



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA – UFOB.
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE BOM JESUS DA LAPA-BA.
ENGENHARIA MECÂNICA**

RENATO JOSÉ DA SILVA COSTA

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA MECANIZAÇÃO EMPREGADA NA COLHEITA
DOS TOMATES.**

**Bom Jesus da Lapa – BA
2025**

RENATO JOSÉ DA SILVA COSTA

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA MECANIZAÇÃO EMPREGADA NA COLHEITA
DOS TOMATES.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Oeste da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção da aprovação na Disciplina Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso.

ORIENTADOR: PROF. ME. IURI BENEDITO DA SILVA SANTOS

**Bom Jesus da Lapa – BA
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA

C837 Costa, Renato José da Silva
Revisão bibliográfica da mecanização empregada na colheita dos tomates. / Renato José da Silva Costa. – 2025.

52f.: il.

Orientador: Prof. Me. Iuri Benedito da Silva Santos
TCC - Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa - BA, 2025.

1. Máquinas Agrícolas. 2. Engenharia Mecânica. 3. Tomate – Cultivo. I. Santos, Iuri Benedito da Silva. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia – Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa - BA. III. Título.

CDD 631.3

Biblioteca Universitária de Bom Jesus da Lapa – UFOB

RENATO JOSÉ DA SILVA COSTA

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA MECANIZAÇÃO EMPREGADA NA COLHEITA
DOS TOMATES.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Oeste da Bahia como parte dos requisitos para a obtenção da aprovação na Disciplina Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso.

Bom Jesus da lapa, 31 de julho de 2025.

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou este trabalho:

Prof.º ME. Iuri Benedito da Silva Santos (Orientador)

Universidade Federal do Oeste da Bahia

Prof.º ME. FILIPI MARQUES DE SOUZA

Universidade Federal do Oeste da Bahia

Prof.º ME. LUCAS ANINGER DE BARROS ROCHA

Universidade Federal do Oeste da Bahia

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me fortaleceu e não permitiu que eu desistisse da minha graduação. Aos meus familiares e amigos, que de forma direta ou indireta contribuíram para minha permanência ao longo dessa jornada acadêmica. Agradeço ao meu pai, José, pelos ensinamentos, coragem e perseverança, que sempre me inspiraram a seguir em frente. Às minhas irmãs, Ana Paula e Regiane, que desempenham um papel fundamental não apenas nesta etapa, mas em toda a minha vida, deixo meu amor e gratidão.

Expresso minha gratidão à minha tia Teonília, por me acolher em sua casa durante todos esses anos em que precisei permanecer no campus, sempre com paciência e dedicação, oferecendo o melhor de si diariamente. Agradeço imensamente à minha tia Luzia, pelos cuidados, apoio constante e pelas inúmeras bênçãos que me proporcionou. À minha prima Seulândia, que nunca mediu esforços para atender às minhas necessidades, sempre tão bondosa e solícita, deixo minha profunda gratidão. À minha madrinha Suely, que sempre cuidou de mim com carinho e atenção, especialmente durante essa etapa tão importante da minha vida, guiando-me e me apoiando nos momentos mais difíceis.

Agradeço também ao meu padrinho Eldo, por estar sempre disponível para me ajudar, oferecendo conselhos sábios e valiosos. À minha amiga Nathalia Gomes, cuja amizade foi indispensável para minha permanência na graduação, sempre me motivando e demonstrando lealdade.

Aos amigos de graduação Pedro Mata, Vinícius Montino, Carlos Vinícius, Marcos Dyon e Lucas Rocha, agradeço pelas trocas de conhecimento e companheirismo. Em especial, agradeço ao colega Mauricio Fernandes, por sua significativa contribuição neste trabalho.

Estendo meus agradecimentos aos professores da UFOB, em especial aos professores Filipi, Rodrigo e George, pelos ensinamentos compartilhados ao longo da graduação. Ao meu orientador, Prof. Me. Iuri Benedito da Silva Santos, agradeço pela paciência, dedicação e orientação firme e comprometida durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço ao Colegiado de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Oeste da Bahia, pelo suporte e formação proporcionados.

RESUMO

COSTA, Renato. **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA MECANIZAÇÃO EMPREGADA NA COLHEITA DO TOMATE**: 2024. P. 52. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Oeste da Bahia, Bom Jesus da Lapa – BA, 31/07/2025.

A mecanização nas produções agrícolas tem aumentado muito nos últimos anos como também na cultura do tomate. Esta evolução se deve ao fato de que as máquinas trazem consigo confiabilidade, previsibilidade, produtividade e com isso garantem retorno econômico. Grandes problemáticas foram encontradas nesta pesquisa, como problemas de saúde sobre a ergonomia envolvendo a colheita manual, bem como problemas voltadas a injúrias causadas aos frutos do tomateiro ocasionadas principalmente durante o processo de colheita. A priori, os danos causados a pele, poupa ou cartilagem dos frutos, proporcionam aos mesmo feridas, perfurações, manchas o que levam a proliferação de insetos e bactérias, acarretando uma diminuição do valor final do produto. Este trabalho fez levantamento bibliográfico por artigos de revisão e artigos científicos, sendo utilizados os periódicos da base de dados Web of Science passando por operadores lógicos “OR” e “AND”. Foram utilizados outros parâmetros como data de publicação, teorema de Pareto para selecionar os mais relevantes e foi utilizado o VOSviewer para seleção de parâmetros como, autores, países, anos de publicação, quantidade de citações o artigo teve e os coatores. O método de seleção dos artigos foi usado o Proknow-C, que visa filtragens através de data de publicação títulos dos trabalhos voltados ao tema. Os resultados obtidos na elaboração deste trabalho foi a identificação de 3 (três) projetos distintos que dentro da sua realidade auxiliam na colheita de frutos. Um robô de colheita em pés de tomates verticais, uma máquina colheitadeira de tomate rasteiro e o desenvolvimento e aplicações de sensores que visam entender, identificar como são causados os danos dentro das máquinas de colheita de tomate. O portfólio final deste trabalho foi reunido 30 artigos científicos que tem mais afinidade com o tema, depois da utilização de todos os critérios de inclusão e exclusão seguidos usados no método Proknow-C.

Palavras-chaves: Solanum lycopersicum; colheita de tomate produção de tomate; colheita mecanizada.

ABSTRACT

COSTA, Renato. **BIBLIOGRAPHIC REVIEW OF MECHANIZATION EMPLOYED IN TOMATO HARVESTING**: 2024. p. 52. Monograph (Graduation in Mechanical Engineering) – Federal University of Western Bahia, Bom Jesus da Lapa – BA, 31/07/2025.

Mechanization in agricultural production has increased a lot in recent years as well as in tomato cultivation. This evolution is due to the fact that machines bring with them reliability, predictability, productivity and thus guarantee economic return. Major problems were found in this research, such as health problems regarding ergonomics involving manual harvesting, as well as problems related to injuries caused to tomato fruits caused mainly during the harvesting process. A priori, the damage caused to the skin, pulp or cartilage of the fruits, provides them with wounds, perforations, stains, which lead to the proliferation of insects and bacteria, resulting in a decrease in the final value of the product. This work raised This work made a bibliographic survey by review articles and scientific articles, using journals from the Web of Science database passing through logical operators "OR" and "AND". Other parameters such as publication date, Pareto's theorem were used to select the most relevant ones and VOSviewer was used to select parameters such as authors, countries, years of publication, number of citations the article had and the co-ordinators. The method of selection of articles was used the Proknow-C, which aims to filter through date of publication titles of the works focused on the theme. The results of this selection were arranged in the final part of this project.

Keywords: Solanum Lycopersicon; tomato harvesting; tomato production; mechanized harvesting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tomate Santa Cruz.	19
Figura 2 - Tomate Salada.	19
Figura 3 - Tomate Salada	19
Figura 4 - Tomate Italiano.	19
Figura 5 - Tipos de tomates	20
Figura 6 - Os dez maiores produtores mundiais de tomate fresco.	20
Figura 7 - Produção mundial de tomate por país.	21
Figura 8 - Proporção de estabelecimentos agropecuários produtores de tomate no Brasil por unidade de federação	22
Figura 9 - Proporção da quantidade de tomate produzida no Brasil por unidade de federação.	22
Figura 10 - Principais polo de produção de tomate segunda quantidade produzida (t) e participações em relação ao total da produção e dos estabelecimentos agropecuários produtores de tomates no Brasil.	23
Figura 11 - Produção de tomate no Brasil.	23
Figura 12 - Produção de tomate na Bahia.	24
Figura 13 - Uso de trator por 1.000 trabalhadores agrícolas em diferentes regiões do mundo.	25
Figura 14 - Atividades ao longo da cadeia de valor que podem ser mecanizadas.	26
Figura 15 - Motor ciclo Otto acoplado a duas rodas motrizes.	27
Figura 16 - Agricultor arando com o auxílio de um trator com motor ciclo Diesel.	27
Figura 17 - Partes importantes de um trator agrícola.	28
Figura 18 - Colheita do tomate na máquina MTS.	29
Figura 19 - Levantadores.	30
Figura 20 - Esteira de recolha.	30
Figura 21 - Escovas para separação do tomate das ramas.	30
Figura 22 - Sistema de separação do tomate da rama numa máquina MTS.	30
Figura 23 - Descartes das ramas.	31
Figura 24 - Descontinuidade do transportador elevador para separação de elementos estranhos.	31
Figura 25 - Descarga dos tomates.	32
Figura 26 - Processamento em unidade de beneficiamento.	32

Figura 27 - Lavagem dos frutos.....	33
Figura 28 - Número de publicações por países.....	43
Figura 29 - Mapa de associação dessas palavras-chaves.	45
Figura 30 - Braço mecânico coletor de tomates.	47
Figura 31 - Protótipo para colheita de cachos de tomates cereja.	47
Figura 32 - Colheitadeira autopropelida para colheita do tomate.	48
Figura 33 - Sensor IRD ao lado de um tomate.	49

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico 1 - Publicações por ano..... 42

LISTA DE QUADROS.

Quadro 1 - Questões de pesquisa.....	38
Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão.....	40
Quadro 3 – Tipos de mecanização da colheita e suas características.	Erro! Indicador não definido.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 objetivos	15
1.1.1 Objetivos gerais.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 Justificativa.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 Tomate.....	18
2.2 Produção de tomate.....	20
2.3 Mecanização agrícola.....	24
2.4 Mecanização da colheita do tomate.....	28
2.5 Teorema de Pareto.....	33
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 Metodologia do trabalho.....	35
3.2 Método de revisão.....	36
3.3 Aplicação do método de revisão.....	40
4 RESULTADOS.....	42
4.1 Princípio de Pareto.....	42
5 CONCLUSÃO.....	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L) é produzido em centenas de países e está frequentemente na mesa de milhões de famílias. Sua importância nutricional e alimentar é notória, sendo caracterizado pela alta concentração de licopeno além de ser um poderoso antioxidante (CONAB, 2019). Segundo a Embrapa (2020), o consumo de hortaliças pelos brasileiros durante a pandemia se mostrou bastante alto, em média 62% das residências mantiveram a compra e utilização de verduras e legumes na sua alimentação.

Além disso, FAO (2021), destaca que uma pessoa adulta deve consumir diariamente cerca de 400g de legumes e verduras, a fim de garantir uma boa qualidade de vida e prevenir doenças infecciosas, obesidade, colesterol elevado, contaminações entre outras. A preocupação com a alimentação adequada tem aumentado significativamente nos últimos anos, em razão das crescentes taxas de obesidade entre outras doenças.

De acordo com um levantamento do Ministério Da Saúde (2024), cerca de 650 milhões de pessoas pelo mundo são afetadas pela obesidade. Para contrapor essa triste realidade Murray (2019), ressalta que em 2017, aproximadamente 11 milhões de pessoas morreram como consequências a problemas relacionadas a alimentação. Naquele ano, o consumo de alimentos saudáveis estava abaixo do ideal, revelando uma perspectiva negativa do comprometimento da população com relação a hábitos alimentares. O autor apresentou os índices ideais de ingestão de alimentos frescos naturais para cada grupo alimentar, a fim de minimizar quaisquer problemas voltadas a má alimentação.

O tomate é rico em vitaminas A, C e do complexo B, além de possuir nutrientes como ferro, fósforo, sódio, potássio, magnésio e cálcio. Seu consumo evita a fragilidade dos ossos e aumenta a resistência dos vasos sanguíneos, (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). Segundo dados do IBGE (2022), a produção de tomate no Brasil aumentou cerca de 76% no período de 2018 a 2022, produzindo quase 4 milhões de toneladas, numa área estimada de 54.500 hectares, com um faturamento bruto de 8 Bilhões de reais. O principal produtor nacional atualmente é o estado do Goiás. Ainda conforme o IBGE (2024), estima-se que em 2024^a produção brasileira atinja 4 milhões e 200 mil toneladas de tomate no Brasil.

