



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Alagoas

Campus  
Penedo

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALAGOAS**

***CAMPUS PENEDO***

**CURSO TÉCNICO DE NÍVEL MÉDIO INTEGRADO EM AÇÚCAR E  
ÁLCOOL**

**VILKER SILVA SANTOS**

**AS CONSEQUÊNCIAS DA MECANIZAÇÃO DO CORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR  
NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

**PENEDO-AL**

**2022**

VILKER SILVA SANTOS

AS CONSEQUÊNCIAS DA MECANIZAÇÃO DO CORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR NA  
INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Alcool, do Instituto Federal de Alagoas, campus Penedo, como requisito parcial para obtenção de grau de Técnico em Açúcar e Alcool.

Orientador(a): Márcio Abreu de França.

PENEDO-AL

2022



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Penedo**  
**Biblioteca**

---

S237c

Santos, Vilker Silva.

As consequências da mecanização do corte de cana-de-açúcar na indústria sucroalcooleira / Vilker Silva Santos. – 2022.

28f. : il.

Orientação: Prof. Márcio Abreu de França.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Alcool) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2022.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Mecanização agrícola - Cana-de-açúcar. 2. Cana-de-açúcar - Colheita. 3. Indústria sucroalcooleira. I. França, Márcio Abreu de. II. Título.

---

CDD: 664.1

**Maria Luzia Alexandre de Oliveira**  
**Bibliotecária/Documentalista**  
**CRB-4/2159**

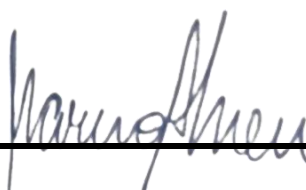
VILKER SILVA SANTOS

AS CONSEQUÊNCIAS DA MECANIZAÇÃO DO CORTE CANA-DE-AÇÚCAR NA  
INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso Técnico de Nível  
Médio Inegradado em Açúcar e Álcool, do  
Instituto Federal de Alagoas, *campus*  
Penedo, como requisito parcial para  
obtenção de grau de Técnico em Açúcar e  
Álcool.

Aprovado em: 22/ 11/ 2022.

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof: Marcio Abreu de França

Docente do IFAL *Campus* Penedo (orientador)



---

Prof. Martha Suzana R. dos Santos Rocha

Docente do IFAL *Campus* Penedo



Documento assinado digitalmente

KLEYSE GALDINO FRANCISCO

Data: 20/12/2022 20:26:20-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Kleyse Galdino Francisco

Docente do IFAL *Campus* Penedo

## RESUMO

A Indústria sucroenergética tem um papel muito importante na história do Brasil, desde os primórdios até os dias atuais. A indústria torna o Brasil o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo – dados apontam que na safra 20/21 o Brasil produziu cerca de 654,5 milhões de toneladas. Com o avanço da tecnologia ao longo dos últimos séculos surgiram novos equipamentos e veículos que vieram com um propósito de melhorar o sistema de produção agrícola. No entanto, na prática existem alguns prós e contras quanto à utilização das colheitadeiras nos canaviais. Em vista disso, o presente trabalho teve como desígnio principal relatar de maneira minuciosa os impactos da mecanização no setor de colheita da cana-de-açúcar. Recorrendo a levantamentos bibliográficos, a pesquisa salientou os problemas e benefícios ocasionados pelo sistema de colheita mecanizado, além de apresentar dados importantes relacionados ao setor canavieiro. Os seguimentos do trabalho indicam grandes vantagens na produtividade e também ao meio-ambiente, todavia geram impactos sociais afetando os cortadores. Como conclusão, ficou notório durante a realização da pesquisa que a mecanização apresenta benefícios muito importantes para economia devido ao aumento na produção e também a natureza reduzindo os níveis de gases tóxicos, no entanto causa também danos aos labutadores gerando desemprego.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar; mecanização, colheita.

## ABSTRACT

The sugar-energy industry plays a very important role in Brazil's history, from the early days until today, which makes it the largest producer of sugarcane in the world - data show that in the 20/21 harvest Brazil produced about 654.5 million tons. With the advance of technology over the past centuries, new equipment and vehicles have emerged with the purpose of improving the agricultural production system. However, in practice there are some pros and cons regarding the use of harvesters in sugarcane fields. In view of this, the present work had as its main purpose to report in a detailed way the impacts of mechanization in the sugar cane harvesting sector. Using bibliographical surveys, the research highlighted the problems and benefits caused by the mechanized harvesting system, besides presenting important data related to the sugarcane sector. The follow-ups of the work indicate great advantages in productivity and also to the environment, but they generate social impacts affecting the cutters. In conclusion, it became clear during the research that mechanization presents very important benefits to the economy due to the increase in production and also to nature by reducing the levels of toxic gases, however it also causes damage to the workers by generating unemployment.

**Keywords:** Sugarcane; mechanization, harvest.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>A IMPORTÂNCIA DA EXPANSÃO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA PARA ECONOMIA NACIONAL .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE COLHEITAS DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS CANAVIAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>HISTÓRIA DA MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO SETOR SUCROALCOOLEIRO .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE AÇÚCAR NO ESTADO DE ALAGOAS DECORRENTE DO AVANÇO NO PAÍS .....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>CONSEQUÊNCIAS E IMPORTÂNCIA DA MECANIZAÇÃO .....</b>	<b>20</b>
	8.1 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS .....	21
	8.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DA MECANIZAÇÃO .....	24
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A *Saccharum officinarum* L. é uma planta oriunda da miscigenação entre *S. spontaneum* L., *S. arundinaceum* Retzius, *S. robustum* Brandes e Jew e *Miscanthus* sp. que vem sendo semeada desde os períodos pré-históricos. Naturalmente seu ponto de partida tem princípio na Polinésia (sub-região da Oceania composta por mais de 1000 ilhas), lugar a partir do qual seu gênero foi se espalhando por todo o Sudeste Asiático. Como consequência dessa dissipação, a cana-de-açúcar acabou chegando em países como Papua Nova Guiné e Indonésia (Java), nesses lugares, foram desenvolvidos grandes centros de heterogeneidade (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). Atualmente cerca de 70 países realizam o cultivo mercantil desta planta e suas diversidades, dentre eles temos como destaque maior na produção a Índia, China e o Brasil. Aqui no Brasil, a cana-de-açúcar tem fortes conexões com o lado econômico social e ambiental do país.

Devido às tecnologias disponíveis no início do plantio da cana-de-açúcar o mesmo não era totalmente sustentável, no entanto, se estendeu até os dias atuais. Todavia, com as pressões exercidas pelas autoridades nos dias atuais quanto a preservação do meio ambiente, muitos dos métodos obsoletos utilizados acabaram sendo extintos, pois os mesmos eram nocivos a natureza. Fundamentado nessa imposição exercida por essas instâncias como forma de atenuar mudanças no ecossistema seguidas por uma mudança de assimilação desta problemática, iniciou-se uma intensa busca de alternativas sustentáveis, coagindo as mudanças na forma de cultivo da *Saccharum officinarum* L. À vista disso, o método de produção sofreu algumas modificações tecnológicas, como por exemplo, o crescimento da mecanização nos canaviais ao redor do mundo (TORQUATO et al., 2009).

Desta forma, o trabalho tem como propósito principal expor a história da mecanização e suas consequências econômicas, sociais e ambientais no setor canavieiro, além de trazer fatores históricos que contribuíram para o avanço da mesma até os dias atuais.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa tem natureza exploratória e, para sua execução, foi realizado levantamento de textos acadêmicos e *sites* ligados à indústria sucroalcooleira, que configuram e resultam no atual cenário sucroalcooleiro, referente à importância e consequências da mecanização no Brasil.

## 3 HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar, ao longo dos séculos, tornou-se um dos principais produtos agrícolas para muitos países, tendo como nação destaque o Brasil, por onde se tornou uma das principais matérias-primas. No entanto, o caminho para chegar a todo esse triunfo foi bem longo e complexo. Com isso, nos próximos parágrafos será apresentada uma breve passagem pela história do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil.

