOURA

4.1.1. Produção de Mudas

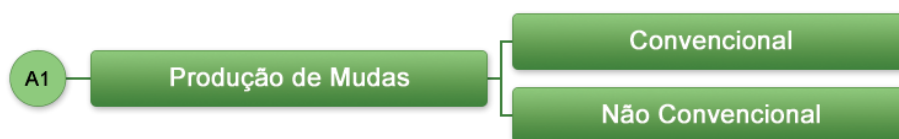


Figura 03: Estrutura da Produção de Mudas.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

4.1.1.1. Convencional

A Importância das Plantas Sadias

A escolha de mudas sadias tem influência durante todo o ciclo da cana-de-açúcar e não se pode esquecer que os talhões são renovados após cinco ou mais anos. Assim, após a definição de cultivar a mais adaptada a determinada área, é preciso atentar para a utilização de mudas sadias, livres de pragas e doenças (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

Tratamento Térmico da Cana

É importante salientar que os programas de melhoramento genético brasileiros têm conseguido lançar materiais resistentes ou bastante tolerantes às principais doenças. Mesmo assim, recomenda-se que as mudas do viveiro passem por tratamento térmico antes do plantio.

O tratamento térmico, cujo custo é bastante acessível, pode ser feito em mini toletes ou em gemas isoladas com o objetivo de controlar o raquitismo-da-soqueira. O tratamento consiste em submeter os colmos a uma temperatura de 50,5 °C por duas horas.

Todas as recomendações técnicas devem ser criteriosamente observadas sob o risco de incidência de doença ou deterioração das mudas em formação no viveiro. A termoterapia pode ser realizada de várias formas, sendo que os tratamentos mais utilizados são: de toletes de diversas gemas ao mesmo tempo e de gemas isoladas (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

Viveiro Multiplicador Primário

Para evitar uma eventual contaminação, o material a ser reproduzido é retirado da touceira apenas quebrando as mudas, sem o uso de ferramentas. Cada colmo deve apresentar cerca de cinco gemas viáveis.

O plantio deve ser realizado em sulcos com o espaçamento usual. Deve haver um espaçamento nas linhas, entre as mudas, de aproximadamente 70 centímetros.

Para a formação do viveiro, o solo deve ser de alta fertilidade ou, ao menos, deve receber todos os insumos recomendados, como calagem, gessagem e adubação. Se possível, a irrigação deve ser feita (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

Viveiro Multiplicador Secundário

O material retirado do viveiro multiplicador primário poderá ser plantado em outra área - multiplicador secundário - e, assim, sucessivamente (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

Descarte Fitossanitário - Rouguing

O descarte das plantas enfermas é realizado desde a termoterapia até o fim da formação das mudas. Pode ser feito manualmente, retirando-se a planta, ou com

a utilização de herbicidas. As principais doenças controladas pelo descarte são o mosaico, o carvão e escaldadura, entre outras. As touceiras que apresentarem canas com aspecto diferente no talhão devem ser retiradas. As inspeções devem ser feitas periodicamente.

Um das principais finalidades dos viveiros é a produção de mudas sem mistura. Havendo o crescimento de mudas de diferentes variedades, aquelas que não se enquadram nos objetivos da empresa devem ser descartadas, pois poderão ser fonte de inóculo de doenças. Também devem ser evitados os brotos de touceiras mal arrancadas. (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

Sistema de Produção de Mudanças – Meiosi

Neste sistema, a produção de mudas (Figura 1) ocorre no próprio local onde se pretende instalar o canavial.

Após o preparo do terreno, sulca-se duas linhas de cana e deixa-se oito sem sulcar, as quais podem ser utilizadas para um cultivo intercalar. Aos oito meses, as duas linhas de cana serão suficientes para completar as oito linhas remanescentes.

As vantagens são a inexistência do transporte das mudas para o local de plantio e, também, não é necessário dispor de terreno para o viveiro (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

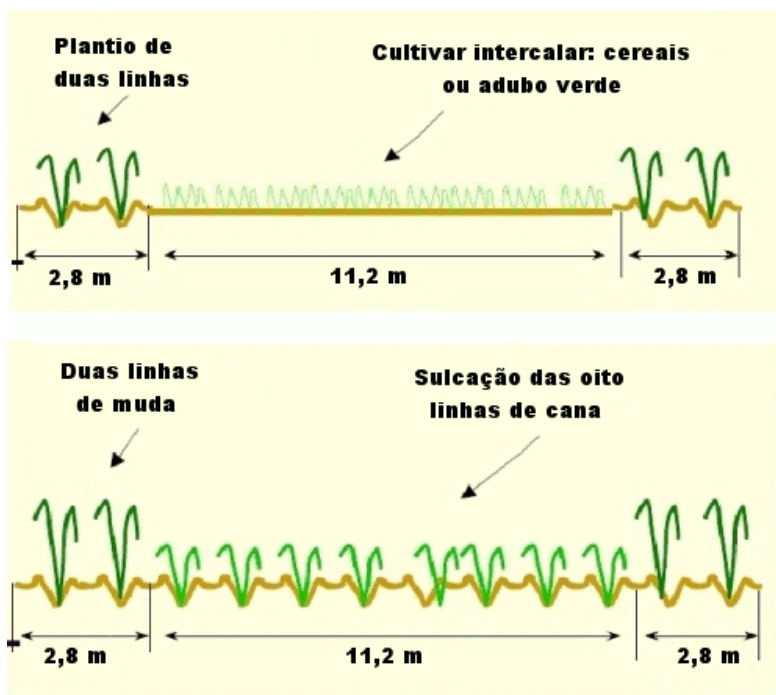


Figura 04: Modelo Esquemático do Sistema Meiosi na Reforma do Canavial.

Fonte: Adubo Verde (2000).

Controle de Plantas Daninhas

As plantas daninhas podem ocasionar um menor desenvolvimento das mudas, pois concorrem por nutrientes, luz e água, além de ser possíveis fontes de inoculação de pragas e doenças (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

4.1.1.2. Não Convencional

Mudas Pré-brotadas (MPB)

Na tecnologia de MPB, no lugar dos colmos como sementes entram as mudas pré-brotadas que são produzidas a partir de cortes de canas chamados minirrebolos – nos quais estão as gemas. Após o corte, é feita uma seleção visual para garantir que todos os minirrebolos estejam com as gemas saudáveis. Em seguida, eles recebem um banho térmico e são tratados com fungicida. No passo seguinte, os minirrebolos são colocados em caixas de brotação com um substrato próprio para produção de mudas e levados à estufa com temperatura e umidade controladas. Depois de 12 dias na estufa, as gemas são individualizadas e cada uma é colocada em tubete próprio. É iniciada a primeira fase de aclimação que dura cerca de 15 dias, período no qual a muda volta para a estufa e as raízes se desenvolvem. A etapa seguinte é a aclimação a pleno sol, quando a muda é exposta às condições do ambiente onde será cultivada, com irrigação reduzida e realização de podas. Ao final de 60 dias, período do ciclo completo, a muda é retirada do tubete e está pronta para ser plantada (LANDELL, CAMPANA & FIGUEIREDO, 2012).

Sistema Plene

Trata-se de um nó do colmo provido de uma gema com cerca de 3 centímetros de altura, a qual é tratada quimicamente para que tenha capacidade de gerar a planta e para que fique resistente a ataques de fungos e insetos (BENDER, 2012).

4.1.2. Preparo de Solo

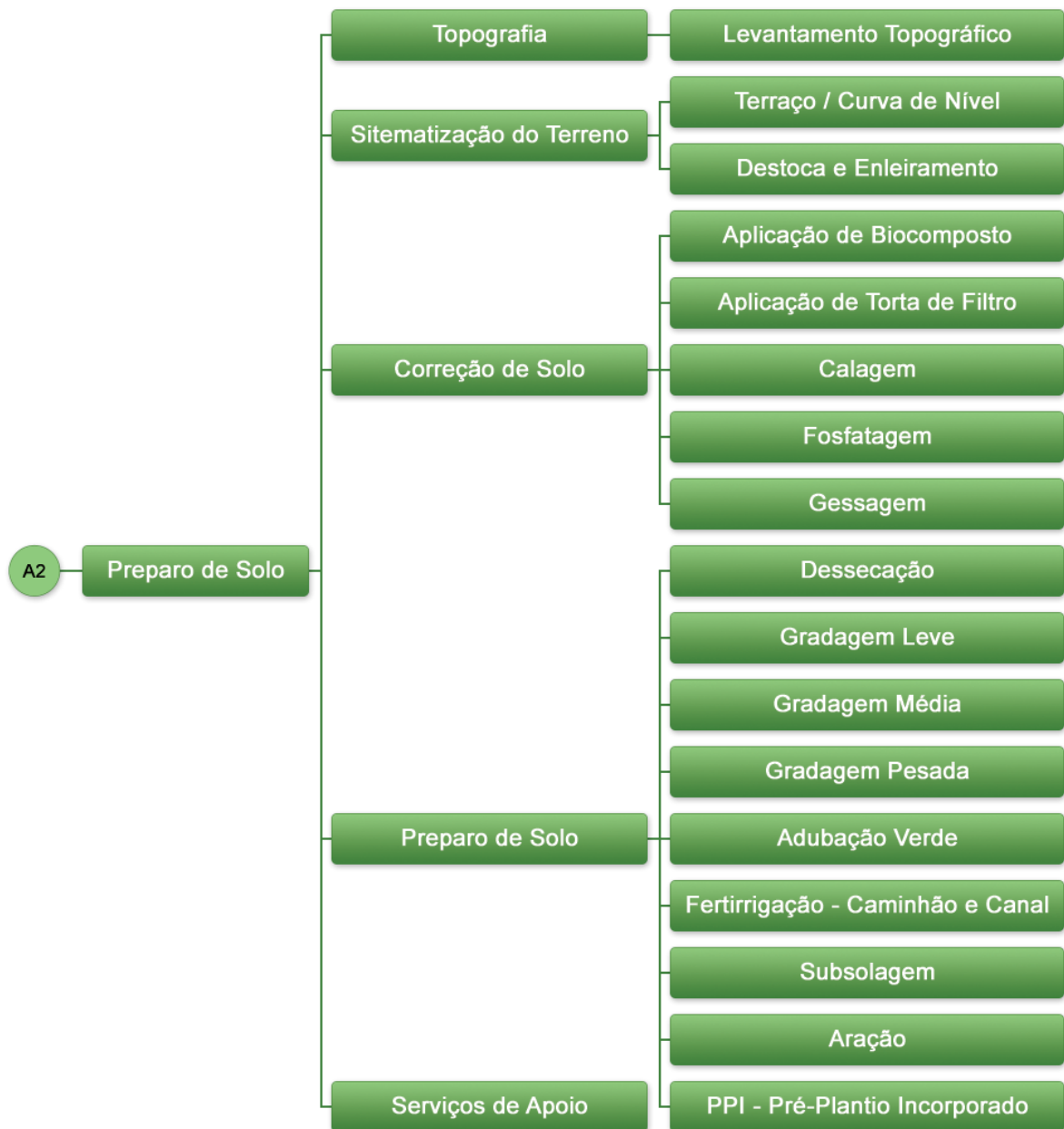


Figura 05: Estrutura do Preparo de Solo.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

4.1.2.1. Topografia



Figura 06: Estrutura do Preparo de Solo - Topografia.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

É o método para planejar uma área de terra limitada, com a finalidade de conhecer sua forma quanto ao contorno e ao relevo, sua orientação, sem levar em consideração a curvatura da terra (VEIGA, ZANETTI & FAGGION, 2012).

Utilizando-se de GPS, a topografia tem como finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre. O objetivo principal é efetuar o levantamento que permita representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. Às operações efetuadas em campo, com o objetivo de coletar dados para a posterior representação, na área de pagamento de arrendatários, o que se denomina levantamento topográfico.

O setor de topografia normalmente também desempenha a agricultura de precisão, que é uma prática agrícola na qual se utiliza de tecnologia de informação baseada no princípio da variabilidade do solo e clima. A partir de dados específicos de áreas geograficamente referenciadas, implanta-se o processo de automação agrícola.

4.1.2.1.1. Levantamento Topográfico

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A esses pontos se relacionam os pontos de detalhes, visando à sua exata representação planimétrica, numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica, por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados (NBR 13133). Pode avaliar também sua declividade, acessos, benfeitorias, linhas de transmissão de energia e telefonia, fragmentos de mata, APP e outros.

4.1.2.2. Sistematização do Terreno



Figura 06: Estrutura do Preparo de Solo – Sistematização do Terreno.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

É um conjunto de atividades para adequação do terreno visando, principalmente, a conservação do solo e objetivando um melhor rendimento de logística no processo de colheita mecanizada, como a criação de estradas e carregadores. Executa as delimitações de APP, fragmentos de mata, linhas de transmissão, terraços / curvas de nível e carregadores. Inclui limpeza do terreno, como a retirada de possíveis obstáculos, que possam dificultar as atividades posteriores (USINAS, 2016).

4.1.2.2.1. Terraço / Curva de Nível

Terraços ou curvas de nível tem a finalidade de reter e infiltrar, ou escoar lentamente, as águas provenientes da parcela do lançante imediatamente superior, de forma a minimizar o poder erosivo das enxurradas cortando o declive. Permite a contenção das enxurradas, forçando a absorção da água da chuva pelo solo, ou a drenagem lenta e segura do excesso de água.

Cada terraço protege a faixa que está logo abaixo dele, ao receber as águas da faixa que está acima. O terraço pode reduzir as perdas de solo até 80% e de água em até 100%, desde que seja criteriosamente planejado, executado e conservado (USINAS, 2016).

4.1.2.2.2. Destoca e Enleiramento

Se a contratação de novas áreas para o plantio da lavoura de cana-de-açúcar for necessária, será preciso promover a remoção e limpeza da vegetação pré-existente e restos da cultura anterior e deixar o terreno limpo, em condições apropriadas para a implantação da cultura. Realiza-se a destoca através de lâminas ou pás de acordo com a situação encontrada.

O enleiramento é a junção da massa vegetal proveniente da destoca em leiras a fim de ocupar a menor área possível no talhão para recolhimento posterior (USINAS, 2016).

4.1.2.3. Correção de Solo

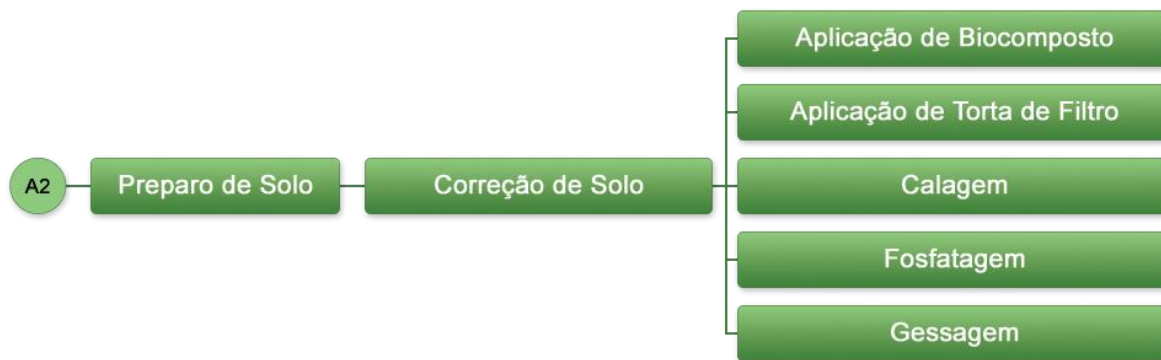


Figura 07: Estrutura do Preparo de Solo - Correção de Solo.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Correção de solo é feita para nutrir as deficiências do solo com a aplicação de calcário e gesso, sempre lembrando que a dosagem incorreta pode afetar na correção, prejudicando a produção.

O uso de corretivos é fundamental para a melhoria da fertilidade do solo e dos ambientes de produção para a cana-de-açúcar. Considera-se como práticas corretivas o uso do calcário para corrigir a acidez, o uso do gesso para diminuir a atividade do alumínio e acrescentar cálcio em profundidade, e a fosfatagem, que adiciona fósforo em área total para aumentar o teor de fósforo em solos muito pobres desse elemento (USINAS, 2016).

4.1.2.3.1. Aplicação de Torta de Filtro

A torta de filtro é um resíduo da indústria sucroalcooleira, proveniente da filtração do caldo extraído das moendas no filtro rotativo e utilizada como fertilizante, sendo uma rica fonte de nutrientes. Ela traz benefícios físicos, químicos e biológicos para o solo.

A concentração da torta de filtro é constituída de 1,2 a 1,8% de fósforo e cerca de 70% de umidade, que é importante para garantir a brotação da cana em plantios feitos em épocas de inverno nas regiões Sul e Sudeste. A torta também apresenta alto teor de cálcio e consideráveis quantidades de micronutrientes.

A aplicação de torta de filtro em área total, no sulco ou nas entrelinhas da cana-soca é uma prática usual, facilitada pelo desenvolvimento de implementos próprios, como carretas para aplicação e, mais recentemente, devido ao desenvolvimento de plantadeiras mecanizadas com compartimento para a torta. Sua

aplicação está condicionada a um raio economicamente ótimo de aplicação (USINAS, 2016).

4.1.2.3.2. Calagem

É uma prática agrícola que consiste na aplicação de calcário para combater a acidez e corrigir o pH do solo. A calagem é composta por cálcio e magnésio que reagem com o alumínio, fazendo-o precipitar. O alumínio é tóxico para as plantas. É aplicado de maneira mecanizada, utilizando-se um trator com implemento denominado “Esparramador de calcário”.

Por todos esses efeitos, a calagem é a prática mais econômica que garante aumentos na produtividade e longevidade do canavial.

Para que haja boa incorporação e homogeneização, a calagem deve ser feita no preparo de solo. Para a cana-de-açúcar, deve-se dar preferência para a incorporação profunda, com arado de aiveca, para garantir o máximo aprofundamento do sistema radicular.

Por possuir efeito residual, a calagem pode ser rateada e aplicada a cada dois anos. As quantidades a serem utilizadas são provenientes de resultado de análise do solo (USINAS, 2016).

4.1.2.3.3. Fosfatagem

A fosfatagem é a aplicação de fosfato natural ou termofosfato a lanço e incorporado ao solo por implemento com a capacidade de misturar de forma uniforme o produto o mais profundo possível.

A preocupação com a qualidade da incorporação do fosfato é de fundamental importância para o enraizamento adequado das plantas.

A distribuição uniforme permite um contato íntimo entre as partículas finas do fosfato e os componentes do solo, promovendo a sua solubilização e disponibilização para as plantas e, conseqüentemente, promove uma ocupação adequada das raízes no perfil do solo. A quantidade a ser aplicada é proveniente do resultado de análise do solo (USINAS, 2016).

4.1.2.3.4. Gessagem

A aplicação de gesso como condicionador de solo, reduz a saturação de alumínio e aumenta a quantidade de cálcio e enxofre nas camadas abaixo dos 20

cm de profundidade, melhorando o ambiente de solo e propiciando o desenvolvimento radicular em camadas mais profundas. Isto faz com que as raízes tenham acesso ao maior volume de água e nutrientes e, conseqüentemente, maior produtividade. A quantidade a ser aplicada é proveniente do resultado de análise de solo e pode ser aplicado a cada dois anos (USINAS, 2016).

4.1.2.4. Preparo do Solo



Figura 08: Estrutura do Preparo de Solo.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Consiste em todas as operações envolvidas para deixar o terreno propício para as próximas atividades, como plantio e colheita. O preparo do solo tem o objetivo de melhorar as condições físicas e químicas para garantir a brotação, o crescimento radicular e o estabelecimento da cultura. Visa atenuar ou eliminar os seguintes fatores:

- a) físicos: compactação, adensamento e encharcamento;
- b) químicos: baixo teor de nutrientes, elevados teores de alumínio (Al), manganês (Mn) e sais de sódio (Na) e;
- c) biológicos: nematóides, cupins, entre outros. Durante o preparo do solo deve-se atentar para a conservação do solo, prevendo a execução de terraços e

medidas que evitem as perdas de solo por erosão e escoamento superficial de água.

O preparo visa também contribuir com o controle de plantas daninhas e de algumas pragas de solo.

A escolha do sistema de preparo dependerá do adequado diagnóstico dos fatores limitantes ao desenvolvimento radicular. Dependendo das condições de talhão, pode-se optar pelo sistema convencional de preparo do solo, pelo cultivo mínimo ou pelo plantio direto (USINAS, 2016).

4.1.2.4.1. Dessecação

Com as novas tecnologias de preparo de solo, com a redução significativa do revolvimento do solo e a formação de cobertura morta, a qual pode ser constituída por restos vegetais das culturas ou por adubação verde, o uso de herbicida (dessecação) é indispensável para o manejo de plantas daninhas antes do preparo do solo ou do plantio. Além de diminuir drasticamente as possíveis remanescentes de ervas daninhas para o futuro (USINAS, 2016).

4.1.2.4.2. Gradagem Leve

A gradagem leve ou niveladora prepara o solo destorroando, nivelando e eliminando restos de vegetais. Por terem os discos mais próximos um dos outros, a grade niveladora consegue reduzir o tamanho dos torrões ou picar com maior eficiência os restos vegetativos e incorporá-los ao solo, garantindo definitivamente a sua eliminação (USINAS, 2016).

4.1.2.4.3. Gradagem Média

As grades intermediárias ou médias podem ser usadas após aplicação da grade pesada ou diretamente em solos com texturas médias ou arenosas na destruição de restos de culturas. Ela é utilizada quando há torrões grandes e massa vegetal na área. Sua profundidade de trabalho é um pouco maior do que a grade leve e, sendo assim, movimenta uma camada mais profunda de solo (USINAS, 2016).

4.1.2.4.4. Gradagem Pesada

A gradagem pesada é usada para uma aração mais profunda. Em caso de reforma do canavial, tem a finalidade de destruir as soqueiras da cana e incorporar ao solo restos culturais, descompactando camadas superficiais do solo (USINAS, 2016).

4.1.2.4.5. Adubação Verde

A adubação verde é uma prática utilizada para a fertilização do solo durante a reforma do canavial, que consiste no cultivo de determinada planta, normalmente uma leguminosa ou gramínea, com a finalidade da ciclagem de nutrientes, incorporação de material orgânico, fixação de nitrogênio, interrupção dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas e proteger da erosão e lixiviação provocadas pelas chuvas.

Depois de um determinado período, ela é cortada e incorporada ao solo ou dessecada, promovendo assim o seu enriquecimento com a matéria orgânica e nutrientes, principalmente, com o Nitrogênio (USINAS, 2016).

4.1.2.4.6. Fertirrigação - Caminhão e Canal

Técnica utilizada para levar nutrientes através da água. Usinas de cana-de-açúcar utilizam a vinhaça que é rica em nutrientes, sendo o potássio em maior quantidade.

De maneira geral, o uso da fertirrigação (vinhaça) busca um ganho maior de produtividade e redução no uso de fertilizantes químicos.

O uso controlado é uma boa prática na cultura da cana do ponto de vista ambiental e produtivo, pois permite a total reciclagem do resíduo industrial, aumentando a fertilidade de solo, redução da captação de água para irrigação, redução do uso de fertilizantes e custos decorrentes.

O transporte desse adubo líquido é feito através de caminhões ou canais (USINAS, 2016).

4.1.2.4.7. Subsolação

Operação empregada no preparo do solo, que tem por objetivo romper as camadas compactadas do solo, estejam elas na superfície ou mais profundas (abaixo de 30 cm). Por se tratar de uma operação pesada, com grande gasto energético e exigência de torque, usualmente utiliza tratores de alta potência.

Ajuda a promover o crescimento das raízes, a retenção de água e dos nutrientes, além de contribuir para a redução do escoamento superficial e o aumento da produtividade do canavial.

A técnica de subsolagem é muito importante quando se pensa em plantio direto. A quantidade de terra movimentada é muito menor, porém sua ação é mais profunda (USINAS, 2016).

4.1.2.4.8. Aração

É o processo de revolver o solo com um arado, equipamento tracionado. Sua principal finalidade é descompactar a terra para um melhor desenvolvimento do sistema radicular da planta. Expõe o subsolo à ação do sol, ajudando a aumentar a temperatura. Outra função é enterrar restos de culturas agrícolas anteriores ou ervas daninhas remanescentes. Melhora ainda a infiltração de água no solo (USINAS, 2016).

4.1.2.4.9. PPI - Pré-Plantio Incorporado

Técnica que emprega moléculas de herbicidas seletivos aplicados ao solo e incorporados antes do plantio da cultura. Essa técnica visa atingir as sementes das plantas daninhas, o que pode reduzir a incidência de invasoras nas áreas do canavial. Necessitam de bom preparo do solo (sem torrões), boas condições de umidade do solo e possuem efeito residual, o que permite atrasar um pouco a aplicação do herbicida pós-plantio (USINAS, 2016).

4.1.2.5. Serviços de Apoio



Figura 09: Estrutura do Preparo de Solo – Serviços de Apoio.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). Objetivando o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.1.3. Plantio Manual



Figura 08: Estrutura do Plantio Manual.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Muda – Própria / Comprada

A escolha de mudas sadias tem influência durante todo o ciclo da cana-de-açúcar e não se pode esquecer que os talhões são renovados após cinco ou mais anos. Assim, após definir a qual é a variedade mais adaptada a determinada área, é preciso atentar para a utilização de mudas sadias, livres de pragas e doenças (USINAS, 2016).