Frutas e legumes são altamente perecíveis, tendo uma concentração de 80 – 90% de água em sua composição física. E neste sentido, se forem colhidos e deixados sem a cutícula, a água deverá evaporar diminuindo a vida útil do produto (DHALL, 2013; ATHMASELVI, 2012). Existe um volume muito grande de produção de tomates durante a colheita, por outro

lado, as técnicas utilizadas durante o processamento e preservação são ultrapassadas e ineficientes. Com isso, os frutos estragam com muita facilidade resultando em grandes perdas devido a uma falta de sistemas adequados de preservação (ATHMASELVI, 2012). E como bem disse, Zapata et al. (2008), o tomate possui uma vida útil reduzida depois do seu processo de colheita, pois, diversos processos podem interferir na perda de qualidade durante este período. Como a transpiração, a infecção fúngica e a aceleração do processo de amadurecimento entre outros.

Por mais que o tomate possa ter inúmeros benefícios por possuir vários nutrientes essenciais para a saúde, esta fruta por possuir uma vida útil limitada pós-colheita induz a perdas que podem chegar a 50% da produção total de sua colheita, afetando imensamente na produtividade além da economia local e por sua vez, tendo consequências desagradáveis bastantes severas com relação a danos ambientais como a liberação de poluentes, por exemplo, na sua decomposição, odores, contaminações e principalmente proliferação de pragas (DUGUMA, 2021; DHALL, 2013).

1.1 objetivos

1.1.1 Objetivos gerais

Fazer um estudo de uma revisão bibliográfica analisando as possíveis mecanizações da colheita do tomate, a fim de aumentar a produtividade na lavoura, reduzir o desperdício de alimentos e evitar os danos causados nos sistemas existentes.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os possíveis mecanismos que poderão ser utilizados na colheita de tomate, levando em consideração suas variedades.
- Observar diferentes tipos de máquinas utilizadas no processo, considerando fatores como frutos desperdiçados, rotação e vibração.
- Observar os impactos da colheita na qualidade dos frutos, estudando se a adoção de máquinas influencia na qualidade e em frutos danificados.
- Observar quais procedimentos podem ser inferidos aos frutos, a fim de reduzir perdas provenientes de injúrias.

1.2 Justificativa

Como Wang et al. (2017) fala em seu texto, a produção mundial de tomate é muito grande e sua colheita manual torna-se lenta, demorada e ineficiente. Deixando impraticável em plantações de grande porte. Para o autor, a colheita automática surgiu como uma boa alternativa para a colheita manual. A produção de tomate é umas das mais importantes em todo mundo, incluindo no Brasil. Assim, melhorar o processo de colheita pode aumentar a rentabilidade de toda a cadeia de produção, além de ampliar a produtividade dos produtores.

Levando em consideração que este alimento é muito usado na dieta de milhões de pessoas, melhorar o procedimento de coleta reflete diretamente na segurança alimentar de muitas famílias. No Brasil a colheita mecanizada está sendo muito utilizada graças a sua boa confiabilidade técnica e econômica, devido a uma excelente relação de custo-benefício, tornando assim mais praticada na maior parte dos grandes produtores (MACHADO et al, 2018).

Xin et al. (2024), explica a importância da pesquisa e inovação para mecanismos novos no processo de colheita. O autor ainda mostrou que usando uma ferramenta ultrassônica gerada pelo efeito piezoelétrico nos caules dos tomateiros, este método facilita o corte evitando esforços no fruto, melhorando a colheita e rechaçando possíveis danos a pele do tomate. Uma considerável parte dos frutos colhidos são perdidos devido a danos e deterioração ocasionados no processo. Contudo, é importante suavizar as perdas com melhoramento do procedimento de recolher os tomates.

Para Seyyedhasani et al. (2020), colheitas manuais apresentam uma problemática bem comum, como acontece na cultura do tomate. Os coletadores gastam muito tempo deslocando-se com recipientes cheios e vazios, pois, após selecionar manualmente os frutos enchê-los, precisam se dirigir até uma unidade de processamento e volta com o recipiente vazio para reiniciar o processo. Diante disso, é fundamental investir na mecanização ou semi-mecanização da colheita, por meio do uso de robôs auxiliares para transporte da produção ou máquinas capazes de executar múltiplas tarefas simultaneamente.

Duguma (2021) explica que, embora o tomate seja um alimento que tenha inúmeros compostos bioativos como clorofila, ácidos orgânicos flavonoides, licopeno carotenoides entre outros, ele apresenta um problema crônico com o período pós-colheita. Pois sua vida útil é bastante reduzida graças diversos fatores endócrinos e intrínsecos a natureza do fruto. Levando problemas como, transpiração, doenças relacionadas a colheita e suas cargas de impacto sobre

os frutos, amadurecimento, senescência entre outros (ZAPATA et al., 2008; ATHMASELVI, 2012).

O crescente aumento de impactos ambientais causados pelo uso dos plásticos, cuja sua composição é derivada do petróleo, tem contaminado a biodiversidade de diversas formas (POOSARLA et al., 2024). Além disso, 90% das embalagens plásticas são descartadas inadequadamente no meio ambiente, enquanto 5% desses produtos são destinados efetivamente a reciclagem. Assim, estão se pensando cada vez mais, alternativas para dispensar o uso de material plástico para dar espaço a novas possibilidades (ALVES, et al., 2022).

2 REFERENCIAL TEÓRICO.

Após um levantamento de dados minucioso dos parâmetros relacionados ao processo produtivo do tomate, foi possível relatar todos os aspectos importantes análogo as etapas principais do manejo do tomate, desde seu plantio até sua colheita.

2.1 Tomate.

O tomate (*Solanum lycopersicum* L) é umas das culturas mais produzidas no mundo, presentes na mesa de milhões de pessoas diariamente, e vem ganhando espaço devido ao seu alto teor nutricional, incluindo bioativos benéficos a promoção da saúde humana. Por possuir um manejo cíclico que curta duração, mas com altos rendimentos, acaba gerando altas perspectivas para sua produção futuras (Naika et al., 2020; Nepoceno et al., 2021; Deco, 2020).

O tomate tem sua origem na região andina da América do Sul, mais especificamente nos territórios que hoje correspondem ao Peru, Bolívia e Equador, os indígenas mexicanos os chamavam de tomati ou jitomate. Quando os espanhóis desembarcaram na América do Sul, o tomate já era muito consumido e comercializado no México, por exemplo. Levado para a Europa no século XVI, em 1544, dissipou-se pelo continente e para a Ásia meridional e oriental, para o oriente médio e África, embora só começou a ser comercializado de forma mais expressiva em meados do século XIX (Naika et al., 2020; Nepoceno et al., 2021).

O consumo dos frutos do tomate favorece uma dieta bem equilibrada e saudável. Esses frutos são ricos em vitaminas, minerais, aminoácidos essenciais, açúcares, fibras dietéticas, carboidratos, fibras alimentares. Contém uma concentração significativa de vitaminas B, C, e E, e uma grande quantidade de ferro fósforo, e uma concentração elevada de licopeno. O tomate pode ser consumido em natura, frescos, em saladas ou cozidos, em molhos, pratos de carne ou peixe, podem ser processados como purês, molhos e sumos e podem ser encontrados enlatados e secos (Naika et al., 2020; Kaboré et al., 2022).

2.1.1 Variedades.

O tomate é classificado de acordo com o seu formato, suas características, peso, diâmetro, e comprimento longitudinal. Mas pela legislação brasileira o tomate pode ser classificado em grupos, subgrupos, classe e grau de seleção. Existem dois grupos onde o fruto

pode se caracterizar, oblongo quando o diâmetro longitudinal é maior que o transversal e o redondo, quando o diâmetro longitudinal é menor ou igual ao transversal. A forma do tomate está relacionada com o grupo do cultivar (Ferreira et al., 2019).

As cultivares do tomate do grupo da Santa Cruz apresentam características físicas arredondadas e alongadas com 2 a 4 lóculos e peso médio variando entre 70 e 200g mostrado na figura 1. As do grupo Salada tem frutos arredondados e achatados na base e no ápice com mais de quatro lóculos e peso médio entre 200 e 400g, visto na figura 2. Já os do grupo Cereja (Figura 03) são frutos de tamanho médio de 2 a 3cm de diâmetro conforme a figura 03, (Nepoceno et al, 2021).

Figura 1 - Tomate Santa Cruz.



Fonte: Feltrin sementes.

Figura 2 - Tomate Salada.



Fonte: Blueseds.

O grupo do tomate Italiano, figura 4, é o mais novo no mercado procurado por dupla aptidão, ele tem demanda tanto no consumo *in natura* quanto para processamento, os frutos são alongados de 7 a 10 cm e com um diâmetro reduzido de 3 a 5 cm, polpa espessa com coloração vermelha intensa (Machado et al., 2020).

Entre os principais grupos de tomateiros mais bem posicionados no mercado brasileiro encontram-se o Salada, Italiano, Santa Cruz e Cereja, com uma participação de 52,2 %, 25,1 %, 21,9 % e 0,8 %, respectivamente (Gracia et al., 2020).

Figura 3 - Tomate Salada



Fonte: Blueseds.

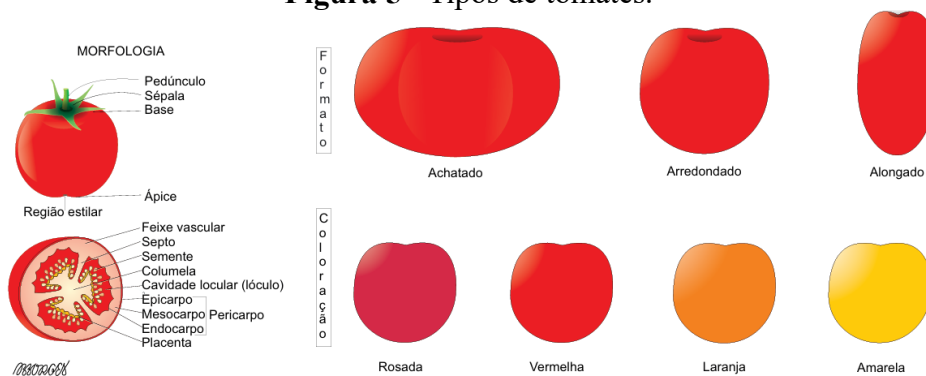
Figura 4 - Tomate Italiano.



Fonte: Blueseds.

Para Deco (2022), o fruto do tomate é classificado pela baga carnosa e a forma, já a coloração destes diferem entre as variedades cultivadas, como evidenciado na figura 5.

Figura 5 - Tipos de tomates.



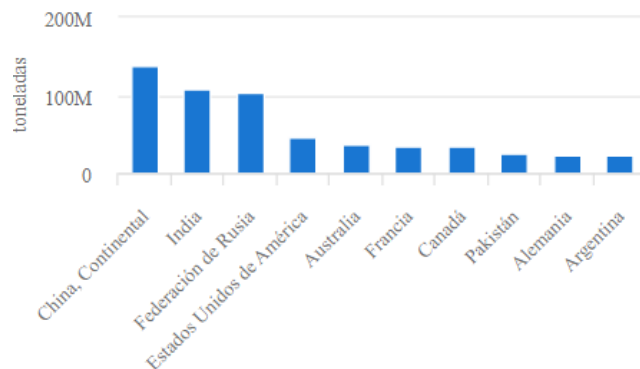
Fonte: Adaptado CEGESP (2020).

2.2 Produção de tomate.

Existe uma grande variedade de espécies de tomate no mundo, desde as mais comuns, com epiderme vermelha, até as do tipo verde e roxo. A forma também é bastante diversa, podendo ser oblongos, redondos, achatados e minitomates. Segundo a FAO (2016), o tomate foi produzido em mais de 175 países, sendo comercializados em latitudes como o Canadá e Rússia bem como em regiões próximas da linha do Equador como Colômbia e Nigéria. Neste ano, a produção mundial totalizou aproximadamente 177 milhões de toneladas e uma área cultivada de aproximadamente 4,8 milhões de hectares.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2021), a República Popular da China é o maior produtor atual de tomates frescos no mundo, com uma produção estimada em 67 milhões de toneladas seguido da Índia com 21 milhões e a Turquia com um pouco mais de 13 toneladas, como estão dispostas na figura 6, que representa a produção mundial do fruto no ano de 2021.

Figura 6 - Os dez maiores produtores mundiais de tomate fresco.



Fonte: Adaptado FAO (2021).

