

AVALIAÇÃO DAS PERDAS NO PROCESSO DE COLHEITA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO DO VALE DO IVINHEMA

 <https://doi.org/10.56238/arev6n2-172>

Data de submissão: 22/09/2024

Data de publicação: 22/10/2024

Rodrigo Macarini Ricci

Graduado

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Campus Nova Andradina

Paulo Eduardo Ferlini Teixeira

Doutorado

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Campo Grande

Márcio Lustosa dos Santos

Doutorado

Instituto Federal de Mato Grosso Do Sul - Campus Nova Andradina

Rienni de Paula Queiroz

Doutorado

Instituto Federal de Mato Grosso Do Sul - Campus Nova Andradina

RESUMO

O Brasil detém cerca de 18% de todo seu território agricultável destinado a produção de cana-de-açúcar, sua matéria prima é de grande importância econômica no país, com produções de subprodutos com alto valor agregado, como o açúcar, álcool e etanol. Alguns estados de maior extensão territorial são responsáveis por grandes produções, em larga escala, principalmente na região Centro-oeste, Sudeste e Norte do país, sendo maior destaque com 53% de todo o cultivo da cana-de-açúcar é São Paulo, seguido de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul. Diante disto, com produções em larga escala, outros desafios passam a surgir, como a necessidade de cultivos dentro de aspectos tecnológicos que impeçam a ocorrência de perdas no sistema produtivo, desde o estabelecimento dos canaviais e principalmente a sua colheita e transporte, até a chegada da matéria-prima dentro do complexo industrial para transformação em subprodutos. O objetivo deste trabalho foi analisar e quantificar o percentual em perdas entre o processo de colheita e recebimento na indústria da matéria-prima da cana-de-açúcar colhida fresca na região do Vale do Ivinhema – Mato Grosso do Sul. Como metodologia foi utilizado o estudo de caso, o qual compreendeu três meses de análise. Com os dados analisados, foi possível verificar que o maior percentual em perdas ocorre para a parcela de produtores que realizam seus próprios cultivos, enviando sua matéria-prima a indústria gerando em torno 44,02% em perdas entre o total colhido e recebido. Além disto, colheitas mais distantes do complexo industrial apresentou maiores perdas em torno 9,85% em impurezas minerais e vegetais, evidenciando que o transporte possa ter influenciado no momento de recebimento.

Palavras-chave: Setor Sucroalcooleiro. Tecnologia. Gestão a Vista. Planejamento.

1 INTRODUÇÃO

A atividade do agronegócio brasileiro avança cada vez mais na produção e comercialização da cana-de-açúcar, esta que atende como a principal matéria prima no país para a produção de derivados para atendimento a humanidade de forma direta e indireta, como a produção de produtos essenciais para a humanidade, como: Açúcar, etanol, álcool, vinhaça, torta de filtro, melaço, entre outros além de atender em derivados para a alimentação animal, sendo as principais opções o resíduo bagaço de cana e levedura seca.

Segundo os dados na Conab – Companhia Nacional de Abastecimento, a produção de etanol no Brasil, em dados da safra obtidos em 2022 a área brasileira destinada para cultivo da cana-de-açúcar foi de 8,4 milhões de hectares, com uma produção total de 642,71 milhões de toneladas, garantindo aproximadamente 76,13 toneladas por hectare em produtividade. Atualmente dentro de um *ranking* nacional, o estado de São Paulo corresponde por aproximadamente 53% desta produção, seguido de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. De acordo com esta produção total, cerca 34% foi destinada a produção de açúcar com 29,79 milhões de toneladas, e o restante destinado a produção recorde de etanol.

Diante disto, é possível verificar que o Brasil atende em grande demanda a produção desta matéria prima em biomassa de cana-de-açúcar, para o atendimento a inúmeros setores, alguns estados são destaques nesta produção. Entretanto, apesar das indústrias residentes no país, existe a necessidade da busca de uma maior tecnologia, como equipamentos, mão de obra qualificada, e demais meios que atendem e garantam cada vez uma produtividade maior MEERT et al., (2020).

As produções de cana-de-açúcar atualmente, atendem grande demanda de produção, gerando bilhões de toneladas e litros de subprodutos, almejando uma produção cada vez maior. Para que isto seja possível, existe a necessidade da busca de uma maior produtividade e margem perante as empresas, denominadas como grandes indústrias rurais, estas que abastecem diretamente o mercado interno e externo.

De uma forma geral, os principais fatores que podem vir a interferir nesta maior busca por um maior rendimento de produção, principalmente dentro da cadeia da produção do etanol, são fatores extrínsecos, ou seja, ambientais, como: Temperatura, rendimento operacional de colheita, clima, tipo de solo e manejos, leveduras na fermentação, entre outros.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a quantidade de perdas no processo de colheita da cana-de-açúcar na região do Vale do Ivinhema.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as perdas durante a colheita no período 3 meses na região do Vale do Ivinhema.
- Identificar principais fatores que ocasionam estas perdas.
- Analisar ações que podem minimizar perdas durante a colheita.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

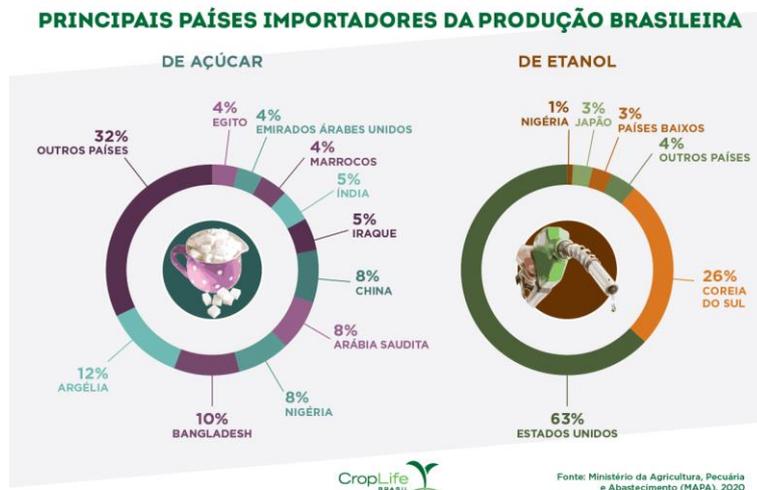
3.1 CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

A cultura da cana-de-açúcar abastece o país com sua matéria prima e subprodutos a aproximadamente 500 anos, sendo responsável por 2% do produto interno bruto (PIB) para a produção de açúcar e etanol frente a exportação brasileira, correspondendo a aproximadamente 13% de toda área colhida brasileira (CARMO et al., 2021). De acordo com dados IBGE (2022) o Brasil produziu em média ~74 toneladas por hectare de biomassa, totalizando 724.428.135 milhões de toneladas em 9.8 milhões de hectares, sendo o estado de maior produção São Paulo, seguido de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul em quarta colocação.

