



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**

CAMPUS PALMAS

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO

JUSCILENE DOS SANTOS ARAÚJO

KAREN BIANCA HOLANDA AMORIM

**HIDROPONIA 4.0: a importância da Tecnologia Digital para o Cultivo em Estufa
Hidropônica.**

PALMAS-TO

2021



JUSCILENE DOS SANTOS ARAÚJO

KAREN BIANCA HOLANDA AMORIM

HIDROPONIA 4.0: a importância da Tecnologia Digital para o Cultivo em Estufa Hidropônica.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Agronegócio do Instituto Federal do Tocantins-
Campus Palmas, como exigência à obtenção do
grau de em Tecnólogo em Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Jose Eustaquio Canguçu Leal

PALMAS-TO

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S237h Santos Araújo, Juscilene Dos
HIDROPONIA 4.0: : a importância do uso da Tecnologia Digital
para o Cultivo em Estufas Hidropônicas / Juscilene Dos Santos
Araújo, Karen Bianca Holanda Amorim. – Palmas, TO, 2021.
36 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Agronegócio) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Dr. Jose Eustaquio Canguçu Leal

1. Tecnologia. 2. Hidroponia. 3. Inteligência Artificial. I. Holanda
Amorim, Karen Bianca. II. Canguçu Leal, Jose Eustaquio III. , . IV.
Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



JUSCILENE DOS SANTOS ARAÚJO

KAREN BIANCA HOLANDA AMORIM

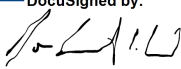
HIDROPONIA 4.0: a importância da Tecnologia Digital para o Cultivo em Estufa Hidropônica.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio do Instituto Federal do Tocantins-*Campus* Palmas, como exigência à obtenção do grau de em Tecnólogo em Agronegócio.

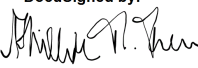
Orientador: Prof. Dr. Jose Eustaquio Canguçu Leal

Aprovado pela banca examinadora em 24 de Novembro de 2021, composta por:

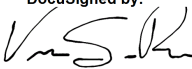
BANCA AVALIADORA

DocuSigned by:

39CC2CFB123A45B...

Prof. Dr. Jose Eustaquio Canguçu Leal
IFTO – *Campus* Palmas

DocuSigned by:

853FCD1A860C451...

Prof. Mestre Phillipe Farias Ribeiro
IFTO – *Campus* Palmas

DocuSigned by:

426A3D5F700A49D...

Prof. Dr. Vinicius Souza Ribeiro
IFTO – *Campus* Palmas



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força, sustento e permissão de chegar a conclusão deste trabalho de forma idônea.

Gratidão aos meus pais Raimundo e Izaurina por ter me dado a vida e a criação, ao meu esposo Reinaldo pelo amor, carinho e compreensão durante a trajetória, aos meus filhos Jheniffer, Mateus, Gabriel e Guilherme por compreender e aceitar minha ausência por inúmeras vezes, aos meus irmãos, cunhado e cunhada que sempre me incentivaram a não desistir dessa conquista.

Reconheço e sou grata a minha colega Karen Bianca que aceitou dividir a construção desse trabalho comigo, a você amiga, minha eterna gratidão. Registro também meus sinceros agradecimentos a todos os professores pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos, aos colegas de turma que de certa forma também fazem parte desse contexto. Expresso também a minha gratidão ao nosso orientador Prof. Dr. Jose Eustaquio Canguçu Leal, pelo legado de conhecimento que nos passou, pela paciência e dedicatória durante a elaboração do nosso TCC, a todos vocês o meu muito obrigada.

Juscilene dos Santos Araújo

Agradeço ao meu marido Marco Antônio, pela paciência e companheirismo no decorrer dessa jornada universitária, marcada por tantos momentos de estresse e lamentações. Obrigada pelo apoio, parceria e amor incondicional, pois sem você esse TCC não seria possível.

Sou grata a minha colega Juscilene, que esteve presente nessa trajetória acadêmica desde o início até a conclusão desse curso. Agradeço por sua confiança e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formanda.

Sou grata a todos os professores que contribuíram com a minha trajetória acadêmica, especialmente ao Prof. Dr. José Eustaquio, responsável pela orientação desse trabalho. Obrigada por esclarecer tantas dúvidas e ser tão atencioso e paciente.