4.1.3.1. Corte de Mudas

O Corte de Mudas é uma atividade totalmente manual, executado pelos trabalhadores rurais (rurícolas). Nesse processo é realizado a quebra das mudas, com uso do podão, feita com cautela para não ferir as gemas e, dessa maneira, não dificultar a sua brotação (USINAS, 2016).

4.1.3.2. Carregamento de Mudas

O Carregamento de Mudas é uma atividade que utiliza o recurso dos equipamentos Carregadeiras (própria/terceiros) que irão organizar a carga na

carroceria do caminhão de forma a facilitar a distribuição manual. Essa atividade é realizada 24 horas (USINAS, 2016).

4.1.3.3. Transporte de Mudas

O Transporte de Muda é realizado através de caminhões saindo do lugar de corte e levando as mudas até a área do plantio (USINAS, 2016).

4.1.3.4. Distribuição de Mudas

No plantio manual, a distribuição da cana na área é feita através das carregadeiras de cana e a distribuição da cana no sulco de plantio é feita pelos colaboradores (USINAS, 2016).

4.1.3.5. Sulcação / Adubação Mineral

Consiste na abertura de sulcos em uma determinada profundidade para o acomodamento da muda.

A operação de sulcação está relacionada com os seguintes aspectos: espaçamento da cultura, profundidade e largura do sulco para o plantio da cana e, geralmente, os implementos utilizados para a sulcação também são capazes de efetuar a adubação, simultaneamente.

A adubação mineral tem por base a amostra de solo que objetiva sanar as necessidades nutricionais do canavial (USINAS, 2016).

4.1.3.6. Cobrição Mecanizada do Sulco

Após o plantio e a picação da cana é realizada a cobrição através de um implemento conhecido por cobridor, tendo por objetivo cobrir e colocar a muda em contato com o solo e eliminar bolhas de ar para que se tenha uma melhor germinação.

Na mesma operação, normalmente, utiliza-se inseticidas e fungicidas, se for recomendado para a área (USINAS, 2016).

4.1.3.7. Reboque Convencional

Implemento direcionado para o acondicionamento de muda e acoplado em um caminhão ou trator para o transporte da mesma para área de plantio (USINAS, 2016).

4.1.3.8. Manutenção de Carreadores

Atividade desenvolvida pela moto niveladora, consiste na conservação dos carreadores antes e pós-plantio visando eliminar imperfeições do solo e direcionamento das águas de chuva, melhorando as condições dos carreadores para as atividades de campo subsequentes.

Sua importância se dá por fazer parte da malha viária responsável pelo transporte da cana-de-açúcar até a usina (USINAS, 2016).

4.1.3.9. Replântio

Replântio é necessário sempre que a quantidade de falhas do canavial possa interferir negativamente na produtividade agrícola. O replântio é quando se utiliza a muda de outra área gerando todo o custo de transporte da mesma.

O Plantio Quebra é feito quando a muda para o replântio é retirada das touceiras de cana próximas à falha que será replantada (USINAS, 2016).

4.1.3.10. Serviços de Apoio

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). Objetivando o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.1.4. Plantio Mecanizado



Figura 09: Estrutura do Plantio Mecanizado.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Muda – Própria / Comprada

Cana utilizada para a propagação de variedades de cana em campo (USINAS, 2016).

4.1.4.1. Corte Mecanizado de Mudanças

As mudas que alimentam a plantadora devem estar picadas e, por isso, são colhidas mecanicamente com colhedoras.

É uma atividade realizada em conjunto com colhedora de cana (com o kit emborrachado) e o caminhão transbordo (USINAS, 2016).

4.1.4.2. Transbordo de Mudanças

Implemento acoplado em caminhão, onde é depositada a muda cortada pela colhedora (USINAS, 2016).

4.1.4.3. Transporte de Mudanças

Constituído e efetuado por caminhões transbordo até o local de plantio (USINAS, 2016).

4.1.4.4. Plantio Mecanizado

Operação realizada por plantadora ou distribuidora, tendo por objetivo distribuir uma quantidade uniforme de gemas viáveis de cana por metro, além dos fertilizantes e defensivos recomendados (USINAS, 2016).

4.1.4.5. Manutenção de Carreadores

Atividade desenvolvida pela moto niveladora, consiste na conservação dos carreadores antes e pós-plantio visando eliminar imperfeições do solo e direcionamento das águas de chuva, melhorando as condições dos carreadores para as atividades de campo subsequentes.

Sua importância se dá por fazer parte da malha viária responsável pelo transporte da cana-de-açúcar até a usina (USINAS, 2016).

4.1.4.6. Replântio

Replântio é necessário sempre que a quantidade de falhas do canavial pode interferir negativamente na produtividade agrícola.

O replântio é quando se utiliza a muda de outra área gerando todo o custo de transporte da mesma.

Plantio quebra é feito quando a muda para o replântio é retirada das touceiras de cana próximas à falha que será replantada (USINAS, 2016).

4.1.4.7. Serviços de Apoio

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). O objetivo é o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.1.5. Tratos Culturais - Cana Planta



Figura 10: Estrutura dos Tratos Culturais – Cana Planta.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

4.1.5.1. Aplicação de Herbicida Tratorizada

Atividade que tem por objetivo combater plantas daninhas que competem por luz e nutrientes com a cultura. É feita com trator acompanhado de implementos acoplados no terceiro porto ou de arrasto.

Os tipos e momentos de aplicação de um herbicida estão condicionados às características dos produtos e aos estágios de desenvolvimento da planta daninha. Essas duas características conferem à aplicação do produto e ao próprio produto uma classificação importante para as indicações dos procedimentos indicados para o controle do mato, quando se materializa uma recomendação de controle (USINAS, 2016).

4.1.5.2. Aplicação de Herbicida Aérea

De acordo com a ANAC (2008), a atividade aero agrícola consiste em proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura em quaisquer de seus aspectos, mediante ao uso de fertilizantes, semeadura, combate a pragas e a vetores propagadores de doenças, aplicação de herbicidas e desfolhadores, povoamento de águas e quaisquer outras aplicações técnicas e científicas aprovadas (SALVADOR, 2011).

A aplicação aérea de defensivos é uma ferramenta valiosa na agricultura, quando realizada dentro de critérios técnicos bem definidos (SALVADOR, 2011).

A aviação agrícola é uma prática agrônômica utilizada geralmente em áreas de grande extensão ou controle emergencial, para a aplicação de diversos tipos de insumos como: sementes, fertilizantes, defensivos, etc, através da utilização de aeronaves especializadas de asa fixa (aviões) ou de asa móvel (helicópteros), devidamente equipadas com dispositivos especiais para produtos líquidos ou sólidos (OZEKI, 2006).

De acordo com Antuniassi (2007), o momento correto para a realização das aplicações é um fator de fundamental importância, sendo que uma das principais vantagens da aplicação aérea é o grande rendimento operacional das atividades, possibilitando a aplicação de grandes áreas em intervalos de tempo reduzido, sendo eficaz em controles emergenciais. Segundo Araújo (1993), a tecnologia de aplicação aérea apresenta algumas vantagens, entre as quais podem ser citadas: ausência de amassamento da cultura, rapidez da aplicação, melhor aproveitamento das condições climáticas e possibilidade de aplicação no momento oportuno (SALVADOR, 2011).

Para otimizar as aplicações aero agrícolas de defensivos, deve-se analisar o coeficiente de variação dos depósitos sobrepostos. Para isso é preciso obter a faixa total de aplicação (ABNT, 1988), também conhecida como perfil básico da deposição, conforme preconiza a norma ASAE - American Society of Agricultural Engineers S386.2 (ASAE, 1995). Considera-se a faixa total de aplicação um parâmetro básico do planejamento operacional eficiente da aplicação aérea, quando se procede a sobreposição das faixas. Os depósitos dessa faixa devem ser obtidos em condições operacionais bem caracterizadas do avião agrícola (CORRÊA et al, 2004).

Outro aspecto importante a ser considerado é a deriva. Esta é um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e conseqüentemente contaminação ambiental. Estima-se que cerca de 50% dos agrotóxicos são desperdiçados devido às más condições de aplicação (FRIEDRICH, 2004). De acordo com Velloso et al. (1984), Matuo (1990) e Christofolletti (1999), deriva é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação. Miller (1993), define deriva como parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área-alvo, pela ação do vento (SALVADOR, 2011).

Segundo Johnson e Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é essencial para a correta aplicação, sendo o fator principal determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva. No entanto, fatores como altura de lançamento da gota em relação ao alvo, densidade do líquido pulverizado e temperatura do ar também influenciam a deriva, e precisam ser considerados nos programas de redução de deriva (SALVADOR, 2011).

4.1.5.3. Capina Manual

Atividade desenvolvida por mão de obra, em que se utiliza enxada. Ela tem por objetivo a eliminação de plantas daninhas (USINAS, 2016).

4.1.5.4. Capina Química

Essa atividade é basicamente realizada por mão de obra rurícola dependendo do grau de infestação dessas ervas daninhas. Utiliza herbicida em UBV (Ultrabaixo Volume) sem a mistura de água, com o objetivo de combater plantas daninhas em pontos localizados, em pequenas quantidades, em beiradas e carregadores. Essa atividade acontece normalmente em canas de 1º, 2º e 3º cortes (USINAS, 2016).

4.1.5.5. Quebra Lombo

É uma operação que consiste na quebra de sulco na cana-de-açúcar. Ela nivela o sulco e a entrelinha melhorando a colheitabilidade para que a colhedora possa colher com maior velocidade.

Utiliza-se um trator com implemento denominado “quebra-lombo” (USINAS, 2016).

4.1.5.6. Adubação Mecanizada, Manual e Aérea (Cobertura)

Pode ocorrer junto com a operação de quebra lombo ou em uma operação semelhante ao cultivo da cana soca.

Visa o parcelamento de nutrientes para melhor aproveitamento da planta através da menor perda por lixiviação e/ou fixação (USINAS, 2016).

4.1.5.7. Fertirrigação - Caminhão e Canal

Técnica utilizada para levar nutrientes através da água. Usinas de cana-de-açúcar utilizam a vinhaça, que é rica em nutrientes, sendo o potássio em maior quantidade. De maneira geral, o uso da fertirrigação (vinhaça) busca um ganho maior de produtividade e redução no uso de fertilizantes químicos.

O uso controlado é uma boa prática na cultura da cana do ponto de vista ambiental e produtivo, pois permite a total reciclagem do resíduo industrial, aumentando a fertilidade de solo, redução da captação de água para irrigação, redução do uso de fertilizantes e custos decorrentes. O transporte desse adubo líquido é feito através de caminhões ou canais (USINAS, 2016).

4.1.5.8. Irrigação

A produção de cana-de-açúcar no Brasil é realizada praticamente sem o uso de irrigação. Entretanto, seu emprego, ainda que limitado, está aumentando. Isso se deve à crescente demanda pela incorporação de novas áreas de cana no Cerrado do Brasil que tem levado à exploração de regiões com déficits hídricos mais acentuados. O Nordeste também tem procurado melhorar sua produtividade por meio de irrigação. No entanto, tradicionalmente, a cultura da cana-de-açúcar no Brasil não utiliza irrigação, o que é de grande importância na redução de impactos ambientais (não só pelo menor uso da água como também por evitar arraste de nutrientes, resíduos de agrotóxicos, perdas de solo etc.) (FREITAS e FERREIRA, 2013).

Aplicação de água de rios e lagoas nas áreas agrícolas. Requer solicitação de outorga para captação e uso agrícola da água. A cana-de-açúcar plantada em regiões tradicionais não tem problemas com falta ou excesso de água. Somente em áreas de novos plantios é que se faz o uso da irrigação.

Para a cultura da cana, a irrigação pode ser feita de dois modos:

a) Irrigação para produção: o objetivo é aumentar a produtividade da lavoura;

b) Irrigação de salvação ou complementar: visa o uso da água apenas por um período curto ou estágio de cultivo.

Os métodos de irrigação podem ser:

- **Irrigação de superfície:** a água é aplicada de forma concentrada, em sulcos de irrigação abertos paralelamente às fileiras das plantas.

- **Irrigação por aspersão:** a água é aplicada por emissores chamados de aspersores que possuem bocais por onde a água é aspergida sob pressão em forma de uma chuva artificial. Os aspersores são conectados às tubulações de diferentes diâmetros e essas à uma bomba centrífuga responsável pela pressurização do sistema.

- **Irrigação localizada:** a água é aplicada de forma localizada próxima às fileiras das plantas.

O sistema de irrigação mais utilizado é o gotejamento subsuperficial, no qual as linhas gotejadoras são enterradas a uma profundidade de 25 centímetros entre as fileiras duplas das plantas (RONALDO e ANDRADE JR, 2005).

4.1.5.9. Combate às Brocas

Após monitoramento e observação de níveis de infestação das brocas e seu estágio de desenvolvimento, é feita a recomendação de controle químico ou biológico.

Na existência de larvas, o controle recomendado é o químico feito por inseticidas fisiológicos. Na existência de larvas e lagartas no interior da cana, o controle é o biológico feito pela liberação das vespinhas criadas em laboratório chamadas *Cotésia Flavipes*, que ao serem soltas nas canas, entram nos orifícios feitos pela lagarta da broca, onde as destroem.

O dano é causado quando a broca está no estágio de lagarta (USINAS, 2016).

4.1.5.10. Combate às Pragas e Doenças

O monitoramento de campo efetuado por equipes de colaboradores é essencial para identificação e quantificação de pragas e doenças em canaviais. As pragas podem ser combatidas com inseticidas químicos ou biológicos e as doenças, normalmente, não são controladas com produtos aplicados, sendo o manejo varietal ou o arranquio da planta doente a forma mais comum de controle (USINAS, 2016).

4.1.5.11. Manutenção de Carreador

Atividade desenvolvida pela motoniveladora. Ela consiste na conservação dos carreadores antes e pós-plantio visando eliminar imperfeições do solo e direcionamento das águas de chuva, melhorando as condições dos carreadores para as atividades de campo subsequentes.

Sua importância se dá por fazer parte da malha viária responsável pelo transporte da cana-de-açúcar até a usina (USINAS, 2016).

4.1.5.12. Aplicação de Maturadores

Essa atividade é realizada de acordo com a necessidade de colheita. O seu objetivo é aumentar o potencial de ATR da cana e sua aplicação é 100% aérea. Normalmente, é realizada em 60% a 70% da área dependendo das variações de densidade pluviométrica (USINAS, 2016).

4.1.5.13. Serviços de Apoio

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). O objetivo é o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.2. COLHEITA

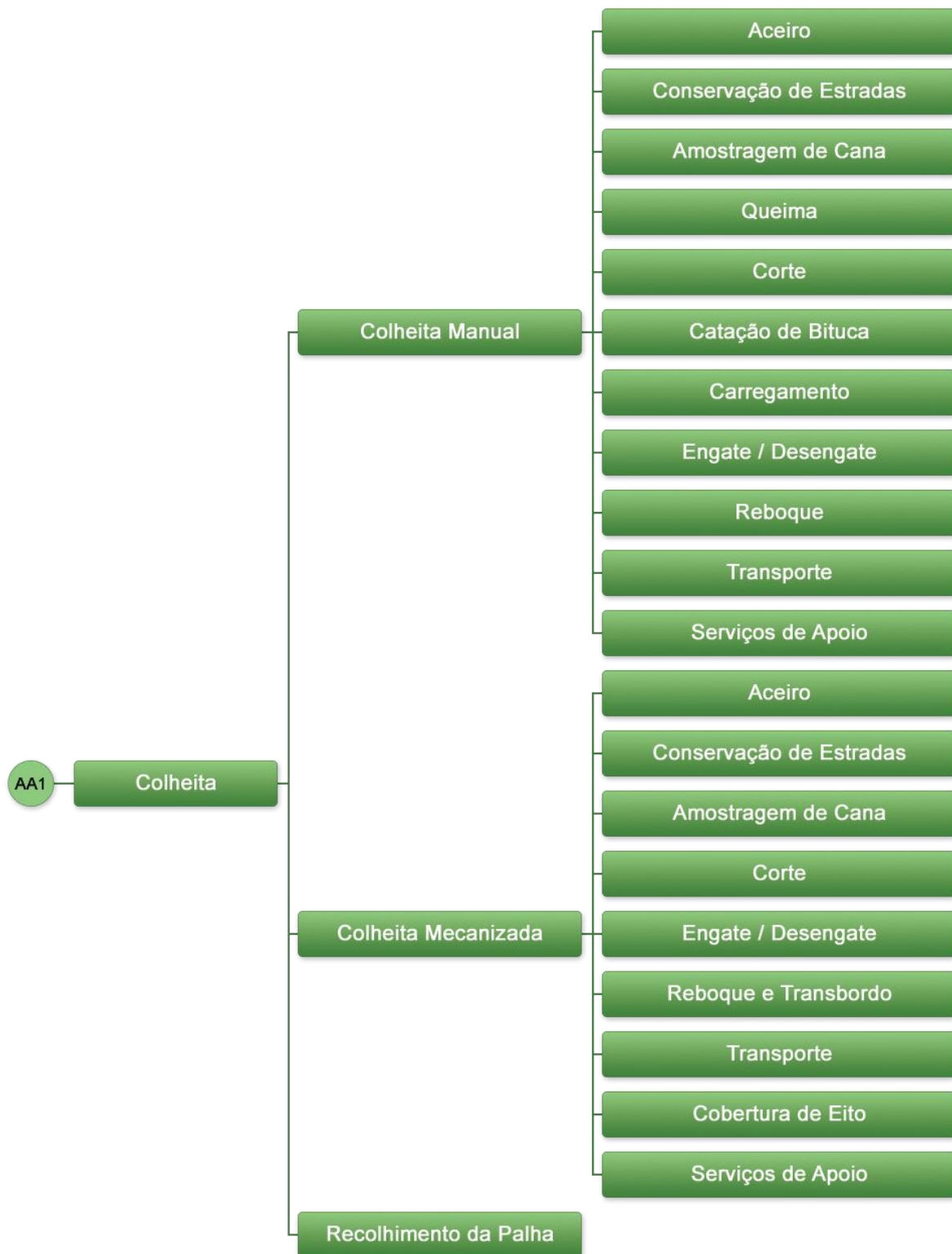


Figura 11: Estrutura da Colheita de Cana-de-açúcar.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

4.2.1. Colheita Manual

4.2.1.1. Aceiro

Operação tratorizada que visa manter as canas para dentro do canavial, evitando que caiam na direção dos carregadores.

Essa atividade é bastante utilizada para impedir a propagação e interrupção de incêndios e também para evitar problemas de trânsito nos canaviais.

É realizado com a utilização de roçadeiras ou grades acopladas a um trator (USINAS, 2016).

4.2.1.2. Conservação de Estradas

Atividade de extrema importância, ela consiste basicamente em manter a estrada em perfeitas condições para o tráfego de transporte da cana-de-açúcar.

Estradas mal conservadas podem ocasionar desgastes excessivos de equipamentos que podem ser recolhidos para manutenção, dessa forma, prejudicando o abastecimento de matéria-prima na indústria (USINAS, 2016).

4.2.1.3. Amostragem de Cana

Após planejamento macro das fazendas e áreas que serão colhidas no período determinado, a amostragem de cana é efetuada para determinação em laboratório da quantidade de açúcares redutores (AR) e totais (ATR) que determinam o grau de maturação e a melhor opção de colheita, respectivamente (USINAS, 2016).

4.2.1.4. Queima

Essa atividade é executada dentro das normas legais vigentes no Código do Meio Ambiente, obedecendo todas as regras. Consiste na queima da palha para melhorar o desempenho do corte de cana-de-açúcar por mão de obra rural.

Com um lança chamas, o fogo é colocado em pontos da cana que vai ser queimada. Tudo para que para que esses pontos sejam incendiados de forma organizada. Tem-se o apoio do caminhão bombeiro, que realiza as manobras para que o fogo seja controlado ou caso haja algum incidente de descontrole do fogo (USINAS, 2016).

4.2.1.5. Corte

O corte é realizado utilizando lâminas cortantes denominadas facões, podões ou folhões. Normalmente, é precedido pela queima, que visa eliminar o excesso de palha para melhorar o rendimento do corte.

O rendimento do corte manual de cana crua é muito baixo, em torno de 2,5 toneladas por homem/dia, e o do corte manual de cana queimada varia de 6 a 13 t homem/dia no Centro-Sul. No Nordeste e Leste do Brasil, o rendimento varia de 5 a 7 t homem/dia. Normalmente, cada trabalhador corta, simultaneamente, 3,5 ou 7 linhas. O mais comum é levar 5 linhas de corte esteirando a cana transversalmente na linha central para evitar problemas com o rastelo da carregadora.

Simultaneamente ou após o corte, pode ser feita a operação de desponte eliminando a ponteira da cana, que apresenta menor teor de sacarose. Quando a cana destinada à fabricação de etanol não é preciso realizar a operação de desponte.

O transporte do material colhido é realizado por animais ou máquinas (USINAS, 2016).

4.2.1.6. Catação de Bituca

Essa atividade é realizada após o carregamento da cana. Consiste na catação das canas que sobraram no campo após o carregamento, com o objetivo de minimizar as perdas do corte.

Os colaboradores jogam a cana em uma carreta, que leva a matéria prima até a moenda da usina (USINAS, 2016).

4.2.1.7. Carregamento

Essa atividade é realizada por carregadeiras que recolhem as canas das leiras e colocando-as de forma ordenada nos caminhões de transporte (USINAS, 2016).

4.2.1.8. Engate / Desengate

Conhecido também por ponto de atrelamento, batedor ou malhador é o local onde os treminhões, Romeu e Julieta ou Rodotrens são desengatados e cada carreta é levada por tratores para ser carregada de cana, retornado ao mesmo local onde será novamente engatada em seus conjuntos (USINAS, 2016).

4.2.1.9. Reboque

O reboque é feito pelo trator, que reboca a carreta que acompanha as carregadeiras na lavoura durante a operação de colheita da cana (USINAS, 2016).

4.2.1.10. Transporte

Meio utilizado para levar a cana do campo para a indústria. Pode ser feito por caminhões chamados de Treminhões, Romeu e Julieta ou Rodotrens.

Treminhões são caminhões toco com mais dois reboques acoplados.

Romeu e Julieta é o mesmo conjunto do treminhão, só que sem a última carreta.

Rodotrens são semirreboques de grande capacidade de carga, formando, normalmente, conjuntos de duas caixas (USINAS, 2016).

4.2.1.11. Serviços de Apoio

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). O objetivo é o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.2.2. Colheita Mecanizada

4.2.2.1. Aceiro

Operação tratorizada que visa manter as canas para dentro do canavial, evitando que caiam na direção dos carregadores. Essa atividade é bastante utilizada para impedir a propagação e interrupção de incêndios e para evitar problemas de trânsito nos canaviais. É realizado com a utilização de roçadeiras ou grades acopladas a um trator (USINAS, 2016).

4.2.2.2. Conservação de Estradas

Atividade de extrema importância, ela consiste basicamente em manter a estrada em perfeitas condições para o tráfego de transporte da cana-de-açúcar.

Estradas mal conservadas podem ocasionar desgastes excessivos de equipamentos, que podem ser recolhidos para manutenção, dessa forma, prejudicando o abastecimento de matéria-prima na indústria (USINAS, 2016).

4.2.2.3. Amostragem de Cana

Após planejamento macro das fazendas e áreas que serão colhidas no período determinado, a amostragem de cana é efetuada para determinação em laboratório da quantidade de açúcares redutores (AR) e totais (ATR), que determinam o grau de maturação e a melhor opção de colheita, respectivamente (USINAS, 2016).

4.2.2.4. Corte

Trata-se da operação mecanizada de colheita da cana realizada por maquinário de alta potência e alto custo de operação.

Nas colhedoras combinadas automotrizes de cana picada, a cana passa por várias etapas dentro da colhedora, desde o momento do corte basal até o carregamento no veículo de transporte (USINAS, 2016).

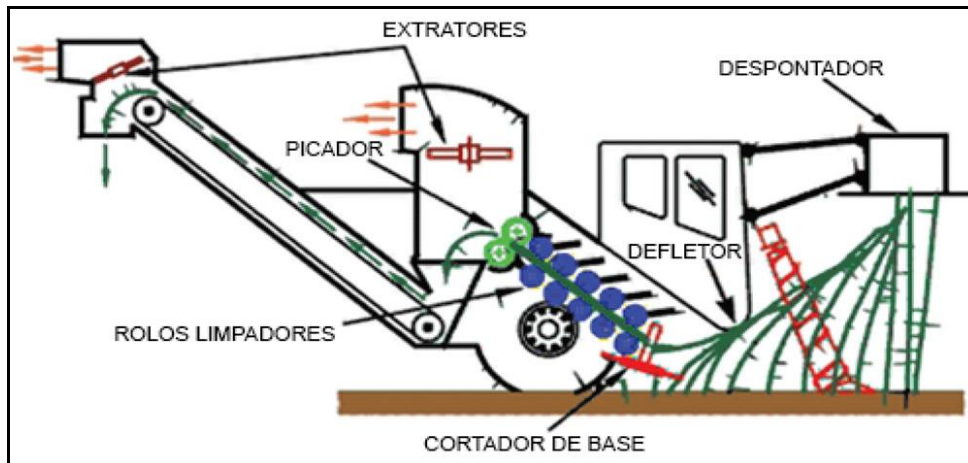


Figura 12: Etapas do Processo de Alimentação da Colhedora de Cana Picada.