Mato Grosso do Sul, na safra 2022 foi responsável pela produção de 40.758.940 milhões de toneladas (~5.6% de toda produção nacional) cultivados em 631.534 mil hectares, com rendimento operacional em volume médio 64 toneladas/hectare, tendo como município de maior produção Nova Alvorada do Sul.

Diante disto, é observado a grande representatividade da cultura da cana-de-açúcar no Brasil, sendo o país o maior produtor desta biomassa a nível mundial, sendo o estado de São Paulo responsável por mais de 53% de toda esta produção nacional, seguido pelos países Índia e China (YOGITHA, 2020). Sendo o país de maior produção é responsável e liderança no mercado internacional na comercialização de commodities oriundo de sua produção, como açúcar e etanol, principalmente destinados para muitos países (Figura 1).

Figura 1 – Países clientes do Brasil na aquisição de commodities da cana-de-açúcar brasileira.



FONTE: (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2022).

Com toda a sua importância para o mercado brasileiro, a cana-de-açúcar ainda passa por constantes perspectivas em crescimento de área de produção, de acordo com dados CONAB a safra 2023/24, tende a crescer 10,9% em relação ao ciclo anterior abastecendo novos recordes computados pela companhia, ambos os rendimentos obtidos na maior produção por hectare e no crescimento de área plantada (CONAB, 2023).

Diante toda a importância expressiva da produção de matéria-prima da cana-de-açúcar no país, o setor passa por grandes complexidades do processo produtivo, trazendo consigo uma série de desafios, principalmente em alguns determinados elos da cadeia produtiva, como plantio, manejos e colheita principalmente. Alguns problemas inerentes a colheita são considerados um dos maiores gargalos, visto que é a fase mais importante de toda a produção, pois dependem de gerar qualidade, quantidade disponível em matéria-prima e em volume de produção entregues dentro dos complexos industriais para beneficiamento (MANHÃES et al., 2014).

3.2 COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cultura da cana-de-açúcar é classificada com um ciclo de produção semi-perene, sendo seu plantio intercalado a cada cinco ou seis anos, devido a sua queda de produção principalmente nos últimos ciclos, medida através do volume produzido em toneladas por hectare, e o nível de sacarose da matéria prima medida na indústria (ROSSETO, 2012).

Nas últimas décadas os cultivos de lavouras em nível empresarial, oriundos os cultivos por grandes grupos empresariais como usinas produtoras de álcool, açúcar e etanol, gerou a necessidade da intensificação do processo de colheita da cana-de-açúcar, mediante o seu grande aumento de cultivo

em algumas regiões do país, principalmente na região Sudeste, Centro-oeste e Norte. Esta prática minimizou a redução das práticas de queimadas e colheita manual, automaticamente isto diminuiu conflitos trabalhistas, falta de renovação da força de trabalho, proporcionando algumas outras vantagens como uniformização dos padrões da cadeia produtiva, garantindo assim uma colheita uniforme, planejada desde seu início e término. Além disto, principalmente para regiões onde a topografia permite, foi evidenciado melhorias nos rendimentos de colheita, possibilitando almejar diminuição nos custos com a operação na colheita, pós-colheita e transporte da matéria prima até o complexo industrial para seu tratamento (LIMA, 2021).

A região Centro-oeste demanda de grandes produtividades desta cultura, principalmente a sua produção ocorrendo em grandes áreas extensas, sendo classificada como uma cultura de grande importância econômica para a região em questão. Diante disto, os custos com o processo de colheita podem indicar até 12,67% de todo o custo com os tratos culturais que ocorrem anualmente desde o estabelecimento do canavial CARLI; MARTINS (2022). Sendo assim, toda economia e eficiência gerada durante este processo pode ser capaz de gerar maior resultados operacionais, indicando melhoria nos resultados positivos com seu cultivo.

Ainda neste sentido Carli; Martins (2022) evidenciam que a parte do manejo em que maior pode onerar custos de produção, estão alocados no processo de colheita, podendo ser significativamente auto perdendo resultado operacional no final do processo, em casos de má gestão dos dados e planejamento para uma colheita eficiente.

ROSSETO (2012) ressaltaram alguns gastos que podem ser minimizados com o correto manejo no processo de colheita deste material, principalmente para a colheita operacional através da utilização de máquinas citadas na presente pesquisa, sem queimadas, visando maior eficiência e economia desde a colheita na lavoura, até a sua entrada no complexo industrial para transformação da matéria prima da cana, em subprodutos.

O transporte externo também é capaz de gerar inúmeros custos agregados a cada tonelada colhida, e acaso este seja capaz de gerar maiores custos podem indicar perda em resultado operacional. Carli; Martins (2022) ao analisarem despesas analíticas de algumas principais regiões produtoras do país (Sudeste e Norte) com dados oriundos da CONAB no período 2008 a 2021, encontraram cerca R\$ 487,74, o custo com o transporte externo por hectare de lavoura colhida. Além disto, identificou que o principal custo das lavouras produtoras de cana-de-açúcar ainda é a mão de obra, mesmo em aspectos mecanizados acumulando cerca 18,26% em lavouras empresariais, e o segundo mais custo é relacionado a colheita e transporte, com aproximadamente 13% de todos os custos da operação,

evidenciando a importância do policiamento destes custos, principalmente em lavouras a nível empresarial, onde extensas áreas são cultivadas.