Karen Bianca Holanda Amorim



RESUMO

A busca por aumento da produtividade no mercado agropecuário exige o uso de metodologias que aumentem substancialmente a produção com redução de custos. Com o uso de recursos tecnológicos tornou-se possível a plantação em ambientes controlados sob total controle sobre a produção, permitindo maior confiabilidade no sistema e sintetizando prováveis falhas e erros. Nas estufas, as culturas são preservadas dos ventos fortes, das chuvas e oscilações climáticas, protegendo as hortaliças das intempéries externas. A estufa hidropônica permite que o produtor cultive e colha espécies fora de época, diminua a ocorrência de pragas do solo e insetos, promove a economia da água e proporciona alimentos saudáveis visto que reduz drasticamente o uso de agrotóxicos, permitindo o máximo desempenho das plantas. As técnicas utilizadas para dinamizar o setor, devem estar sintonizadas com a sustentabilidade, ou seja, produzir mais, com menos despesas, diminuindo os impactos no meio ambiente, utilizando diversos tipos de sensores, sistema integrado e máquinas, permitindo maior produtividade e lucratividade, reduzindo os gastos e os desperdícios, ademais de testificar maior segurança durante o ciclo da cultivar. O presente trabalho, tem como objetivo avaliar a importância da tecnologia digital na estufa hidropônica no IFTO-*Campus* Palmas, realizando o acompanhamento do mini tomate (Sweet grape), coletando os dados de forma manual e presencial que permitiu monitorar parâmetros essenciais para desenvolvimento da hortaliça. Espera-se com este estudo promover uma melhora significativa na tomada de decisão, onde a Inteligência Artificial poderá simplificar a análise de processos e evitar irregularidades dentro de um ambiente controlado.

Palavras-chave: Tecnologia. Agricultura. Horticultura. Hidroponia. Parâmetros.



ABSTRACT

The search for increased productivity in the agricultural market requires the use of methodologies that substantially increase production while reducing costs. With the use of technological resources, it became possible to plant in controlled environments under total control over production, allowing for greater system reliability and synthesizing probable failures and errors. In greenhouses, crops are preserved from strong winds, rain and climatic fluctuations, protecting vegetables from external weather. The hydroponic greenhouse allows the producer to cultivate and harvest out of season species, reduces the occurrence of soil pests and insects, promotes water savings and provides healthy food as it drastically reduces the use of pesticides, allowing for maximum plant performance. The techniques used to streamline the sector must be in tune with sustainability, that is, produce more, with less expense, reducing impacts on the environment, using different types of sensors, integrated systems and machines, allowing for greater productivity and profitability, reducing expenses and waste, in addition to testifying to greater safety during the cultivar's cycle. This work aims to evaluate the importance of digital technology in the hydroponic greenhouse at IFTO-Campus Palmas, monitoring the mini tomato (Sweet grape), collecting data manually and in person, which allowed monitoring essential parameters for the development of the vegetable. . It is hoped that this study will promote a significant improvement in decision making, where Artificial Intelligence will be able to simplify the analysis of processes and avoid irregularities within a controlled environment.

Keywords: Technology. Agriculture. Horticulture. Hydroponics. Parameters.



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	DESENVOLVIMENTO	2
2.1.	Recursos Naturais	2
2.2.	Agronegócio.....	4
2.3.	Produção Vegetal	6
2.4.	Horticultura	7
2.5.	Hidroponia.....	8
2.6.	Tomateiro (<i>Solanum lycopersicum L.</i>).....	10
2.7.	Parâmetros	11
2.8.	Inteligência Artificial (IA).....	12
2.9.	Sensores.....	13
3.	METODOLOGIA DA PESQUISA	14
4.	RESULTADO E DISCUSSÃO	15
4.1.	Viveiro.....	15
4.2.	Estufa.....	17
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23



1. INTRODUÇÃO

A globalização e o uso de tecnologias no mundo avançam cada vez mais, isso nos leva a um novo modo de pensar, a novas formas de agir e também de viver (SOARES, 2018). Pela necessidade de avançar-se mais em novas formas tecnológicas, então surgiu o conceito da Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, dado em 2016 por Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial em uma obra homônima.