Fonte: BRAUNBECK e CORTEZ, 1999.

4.2.2.5. Engate / Desengate

Conhecido também por ponto de atrelamento, batedor ou malhador é o local onde os treminhões, Romeu e Julieta ou Rodotrens são desengatados e cada

carreta é levada por tratores para ser carregada de cana, retornado ao mesmo local onde será novamente engatada em seus conjuntos (USINAS, 2016).

4.2.2.6. Reboque e Transbordo

Trator ou caminhão transbordo é responsável por levar a cana colhida da colhedora até o conjunto de transporte. Movimentadas por pistões, as caixas de transbordo são erguidas e tombadas sobre as carretas de cana (USINAS, 2016).

4.2.2.7. Transporte

Um dos fatores responsável pelo aumento do rendimento e redução do custo de produção é o sincronismo entre a setor agrícola e o industrial no momento da retirada da cana do campo até a chegada à usina. Por isso, há necessidade de se utilizar meios de transportes mais eficientes.

O transporte da cana até a indústria pode ser rodoviário, ferroviário e hidroviário, sendo o primeiro o mais utilizado no Brasil. No sistema rodoviário, dependendo do conjunto utilizado, pode-se transportar de 25 a 60 toneladas de cana por viagem. Para esse fim, são utilizados caminhões com dois eixos, que transportam em média 10 toneladas de cana, e com três eixos, que transportam em média 15 toneladas. (LEONÍDIO, 2010).

4.2.2.8. Abertura de Eito

Essa atividade é realizada no início da colheita pela própria colhedora e tem como objetivo a melhora da operação da colheita ao longo da curva de nível para evitar o pisoteio.

Na curva de nível, colhe-se a primeira rua jogando o transbordo entre a terceira e a quarta linha de cana. Após colher a primeira rua, a colhedora entra na segunda e o transbordo fica entre a quarta e a quinta rua. Na sequência, a colhedora entra na quarta rua e o transbordo fica na primeira e na segunda rua, que já foram colhidas.

O espaçamento entre as linhas, formando as ruas, varia conforme a topografia, a área, o tipo de solo, a variedade de cana, etc., mas, em geral, se mantém uniforme em cada talhão. Essas linhas são agrupadas formando os eitos. Em geral, os eitos são compostos por 5 linhas de cana, mas podem existir eitos de 6, 7 ou 8 ruas. A extensão de cada eito também varia (USINAS, 2016).

4.2.2.9. Serviços de Apoio

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). O objetivo é o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.2.3. Recolhimento da Palha

Colheita da Cana Crua

“O tipo de colheita da cana-de-açúcar pode influenciar a produção e longevidade da cultura, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o meio ambiente e a saúde pública. O sistema de colheita por cana queimada elimina a matéria seca e aumenta a concentração de gás carbônico na atmosfera, contribuindo com o efeito estufa e diminuindo o teor de matéria orgânica no solo. O decreto de Lei Estadual 47.700, de 11 de março de 2003, regulamenta a Lei Estadual 11.241, de 19 de setembro de 2002, que determinou prazos para a eliminação gradativa do emprego do fogo para despalha da cana-de-açúcar nos canaviais paulistas, sendo de grande interesse agrícola e ecológico, estabelecendo prazos, procedimentos, regras e proibições que visam a regulamentar as queimas em práticas agrícolas.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar está cada vez mais presente nos sistemas de produção no Brasil. No sistema de colheita mecanizada sem queima, as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (mulch) denominada palha ou palhada. A quantidade de palhada de canaviais colhidos sem queima varia de 10 a 30 Mg ha⁻¹ (TRIVELIN et al., 1996).

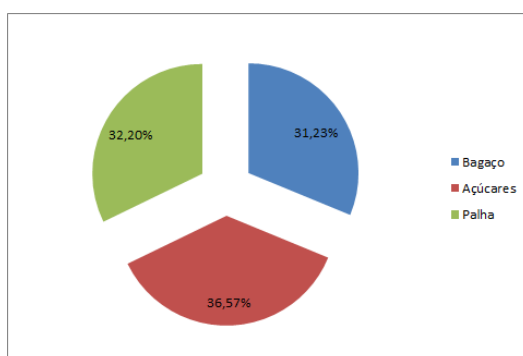
A deposição e a manutenção de palhada sobre a superfície do solo, mesmo contribuindo com a sua conservação, pode causar problemas relacionados ao manejo da cultura (FURLANI NETO et al., 1997). Entre eles podem ser citados dificuldades durante as operações de cultivo e adubação da soca (AUDE et al., 1993), baixa taxa líquida de mineralização de N no período de um ano agrícola (TRIVELIN et al., 1995), dificuldade de execução de controle seletivo de plantas daninhas e aumento das populações de pragas que se abrigam e multiplicam sob a

palhada (MACEDO et al., 2003). Além disso, o grande volume de palha sobre a cana soca dificulta a sua emergência, causando falha na rebrota, especialmente nas variedades melhoradas que foram desenvolvidas num sistema de colheita com queima, que favorecia a maior taxa de emergência da cana soca (VASCONCELOS, 2002).

O sistema de cultivo de cana crua foi desenvolvido com a finalidade de eliminar a queima da cultura, a mobilização superficial dos solos e mantê-los cobertos com restos culturais. Nesse sistema, busca-se a redução da erosão e o aumento do teor de matéria orgânica, que provocam a compactação superficial do solo pelo aumento do tráfego de máquinas, ou seja, aumento da densidade do solo e redução de sua porosidade total, a qual poderá restringir o desenvolvimento radicular das culturas (BLAIR et al., 1998; BLAIR, 2000; VASCONCELOS, 2002).

Vasconcelos (2002), estudando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita, crua mecanizada e queimada manual, verificou que a alteração do sistema de colheita da cana queimada manual para cana crua mecanizada reduz a amplitude térmica do solo, aumenta o teor de água e de matéria orgânica no solo. O elevado tráfego de máquinas e veículos de transbordo causou aumento da densidade do solo até a profundidade de 0,40 m. O efeito de sistemas de colheita de cana-de-açúcar, especialmente utilizando uma forma intermediária de manejo da cana crua mediante o uso de escarificadores na incorporação parcial da palhada, e a consequente repercussão positiva nos atributos físicos do solo, são pouco conhecidos” (SOUZA et al., 2005).

A Palha



Palha – 160Kg c/ 13% de umidade (aprox. 140Kg base seca) ⇔ **487,2Mcal** em energia química (SAMPAIO, 2014).

Figura 13: Potencial Energético da Cana.

Fonte: SAMPAIO, F., Palestra no 7º Congresso Nacional da Bioenergia, 2014.

O Recolhimento

“Apesar do enorme potencial energético disponível com a palha, aproximadamente 140Kg (BS)/t colmo, quase 1/3 do potencial energético da cana, quanto recolher e como recolher requerem conhecimento e tecnologias específicas, considerando:

Quanto recolher? Função do solo, tipo de plantio e clima de cada região, parte da palha deve ser mantida no solo ajudando a manter a sustentabilidade da produção da cana, sendo os principais fatores: erosão e produtividade, estima-se recolhimento não inferior a 50% do disponível! Análise técnica é fundamental!

Como recolher? Existem basicamente duas rotas para esta tarefa:

- Transporte da palha junto com a cana e separação na indústria (SLS).
- Enfardamento da palha ou forrageira” (SAMPAIO, 2014).

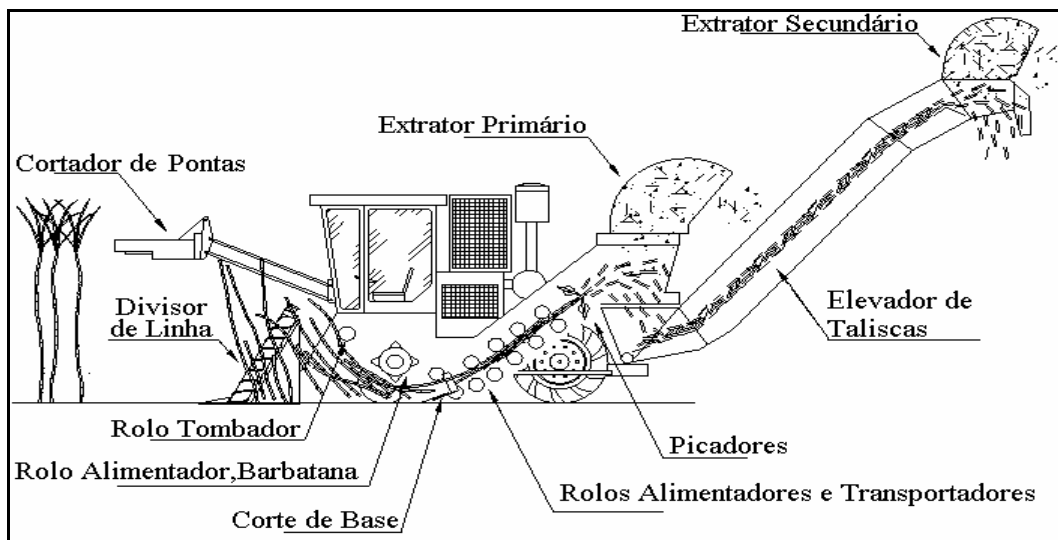


Figura 14: Mecanismo de Extração da Colhedora.

Fonte: SAMPAIO, F., Palestra no 7º Congresso Nacional da Bioenergia, 2014.

Junto com a Cana - Exemplo:

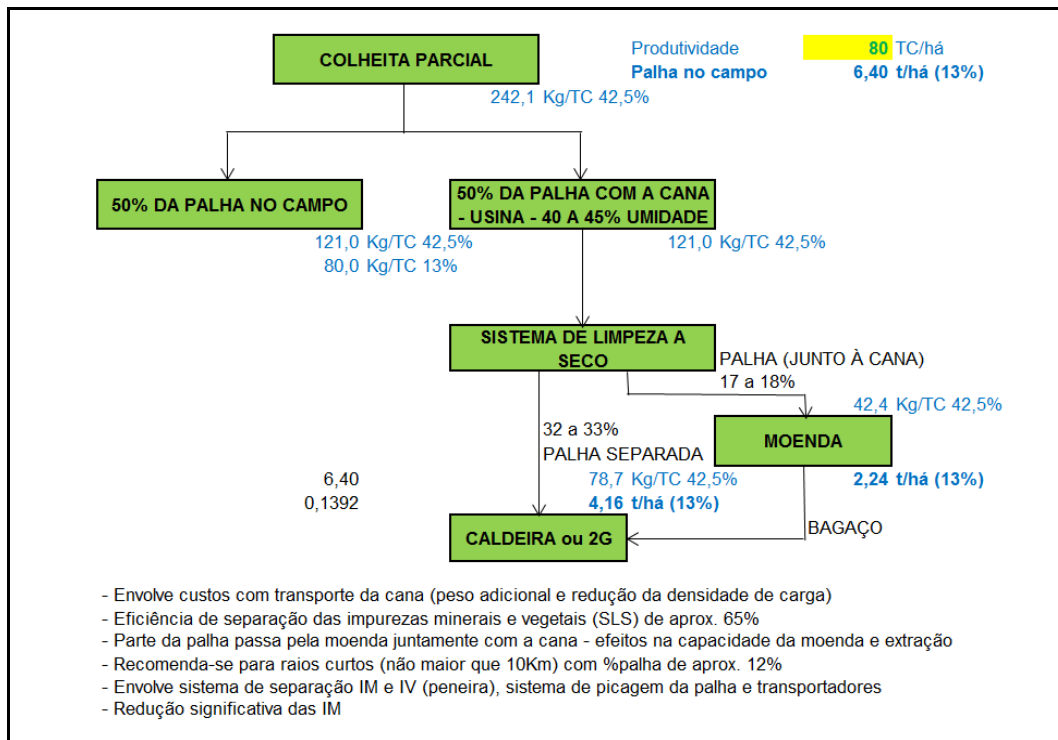


Figura 15: Ilustração Recolhimento Sistema Colheita Parcial.

Fonte: SAMPAIO, F., Palestra no 7º Congresso Nacional da Bioenergia, 2014.

Enfardamento ou Forrageira - Exemplo:

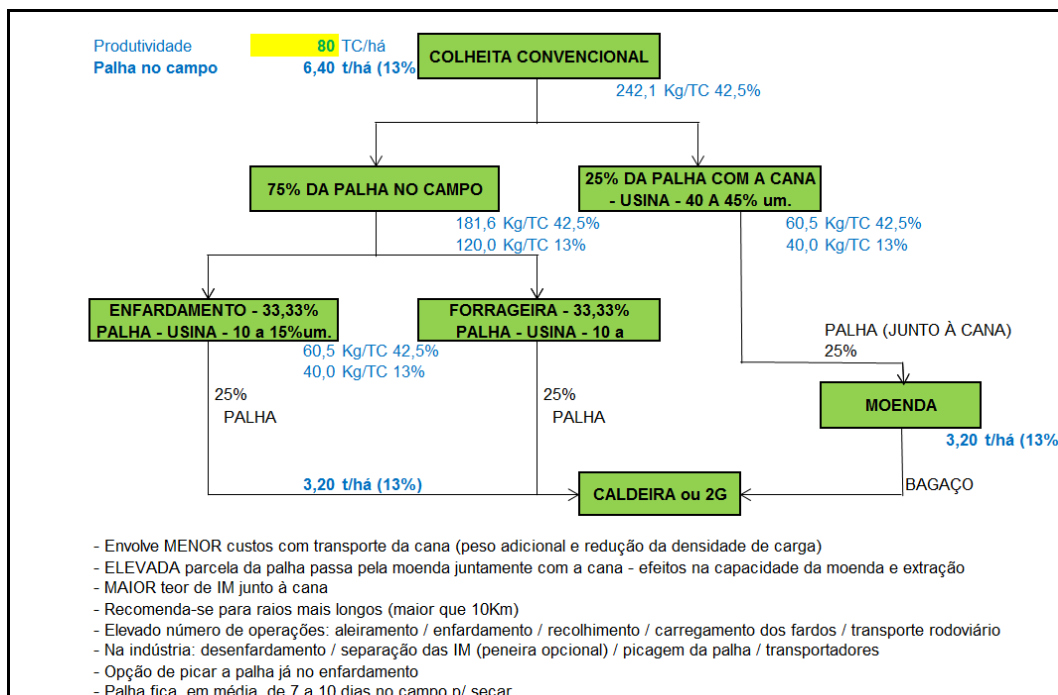


Figura 16: Ilustração Recolhimento Sistema Colheita Convencional.

Fonte: SAMPAIO, F., Palestra no 7º Congresso Nacional da Bioenergia, 2014.

Sistema Misto - Exemplo:

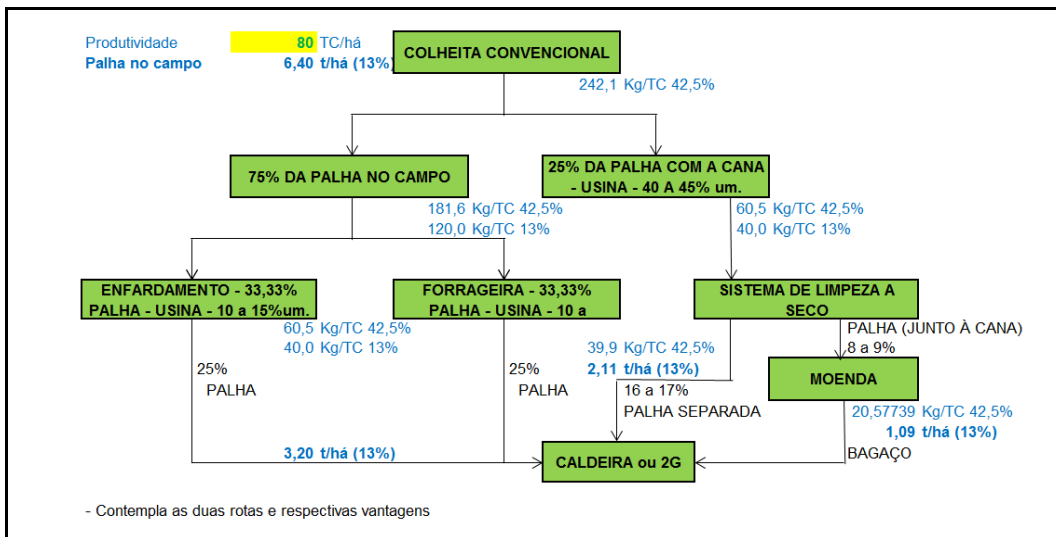


Figura 17: Ilustração Recolhimento Sistema Misto

Fonte: SAMPAIO, F., Palestra no 7º Congresso Nacional da Bioenergia, 2014.

Portanto, na decisão de quanto recolher e como recolher é fundamental uma avaliação técnica prévia, função da localização da unidade, raio médio, tipo de solo, clima, sistematização do solo, técnicas de plantio, impurezas minerais e instalações industriais (SAMPALIO, 2014).

4.3. TRATOS CULTURAIS - CANA SOCA



Figura 18: Estrutura dos Tratos Culturais – Cana Soca.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014

4.3.1. Aplicação de Herbicida Tratorizada

Atividade que tem por objetivo combater plantas daninhas, que competem por luz e nutrientes com a cultura, utilizando um trator acompanhado de implementos acoplados no terceiro ponto ou de arrasto. Os tipos e momentos de aplicação de um herbicida estão condicionados às características dos produtos e aos estágios de desenvolvimento da planta daninha. Essas duas características conferem à aplicação do produto e ao próprio produto uma classificação importante para as indicações dos procedimentos no controle do mato quando há essa recomendação (USINAS, 2016).

4.3.2. Aplicação de Herbicida Aérea

De acordo com a ANAC (2008), a atividade aero agrícola consiste em proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura em quaisquer de seus aspectos, mediante ao uso de fertilizantes, semeadura, combate a pragas e a vetores propagadores de doenças, aplicação de herbicidas e desfolhadores, povoamento de águas e quaisquer outras aplicações técnicas e científicas aprovadas (SALVADOR, 2011).

A aplicação aérea de defensivos é uma ferramenta valiosa na agricultura, quando realizada dentro de critérios técnicos bem definidos (SALVADOR, 2011).

A aviação agrícola é uma prática agrônômica utilizada geralmente em áreas de grande extensão ou controle emergencial, para a aplicação de diversos tipos de insumos como: sementes, fertilizantes, defensivos, etc, através da utilização de aeronaves especializadas de asa fixa (aviões) ou de asa móvel (helicópteros), devidamente equipadas com dispositivos especiais para produtos líquidos ou sólidos (OZEKI, 2006).

De acordo com Antuniassi (2007), o momento correto para a realização das aplicações é um fator de fundamental importância, sendo que uma das principais vantagens da aplicação aérea é o grande rendimento operacional das atividades, possibilitando a aplicação de grandes áreas em intervalos de tempo reduzido, sendo eficaz em controles emergenciais. Segundo Araújo (1993), a tecnologia de aplicação aérea apresenta algumas vantagens, entre as quais podem ser citadas: ausência de amassamento da cultura, rapidez da aplicação, melhor aproveitamento das condições climáticas e possibilidade de aplicação no momento oportuno (SALVADOR, 2011).

Para otimizar as aplicações aero agrícolas de defensivos, deve-se analisar o coeficiente de variação dos depósitos sobrepostos. Para isso é preciso obter a faixa total de aplicação (ABNT, 1988), também conhecida como perfil básico da deposição, conforme preconiza a norma ASAE - American Society of Agricultural Engineers S386.2 (1995). Considera-se a faixa total de aplicação um parâmetro básico do planejamento operacional eficiente da aplicação aérea, quando se procede a sobreposição das faixas. Os depósitos dessa faixa devem ser obtidos em condições operacionais bem caracterizadas do avião agrícola (CORRÊA et al, 2004).

Outro aspecto importante a ser considerado é a deriva. Esta é um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e conseqüentemente contaminação ambiental. Estima-se que cerca de 50% dos agrotóxicos são desperdiçados devido às más condições de aplicação (FRIEDRICH, 2004). De acordo com Velloso et al. (1984), Matuo (1990) e Christofolletti (1999), deriva é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação. Miller (1993) define deriva como parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área-alvo, pela ação do vento (SALVADOR, 2011).

Segundo Johnson e Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é essencial para a correta aplicação, sendo o fator principal determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva. No entanto, fatores como altura de lançamento da gota em relação ao alvo, densidade do líquido pulverizado e temperatura do ar também influenciam a deriva, e precisam ser considerados nos programas de redução de deriva (SALVADOR, 2011).

4.3.3. Aplicação de Nematicida

A aplicação de nematicidas em cana soca deve ser feita sempre que os níveis de infestação estiverem médios ou altos.

Nas soqueiras, são aplicados ao lado da linha de cana ou sobre elas (USINAS, 2016).

4.3.4. Calagem

É uma prática agrícola que consiste na aplicação de calcário no solo para combater a acidez e corrigir o pH. A calagem é composta por cálcio e magnésio que reagem com o alumínio, fazendo-o precipitar. O alumínio é tóxico para as plantas.

A calagem é aplicada de maneira mecanizada, utilizando um trator com implemento denominado Esparramador de Calcário. Por todos os efeitos, a calagem é a prática mais econômica que garante aumentos na produtividade e longevidade do canavial.

Para que haja boa incorporação e homogeneização com o solo, a calagem deve ser feita no preparo do solo. Para a cana-de-açúcar, deve-se dar preferência para a incorporação profunda, com arado de aiveca, que garanta o máximo aprofundamento do sistema radicular. Por possuir efeito residual, a calagem pode ser rateada e aplicada a cada dois anos. As quantidades a serem utilizadas são provenientes de resultado de análise do solo (USINAS, 2016).

4.3.5. Fosfatagem

A fosfatagem é a aplicação de fosfato natural ou termofosfato a lanco e incorporado ao solo por implemento com a capacidade de misturar uniformemente o produto o mais profundo possível.

A preocupação com a qualidade da incorporação do fosfato é de fundamental importância para o enraizamento adequado das plantas. A distribuição uniforme permite um contato íntimo entre as partículas finas do fosfato e os componentes do solo promovendo a sua solubilização e disponibilização para as plantas e, conseqüentemente, promove uma ocupação adequada das raízes no perfil do solo. A quantidade a ser aplicada é proveniente do resultado de análise do solo (USINAS, 2016).

4.3.6. Gessagem

A aplicação de gesso como condicionador de solo reduz a saturação de alumínio e aumenta a quantidade de cálcio e enxofre nas camadas abaixo dos 20 cm de profundidade, melhorando o ambiente de solo e propiciando o desenvolvimento radicular em camadas mais profundas. Isto faz com que as raízes tenham acesso a maior volume de água e nutrientes e, conseqüentemente, maior

produtividade. A quantidade a ser aplicada é proveniente do resultado de análise de solo e pode ser aplicado a cada dois anos (USINAS, 2016).

4.3.7. Capina Química

Essa atividade é basicamente realizada por mão de obra rurícola dependendo do grau de infestação dessas ervas daninhas.

Utiliza herbicidas em UBV (Ultrabaixo Volume), sem a mistura de água, com o objetivo de combater plantas daninhas em pontos localizados, em pequenas quantidades, em beiradas e carregadores. Essa atividade acontece normalmente em canas de 1º, 2º e 3º cortes (USINAS, 2016).

4.3.8. Capina Manual

Atividade desenvolvida por mão de obra, onde se utiliza enxada, tendo por objetivo a eliminação de plantas daninhas (USINAS, 2016).

4.3.9. Cultivo Com e Sem Insumos

Operação tratorizada que visa à descompactação do solo e a aplicação de fertilizantes (principalmente nitrogênio e potássio). Dependendo da fonte de fertilizante nitrogenado utilizada, a aplicação pode ser feita superficialmente ou, no caso dos fertilizantes com alta volatilização, deve ser feita sob o solo.

É realizada utilizando de um equipamento que efetua ao mesmo tempo três operações (por isso, denominada de tríplice operação): a aplicação do fertilizante líquido ou sólido (caso esteja indicado), uma escarificação superficial (10 a 15cm) e o destorroamento dos torrões maiores levantados pelas hastes (USINAS, 2016).

4.3.10. Enleiramento / Aleiramento

Enleiramento de palha é quando se junta a palha de uma ou mais entrelinhas de cana, formando uma leira com volume de palha alternando com uma ou mais linhas sem palha.

Aleiramento de palha é quando se retira a palha da linha de cana e a acumula na entrelinha, tendo como objetivo aumentar a luminosidade na soqueira e evitar a proliferação de cigarrinhas (USINAS, 2016).

4.3.11. Adubação Orgânica

Para a cana, os resíduos das usinas, como a torta de filtro e a vinhaça, são excelentes fontes de fertilizantes orgânicos.