3.3 MOAGEM

A matéria prima é acondicionada por um processo de limpeza e abertura das células, propiciando a extração de um caldo, após a retirada deste surge o aparecimento do bagaço que é o resíduo do processo a sua umidade é reduzida. Após este procedimento a cana é encaminhada para esteiras, onde ocorre o corte da cana em pequenos pedaços, o equipamento responsável por este processo é a faca rotativa, composto por um motor de martelos oscilantes e uma placa desfibriladora a qual pulveriza a cana e abre as células que contém açúcar facilitando o seu processo de extração, é recomendado que pelo menos 82% das células da cana, sejam abertas para que se consiga uma boa extração e eficiência nas moendas (GOMES, 2016).

Neste momento inicial de recebimento e limpeza da matéria-prima oriunda das lavouras, após a sua colheita, a cana fresca *in natura*, pode apresentar maior ou menor quantidade de impurezas (minerais ou vegetais, principalmente classificadas na indústria) dando origem a dados de perdas com o processo de colheita e transporte MEERT et al., (2020). Diante disto, é essencial o monitoramento do volume colhido e recebido na indústria, a fim de controlar em formato de gestão a vista a quantificação destas perdas e se elas existem, a fim de que sejam tomadas decisões para melhoria no volume recebido diariamente, não afetando o ciclo de produção dos subprodutos industriais (MANHÃES et al., 2014).

De acordo com Alcarde (2017) após este processo na saída do desfibrilador a altura do colchão da cana é uniformizada pelo espalhador, localizado na descarga da esteira metálica, para uma esteira metálica de alta velocidade que alimenta a calha de alimentação forçada da moenda, desta forma, o nível da cana dentro da calha é utilizado para controlar o fluxo de cana para a moenda. Com o início do processo de moagem, caracterizado pela extração do caldo, este processo é baseado em fazer a cana passar entre dois rolos, com uma pressão estabelecida, extraíndo o caldo, também resulta na geração do bagaço da cana ao final da extração, com um certo grau de umidade que permite a sua utilização como combustível nas caldeiras. O processo de moagem é caracterizado por sete ternos em séries, após a passagem do material pelo primeiro deste ocorre a extração de caldo, onde a sua proporção cai em relação a quantidade de fibra, para em torno de 2 a 2,5, deixando um resíduo difícil de extrair. Desta forma, nos dois últimos ternos que o material será submetido, é necessário acrescentar uma certa quantidade de água na camada de cana. Para indústrias que buscam a produção de açúcar e etanol, o primeiro caldo que passa pelo primeiro terno é encaminhado para a produção de açúcar, por ser um

material de melhor qualidade, o restante é destinado a utilização para destilaria, para a produção do etanol. A eficiência do processo de extração pela moenda, pode variar de 94 á 97,5% e a umidade do resíduo final, o bagaço fica em torno e 50% (ALCARDE, 2017).

Após a moagem e a verificação do rendimento do caldo, é possível avaliar ainda a qualidade da matéria-prima recebida, com a geração de maior ou menor rendimento deste, impactado principalmente pelo teor de sacarose disponível no material processado (ALCARDE, 2017). Tais informações, servem como auxílio para tomada de decisões a campo, na verificação das características da matéria-prima, visando manter a campo variedades de canaviais que melhor proporcionam maior rendimento de caldo na indústria (MEERT et al., 2020).

RIBEIRO et al., (1999) ressaltaram sobre o processo de moagem, onde o material deve passar por processos posteriores a esta prática, para um melhor aproveitamento da matéria prima, como: Calagem, aquecimento, decantação, concentração e resfriamento. Onde durante a etapa de caleagem, com o material lei de cal, visa ocorrer a floculação favorecendo a decantação de impurezas coloidais, além da proteção dos equipamentos contra a corrosão.

3.4 RENDIMENTO OPERACIONAL NA COLHEITA

Alguns estados no país se encontram com o processo de colheita 100% mecanizada, principalmente aqueles com produção da matéria-prima da cana-de-açúcar em maior escala, onde um dos principais desafios no momento é buscar a redução dos custos operacionais com este processo, alguns processos alternativos desde o estabelecimento dos canaviais podem contribuir com até 50% na redução dos custos (Quadro 1) das perdas da matéria-prima na sua retirada da lavoura, até a entrada na indústria Oliveira et al., (2019).

Além disto, a colheita e transporte podem comprometer significativamente o volume em produtividade e a qualidade do produtivo final, principalmente durante o carregamento após o corte da matéria prima excedendo 24 horas, excesso de impurezas, destruição das raízes pelas máquinas indo para dentro dos caminhões transbordos (OLIVEIRA et al., 2019).

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

Componente de custo	US\$/há	US\$/t
Plantio	428	5,9
Trato de cana planta	34	0.5
Soqueiras	394	5.4
Colheita e transporte	853	11.8

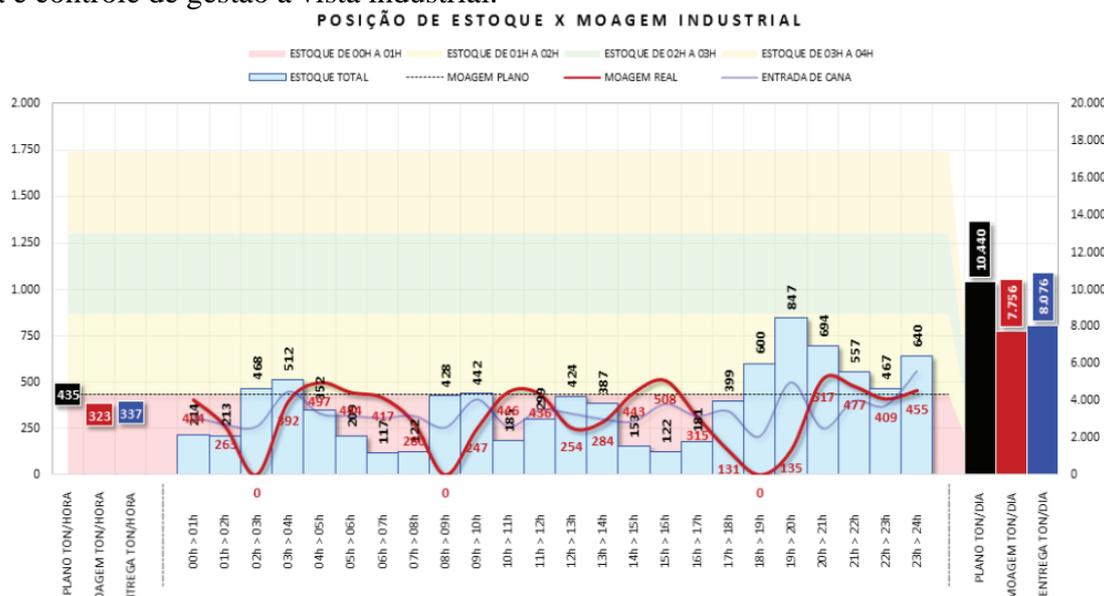
Terra	592	8.1
Administração	87	12
Depreciação	88	1.2
Capital	134	1.8
Total	2.537	34

FONTE: (CTBE, 2018).