O objetivo da mesma era revolucionar os negócios com base na tecnologia, criando assim fábricas inteligentes, conectadas e preparadas para se auto gerenciar com o auxílio de inteligência artificial e também de outros recursos específicos. Portanto, a tecnologia hoje é presente praticamente em todos os setores de produção, de indústrias, assim também como no setor agropecuário, contudo, pode se exemplificar dentro do referido setor, a hidroponia 4.0.

O processo de hidroponia apresenta vantagens em relação às formas de cultivo tradicionais, como: crescimento mais rápido; maior produtividade; aumento da proteção contra doenças, pragas e insetos nas plantas; economia de água de até 70% em comparação à agricultura tradicional; possibilidade de plantio fora de época e rápido retorno econômico, assim como menores riscos perante as adversidades climáticas. (MELONIO, 2012).

E com a automatização da horta hidropônica estes índices podem ser ainda mais favoráveis. Porém, além de uma horta sustentável, é visada também a comodidade do cultor, conferindo a este, mais praticidade no monitoramento da mesma, através da placa Arduino (ARDUINO, 2016) sensores de pH, de nível de líquido, de temperatura da solução e do ambiente dentro da estufa, dentre outros.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de estudar a forma de trabalhar com a produção, usando sistemas integrados de gestão, e monitoramento de parâmetros, em tempo real, onde o produtor pode observar a situação da produção, em qualquer hora e lugar, trazendo ganhos de eficiência, para o sistema como todo, tanto no desenvolvimento das plantas, quanto no ganho econômico, otimizando os gastos e custos com a manutenção do sistema.



O objetivo da pesquisa foi realizar a coleta dados fisicamente de uma estufa hidropônica não automatizada, afim de compreender a falta da inteligência artificial e a consequência de não dispor de tal tecnologia que seria capaz de controlar e regular os parâmetros que irão permitir que a hortaliça absorção da solução nutritiva de forma correta e sem desperdícios, assim como fiscalizar a temperatura interna do ambiente afim de evitar altas temperaturas que prejudiquem o desenvolvimento saudável da horta.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Recursos Naturais

Os recursos naturais são os bens que vem da natureza e são usados pelo homem para várias finalidades diferentes. O homem é parte integrante da natureza e, desde o seu surgimento na Terra, sempre contou com o que ela lhe oferecia. Em todas as etapas históricas a humanidade fez uso da natureza, primeiramente para o seu próprio sustento e mais tarde para produzir excedente, especialmente após a Revolução Industrial (FREITAS, 2021).

A diversidade de recursos naturais e humanas na paisagem brasileira indica que há necessidade de diversificação para que haja sustentabilidade (OLIVEIRA; AMARAL, 2002, p.37) Isso nos leva a pensar na cadeia produtiva agrícola que é um leque praticamente infinito, decerto que toda ela depende do que a natureza disponibiliza. Precisa-se pensar que tudo que é usado de forma incorreta e desenfreada pode ser extinto, extinguido e também se tornarem recursos não renováveis, podendo assim acarretar situações irreversíveis.

Os impactos ambientais podem ocorrer durante a fase de implantação de um sistema de cultivo e durante a sua operação (VALENTI, 2002), por isso é necessário que o produtor se reinvente e renove cada vez mais as formas de uso desses recursos naturais. No entanto, pode se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VALENTI, 2002).



Fazer uso de forma racional e responsável desses recursos não significa redução na produção ou menos lucratividade, haja vista que, o produtor sempre dependerá dos mesmos. Certamente, com o uso incorreto desses recursos, mesmo os considerados renováveis correm o risco de serem escassos cada dia mais.

As sociedades capitalistas, que buscam incessantemente o lucro, extraem cada vez mais elementos da natureza, denominados de recursos naturais. São considerados recursos naturais tudo aquilo que é necessário ao homem e que se encontra na natureza, sendo possível ser citados alguns desses recursos: Biológicos, vegetais, animais, florestas. Hídricos: lagos, rios, mares e oceanos. Minerais: minérios, rochas, areias, carvão, argila. Energéticos: Luz solar, vento e água. Por isso é de fundamental importância a conscientização quanto ao uso desses recursos, uma vez que eles são classificados em renováveis e não renováveis.