Os compostos formados com essas fontes são também de grande eficiência e podem ser adicionados a outros resíduos, como a cama de frango, palhadas, restos de cultura, dejetos animais, lixo orgânico e lodo de esgoto, desde que não contenham metais (SANTIAGO e ROSSETTO, 2016).

4.3.12. Fertirrigação - Caminhão e Canal

Técnica utilizada para levar nutrientes através da água. Usinas de cana-de-açúcar utilizam a vinhaça, que é rica em nutrientes sendo o potássio em maior quantidade.

De maneira geral, o uso da fertirrigação (vinhaça) busca um ganho maior de produtividade e redução no uso de fertilizantes químicos.

O uso controlado é uma boa prática na cultura da cana do ponto de vista ambiental e produtivo, pois permite a total reciclagem do resíduo industrial, aumentando a fertilidade de solo, redução da captação de água para irrigação, redução do uso de fertilizantes e custos decorrentes.

O transporte desse adubo líquido é feito através de caminhões ou canais (USINAS, 2016).

4.3.13. Irrigação

Aplicação de água de rios e lagoas nas áreas agrícolas. Requer solicitação de outorga para captação e uso agrícola da água. A cana-de-açúcar plantada em regiões tradicionais não tem problemas com falta ou excesso de água, sendo que somente em áreas de novos plantios é que se faz o uso da irrigação.

Para a cultura da cana, a irrigação pode ser feita de dois modos:

- a) **Irrigação para produção:** o objetivo é aumentar a produtividade da lavoura;
- b) **Irrigação de salvação ou complementar:** visa o uso da água apenas por um período curto ou estágio de cultivo.

Os métodos de irrigação podem ser:

- **Irrigação de superfície:** a água é aplicada de forma concentrada, em sulcos de irrigação abertos paralelamente às fileiras das plantas.

- **Irrigação por aspersão:** a água é aplicada por emissores chamados de aspersores, que possuem bocais por onde a água é aspergida sob pressão em forma de uma chuva artificial. Os aspersores são conectados a tubulações de diferentes diâmetros e elas a uma bomba centrífuga, responsável pela pressurização do sistema.

- **Irrigação localizada:** a água é aplicada de forma localizada, próxima às fileiras das plantas.

O sistema de irrigação mais utilizado é o gotejamento subsuperficial, no qual as linhas gotejadoras são enterradas a uma profundidade de 25 centímetros entre as fileiras duplas das plantas (RONALDO e ANDRADE JR, 2005).

4.3.14. Adubação (Cobertura)

Visa suprir as necessidades nutricionais dos canaviais e normalmente é feita na operação de cultivo, podendo ser incorporada ou superficial (USINAS, 2016).

4.3.15. Aplicação Torta de Filtro

A torta de filtro é um resíduo da indústria sucroalcooleira proveniente da filtração do caldo extraído das moendas no filtro rotativo e utilizada como fertilizante, sendo uma rica fonte de nutrientes que traz benefícios físicos, químicos e biológicos para o solo.

A concentração da torta de filtro é constituída de 1,2 a 1,8% de fósforo e cerca de 70% de umidade, que é importante para garantir a brotação da cana em plantios feitos em épocas de inverno nas Regiões Sul e Sudeste. A torta também apresenta alto teor de cálcio e consideráveis quantidades de micronutrientes.

A aplicação de torta de filtro em área total, no sulco ou nas entrelinhas da cana soca é uma prática usual, facilitada pelo desenvolvimento de implementos próprios, como carretas para aplicação e, mais recentemente, devido ao desenvolvimento de plantadeiras mecanizadas com compartimento para a torta. Sua aplicação está condicionada a um raio economicamente ótimo de aplicação (USINAS, 2016).

4.3.16. Combate às Brocas

Após monitoramento e observação de níveis de infestação das brocas e seu estágio de desenvolvimento, é feita a recomendação de controle químico ou biológico.

Na existência de larvas e lagartas no interior da cana, o controle é o biológico feito pela liberação das vespinhas criadas em laboratório chamadas *Cotésia Flavipes*, que ao serem soltas nas canas entram nos orifícios feitos pela lagarta da broca, onde as destroem. O dano é causado quando a broca está no estágio de lagarta (USINAS, 2016).

4.3.17. Combate às Pragas e Doenças

O monitoramento de campo efetuado por equipes de colaboradores é essencial para identificação e quantificação de pragas e doenças em canaviais.

As pragas podem ser combatidas com inseticidas químicos ou biológicos e as doenças, normalmente, não são controladas com produtos aplicados, sendo o manejo varietal ou o arranquio da planta doente a forma mais comum de controle (USINAS, 2016).

4.3.18. Manutenção de Carreador

Atividade desenvolvida pela motoniveladora. Ela consiste na conservação dos carreadores antes e pós-plantio visando eliminar imperfeições do solo e direcionamento das águas de chuva, melhorando as condições dos carreadores para as atividades de campo subsequentes. Sua importância se dá por fazer parte da malha viária responsável pelo transporte da cana-de-açúcar até a usina (USINAS, 2016).

4.3.19. Aplicação de Maturador

Essa atividade é realizada de acordo com a necessidade de colheita. O seu objetivo é aumentar o potencial de ATR da cana, com aplicação 100% aérea. Normalmente, é realizada em 60% a 70% da área, dependendo das variações de densidade pluviométrica (USINAS, 2016).

4.3.20. Serviços de Apoio

O Serviço de Apoio consiste, basicamente, em auxiliar nas operações das atividades relacionadas com a produção da cana-de-açúcar, como no transporte (de equipamentos, de colaboradores, insumos, água, etc.) ou equipamentos (bombeiro, prancha, munck, caminhão oficina, borracheiro, máquinas para conservação de estradas). O objetivo é o melhor desenvolvimento das operações (USINAS, 2016).

4.4. CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS



Figura 18: Conservação de Estradas.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

A conservação de estradas compreende trabalhos permanentes que visam eliminar os efeitos causados pelo próprio tráfego (desgaste) ou pelas condições meteorológicas normais.

Engloba trabalhos correntes, tais como: limpeza de vírgulas e bueiros, panelas, etc. (USINAS, 2016).

5. PRODUÇÃO INDUSTRIAL - ESTRUTURA, CONCEITOS E TERMINOLOGIAS



Figura 19: Estrutura da Produção Industrial.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.1. ADMINISTRAÇÃO INDUSTRIAL

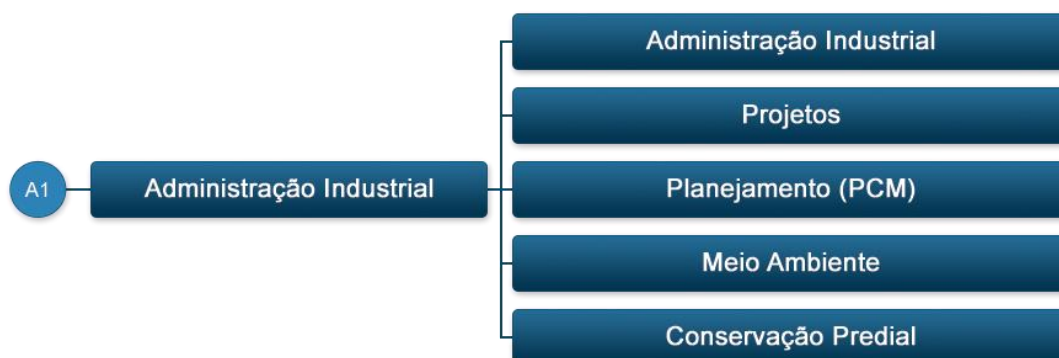


Figura 20: Estrutura da Administração Industrial.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.1.1. Administração Industrial

É a gestão responsável por buscar cada vez mais a redução dos custos operacionais, tomadas de decisões, melhoria das tecnologias e automação da

indústria, atuando também junto aos recursos humanos envolvidos nos processos da produção, tendo sempre como foco uma melhor produtividade (USINAS, 2016).

5.1.2. Projeto

É um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo, recursos e riscos” (ISO 10006, 1997).

5.1.3. Planejamento (PCM)

Neste processo mais conhecido como PCM (Planeamento e Controle de Manutenção), apoiado em software de controle específico, o principal objetivo é buscar o aumento da disponibilidade das máquinas, confiabilidade operacional para a indústria e, claro, a redução de custos de manutenção (USINAS, 2016).

5.1.4. Meio Ambiente

Reunião do que compõe a natureza, o ambiente em que os seres estão inseridos, bem como suas condições ambientais, biológicas, físicas e químicas, tendo em conta a sua relação com os seres, especialmente com o ser humano: a empresa avaliava os impactos da obra para o meio ambiente (DICIO, 2016).

No Brasil existe a PNMA, que é a **Política Nacional do Meio Ambiente**. A PNMA define meio ambiente como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas (SIGNIFICADOS, 2016).

5.1.5 Conservação Predial

É um conjunto de atividades, serviços, que visam assegurar as condições de segurança, confiabilidade e conservação das edificações conforme foram previstas em projeto.

Visa atender aos usuários durante muitos anos, apresentando condições adequadas ao uso a que se destinam, resistindo ao uso e aos agentes que alteram suas propriedades técnicas iniciais (NOUR, 2003).

5.2. PROCESSO DA CANA-DE-AÇÚCAR



Figura 21: Estrutura do Processo da Cana-de-açúcar.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Composição da Cana-de-açúcar

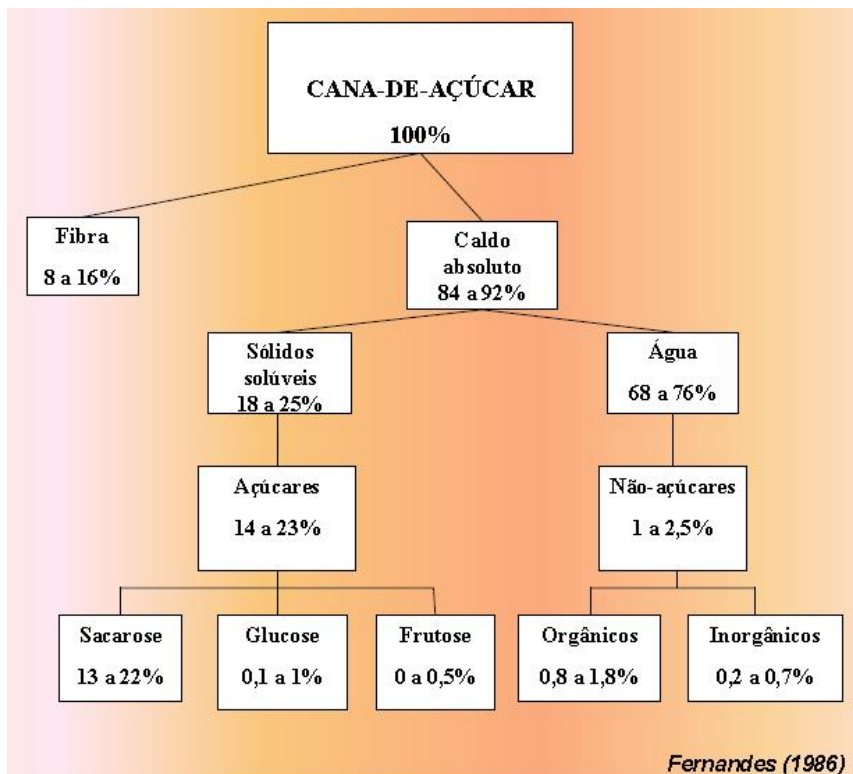


Figura 22: Composição da Cana-de-açúcar.

Fonte: DALBEN, 2014.

5.2.1. Recepção, Preparo e Extração

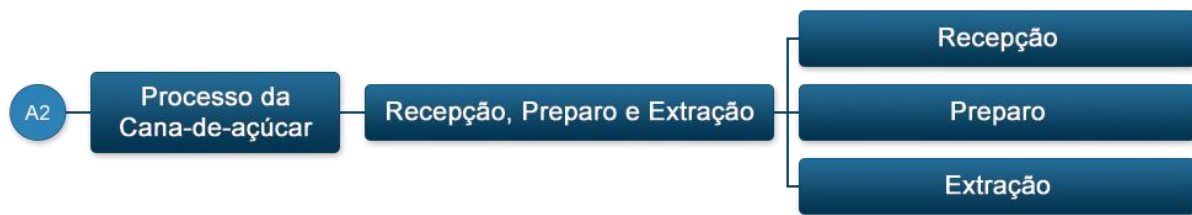


Figura 23: Estrutura do Processo da Cana-de-açúcar – Recepção, Preparo e Extração.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.2.1.1. Recepção

A recepção da cana segue os seguintes procedimentos:

- 1) **Pesagem:** O peso da cana recebida será a diferença entre o peso do veículo antes e depois da descarga da cana. Esse peso é relacionado com a indicação do local da colheita e o número do veículo;
- 2) **Amostragem:** Nesse processo é utilizado um amostrador por sonda horizontal ou vertical. O tubo é introduzido 2m na cana retirando uma amostra que será analisada laboratorialmente para a determinação dos açúcares totais recuperáveis (ATR), ou seja, a quantidade de açúcar que a cana possui;
- 3) **Estocagem:** A estocagem é feita para suprir possíveis faltas por motivo de chuva ou por falha no transporte e também por existir a possibilidade de eventuais quebras e avarias nos silos e nas mesas alimentadoras.
- 4) **Limpeza da cana:** as etapas essenciais na limpeza efetiva da cana colhida manualmente são:
 - Abertura do feixe: Geralmente, esta ação é efetuada por um tambor nivelador situado acima da passagem da cana, formando um colchão de cana de aproximadamente 2 ou 3 colmos de espessura. Essa operação é realizada para garantir uma boa limpeza dos colmos;
 - Remoção de pedras, seixos e areia: A limpeza da cana para retirada dessas impurezas é feita através de banho hidráulico, no qual as pedras, os seixos e a areia, por possuírem maior densidade, vão para o fundo;
 - Lavagem: Nesse processo a cana é lavada em uma esteira por um fluxo turbulento de água eliminando a terra pelas ranhuras da rampa;

- Remoção de impurezas fibrosas: A redução de ponteiros, folhas e raízes é feita por meio de rolos eliminadores de impurezas. A cana colhida mecanicamente segue diretamente para o picador (PAYNE, 1989).

4.1) Limpeza da cana a seco e aproveitamento da palha: a solução para limpeza de cana a seco e aproveitamento da palha é uma inovação tecnológica importante, que entre outros benefícios reduz o consumo de água nas usinas e possibilita a utilização da palha de cana-de-açúcar na geração de energia elétrica.

A finalidade principal da solução para limpeza a seco e aproveitamento de palha é a de separar as impurezas vegetais (palha) e minerais (terra) da cana colhida mecanicamente nas usinas. O novo conceito pode ser aplicado tanto para o processamento da cana inteira (mesas alimentadoras) como picada (descarga direta). Nos dois casos, as impurezas minerais removidas são devolvidas para as lavouras.

Tem como vantagem a economia no uso de água e sustentabilidade, pois vem para substituir efetivamente a lavagem da cana.

Impactos negativos da palha no processo:

- Dificuldade no tratamento de caldo;
- Eventual aumento na cor do açúcar;
- Inibição no processo de fermentação;
- Aumento do custo de Transporte (ainda é questionável)?

Impactos positivos da limpeza a seco:

- Redução dos impactos ambientais;
- Eliminação 100% das queimadas;
- Conservação do solo;
- Utilização de folhas e palhas como biomassa renovável;
- Redução de perdas médias de toletes;
- Economia de diesel das colheitadeiras;
- Redução de impurezas minerais na indústria;
- Ganhos na cogeração, aumentando o potencial de geração de energia elétrica;
- Redução no consumo de potência dos equipamentos;
- Eficiência de remoção de impurezas entre 40% e 70%;
- Adaptável facilmente às mesas existentes;

- Layout compacto;
- Baixo consumo de potência;
- Baixo custo de manutenção e operação;
- Baixo arraste de cana;
- Redução de desgastes;
- Aumento da capacidade de moagem;
- Melhoria na qualidade do caldo clarificado;
- Melhoria no processo fermentativo;
- Melhoria na qualidade do açúcar;
- Aumento da eficiência de recuperação de açúcar (ZANINI, 2016).

Conclui-se que essa tecnologia:

- “- É necessária para as indústrias que buscam eficiência, redução de custos e otimização para cogeração de energia elétrica;
- O retorno do investimento varia entre 1 a 4 safras (dependendo da tecnologia adotada);
- Processo ainda em evolução, por se tratar de novo processo” (Limpeza da Cana a Seco – Tecnologia Empral, 2016).

Problemas causados pelas impurezas vegetais na indústria:

- Aumento da carga e do consumo de potência do picador e desfibrador;
- Redução da capacidade de moagem e da extração;
- Redução do índice de percolação nos difusores de cana;
- Dificuldades no processo de tratamento de caldo;
- Possíveis alterações de cor do açúcar;
- Possíveis inibidores no processo de fermentação;
- Passivo Ambiental (não utilização da palha como combustível) (EMPRAL, 2016).

5.2.1.2. Preparo

O objetivo desta etapa é aumentar a capacidade das moendas através da diminuição do tamanho da cana e rompimento da estrutura dela facilitando a extração do caldo e moagem.

As vantagens da etapa de preparo da cana no desempenho do processo são:

- aumento do rendimento da usina;
- regularidade de alimentação das moendas;

- redução do consumo de energia;
- homogeneização do teor de fibras nas canas;
- redução do desgaste e quebra das moendas.

Os equipamentos necessários para preparação da cana são:

- **Picador:** geralmente, são usados picadores de facas do tipo niveladoras (regulariza e uniformiza a carga de cana) e cortadoras (reduz a massa heterogênea de cana em massa uniforme e homogênea);
- **Desfibrador:** consta de um carter cilindro em fundição provido em seu interior de um rotor com série de martelos oscilantes, que trabalham sobre barras desintegradoras. A cana picada é alimentada no equipamento pela parte superior e é descarregada triturada pela parte inferior (ANDRADE e CASTRO 2006).

5.2.1.3. Extração

A extração do caldo da cana consiste no processo físico de separação da fibra (bagaço), sendo feito, fundamentalmente, por meio de dois processos: **moagem** ou **difusão**.

A **moagem** é um processo de extração do caldo que consiste em fazer a cana passar entre dois rolos, com uma pressão pré-estabelecida aplicada a eles. A moenda deve extrair o caldo, como também produzir bagaço no final do processo. Ele deve ter um grau de umidade que permita sua utilização como combustível nas caldeiras.

A moenda é, normalmente, formada por quatro a sete ternos em série. Após a passagem pelo primeiro desses ternos, a proporção de caldo em relação à fibra cai de, aproximadamente, 7 para algo entre 2 e 2,5, ficando difícil extrair esse caldo residual. O artifício usado é o que se chama de embebição.

A embebição pode ser simples, composta e com recirculação, sendo o tipo composto o mais usado. Nesse caso, água é injetada na camada de cana entre os dois últimos ternos e o caldo de cada terno é injetado antes do terno anterior até o segundo terno. Normalmente, o caldo extraído no primeiro terno é enviado para a fábrica de açúcar (por ser de melhor qualidade) e o restante do caldo vai para a destilaria.

A eficiência de extração de açúcares varia de 94,0% a 97,5% e a umidade final do bagaço é em torno de 50%.

Na difusão, a separação é feita pelo deslocamento da cana desintegrada por um fluxo contracorrente de água.

Com a utilização de difusores obtém-se eficiência de extração na ordem de 98%, contra os 96% conseguidos com a extração por moendas. A desvantagem do uso dos difusores é que eles carregam mais impurezas com o bagaço para as caldeiras, exigindo maior limpeza das mesmas devido à pior qualidade do bagaço (ALCARDE, 2007).

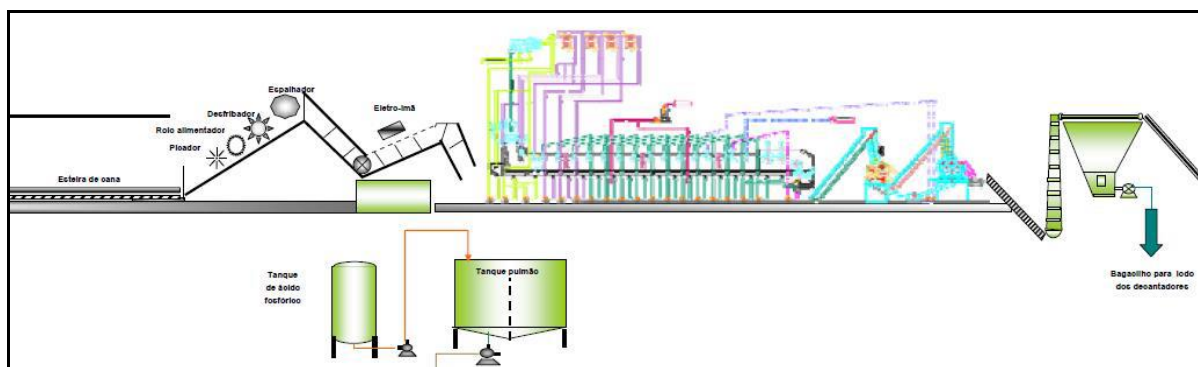


Figura 24: Processo de extração da cana-de-açúcar.

Fonte: ALCARDE, 2007.

5.2.2. Tratamento do Caldo



Figura 25: Estrutura do Processo da Cana-de-açúcar – Tratamento do Caldo.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

O caldo de cana, quando sai do processo de extração, contém uma quantidade de impurezas que tem de ser reduzida para deixá-lo numa qualidade adequada para seu processamento na fábrica de açúcar e na destilaria.

A primeira fase do tratamento é destinada à remoção, por meio de peneiras, dos sólidos insolúveis (areia, argila, bagacilho, etc.), cujos teores variam entre 0,1% e 1,0%.

A segunda fase é o tratamento químico, cujo objetivo é remover as impurezas insolúveis que não foram eliminadas na fase anterior e as impurezas coloidais e solúveis; esse processo visa à coagulação, floculação e precipitação dessas impurezas, que são eliminadas por sedimentação. Ainda é necessário fazer a correção do pH para evitar inversão e decomposição da sacarose (FERNANDES, 2009).

5.2.2.1. Sulfitação - Açúcar Branco

Na fabricação do açúcar, é obrigatória a etapa de sulfitação, que consiste na absorção de SO_2 pelo caldo. Ele reduz seu pH para valores entre 4,0 e 4,4. A sulfitação tem como objetivos principais inibir reações que causam formação de cor, coagulação de coloides solúveis e formação do precipitado CaSO_3 (sulfito de cálcio) e diminuir a viscosidade do caldo e do xarope, massas cozidas e méis, facilitando as operações de evaporação e cozimento (PIVELI, 2006).

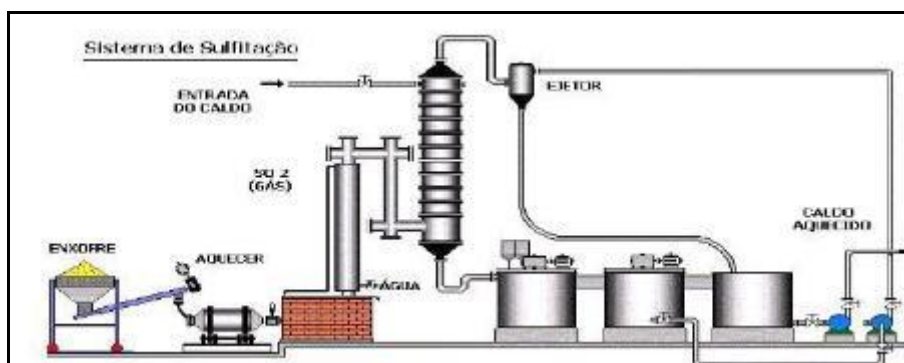


Figura 26: Processo de Sulfitação do Caldo.

Fonte: ARAÚJO, 2007 .

5.2.2.2. Preparo da Cal / Calagem

O tratamento de caldo com leite de cal não somente provoca a floculação e favorece a decantação das impurezas, mas também protege os equipamentos

contra a corrosão. Em relação ao pH a ser alcançado, quanto mais se aproxima de sete, maior é a remoção de nutrientes do caldo e o excesso de cal pode afetar o crescimento da levedura em cultura. O pH do caldo decantado é ideal quando atinge a faixa entre 5,6 e 5,8, pois não provoca remoção significativa de nutrientes e diminui a ação corrosiva do caldo sobre os equipamentos, além de favorecer a redução do número de microrganismos contaminantes.

Partindo-se da cal virgem, junta-se água em quantidade suficiente para não permitir a secagem da massa, deixa-se repousar durante 12 a 24 horas. Em seguida, dilui-se essa massa com água e mede-se a densidade do caldo. Os caldos com densidade superior a 14^o Be passam com dificuldade nas bombas e nos encanamentos. Deve-se usar uma cal virgem com 97 – 98% de óxido de cálcio e 1% de óxido de magnésio. Teores mais elevados de magnésio causam incrustações nos evaporadores.

A calagem é conduzida continuamente pela mistura do leite de cal com o caldo no tanque de calagem, sendo a dosagem automaticamente controlada pelo monitoramento do pH do caldo calado (Adaptado de ALCARDE, 2007).

5.2.2.3. Aquecimento

O caldo sulfitado e caleado segue para os aquecedores (4 aquecedores de cobre), onde atinge temperatura média de 105^o C. Os principais objetivos do aquecimento do caldo são: eliminar microrganismos por esterilização; completar reações químicas e provocar floculação.