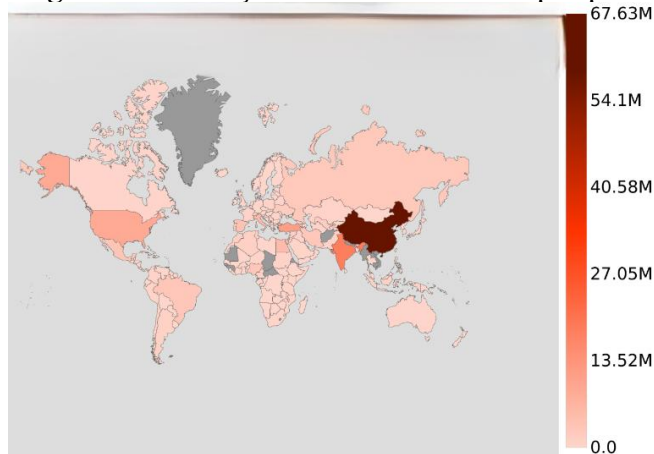
Para Medeiros (2023), grande parte desta produção é direcionada para o consumo do fruto *in natura*, enquanto o restante da matéria-prima é destinado a processos industriais, nos

quais são produzidos diversos tipos de derivados do tomate, como extratos, pastas, molhos entre outros. Os consumidores aceitam bem e consideram o minitomate como sendo um produto de boa qualidade, pois seu sabor sobressai em muito com relação aos tomates de mesa convencionais. Por esse motivo, estão dispostos a pagar um valor mais elevado nesta variedade, uma vez que seu custo de colheita é significativamente maior e a produtividade por área bem inferior.

Segundo o World Tomato Processing Council (2024), o ano de 2023 foi o segundo ano consecutivo em que a produção mundial de tomate para a indústria bateu recorde, totalizando 44,194 milhões de toneladas, a segunda maior já registrada. Esse dado reflete um crescente interesse da população em consumir os derivados do tomate, além de indicar muita intimidade entre a indústria e o mercado consumidor. Após 3 anos em queda (2020-2022), graças a climas quentes em países produtores a produção voltou a crescer com o segundo ano consecutivo de alta, mostrando que a produção e consumo tanto de tomate *in natura* quanto para finalidade industrial tem muito a crescer.

A figura 6 mostra a disposição da produção de tomate pelo mundo, com destaque à para a República Popular da China. Em seguida, a Índia ocupa a segunda posição de maior relevância, conforme evidenciado na figura 7. Outros países, como Estados Unidos e Canadá, também apresentam produções acima da média global.

Figura 7 - Produção mundial de tomate por país.



Fonte: Atlas Big.

Segundo Jacinto (2022), no cenário mundial, o Brasil é o quinto maior produtor de tomate, destacando-se pela elevada eficiência na produção destas hortaliças. O Brasil destaca-se tanto em produção quanto em tecnologia empregadas e adotadas na produção. O estado de Goiás sendo é o principal destaque na produção nacional, voltada majoritariamente para a comercialização industrial, sendo característico pela alta produtividade e com elevada

tecnologia. Já os estados de Minas Gerais e São Paulo se destacam pela produção e consumo do tomate *in natura*.

Segundo o IBGE (2017), com base em seu último censo agropecuário apresenta uma lista de atividades econômicas relacionadas às hortaliças, estima-se que 44,259 estabelecimentos agropecuários no Brasil produziam tomates. Ao analisarmos a figura 8, podemos perceber que 34% desses estabelecimentos estão localizados nos estados de Santa Catarina e Minas Gerais, outros 37% encontram-se nos estados da Bahia, no Paraná, em São Paulo e no Rio Grande do Sul.

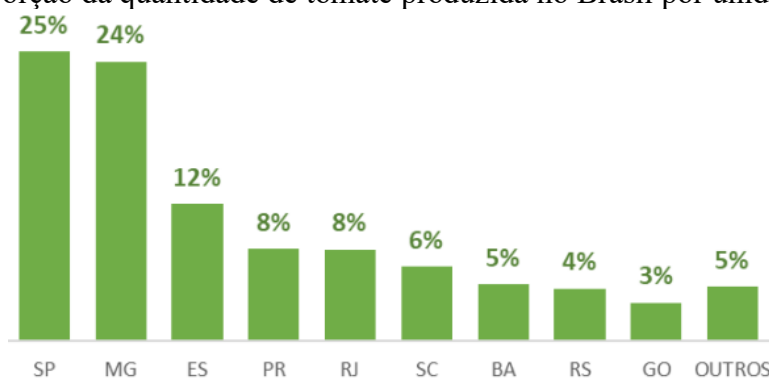
Figura 8 - Proporção de estabelecimentos agropecuários produtores de tomate no Brasil por unidade de federação.



Fonte: Adaptado IBGE (2017).

Na figura 9, podemos evidenciar a concentração da quantidade produzida de tomate foi ainda maior, segundo o censo agropecuário de 2017. De uma produção de 1.091.579 toneladas, 49% estiveram focadas nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Depois tiveram Espírito Santo, Paraná e Rio de Janeiro com 28%.

Figura 9 - Proporção da quantidade de tomate produzida no Brasil por unidade de federação.



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

Segundo levantamento do IBGE (2017), o valor de venda do tomate no Brasil foi de R\$ 1.224.902.000 de reais. Deste total, cerca de 54,6% tiveram origem na agricultura familiar. Parte da produção foi destinada à processamento de derivados, cerca de 1.143.921 toneladas foi encaminhada à transformação de produtos industrializados.

A figura 10, apresenta índices de produção de tomate no Brasil durante o ano de 2017, com ênfase nos estados como São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santos e Paraná. A figura também evidencia a participação de cada estado na produção nacional, bem como representatividade no número de estabelecimentos produtores.

Figura 10 - Principais polo de produção de tomate segunda quantidade produzida (t) e participações em relação ao total da produção e dos estabelecimentos agropecuários produtores de tomates no Brasil.



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

A figura 11 apresenta, de forma mais dinâmica, a distribuição da produção nacional em todos os estados. Em destaque, com uma tonalidade azul mais intensa, encontra-se os estados do Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Bahia. Estes estados registram uma comercialização de R\$ 937 mil reais até R\$ 2 bilhões e 400 milhões de reais. Outros estados com produção significativa, como o Paraná e Santa Catarina, com lucratividade estimada entre R\$ 298 milhões de reais até 749 milhões de reais.

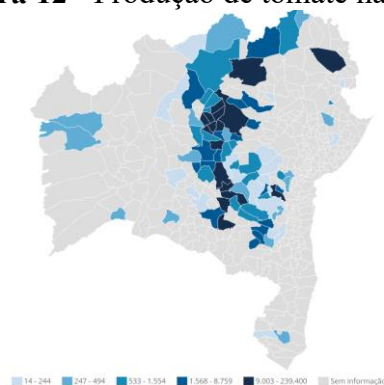
Figura 11 - Produção de tomate no Brasil.



Fonte: Adaptado IBGE (2017).

No estado da Bahia, o faturamento anual com a produção de tomate em 2017 foi de aproximadamente R\$ 938 milhões de reais, com uma produtividade de 265 mil toneladas, distribuídas em uma área colhida de 5.203 hectares com um rendimento médio de 51 kg por hectares. Nesse contexto, a figura 12 apresenta os municípios baianos como maiores produtores de tomate do estado.

Figura 12 - Produção de tomate na Bahia.



Fonte: Adaptado IBGE (2017).

Observa-se que muitos municípios baianos apresentam baixa relevância na produção do tomate, evidenciado pela coloração mais acinzentado. O levantamento do IBGE revela ainda que o município de Mucugê destaca-se com a maior lucratividade com a produção de tomate. Incríveis R\$ 227 milhões de reais, mostrando o desempenho estadual no ramo de produção e comercialização deste fruto.

2.3 Mecanização agrícola.

Operações agrícolas são atividades diretamente relacionadas com a execução e com o trabalho agrícola. As máquinas por sua vez, são definidas como um conjunto de componentes com resistência mecânica suficientes para suportar força e transformar energia. Já as máquinas agrícolas são dispositivos projetados para realizar, de forma total ou parcial, as atividades agrícolas (Sobenko et al., 2021).

A agricultura sempre foi um meio de ligação entre o homem e a terra. Desde os primórdios a humanidade vem tentando tirar sua alimentação através de produtos que eles mesmo podiam plantar no solo. A civilização vem lutando desde os tempos mais remotos a descobrir práticas que deixassem a produção agrícola menos pesada e mais eficaz (Daum, 2023). Atualmente, a crescente demanda global por alimentos, aumentou muito graças ao crescimento populacional. Isso resulta em desafios a agricultura já que existe um limite de terras a serem usadas para o plantio e pela escassez de recursos naturais (Carreira et al., 2024).

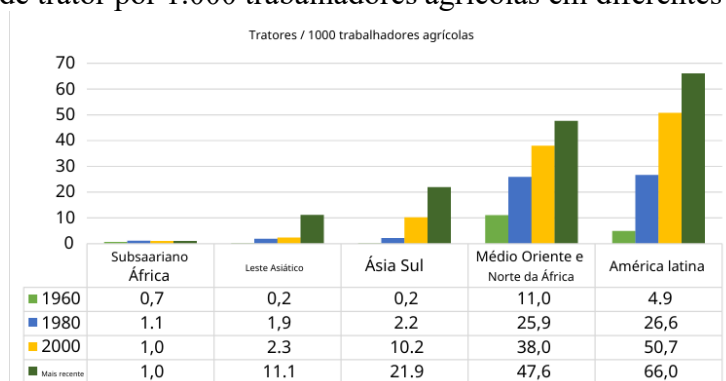
Contudo, a segurança alimentar é parcialmente comprometida pelo grande número de perdas ocasionadas no processo de produção (Carreira et al., 2024). A mecanização agrícola abrange toda a cadeia no processo produtivo de praticamente qualquer cultivo agrícola. Desde ferramentas manuais rudimentares à até mesmo máquinas e implementos sofisticados. A mecanização melhora o manejo no campo, reduz o esforço físico excessivo, minimiza a

escassez de mão de obra, otimiza a utilização dos recursos e contribui para a mitigação dos impactos voltados à aspectos climáticos (Negrete, 2019).

Embora o processo de mecanização pareça ser uma etapa já consolidada em todo o mundo, na prática, sua implementação não ocorre de forma uniforme ao redor do globo. Enquanto na Europa e na América do Norte estes sistemas já estão totalmente empregados em todos a cadeia produtiva agrícola, regiões como a Ásia, América Latina entre outros a mecanização agrícola apresenta avanços significativos, mas ainda em desenvolvimento. Todavia, na África por exemplo, apesar de notáveis melhorias, estima-se que 80% da produção da agricultura ainda dependa de mão de obra humana (Daum, 2023).

A figura 13 ilustra a relação entre o número de trabalhadores por mil tratores, um indicador amplamente usado em estudos internacionais para avaliar o grau de mecanização e utilização de máquinas que substituam o trabalho de animais por exemplo (Neto et al., 2022).

Figura 13 - Uso de trator por 1.000 trabalhadores agrícolas em diferentes regiões do mundo.

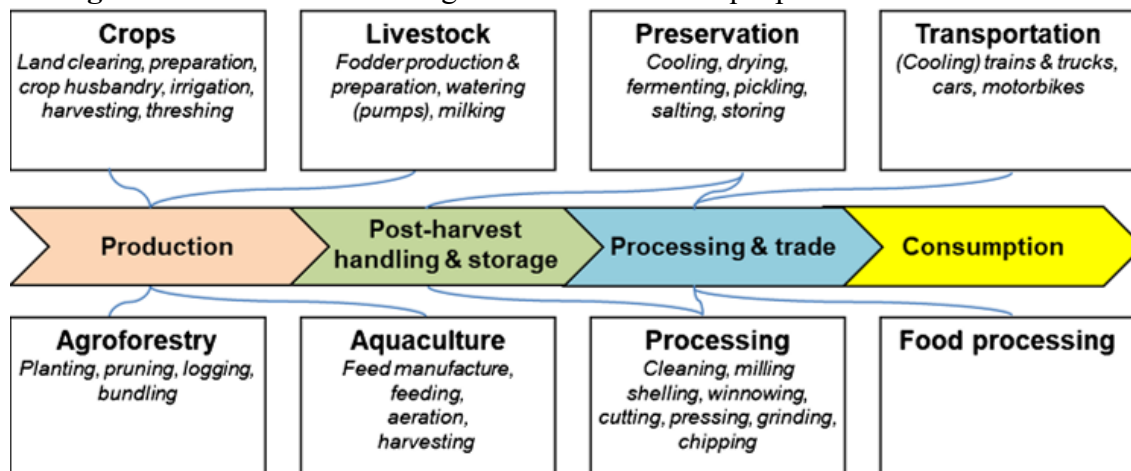


Fonte: Adaptado Daum (2023).