O rendimento operacional com o corte mecanizado, apresenta vantagens frente a programação do volume produzido, sem excesso de cargas para transporte e com isto diminuindo perdas, em algumas regiões este é realizado através de caminhões especializados, com carga média até 45 toneladas composto por duas ou três carretas. Estes computam dentro do custo total com a colheita, a contar o corte, transbordo e transporte, este último ao contar da distância entre a lavoura e a indústria pode onerar ainda mais a atividade (ALVES et al., 2022).

Algumas usinas produtoras de álcool, açúcar ou etanol, detêm de planejamentos prévios para sua produção e tomada de decisão dentro do seu fluxo operacional diário na obtenção de subprodutos oriundos da cana-de-açúcar, principalmente pela sua grande necessidade de volumes altos a serem trabalhados diariamente, sendo guiadas por painéis de produções, os quais podem indicar a necessidade de maior ou menor recebimento de matéria prima, a medida do subproduto que está sendo produzido em relação a quantidade e qualidade da matéria-prima que está sendo processada (Figura 2).

Figura 2 - Composição dos estoques da cana colhida x moagem industrial com monitoramento via sistema e controle de gestão a vista industrial.



O plano de estocagem de moagem pode ser primordial dentro do planejamento diário, semanal e quinzenal do complexo industrial, programando assim o volume a ser colhido nas lavouras. Assim, sendo possível realizar o planejamento do estoque, evitando paradas produtivas no processo de fabricação ALVES et al., (2022).

Um dos principais objetivos da colheita mecanizada, além de maior organização de todo o fluxo de produção diária, esta diretamente ligado ao menor custo operacional, mediante ao volume colhido e número de operações necessárias evitando assim perdas significativas ao longo da produção da matéria-prima (OLIVEIRA et al., 2019).

3.5 PERDAS NO PROCESSO DE COLHEITA

Um dos processos mais importantes do ciclo de produção da cana-de-açúcar é o seu processo de colheita, principalmente pelo seu rendimento depender de uma série de fatores inerentes ao processo, e pela responsabilidade do volume de produção de matéria-prima, a ser entregue em complexos industriais diariamente (MANHÃS et al., 2014). De acordo com Oliveira et al., (2019) muitos desafios são encontrados neste momento final do ciclo de produção anual, principalmente pela questão de rendimento operacional em volume de colheita, o qual pode ser comprometido a forma como ocorre a operação.

Neste sentido, o processo oriundo de uma colheita mecanizada pode oferecer soluções, que visem maior programação do volume a ser colhido, e rendimento operacional principalmente, permitindo maior planejamento estratégico a campo e a nível industrial para recebimento da matéria-prima em quantidades suficientes para o trabalho diário, semanal, quinzenal e mensal (ALVES et al., 2022).

No aspecto de modernização em tecnologia, a colheita da cana-de-açúcar passou a proporcionar retornos com a programação de volume de matéria prima colhida, e com isto melhorias dentro do setor industrial, entretanto, passou-se a necessitar de melhorias em gestão de operações para este processo, a fim de realizar manejos dos recursos demandados com intuito de redução dos custos operacionais de colheita, envolvendo principalmente a redução de perdas na colheita, economias que podem ser geradas neste processo, e demais atividades inerentes a operação de colheita como um todo (ALVES et al., 2022).

Ainda neste sentido Meert et al., (2020) denominaram também os tipos de perdas como quantitativas e qualitativas, sendo o primeiro no que se configura a perdas vegetais, como a presença de materiais estranhos dentro da biomassa colhida da cana-de-açúcar, como a presença de pontas de madeira, lascas, canas inteiras e afins, afetando o rendimento obtido na lavoura e o recebido líquido

dentro da indústria, enquanto o segundo formato configura-se como perdas na redução da qualidade do caldo, principalmente pela redução do teor de sacarose aparente encontrado no material colhido.

Em grande escala dois tipos diferentes de perdas são classificados de forma macro, porém Moraes et al., (2015) detalham ainda mais este processo, visto que podem ser dependentes da variedade do canavial, tamanho e espessura dos colmos, arquitetura da planta, uniformidade da lavoura, entre outras afetando no rendimento quantitativo quanto qualitativo.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho é composto inicialmente por um estudo de caso Guerra; Lunetta (2023) cujo, o principal objetivo da análise em questão é analisar a correlação das perdas de rendimento e volume da matéria prima cana-de-açúcar colhida e recebida na indústria, através das análises obtidos durante três meses da safra 2023. Os dados são oriundos de uma indústria da região, a qual terá seu nome em sigilo no presente trabalho.

Foi possível coletar informações obtidas de uma safra anterior de uma usina localizada na cidade de Ivinhema – Mato Grosso do Sul, atuando na região do Vale do Ivinhema, envolvendo 6 cidades (Ivinhema, Deodópolis, Angélica, Novo Horizonte do Sul, Naviraí e Nova Andradina), preservando o nome da indústria, no presente trabalho foi denominada: Usina de Açúcar e Álcool. Desta forma, é possível analisar os dados obtidos, e assimilar com os encontrados na literatura, para identificação se ocorre eficiência significativa ou não no rendimento operacional de perdas de matéria prima durante o processo de colheita.