A *Saccharum officinarum L*, nome científico da cana-de-açúcar, matéria-prima de dois produtos essenciais para a economia de alguns países (Açúcar e Álcool), surgiu na Nova Guiné, onde o ser humano teve a sua primeira relação com a mesma. Logo em seguida, segundo estudos, destinou-se para a Índia, na qual foi conduzida por árabes e chineses às regiões litorâneas do Mediterrâneo e Oceano Índico (RODRIGUES; ROSS, 2020).

Em 327 a.C., durante as Cruzadas a planta doce de formato cilíndrico foi aos poucos se espalhando por todo o Ocidente graças a grandes nomes da época, tendo como principal responsável Alexandre, o Grande. Na Europa os produtos gerados pela cana-de-açúcar eram normalmente consumidos por pessoas da alta classe, por exemplo reis e nobres. Existem relatos em que no começo do século XIV o açúcar era comercializado por um valor que hoje equivale a cerca de R\$200,00/kg. Durante muito tempo as rotas marítimas foram utilizadas para transportar diversas mercadorias e entre elas estava a cana-de-açúcar. Devido à posição geográfica de Portugal a mesma era obrigada a passar pelas terras lusitanas, especialmente na Ilha da Madeira que acabou servindo como uma espécie de polo para o cultivo da mesma assim como na fabricação do açúcar e que posteriormente viria a ser destinada para a América (MACHADO, 2003).

Com a descoberta do Brasil por parte de Portugal, o cultivo de cana-de-açúcar ficou reservado à Ilha de Vera Cruz. Já em 1532, Martim Afonso de Souza revela a importância do cultivo de cana para a manutenção das capitânicas hereditárias. Isso se dá devido ao fato de que países europeus colonizadores, como a França, tinham interesse nas riquezas naturais do Brasil (Pau-Brasil), além da baixa do comércio europeu com o oriente que se dava em virtude da alta concorrência com outros países do velho continente. Posto isso, Portugal decidiu fortalecer suas defesas e garantir a preservação de sua colônia através da implementação da planta de clima tropical (Piletti, 1996; Ferreira, 1996).

Foi na Ilha de São Vicente que foi construído o primeiro engenho de açúcar brasileiro conhecido como “São Jorge dos Erasmos” após uma seleta busca por locais propícios para a sua plantação, isso mostrava que os portugueses estavam deveras preocupados com as regiões e também dispostos a consolidar mais ainda a sua colônia. Com o avanço dos engenhos e a intensificação dessas atividades, a cana-de-açúcar chegou ao Nordeste, onde teve como principais aliados os ricos solos, além da importante participação de um nome, sendo ele: Duarte Coelho. Duarte, foi responsável por trazer novas técnicas da indústria açucareira, além de engenhos e mestres que atuavam na Ilha da Madeira, Portugal. Assim sendo, os lusitanos não tinham noção de que a partir daquele momento eles teriam descoberto o que viria a ser uma das principais fontes de renda do país mesmo após 6 séculos (BAHIA.WS, [21--]).

#### **4 A IMPORTÂNCIA DA EXPANSÃO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA PARA ECONOMIA NACIONAL**

Em um país cujo nome deriva de uma mercadoria, a gramínea de origem papua está profundamente ligada a história e ao desenvolvimento do Brasil, assim como apresenta uma forte influência na economia ocupando o posto entre às 5 principais *commodities* com seus derivados (açúcar e álcool). Os dois notáveis produtos que são originados da cana-de-açúcar responsáveis por alcançar essa *status* seria o açúcar e o álcool, além da geração de subprodutos provenientes desta como por exemplo: bagaço, vinhaça, torta de filtro, levedura, entre outros (GOES; MARRA; SILVA, 2008).

Em menos de 50 anos após a introdução da cana-de-açúcar em território brasileiro, a mesma já se tinha tornado uma das principais fontes de renda da coroa portuguesa, pois na época o açúcar apresentava um alto valor comercial no mercado internacional (YOGITHAA;

KARTHIKEYANA; MUNIREDDYB, 2020). Após 4 séculos, com o início da Segunda Guerra Mundial no ano de 1914, o continente europeu apresentou uma forte queda na produção da cana e conseqüentemente aumentou o seu valor mundialmente, além de influenciar na construção de novas usinas no Brasil. Logo, os agricultores brasileiros que na época eram voltados para a produção de café tiveram a ideia de diversificar seu perfil de manufatura (MACHADO, 2003).

Com o início da Crise do Petróleo no ano de 1970, após descobrirem que o combustível fóssil não era renovável, houve um interesse na produção de etanol (combustível derivado da cana) pela necessidade de independência do petróleo. Sendo assim, no dia 14 de junho de 1975 foi criado, pelo decreto N° 76.593 o Programa Nacional do Álcool, com o intuito do desenvolvimento das técnicas e aperfeiçoamento dos insumos para a produção de álcool etílico. Apesar do sucesso técnico do ProÁlcool (balanço energético positivo da cana-de-açúcar; vantagem ambiental, emitindo menos carbono comparado aos outros combustíveis; e sua grande importância econômica para o país), houve também críticas, tais como: o excessivo aumento do cultivo da cana-de-açúcar que acabou acarretando em opiniões negativas devido ao fato de que a plantação de alimentos ficou estagnada; a sazonalidade também foi outro fator que acabou influenciando negativamente no programa; além da baixa do preço do barril do petróleo em 1992 que acabou desestimulando mais ainda o investimento do governo brasileiro no programa (ANDRADE; CARVALHO; SOUZA, 2009).

Com a dilatação da demanda mundial por mantimentos e combustíveis alternativos, a economia brasileira prosperou e o papel da cana-de-açúcar no desenvolvimento econômico teve grande importância. Outrossim, dado o início da produção dos carros flex (veículo de combustível duplo) no Brasil no ano de 2003, a demanda por etanol cresceu subsequentemente fazendo com que a indústria sucroalcooleira “saltasse” na penúltima década. Entre 2005 e 2012, no Mato Grosso do Sul, pôde-se visualizar o grande crescimento das usinas e atividades açucareiras na região, resultando no aumento de 70%, tornando-se uma fundamental fronteira agrícola, influenciando no crescimento dessa cultura (Figura 1) (ASSUNÇÃO; PIETRACCI; SOUZA, 2016).

**Figura 1.** Expansão das usinas e produção no estado do Mato Grosso do Sul.



**Fonte:** ASSUNÇÃO, PIETRACCI, SOUZA, 2016.

Estudos realizados pela INPUT (Iniciativa para o Uso da Terra) em parceria com a Climate Policy Initiative e a Agroicone apontam que após a chegada das usinas em determinados municípios da região Centro-Oeste houve avanços na economia da região atuando diretamente no PIB. Em 3 anos de operação das indústrias sucroalcooleiras nessas localidades o aumento foi de 30% no Produto Interno Bruto. Esse ganho se deu devido a 5 fatores, são eles: ganhos nos setores agrícolas (65%); na indústria (45%); serviços (10%); aumento nas receitas locais (31%); ampliação da população local (10%). Além disso, o advento dessas usinas nos municípios resultou em outros benefícios como: a diminuição do desmatamento local; crescimento do mercado de trabalho; aperfeiçoamento dos recursos financeiros local. A baixa no desflorestamento em algumas cidades da região se deu em função do reforço das fiscalizações em que as usinas estavam instaladas. O mercado de trabalho progrediu devido a chegada das usinas e seus resultados se tornaram visíveis, são eles: aumento nos postos de trabalho (40%), dos salários agregados (49%) e também estímulo na criação de 186 empresas por municípios (ASSUNÇÃO; PIETRACCI; SOUZA, 2016).