A mecanização é um processo que ocorre separadamente, ou seja, existe uma relação muito característica entre o processo produtivo e as diferentes culturas, as culturas apresentam exigências distintas em cada etapa do processo, o que exige maquinário específicos para cada tarefa. A mecanização abrange todo o processo de valor agrícola (Negrete, 2019), como ilustrado na figura 14.

Assim, há espaço para se mecanizar diversas etapas da produção, incluindo agroflorestas culturas, aquicultura pecuária, como também na preservação, no transporte, no processamento e na preservação. Bem como, no armazenamento, o pós-colheita, na preparação do solo e tratos culturais (Daum, 2023). As operações agrícolas compreendem do preparo do solo, a condução do cultivo e posteriormente a colheita. Cada etapa necessita de uma grande mão de obra. Nesse contexto, a mecanização surge como uma importante solução, oferecendo uma excelente fonte de potência se tornando uma ferramenta indispensável (Sobenko et al., 2021).

Figura 14 - Atividades ao longo da cadeia de valor que podem ser mecanizadas.



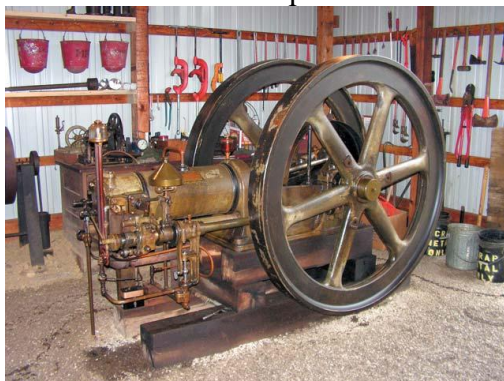
Fonte: Adaptado Daum (2023).

Toda via, o avanço tecnológico proporcionado pela evolução industrial impulsionou significativamente o desenvolvimento das máquinas agrícolas, como consequência, a mecanização gerou transformações sociais, comportamentais, políticas, econômicas e culturais. Isso evidencia a importância de estudar profundamente a mecanização de forma aprofundada, considerando seu valor histórico na configuração do trabalho no campo nos dias atuais, resultando em mais alimentos e produtos de mais qualidade para milhões de mesas diariamente (Silva et al., 2023).

De todas as máquinas já desenvolvidas para auxiliar na tração agrícola, o trato foi o que desempenhou um papel de maior relevância. Na etapa da colheita, destaca-se a criação da colheitadeira, que realiza a captura dos frutos, grãos e sementes de forma segura, muito mais eficaz e rápida (Silva et al., 2023).

Os primeiros vestígios de ferramentas agrícolas de tração animal remontam a cerca de trezentos anos antes de Cristo, na região da mesopotâmia. Eram instrumentos simples e rudimentares, mas já auxiliavam significativamente nas atividades no campo. Na Inglaterra em meados de 1810 foi confeccionado o primeiro arado de arrasto, logo mais, em 1834 no Estados Unidos foi patenteada a primeira máquina de tração animal para segar culturas. Mas com a invenção do motor a combustão interna por ciclo Otto em 1866, como mostra a figura 15, foi um passo crucial para o desenvolvimento de máquinas para a evolução da agricultura.

Figura 15 - Motor ciclo Otto acoplado a duas rodas motrizes.



Fonte: Gas engine.

As primeiras colheitadeiras com tração animal, mas com auxílio de rodas surgiram em 1880. Já em 1882, com a invenção do motor a combustão interna a ciclo Diesel conforme pode-se visualizar um exemplo na figura 16, houve um enorme avanço na mecanização agrícola desde então (Silva, 2014).

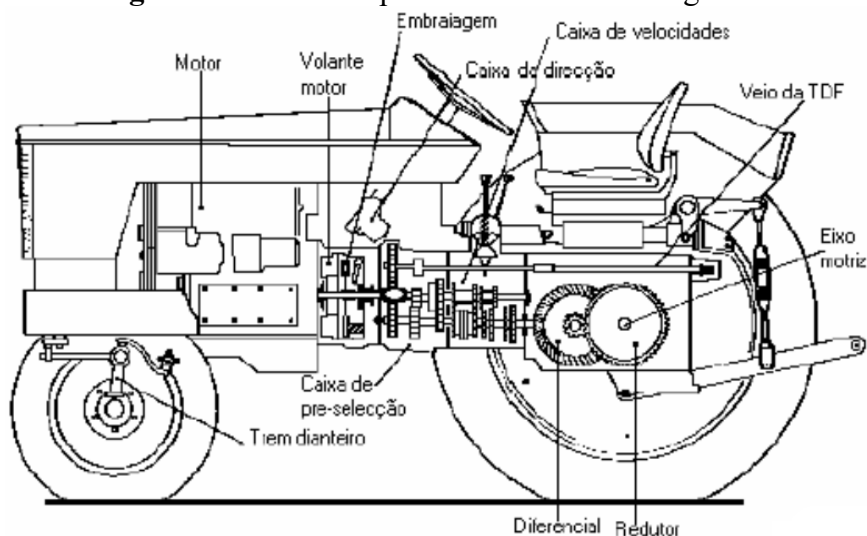
Figura 16 - Agricultor arando com o auxílio de um trator com motor ciclo Diesel.



Fonte: Adaptado DSL.

Atualmente, é bastante difícil desenvolver atividades agrícolas sem o uso do trator. Operações como preparo do solo, pulverizações, colheita, transporte entre outras. Depende fortemente desse equipamento. São inúmeras as tarefas desempenhadas por um trator agrícola, desempenhando um papel crucial na produtividade de quaisquer culturas (Senar, 2011). A figura 17 apresenta os componentes básicos de um trator.

Figura 17 - Partes importantes de um trator agrícola.



Fonte: Adaptador Assis, 2012.

Com o avanço tecnológico foram introduzidos vários equipamentos de alta tecnologia nos tratores, como o GPS, computadores a bordo, cabines climatizadas, assentos ergonômicos, transmissão hidráulica, entre outros. As principais manutenções preventivas que toda montadora auxilia seus clientes a executarem em períodos pré-estabelecidos são.

É essencial realizar a verificação da corrente elétrica para evitar panes e garantir funcionamento da máquina. Deve-se também inspecionar a correia do ventilador, a fim de assegurar a eficiente transferência de calor do motor para o ambiente externo por convecção forçada. A checagem do nível do radiador, deve ser constante, com o abastecimento sempre com fluido de arrefecimento adequado, garantindo que a temperatura de trabalho esteja dentro dos limites recomendados pelo fabricante. No caso dos sistemas hidráulicos, é importante a verificação do nível do óleo do motor e da transmissão, sempre adicionando o óleo correto. Dos sistemas hidráulicos, alguns implementos necessitam de alimentação hidráulica. Da bomba hidráulica e bomba injetora. Limpeza nos filtros de óleo, de combustível e do filtro de ar. E da calibração e balanceamento dos pneus (Silva, 2014).

2.4 Mecanização da colheita do tomate.

A colheita mecanizada no Brasil teve início no período de 1997/1998, quando foram importadas cerca de 25 máquinas. Porém, a adoção inicial não obteve sucesso, pois muitos produtores não realizavam o manejo adequado do solo para facilitar o tráfego das máquinas. Atualmente, sabe-se que, para uma colheitadeira entrar em uma propriedade, é necessário que a propriedade esteja livre de plantas daninhas, as quais podem causar problemas durante a

execução da colheita (Embrapa, 2012). Outra etapa bem importante no preparo do solo é a retirada de galhos, troncos, pedras torrões e demais “impurezas” que porventura venha a danificar a máquina (Lässig, 2020).

A colheita do tomate é feita normalmente quando o fruto apresenta a maturidade fisiológica. Nessa fase o tomate atinge seu tamanho máximo, e suas transformações estruturais, bioquímicas e fisiológicas ligadas ao processo de maturação já estão ocorrendo.

Atualmente, a colheita mecanizada de tomate é feita através de máquinas colhedoras automotrizes, que possuem uma plataforma de corte e um recolhimento das plantas de 1,2 a 1,5m de largura. A figura 18 apresenta uma colheitadeira da marca MTS. As máquinas menores permitem a colheita de 20 a 30 toneladas por hora e as maiores de 60 a 70 toneladas por hora.

Figura 18 - Colheita do tomate na máquina MTS.



Fonte: Peça, 2018.

A potência é fornecida por um motor Diesel diretamente para bombas dos diferentes sistemas hidráulicos da máquina, nomeadamente:

- Tração e direção;
- Posicionamento da máquina em altura e ângulo ao solo;
- Posicionamento da cabeça de colheita e de seus componentes;
- Movimentação de ventiladores;
- Movimentação de tapetes transportadores (nastro transportadores);
- Movimentação do órgão ativo de separação do tomate da rama;

A plataforma levantadora é composta por dedos levantadores que fazem a função de erguer as plantas do solo, posteriormente a plataforma possui uma lâmina de corte paralela ao solo cortando os caules das plantas bem rentes. Com isso, as plantas já livres são levadas para

dentro da máquina por uma esteira de recolha equipada com ramas (C). As figuras 19 e 20 mostram este processo.

Figura 19 - Levantadores.



Fonte: Lässig, 2020.

Figura 20 - Esteira de recolha.



Fonte: Lässig, 2020.

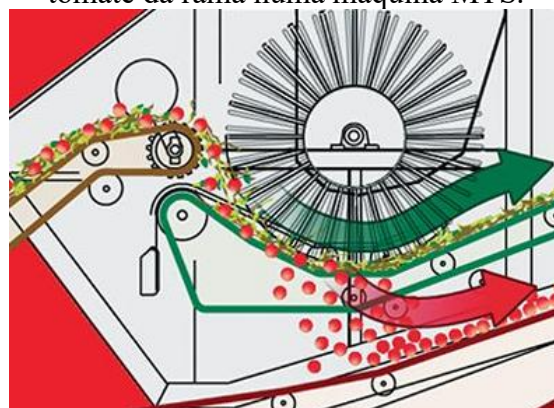
Após o primeiro estágio, a etapa seguinte consiste em soltar os frutos das vargens e separá-los. Este trabalho é realizado por meio de dois movimentos distintos que ocorrem simultaneamente: um movimento giratório e outro vibratório, ambos executados por inúmeras escovas fixadas em uma estrutura. Este processo permite que os frutos se desprendam mais facilmente das ramas, caindo sobre uma esteira localizada abaixo. Esse método possui maior produtividade, podendo colher e separar 3 há.h⁻¹ (Embrapa, 2012). As figuras 21 e 22 ilustram como são esses componentes.

Figura 21 - Escovas para separação do tomate das ramas.



Fonte: Peça, 2018.

Figura 22 - Sistema de separação do tomate da rama numa máquina MTS.



Fonte: Peça, 2018.

A etapa seguinte é o descarte das folhas e ramas onde consiste em liberar para fora da máquina por meio de uma esteira de talisca de metal. Como ela estão separadas dos frutos estão mais leves e com o auxílio de um ventilador as ramas são jogadas para fora da colheitadeira. Enquanto os frutos são destinados por uma esteira até outro departamento da máquina (Peça, 2018.). A figura 23 exemplifica este processo.

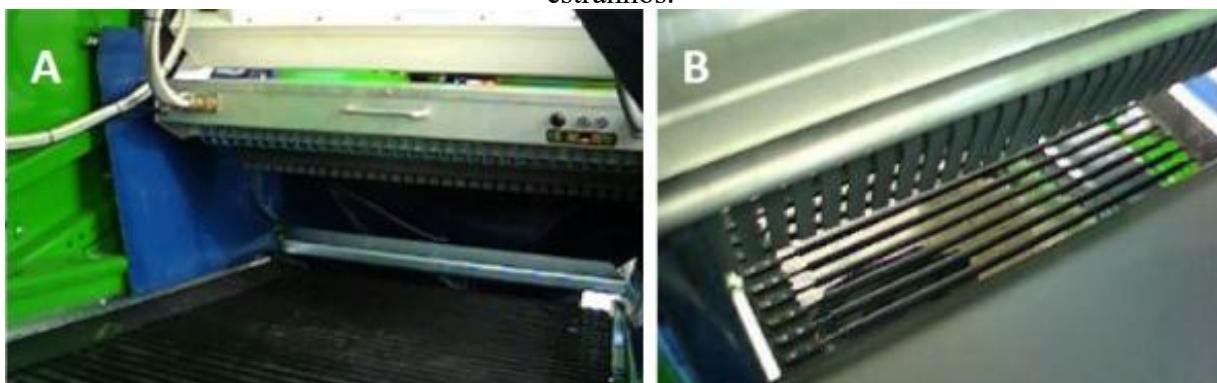
Figura 23 - Descartes das ramas.



Fonte: Lässig, 2020.