Os dados foram coletados durante três meses, através da busca de informações sobre o período do ano, como volume colhido na lavoura, transportado e recebido na indústria de acordo com as frentes de trabalho, e após verificado o rendimento líquido da matéria prima, todos os dados foram fornecidos pela empresa através de relatórios de gestão a vista utilizados pela empresa, para melhor gestão de seus dados produtivos, com intuito de contribuir na pesquisa. O período de informações coletadas, compreende entre os meses junho a agosto do ano de 2023.

A pesquisa é baseada metodologicamente em uma análise qualitativa, devido conter uma análise de um processo, o qual de acordo com Flick (2004) trata-se de um tipo de análise a qual apresenta como finalidade averiguar um estudo de caso, fenômeno, entre outros trabalhos cujo objetivo seja gerar análises mais profundas sobre o tema, e possíveis explicações. Foi empregado também a metodologia quantitativa, devido a necessidade de uma análise visual com utilização de gráficos, tabelas, e demais dados para a interpretação dos resultados. Ludke (1988) define este tipo de método, como embasamento prático, para posteriores explorações bibliográficas, e alicerces ao trabalho

acadêmico. Foi necessário a utilização de uma metodologia exploratória, em caráter bibliográfico, a qual a qual é caracterizada por Godoy (1995) como uma busca sistêmica de caráter literário para possíveis análises e contribuições no caso, através da utilização de materiais periódicos, documentários, livros, artigos, teses, dissertações, entre outros que se mostraram pertinentes ao tema, através de buscas em sites confiáveis: ScieLo e Google acadêmico. A pesquisa foi possibilitada através de busca com utilização de palavras chaves, sendo as principais objeto de pesquisa: Rendimento de colheita na cana-de-açúcar, perdas na colheita da cana-de-açúcar, fatores extrínsecos na colheita da cana-de-açúcar.

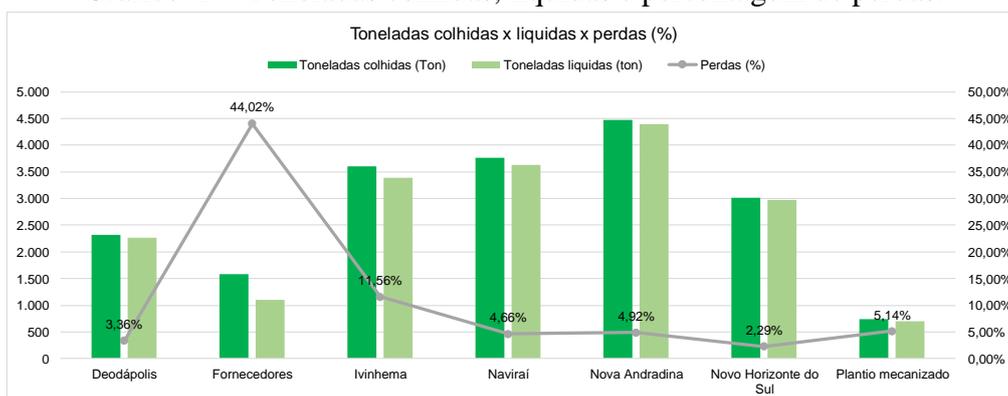
Os arquivos encontrados, passaram por um processo de seleção, onde foram considerados aqueles pertinentes ao tema proposto, dentro do ano de publicação menor que dez anos considerando arquivos periódicos, livros, documentários, artigos, teses, entre outros. Através disto foi possível realizar a junção dos materiais analisados, interpretações e novas considerações e conclusões sobre o tema proposto, bem como a identificação se existe ou não correlações diretas ou indiretas da quantificação de perdas em rendimento líquido da matéria prima da cana obtida ainda na lavoura. A análise dos resultados, e formulação da presente pesquisa compreendeu entre julho/2023 a julho/2024.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar o banco de dados da empresa citada como “Usina de açúcar e álcool” assim denominada na pesquisa, durante três meses do processo de colheita na região do Vale do Ivinhema – Mato Grosso do Sul, foi possível constatar alguns resultados utilizados na presente pesquisa proposta.

A percentagem de perdas entre o volume de matéria-prima colhida ainda na lavoura, e a sua quantidade líquida recebida no complexo industrial permitiram enxergar desde 2.29% até 44.02%, em relação ao colhido e ao recebido na usina, evidenciando a maior percentagem de perdas ocorridas para a parcela de fornecedores (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Toneladas colhidas, líquidas e percentagem de perdas.



FONTE: (Autor, 2024)

De acordo com pesquisas de campo que envolvem o banco de dados analisados, os fornecedores trata-se de uma classe de produtores que realizam seu próprio plantio e disponibilizam a lavoura para a Usina ser a responsável pela colheita, além disto, esta é evidenciado que este refere-se a maior distância percorrida até a matéria-prima chegar a indústria (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de cargas totais analisadas em banco de dados e distância média percorrida do município/localidade até a Usina de açúcar e álcool.

Rótulos de Linha	Nº de cargas totais	Distância km (média)
Deodópolis	3.096	32
Fornecedores	820	56
Ivinhema	9.740	25
Naviraí	3.810	40
Nova Andradina	5.349	33
Novo Horizonte do Sul	6.674	36
Plantio mecanizado	163	13

FONTE: (Autor, 2024)

Neste sentido de acordo com Oliveira et al., (2019) um dos maiores fatores que podem aumentar significativamente o volume em perdas, está na colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua, como presença de materiais estranhos como: pedaços de madeiras (tocos), lascas, cana-ponta, cana inteira, estilhaços, rebolo repicado, entre outros. Em plantios terceirizados, ou seja, que todo o plantio e manejo da lavoura são realizados pelos próprios produtores da região, no caso denominados na pesquisa como fornecedores parcela qual foi identificada 44,02% em perdas volume colhido x recebido, alguns aspectos essenciais no manejo da lavoura realizado pela própria Usina em suas lavouras próprias podem passar despercebidos, visto que, a maioria destes produtores são pecuaristas ou agricultores da região que detém algumas áreas arrendadas ou destinadas a produção da cana-de-açúcar, com intuito de contribuir com custos da propriedade na sua comercialização, ainda assim, a maioria destes não demandam de mão-de-obra, máquinas e até mesmo consultorias ou profissionais próprios responsáveis pelo correto manejo desta lavoura, assim gerando uma matéria-prima de média a baixa qualidade, impactando em um maior volume em perdas no momento de sua colheita.