A safra de 2021/22 pode ser classificada como desafiadora já que alguns Estados enfrentaram algumas dificuldades. Determinadas usinas tiveram que conter o início da moagem devido a escassa quantidade de chuva. Outra problemática foi a alta na inflação que acabou gerando problemas de caixa. O mês de outubro ficou marcado como o período no qual as usinas da região Centro-Sul finalizaram sua moagem. Pontos como a elevação nos preços e o compromisso na produção de anidro não deixaram que fatores negativos sobrepusessem os pontos positivos da safra (LOBO; DOLLE, 2021).

## 5 DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE COLHEITAS DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS CANAVIAIS

O processo de produção da cana-de-açúcar, antes da chegada à usina, é constituído por algumas etapas, sendo elas: preparo do solo; plantio; tratamentos do solo e produto; colheita; transporte; recepção. Dentre as etapas citadas anteriormente, daremos enfoque a fase da colheita, que pode se dar de forma manual, semimecanizada ou mecanizada, cada uma delas apresentam seu ônus e bônus.

O corte manual é a forma mais comum e obsoleta de colheita da cana-de-açúcar, existindo também algumas polêmicas envolvendo sua forma de obtenção, que na sua maioria é facilitada pela queima da planta doce, com objetivo de facilitar a colheita, melhorar o rendimento do cortador e conseqüentemente promover a limpeza de folhas secas e verdes. Ademais, é o que mais apresenta riscos socioambientais, por ser um trabalho braçal, precário e que apresenta riscos ao trabalhador e meio ambiente. Por exemplo, em uma pesquisa realizada no Estado de São Paulo, pôde-se perceber que alguns cortadores apresentaram problemas físicos e psicológicos, como por exemplo: doenças causadas pela ergonomia; acidentes de trabalho; pressão gerada pelos superiores; além da exposição a agente químicos e a animais peçonhentos (GREEN; KREUTER, 2005). Além dos imbróglis causados durante a execução da atividade do corte manual, existem adversidades relacionadas à parte social desses labutadores, na qual foi identificada a presença da pobreza. Maioria desses cortadores morava em locais sem saneamento básico e água encanada, com completa carência de higiene, apresentaram um padrão nutricional que não condiz com as necessidades individuais, além do raso grau de escolaridade e baixa possibilidade de acesso aos serviços públicos. No entanto, existem algumas vantagens quando o assunto é relacionado ao produtor como por exemplo: seleção dos melhores produtos, baixo nível de danos mecânicos, antecipação da colheita (ROCHA, 2007).

O corte semimecanizado é caracterizado, em parte, pelo corte, distribuição, alinhamento e picamento manual das mudas, que são efetuados de forma braçal pelos trabalhadores. No entanto, o apanhamento da cana é realizado por máquinas especializadas em tarefas de carregamentos, que desempenham o emprego da cana-de-açúcar dentro dos caminhões para que possam efetuar o transporte da mesma, atuando na execução da sulcação, adubação e cobertura de sulco. Esse tipo de colheita pode ser mais viável para produtores de pequeno e médio porte, áreas de impulso e que não exigem altas demandas no mês. Todavia, no âmbito da colheita semimecanizada, é preciso compreender os custos financeiros, variáveis, restrições e precisões

da operação. Toda essa percepção da colheita semimecanizada vai fazer com que o produtor compreenda se ele irá ou não adquirir bons resultados, a qualidade, garantindo, deste modo, a rentabilidade do negócio. Por esse motivo, a colheita mecanizada, é uma das mais populares no meio agrícola devido ao seu baixo custo com mão de obra, agilidade nos processos e aumento da produtividade (SILVA et al., 1996).

O processo de produção da cana-de-açúcar, em sua maioria pode ser mecanizado, segundo Duarte Júnior et al. (2008), desde que o mesmo seja corretamente administrado e conduzido, apresentando grande eficiência, aumento do rendimento operacional e retorno financeiro ao produtor (BARBOSA et al., 2005; SOUZA et al., 2006). A colheita mecanizada é realizada por máquinas operadas mediante trabalhadores treinados desde o preparo do solo até o seu transporte. A mecanização vem avançando bastante nas indústrias sucroalcooleiras. Atualmente na região Centro-Sul, cerca de 97% da colheita é mecanizada. As etapas da colhedora de cana-de-açúcar se resumem: corte dos colmos na base, corte dos ponteiros, alimentação dos colmos para o interior da colhedora, retirada das folhas e a picagem (CHINELATO, 2021).

As Figuras 2 e 3 em seguida, ilustram a colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar no campo.

**Figura 2:** Ilustração da colheita manual



**Fonte:** BAMBAINOTICIAS (2022)

**Figura 3:** Ilustração da colheita mecânica



**Fonte:** CHBAGRO (2020)

## 6 HISTÓRIA DA MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCA NO SETOR SUCROALCOOLEIRO

A beneficiamento da cana-de-açúcar empregava uma determinada lógica de operação no funcionamento dos seus engenhos no período colonial. Normalmente esses engenhos eram constituídos da seguinte maneira: os movidos por animais (denominados trapiches); e os engenhos que eram movidos pela água (nomeados reais). A execução dessas atividades seguia um método único em que essas construções eram interligadas para efetuar as díspares fases de produção da cana-de-açúcar. As etapas eram compostas por: preparação da terra, plantio, colheita, corte e transporte (normalmente era feito por carros de boi e barcas), moagem, cozimento, purga, branqueamento, até secagem e embalagem.

Com o decorrer do tempo, a evolução tecnológica se fez presente em nossas vidas e com esses avanços vieram revoluções e evoluções. Dentre todas as inovações, a Primeira Revolução Industrial, ocorrida entre o final do século XVI e início do século XVII na Inglaterra, foi uma das mais importantes para a industrialização mundial, no qual foram substituídos teares (aparelhos mecânicos utilizados para a tecelagem) por máquinas. Desde então, o homem tem procurado sempre buscar por novas tecnologias que possam tornar todos os processos da indústria mais eficientes, seja no campo de atuação como na economia (FELIPPE, 2013).

Essa procura incessante por novas tecnologias nos processos agrícolas acabou chegando no mundo canavieiro. No ano de 1944, Harold Toft juntamente com seu irmão Colin acabou tendo a ideia de criar uma colhedora de cana. Esse intelecto na época mudou o *status* da sua família que acabou saindo de um simples grupo rural para grandes fabricantes de máquinas canavieiras. Tal invenção acabou revolucionando a forma como a cana era coletada ao redor do mundo devido a sua rápida expansão por todo o globo terrestre, cerca de 40 países, incluindo o Brasil, adquiriram a invenção. Na década de 1980, devido a uma crise financeira, Harold decidiu vender a empresa para uma indústria que também está localizada na Austrália. Nos anos de 1990, a companhia Austoft juntamente com a Engeagro fundaram a Brastoft, que passou a produzir colhedoras de cana em solos brasileiros (SILVA, 2019).

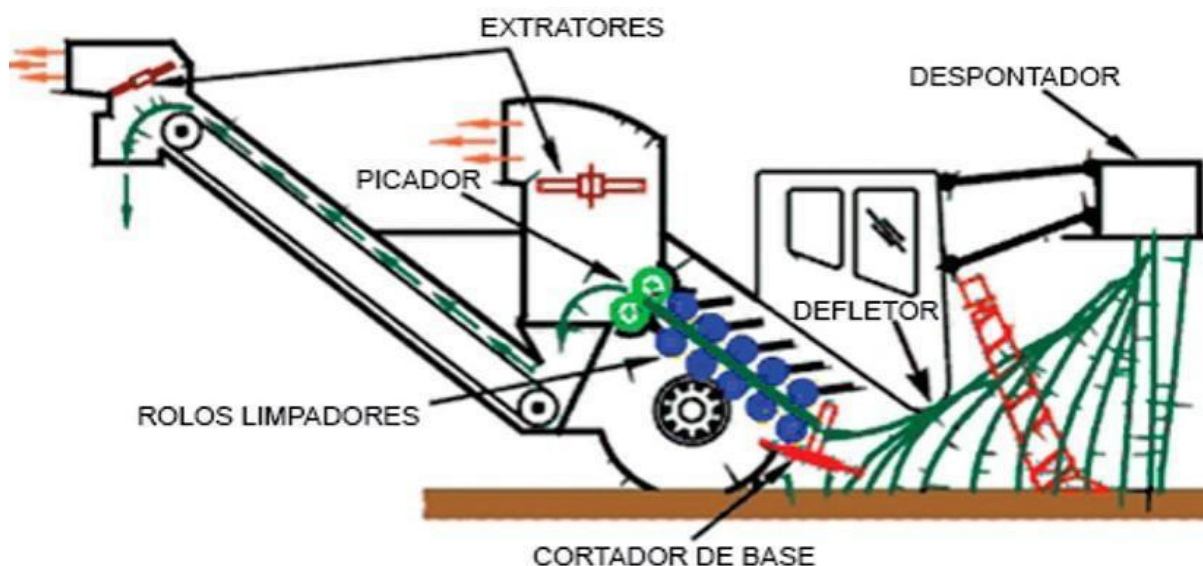
Diferente do que vemos atualmente, em que grandes colheitadeiras tecnologicamente avançadas realizam o corte e a colheita da cana-de-açúcar, no princípio dessa atividade o corte era totalmente manual, somente o carregamento era feito de forma mecânica. Durante as