O Brasil possui a maior reserva de água doce do planeta, com mais de 8mil km³; e ainda um litoral com 7,4 mil km de extensão (SPEA, 2015 apud SILVA; DORNELES 2019 p.11). Mesmo sendo o dono da maior reserva de água doce do planeta o Brasil já sofre os impactos causados por falta desse recurso natural, certamente ocasionado pelo mal-uso do mesmo a décadas, levando assim, muitos brasileiros a não plantar, a não colher, e conseqüentemente resultando em mais pessoas passando fome.

Se levar em consideração a quantidade da população brasileira que segundo a estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021 é de 213,3 milhões de habitantes, se comparado a outros países mais populosos como China, Índia, Estados Unidos, Indonésia e Paquistão ambos com quantidade de água bem inferior que o Brasil, os brasileiros não eram pra sentirem os impactos ocorridos pela falta d'água e o uso irracional dos recursos naturais aqui existentes.

Diante da possibilidade de escassez de recursos naturais e da redução gradativa da qualidade de vida, a perspectiva da sustentabilidade tem se fortalecido e novos modelos de desenvolvimento têm sido propostos, com o objetivo de garantir a manutenção da qualidade ambiental para que as futuras gerações possam continuar a usufruir dos recursos naturais disponíveis hoje (LIRA; CÂNDIDO, 2013).

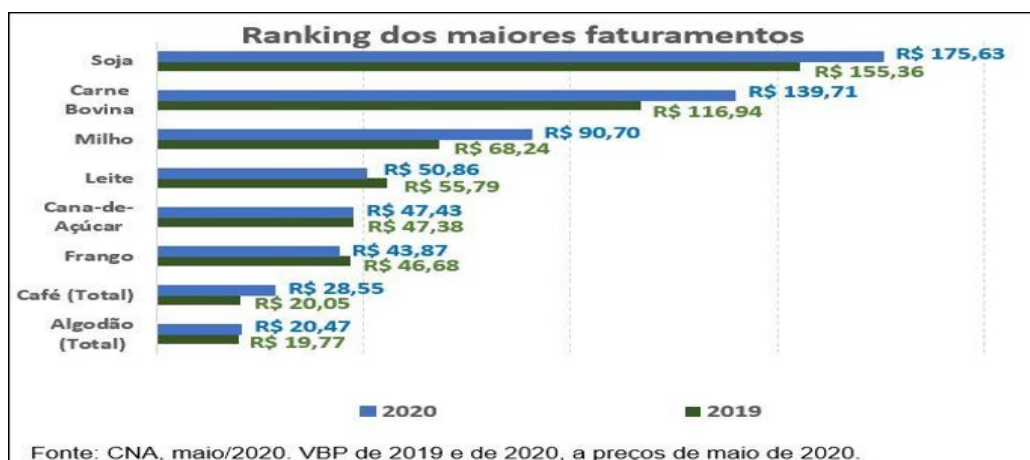


2.2. Agronegócio

O termo agronegócio engloba toda atividade ligada a esse ramo, atividade essa que, vai desde os insumos, sementes, máquinas, plantios, colheitas, armazenamento até a finalização da produção, na qual pode ser terminada em comida, vestuários, plásticos, combustíveis, e diversos outros subprodutos.

Para PORTO e PETIAN (2007, p. 6) "o agronegócio é um conjunto de atividades ligadas a todos os setores da economia e da sociedade envolvendo todas as cadeias produtivas desde a produção e distribuição de insumos até a comercialização de alimentos, fibras e energia". O gráfico abaixo demonstra o ranking dos maiores faturamentos para o setor.

Figura 01 - Valor Bruto da Produção no Brasil em 2019 e 2020 (em R\$ bilhões)



FONTE: CNA, maio/2020. VBP de 2019 e de 2020, a preços de maio de 2020.

O Brasil nas últimas quatro décadas se tornou um grande produtor no setor do agronegócio, sendo assim um forte fornecedor de alimentos para o mundo. Esse grande avanço no setor só foi possível graças a adaptação da agricultura em regiões tropicais e no cerrado brasileiro aliada com a tecnologia e a responsabilidade dos milhares de produtores sobre o uso do meio ambiente na produção.

Com essa grande escala na produção o Agronegócio brasileiro reduziu significativamente o custo dos alimentos que chegam a nossa mesa, dando assim



poder de compra maior e mais diversificada para a população, uma vez que, para boa parte das pessoas é um grande desafio diário ter uma alimentação saudável, esses alimentos ficando de forma mais acessível para o consumidor, independentemente de sua classe social, agrega mais benefícios aos mesmo, sobretudo uma melhor qualidade de vida, saúde e também contribui com a redução da fome e da desnutrição no país.