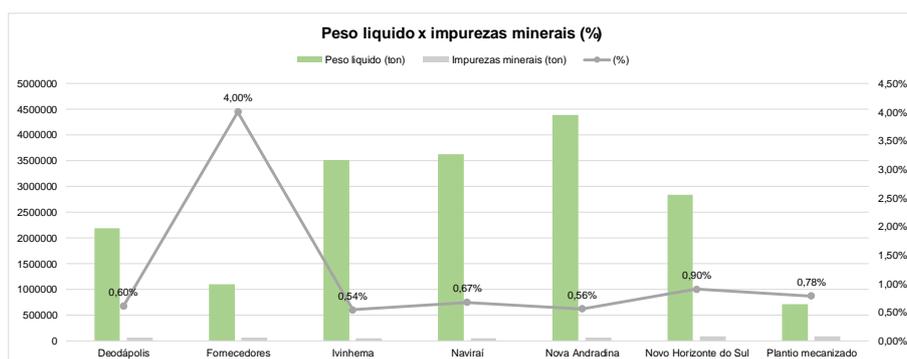
Ainda neste sentido, de acordo com Manhães et al., (2014) em áreas com topografias dificultosas a colheita do material pode ser comprometida de forma qualitativa, ou seja, perde a sua qualidade ao avanço do número de colheitas por danos causados as soqueiras neste momento, impactando no seu arranquio da cana, comprometendo ainda nas próximas colheitas a serem realizadas.

Ainda no gráfico 1, observamos que para o plantio mecanizado ocorreu 5,15% em perdas entre o volume colhido x entregue, enquanto para esta parcela distância média percorrida pelas cargas foi de 13 km (tabela 1). Com isto, é possível observar a menor distância percorrida, mas ainda assim uma leve percentagem em perdas. Alves et al., (2022) ressaltam que existem dois principais tipos de perdas durante o processo todo mecanizado, desde o estabelecimento da lavoura, até a sua colheita, sendo as perdas visíveis e aquelas invisíveis. A primeira é considerada de fácil identificação pois podem ser visualizadas e ainda estimadas a campo através da quantidade de matéria prima colhida na forma de cana inteira, tolete, toca, pedaço de cana e restos da matéria prima deixada no campo após a passagem da máquina colhedora, enquanto a segunda forma em perdas invisíveis são de difíceis identificações ainda no campo, sendo enxergadas na indústria durante seu processo produtivo, com a quantidade da matéria-prima extraviada em seu formato de caldo, pequenos estilhaços e serragem, principalmente.

É possível notificar algumas regiões em que obtiveram menores perdas na produção total e recebimento na indústria, evidenciando que os aspectos operacionais tanto na colheita, quanto no transporte estão de acordo dentro da normalidade, como o caso de Novo Horizonte do Sul e Deodápolis, com 2,29% e 3,36%, respectivamente em perdas. Neste sentido, apesar dos municípios estarem localizados em distâncias médias 36 e 32 km, respectivamente, a distância não contribuiu para impactar ainda mais no aumento das perdas, evidenciando que o transporte durante o período analisado foi adequado.

De acordo com a presente pesquisa realizada, a maior parte das perdas ocorridas ainda na lavoura com o volume de produção menor recebido pela indústria, detém de algumas ações que podem ainda ser tomadas em campo, como a manutenção das facas do cortador de base das colheitadeiras, variedade da cana-de-açúcar, topografia do terreno e afins ALVES et al., (2022). Estes fatores impactam diretamente na geração de perdas em formato de impurezas vegetais e minerais (Gráficos 2 e 3).

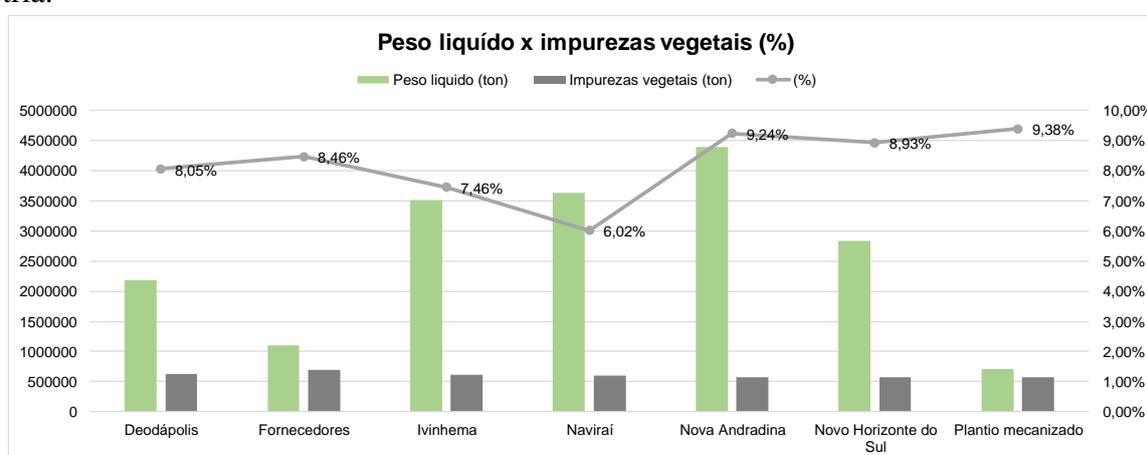
Gráfico 2 – Percentagem de perdas minerais em relação ao peso líquido de matéria-prima recebida na indústria.



FONTE: (Autor, 2024)

Impurezas vegetais são folhas verdes, palhas e ponteiros principalmente, são oriundas ainda na lavoura com a colheita da matéria-prima verde, sendo importante que a máquina faça um processo de separação e descarte, visando deixar o mínimo dessa impureza dentro das cargas que serão destinadas a indústria. Impurezas minerais são classificadas como pedras, solo (terra) que podem ser colhidos junto com a cana no momento do seu corte, mas que não são desejados dentro da matéria-prima, gerando perdas que podem ser até significativas dentro do processo produtivo (MANHÃS et al., 2014).