décadas de 1950 e 1960, começaram os avanços no setor com o surgimento das primeiras máquinas advindas da Austrália. No entanto, mesmo com a presença da mecanização, essas atividades ainda exigiam a queima da cana-de-açúcar para a colheita.

Assim como ilustra na figura 4, colhedora tem papel fundamental no corte da cana-de-açúcar e seu processo se caracteriza com os seguintes passos:

1. Levantamento e alinhamento: um par de separadores-levantadores helicoidais elevam e empurram os colmos ainda presos à raiz;
2. Tombamento: um defletor ou batedor rotativo efetua o tombamento dos colmos no sentido do avanço para viabilizar sua entrada na máquina;
3. Corte de base e alimentação: um par de discos com facas periféricas que giram em sentidos opostos efetua o corte de base e auxilia na alimentação;
4. Levantamento: um rolo aletado levanta o extremo inferior dos colmos e os conduz até o primeiro par de rolos puxadores;
5. Puxamento: uma cascata de rolos limpadores puxa e completa o ordenamento paralelo dos colmos, transportando-os até o picador. (NOVA CANA, 2020).

**Figura 4:** principais componentes da colhedora de cana-de-açúcar



Fonte: NOVA CANA, 2008

No Brasil, com o surgimento do Proálcool, no ano de 1975, a mecanização ganhou mais força e visibilidade entre os agricultores brasileiros. Relatos também apontam que já na década de 1970 os primeiros projetos de máquinas voltadas à colheita da cana começaram a ser fabricadas no país, como base a mesma tecnologia australiana da década de 1950, com a colheita picada. A década de 1990 ficou marcada como a maior no quesito de salto tecnológico da colheita mecanizada, assim resolvendo uma dúvida surgida na década anterior, no qual os canavieiros indagaram sobre utilizar a colheita da cana picada ou inteira. Com esses avanços, ficou decidido que a cana picada seria a melhor opção devido a questões econômicas, sociais e tecnológicas com a intenção de mitigar a operação de carregamento necessário no sistema que manuseia colmos inteiros.

Os anos de 1990 e 2000 ficaram marcados como o período de mais avanço das colheitadeiras de cana em relação à potência e firmiação da colheita da cana crua, particularmente após o protocolo ambiental do Estado de São Paulo em 2007.

O Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético, que foi assinado em 2007 pelo governo do Estado de São Paulo, retrata um acordo voluntário precursor, que entre disposições determinou: a antecipação dos prazos legais para o termino da despalha da cana por meio do uso de fogo para 2014 e 2017 e a recuperação de matas em nascentes e a proteção das regiões de preservação de outros cursos d'água.

Estudos apontam que o trabalho de corte de cana-de-açúcar crua realizado por uma colhedora equivale de 80 a 100 homens trabalhando. Diante disso, a mecanização elevou-se a partir do ano de 2007. No ano de 2013, pode-se observar uma elevada crescente de mais de 80% da cana colhida mecanicamente no Centro-Sul. Pode-se observar o elevado resultado entre os anos de 2005 - 2012 da mecanização agrícola na Região Centro-Sul (Figura 5) (NOVA CANA, 2013).

**Figura 5:** Evolução da Mecanização agrícola da Cana-de-Açúcar no Centro-Sul entre os anos de 2005-2012.

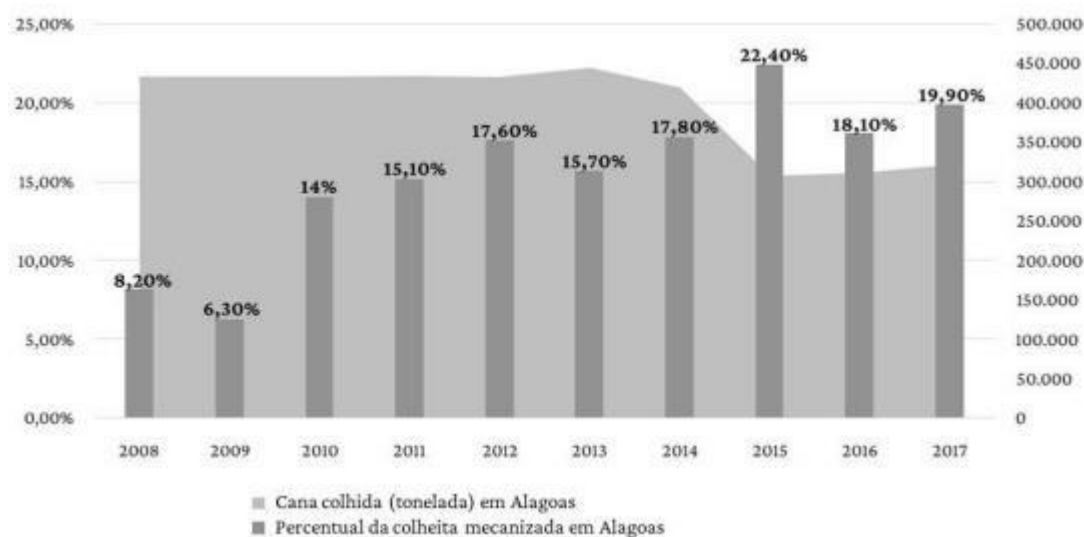
<b>Centro-Sul</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Colheita mecânica – própria	34,7	36,7	42,8	53,4	60,1	72,8	79,2	85,1
Colheita crua – própria	21,0	25,1	29,9	38,2	42,9	52,5	66,3	73,8
Colheita queimada – própria	13,7	11,6	12,9	15,2	17,1	20,3	13,0	10,8
Colheita manual – própria	65,3	63,3	57,2	46,6	39,9	27,2	20,8	14,9
Plantio mecânico – própria			8,9	24,8	32,6	35,1	47,8	59,6

**Fonte:** CTC, 2012

## **7 MECANIZAÇÃO DA COLHEITA DA CANA-DE AÇÚCAR NO ESTADO DE ALAGOAS DECORRENTE DO AVANÇO NO PAÍS**

O Estado de Alagoas sempre esteve entre um dos principais produtores de cana-de-açúcar do país (18,1 milhões de toneladas na safra 2021/2022, de acordo com o SINDAÇÚCAR-AL, 2022) centralizando a produção ao longo de uma faixa territorial que se estende da Zona da Mata até o litoral, envolvendo 54 das 102 cidades alagoanas. Deste modo, as lavouras canavieiras são uma das principais culturas da região. Comparando a colheita mecanizada com outras grandes regiões produtoras, ela não tem se desenvolvido nas mesmas proporções. Houve um aumento na mecanização entre os anos de 2008 e 2017, no entanto, o ganho de desempenho foi de cerca de 22,40% (gráfico 1) da cana colhida de forma mecânica no ano de 2015, percentual este muito abaixo quando comparado com as grandes regiões produtoras do Brasil, como por exemplo: Sudeste (84,07%) e Norte (96,9%). Para um Estado que até meados de 2008 ocupava a vice-liderança na produção nacional, entender a dinâmica da implantação da mecanização no setor faz-se indispensável (LIMA, 2021).