Mesmo com produção escalonada, mecanizada e com tecnologia de precisão, o agronegócio brasileiro ainda se depara com grandes desafios para o setor. “O grande desafio na atualidade para o segmento, sem dúvida, é atender a demanda global por alimentos e matérias-primas, que é crescente e cada vez mais tecnológica” (SERTORI; ROCKENBACH, 2019, p. 9).

Mesmo com a crise que o país enfrentou provocada pela pandemia da COVID-19, o agronegócio foi um dos setores no Brasil que conseguiu destaque, o setor agropecuário tem contribuído no enfrentamento dos efeitos econômicos da pandemia, mesmo com todo esse cenário não houve queda na produção para o setor. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2020), em 2020, o PIB teve alta para todos os setores do agronegócio, até mesmo para a agroindústria, que foi o seguimento mais prejudicado pela pandemia.

A participação do PIB do setor em 2020 foi de 26,6% no PIB brasileiro, sendo que, em 2019 foi de 20,5%. Em valores monetários, o PIB do País totalizou R\$ 7,45 trilhões em 2020, e o PIB do agronegócio chegou a quase R\$ 2 trilhões. Com tudo, o Brasil tem grande potencial para alavancar ainda mais o setor do Agronegócio, assim sendo, o produtor conta com a biodiversidade existente no país e os recursos naturais, somadas as condições climáticas predominante praticamente o ano inteiro, com temperatura em média de 24 graus célsius.

Ainda segundo a Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (2021) Panorama do Agro, O agronegócio tem sido reconhecido como um vetor crucial do crescimento econômico brasileiro, representando assim uma significativa parcela do PIB do Brasil, com isso, o agronegócio torna se o maior negócio da economia brasileira, sendo uma das principais locomotivas do progresso do país.



A grandiosa aliada da produtividade para o setor do agronegócio é a tecnologia, que tem se tornado cada vez mais corriqueira nas atividades desse setor, evidentemente é impossível produzir com eficiência sem a adaptação das tecnologias.

Tem-se tornado cada vez maior a demanda por alimentos, de tal forma é preciso a busca constante por modernização no setor agronegócio com equipamentos desenvolvidos com tecnologia de ponta, assim facilitam a execução de tarefas, das mais simples às complexas, contribuindo para o aumento da produtividade, qualidade e eficiência, além de reduzir significativamente o consumo de recursos naturais, como água, energia e combustível.

2.3. Produção Vegetal

O sustento dos seres vivos no planeta depende fundamentalmente de um fenômeno natural térmico, sendo esse responsável pelo o equilíbrio e manutenção necessária da subsistência, o aquecimento térmico da Terra o também chamado Efeito estufa, é essencial para manter a temperatura ideal do planeta para a sobrevivência dos organismos terrestres, sem esse fenômeno a Terra seria fria ficando assim impossível ter vidas.

Sobretudo é necessário o equilíbrio do produtor para o uso consciente e manejo no meio ambiente, pois no setor de produção vegetal o Brasil também se tornou uma grande potência, essa alavancada na produção se tornou mais forte com a migração da população da zona rural para a zona urbana acarretando de certa forma o aumentou no consumo dos alimentos e a diminuição na produção para subsistência.