Gráfico 3 – Percentagem de perdas vegetais em relação ao peso líquido da matéria-prima recebida na indústria.



FONTE: (Autor, 2024)

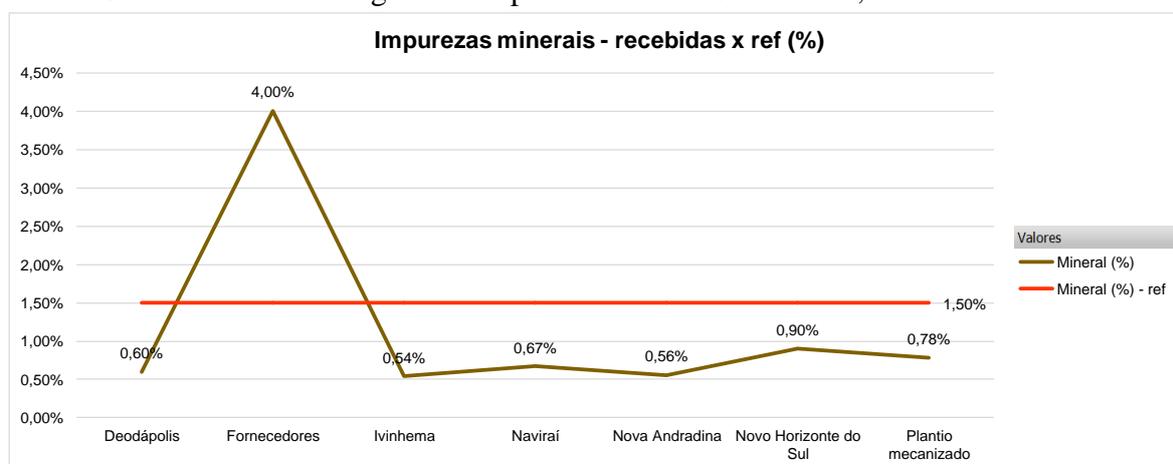
De acordo com Oliveira et al., (2019) as perdas com todo o processo mecanizado podem chegar até 15%, entre formas de impurezas minerais e vegetais. Na pesquisa foi evidenciado cerca 0,78% e 9,38% minerais e vegetais (gráficos 2 e 3), respectivamente, totalizando 10,16% em perdas totais, ficando abaixo do aceitável para este tipo de procedimento mecanizável. Sendo assim, é possível ressaltar que a Usina de açúcar e álcool empregada na presente pesquisa, detém de ótimos controles em relação a perdas para a produção da matéria-prima enquanto o processo é realizado todo mecanizado, evidenciando que esta prática pode entregar melhores resultados em rendimentos operacionais.

De acordo com dados observados nos gráficos 2 e 3, é possível evidenciar também uma maior percentagem em perdas minerais e vegetais, 4,00% e 8,46%, respectivamente para a matéria-prima recebida pelos fornecedores, totalizando 12,46% em perdas totais, ficando atrás apenas da região que foi plantada em formato mecanizado com 10,16% e terceiro a região de Novo Horizonte do Sul com 9,83% em perdas totais. No mesmo sentido, os motivos para tal resultado vão ao encontro de dados pontuados por Manhães et al., (2014) em relação aos cuidados com a lavoura, forma de plantio,

topografia e afins, os quais realizados por produtores da região podem não atender os critérios de controle de qualidade adotados pela Usina em questão.

De acordo com alguns autores a média encontrada para percentagens em perdas minerais e vegetais é de 1,50 e 8,00%, respectivamente, as quais juntas podem ser aceitáveis dentro da margem máxima em até 15% (OLIVEIRA et al., 2019). Com intuito de melhor visualização é possível evidenciar as percentagens encontradas em gráficos separados (4 e 5) para cada variável analisada.

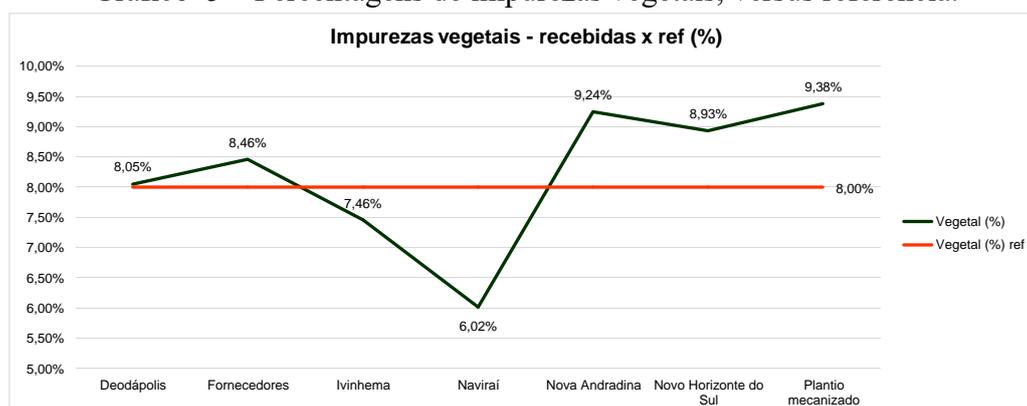
Gráfico 4 – Percentagens de impurezas minerais recebidas, versus referência.



FONTE: (Autor, 2024).

Alguns fatores devem ser levados em consideração no momento da colheita, evitando contribuir para o aumento da presença de impurezas tanto minerais, quanto vegetais na matéria-prima colhida. De acordo com Peloso et al., (2019) dentro da colheita mecanizada as maiores velocidades podem contribuir para o aumento das impurezas principalmente vegetais, com sua maior presença na carga colhida, sendo necessário realizar a manutenção ideal, verificar a velocidade e situação atual da colheitadeira, havendo ajustes caso necessite em tempo hábil.

Gráfico 5 – Percentagens de impurezas vegetais, versus referência.



FONTE: (Autor, 2024).

Apesar de uma distância média em torno 40km da lavoura do município de Naviraí até a indústria, podemos observar nos gráficos 4 e 5, uma menor perda em impurezas minerais e vegetais, 0,64% e 6,02%, respectivamente, totalizando 6,69% um menor percentual ao comparar com demais, evidenciando que o formato de colheita e transporte desta localidade encontra-se adequados. Além disto, no que diz respeito as impurezas minerais, é possível ainda manter como hipótese que a matéria-prima desta localidade poderá oferecer melhores rendimento de caldo, visto a menor contaminação com impurezas minerais observadas.