Os aquecedores são equipamentos que têm a passagem de caldo no interior dos tubos e a circulação do vapor pelo casco (calandra). O vapor cede calor para o caldo e condensa-se. Os aquecedores podem ser horizontais ou verticais, sendo os primeiros, os mais utilizados (USINAS, 2016).

5.2.2.4. Decantação

Após o aquecimento, o caldo passa pelos balões de flash e entram para os decantadores. Na câmara aquecedora, na entrada do decantador, ele é aquecido e recebe o polímero.

Os principais objetivos da decantação, do ponto de vista prático são: precipitação e coagulação tão completa quanto possível dos colóides; rápida

velocidade de assentamento; máximo volume de lodos e formação de lodos densos; produção de caldo o mais claro possível (USINAS, 2016).

5.2.2.5. Filtração de Lodo

Nesse processo, como o lodo ainda é rico em sacarose, é realizada uma filtração nos filtros rotativos a vácuo para succionar o material líquido, chamado de caldo filtrado que sofrerá novo tratamento de clarificação.

O material sólido retido nas telas dos filtros é denominado torta de filtro. Essa torta é enviada a lavoura como adubo (USINAS, 2016).

5.3. PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

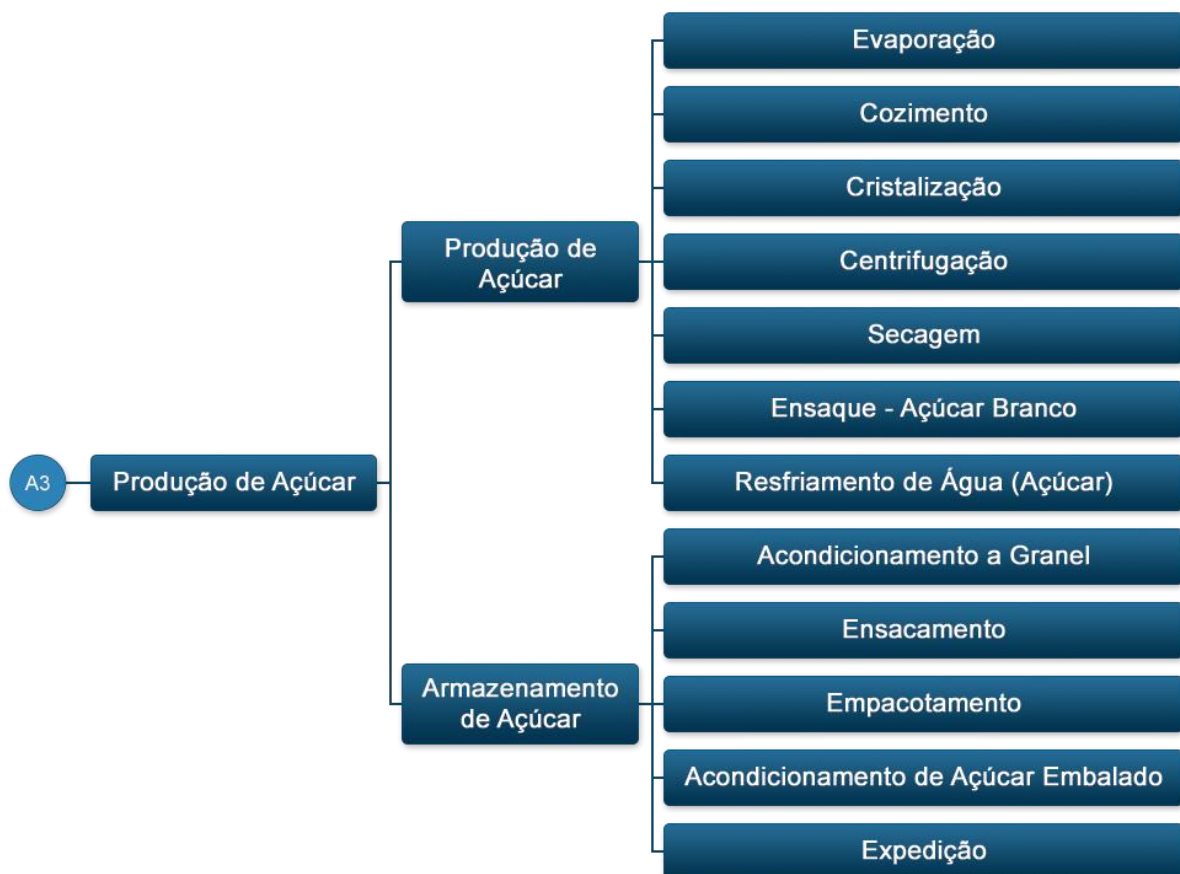


Figura 27: Estrutura da Produção de Açúcar.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.3.1. Produção de Açúcar

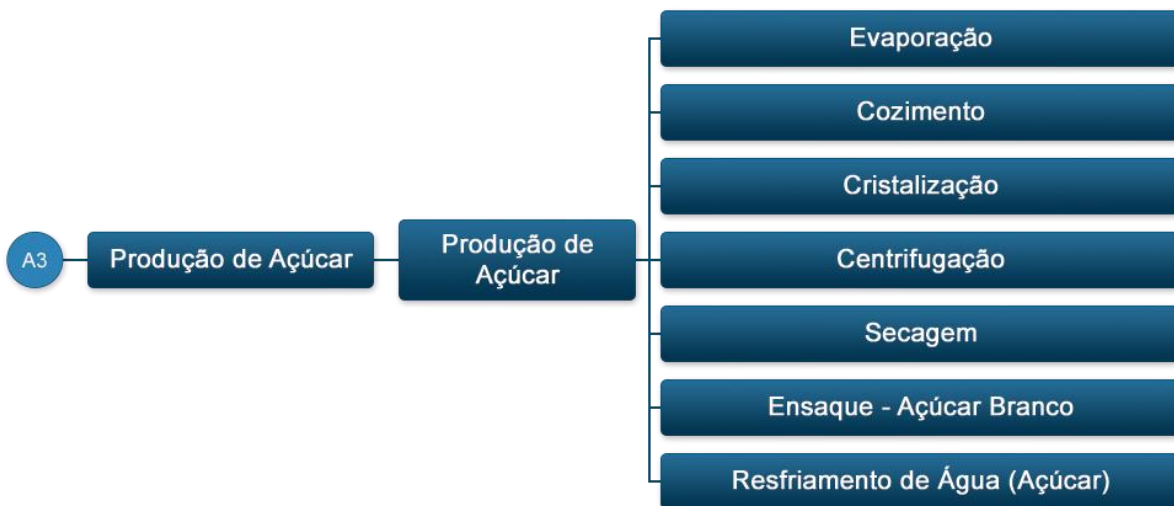


Figura 28: Estrutura da Produção de Açúcar.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

A produção do açúcar envolve etapas que começam ainda na recepção, como a pesagem e amostragem, processo importante para a classificação do produto pela indústria e atribuição de valor para o produtor pela qualidade da cana fornecida (MEZARROBA, MENEGUETTI & GROFF, 2010).

5.3.1.1. Evaporação

O caldo clarificado com aproximadamente 15º Brix, entra em um conjunto de evaporadores de múltiplo efeito para a retirada de maior parte da água, concentrado até cerca de 65º Brix, tomando consistência de um xarope. Este xarope é bombeado aos tachos de cozimento para a cristalização do açúcar (USINAS, 2016).

5.3.1.2. Cozimento

Cozimento A – Os tachos de cozimento são equipamentos que continuam a evaporação do xarope. Eles tornam o meio supersaturado, fornecendo as condições necessárias à cristalização da sacarose. O produto obtido neste cozimento é a massa A. Essa massa A é uma mistura de cristais de açúcar e o seu correspondente licor-mãe (mel), de onde foi obtida a cristalização do açúcar.

Cozimento B – No cozimento B é onde formamos os cristais para o cozimento A. Os tachos de cozimento B recebem do mel A e, por um processo de nucleação, produz-se os pequenos cristais de modo controlado e padronizado. Esse processo é fundamental na qualidade do produto final em que todos os cristais são

induzidos a uma formação conjunta e uniforme, chamada de sementeamento total. A massa B, da mesma forma que a massa A, é uma mistura de cristais de açúcar e o seu correspondente licor-mãe (mel), de onde foram obtidos os cristais. (USINAS, 2016).

5.3.1.3. Cristalização

Os cristalizadores são todos basicamente iguais, providos de um elemento que gira lentamente, uma espécie de parafuso que movimenta a massa e faz com que o açúcar dissolvido no mel entre continuamente em contato com os cristais, aumentando o volume enquanto também se processa o resfriamento. Dependendo da quantidade de massas, os cristalizadores também são empregados em conjunto. Após a cristalização, a massa cozida é centrifugada (ALCARDE, 2007).

5.3.1.4. Centrifugação

A centrifugação é realizada em equipamentos denominados centrifugas automática e ou bateladas e tem por finalidade de fazer a separação física dos cristais da massa e do mel.

O objetivo da centrifugação consiste, basicamente, na separação do melaço que envolve os cristais de açúcar. Sob a força centrífuga, o melaço sai através das perfurações e dirige-se à caixa dos méis.

Centrifugação A – A massa A é um produto que contém cristais de aproximadamente 0,5mm envolvidos numa película de mel. Na centrifugação ocorre a separação do mel. A que irá para os tachos de cozimento B, é o açúcar propriamente dito, que é enviado ao secador de açúcar.

Centrifugação B – A massa B é um produto que contém cristais de aproximadamente 0,2mm e melaço. Na centrifugação, os cristais são separados do mel B (ou melaço) em que o magma (cristais de açúcar B) será utilizado como núcleo para o cozimento A e o melaço é enviado para a fabricação do álcool.

A centrifugação do açúcar é uma etapa fundamental para obtenção de um produto de qualidade. O conhecimento das máquinas, equipamentos e técnicas corretas envolvidas é fundamental para obter dessa operação o máximo de eficácia, qualidade e segurança. As centrífugas podem ser:

- **Em batelada:** É normalmente utilizada na produção de açúcar cristal, demerara e VHP. Nesse processo, ocorre primeiramente a remoção do mel em

excesso, depois a expulsão adicional do mel e, por último, a redução do filme de mel ao redor dos cristais.

- **Contínuas:** Geralmente, é utilizada para açúcares intermediários que são refundidos. Possui a desvantagens de quebrar os cristais de açúcar, produzindo poeiras que passam com o melaço através da tela (Adaptado de PAYNE, 1989).

5.3.1.5. Secagem

Nessa fase, o melaço é enviado para a fabricação de álcool, enquanto o açúcar é destinado ao secador para a retirada da umidade contida nos cristais. O processo de secagem consiste, basicamente, nas etapas de evaporação e resfriamento até a temperatura de ensaque por uma corrente de ar contrária ao deslocamento do açúcar, formada por um ventilador de capacidade adequada.

O ar servido carregado de pó de açúcar é enviado por meio de dutos a um sistema de separação de pó, onde poderá haver perdas de açúcar para a atmosfera.

A temperatura do açúcar na saída dos secadores deve ser mantida, preferencialmente, na faixa de 30 a 40°C para que não ocorra amarelamento e empedramento do açúcar no período de estocagem.

Os secadores mais utilizados são: **Secador de Tambor Rotativo** (Secador Horizontal) e **Secador Vertical de Bandejas** (ANDRADE e CASTRO, 2006).

5.3.1.6. Ensaque - Açúcar Branco

Após a secagem, o açúcar é recolhido a uma moega com fundo afunilado, que o despeja diretamente no saco localizado em cima de uma balança, realizando, portanto, a operação de ensaque e pesagem.

Máquinas industriais de costura realizam o fechamento do saco, geralmente, de 50 kg ou contêineres (big bags) de 1000 kg ou 1200 kg. Depois, o açúcar é estocado em condições adequadas de umidade e temperatura para manter a qualidade do produto (PAYNE, 1989).

5.3.1.7. Resfriamento de Água

Parte da água utilizada para a lavagem das telas dos filtros prensa pode ser utilizada na embebição da moenda em função dos açúcares nela contida. O restante é descartado em canaletas como água residual.

A água residual, normalmente, é incorporada à vinhaça resfriada, sendo, então, utilizada pela área agrícola no processo de fertirrigação dos canaviais (USINAS, 2016).

5.3.2. Armazenamento de Açúcar



Figura 29: Estrutura da Produção de Açúcar - Armazenamento de Açúcar.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.3.2.1. Acondicionamento à Granel

O açúcar, após a secagem, pode ser armazenado a granel temporariamente em silos e depois armazenados em sacos de 50Kg, big bags ou expedidos diretamente dos silos.

5.3.2.2. Ensacamento

Em relação ao armazenamento em sacas as embalagens de 50 a 1.500 kg podem ser encontradas nas usinas.

As sacas de 50 kg, bastante comuns, podem ser de algodão, polietileno e mistura de algodão e polietileno. As embalagens maiores, também conhecidas como *big bag*, são confeccionadas em polietileno e destinam-se ao fornecimento de grandes quantidades para as indústrias de alimentos (doces e refrigerantes).

Os produtos para exportação podem ser acondicionados nesses ou em outros tipos de embalagens, dependendo do produto, do mercado de destino e das finalidades. Assim, no caso do açúcar demerara, utilizam-se sacos plásticos impermeáveis visando a impedir a deterioração do produto, uma vez que o filme de licor-mãe (que envolve os cristais) é higroscópico e possibilita o desenvolvimento de bactérias que podem trazer prejuízos à qualidade do açúcar (MACHADO, 2012).

5.3.2.3. Empacotamento

O açúcar é, então, colocado em sacos ou caixas mediante diversos equipamentos automáticos de embalar e pesar e, depois, distribuído ao mercado (CASTRO, 2011).

Embalagens utilizadas:

- **Cristal branco:**
 - sacas de polipropileno de 50 kg revestidas para os tipos 1 a 4;
 - fardos de papel ou plástico contendo 6 pacotes de 5 kg para os tipos 1 a 3;
 - fardos de papel ou plástico contendo 15 pacotes de 2 kg para os tipos 1 a 3;
 - bags de polipropileno de 1000 a 1500 kg para os tipos 1 a 4.
- **VHP:** a granel.

5.3.2.4. Acondicionamento de Açúcar Embalado

Convém que os sacos empilhados apresentem a menor superfície de exposição possível, por isso, as pilhas altas e grandes são as melhores.

O açúcar armazenado sofre quebra de polarização, e essa pode ser lenta ou gradual (normal) ou rápida (anormal).

A quebra brusca pode ser causada por excesso de umidade (mais comum) e pela presença de muitas impurezas, como açúcares redutores e microrganismos.

5.3.2.5. Expedição

A expedição do açúcar é realizada depois de inspecionados todos os veículos antes do carregamento do açúcar, através do *checklist* de carregamento, o qual contempla: condições gerais da carroceria (conservação, odores, umidade e limpeza) (USINAS, 2016).

5.4. PRODUÇÃO DE ETANOL

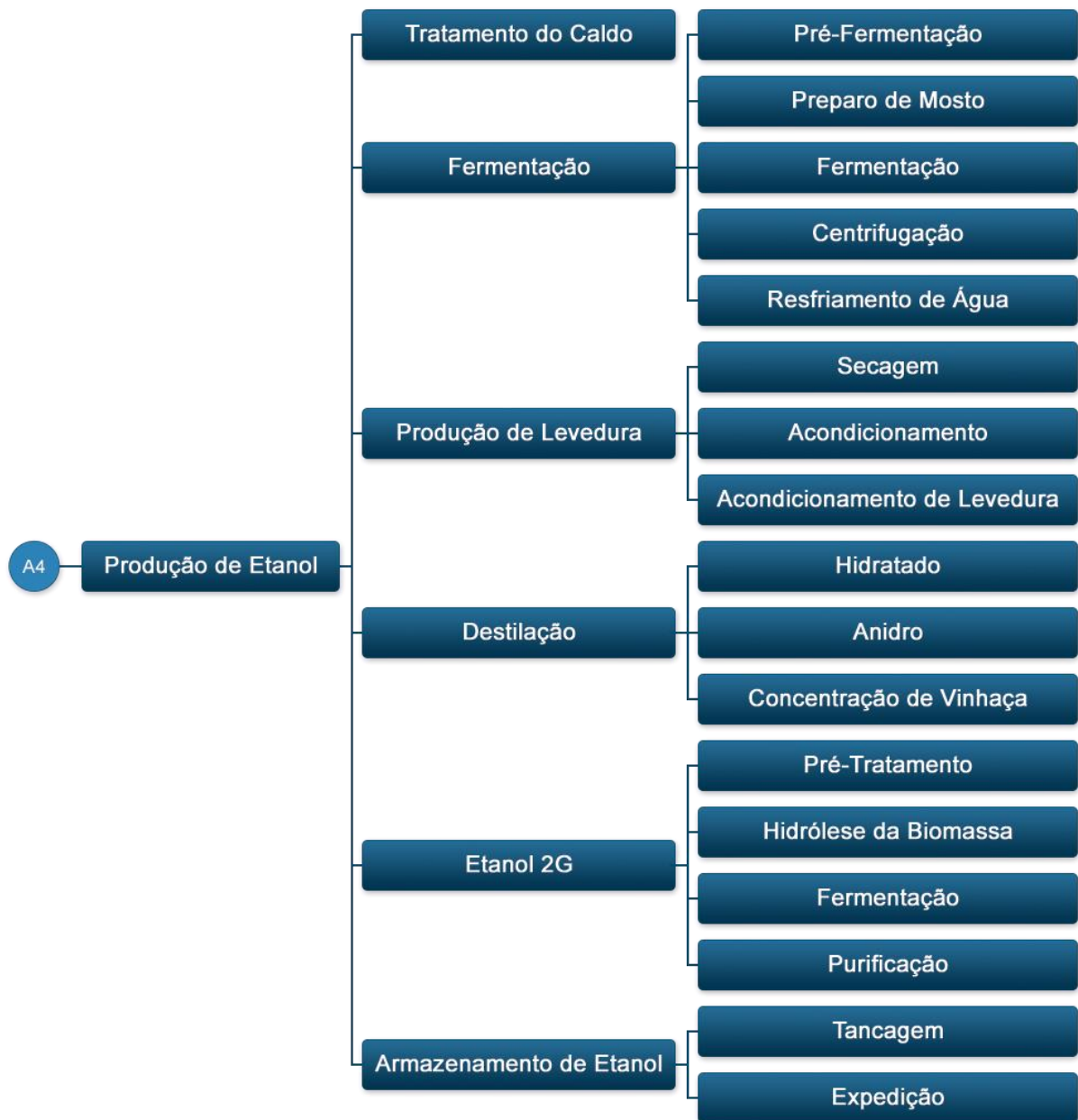


Figura 30: Estrutura da Produção de Etanol.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.4.1. Tratamento do Caldo



Figura 31: Estrutura da Produção de Etanol - Tratamento do Caldo.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Parte do caldo é desviado para tratamento específico para a fabricação de álcool. Esse tratamento consiste em aquecer o caldo a 105°C sem adição de produtos químicos e, após isso, decantá-lo.

Após a decantação, o caldo clarificado irá para a pré-evaporação e o lodo para novo tratamento, semelhante ao que é feito ao lodo do açúcar (USINAS, 2016).

5.4.2. Fermentação

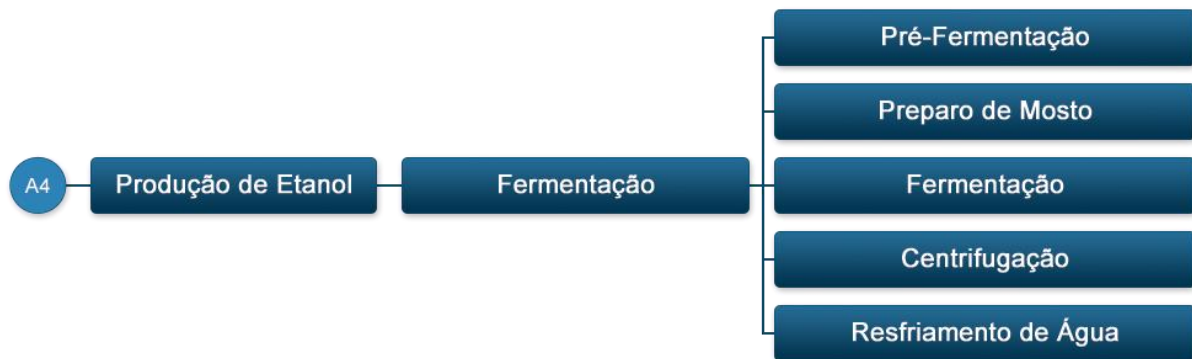


Figura 32: Estrutura da Produção de Etanol - Fermentação.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.4.2.1. Pré-Fermentação

Na pré-fermentação, o caldo é aquecido a 115°C quando evapora a água e é concentrado a 20° Brix. Esse aquecimento favorece a fermentação por fazer uma “esterilização” das bactérias e leveduras selvagens, que concorreriam com a levedura do processo de fermentação (USINAS, 2016).

5.4.2.2. Preparo do Mosto

Mosto é o material fermentescível previamente preparado. O caldo quente que vem do pré-evaporador é resfriado a 30°C em trocadores de calor tipo placas e enviado às dornas de fermentação.

No preparo do mosto, define-se as condições gerais de trabalho para a condução da fermentação como, regulagem da vazão, teor de açúcares e temperatura.

Densímetros, medidores de vazão e controlador de Brix automático monitoram esse processo (USINAS, 2016).

5.4.2.3. Fermentação

A fermentação é contínua e agitada, consistindo em 4 estágios em série, composto de três dornas no primeiro estágio, duas dornas no segundo estágio, uma dorna no terceiro estágio e uma dorna no quarto estágio. Com exceção do primeiro, o restante tem agitador mecânico. As dornas têm capacidade volumétrica de 400.000 litros cada, todas fechadas com recuperação de álcool do gás carbônico.

É na fermentação que ocorre a transformação dos açúcares em etanol, ou seja, do açúcar em álcool. Utiliza-se uma levedura especial para fermentação alcoólica, a *Saccharomyces Uvarum*.

No processo de transformação dos açúcares em etanol há desprendimento de gás carbônico e calor, portanto, é necessário que as dornas sejam fechadas para recuperar o álcool arrastado pelo gás carbônico e o uso de trocadores de calor para manter a temperatura nas condições ideais para as leveduras.

A fermentação é regulada para 28 a 30°C. O mosto fermentado é chamado de vinho. Esse vinho contém cerca de 9,5% de álcool. O tempo de fermentação é de 6 a 8 horas (USINAS, 2016).

5.4.2.4. Centrifugação

Após a fermentação, a levedura é recuperada do processo por centrifugação, em separadores que separam o fermento do vinho. O vinho delevurado irá para os aparelhos de destilação, onde o álcool é separado, concentrado e purificado. O fermento, com uma concentração de aproximadamente 60%, é enviado às cubas de tratamento (USINAS, 2016).

5.4.2.5. Resfriamento de Água

Parte da água utilizada para a lavagem das telas dos filtros prensa pode ser utilizada na embebição da moenda em função dos açúcares nela contida e o restante é descartado em canaletas como água residual.

A água residual normalmente é incorporada à vinhaça resfriada sendo, então, utilizada pela agrícola no processo de fertirrigação dos canaviais (USINAS, 2016).

5.4.3. Produção de Levedura



Figura 33: Estrutura da Produção de Etanol - Produção de Levedura.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Cada litro de álcool produzido deixa como resíduo 30g de levedura (*Sacharomyces cerevisiae*), em base seca, após a fermentação do caldo de cana.

A levedura de cana (*Saccharomyces Cerevisiae*) é um produto totalmente natural, não “Transgênico”, obtido no processo de fermentação da cana-de-açúcar, podendo ter uma significativa importância na alimentação animal (LIMA e CAZARRÉ, 2016).

5.4.3.1. Secagem

Primeiramente, o mosto (cana mais melaço) é fermentado para transformar açúcar em etanol. Esse material é, então, centrifugado e separado em vinho e creme de levedura. Existem variadas formas para a obtenção da levedura seca, dentre as quais se destacam a sangria do leite de levedura, do fundo de dorna e da vinhaça.

Após a obtenção do produto úmido, existem ainda duas técnicas de secagem: por rolos rotativos e, mais recentemente, pela tecnologia “spray-dry”.

O primeiro método é o mais utilizado e consiste na secagem do leite de levedura por meio do contato direto com a superfície aquecida do rolo rotativo, atingindo temperaturas de até 200°C.

Já o segundo processo é constituído pelo bombeamento do leite de levedura em uma câmara de secagem, passando por um cabeçote atomizador que, girando a altíssima rotação, atomiza o leite em pequenas gotículas e, combinado com o fluxo de ar quente, secam instantaneamente.

De maneira geral, elas têm apresentado valores entre 27 e 31% de proteína bruta (LIMA e CAZARRÉ, 2016).

5.4.3.2. Acondicionamento

A levedura seca é recolhida no fundo da câmara, em forma de cone. O produto é descarregado através de uma válvula rotativa, onde está pronto para ser ensacado na forma de pó fino.

É acondicionada em big bags de 800 kg ou sacaria de 25 kg (MUNDO DA CANA, 2009).