Ao lado da colheitadeira fica uma passarela onde ficam posicionados colaboradores responsáveis por realizar uma averiguação manual, como objetivo de retirar objetos indesejáveis como torrões, pedras, galhos, palhadas, entre outros. A fase seguinte consiste em uma seleção automática realizadas por duas esteiras com um vão entre elas. Neste intervalo, existe um sensor infravermelho que identifica frutos com colorações indesejadas pelo produtor. Esse mecanismo é capaz também de identificar e retirar torrões no meio dos frutos. A figura 24 apresenta o funcionamento desses mecanismos.

Figura 24 - Descontinuidade do transportador elevador para separação de elementos estranhos.



Fonte: Lässig, 2020.

Embora muito eficientes, este dispositivo não deve ser acionado quando os frutos estão em estado de decomposição, pois liberam água e, conseqüentemente, sujam os demais frutos de terra, dificultando a identificação através do equipamento. Nesse caso, torna-se necessária a atuação de uma equipe para uma separação manual, removendo torrões e outros objetos indesejáveis (Lässig, 2020).

Depois do processo de separação os frutos finalmente seguem para a esteira de descarga onde está leva os tomates para caçambas ou caminhões que andam em paralelo as colheitadeiras, em cima da parte já colhida como estão apresentadas na figura 25.

Figura 25 - Descarga dos tomates.



Fonte: (Lässig, 2020).

Após o processo de separação, os frutos seguem para esteira de descarga, que conduz até as caçambas ou caminhões que serão destinados para centro de limpeza e separação. A separação dos frutos em unidades de beneficiamento pode ser feita de forma automática, respeitando critérios como propriedades físicas, ou podem ser separados de forma manual, devido à grande porcentagem de irregularidades que podem existir nos frutos (Zambolim; Duval, 2022), o procedimento está sendo apresentado na figura 26.

Figura 26 - Processamento em unidade de beneficiamento.



Fonte: (Zambolim; Duval, 2022).

Após a separação os frutos podem ser destinados à fase de higienização, que envolve tem etapas de lavagem e sanitização, que tem a finalidade de remover impurezas e contaminantes da sua superfície melhorando sua qualidade e seu aspecto visual. A sanitização é feita geralmente a base de cloro, que auxilia na redução da carga microbiana da superfície do tomate. Em seguida, o fruto passará por um processo de secagem para evitar a proliferação de bactérias (Zambolim; Duval, 2022), conforme mostrado na figura 27.

Figura 27 - Lavagem dos frutos.



Fonte: (ZAMBOLIM; DUVAL, 2022).

Contudo, essa pesquisa identificou que as operações e manuseios que são realizadas no tomate devem ser executados com extremo cuidado. Isso se deve ao fato que o processo de colheita e transporte pode causar danos ao tomate. O intuito é assegurar a integridade fisiológica do fruto, uma vez que cada queda proporciona injúrias à sua pele, ocasionando em feridas e lesões que acarretarão menor preço no cliente final, desencadeando prejuízos em toda a cadeia de comercialização.

Tomando as devidas precauções a integridade física do produto, a qualidade nutricional, sensorial e microbiana é garantida, além da diminuição das perdas o que reflete na inflação do preço do produto.

2.5 Teorema de Pareto

Vilfredo Pareto, um importante cientista político, sociólogo e economista italiano que, a partir de observância sobre a distribuição de renda e economia no final do século XIX. Como Silva (2017) explica, Pareto desenvolveu um princípio que ficou conhecida como “Eficiência de Pareto”. Conhecida também como regra 80/20. Aproximadamente 80% dos efeitos são originados por 20% das causas. Para Silva et al. (2019), o diagrama de Pareto é uma ferramenta que consegue identificar problemas de maior importância, poder ser utilizado em vários processos de produção dentro de uma empresa.

2.6 Utilização do software VOSviewer

O uso do VOSviewer fornece insights sobre as literaturas e o fluxo de conhecimento na área de estudo abordado, a relação entre trabalhos anteriores e os tópicos mais focados que eles

contêm Yu et al., (2025). Além disso, segundo Correia et al. (2018), com o auxílio do VOSviewer é possível detectar as principais palavras existentes nos títulos e nos resumos dos artigos das revistas selecionadas.

3 METODOLOGIA.

Este capítulo é dedicado à apresentação da metodologia de uma revisão bibliográfica de literatura. Portanto, serão apresentadas algumas questões envolvendo a pesquisa, protocolo de dados utilizados, além de muitas informações pertinentes.

3.1 Metodologia do trabalho.

O processo metodológico Proknow-C, Knowledge Development Process-Constructivist proposto por Ensslin et al., (2010), aplicado neste trabalho, permite identificar e analisar um conjunto de artigos científicos que compõem um portfólio bibliográfico voltado ao tema *Revisão Bibliográfica Da Mecanização Empregada Na Colheita Dos Tomates*. Esse método é formado por quatro etapas: seleção de um portfólio de artigos sobre o tema da pesquisa; análise bibliométrica do portfólio; análise sistêmica; e definição da pergunta de pesquisa e objetivo de pesquisa.

Esta pesquisa tem como finalidade mostrar os dispositivos e máquinas empregados durante a colheita do tomate. Como menciona Gil (2002), uma pesquisa é um procedimento racional e sistemático que visa buscar respostas os problemas propostos. Quanto a sua natureza, teve-se uma abordagem mais qualitativa na análise de dados e de conteúdo das produções científicas que tornaram objeto de estudo. Sobre o seu objetivo, por se tratar de uma revisão literária caracteriza-se como exploratória, observando bem um sistema de produção, mecanização na cultura do tomate, um tema pouco abordado nas produções acadêmicas, buscando um melhor entendimento sobre a temática. Enquadrando também como descritiva, pois visando explorar qualitativamente o máximo de trabalhos envolvidas na pesquisa a fim de encontrar relações a mecanização da cultura do tomate.

Para Cauchick (2019), uma revisão bibliográfica é um método que tem como objetivo sintetizar o conhecimento sobre um determinado assunto, sendo esse o foco principal e um objetivo de pesquisa. Contudo, é necessário realizar uma análise de artigos, e publicações que o autor aborde o assunto na sua linha de pesquisa. O pesquisador deve, portanto, construir um processo elaborado para, de posse dos trabalhos, filtrá-los, com critério e rigor, buscando uma seleção mais qualitativa e/ou quantitativa. Segundo Cavalcante et al. (2020) o estudo de uma revisão bibliográfica se caracteriza pela análise metódica de documentos de domínio científico,

como livros, artigos científicos, dissertações e teses. Dito isso, a pesquisa bibliográfica utiliza de uma fonte secundária, com contribuições de autores sobre um determinado tema.

Por fim, quanto aos dados dessa pesquisa, é uma revisão de literatura voltada à produção acadêmica, tendo em vista as perspectivas sobre o sistema de colheita no setor do tomateiro. Pelo caráter deste trabalho, irá se valer de documentos indiretos de produção secundária. Estas fontes são artigos científicos, teses e livros sobre mecanismos, mecanização da agricultura e principalmente sobre a cultura do tomate.

3.2 Método de revisão.

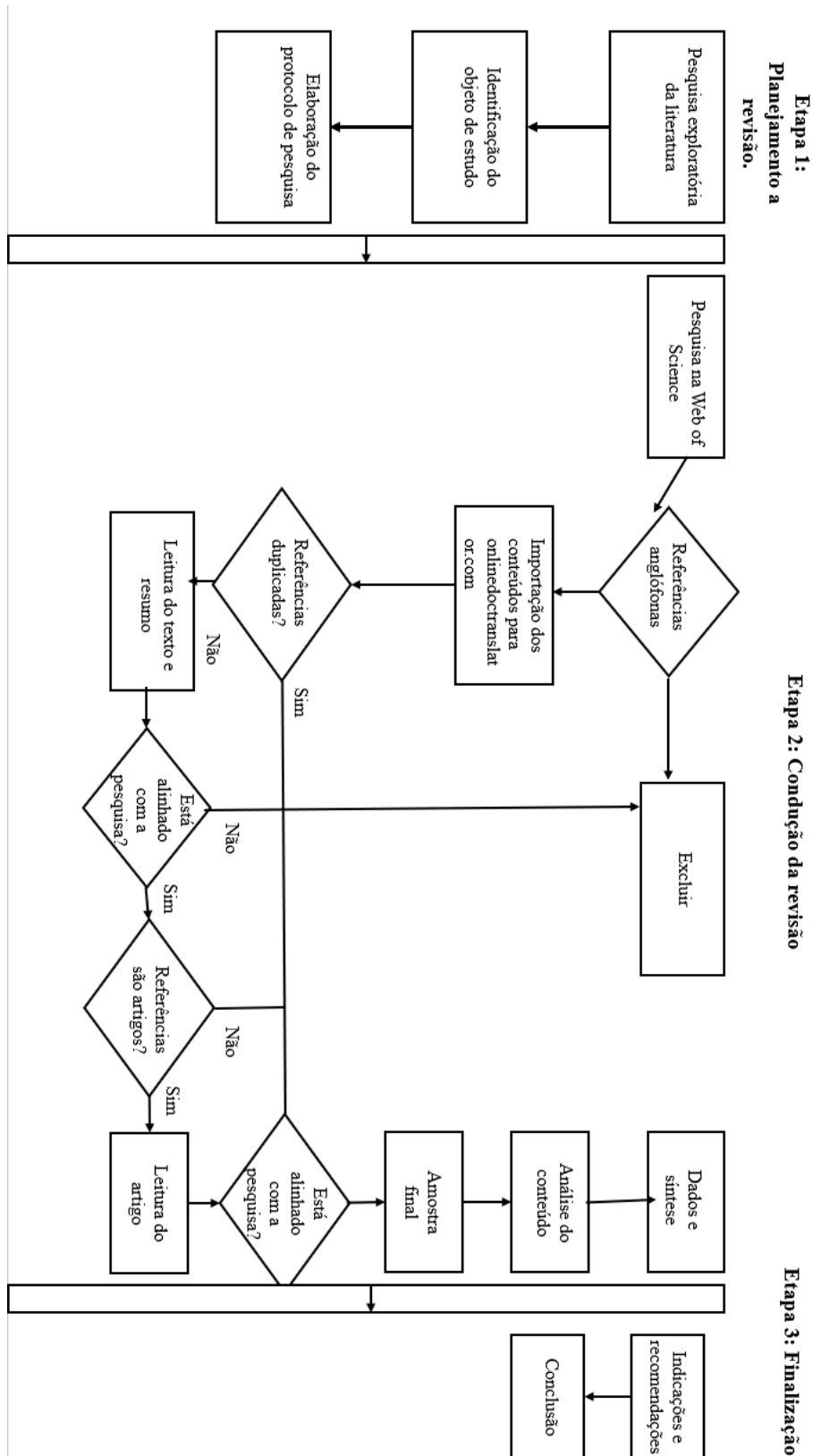
Foi elaborado uma estratégia de revisão baseando-se na proposta de revisão colocada por Neto, (2023), Lizot, et al. (2015) e Silva; Junior, (2023), possuindo três estágios de revisão, incluindo planejamento da revisão, a condução da revisão e finalizando com o cronograma de execução da pesquisa. A seguir o (Fluxograma 1) esquematiza o protocolo de revisão.

Posteriormente, é necessário realizar perguntas norteadoras, onde estas têm a função de guiar a proposta de revisão. Além disso, cada pergunta deve ser respondida a fim de elucidar a compreensão do rumo do trabalho escrito. O quadro 1 apresenta as perguntas a serem respondidas. A primeira pergunta está voltada as dificuldades encontradas para pelos artigos na aplicação de algum tipo de mecanização na colheita do tomateiro. Diferente do ambiente urbano, o ambiente rural possui outro tipo de interação com as ferramentas, bem como, a dinâmica do trabalho.

A segunda pergunta é referente aos benefícios voltadas à aplicação de algum grão de mecanização no processo produtivo final do tomate, seja para de mesa ou de beneficiamento. A utilização da mecanização na agricultura aumenta a produtividade, melhora o desempenho da colheita e do plantio e minimiza as perdas.

A terceira pergunta da revisão de literatura visa responder quais países mais publicam artigos científicos sobre o assunto. Isso demonstra onde existe mais interesse sobre o tema.

Fluxograma 1 – Protocolo de revisão.



Fonte: Autor (2024). Adaptado NETO, 2023.

A terceira pergunta da revisão de literatura visa responder quais países mais publicam artigos científicos sobre o assunto. Isso demonstra onde existe mais interesse sobre o tema.

Q1	Quais os principais desafios para implementação da mecanização na colheita do tomate?
Q2	Quais os benefícios e vantagens da utilização da mecanização na cultura do tomateiro?
Q3	Quais países fazem mais publicações?
Q4	Quais países mais aplicam mecanização na cultura do tomate?
Q5	Quais benefícios em se pesquisar e aplicar colheita mecanizada em tomates?

Quadro 1 - Questões de pesquisa.