Através das mensurações e análises dos bancos de dados, e gestão a vista oriundos da Usina de açúcar e álcool, empregados na pesquisa é possível recomendar alguns aspectos para que seja corrigido as gerações de possíveis perdas de matéria-prima até a sua chegada na indústria, com o processo de colheita e transporte, principalmente verificar a campo as variedades das lavouras empregadas e forma de cultivos realizadas pelos fornecedores, distância em quilômetros da lavoura até a indústria, topografia do terreno, manejos culturais, velocidades das máquinas colheitadeiras, manutenção em dia destas bem como o rolo de facas responsáveis pelo corte e afins.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com dados analisados na pesquisa todo o processo de corte e transporte mecanizados podem ser menos onerosos a empresa, principalmente em grande porte a qual detém de planejamentos prévios para recebimento da matéria prima na indústria, possibilitando melhorias nos resultados operacionais da indústria.

Ainda neste sentido, com objetivo de minimizar perdas é possível tomar decisões que podem influenciar ainda no campo, visando um maior rendimento da matéria-prima colhida, como verificar a revisão de máquinas colheitadeiras rolo de facas cortadoras em boas condições, topografias dos terrenos, variedade do canavial e afins.

Os dados analisados para todo o processo produtivo mecanizado, desde o estabelecimento das lavouras, manejo e colheita, apresentam potencial de gerar menores perdas nos processos produtivos com a menor geração de impurezas em perdas minerais e vegetais, evidenciando que a prática pode contribuir com um melhor rendimento operacional, garantindo maiores resultados a indústria.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, A. R; Tratamento de caldo – Cana-de-açúcar, 2017. Embrapa. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_104_22122006154841.html Acesso: 06 Jan. 2024.
- ALVES, R. S; ESCARELA, V. A. C; SANTOS, P. R. A; BARBOZA, T. O. C; CHIODEROLI, C. A; Controle estatístico da qualidade aplicado a quantificação das perdas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar em função da rotação do extrator primário. Research Society and Delevopment, v.11, n.16, 2022.
- CARLI, S. M; MARTINS, V. F; Comparabilidade dos custos de produção da cana-de-açúcar no Brasil. RAGC, v.10, n.44, p.114-128, 2022.
- CARMO, C. R. S; MOURA, M. S; LANÇAS, K. P; MARQUES FILHO, A. C; Perdas de cana-de-açúcar na colheita mecanizada: Uma proposta de análise multivariável. GETEC, n.31, v.10, 2021.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB; Boletim da safra cana-de-açúcar, 2022/23. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar> Acesso: 10 Mai. 2024.
- FLICK, U; Uma introdução à pesquisa qualitativa. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- GODOY, A. S; Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em ciências sociais. Revista de Administração de Empresas. v.35, n.2, 1995.
- GOMES, W; Processo de tratamento de caldo em usinas sucroalcooleiras, 2016. LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/processo-de-tratamento-caldo-em-usinas-wellington-gomes> Acesso: 05 Jan. 2024.
- GUERRA, R; LUNETTA, A; Metodologia da pesquisa científica e acadêmica. Revista Owl Journal, n.2, v.1, 2023.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Produção de cana-de-açúcar, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/br> Acesso: 10 Mai. 2024.
- Laboratório de Ciência e Tecnologia do Bioetanol – CTBE, CTBE Divulga 25ª edição do boletim de monitoramento da cana-de-açúcar em São Paulo, 2018. UDOP. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2018/03/14/ctbe-divulga-25-edicao-do-boletim-de-monitoramento-da-cana-de-acucar-em-sao-paulo.html> Acesso: 15 Mai. 2024.
- LIMA, J. R. T; Colheita mecanizada da cana-de-açúcar: O que nos revelam os especialistas do setor sobre as motivações e impeditivos da sua adoção na realidade canavieira. Estudos Sociedade e Agricultura, v.29, n.1, p.219-245, 2021.
- LUDKE, M; Metodologias quantitativas e qualitativas na pesquisa. Revista Cad. Pesq. São Paulo. n.64, 1988.

MANHÃES, C. M. C; GARCIA, R. F; FRANCELINO, F. M. A; CORREA JUNIOR, D; SOLANO, C. S; FRANCELINO, H. O; Visible losses in mechanized harvesting of sugarcane using the Case IH A4000 harvester. American Journal of Plant Sciences, v.5, n.18, 2014.

MEERT, L; ARAGÃO, G. N; GENÚ, A. M; MULLER, M. M. L; ESPÍNDOLA, J. S; KRENSKI, A; FIGUEIREDO, A. S. T; Perdas quantitativas e qualitativas de cana-de-açúcar em função de métodos de colheita e cultivares. Research Society and Development, n.11, v.9, 2020.

MORAES, M.A.F.D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. Revista de Economia Aplicada, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 605- 619. 2015.

OLIVEIRA, A. B; CARVALHO, L. R; JUNIOR LIMA, A. F; ROSA, J. Q. S; BARBUIO, R; MOREIRA, J. M; Perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar sob diferentes velocidades de corte. Revista Científica do Centro de Ensino Superior Almeida Rodrigues, n.7, v.1, 2019.

PELLOSO, M. F; LIMA, A. A; PELLOSO, B. F; SILVA, A. P; Perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar em resposta a diferentes velocidades da colhedora e de rotação do extrator primário. Colloquium Agrariae, n.1, v.1, 2019.

RIBEIRO, C. A. F; BLUMER, S. A. G; HORRI. J; Fundamentos de tecnologia sucroalcooleira, Tecnologia do álcool, 1999. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2214646/mod_resource Acesso: 20 Jul. 2023.

ROSSETO, R; Cana de Açúcar. EMBRAPA-Departamento de Estudos e Pesquisas. Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar Acesso: 24 Nov. 2023.

YOGITHA B. et al; Progress of sugarcane bagasse ash applications in production of Eco-Friendly concrete – Review. Materials Today: Proceedings, 2020.