5.4.3.3. Armazenamento de Levedura

A levedura produzida é acondicionada no armazém da própria fábrica, onde existem condições ambientais adequadas para a conservação das características do produto, ou seja, um lugar seco, ventilado e livre de pragas.

Os lotes produzidos são empilhados e permanecem fisicamente separados, de acordo com a classificação (USINAS, 2016).

5.4.4. Destilação



Figura 34: Estrutura da Produção de Etanol - Destilação.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.4.4.1. Hidratado

O vinho que vem da fermentação possui, em sua composição, 7º a 10ºGL (% em volume) de álcool, além de outros componentes de natureza líquida, sólida e gasosa.

Dentro dos líquidos, além do álcool, encontra-se a água com teores de 89% a 93%, glicerina, álcoois homólogos superiores, aldeído acético, ácidos succínico e acético, etc., em quantidades bem menores.

Já os sólidos são representados por bagacilho, leveduras e bactérias, açúcares não-fermentescíveis, sais minerais, e outros, e os gasosos, principalmente, pelo CO₂ (Gás Carbônico) e SO₂ (Dióxido de Enxofre).

O álcool presente nesse vinho é recuperado por destilação, processo que se utiliza dos diferentes pontos de ebulição das diversas substâncias voláteis presentes, separando-as.

A operação é realizada com auxílio de colunas, sendo o processo pelo qual se vale da diferença do ponto de ebulição para a separação de um ou mais compostos de uma mistura. Visa separar o álcool etílico volátil que o acompanha no vinho. Quando o vinho é submetido ao processo de destilação, resulta em duas frações, flegma e vinhaça (USINAS, 2016).

Resolução ANP Nº 39 Altera o Nome de Álcool para Etanol

Esta Resolução da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP Nº 39, publicada em 11/12/2009, no Diário Oficial da União, determinou que os postos de todo o Brasil trocassem o nome para etanol em vez de álcool, em todas as bombas, painéis e quaisquer peças visuais referentes ao combustível. Assim, utilizando essa nova nomenclatura “Etanol”, seguiu-se um padrão internacional e ajudou a promover o biocombustível brasileiro.

A medida valeu para o etanol hidratado, utilizado no abastecimento dos veículos *flex* ou nos movidos exclusivamente pelo combustível, diferentemente do etanol anidro, que é misturado à gasolina e não é vendido em bombas.

O texto alterou o parágrafo terceiro do artigo 10 da portaria 116, de 5 de julho de 2000, da ANP, que passou a vigorar com a seguinte redação: "Os revendedores varejistas de combustíveis que comercializarem álcool etílico hidratado combustível ou etanol hidratado combustível deverão exibir na bomba abastecedora de combustível, no painel de preços, e nas demais manifestações visuais, se houver, a denominação "Etanol", devendo, entretanto, ser mantida a nomenclatura de álcool etílico hidratado combustível ou etanol hidratado combustível na documentação fiscal" (ESTADÃO, 2009).

5.4.4.2. Anidro

O princípio de obtenção de álcool anidro via Peneira Molecular consiste em utilizar colunas ou vasos devidamente preenchidos com essa mistura cerâmica, também conhecida por “Resina” ou “Zeólita”, que permitirão, mediante temperatura e pressão controlada, a passagem de álcool hidratado com graduação aproximada de

93% W/W (peso) na fase vapor, através do seu leite, promovendo a adsorção das moléculas de água e liberando o álcool anidro com 99,3 °INPM (USINAS, 2016).

5.4.4.3. Concentração de Vinhaça

A vinhaça é o resultado da destilação do vinho. Sua riqueza alcoólica deve ser nula, porém nela se acumulam todas as substâncias fixas do vinho, bem como uma parte das voláteis.

É direcionada à uma lagoa para armazenamento e distribuída por tubulação para ser utilizada na fertirrigação da cana-de-açúcar (USINAS, 2016).

5.4.5. Produção de Etanol 2G



Figura 35: Estrutura da Produção de Etanol – Etanol 2G.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Para a obtenção do etanol segunda geração através da biomassa é preciso que o bagaço passe por alguns processos, sendo eles: pré-tratamento; hidrólise; fermentação; e purificação, obtendo o produto final (MARTINS et al, 2014).

5.4.5.1. Pré-Tratamento

A conversão da maioria dos materiais lignocelulósicos em álcool a partir da celulose requer pré-tratamento antes da hidrólise. O objetivo do pré-tratamento é remover a hemicelulose e a lignina, reduzir a cristalinidade da celulose e aumentar a porosidade dos materiais; além disso, deve evitar a degradação ou perda de carboidratos e a formação de bioprodutos que possam inibir os microrganismos fermentadores.

Existem diversos tipos de pré-tratamentos, com diferentes rendimentos e efeitos distintos sobre a biomassa e, conseqüente, impacto nas etapas subsequentes (McMILLAN, 1994).

5.4.5.2. Hidrólise da Biomassa

Existem basicamente três técnicas para a obtenção de açúcares fermentescíveis provenientes de materiais lignocelulósicos: hidrólise com ácido concentrado, hidrólise com ácidos diluídos e hidrólise enzimática.

A etapa de hidrólise (sacarificação) tem como objetivo a redução das macromoléculas de celulose e de hemicelulose, através da adição de ácido sulfúrico aos resíduos para que seja feita uma hidrólise ácida ou, por meio da ação de enzimas, hidrólise enzimática para obter açúcares fermentescíveis.

5.4.5.3. Fermentação

Existem dois tipos de fermentação: a fermentação do material lignocelulósico e a fermentação dos carboidratos. Ambos obtidos a partir da hidrólise.

Fermentação Alcoólica dos Carboidratos Obtidos da Hidrólise

Para as glicoses, o processo de fermentação é feito com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Nesse processo obtêm-se dois tipos de açúcares, a glicose e as pentoses. As leveduras fermentam açúcares, produzindo álcool etílico e gás carbônico (CO₂), processo denominado fermentação alcoólica.

Na fermentação alcoólica, as duas moléculas de ácido pirúvico produzidas são convertidas em etanol, com a liberação de duas moléculas de CO₂ e a formação de duas moléculas de ATP.

Fermentação Alcoólica do Material Lignocelulósico, Resultante da Hidrólise

Os materiais lignocelulósicos, quando hidrolisados, produzem hexoses oriundas da celulose que são facilmente fermentadas pelos microrganismos (leveduras).

Já a hidrólise da hemicelulose fornece pentoses (xilose e arabinose), que não são diretamente fermentadas por leveduras industriais convencionais, sendo a biotransformação dessas pentoses em etanol um dos desafios mais importantes a resolver no âmbito científico e tecnológico (ROSSELL, 2000).

5.4.5.4. Purificação

É uma operação que permite a separação de misturas de líquidos em componentes puros, próximos de pureza, e que se realiza a vaporização e

condensação sucessivas à operação em questão. É exequível quando se verifica uma diferença de volatilidade entre os componentes do líquido (RASOVSKY, 2009).

A destilação fracionada ocorre por meio de vaporização e condensações sucessivas através das diferentes volatilidades das substâncias. A alimentação é introduzida no meio da coluna descendo até atingir o refeedor (trocador de calor aquecido por vapor), onde entrará em ebulição. Esse vapor ascenderá à coluna em contracorrente com a alimentação atingindo o condensador onde será liquefeito (RASOVSKY, 2009).

Tronco de Destilação A

É caracterizado pela sobreposição das três colunas descritas a seguir:

Coluna A – conhecida como coluna de esgotamento do vinho, possui de 15 a 20 bandejas produzindo um flegma de 35 a 65° GL e, como subproduto, a vinhaça. Nesta coluna figura III é admitido o vapor para o aquecimento do tronco de destilação (EBA CONSULTORIA, 2008).

Coluna A1 – composta por 8 bandejas, onde é feita a elevação do teor alcoólico e a depuração do vinho, que consiste na evaporação dos produtos mais voláteis. Nesta coluna o vinho é admitido no aparelho (EBA CONSULTORIA, 2008).

Coluna D – composta de 6 bandejas sobrepostas à coluna A1 e separada por uma bandeja cega. A interligação dessas colunas é feita por uma tubulação em forma de “U”. Sua função é concentrar o álcool de segunda (EBA CONSULTORIA, 2008).

Tronco de Retificação B

O tronco retificador se caracteriza por apresentar uma coluna de esgotamento (B1) e uma coluna de concentração (B). Nesta coluna (Figura 4), o flegma é concentrado de 86-97°GL. A admissão de vapor é feita na base da coluna B1, garantindo a pressão e temperatura necessárias em todo o tronco (EBA CONSULTORIA, 2008).

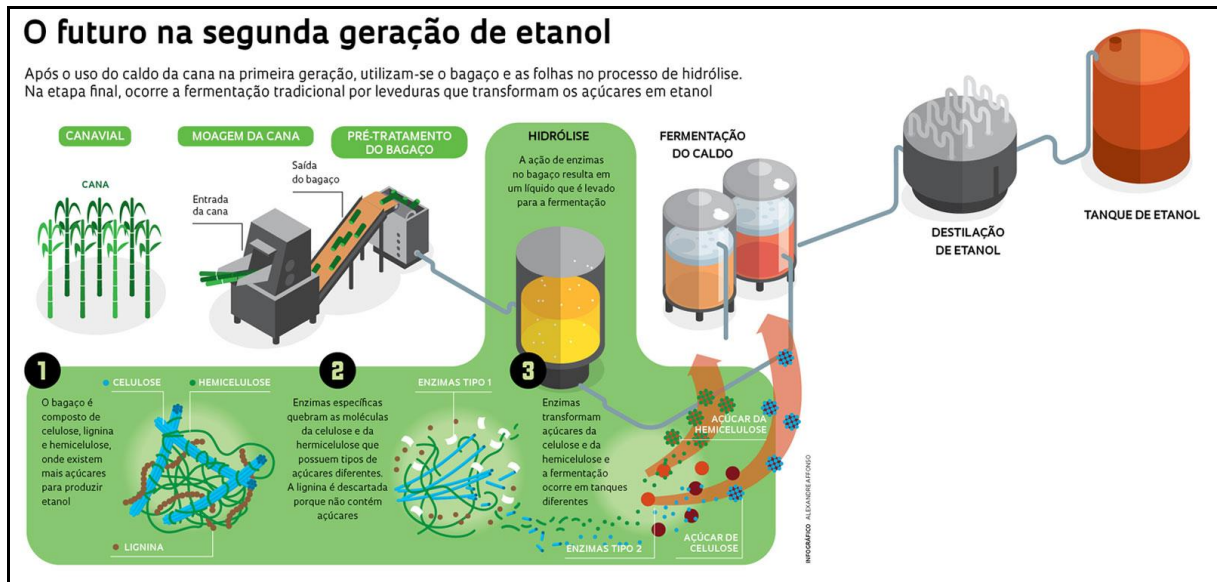


Figura 36: Produção de Etanol 2G.

Fonte: Revista FAPESP.

5.4.6. Armazenamento de Etanol



Figura 37: Estrutura da Produção de Etanol - Armazenamento de Etanol.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.4.6.1. Tancagem

Tanto o álcool hidratado, como o álcool anidro são resfriados na saída das colunas e enviados para o tanque de medição. Posteriormente, são bombeados para os tanques de armazenamento, onde aguardam sua comercialização e posterior remoção por caminhões (USINAS, 2016).

5.4.6.2. Expedição

A expedição do etanol é realizada através de transporte rodoviário, em que existem algumas especialidades, tais como utilização de equipamento-tanque e condutores com permissão para transportar produtos inflamáveis.

O carregamento de etanol é o setor onde toda a produção de álcool fica armazenada e são despachadas para os clientes.

Funcionamento: Após o caminhão passar pela balança, ele segue até a base de carregamento onde será realizado o enchimento da carga. Após o enchimento, são retiradas amostras para análise da qualidade do etanol e guardado amostras para contraprova, adequando-se assim às normas vigentes.

Após todas essas etapas, o motorista é liberado para seguir novamente para a balança e faturamento realizar a emissão de Notas Fiscais de venda, analisando as operações e impostos conferidos a essas, e enfim, para seu destino final (USINAS, 2016).

5.5. GERAÇÃO / DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA



Figura 38: Estrutura da Geração/Distribuição de Energia Elétrica.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.5.1. Geração de Energia Elétrica

Basicamente, o bagaço de cana, após passar pelo processo de secagem, tendo ainda cerca de 50% de umidade, é utilizado como combustível para as fornalhas das caldeiras para evaporação da água e geração de vapor. O vapor é, então, canalizado e utilizado em turbinas acopladas a geradores para a conversão de energia mecânica em energia elétrica.

A energia térmica gerada nas caldeiras também é direcionada a trocadores de calor para utilização nos processos de fabricação do etanol.

A maior parte da energia elétrica gerada é consumida nos processos internos da usina, sendo o sobressalente vendido às concessionárias locais (BASQUEROTTO, 2010).

5.5.2. Distribuição

A caldeira é o equipamento conhecido como gerador de vapor, pois fornece o vapor necessário para movimentação das palhetas da turbina. Essa turbina é acoplada a um gerador onde será produzida a energia elétrica em média tensão.

O excedente de energia gerado, destinado à venda, é encaminhado a uma subestação.

Gallinari (2013) afirma que, ainda faz parte desta composição uma série de conjuntos periféricos, que vão desde a alimentação da caldeira com o combustível (bagaço de cana) até o sistema de refrigeração dos mancais do turbo gerador, sistema de captação de água, desaerador, entre outros.

Um fator importante, que tem sido utilizado por muitas usinas, é a substituição de turbinas a vapor por motores elétricos nos sistemas de moagem, devido ao ganho direto de potencial de cogeração (BASQUEROTTO, 2010).

5.5.3. Subestação

Na subestação é onde, geralmente, ocorre uma elevação da tensão de 13,8 kV para 138 kV, 69 kV ou ainda 34,5 kV (menos usual) para ser encaminhado por uma linha de transmissão até o ponto de conexão, onde passará a fazer parte do Sistema Interligado Nacional – SIN. Essa conexão pode ser através de um seccionamento de linha de transmissão, conexão radial em outra subestação ou mesmo uma derivação em alguma linha de transmissão (QUEIROZ, 2008).

5.6. COGERAÇÃO DE ENERGIA – EXPORTADA



Figura 39: Estrutura da Cogeração de Energia - Exportada.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.6.1. Geração de Energia Elétrica

A geração de energia elétrica para exportação, entrega a energia gerada que não é consumida pela planta industrial ao SIN (Sistema Interligado Nacional).

A entrega de energia elétrica ao Sistema Nacional de Energia ocorre através de duas Unidades Termelétricas licenciadas, são elas a UTE1 e a UTE2. Ambas atuando na comercialização de Energia Incentivada, sendo o limite de exportação de cada UTE 30 MWh, totalizando 60 MWh (USINAS, 2016).

5.6.2. Distribuição

A modalidade de inserção na rede é de geração interligada, sendo que a conexão com a rede da concessionária é feita em 138 kV. Para esta conexão é implantada uma subestação elevatória de 13,8 kV / 138 kV. As UTEs são conectadas ao Sistema Interligado Nacional - SIN, no ponto de conexão do seccionamento de um dos circuitos da LT 138 kV Dracena - Flórida Paulista de propriedade da CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (USINAS, 2016).

5.6.3. Subestação

A energia elétrica gerada que não é consumida na Usina é Vendida (Exportada) através da subestação elevadora de tensão (13,8 kV/138 kV), com dois transformadores de 50/40 MVA, conectada ao Sistema Nacional de Energia para seus devidos faturamentos comerciais (USINAS, 2016).

5.7. UTILIDADES



Figura 40: Estrutura da Utilidades.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

As usinas e destilarias têm equipamentos e instalações que geralmente são divididos em processo e utilidades. As assim chamadas, das utilidades mais importantes estão o vapor, água, energia elétrica e ar comprimido, sendo esta a sua ordem de importância na indústria.

De uma forma geral, as utilidades servem para fornecer e retirar energia do processo, para transferir energia de um ponto a outro ou para transformar a energia em suas mais diferentes formas de aplicação. Mas sempre que definirmos as

utilidades de uma usina, de uma certa forma, estamos definindo a eficiência energética daquela planta (STAB, 2004).

5.7.1. Águas Industriais



Figura 41: Estrutura da Utilidades - Águas Industriais.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.7.1.1. Captação de Água

Parte responsável pela captação e distribuição de águas do rio e poços artesanais para todo o sistema de tratamento de águas dentro da planta industrial (USINAS, 2016).

No uso industrial, a água entra nas usinas com a cana (cerca de 70% do peso dos colmos) e com a captação para usos na indústria.

A água captada é usada em vários processos, com níveis diferentes de reutilização; uma parcela é devolvida para os cursos de água após os tratamentos necessários, e outra parte é destinada, juntamente com a vinhaça, à fertirrigação.

A diferença entre a água captada e a água lançada é a água consumida internamente (processos). A tabela mostra a evolução deste balanço hídrico para a área industrial (NOVACANA, 2013).

Captação, consumo e lançamento de água: 1990 e 1997:

Usos da água (valores médios) em usinas com destilaria anexa			
	Processo	Uso médio (m ³ /t de cana total)	Distribuição (%)
Alimentação	Lavagem de cana	5,33	25,4
	Extração (moendas)	Embebição	0,25
Tratamento de Caldo	Resfriamento de Mancais	0,15	0,7
	Preparo de Leite de cal	0,01	0,1
	Resfriamento na Sulfitação ¹	0,05	0,2
Concentração do Caldo	Embebição dos filtros	0,04	0,2
	Condensadores dos filtros	0,30	1,4
	Condensadores / multijatos evaporação ¹	2,00	9,5
	Condensadores / multijatos cozedores ¹	4,00	19,0
Geração de Energia	Diluição de méis	0,03	0,1
	Resfriamento cristalizadores ¹	0,05	0,2
	Lavagem de açúcar ¹	0,01	0,0
	Produção de vapor	0,50	2,4
	Resfriamento tubogeradores	0,20	1,0
Fermentação	Resfriamento do caldo ²	1,00	4,8
	Resfriamento de dornas ²	3,00	14,3
Destilaria	Resfriamento condensadores ²	4,00	19,0
Outros	Limpeza de pisos e equipamentos	0,05	0,2
	Uso potável	0,03	0,1
Total		21,00	100,0

¹ Somente na produção de açúcar; ² Somente na produção de etanol. Fonte: Neto (2005)

Figura 42: Uso das Águas em Usinas com Destilaria Anexa.

Fonte: Uso da água na produção da cana-de-açúcar e etanol, 2013.

5.7.2. Tratamento de Efluentes



Figura 43: Estrutura da Utilidades - Tratamento de Efluentes.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Responsável pelo tratamento de toda água captada, determinando sua qualidade com parâmetros como turbidez, sílica, dureza, que é distribuída para cada

setor dentro da planta industrial de acordo sua necessidade e qualidade requerida (USINAS, 2016).

a) Água de Lavagem da Cana: A cana-de-açúcar, geralmente, é lavada antes de ser processada. Esta operação destina-se a retirar os resíduos sólidos que são carreados durante a operação de corte, transporte e recepção na usina. Para a lavagem da cana-de-açúcar, utiliza-se uma quantidade significativa de água.

Os fabricantes de equipamentos de usinas de açúcar e álcool recomendam, para o caso de carregamento mecanizado, a utilização de 6000 litros de água por tonelada de cana. Entretanto, a utilização é bastante variável nas usinas, indo de 2000 até 7000 litros de água por tonelada de cana, de acordo com a quantidade de água disponível.

A água utilizada para a lavagem, tanto pode ser proveniente de um manancial qualquer ou ser da própria água utilizada nas colunas barométricas (BRAILE et al., 1993). De acordo com Braile et al. (1993), as águas que saem do processo de lavagem da cana deverão passar por um gradeamento, de preferência de remoção mecânica, a fim de retirar os materiais sobrenadantes e outros sólidos separáveis.

Após o gradeamento, essas águas deverão passar por um sistema de decantação, a fim de que sejam removidos os sólidos decantáveis. Após esse tratamento as águas poderão ser utilizadas na fertirrigação da lavoura juntamente com a vinhaça, evitando-se o lançamento desta diretamente ao corpo receptor. Esse é um processo adotado em várias usinas.

b) Águas Condensadas dos Evaporadores ou Amoniacais: O caldo clarificado é uma solução diluída de sacarose e outras substâncias. Antes que a cristalização da sacarose possa se efetuar, a maior parte da água deve ser removida. Esta remoção é feita em dois estágios, utilizando evaporadores aquecidos a vapor.

Durante a evaporação do suco clarificado nos evaporadores, são retirados e condensados cerca de 500 a 550 litros de água por tonelada de cana. As águas condensadas por evaporadores devem ser reutilizadas no processamento industrial.

c) Águas das Colunas Barométricas ou dos Multijatos: Os vapores que saem da câmara de caldo do último vaso vão ao condensador. Esses vapores

vêm acompanhados de gases incondensáveis e, como há necessidade de condensação intensa e de retirada dos mesmos, o condensador deve ser de grande potência e dotado de dispositivo que permitam sua retirada.

Os condensadores gastam 35 litros de água para condensar 1 kg de vapor, porém, como os gases são em parte incondensáveis, a bomba de água, por medida de segurança, deve fornecer de 40 a 50 litros de água, correspondendo a 12000 litros de água por tonelada de cana.

d) Vinhaça: As destilarias de álcool ou aguardente produzem, como principal efluente, a vinhaça. Este material recebe diversas denominações regionais (restilo, vinhoto, caldos, vinhote, tiborna, coxixi ou garapão), tem sido a longo tempo, uma constante preocupação dos 11 órgãos responsáveis pelo controle da poluição.

De acordo com CETESB (1985), a aplicação de vinhaça deverá ser feita só após uma avaliação cuidadosa e supervisionada por especialistas habilitados, mesmo porque é considerada um material desequilibrado em relação aos macronutrientes, como teores elevados de potássio, médios de nitrogênio e baixos de fósforo, além de suas aplicações causarem odores e moscas.

e) Água da Lavagem de Pisos e Equipamentos: Segundo Braile et al. (1993), a quantidade de água utilizada para a lavagem dos pisos e equipamentos varia; entretanto, podemos considerar que o volume total de água de limpeza situa-se em torno de 200 a 300 m³ por lavagem de equipamentos e igual volume por lavagem dos pisos.

As características das águas dessas lavagens são, também, bastante variáveis, tendo pH, às vezes, desde extremamente ácidos até extremamente alcalinos, de acordo com as substâncias químicas utilizadas.

Portanto, concluiu-se que em indústrias que produzem álcool, as águas de lavagem de pisos devem ser enviadas à caixa receptora da vinhaça, pois é interessante fazer-se a diluição da mesma. Logo após, estes efluentes devem ser recalçados à lavoura para irrigação.

f) Outros Despejos em Usinas de Açúcar e Álcool:

- Água de resfriamento dos aparelhos da destilaria: este efluente praticamente não causa problemas, pois não entra em contato direto com qualquer poluente. O único inconveniente porém, de fácil solução, é o aumento da

temperatura que pode causar poluição térmica. A temperatura média desta água é de ordem de 40°C;

- Água da descarga das caldeiras: a DBO dessas descargas é bastante baixa, porém a concentração de lama inorgânica e sólidos solúveis é alta. O resíduo pode ser isolado, ou pode ser incorporado à caixa receptora da vinhaça para a irrigação da lavoura;

- Esgoto doméstico: as águas residuárias oriundas dos esgotos domésticos da indústria devem ser tratadas separadamente e seu efluente pode ser utilizado na lagoa de estabilização (BRAILE et al., 1993).

É importante ressaltar que o tratamento dos efluentes é importante para o cuidado com o meio ambiente e para atender as legislações vigentes (USINAS, 2016).

ANEXO III - “Estudo mostra como usinas de cana podem reduzir o consumo de água” – Página: 139

5.7.3. Ar Comprimido



Figura 44: Estrutura da Utilidades - Ar Comprimido.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

Ar comprimido é o ar estocado em galões, cilindros ou botijões através de processos mecânicos para compressão e armazenamento de ar gerados por um compressor de ar, para outrora ter sua aplicação efetuada. Pode-se ter diversas formas de aquisição e aplicação (WIKIPEDIA, 2016).

Incolor e inodoro, o ar comprimido é um gás não tóxico e não inflamável, ainda que contribua para todos os tipos de combustão.

Usado como fonte de energia devido à sua pressão acima da atmosférica, tem a vantagem de poder ter essa pressão aumentada ainda mais pelo aquecimento do ar após a compressão e imediatamente antes do uso, ampliando sua aplicabilidade. Com várias serventias na indústria, o ar sob pressão tem se mostrado

bastante versátil, com novas utilidades em áreas bastante variadas, como a arqueologia, por exemplo.

Para ser utilizado em sua forma mais abrangente, no entanto, em diferentes níveis de pressão e temperatura, é preciso que equipamentos específicos regulem a sua purificação e compressão e controlem a sua temperatura de forma criteriosa e segura .

Apesar de não ser tóxico, a sua manipulação por meio de equipamentos inadequados ou de má qualidade podem trazer riscos à saúde humana quando há permanência em locais sob alta pressão em função da superexposição ao oxigênio.