A penúltima pergunta se trata de qual país mais se interessa em aplicar a mecanização agrícola na produção do tomate para fins de alimentação. E por fim, a última pergunta no provoca em uma reflexão se de fato toda a pesquisa e investimento por trás da mecanização ou robotização de fato vale a pena.

3.2.1 Estratégia de pesquisa.

Essa pesquisa tem como objetivo coletar o número máximo de artigos científicos e de revisão bibliográficas voltados a mecanização da colheita do tomateiro. Para isso, é preciso abrigar um volume muito grande de trabalhos publicados voltado a nossa temática. A estratégia de pesquisa bem elaborada permite que tais critérios sejam bem visualizadas pelo escopo, método Proknow-C. Cada um deles serão apresentados.

3.2.2 Escopo da pesquisa.

O escopo dessa pesquisa de revisão de literatura é voltado ao período de publicação e o local de publicação. Sobre o primeiro critério temos o tempo de publicação que é compreendido entre 2020 e 2025. O início da pesquisa ser denotada como 2020 se deve que os artigos mais recentes possuem um critério mais rigoroso de referências. Contudo, o local de publicação se concentra na base de periódicos indexados da web of Science, por se um ambiente bem aceito na comunidade acadêmica por possuir boa qualidade e segurança dos artigos.

5.2.3 Método de pesquisa.

Para elaboração desta pesquisa foi utilizado a técnica Proknow-C, Knowledge Development Process-Constructivist Ensslin et al. (2010), que é uma ferramenta de análise bibliométrica de uma seleção de artigos científicos, auxiliando na compreensão e o

entendimento de temas em cima de um volume de publicações encontradas. Este método é formado por quatro etapas: seleção de um portfólio de artigos sobre o tema da pesquisa; análise bibliométrica do portfólio; análise sistêmica; e definição da pergunta de pesquisa e objetivo de pesquisa.

Utilizando as palavras-chaves na base de dados periódicos da web of Science. Por fim, serão feito uma análise dos artigos que serão avaliados pelo critério de inclusão e exclusão, teorema de Pareto e ano de publicação, relevância com o tema proposto e um acúmulo de citações próximo de 80%.

3.2.4 Sequência de pesquisa.

As palavras-chaves foram usadas na busca de artigos na base de dados. Existindo a presença delas no título das publicações os trabalhos podem ser adicionados para serem avaliados posteriormente. Foram usados três eixos de palavras para fazer a filtragem de trabalhos, diferenciando somente pela lógica booleana para cada grupo. O primeiro eixo faz uso do operador booleano OR, as palavras-chaves são estas:

- “Mechanized harvesting” OR “Post-harvest” OR “Tomato harvesting”

Para o segundo eixo, utiliza-se como diferencial o operador lógico AND. Foi inserido na varredura de artigos encontrados, todo e qualquer trabalho que tenha estas palavras-chaves em seu título como um complemento. O conjunto destas palavras é formado por:

- "Tomato harvesters" OR "tomato harvesting" OR "post-harvest " AND "tomatoes".

E por fim, a terceiro eixo de palavras-chaves foram:

- “Harvesting machines” OR “tomato harvesting” AND “Solamum Lycopersicum” OR “mechanization”.

3.2.5 Critério de inclusão e exclusão.

Segundo (TRANFIELD, 2003) a qualidade do artigo se deve à sua adequação ao escopo da pesquisa além das questões a serem respondidas pela revisão de literatura. Contudo, é necessário averiguar se o artigo está condizente a pesquisa desenvolvida, seja por seu título ou seu resumo. O quadro 2 apresenta os critérios adotados no presente estudo.

Critério	Inclusos
Período	2020 – 2025
Periódicos	Periódicos indexados no WoS
Artigos	Artigos que estudam a implementação da mecanização na colheita do tomate em meios que aumente a vida útil do fruto
Natureza dos artigos	Artigos voltado ao setor agropecuário e a mecanização agrícola
Unidade de análise	Artigos publicados em periódicos
Idioma	Inglês e português
Pareto	Acúmulo de citações $\leq 80\%$

Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão.

Segundo observações do trabalho de Lizot, et al. (2015), foi feito o arquivamento dos achados. Este trabalho fez uso de planilhas no Excel contendo as seguintes atribuições para cada artigo, autores, ano de publicação, o ano, coautores, revistas, naturalidade dos autores, tipo, abstract.

3.3 Aplicação do método de revisão.

Para efetuar o filtro de palavras mencionados na seção 3.2.4 foram realizadas três buscas na base de periódicos Web of Science para os termos já mencionados “OR” e “AND”. E seguindo para os critérios de inclusões e exclusões mencionados no (Quadro 2).

Com o primeiro eixo de busca foram obtidos 1422 artigos, sendo destes 402 foram selecionados pelo critério de inclusão e exclusão. Com a segunda busca foram obtidos 1238 artigos, sendo destes 334 foram classificados dentro dos parâmetros de seleção. Finalizando com a terceira busca foram 1106 artigos encontrado sendo que seguiram para leitura do texto somente 133 trabalhos. Mais dados sobre os três eixos de pesquisas são apresentados na tabela 4.

Tabela 1 - Dados sobre os eixos de pesquisa.

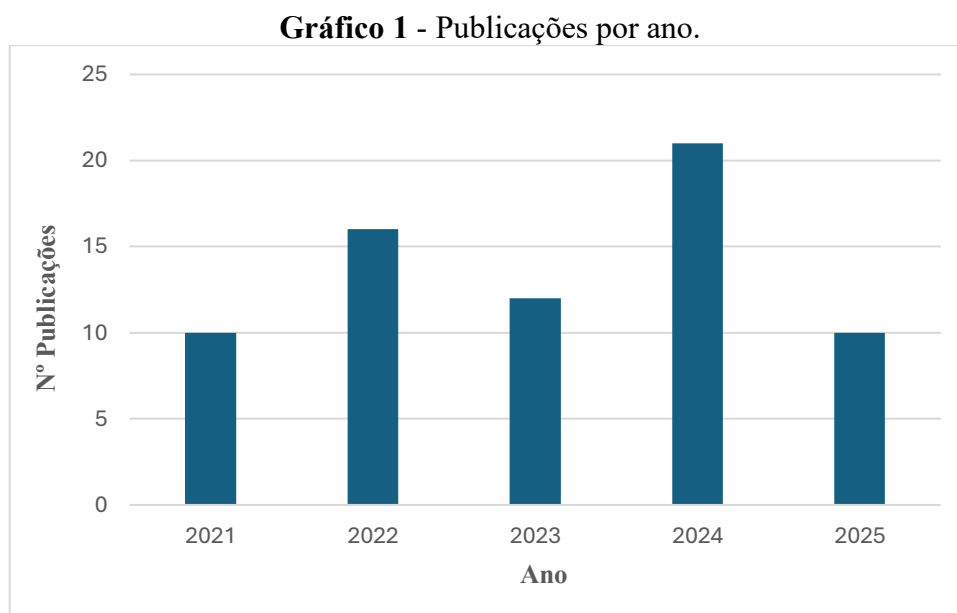
	Arquivo bruto	Arquivo pós filtros	Reconhecimento (Pareto)	Recentes (>2023)	Alinhamento Título	Duplicados
Eixo 1	1422	402	9	0	33	0
Eixo 2	1238	334	10	0	37	1
Eixo 3	1106	133	5	0	16	9

No software Excel, para o primeiro eixo de palavras-chaves, e utilizando o método Proknow-C foi determinado que 24 artigos possuíam até 80% dos acúmulos das citações, com exatos 79,6%, de um total de 69 trabalhos. Onde que o total de publicações selecionados através da leitura de texto, para averiguação do vínculo com o tema, foi de um total de 69 artigos. Contudo, podemos observar que 79,6% das citações estavam presentes em 24 artigos, um percentual de 34,78%, acima do teorema, inclusive. Após esta etapa, foi feito a leitura do abstract onde que foram selecionados alguns artigos para a leitura final.

4 RESULTADOS.

Durante a realização desta pesquisa foram apurados no portfólio final um total de 44 artigos após todas as etapas de associação ao título, leitura e associação do abstract e leitura do texto. Posteriormente, foi utilizado dois programas para criação de gráficos e figuras a fim de melhorar a apresentação dos resultados encontrados.

Foi usado com vasta frequência o Microsoft Excel e o VOSviewer para organização deste portfólio, onde foram classificados por ano, países, autor, coautor entre outros parâmetros. Nesta etapa, iremos apresentar os resultados das buscas de dados feitos em periódicos realizados na Web of Science. Diante disso, o gráfico 1 mostra o número de publicações por ano.



Fonte: Autor, 2025.

Podemos perceber que ocorrência de mais publicações foi em 2024, com exatamente 21, seguido por 2022 com 16, 2023 com 12 e 2021 com 11 publicações. Por outro lado, 2020 não teve nenhum artigo publicado na WoS.

4.1 Princípio de Pareto.

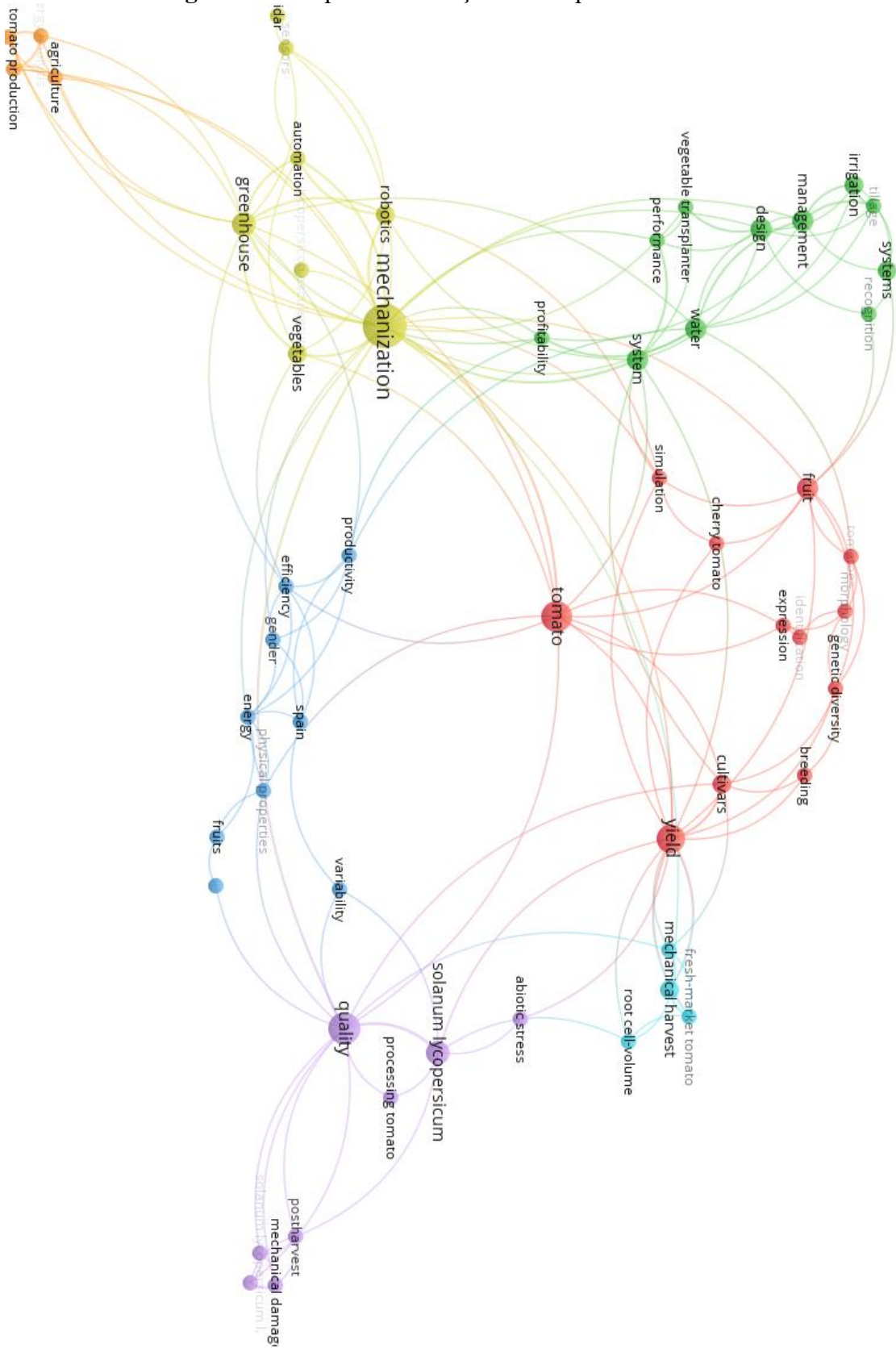
O princípio de Pareto diz que 80% dos efeitos de um fenômeno podem ser ocasionados por 20% das causas. Na pesquisa realizada para a construção deste trabalho, 34,78% dos autores corresponderam por 65,22% de todas as citações. O que caracteriza uma boa confiabilidade e uma aceitável considerável da comunidade com relação a estes autores. A tabela 5 mostra quais autores tiveram mais publicações e citações no portfólio final desta pesquisa.

publicados, logo em seguida da Coreia do Sul com 3 publicações. Finalizando com Índia e Malásia com 2 publicações ambas. O EUA fica em último na lista com 1 publicação e apenas 1 citação.