**Gráfico 1** – Percentual de mecanização da colheita de cana-de-açúcar versus área colhida em Alagoas entre 2008 e 2017.



**Fonte:** Conab (2019) e Única (2019)

No cenário paulista apresentado nos anos de 2006 a 2014, pesquisas apontaram fatores que influenciaram a crescente da mecanização, por exemplos: fatores trabalhistas, avanço tecnológico, capacidade de investimento, estratégia de associar a imagem de sustentabilidade ao setor e o Protocolo Agroambiental. Comparando com o Estado alagoano os seguintes fatores motivaram a modernização da agricultura canavieira: remodelação produtiva, despesas com o trabalho manual, conflitos trabalhistas, escassez na remodelação de trabalho e adaptação aos padrões de sustentabilidade (LIMA, 2021). Atualmente, o Estado de São Paulo apresenta cerca de 96,9% da colheita mecanizada da cana (ESTADÃO, 2020). Em comparação aos outros Estados e regiões, podemos notar que existe uma vasta discrepância entre eles. Na região Norte 100% da colheita é mecanizada, tendo como destaques os Estados do Amazonas, Pará e Tocantins desde a safra 2016/17. Enquanto na região Nordeste com média de 22,3% de mecanização se destacam os Estados Rio Grande do Norte com 51,5% e Maranhão 78,8% das colheitas mecanizadas. A região Centro-Oeste corresponde a 98,8%, destacando-se os estados do Mato do Grosso (100%), Mato Grosso do Sul (100%) e Goiás (97,8%) de mecanização na colheita. Na região Sudeste a colheita mecanizada foi de 96,4% e no Sul 95,6%. Todos os dados citados correspondem a safra 2021/22 fornecidos pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) presentes no gráfico 2, a seguir.

**Gráfico 2 - Percentual de mecanização nas regiões e estados do Brasil desde a safra de 2007**

Brasil – Safras 2007/08 a 2022/23																
Colheita mecanizada																
REGIÃO/UF	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23 <sup>1</sup>
<b>NORTE</b>	<b>53,3</b>	<b>45,4</b>	<b>54,1</b>	<b>71,5</b>	<b>83,2</b>	<b>91,0</b>	<b>93,8</b>	<b>97,1</b>	<b>96,9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
AM	80,0	61,5	63,7	63,0	85,4	95,5	95,1	98,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PA	37,0	40,0	50,0	70,0	70,0	81,5	92,2	92,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
TO	35,0	36,0	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<b>NORDESTE</b>	<b>2,2</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>10,1</b>	<b>11,7</b>	<b>13,6</b>	<b>13,5</b>	<b>14,4</b>	<b>18,6</b>	<b>17,5</b>	<b>16,7</b>	<b>19,8</b>	<b>18,5</b>	<b>19,1</b>	<b>22,3</b>	<b>18,6</b>
MA	-	-	-	10,4	25,2	29,0	52,9	46,2	47,1	54,1	43,5	42,9	47,7	57,0	78,8	77,1
PI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,4	9,7	0,1	-	-	-	10,6
RN	20,3	19,8	32,1	46,1	49,1	55,5	60,4	60,1	53,4	55,3	52,9	69,7	70,2	57,1	51,5	52,6
PB	-	-	-	7,6	11,4	12,2	12,0	11,7	20,3	29,7	24,1	24,7	23,4	25,6	24,1	31,2
PE	0,3	0,2	0,3	1,4	1,6	1,7	1,1	0,7	4,0	1,9	3,7	4,3	3,9	1,2	3,5	3,2
AL	2,5	8,2	6,3	14,0	15,1	17,6	15,7	17,8	22,4	18,1	19,9	19,6	21,3	22,2	29,2	14,1
SE	-	-	-	-	-	-	-	-	15,5	11,5	6,2	12,0	7,5	8,7	8,4	9,9
BA	-	-	-	-	0,9	11,4	2,9	3,6	8,7	11,2	11,3	7,3	8,9	15,1	13,2	20,7
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>28,9</b>	<b>43,7</b>	<b>62,7</b>	<b>75,4</b>	<b>82,5</b>	<b>84,0</b>	<b>91,4</b>	<b>87,2</b>	<b>94,0</b>	<b>96,9</b>	<b>96,5</b>	<b>96,8</b>	<b>97,3</b>	<b>98,4</b>	<b>98,8</b>	<b>98,6</b>
MT	33,3	46,3	57,3	64,3	75,1	77,9	80,0	87,3	97,7	92,5	91,7	92,7	93,6	93,6	100,0	100,0
MS	20,0	34,3	63,3	80,6	89,9	87,2	99,9	90,8	95,8	99,8	99,1	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0
GO	31,5	48,8	64,7	75,8	79,6	83,5	88,0	84,4	91,8	95,9	95,8	96,0	96,3	98,5	97,8	97,4
<b>SUDESTE</b>	<b>30,8</b>	<b>45,4</b>	<b>56,5</b>	<b>61,5</b>	<b>71,5</b>	<b>77,4</b>	<b>80,8</b>	<b>84,7</b>	<b>94,4</b>	<b>94,6</b>	<b>96,2</b>	<b>97,2</b>	<b>98,3</b>	<b>96,9</b>	<b>96,4</b>	<b>96,8</b>
MG	19,4	37,5	47,5	61,5	73,2	80,3	80,0	84,8	98,0	97,0	93,5	99,8	95,2	93,3	97,9	97,3
ES	12,7	11,7	22,3	19,3	39,6	50,6	63,5	65,0	70,3	60,8	73,8	75,1	82,2	86,0	80,9	77,9
RJ	7,1	11,0	26,7	12,6	18,7	33,4	71,7	65,5	28,5	27,5	44,2	22,7	21,5	21,0	19,8	22,3
SP	33,0	47,6	58,6	62,7	72,2	77,7	81,3	85,1	94,5	94,5	95,9	93,3	97,2	98,3	96,9	97,6
<b>SUL</b>	<b>10,4</b>	<b>18,3</b>	<b>26,8</b>	<b>41,9</b>	<b>48,2</b>	<b>59,0</b>	<b>65,4</b>	<b>72,7</b>	<b>74,7</b>	<b>86,6</b>	<b>86,1</b>	<b>87,6</b>	<b>91,6</b>	<b>94,2</b>	<b>95,6</b>	<b>97,1</b>
PR	10,4	18,4	26,9	42,0	48,3	59,1	65,3	72,8	74,7	86,6	86,1	79,4	97,3	94,2	95,6	97,1
RS	-	-	-	-	-	-	69,9	90,7	80,7	82,5	81,8	81,5	81,5	81,5	95,8	100,0
<b>Norte/Nordest</b>	<b>3,3</b>	<b>5,1</b>	<b>5,6</b>	<b>11,2</b>	<b>13,9</b>	<b>16,5</b>	<b>16,9</b>	<b>18,2</b>	<b>22,7</b>	<b>23,5</b>	<b>23,2</b>	<b>25,4</b>	<b>24,3</b>	<b>23,2</b>	<b>26,2</b>	<b>22,9</b>
<b>Centro-Sul</b>	<b>28,5</b>	<b>42,8</b>	<b>54,9</b>	<b>62,2</b>	<b>71,6</b>	<b>77,2</b>	<b>82,0</b>	<b>84,3</b>	<b>93,0</b>	<b>94,6</b>	<b>95,6</b>	<b>97,0</b>	<b>97,7</b>	<b>97,1</b>	<b>96,9</b>	<b>97,3</b>
<b>Brasil</b>	<b>24,4</b>	<b>37,1</b>	<b>47,6</b>	<b>55,1</b>	<b>63,7</b>	<b>69,2</b>	<b>74,0</b>	<b>76,8</b>	<b>85,1</b>	<b>89,8</b>	<b>90,2</b>	<b>91,6</b>	<b>91,8</b>	<b>89,4</b>	<b>89,4</b>	<b>88,9</b>

Fonte: Conab (2022).