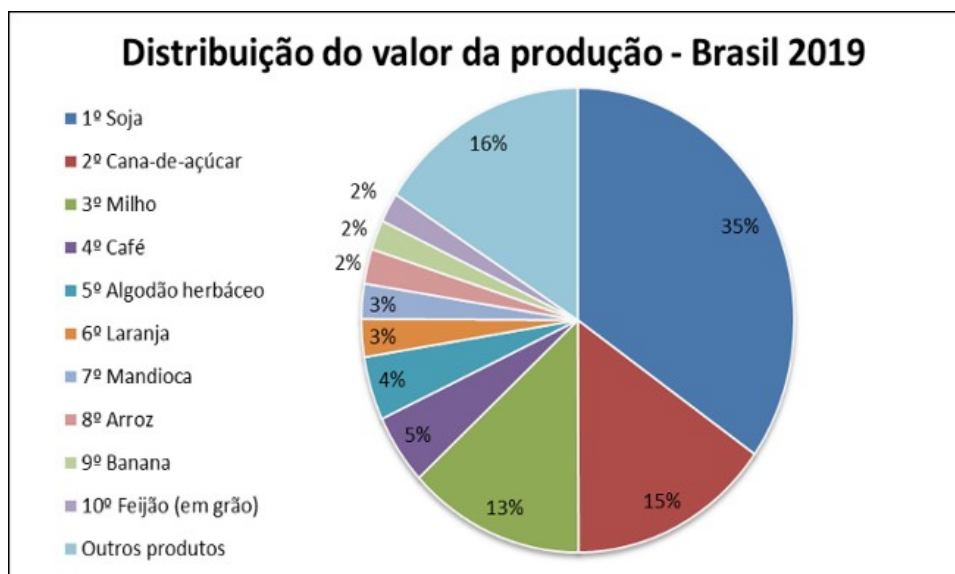
Para SOUZA et al. (2015, p. 132) “Uma das características do setor agropecuário brasileiro é sua heterogeneidade estrutural e produtiva.” Evidentemente que o setor de produção vegetal no Brasil é farto em se tratando das variedades de espécies de cultivares, sendo algumas cultivares desse setor com maior impacto na economia do Brasil. A soja, o milho e a cana-de-açúcar ganham ênfase para o referido setor.

Segundo a última edição do Censo Agropecuário (2017), o valor da produção vegetal do país, em 2017, foi de R\$ 308 bilhões; a soja, ocupa com folga o



topo do ranking, é responsável pelo aporte de R\$ 104 bilhões, sendo mais de um terço da produção vegetal total do país, cujo o período de referência é sempre o ano safra, a cana-de-açúcar está em segundo lugar e contribuiu com R\$49 bilhões, seguida do milho em grão, com R\$ 34 bilhões e o café arábica, com R\$ 13,5 bilhões. Em se tratando de produção vegetal de grãos (exemplo a soja) a política de mercado dos produtores do setor é sempre vender a safra de forma antecipada, de certa forma esse fato eleva a confiança dos mesmo que eventualmente aumenta a produção, fazendo com que o Brasil suba cada vez mais o patamar para esse setor. No ano de 2019 a soja segue no top do ranking no setor de produção vegetal conforme demonstrado no gráfico.

Figura 02 – Distribuição do valor da produção – Brasil 2019



FONTE: IBGE – 02 de Out. 2020.

2.4. Horticultura

A horticultura é uma categoria que incorpora a produção de plantas comestíveis e não comestíveis, sendo responsável pelo desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de plantio, assim como o avanço da genética dos produtos. Se desempenhada corretamente, a horticultura assegura a rentabilidade contínua para a economia nacional. Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas, a produtividade brasileira é aproximadamente de 20 milhões de



toneladas ao ano. Desse modo, as vantagens conferem não somente a lucratividade do comércio, mas também por sua importância social, gerando empregos direto e indiretamente devido o significativo interesse da população em relação a dieta alimentar.

A urbanização, a industrialização e a globalização exerceram uma grande influência sobre o estilo de vida, a dieta e, conseqüentemente, o estado nutricional dos latino-americanos (DE CARVALHO et al, 2006). De acordo com BRASIL (2010) a definição de produção orgânica de hortaliças acontece porque “o agricultor é obrigado a não utilizar agrotóxico e fertilizante químico de alta concentração e solubilidade, e utilizar tecnologias (princípios e processos) conservacionistas” (apud DA SILVA et al, 2011).

Para ALVES (2013, p.1) as dificuldades de implantar o sistema convencional agrícola são devidos a “irregularidade e as baixas taxas de precipitação pluvial, aliadas às elevadas taxas de evapotranspiração e à formação geológica das regiões semiáridas”, dito isto, a adoção estratégica do cultivo de hortaliças hidropônicas se apresenta satisfatoriamente conveniente, atendendo critérios de qualidade e valor agregado ao produto.

2.5. Hidroponia

Eleita uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo, há 3000 a.C. os Jardins Suspensos da Babilônia, já utilizavam a hidroponia, onde deslocavam a água para as plantações. Não muito diferente do sistema que os chineses praticavam em seus arrozais em terraços, onde alagavam os campos diariamente, sistema esse utilizado até os dias atuais por muitos asiáticos.