Este mapa de associação representa uma relação entre os diferentes termos em um conjunto de dados, que foram pesquisados através das palavras-chaves escolhidas neste trabalho. A figura 29 apresenta as relações entre as palavras-chave mais citadas no portfólio final, bem como, suas interações. A construção deste mapa de associação foi gerada no software VOSviewer. Os “pontos” na imagem representa as palavras-chaves que foram extraídas dos artigos contidos no portfólio final, quanto maior o “ponto/ círculo”, maior é a frequência que esta palavra aparece. Com isso, pode-se notar que a palavra “mecanização” foi a mais abordada. As “linhas” indicam que possui uma co-ocorrência entre os termos, sendo assim, elas aparecem juntos em alguns textos analisados.

Ao olhar cuidadosamente pode-se perceber a existência três grandes grupos coloridos que agrupam determinados temas. Isso significa que possui uma ligação. Como por exemplo o amarelo. Ele inclui: “Mechanization”, “greenhouse”, “robotics” e “automation”, esse grupo representa o avanço tecnológico aplicado à mecanização agrícola, com foco em robótica, sensores e automação em ambientes como estufas e lavouras de hortaliças. Ao vermelho, ocorrem termos como: “Tomato”, “fruit”, “cultivars”, “genetic diversity”, “breeding”, “expression.” e “yield”. Área ligada ao melhoramento genético de cultivares de tomate, com ênfase em aumentar a produtividade e adaptar o tomate às exigências da colheita mecanizada. E por fim, o roxo que usam palavras como: “Solanum lycopersicum”, “quality”, “mechanical damage”, “postharvest”, “processing tomato”. Trata-se dos impactos da mecanização na qualidade dos tomates colhidos, abordando perdas, danos mecânicos e conservação pós-colheita.

Figura 29 - Mapa de associação dessas palavras-chaves.



Fonte: Autor, 2025.

O uso de revestimento comestível teve início como uma saída eficaz para garantir a vida útil dos alimentos. Este método está entre os mais eficientes para manter a qualidade do tomate

e reduzir o desperdício (DUGUMA, 2021; IGNASIUS, 2022; DHALL, 2013). Revestimento comestível é uma alternativa para alimentos frescos como frutas e vegetais para uma proteção em alguma atmosfera modificada, retarda o período de amadurecimento dos frutos além de permitir que os danos causados por quedas, machucados e injúrias contra as superfícies dos frutos que possam provocar pequenas rupturas na crosta do tomate.

As rupturas em desfavor dos frutos possibilitam a entrada de bactérias e fungos e conseqüentemente gerando podridões aquele fruto (Poosarla et al. 2024); (Reis et al. 2015); (Ghazouani, 2021). Quaisquer danos causados ao tomate poderão induzir danos tanto a parte superior do fruto como internamente. Dito isso, a importância de um revestimento sobre a superfície que reduz a possibilidade de danificar crosta quanto a poupa, impedindo que modifique a qualidade esperada do produto.

Existem muitos estudos que visam encontrar alternativas para melhorar a colheita do tomate, muitas máquinas de diversos modelos e marcas. Contudo, há também uma vertente para a adaptação de robôs para as colheitas de tomates em todo o mundo. Jizhan et al, (2020); Rong et al. (2024), por exemplo, trouxeram estudos que visam a utilização de braços mecânicos que faziam a detecção autônoma dos frutos e conseqüentemente realizavam um movimento de dobra do tendão dos frutos para rompimento deles, como apresenta a figura 30. Bem como o estudo de Shuhe et al, (2023), onde ele desenvolveu um método de captura da fruta onde foi mostrado pelos seus resultados que a forma como se colhe o tomate interfere nos danos causados ao caule e até a fruta, já que se percebeu que a força de ruptura axial era muito maior que a força de ruptura radial.

Kondo et al. (2009) foi mais além, desenvolveu um protótipo de colheita de tomate em cachos, o que reduzia o tempo de colheita, minimizava quaisquer danos causados a pele do tomate, uma vez que a força estava direcionada ao caule de união dos frutos. Onde este protótipo reconhecia o ponto de prensão ideal e conseqüentemente realizava o corte.

Figura 30 - Braço mecânico coletor de tomates.



Fonte: Jizhan et al, 2020.

O mecanismo desenvolvido pelos autores teve uma precisão de 73% na identificação autônoma dos pontos de preensão. Qingchun et al. (2018) projetou um protótipo que poderia rodar sobre trilhos e colher os frutos maduros direto no caule figura 31.

Figura 31 - Protótipo para colheita de cachos de tomates cereja.



Fonte: Qingchun et al., 2018.

O próprio mecanismo identificava os frutos maduros dos frutos dos frutos ainda verdes e com o auxílio de um mecanismo de poda fazia a retirada daqueles que estavam em condições aceitáveis. Os meios mais usuais de mecanizar a colheita é usando colheitadeiras. Cunha et al. (2014) fez um trabalho onde avaliando a produtividade das máquinas colheitadeiras, onde pode-

se perceber que a produtividade aumenta com a utilização de maquinário pesado para colheita de tomate, ainda mais melhorando as configurações de colheita delas. Onde que em muitos casos somente aumentando a vibração e rotação dos separadores puderam alcançar valores muito menores em percas e conseqüentemente numa produtividade mais elevada, pois uma vibração mais elevada induz ao caule do fruto a vier a falhar mais facilmente.

No anseio de se adaptar a colheita em larga escala de tomates para processamento, Chengsong et al. (2012) projetou uma máquina colheitadeira autopropelida para colheita do tomate, como apresentada na figura 32. Tendo em vista, que a melhor produtividade se encontra neste tipo de equipamento, mais robusto com um volume de frutas maior, foi desenvolvido um projeto e construído um protótipo de uma máquina de colher tomates.

Figura 32 - Colheitadeira autopropelida para colheita do tomate.



Fonte: Chengsong et al, 2012.

Arazuri et al. (2010), desenvolveu um método em seu artigo com a finalidade de entender e tentar minimizar os danos causados pela colheita mecanizada à saúde dos tomates. Uma vez que os frutos são submetidos a esforços mecânicos causando assim lesões físicas, como perfurações na pele, na polpa e possivelmente rupturas celulares. Dito isso, o estudo foi realizado colocando juntamente com os frutos um sensor sem fio IRD, Impact Recording Device (dispositivo registrador de impacto), apresentada na figura 33, onde este fará todo o trajeto comumente realizados pelos frutos até sua retirada da colheitadeira. O estudo identificou os pontos mais críticos onde os tomates sofriam mais esforço mecânicos. Observou-se que os danos causados eram diretamente proporcionais a energia que ele era direcionado contra uma superfície. Com isso, percebeu-se que os maiores impactos eram na descarga dos frutos.

O sensor IRD possui dimensões e massa semelhantes a um tomate maduro adulto em ponto perfeito de colher, isso é para manter com maior nível de fidelidade do que acontece com

o fruto real. Pode-se concluir que o uso de máquinas aumenta o risco de injúrias causadas em desfavor dos frutos de tomate, o que reforça a necessidade de pesquisa para tentar diminuir este índice.

Figura 33 - Sensor IRD ao lado de um tomate.



Fonte: Arazuri et al, 2010.

Há uma grande procura em tentar reduzir os custos com perdas, uma vez que os frutos que não são comercializados por algum problema físico/visual (Peralta-Ruiz et al., 2020). Já López et al. (2015) mostrou em sua obra que os produtores elevam o preço do produto a fim de compensar a diferença e diminuir um possível prejuízo. E como bem disse Sucheta et al. (2019), várias tecnologias vêm sendo buscadas por diversos pesquisadores bem como a utilização do revestimento comestível depois da colheita. São vários tipos de revestimento que pode ser aplicado sobre os frutos, todos de matéria prima biodegradável sem presença de ativos químicos o que mostra um grande potencial no uso deste tipo de implementação visando redução de perdas.

Portanto, durante a realização desta pesquisa, é perceptível através dos inúmeros problemas abordados nesta. É notório a identificação de que toda produção mundial de tomate é bem complexa, e isso induz a urgência em introduzir procedimentos e tecnologias que minimizem os desperdícios em toda a cadeia de produção. São tantas variáveis que podem atuar

tanto positivamente quanto negativamente em relação a disponibilidade de bons frutos a disposição do consumidor final.

Infelizmente, a grande distância entre os grandes centros urbanos consumidores e o produtores rurais faz com que o transporte seja um grande agravante na degradação culposa dos frutos a serem transportados. Por mais que o transporte seja feito de forma adequada pode ocorrer da colheita se for feita de forma mecanizada, ocasionar todos os danos já mencionados neste trabalho. Contudo, o uso de revestimento comestível tem sido uma maneira bem pesquisada no meio acadêmico. No quadro 3 podemos observar as características, os pontos positivos e negativos de cada tipo de mecanização usada na colheita de tomate encontrada em nossa pesquisa.

Tipo de colheita	Características	Vantagens	Desvantagens
Colhedora automotriz	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de colhedoras automotrizes ou tracionadas para colheita em larga escala 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta produtividade; • Redução de mão de obra; • Colheita rápida e eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo de aquisição; • Danos aos frutos (se for para consumo in natura); • Exige variedades adaptadas e preparo específico do solo
Robôs	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizam visão computacional e sensores; • Podem operar de forma autônoma ou semiautônoma; • Alguns modelos são equipados com inteligência artificial; • Atuam com braços robóticos ou esteiras de coleta; • Compatíveis com estufas, túneis ou campo aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da dependência de mão de obra humana; • Operação contínua (24h); • Maior precisão na seleção dos frutos, com menor desperdício; • Redução de danos aos frutos, graças a sistemas delicados 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo de aquisição e manutenção; • Necessidade de infraestrutura adequada; • Dificuldade em lidar com irregularidades do terreno; • Limitados a algumas variedades e sistemas de cultivo; • Pode haver necessidade de ajustes constantes nos algoritmos de visão para diferentes condições de luz, clima ou cultivo

Quadro 3 - Tipos de mecanização da colheita e suas características.

Neste trabalho foram encontrados diversos autores que apresentaram pesquisas relacionadas ao uso de máquinas autopropelidas para fins de altas produtividade, mas desconsiderando outros fatores de impacto ao fruto. Bem como, foram encontradas diversas publicações de autores que propuseram o uso de robôs para a colheita mecanizada de tomate visando a conservação das características físicas e visuais da fruta. Contudo, vale destacar que por mais que ambos os eixos sejam de grande relevância para o aperfeiçoamento de novas tecnologias, a utilização de máquinas pesadas colhedoras de tomate parece ser mais viável e atrativa. Tendo em vista, sua capacidade de produção, pois, o destino do tomate atualmente, em maiores proporções, se deve a comercialização para derivados do fruto na indústria.

5 CONCLUSÃO.

Após a realização de todas as etapas pré-estabelecidas pela metodologia Proknow-C, desde a obtenção dos dados brutos até a manipulação da análise bibliométrica, conclui-se que o referente trabalho foi realizado com êxito em relação a toma temática e ao eixo de revisão.

A seleção dos artigos e portfólio bibliográficos foi realizada no periódico Web of Science por meio de palavras-chave, sendo ela: Mechanized harvesting, Post-harvest, Tomato harvesting; Tomato harvesters, tomato harvesting, post-harvest, tomatoes; Harvesting machines, tomato harvesting, Solanum Lycopersicum, mechanization.

Com isso, usando o método de citação porcentual, obtivemos um total de 44 artigos com 34,78% dos autores mais citados, porém correspondendo com 65,22% de todas as citações segundo o próprio WoS.

Durante a leitura dos temas e dos abstracts foi observado nenhum artigo com o mesmo tema proposto o que indica que esse eixo específico de pesquisa não vem sendo debatido. Por outro lado, foi observado uma crescente interesse de pesquisa a favor da busca do revestimento comestível. Contudo, respondendo agora as perguntas mencionadas no quadro 1 onde que a primeira pergunta indagava sobre os principais desafios da mecanização do tomate, onde foi possível observar que muitas lavouras ainda possuem um tipo de colheita arcaica, feito de forma manual e com pouquíssima mecanização. Por mais que seja menos produtivo, este tipo de colheita garante menores danos à integridade física do fruto, ocasionando em menos injúrias a sua pele, e conseqüentemente menos problemas relacionados a isso, o que acarreta uma determinada resistência por parte dos produtores.