O ar comprimido é uma necessidade básica do setor industrial, devendo estar sempre limpo e seco – uma simples gota de óleo pode causar funcionamento inadequado do processo de automação pneumática, como falhas na vedação de válvulas ou cilindros. A qualidade do ar comprimido verificada pela sua isenção total de óleo é particularmente importante em processos alimentícios, farmacêuticos e gabinetes odontológicos.

As principais contaminações acontecem pelo ar ambiente, partículas sólidas ou fragmentos metálicos da superfície oxidada interna de tubulações metálicas; gotas de água condensada que oxida as tubulações e equipamentos pneumáticos; e óleos líquidos e vaporizados de lubrificantes e hidrocarbonetos presentes no ar ambiente (Você sabe o que é ar comprimido?, 2015).

5.7.4. Geração / Distribuição de Vapor



Figura 45: Estrutura da Utilidades - Geração / Distribuição de Vapor.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.7.4.1. Geração / Distribuição de Vapor

O setor tem como objetivo gerar e distribuir vapor com pressões, temperaturas e quantidade de sais pré-determinadas para que permitam a aplicação na geração de energia e auxiliando na fabricação de álcool e açúcar com segurança e qualidade exigidos (USINAS, 2016).

5.7.4.2. Depósito de Bagaço

Responsável pelo armazenamento e acondicionamento de toda biomassa excedente do processo de Geração de Vapor nas Caldeiras (USINAS, 2016).

5.8. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

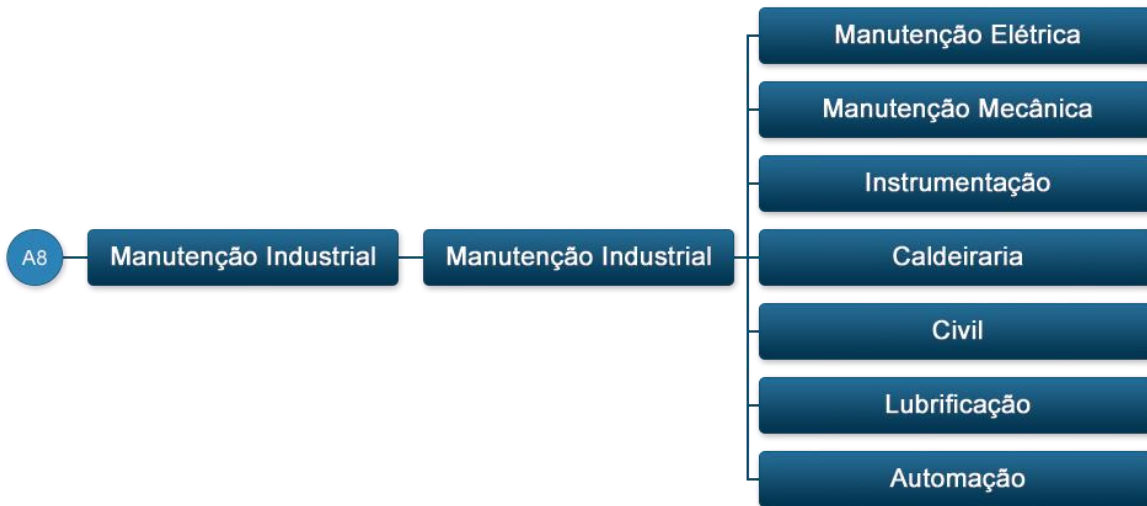


Figura 46: Estrutura da Manutenção Industrial.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

A manutenção de equipamentos é atividade muito importante em uma usina, pois os gastos com reparos podem ser bastante altos. Para evitar esse problema, todos os equipamentos ativos da usina devem ser constantemente monitorados e as informações, enviadas para uma estação de manutenção centralizada. Isso viabiliza a identificação dos problemas antes que eles ocorram.

Tradicionalmente, as indústrias sucroalcooleiras priorizam a manutenção durante o período de entressafra, que dura cerca de quatro meses (entre o final de dezembro e abril). Neste período, a usina fatura apenas de 4% a 5% do total anual, o que justifica a manutenção, já que a quebra de um equipamento durante o período de safra representa maior prejuízo para a usina. Quanto mais há atraso no final da colheita, menos tempo as usinas têm para fazer a manutenção. A cada ano, antes de terminar a safra, as indústrias de manutenção de usinas começam a ser contatadas para trabalhar durante a entressafra.

As vantagens de se fazer manutenção regular dos equipamentos industriais das usinas compreendem a redução dos custos com reparos futuros ou imprevistos durante o decorrer da moagem. A prática de manutenção preventiva pode evitar

surpresas, uma vez que é possível detectar e diagnosticar, antecipadamente, defeitos em desenvolvimento nos equipamentos industriais. Com isso, o estoque de peças e o custo da intervenção são reduzidos, evitando-se perdas de produtos devido a uma possível parada não programada.

Usinas mais antigas, como as que surgiram na época do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), têm mais necessidade de manutenção, uma vez que seu parque industrial conta com mais de 30 anos.

As usinas trabalham vários meses, durante 24 horas por dia. As máquinas operam o dia todo sem parar, sendo primordial uma pausa para manutenção. Com o tempo, os equipamentos sofrem desgaste e estragam. Portanto, deve ser feito um trabalho de prevenção para evitar a ocorrência de prejuízos (VIAN, 2016).

A manutenção de uma usina precisa ser detalhadamente planejada para evitar problemas graves de operação e, conseqüentemente, grandes prejuízos financeiros (USINAS, 2016).

5.8.1. Manutenção Elétrica

Em um ambiente de trabalho dinâmico e potencialmente crítico, como o do ramo sucroalcooleiro, a manutenção elétrica é um fator decisivo para garantir a máxima confiabilidade e manter a regularidade do maquinário, equipamentos conforme as normas regulamentadoras de segurança.

A influência exercida pelos fatores de riscos nos ambientes de trabalho desse ramo, estreita as relações entre segurança e a manutenção elétrica numa planta de uma usina, de pequeno ou grande porte.

Devem ser propostas medidas práticas e estratégicas, com o objetivo de reduzir todos e quaisquer riscos e perigos, como falhas que podem surgir ao longo do tempo, prejudicando o estado normal dos instrumentos e a segurança dos operadores. Em seguida implementar recomendações e treinamentos que possam prevenir e evitar acidentes pertinentes ao serviço prestado na manutenção de máquinas, processos e equipamentos elétricos. Cumprindo o dever de prever qualquer situação perigosa que possa resultar num eventual incidente, de acordo com as normativas regulamentadoras específicas.

Outra finalidade é garantir que estes cumpram a função de atender aos requisitos de produção e operação de forma segura. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994), manutenção é: “[...] combinação de todas as

ações técnicas destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Ao passo que novas tecnologias surgem, novos parâmetros são solicitados ao setor de manutenção, os quais necessitam de ferramentas inovadoras e também técnicas de planejamento e gerenciamento da produção. Sendo assim, Viana (2002) nos diz que manutenção pode ser dividida em subáreas como indicadas abaixo:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- TPM (Manutenção Produtiva Total).

A abordagem de cada subárea de manutenção cumpre os requisitos de confiabilidade, uma vez que compreende medições, análises, adoção de procedimentos, monitoramentos que influem na efetividade das práticas corretivas, preventivas, preditivas e produtivas em geral.

Nesse contexto, a manutenção elétrica acrescenta fatores de risco e atividades em condições de periculosidade com energia elétrica conforme os quadros de operações que tratam do nível de perigo no Sistema Elétrico de Potência, pois os geradores produzem a energia elétrica consumida nas usinas nas safras na central de operação termoelétrica.

O operador do processo, no ato da manutenção, atua exposto a situações e ambientes que o inserem num patamar de riscos singulares, podendo lidar com montagem, instalação, substituição, manutenção e reparos de: barramentos, transformadores, disjuntores, chaves e seccionadoras, condensadores, chaves a óleo, transformadores para instrumentos, cabos subterrâneos e subaquáticos, painéis, circuitos elétricos, contatos, muflas e isoladores e demais componentes de redes subterrâneas.

A manutenção elétrica se estende:

- Planta Industrial: Ao longo das diretrizes estimadas dada a planta industrial do complexo sucroalcooleiro o eletricista ou técnico em manutenção desempenha funções que abrangem, por exemplo, a manutenção da iluminação nos super postes trocando os reatores e lâmpadas. Apesar de ser uma atividade em altura, com risco de queda, tais procedimentos não se enquadram em uma atividade periculosa ou insalubre.

- Subestação: O rigor do trabalho na subestação é caracterizado por uma exposição a riscos físicos intensos. A tensão de trabalho na área da subestação é de 13,8 kV de acordo com o recebido da concessionária de energia. As condições nesse ambiente trazem a uma reflexão sobre o trabalho do técnico ou eletricista responsável, mediante a grande presença de fatores de periculosidade, como: cabos de alta tensão, temperatura elevada, espaço restrito para execução de procedimentos, etc.

- Áreas de Risco: A manutenção elétrica em áreas classificadas como perigosas detém uma atenção mais específica e esboça a necessidade de um controle mais abrangente e rigoroso das atividades desenvolvidas. Por isso, um intenso controle documental através das permissões de trabalho e procedimentos de segurança fazem-se necessários.

- Destilaria: A operação nesse espaço laboral se faz cheio de fatores externos e internos que influenciam no grau de riscos de acidentes e agentes físicos e químicos que podem agir prejudicialmente à saúde, funcionando contra a segurança pré-estabelecida pelas normatizações. Levamos em consideração os agentes físicos (fatores pertinentes à eletricidade, temperatura, pressão e ergonomia) que influem na segurança e saúde do mantenedor, assim como os agentes químicos (fatores pertinentes a líquidos inflamáveis, gases, vapores) que são abertamente uma condição que acrescenta perigo às atividades laborais.

- Tanques de Etanol e Carregamento: Na área dos tanques de etanol e de seu carregamento faz-se necessário fazer tubulações e passar cabos em condições de perigo. Normalmente, os operadores do carregamento de etanol assim como os da destilaria, recebem pelo adicional de periculosidade. O eletricista de forma similar adentra de forma habitual e intermitente nesta área de risco (PADUA e SILVA, 2016).

5.8.2. Manutenção Mecânica

É importante que o profissional de manutenção, além de otimizar o custo da manutenção tenha uma visão de quanto representa de ganho ou perda para a empresa, a maior ou menor disponibilidade dos equipamentos produtivos.

A área de manutenção mecânica tem mudado significativamente e o incremento destas mudanças pode ser observado no número e na variedade das instalações produtivas, com projetos cada vez mais complexos, com exigências de

conhecimento técnico em níveis cada vez maiores, o que demanda uma atualização constante dos profissionais da área de manutenção.

Uma tendência é que a área de manutenção na indústria passa a ser considerada estratégica para os resultados dos negócios, pois por meio da manutenção sistemática é possível antecipar-se e evitar falhas que poderiam ocasionar paradas imprevistas dos equipamentos produtivos. Da mesma forma, é possível se detectar uma situação onde haja expectativa de falha e programar-se para uma intervenção em oportunidade mais apropriada, sem prejudicar os compromissos de produção assumidos. Através de prevenção da corretiva, preventiva, preditiva. Para redução de custos é feito *check-list* de todos os equipamentos da indústria análise de óleo, análise de vibração, sistema de FULLTIME (USINAS, 2016).

5.8.3. Instrumentação

A instrumentação tem como objetivo manter o bom funcionamento dos equipamentos, garantindo dados e números mais próximos dos reais, trabalhando em conjunto com a automação e o laboratório industrial. A planta possui medidores de vazão, volume, temperaturas, níveis, pressão, todos trabalhando em rede Profibus PA e rede ASI, o que nos garante uma maior integração entre operação e manutenção (USINAS, 2016).

5.8.4. Caldeiraria

Seguindo o projeto e/ou desenho da planta industrial, há caldeiras de leve e médio porte e a sua manutenção deve obedecer às normas e especificações técnicas citadas pelo fabricante.

É importante que se tenha um planejamento para a inspeção dos sistemas mecânicos da planta industrial. Que a equipe desenvolva manutenção preditiva, preventiva e corretiva, propondo as melhorias necessárias para melhorar a produtividade dos equipamentos.

Dentre os serviços de caldeiraria, encontra-se:

- inspeção de tanques e filtros;
- inspeção de escadas e plataformas;
- inspeção de peças para recuperação ou substituição;
- inspeção de tubulações em alta pressão;

- calandragem;
- corte e dobra de chapas;
- pintura industrial;
- processos soldas (elétrica, Mig e Tig) (CMI, 2016).

5.8.5. Civil

Faz parte da manutenção civil realizar manutenções prediais, pequenas obras civis, zelar pela limpeza do parque industrial, cuidar das vias e acesso e serviços de jardinagem (USINAS, 2016).

5.8.6. Lubrificação

Os lubrificantes são caracterizados conforme as especificações de óleos e graxas lubrificantes, utilizados em cada equipamento.

A lubrificação é uma operação que consiste em introduzir uma substância apropriada entre superfícies sólidas que estejam em contato entre si e que executam movimentos relativos. Essa substância apropriada normalmente é um óleo ou uma graxa que impede o contato direto entre as superfícies sólidas. Quando recobertos por um lubrificante, os pontos de atrito das superfícies sólidas fazem com que o atrito sólido seja substituído pelo atrito fluido, ou seja, em atrito entre uma superfície sólida e um fluido. Nessas condições, o desgaste entre as superfícies será bastante reduzido.

Além dessa redução do atrito, outros objetivos são alcançados com a lubrificação, se a substância lubrificante for selecionada corretamente:

- menor dissipação de energia na forma de calor;
- redução da temperatura, pois o lubrificante também refrigera;
- redução da corrosão;
- redução de vibrações e ruídos;
- redução do desgaste. Redução de custo com os equipamentos.

As lubrificações dos equipamentos são feitas através de rotas com programações necessária de cada equipamento (USINAS, 2016).

5.8.7. Automação

A automação tem como objetivo a implantação de técnicas, softwares e equipamentos específicos a qual nos proporciona um processo mais uniforme reduzindo perdas e garantindo uma melhor eficiência da planta.

A planta industrial possui uma estrutura em protocolo Profibus, em sistema de COI (Centro de Operações Integrados) e possui redundância em anel de fibra óptica interligando todos os PLCs. Os supervisórios são do tipo escada (IFIX), possui servidores em redundância e conta ainda com um servidor dedicado (USINAS, 2016).

5.9. LABORATÓRIOS / CONTROLE DE QUALIDADE

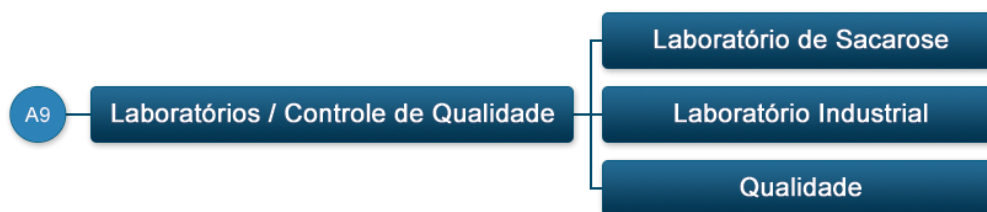


Figura 47: Estrutura dos Laboratórios / Controle de Qualidade.

Fonte: Conselho de Custos – UDOP, 2014.

5.9.1. Laboratório de Sacarose

O controle de qualidade da cana-de-açúcar fornecida à usina é feito através de análises tecnológicas em amostras coletadas no momento de sua entrega à unidade industrial.

O objetivo dessas análises é quantificar o teor dos açúcares totais recuperáveis e, posteriormente, a remuneração da matéria-prima. O sistema de qualidade compreende as seguintes etapas:

- Pesagem das canas;
- Amostragens;
- Laboratório de Análises Tecnológicas;
- Processamentos de dados.

Todas essas etapas são de responsabilidade da usina e é de extrema importância para um bom resultado no final do processo.

Há também uma fiscalização das etapas realizada por representantes de entidades de classe, que são identificados por credencial emitida pelos próprios órgãos.

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP emitiu a Resolução Nº 19, de 15/04/2015, publicada no Diário Oficial da União - DOU em 16/04/2015 e republicada em 17/04/2015 e em 20/4/2015, contém especificações sobre a qualidade e comercialização do etanol no Brasil (SILVA, 2016).

5.9.2. Laboratório Industrial

Nas usinas, o Laboratório de Controle de Processo e de Qualidade acompanha as diversas etapas da produção de açúcar e álcool, podendo analisar diariamente cerca de 200 itens.

Além de insumos e água, são verificados todos os parâmetros físico-químicos, como pureza, cor, granulometria, entre outros, para especificar o tipo de açúcar fabricado. Outros testes avaliam as especificações físico-químicas do álcool hidratado e do álcool anidro.

No Laboratório de Microbiologia, os diversos tipos de açúcar são monitorados de acordo com os padrões exigidos pela Vigilância Sanitária (USINAS, 2016).

5.9.3. Qualidade

Todas as etapas do processo são monitoradas através de análises laboratoriais de modo a assegurar a qualidade final dos produtos. As pessoas envolvidas passam por treinamentos específicos, capacitando-as a conduzir o processo de forma segura e responsável, garantindo a qualidade final de cada etapa que envolve a fabricação de açúcar e álcool (USINAS, 2016).

6. PRODUTOS EXTRAÍDOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

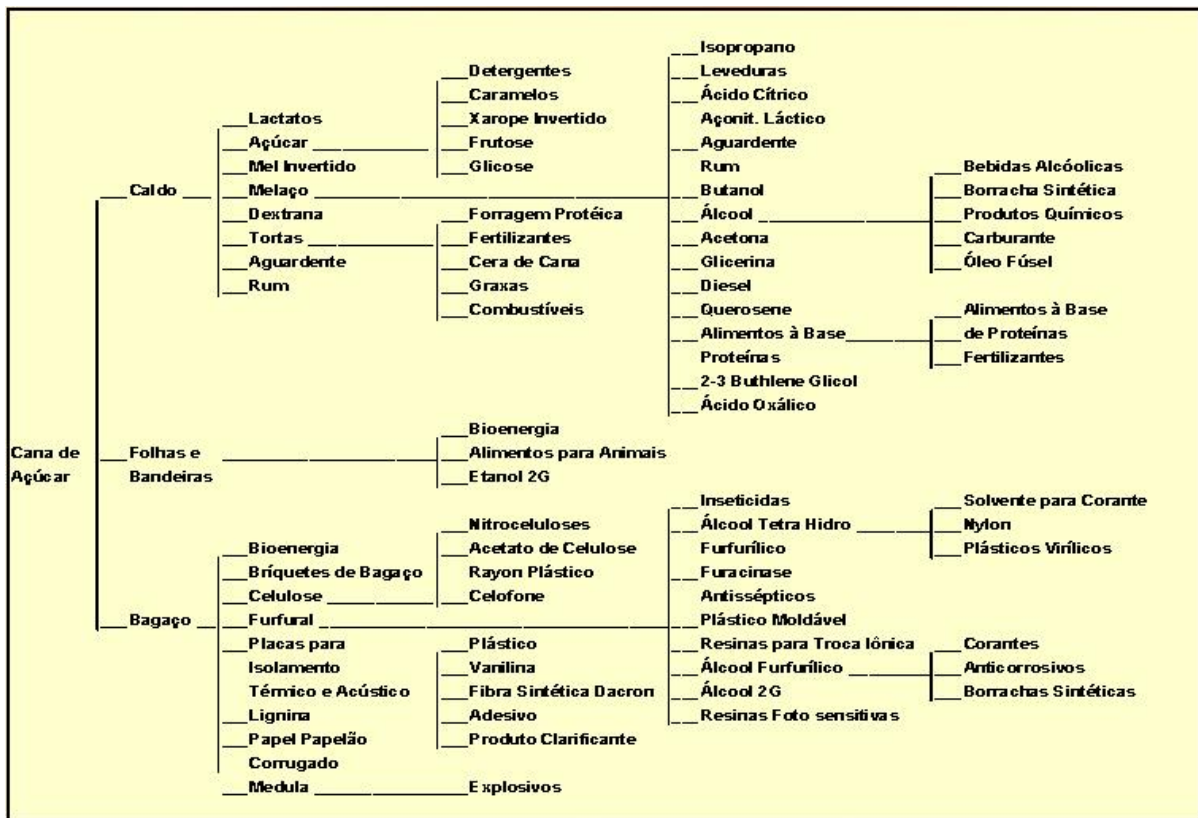


Figura 48: Produtos Extraídos da Cana-de-açúcar.

Fonte: DALBEN, L. C., Palestra no 7º Congresso Nacional de Bioenergia - UDOP, 2014.

6.1. TIPOS DE AÇÚCAR

PAQUETE (2008) informa que, de acordo com o tipo de refino recebido pelo açúcar, e do resultado das análises feitas das suas amostragens, o açúcar pode ser classificado das seguintes formas:

6.1.1. Açúcar Branco (Tipo Exportação)

Há dois tipos para exportação: o branco para consumo direto (humano), com baixa cor, produzido diretamente em usina, sem refino; e o branco para reprocessamento no destino, também produzido diretamente em usina, sem refino, e possui cor mais escura.

6.1.2. Açúcar Cristal

É o açúcar com cristais grandes e transparentes, difíceis de serem dissolvidos em água. Depois do cozimento, ele passa apenas por um refinamento leve.

6.1.3. Açúcar Demerara ou Bruto

Ele passa por um refinamento leve e não recebe nenhum aditivo químico. Por isso, seus grãos são marrom-claros e têm valores nutricionais altos, parecidos com os do açúcar mascavo.

6.1.4. Açúcar Mascavo

É o açúcar bruto, escuro e úmido, extraído depois do cozimento do caldo de cana. Como o açúcar mascavo não passa por processo de cristalização ou refino, ele conserva o cálcio, o ferro e os sais minerais.

6.1.5. Açúcar Orgânico

Açúcar de granulação uniforme, produzido sem qualquer aditivo químico tanto na fase agrícola como na industrial.

O açúcar orgânico é mais caro, mais grosso e mais escuro que o refinado, segue padrões internacionais e certificação por órgãos competentes.

6.1.6. Açúcar de Confeiteiro e Açúcar Refinado (Granulado e Amorfo)

Na produção do açúcar refinado, o açúcar cristal é dissolvido em água e novamente purificado, gerando uma calda que é transferida para bateleiras, a massa resultante é, então, secada e peneirada.

Da parte mais fina da peneiração, é extraído o açúcar de confeiteiro e do restante, o açúcar refinado.

Ainda existe uma separação entre o açúcar refinado: o açúcar que possui cristais bem definidos e granulometria homogênea é chamado de açúcar refinado granulado e o açúcar com granulometria mais fina é intitulado açúcar refinado amorfo.

6.1.7. Açúcar VHP

O açúcar VHP (Very High Polarization) é o tipo mais exportado pelo Brasil. Mais claro que o demerara, apresenta cristais amarelados.

6.1.8. Açúcar VVHP

O açúcar VVHP (Very Very High Polarization) possui Pol acima de 99,5°, enquanto o VHP tem Pol abaixo de 99,3° - e cor mais baixa. É quase um intermediário entre os açúcares crus e os refinados.

6.1.9. Xarope de Açúcar Invertido

O termo invertido decorre de uma característica física da sacarose, que se altera nesse processo.

Originalmente, um raio de luz polarizada que incide sobre a sacarose gira para a direita. Após o processamento de inversão, a luz desvia para a esquerda.

O açúcar invertido é uma solução aquosa com 1/3 de glicose, 1/3 de sacarose e 1/3 de frutose, tem alto grau de resistência à contaminação microbiológica, poder umectante e anticristalizante.

É utilizado em produtos aditivados, com microbiologia e temperatura controladas, além de frutas em calda, sorvetes, balas, bebidas, massa, geleias, biscoitos, licores e bebidas carbonatadas.

6.1.10. Xarope Simples ou Açúcar Líquido

O processo de produção do açúcar líquido consiste, basicamente, em seis etapas. Na primeira delas, ocorre a dissolução do açúcar cristal sólido em água. A solução formada passa por um processo de clarificação e, em seguida, a calda resultante é filtrada. Após a filtração, ocorre o resfriamento e a esterilização. Por último, a calda, já sob a forma de produto final (açúcar líquido), é armazenada em tanques de aço por um período de até quarenta e oito horas.

Transparente e límpido, é uma solução aquosa usada pela indústria farmacêutica e aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e outros confeitos.

6.1.11. Light

Surge da combinação do açúcar refinado com adoçantes artificiais, como o aspartame, o ciclamato e a sacarina, que quadruplicam o poder de adoçar.

6.2. TIPOS DE ÁLCOOL

De acordo com LOPEZ (2009) existem cinco tipos de álcool:

6.2.1. Álcool Hidratado Carburante

É o álcool a 920 GL (92% de álcool + 8% de água) utilizado como combustível direto nos veículos com motores movidos a álcool.

6.2.2. Álcool Anidro

É o álcool a 99.60 GL (99.6% de álcool + 0.4% de água) utilizado como aditivo aos combustíveis. Atualmente, a gasolina brasileira possui 24% de álcool anidro.

6.2.3. Álcool Anidro Especial

É o mesmo álcool do item anterior, porém, isento de contaminantes (benzeno e ciclo-hexano), produzido através do processo de peneira molecular.