Sem dúvida, uma das características principais para a implementação da mecanização em uma determinada região é a questão geográfica da mesma. Como já foi citado em parágrafos anteriores, as máquinas só operam em terrenos que tenham uma declividade máxima de 12%. De acordo com Santos (2011), cerca de 50% da topografia do Estado alagoano possui adequabilidade aos níveis recomendados. Sendo assim, pode-se concluir que esse é um dos principais fatores para que a mecanização não avance em Alagoas. Embora outros fatores também contribuam para a falta da mecanização, por exemplo: a crise econômica e também a falta de crédito nacional/internacional.

## 8 CONSEQUÊNCIAS E IMPORTÂNCIA DA MECANIZAÇÃO

Com o avanço da tecnologia e necessidades de aprimoramento nas atividades industrial e agrícola, a mecanização surgiu com propostas eficazes de alavancar a produtividade em um menor tempo possível, além de melhorar a qualidade, diminuindo os impactos ambientais, tornando uma produção sustentável. O atual cenário mundial requer uma alta produção em um

espaço de tempo menor possível; sem as máquinas não seria viável suprir as necessidades da corrente demanda alimentícia e também de outros artigos provenientes da agricultura. Todavia, se por um lado a mecanização traz eficácia na produção, por outro, a mesma traz impactos socioambientais e econômicos (AGROCONNECTED, 2018). Nos próximos parágrafos serão apresentados pontos resultantes da mecanização.

## 8.1 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS

A colheita mecanizada trouxe com ela alguns aspectos positivos como, por exemplo: a diminuição na execução de determinadas tarefas; atenuação da mão de obra empregada nessas atividades; abertura na demanda qualitativa para a contratação dos trabalhadores, ao empregar com um maior grau de especialização.

A colheita mecanizada se tornou uma realidade e seu impacto imediato se traduz no mercado trabalhista. Esta perspectiva tem sido mostrada na literatura, com destaque para o desemprego que pode ser gerado. Alguns pesquisadores apontam que se a mecanização fosse adotada de maneira brusca, geraria adversidades na organização social, já que algumas ocupações da área seriam extintas, sendo uma delas a colheita – setor este que emprega boa parte dos trabalhadores. Essa substituição elevaria o número de desempregados na região (GONÇALVES, 2005). Com a mecanização da colheita o perfil do empregado foi alterado, criando oportunidades para tratoristas, motoristas, mecânicos, condutores de colheitadeiras, dentre outros, e reduziu grande proporção dos empregados de baixa escolaridade já que grande parte dos trabalhadores da lavoura canavieira têm poucos anos de estudo, por consequência, expulsou-os da atividade. Fato este que alude a necessidade de alfabetização, qualificação e treinamento desta mão de obra, para capacitar no desempenho das atividades que exijam maior escolaridade (MORAES, 2007). Abaixo, o gráfico 3 mostra detalhadamente a variação de ocupação nas principais profissões do setor sucroalcooleiro entre os anos de 2006 à 2019.

**Gráfico 3:** Ocupação nos setores sucroalcooleiros entre os anos de 2006 até 2019.

Categorias profissionais	Ocupação por ano														Variação 2006-19	
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Abs.	%
Pessoas na agricultura	335.303	357.916	373.095	381.947	360.084	359.030	337.243	322.339	288.453	265.714	256.868	252.997	243.073	235.817	-99.486	-29,7
Trabalhadores canavieiros	291.616	306.862	316.141	320.048	291.463	284.386	253.457	231.732	202.897	180.837	173.887	170.386	161.606	156.131	-135.485	-46,5
Pessoas na mecanização	32.751	38.502	43.368	47.739	53.720	58.565	67.594	73.751	69.617	69.078	67.888	67.537	66.291	64.560	31.809	97,1
Outras ativ. agrícolas	10.936	12.552	13.586	14.160	14.901	16.079	16.192	16.856	15.939	15.799	15.093	15.074	15.176	15.126	4.190	38,3
Pessoas na indústria	41.561	46.640	54.830	60.108	58.946	61.081	59.348	58.950	55.025	55.180	53.945	53.955	52.754	51.565	10.004	24,1
Administrativo e apoio	128.223	144.756	157.719	172.175	181.061	200.736	211.326	216.686	213.204	204.948	197.369	192.192	183.754	182.654	54.431	42,5
Não sucroalcooleiros	15.362	15.589	12.789	14.970	13.509	14.286	15.230	11.911	11.006	10.407	9.877	10.008	9.643	9.256	-6.106	-39,7
Total de ocupação	520.449	564.901	598.433	629.200	613.600	635.133	623.147	609.886	567.688	536.249	518.059	509.152	489.224	479.292	-41.157	-7,9

**Fonte:** Ministério do Trabalho e Previdência (2019).

Podemos observar no gráfico 3, que ao passar dos anos, houve uma saída de cerca de 135 mil trabalhadores do setor canavieiro, conseqüentemente resultando em uma crescente de 32 mil trabalhadores absorvidos na mecanização, porém pode-se notar números desproporcionais e o alto desemprego no setor, estes que são refletidos pela falta de trabalhadores alfabetizados, baixa qualificação em operar máquinas e atuar em setores administrativos. Também, outros fatores contribuíram nesses impactos sociais, como: a máquina pode atingir até 600 toneladas, enquanto um cortador consegue colher 6 toneladas por dia; a colhedora colaborou na redução do rendimento do cortador, pois, restam canas de baixa qualidade, em que as máquinas não conseguem operar (colheitadeiras só operam em terrenos com declividade de até 12%). Portanto, os cortadores estão sujeitos a limitações econômicas e ergonômicas severas; supõe-se que cerca de 50% dos canaviais apresentam relevo inadequado resultando na necessidade de deslocamento de estimados 83.000 trabalhadores para a colheita nessas regiões inadequadas. Com a proibição da queima da cana no estado de São Paulo regulamentada pela Lei nº 11.241/2002, a colheita da cana manual se torna antieconômica para o cortador, pois a cana crua só é rentável se colhida mecanicamente (ABREU et al., 2009). A migração da colheita manual de cana queimada para a colheita mecanizada de cana crua exige um valor inicial considerável. Atualmente uma colhedora de cana-de-açúcar custa aproximadamente R\$1,1 milhão, sem falar nos custos com corte, carregamento e transporte colhido mecanicamente e cru, chega em média de 25% à 30% menor que a da colheita manual da cana queimada (UNICA, 2010). Por outro lado, a colheita mecanizada resulta no aumento das perdas decorrentes do corte desigual, que afeta diretamente a produtividade. Enquanto o corte manual raramente ultrapassa

5%, as máquinas apresentam aproximadamente 15% da perda. Dados de 2009, consideram grandes prejuízos, já que a área plantada no Estado de São Paulo é próximo de 3 milhões de hectares e a produtividade de 100 toneladas/ha, isto equivale a uma perda anual de R\$ 20 milhões (SILVA et al., 2009).

Para Alves (2010), o corte manual deve ser eliminado quando analisado do ponto de vista da sustentabilidade, no entanto, os trabalhadores envolvidos devem fazer parte de uma política indenizatória que reinstitua os mesmos no mercado de trabalho. Essas políticas são organizadas e estão sob incumbência de realização e inspeção do conjunto do corpo social e não somente do Estado. O principal intuito dessa política é compensar esses cortadores por perderem seu cargo de trabalho e, simultaneamente, aprimorar as condições de trabalho dos labutadores remanescentes às condições ambientais.

Do ponto de vista econômico, a colheita mecanizada quando contrastada com outro tipo de colheita reflete de forma direta no rendimento cobrado pelos fornecedores de cana-de-açúcar. O aumento na quantidade de impurezas é um dos principais fatores prejudiciais à qualidade do produto, visto que diminui o percentual de ATR (Açúcar Total Recuperável), responsável pelo valor que será pago referente a cana (TORCATO; FERRARINI, 2016).