A segunda pergunta se refere as vantagens de se utilizar um processo mecanizado na colheita de tomate. foi visto que uma colheita mecanizada tem mais produtividade, leva-se menos tempo com o processo em si, e tem mais garantias que toda a colheita foi feita de forma mais homogênea. Porém, os gastos com manutenções e especialização com as operações com máquinas elevam o custo de produção do quilo do tomate no consumidor final. Sendo assim, diversos produtores, incluindo o Brasil tem resistido a implementação da mecanização quando se tratado em pequenas e médias propriedades.

A terceira pergunta indaga sobre quais países mais fazem publicações sobre o tema, o que foi esclarecido no tópico anterior onde foi mostrado que a China lidera o ranking de pesquisas e possui o maior número de publicações. O Brasil consegue sair muito bem nas

pesquisas pelo melhoramento no processo produtivo do tomate, muito puxada pela empresa pública Embrapa.

A penúltima pergunta refere-se sobre qual ou quais países mais aplicam a mecanização na cultura de tomate. Segundo a pesquisa realizada neste trabalho, a República Popular da China possui mais processos mecanizados, e mais pesquisas até mesmo com robôs para fazerem a colheita do tomate, algo que ainda está em fase de testes e pesquisa.

E por fim, respondendo a última questão a colheita manual é extremamente intensiva em mão de obra, a mecanização reduz a necessidade de grande número de trabalhadores, principalmente em épocas de safra, quando há escassez de mão de obra. As máquinas colhem mais rápido e de forma contínua. Assim, permitindo colher grandes áreas em menos tempo, reduzindo perdas por atraso na colheita.

A colheita mecanizada permite colher no ponto certo de maturação e com maior agilidade, evitando perdas causadas por amadurecimento excessivo ou deterioração.

Portanto, para trabalhos futuros, podem-se ser abordados a utilização do revestimento comestível para diminuição de perdas pós-colheita, aumento de vida útil e problemas com contaminação. Como foi mostrado neste trabalho, o uso da mecanização tem pontos positivos inegáveis do ponto de vista da produtividade, tempo de colheita, principalmente para produção de derivados de tomate. Mas em se tratar em conservação do fruto, o uso de meio que blindem a superfície externa comestível do tomate pode e deve ser uma solução altamente viável.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALLOUI, H. et al. Bioactive coatings enriched with waste cuticle components: tomato preservation cherry tomatoes. *Springer Nature*, p. 9, 2021.

ALVES, C. et al. Revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos em frutas: uma revisão narrativa. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 6, p. 3–7, 2022. Disponível em: www.editoracientifica.org. Acesso em: 30 jan. 2025.

ANDRIANI, V.; HANDAYANI, N. Recent technology of edible coating production: a review. Tembalang: Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University, p. 7, 2023.

ARAZURI, S. et al. Evaluation of mechanical tomato harvesting using wireless sensors. *Sensors*, 2010.

ASIAMA, E. et al. Enhancing the functional and physicochemical properties of tomato. [S.l.: s.n.], [s.d.].

ATHMASELVI, K. A. et al. Development of Babos, a tomato-based edible coating. Mysore: Central Institute of Food Technological Research, p. 3, 2012.

ATHMASELVI, K. A. et al. Development of tomato-based edible coating. Kattankulathur: Department of Food Process Engineering, SRM University, p. 7, 2012.

BALAGUERO, M. et al. Effect of aerial spray and brushroll treatment on the survival of Pectobacteria and Salmonella on tomato surfaces. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, p. 6, 2014.

BIAO, L. et al. Enhanced performance and functionality of active edible films by incorporating tea polyphenols into thin calcium alginate hydrogels. *Food Hydrocolloids*, v. 97, Apr. 2019, p. 105197.

CARREIRA, G. A. et al. Uma revisão sistemática e meta-analítica da soja mecanizada colheita na América do Sul. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, p. 2–5, 2024.

CHENGSONG, C. et al. Development of a self-propelled tomato harvester. Shihezi: School of Mechanical and Electrical Engineering, Shihezi University, 2012.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Tomate: análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense. v. 21, p. 6–10, 2019.

CUNHA, M. et al. Perdas na colheita de tomate industrial em função da regulagem da colhedora. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, p. 363–369, 2014.

DAUM, T. Mechanization and sustainable agri-food system transformation in the Global South: a review. Stuttgart: University of Hohenheim, p. 4–15, 2023.

DAYER, A. et al. An edible fruit coating machine to protect the properties morphological, physiological and biochemical aspects of citrus fruits. Gorgan: Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, p. 8, 2024.

DECO, T. Caracterização química e comportamento pós-colheita de tomates orgânicos especiais acondicionados em bioembalagens. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, p. 7–33, 2020.

DHALL, R. K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. Ludhiana: *Food Science and Nutrition*, p. 5–10, 2013.

DUGUMA, H. T. Potential applications and limitations of edible coatings for maintaining tomato quality and shelf life. Jimma: *International Journal of Food Science and Technology*, p. 1–5, 2021.

DUGUMA, S. P. Possible applications and limitations of edible coatings for maintaining tomato quality and shelf life. East Lansing: Michigan State University, p. 14, 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Comercialização e consumo de hortaliças durante a pandemia do novo coronavírus. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52561599>. Acesso em: 06 ago. 2024.

FAO – Food and Agriculture Organization. International year of fruits and vegetables. 2021. Disponível em: www.fao.org/fruits-vegetables-2021/en/. Acesso em: 06 ago. 2024.

FAO – Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. 2021. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 06 ago. 2024.

FERREIRA, S. et al. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. Londrina: Universidade Federal do Paraná, p. 1–4, 2019.

GHAZOUANI, H.; KHWALDIA, K. Bioactive coatings enriched with cuticle components from tomato wastes for cherry tomatoes preservation. *Springer Nature*, 2021.

GIL, A. C. Como elaborar um projeto de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRACIA, O. et al. Produtividade de tomates oriundos da polinização natural e mecânica em duas épocas de plantio. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 4–10, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de tomate no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 06 ago. 2024.

- IGNASIUS, R. J.** The application of Aloe Vera gel as a coating agent to maintain the quality of tomatoes during storage. Surabaya: Widya Mandala Surabaya Catholic University, p. 2–11, 2022.
- INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.** Tomate. Vitória, p. 54–120, 2010.
- JATI, A.** et al. The application of Aloe Vera gel as a glazing agent to maintain the quality of tomatoes during storage. Surabaya: Widya Mandala Surabaya Catholic University, p. 15, 2022.
- JIZHAN, W.** et al. Experimental and theoretical analysis of fruit plucking patterns for robotic tomato harvesting. *Computers and Electronics in Agriculture*, Zhenjiang, 2020.
- JUNIOR, F. C.** et al. Inovação na conservação de alimentos: explorando revestimentos comestíveis. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 20, 2024.
- KABORÉ, K.** et al. Effects of growing zones on nutritional and bioactive compounds of by-products of two tomato cultivars. Burkina Faso: Laboratory of Biochemistry, Biotechnology, Food Technology and Nutrition, University Joseph KI ZERBO, 2022.
- KONDO, N.** et al. A machine vision system for tomato cluster harvesting robot. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 2009.
- LARA, I.** et al. Spray technology applications of xanthan gum-based edible coatings for fresh-cut lotus root (*Nelumbo nucifera*). Tsukuba: Tsukuba Life Science Innovation Program (T-LSI), University of Tsukuba, p. 10, 2020.
- MACHADO, A.** et al. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. Várzea Grande: Univag Centro Universitário, p. 2–5, 2020.
- MEHTA, P.** et al. Quality evaluation of tomatoes coated by an advanced electrostatic spray coating system. Chandigarh: *International Journal of Food Science and Technology*, p. 11, 2023.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE.** Na cozinha com as frutas, legumes e verduras. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 25–41, 2016.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE.** Obesidade. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/promocao-da-saude/fact-sheet-obesidade>. Acesso em: 06 ago. 2024.
- NAIKA, S.** et al. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, p. 6–80, 2020.

- NEGRETE, J.** The role of agricultural mechanization in food security. Saltillo: Agrarian Antonio Narro University, p. 2–4, 2019.
- NEPOCENO, A.** et al. A cultura do tomateiro: para a mesa. Brasília: Serviço de Produção de Informação – SPI, p. 7–20, 2021.
- NETO, V. S. S.** et al. Avanços da agricultura 4.0 na colheita mecanizada de cana-de-açúcar: uma revisão. São Carlos: Universidade Estadual de Campinas, p. 3–8, 2022.
- NETO, V. S. S.** Análise do Lean Manufacturing no agronegócio: uma revisão de literatura. Recife, 2023.
- PERALTA-RUIZ, Y.** et al. Reduction of postharvest quality loss and microbiological decay of tomato "Chonto" (*Solanum lycopersicum* L.) using chitosan-E essential oil-based edible coatings under low-temperature storage. *Polymers*, 2020.
- POOSARLA, V.** et al. Shelf life extension of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) using a polyhydroxybutyrate conjugate coating carboxymethyl cellulose-pectin-thymol. Visakhapatnam: Department of Life Sciences, School of Sciences, p. 1–3, 2024.
- POOSARLA, V.** et al. Extending the shelf life of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) using a polyhydroxybutyrate conjugate coating carboxymethylcellulose-pectin-thymol. Visakhapatnam: Department of Life Sciences, School of GATAM Sciences, p. 21, 2024.
- QINGCHUN, Y.** et al. Design and testing of robotic harvesting system for cherry tomatoes. Beijing: Beijing Agricultural Intelligent Equipment Research Center, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, 2018.
- REIS, R.** et al. Post-harvest preservation of cherry tomatoes with edible coating. Viçosa: Universidade Estadual de Goiás, p. 2–6, 2015.
- RONG, Y.** et al. A selective harvesting robot for cherry tomatoes: design, development, field evaluation analysis. *Journal of Field Robotics*, v. 41, p. 2564–2582, 2024.
- SEYYEDHASANI, H.** et al. Collaboration of human pickers and crop-transporting robots during harvesting – Part I: model and simulator development. Davis: Biological and Agricultural Engineering Department, University of California-Davis, p. 3–7, 2020.
- SHUHE, Z.** et al. Study on the mechanical properties of tomatoes for the harvesting robot end effector design. Fujian: Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Fujian University of Agriculture and Forestry, 2023.
- SILVA, B.** et al. Diagrama de Pareto: verificação da ferramenta de qualidade por patentes. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Sergipe, 2019.

- SILVA, D.** Prioridade, foco e método: caminhos para aprovação em concursos públicos e residências na área de enfermagem: Universidade Federal Fluminense, 2017.
- SOOD, A.; SAINI, C. S.** Utilization of peel of white pomelo for the development of pectin-based biodegradable composite films blended with casein and egg albumen. *Food Chemistry Advances*, v. 1, May, p. 100054, 2022.
- SUCHETA, T.** et al. Composite edible coatings from commercial pectin, corn flour and beetroot powder minimize post-harvest decay, reduces ripening and improves sensory liking of tomatoes. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019.
- SUHAG, R.** et al. Methods of forming and deposition of edible coating films in food products: a revision. Sonapat: National Institute of Food Technology, p. 16, 2020.
- WANG, G.** et al. Effector end design for robotic tomato harvesting. Beijing: Beijing Research Center Smart Equipment for Agriculture, 2016.
- WANG, L.** et al. Development of a tomato harvesting robot used in greenhouse. Pequim: College of Mechanical Engineering and Applied Electronics Technology, Beijing University of Technology, p. 8–12, 2017.
- WIBOWO, A.** et al. Effect of edible coating application by spraying method on the quality of red chili during storage. *Conference Series: Science of the Earth Environment*, 2004.
- XIN, D.** et al. Ultrasonic cutting mechanism of clustered tomato stems fiber based on the piezoelectric effect. Shaanxi: College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest A&F University, p. 14–15, 2024.
- YADAV, R.** et al. Edible coating as a post-harvest management strategy for extension of the shelf life of fresh tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.): an overview. Bhopal: Central Institute of Engineering Agricultural, p. 3, 2022.
- YAN, J.** et al. The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 147, p. 29–38, 2018.
- ZAMBOLIM, L.; DUVAL, A.** Produção integrada do tomateiro tutorado: subsídios para produção integrada. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 120–285, 2022.
- ZAPATA, P. J.** et al. Use of alginate or zein as edible coatings to delay the post-harvest ripening process and maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. Orihuela: Miguel Hernandez University, p. 2–5, 2008.
- ZEWDIE, S.** et al. Shelf life and quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) affected by immersion in neem leaf extract and coating with beeswax. Dire Dawa: Haramaya University, p. 24, 2022.