6.2.4. Álcool Refinado e Neutro

É o álcool neutro de impurezas, com pouco odor.

Por ser mais barato que o álcool extra neutro, é utilizado pelas indústrias de bebidas e cosméticos populares.

6.2.5. Álcool Extra Neutro

É o mais puro álcool, não interfere em aromas ou sabores, é utilizado na elaboração de bebidas, cosméticos e produtos farmacêuticos.

7. SUBPRODUTOS EXTRAÍDOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

7.1. SUBPRODUTO DA FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR

Durante o processo de fabricação do açúcar são gerados subprodutos e resíduos da produção, podendo, praticamente, todos serem reaproveitados de maneira a aumentar os lucros da própria indústria e diminuir os custos de produção e impactos ambientais.

De acordo com ALCARDE (2007), entre os resíduos e subprodutos que podem ser reaproveitados estão:

7.1.1. Bagaço

É um resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas.

A quantidade produzida depende do teor de fibra da cana processada, apresentando, em média, 46% de fibra e 50% de umidade, resultando, aproximadamente, em 280 quilos de bagaço por tonelada de cana processada.

Pela proporção em que é produzido e devido à sua composição, o bagaço constitui-se em um dos mais importantes subprodutos para a indústria sucroalcooleira.

Suas principais aplicações são: combustível para caldeira, produção de celulose e na alimentação de gado confinado.

A sobra de bagaço pode ser vendida para outras indústrias.

7.1.2. Torta de Filtro

Resíduo da filtração mecânica do lodo na fabricação do açúcar e também na do álcool direto, quando o caldo é submetido ao tratamento de clarificação.

A torta de filtro é produzida na proporção de 20 a 40 quilos por tonelada de cana, apresentando, em média, 75% de umidade e é utilizada como fertilizante na lavoura por ser uma rica fonte de fósforo.

7.1.3. Melaço ou Mel Final

Constitui-se no principal subproduto da indústria do açúcar, sendo produzido na proporção de 40 a 60 quilos por tonelada de cana processada.

No Brasil, devido ao elevado teor de açúcares totais e demais componentes, o melaço é utilizado, principalmente, na fabricação de álcool etílico, sendo aproveitado também em outros processos biotecnológicos como matéria-prima para a produção de proteína, rações, levedura prensada para panificação, antibióticos, entre outros.

7.2. SUBPRODUTOS DA FABRICAÇÃO DE ALCÓOL

Segundo LOPEZ (2009) e ALCARDE (2007), os resíduos resultantes da produção do álcool são:

7.2.1. Bagaço de Cana

É o resíduo fibroso resultante da moagem da cana-de-açúcar. Sua principal utilização é como combustível nas caldeiras para geração de energia elétrica e calor, mas também pode ser utilizado na fabricação de papéis e como ração animal, se for hidrolisado.

A quantidade de bagaço obtida varia de 240 kg a 280 kg por tonelada de cana processada.

7.2.2. Vinhaça

É o resíduo resultante da destilação do álcool, rica em água, matéria orgânica, nitrogênio, potássio e fósforo.

É utilizada, principalmente, na lavoura para irrigação da cana, na chamada fertirrigação. Outras opções de utilização são a produção de proteínas, produção de gás metano e até na formulação de ração animal.

7.2.3. Óleo Fúsel

Resultante da destilação de álcool é constituído de álcoois superiores.

É extraído em pequena quantidade e utilizado na indústria química e de cosméticos.

7.2.4. Levedura Seca

Leite de levedura do processo de fermentação, que sofre um processo de desidratação, é um produto rico em proteína, destinado para a ração animal.

7.2.5. Torta de Filtro

Resíduo da filtração mecânica do lodo na fabricação do açúcar e também na do álcool direto, quando o caldo é submetido ao tratamento de clarificação.

A torta de filtro é produzida na proporção de 20 a 40 quilos por tonelada de cana, apresentando, em média, 75% de umidade e é utilizada como fertilizante na lavoura ou na alimentação de animais por ser uma rica fonte de minerais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e matéria orgânica, principalmente, proteínas e lipídios.

ANEXOS

ANEXO I – *Check list* do Planejamento Agrícola

Essencialmente, o planejamento agrícola é composto de um conjunto de planos e metas operacionais, assim como a utilização dos fatores de produção (terra, máquinas e equipamentos, insumos, mão de obra, capital e tecnologia).

O uso dos recursos na execução com elevado desempenho tornará a empresa mais competitiva e lucrativa. Desta forma, o primeiro passo para a elaboração do planejamento agrícola envolve a estruturação de um *check list* dos planos.

1. Dimensionamento Industrial

- a) Necessidade diária da cana-de-açúcar na indústria;
- b) Necessidade da safra da cana-de-açúcar;
- c) Produtividade média agrícola;
- d) Determinação do período de safra e dias efetivos de safra;
- e) Mix de produção;
- f) Necessidade diária e anual de produção de açúcar, etanol e energia.

2. Definição de Cana Própria e de Terceiros

3. Zoneamento da Área Agrícola

- a) Área disponível para plantio comercial e viveiros de mudas;
- b) Determinação das seções, setores e talhões;
- c) Determinação dos ambientes de produção.

Nota: O zoneamento agrícola é resultado de levantamentos topográficos, no qual são apresentados os tipos de solo, talhões numerados, divisas, carregadores, canais de vinhaça, APP (área de preservação permanente), linhas de força, represas e localização da usina, etc.

4. Análise das Vocações Produtivas

- a) Setores para início de safra;

- b) Setores para meio de safra;
- c) Setores para final de safra;
- d) Número previsto de cortes;
- e) Relação área de viveiros / área de plantio;
- f) Produtividade estimada.

5. Atividades que devem ser planejadas

O planejamento a ser detalhado envolve os seguintes planos:

- a) Plano de produção de mudas;
- b) Preparo e conservação do solo;
- c) Plantio;
- d) Tratos culturais de cana planta;
- e) Tratos culturais de soqueira;
- f) Colheita.

O planejamento das atividades inclui o uso dos fatores de produção (terra, insumos, máquinas e equipamentos, mão de obra, sistemas de produção).

ANEXO II – Cálculos Básicos do Planejamento Agrícola

Dimensionamento do volume de produção	1.000.000	t
Previsão da produtividade agrícola por hectare colhido	84,63	t/ha
Produtividade média por hectare total	69,29	t/ha - exceto mudas
Produtividade média por estágio corte	(t/ha)	
1º corte	110	
2º corte	90	Considerar esta produtividade para as mudas
3º corte	80	
4º corte	75	
5º corte	72	
<hr/>		
Produção por Ciclo	427	t/ha
Produtividade Estimada por Área Colhida	85,4	t/ha
Consumo de Mudas	11,25	t/ha
Produção Efetiva	415,75	t
Módulo	.405,29	ha
Número de Cortes	5	
Área Total	14.431,75	ha
Área de Reforma	2.405,29	ha
Área de Tratos Culturais de Cana Planta	2.405,29	ha
Área de Tratos Culturais de Cana Soca	9.621,17	ha
Área de Colheita	11.725,80	ha
Área de Muda	300,66	ha
Produção Total de Cana	992.373	t
Produção equivalente usada para muda	27.060	t
Produção Efetiva	965.313	t

Observação: a rendimento da cana muda é estimado em torno de 85 a 90 t/ha devido a colheita ser efetuada entre 10 a 11 meses.

Figura 49.

Fonte: Moraes, C.; Revista Canavieiros, 2008.

MODELO RESUMIDO DA NECESSIDADE DE CONJUNTOS**GRADAGEM INTERMEDIÁRIA NO PREPARO DE SOLO**

DESCRIÇÃO	UNIDADE MEDIDA	VALORES
Dados básicos		
Área de trabalho	ha	4.972,80
% da área total	%	100%
% da área para agosto	dias	10%
Díás disponíveis	horas	20
Horas de trabalho por dia	hora/ha	14,40
Capacidade de trabalho	hora/ha	0,80
	ha/hora	1,25
Cálculo da necessidade de conjuntos - I		
Horas necessária de trabalho	horas	397,82
Horas disponíveis de trabalho	horas	288,00
Necessidade de conjuntos		1,38
Cálculo da necessidade de conjuntos - II		
Ritmo operacional	ha/dia	24,86
	ha/hora	1,73
Necessidade de conjuntos		1,38

Figura 50.

Fonte: Moraes, C.; Revista Canavieiros, 2008.

Memória de Cálculos:**a) Necessidade de conjunto I:**

Área de trabalho * % da área total * % de área para o mês **n** * capacidade de trabalho
 $(4.972 * 10\% * 80\% = \text{Horas necessárias de trabalho (horas): } 397,82 \text{ horas}$

Dias disponíveis * horas de trabalho por dia = **Horas disponíveis de trabalho** $(20 * 14,4) = 288 \text{ horas.}$

Necessidade de conjunto:

Horas necessárias de trabalho / Horas disponíveis trabalho $(397,82/288) = 1,38$

b) Necessidade de conjunto II:

(Área de trabalho * % da área total *% de área para o mês n)/Dias disponíveis =

Ritmo operacional (ha/hora) $(4.972 * 100\% * 10\%) / 20 = 20 = 1,73$ ha/hora

Ritmo Operacional Necessidades dos conjuntos = Ritmo operacional
ha/hora/Capacidade de trabalho ha/hora = $1,73 / 1,25 = 1,38$ ha/hora

ANEXO III - “Estudo mostra como usinas de cana podem reduzir o consumo de água”¹

Medidas simples e bem direcionadas podem resultar em reduções expressivas no consumo de água em usinas de cana-de-açúcar. É o que mostra estudo desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária (SP), em conjunto com a Faculdade de Tecnologia (Fatec) de Piracicaba/SP.

Tecnologias como a limpeza a seco da cana-de-açúcar para a queima da palha nas caldeiras de alta pressão fazem com que o consumo diminua entre 11 a 13%, em relação à lavagem úmida que é bem usual atualmente. A substituição do "splay", sistema de refrigeração por aspensão, pela torre de resfriamento reduziria as perdas de 5 a 8% para 1,5 a 3%, no total do balanço hídrico.

Adotando-se o conjunto de medidas propostas pela pesquisa, pode-se adequar a captação da água das usinas à legislação ambiental. De acordo com o pesquisador Fábio César da Silva, da Embrapa Informática Agropecuária, para reduzir ainda mais esses números é necessário o tratamento do reuso da água contida no efluente e a realização de processos como a concentração e a biodigestão da vinhaça.

O pesquisador explica que a modelagem do balanço hídrico fornece dados que permitem estimar o consumo de efluentes e estabelecer o tipo de operação unitária para o seu tratamento, além de avaliar o impacto do uso da água pela destilaria, no caso da produção de etanol, e pela fábrica, na produção de açúcar.

Para isso, sugere a instalação de um desareador para o aumento da eficiência térmica da caldeira, a substituição de trocadores de calor a placas por chillers de redução de temperatura na fermentação do mosto, a limpeza a seco da cana-de-açúcar e a instalação de torres de refrigeração para reutilização da água em operações unitárias da própria usina.

"A otimização do consumo hídrico da usina é essencial para a sustentabilidade do agronegócio sucroalcooleiro. Dessa forma, empregar sistemas de água fechados fazendo somente a reposição das perdas de processo traz enormes vantagens econômicas para a usina e diminui a captação de água bruta de rios, lençóis freáticos e mananciais", afirma Silva.

O balanço hídrico é usado por gestores das áreas agrícola e industrial visando à redução de custos de produção e também com o objetivo de identificar pontos nos quais, com o uso de tecnologias mais modernas, seja possível reduzir

ainda mais o consumo de água e aperfeiçoar a prática do reúso, conta o engenheiro-agrônomo Ericson Marino, diretor da Consultoria EPP. Marino acompanhou a aplicação da metodologia na Usina Iracema, localizada em Iracemápolis/SP.

O consultor alerta que os processos de produção de açúcar e de etanol têm variantes de tecnologia que precisam ser levadas em conta quando se faz o balanço hídrico da unidade considerada. "Portanto, as diversas alternativas já conhecidas e que se destinam à redução do consumo e reúso da água têm de ser adaptadas a cada situação", informa.

No caso de usinas e destilarias recém-construídas, os projetos já incorporam as melhores alternativas disponíveis e o que ainda pode ser feito nestas novas unidades depende de uma análise de viabilidade econômica e financeira, segundo Marino. "E este é o caso da biodigestão da vinhaça e de sua evaporação posterior à biodigestão. A água evaporada para concentrar a vinhaça tem reúso garantido em várias etapas do processo de produção de açúcar e etanol."

Os pesquisadores envolvidos no estudo explicam que agora é possível determinar a quantidade de consumo de água na produção e as medidas necessárias para a sua otimização de uso e reúso, assim como distinguir os processos de utilização de água e efetuar o dimensionamento de tubulações (coletores, distribuidores, entre outros), bombas, trocadores de calor, evaporadores e estações de tratamento de água.

Três décadas atrás, a captação de água na indústria sucroalcooleira era de 15 a 20 m³ por tonelada de cana. Uma redução ocorreu devido à legislação ambiental e à implantação do sistema de cobrança pela utilização de recursos hídricos, decorrentes da Constituição Federal de 1988.

Levantamento realizado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), em 1997, analisou a captação de 34 usinas da Copersucar, que chegou à média de 5 m³ por tonelada. Em 2012, no Estado de São Paulo, o valor foi de 1,26 m³ por tonelada, de acordo com dados da Secretária do Meio Ambiente de São Paulo.

Os resultados da pesquisa auxiliam no desenvolvimento de soluções sustentáveis para as produções de etanol e de açúcar. Os dados foram obtidos a partir de diagnóstico sobre a intensidade da utilização de recursos hídricos nas atividades relacionadas ao processamento da cana-de-açúcar e estão disponíveis na internet.

O trabalho foi apresentado no final de 2014 no Conference on Sugar Processing Research (SPRI 2014) na forma do artigo "Analysis of water consumption in the sugar and alcohol mills in Brazil" e no Congresso Nacional de Bioenergia da União dos Produtores de Bioenergia (udop), sob o título "Análise de consumo hídrico em usinas sucroenergéticas e as práticas de reúso de efluentes".

¹ **Estudo mostra como usinas de cana podem reduzir consumo de água.**
Publicação no site da Embrapa – Agroindústria, 10/02/2015.

BIBLIOGRAFIA

Adubo Verde (2000) in **Árvore do conhecimento Cana-de-açúcar**: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_40_711200516717.html. Acesso em: 10/08/2016.

ALCARDE, A. R. **Processamento da cana-de-açúcar**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 2007, Brasília, DF. Anais.

ANDRADE, S. A. C.; CASTRO, S.B. **Engenharia e tecnologia açucareira**. Departamento de Engenharia Química CTG – UFPE. 2006, Pernambuco. *Anais...*

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução ANP Nº 19 de 15/04/2015**. Publicado em: [http://www.udop.com.br/download/Legislação/comercializacão/institucional_site_juridico/res_19_2015_republicacao_especificacoes_etanol.pdf](http://www.udop.com.br/download/Legisla%C3%A7%C3%A3o/comercializac%C3%A3o/institucional_site_juridico/res_19_2015_republicac%C3%A3o_especificac%C3%B5es_etanol.pdf). Acesso em: 19/10/2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas, NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ARAÚJO, F. A. D de. Processo de clarificação do caldo de cana pelo método de bicarbonatação. **Revista Ciência & Tecnologia**. 6 p., 2007.

TOOGOOD, F. **Para que serve um manual?**. Artigo da tag: Manuais absurdo. Publicado em: <https://ideiafix.wordpress.com/tag/manuais-absurdos/>. Publicado em 6 de agosto de 2019. Acesso em 01/11/2016.

BENDER, R. **Projeto conceitual de uma colhedora da cana-de-açúcar voltada para a comercialização do plene**. Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina. Horizontina, 2012.

BRAILE, Pedro Marcio; CAVALCANTI, José Eduardo W.A. Manual de Tratamento de Águas Residuárias. In: São Paulo: CETESB,1993. 764p.

BRAUNBECK e CORTEZ, 1999. Publicado em: <https://www.novacana.com/cana/colheita-da-cana-producao-acucar-etanol>. Acesso em: 12/08/2016.

CASTRO, H. F. de. Processos Químicos Industriais II Apostila 1 **Indústria Açucareira**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de Lorena – EEL

CAZARRÉ, M. L., G. J. M. M. de. Publicado em: <http://mundodacana.blogspot.com.br/2009/11/levedura-seca.html>. Acesso em: 29/08/2016.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Nota sobre tecnologia de controle fabricação de açúcar e álcool. Diretoria de Controle. Dezembro 1985.

CMI Caldeiraria & Manutenção Industrial: <http://www.cmicaldeiraria.com.br/servicos.html>, 2016. Acesso em: 27/10/2016.

DICIOS: <https://www.dicio.com.br/meio-ambiente/>. Acesso em: 15/08/2016.

DRUCKER, P. **The practice of management**. New York: Harper & Row, 1954.

EBA CONSULTORIA. **Treinamento e processos de fabricação do etanol**. Usina Da Mata, 2008.

ESPARTEL, L. Curso de topografia. 2. impr. Porto Alegre: Globo, 1969. 655 p. il.

ESPARTEL, L. Curso de topografia. 9. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

ESTADÃO. **ANP obriga postos a trocar nome álcool por etanol**. Publicado em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,anp-obriga-postos-a-trocar-nome-alcool-por-etanol,480554>. Gustavo Porto, Agência Estado, 11 Dezembro 2009, 14h39. Acesso em: 05/11/2016.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar**, 2ª Edição, Editora EME, 2003.

GRUPO VIRTUOUS, Contas: <http://www.socontabilidade.com.br/conteudo/contas.php>. Acesso em: 10/08/2016.

HIGA, M.; BANWART, A. C. **Avaliação energética em usina de açúcar e etanol utilizando a análise "pinch"**, 2005.

ISO 10006:1997. Quality management - Guidelines to quality in project management: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=2364. Acesso em: 28/08/16.

IUDÍCIBUS, S. de. **Contabilidade Gerencial**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KAPLAN, R. S.; COOPER, R. **Custo e Desempenho: Administre seus custos para ser mais competitivo**. 2. Ed. São Paulo: Futura, 2000.

KOONTZ, Harold & O'Donnel Cyril, **Principles of Management: An Analysis of Managerial Functions Hardcover** – McGraw-Hill Inc., US; 5th Revised Edition, February 1972.

LANDELL, M. G. de A.; Campana, M P.; Figueiredo, P. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas Campinas: Instituto Agrônomo, 2012. 16 p; **(Documentos IAC, N. 109)**. Online http://www.udop.com.br/ebiblio/pagina/arquivos/2013_sistema_multiplicacao_cana_com_mudas_pre_brotadas.pdf. Acesso em: 21/08/2016.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9ª Edição. Editora Atlas, 2003.

MARTINS, F. de A., MARTIM, T. CORRÊA, A. M.; OLIVEIRA, F. F. de; **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção** Vol. 2, n. 3. jul/dez, 2014.

McMILLAN, J. D. In **Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production**. HIMMEL, M. E.; BAKER, J. O.; OVEREND, R. A. eds., ACS Symposium Series 566, American Chemical Society, Washington, DC, p. 411–437, 1994.

MICHAELIS (Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa): <http://michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 10/08/2016.

MORAES, C. Como planejar um canavial? **Revista Canavieiros**, Ed. Nº 21, março, 2008.

NBR 13133 - Execution of topographic survey - Procedure. Descriptor: Topographic survey. Válida a partir de 30.06.1994. Incorpora ERRATA nº 1, de DEZ 1996.

NOGUEIRA, L.A.H., Rocha, C.R.; Nogueira, F.J.H. **Eficiência energética no uso de vapor: manual prático**. Eletrobrás, 2005.

NOUR, A. A. (2003). Publicado em: <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/afec8c6f865996dd38234d992ad89093.pdf>. Acesso em: 18/08/2016.

PADUA, E. da S.; SILVA, H. R. da. **Análise de Perigos e Riscos na Manutenção Elétrica no Ramo Sucoalcooleiro**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Publicado em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_229_339_29_405.pdf. 03 a 06 de outubro de 2016. Acesso em: 21/10/2016.

PAYNE, J. H. **Operações unitárias na produção de açúcar de cana**; tradução Florenal Zarpelon. São Paulo: Nobel S.A., 1989.

PIVELI, R. P. **Tratamento de Efluentes de Usinas do Setor Sucoalcooleiro**. Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia Hidráulica, Escola Politécnica, 2006.

SIGNIFICADOS, 2016: <https://www.significados.com.br/meio-ambiente/>. Acesso em: 16/08/2016.

SOARES, H. **Qualidade do ar comprimido na indústria de alimentos**. Disponível em: <http://foodsafetybrazil.org/a-qualidade-do-ar-comprimido-na-industria-de-alimentos/#ixzz4Nk7U77WY>. Postado em: 18/10/2013. Acesso em: 21/10/2016.

STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Nov/Dez, 2004. Disponível em: <https://www.procknor.com.br/br/artigos/utilidades>. Acesso em: 04/10/2016.

URWICK, LYNDALL, EDS. **Papers on the Science of Administration**. Routledge, 2012.

Uso da água na produção da cana-de-açúcar e etanol. Disponível em: <https://www.novacana.com/cana/uso-agua-producao-cana-etanol/>. Publicação no site Novacana. **04 Fev 2013**. Acesso em: 21/10/2016.

Você sabe o que é ar comprimido?. Disponível em: <http://www.ageradora.com.br/voce-sabe-o-que-e-ar-comprimido/>, 24 de abril de 2015. Acesso em: 21/10/2016.

VIAN, C. E. F. **Manutenção e análise de equipamentos**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01136_22122006154842.html. Acesso em: 21/10/2016.

VIANA, H. R. G. **PCM – Planejamento e Controle da Manutenção**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 167 p.

WIKIPEDIA: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ar_comprimido. Acesso em: 21/10/2016.

APRESENTAÇÕES:

DALBEN, L. C. **Manejo da Palha da Cana-de-açúcar**. 7º Congresso Nacional da Bioenergia – UDOP, 2014.

Limpeza da Cana a Seco – Tecnologia Empral. Disponível em: <http://www.stab.org.br/12sba/4.JOAOKASPUTES.SERMATEC.26.10.10.45hs.pdf>.

Acesso em: 21/10/2016.

SAMPAIO, F. C. **Apresentação "Integrando Planta 2G: Agregando Valor às Operações 1G.** 7º Congresso Nacional da Bioenergia – UDOP, 2014.

Site da ZANINI, 2016. Publicação disponível em: <http://www.zanini.ind.br/produtos/limpeza-de-cana-seco-e-aproveitamento-da-palha/>. Acesso em: 21/10/2016.

PROJETOS:

FREITAS, G. L. de; FERREIRA, O. M. **USO DA ÁGUA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL: ESTUDO DE CASO.** Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/uso%20da%20%C3%81gua%20no%20processo%20de%20produ%C3%87%C3%83o%20de%20%C3%81lcool.pdf>. Acesso em: 21/10/2016.

SALVADOR, J. F. **Análise da Deposição em Aplicações Aéreas de Defensivos em Função de Diferentes Alturas de Voo e Volumes de Calda.** Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, março/2011. Disponível em: <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0702.pdf>. Acesso em: 19/10/2016.

RASOVSKY, E. M. **Álcool: Destilarias.** Instituto 16 Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, Vol. 2, n. 3. jul/dez 2014 do Açúcar e do Álcool. Rio de Janeiro: Coleção Canavieira, 2009. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/apucarana/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/curso-de-engenharia-textil/projetos-industriais-texteis/ciatex>. Acesso em: 25/08/2016.

REZENDE, R. S; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Irrigação.** Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_56_711200516718.html. Acesso em: 15/08/2016.

ROSSELL, C. E. V. **Fermentação do Hidrolisado**. Campinas-SP, 2000. Disponível em: apta.sp.gov.br/cana/anexo/Ppaper/sessão_3_Rossel.pdf. Acesso em: 28/09/2016.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Mudas. Árvore do conhecimento Cana-de-açúcar**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_40_711200516717.html. Acesso em: 10/08/2016.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Adubação orgânica**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html. Acesso em: 15/08/2016.

SILVA, A. M. **Controle de Qualidade da Cana-de-açúcar**. Laboratório de Sacarose. Relatório contendo o resumo geral de todo conhecimento adquirido no laboratório de sacarose da Usina Ipojuca S/A. Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/laboratorio-de-sacarose.html>. Acesso em: 04/10/2016.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos da topografia**. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Universidade Federal do Paraná. 2012. Disponível em: http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf. Acesso em: 19/08/2016.

SOUZA, Z. M. de; et al. **Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Fac. de Ciências Agrárias e Veterinárias, Dep. de Solos e Adubos. Publicação: Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.40, n.3, p.271-278, março/2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n3/a11v40n3>). Acesso em: 19/10/2016.

USINAS. **Unidades Produtoras de Açúcar, Etanol e Bioenergia (Adecoagro, COFCO Agri, Da Mata, Glencane – U. Rio Vermelho, Ibéria, Itajobi e Vale do Paraná)**, que enviaram suas descrições de atividades, processos e tarefas que envolvem a produção de cana-de-açúcar, para composição deste Manual. Araçatuba/SP, 2016.