A produtividade, do mesmo modo é afetada pela colheita mecanizada, seja positiva ou negativamente. Em 2014, um estudo realizado por pesquisadores para a UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) trouxe resultados significativos quanto a utilização das máquinas na colheita. Foram questionadas 28 usinas no Estado de São Paulo, mostrando valores de toneladas colhidas tanto por dia quanto por safra. Os valores obtidos são de 549,7 toneladas/dia em uma safra que durou cerca de 210 dias e que no final alcançou a marca de 115.437 toneladas/safra. Esses valores quando comparados com safras anteriores pode ser considerado baixo devido a fatores como: declividade do solo, número de manobras, baixa qualificação dos operadores e problemas técnicos. Assim, pode-se concluir que não basta apenas obter as máquinas, tem que ter atenção nos aspectos que vão desde o ambiente de trabalho até o operador que tomará posse da colheitadeira (JESUS; TORQUATO, 2014).

## 8.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DA MECANIZAÇÃO

Com a adoção da colheita mecanizada houve alterações na sistematização canavieira para adaptar e proporcionar uma maior efetividade da colhedora, por outro lado, também existiram algumas mudanças no aspecto ambiental. As principais alterações surgiram após a proibição da queima da cana-de-açúcar e a região que mais percebeu esses impactos foi o Estado de São Paulo. Os benefícios mais notórios foram a melhoria na qualidade do ar e a redução da fuligem (RONQUIM, 2010). A queima da palhada traz com ela consequências desfavoráveis para o meio ambiente, degradando o solo, eliminação de espécies da fauna nativa, desde insetos até mamíferos, atingir a flora nativa, podendo ocasionar até dificuldades respiratórias na população do entorno dos canaviais, ainda se têm as emissões de gases que contribuem para o efeito estufa, principalmente, o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), além do monóxido de carbono (CO), do óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), do metano (CH<sub>4</sub>) e da formação do ozônio (O<sub>3</sub>). Pesquisas alertam perigo à saúde humana que esses gases oferecem, além de problemas cardiorrespiratórios, ademais pelas substâncias cancerígenas (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – HPAs) encontradas na fumaça (RIBEIRO; AQUINO, 2010).

Com a mecanização da colheita no Estado de São Paulo e antecipação das queimadas, o setor sucroalcooleiro já deixou de emitir mais de 9 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, além de 55 milhões de toneladas de outros poluentes, outrossim, contribuiu para o aumento da fauna nativa, redução do uso de água, recuperação e proteção do solo. A diminuição do uso da água no processo reduziu 95%, decrescendo de 20 m<sup>3</sup> por tonelada, para 1 m<sup>3</sup>. A palha que fica no solo após a colheita mecanizada, previne a erosão e mantém a umidade do solo (UNICA, 2019).

Diferente da colheita mecanizada, a manual depende da queima para ter resultados eficientes, a qual não colabora com a natureza. Um dos maiores problemas causados por ela é o resultado de maior crescimento de ervas daninhas, prejudicando o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Já com a colheita mecanizada é diferente, a palha forma uma camada no solo que bloqueia a luz do sol e impede sementes de ervas daninhas de brotar, ocasionando a diminuição do custo da lavoura de cana, já que as herbicidas representam uma boa parte dos insumos utilizados. A palhada também pode ser usada para a geração de energia nas usinas. De fato, várias usinas já são autossuficientes graças ao uso do bagaço de cana como fonte de energia (FURTADO, 2022).

Deste modo, após a implementação da mecanização em algumas regiões do Brasil, pode-se perceber ganhos significativos para o meio ambiente. No entanto, como todo bônus tem seu ônus, alguns estudos mostram que com o aumento de fluxo dessas colhedoras de cana vieram também problemas para o solo, entre eles, está a compactação do mesmo. A compactação nada mais é do que o aumento da densidade e a redução da porosidade, causada por uma grande compressão fazendo com que o mesmo perca a qualidade para o cultivo. Por tanto, realizar estudos para mitigar essa problemática é necessária, já que os ganhos ambientais com a colheita mecanizada são bastante notórios (JESUS; TORQUATO, 2014).

## 9 CONCLUSÃO

De acordo com o que foi declarado ao longo do trabalho, ficou notório o quão importante é a mecanização para o setor canavieiro, assim proporcionando o uso de novas tecnologias e ganho de produtividade. Contudo, o aumento na produtividade não é sinônimo de qualidade, a qual é fundamental para remuneração do fornecedor. Vale ressaltar que a colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua mostra vantagens e desvantagens sobre a colheita manual/queimada, principalmente no que compete os diálogos em relação à precaução de acidentes e a saúde dos trabalhadores rurais. Outro ponto que influencia na expansão da mecanização é a questão geográfica da região, na qual existe um nível ideal para sua implantação. Também vale ressaltar a interferência do alto custo de investimento das usinas na migração de novas tecnologias.

A mecanização, quando analisada do ponto de vista ambiental e produtivo, torna-se muito vantajosa. No entanto, a mecanização traz impactos para o meio trabalhista, gerando desemprego ou necessidade de capacitação, tornando-se uma problemática no mercado trabalhista canavieiro, visto que a maioria dos trabalhadores apresentam alto grau de analfabetismo e acabam não tendo outro lugar para migrar. Portanto, é necessário a elaboração de políticas públicas de educação e transferência de renda para esses trabalhadores prejudicados pela mecanização, tal ação cabe ao Estado, preocupar-se com esta problemática e consequentemente trazer soluções para a mesma a fim de mitigar este atenuante.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Dirce de; MORAES, Luiz Antônio de; NASCIMENTO, Edinalva Neves; OLIVEIRA, Rita Aparecida de. Impacto social da mecanização da colheita de cana-de-açúcar. **Sugar cane harvest mechanization social impact**, [s. l.], 2009. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/rbmt.org.br/pdf/v4,5,6nespa01.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.
- ANDRADE, Ednilton Tavares de; CARVALHO, Sergio Roberto Garcia de; SOUZA, Lucas Fernandes de. PROGRAMA DO PROÁLCOOL E O ETANOL NO BRASIL. **Etanol**, [s. l.], Dezembro 2009. Disponível em: [file:///C:/Users/vilker/Downloads/8847-Texto%20do%20Artigo-38093-1-10-20180621%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/vilker/Downloads/8847-Texto%20do%20Artigo-38093-1-10-20180621%20(1).pdf). Acesso em: 27 jun. 2022.
- ASSUNÇÃO, Juliano; PIETRACCI, Breno; SOUZA, Priscila. O PAPEL DA CANA-DE-AÇÚCAR NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **INPUT**, [s. l.], Julho 2016. Disponível em: [https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2016/07/Sumarios\\_CanadeAcucar\\_PT\\_CPI.pdf](https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2016/07/Sumarios_CanadeAcucar_PT_CPI.pdf). Acesso em: 27 jun. 2022.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Subsecretaria de Inspeção do Trabalho – SIT. (2020b). Banco de dados de autos de infração. Brasília. Recuperado em 9 de abril de 2020
- CHINELATO, Gressa. COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUA IMPORTÂNCIA. COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR, CHBAGRO, 19 jan. 2021. Disponível em: <https://blog.chbagro.com.br/colheita-da-cana-de-acucar>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- CONAB. BOLETIM DA SAFRA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Cana-de-açúcar, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 25 out. 2022.
- ESTADÃO. 95% da colheita da cana no Estado de São Paulo são mecanizados. Cana-de-açúcar, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/95-da-colheita-da-cana-no-estado-de-sao-paulo-sao-mecanizados/#:~:text=Segundo%20o%20Instituto%20de%20Economia,agricultura%20comercial%20típica%20da%20região>. Acesso em: 25 out. 2022.
- FELIPPE, Eduardo Cunali de. A tecnologia aplicada na cana-de-açúcar. Mecanização da colheita da cana-de-açúcar, Opiniões, 2013. Disponível em: <https://sucroenergetico.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/23-mecanizacao-da-colheita-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 8 jul. 2022.
- FERREIRA, Olavo Leonel. História do Brasil. São Paulo: Ática, 1996.
- FURTADO, Fred. Mecanização da colheita da cana traz benefício ambiental. Mecanização, [s. l.], 29 abr. 2022. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/mecanizacao-da-colheita-da-cana-traz-beneficio-ambiental/#:~:text=A%20mecaniza%C3%A7%C3%A3o%20da%20colheita%20da,dispensar%20a%20queima%20de%20res%C3%ADduos>. Acesso em: 18 out. 2022.
- GOES, Tarcizio; MARRA, Renner; SILVA, Geraldo Souza e. Setor sucroalcooleiro no Brasil Situação atual e perspectivas. **Cana-de-açúcar**, [s. l.], 2008. Disponível em:

- <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/125247/1/SetorsucroalcooleironoBrasil.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- GONÇALVES, DB. Mar de cana, deserto verde? Dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2005.
- GREEN, L. W.; KREUTER, M. W. Health promotion planning: an educational and environmental approach. 2a edição. Mountain View, CA: Mayfield. 1991.
- HISTÓRIA da cana-de-açúcar na colonização do Brasil. **História**, Guia de turismo e viagem de Salvador, Bahia e Nordeste Brasileiro, [21--]. Disponível em: <https://www.bahia.ws/historia-cana-de-acucar/>. Acesso em: 9 jun. 2022.
- JESUS, Katia Regina E. de; TORQUATO, Sérgio Alves. Evolução da mecanização da colheita de cana-de-açúcar em São Paulo: uma reflexão a partir de dados do Protocolo Agroambiental. **Inovação e sustentabilidade**, [S. l.], 2014. 2º Simpósio da Ciência do Agronegócio- Cadeias Globais de Suprimento no Agranogócio.
- LIMA, José Rodolfo Tenório. 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 de Alagoas? *Estudos Sociedade e Agricultura*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 219-245, fev. 2021.
- LOBO, Francisco; DOLLE, Camilla. Setor de açúcar e etanol: como foi a safra 2021/22 e o que esperar no próximo ano?. **Safra**, [s. l.], 20 dez. 2021. Disponível em: <https://conteudos.xpi.com.br/renda-fixa/relatorios/setor-de-acucar-e-etanol-como-foi-a-safra-2021-22-e-o-que-esperar-no-proximo-ano/>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- MACHADO, Fúlvio de Barros Pinheiro. A História da Cana-de-açúcar - Da Antiguidade aos Dias Atuais. **A História da Cana-de-açúcar**, UDOP, 1 jan. 2003. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2003/01/01/a-historia-da-cana-de-acucar-da-antiguidade-aos-dias-atuais.html#:~:text=DESCOBERTA%20DO%20OCIDENTE%20-%20Desconhecida%20no,na%20Sic%C3%ADlia%20e%20na%20Espanha>. Acesso em: 8 jun. 2022.
- MORAES, M. A. F. D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. *Economia Aplicada.*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 605-619, out-dez 2007.
- NOVA CANA, Evolução do plantio e da colheita mecanizados da cana-de-açúcar. **Mecanização**, [s. l.], 16 ago. 2013. Disponível em: <https://www.novacana.com/estudos/evolucao-plantio-colheita-mecanizados-cana-de-acucar-160813#:~:text=A%20primeira%20experimental%C3%A7%C3%A3o%20de%20corte,com%20colheita%20de%20cana%20picada>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- PILETTI, N. História do Brasil. São Paulo: Ática, 1996.
- QUEIROZ, Allan Souza; SANTOS, Charles dos. O “canguru” no universo canavieiro alagoano: saúde e precarização do trabalho na agroindústria açucareira. In: PLANCHEREL, Alice Anabuki; BERTOLDO, Edna (Org.). Trabalho e capitalismo contemporâneo. Maceió: EDUFAL, 2011, p. 59-80.
- RIBEIRO, H. F.; AQUINO, T. R. Queimadas nos canaviais e perspectivas dos cortadores de cana-de-açúcar em Macatuba, São Paulo. *Saúde e Sociedade*, v. 19, n. 1, p. 48-63, 2010.

- ROCHA, Fernanda Ludmilla Rossi. Análise dos fatores de risco do corte manual e mecanizado da cana-de-açúcar no Brasil segundo o referencial da Promoção da Saúde. **Corte**, [s. l.], 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/83/83131/tde-07012008-103708/publico/FERNANDALUDMILLAROSSIROCHA.pdf>. Acesso em: 26 set. 2022.
- RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. A TRAJETÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: perspectivas geográfica, histórica e ambiental. **CANA-DE-AÇÚCAR**, [s. l.], 2020. Disponível em: [http://www.edufu.ufu.br/sites/edufu.ufu.br/files/edufu\\_a\\_trajetoria\\_da\\_cana-de-acucar\\_no\\_brasil\\_2020\\_ficha\\_corrigeida.pdf](http://www.edufu.ufu.br/sites/edufu.ufu.br/files/edufu_a_trajetoria_da_cana-de-acucar_no_brasil_2020_ficha_corrigeida.pdf). Acesso em: 8 jun. 2022.
- RONQUIM, Carlos Cesar. Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos. **Colheita**, [s. l.], dez 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/878010/1/Doc77.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.
- SILVA, Eliane. Ele herdou do pai o talento de fabricar colheitadeiras para cana-de-açúcar. **Saga**, [s. l.], 17 maio 2019. Disponível em: <https://globo rural.globo.com/Noticias/Empresas-e-Negocios/noticia/2019/05/ele-herdou-do-pai-o-talento-de-fabricar-colheitadeiras-para-cana-de-acucar.html>. Acesso em: 8 jul. 2022.
- SILVA, Fábio Moreira da; SALVADOR, Nilson; PÁDUA, Tassiana de Souza; QUEIROZ, Daniel Pimenta. COLHEITA DO CAFÉ MECANIZADA E SEMIMECANIZADA. **Cana-de-açúcar**, [s. l.], 1996. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5805445/mod\\_resource/content/2/colheita%20café%20-%20UFLA.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5805445/mod_resource/content/2/colheita%20café%20-%20UFLA.pdf). Acesso em: 30 set. 2022.
- SILVA, *et al.* COLHEITA MECÂNICA E MANUAL DA CANA-DE-AÇÚCAR: HISTÓRICO E ANÁLISE. **Colheita**, [s. l.], 9 mar. 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/Home/Downloads/Dialnet-ColheitaMecanicaEManualDaCanaDeAcucarAlgunsParamet-4033671.pdf>. Acesso em: 26 out. 2022.
- SINDAÇÚCAR-AL. Boletim da Safra. **Cana-de-açúcar**, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.sindacucar-al.com.br/boletim-da-safra/>. Acesso em: 25 out. 2022.
- TORCATO, Almir Aparecido; FERRARINI, Angel dos Santos Fachinelli. O reflexo da mecanização da colheita da cana de açúcar na remuneração aos fornecedores independentes da região de Sertãozinho. **Mecanização**, [s. l.], 5 jan. 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/caldarelli,+Gerente+da+revista,+22472-108004-4-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/caldarelli,+Gerente+da+revista,+22472-108004-4-PB%20(1).pdf). Acesso em: 26 out. 2022.
- UDOP. Produção de cana na safra 2021/22 atinge 585,2 mi de t, diz Conab. **Safra**, [S. l.], p. 1, 22 abr. 2022. União Nacional da Bioenergia – UDOP. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/04/22/producao-de-cana-na-safra-2021-22-atinge-585-2-mi-de-t-diz-conab.html>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- UNICA. Mecanização no campo beneficia meio ambiente. **Mecanização**, [s. l.], 30 out. 2019. Disponível em: <https://unica.com.br/noticias/mecanizacao-no-campo-beneficia-meio-ambiente/>. Acesso em: 26 out. 2022.