Hidroponia do latim (água + trabalho) é o nome dado a um sistema de cultivo de plantas que se caracteriza pela não necessidade de as raízes das plantas estarem em contato com o solo, usando somente a água como forma de dispersar os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta.



Essa forma de cultivo tem sido bastante utilizada para a produção de tubérculos, frutas, hortaliças, flores e vegetais por possuir diversas vantagens se comparada ao solo, como exemplo, um maior controle de problemas fitossanitários.

A hidroponia permite o crescimento de plantas em solução mineral nutritiva sem a presença de solo. O uso moderno da hidroponia começa nos anos de 1930, por W.F.Gericke da Universidade da Califórnia, que usou a cultura em água para crescer plantas como tomates, beterrabas, cenouras, batatas, frutas, flores e outras. Já nos anos 1940, a força aérea dos EUA usa sistemas hidropônicos para crescer vegetais frescos para as tropas estacionadas em pequenas ilhas no Pacífico. Atualmente existem sistemas hidropônicos em todo o mundo, incluindo áreas sem solo arável como no México e no Médio Oriente. Quase todas as plantas terrestres podem ser crescidas usando hidroponia, no entanto, colheitas de alto valor de mercado são normalmente plantadas primeiro, numa exploração, como forma de retornar mais rapidamente os custos iniciais do investimento. (REBELO, 2015).

A técnica chegou no Brasil em meados dos anos 80, sendo criado a primeira cartilha ensinando o conceito básico de produção apenas em 1995 pela Unicamp. O sistema mais usado é denominado como NTF (técnica da lâmina de solução de nutriente), onde há um reservatório contendo água com os nutrientes necessários de acordo com a cultivar e depois essa solução é bombeada para as raízes das plantas.

O método hidropônico em ambiente controlado permite, em teoria, reduzir o espaço necessário para produzir um mesmo volume de colheita, ou de outra forma, apresenta melhores produtividades que a agricultura convencional à base de solo, e que a agricultura em estufa, isto porque evita os três principais elementos que mitigam a produtividade numa exploração agrícola – a variabilidade climática, o solo como meio de reprodução e propagação de grande volume dos patogênicos, pestes e pragas danosas para a reprodução e crescimento das plantas, e a competição dos rizomas por espaço de armazenamento de nutrientes no solo. (REBELO, 2015).

O sistema NFT (Nutrient Film Technique) ou (Técnica da lâmina de solução de nutriente), que foi a técnica analisada no experimento, é atualmente o mais usado no mercado, onde tem um reservatório contendo água com os nutrientes e depois é



bombeado para as raízes. Como não tem substrato entre as raízes, essa solução volta para o reservatório. Esse método de cultivo tem sido bastante utilizado para a produção de tubérculos, frutas, hortaliças, flores e vegetais por possuir vantagens se comparada ao solo, como por exemplo, manuseio de nutrientes com exatidão, possibilidade de plantio fora de época e economia da água em até 70% se comparado à agricultura tradicional. Já as estufas protegem as culturas dos ventos fortes, das chuvas, e de temperaturas acima ou abaixo do recomendado, prevenindo a morte de flores e frutos.

2.6. Tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.)

Segundo Leonardo Boiteux, pesquisador da Embrapa, "o tomateiro é nativo da região Andina, englobando o Peru, Norte do Chile, Equador (incluindo as Ilhas Galapagos)". Conforme ALVARENGA (2004), no Brasil, a introdução ocorreu no século XIX, por imigrantes europeus, sendo que a sua difusão e incremento no consumo ocorreu após a primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (apud ABRAHAO, 2011, p.7).

Sua importância vai além da receita gerada, tornando-se usufruída globalmente em virtude de suas propriedades organolépticas, nutricionais e contribuição no fortalecimento do sistema imunológico, favorecendo na expansão dessa hortaliça e consolidando-a no mercado nacional e internacional.

Segundo FAO (2014) O aumento da demanda por tomates fez com que sua produção mundial aumentasse em cerca de 40% durante os últimos dez anos (apud MELO, 2017). Em 2016, o Brasil já ocupava a nona posição na produção de tomate em nível mundial, nesse mesmo ano, de acordo com a FAO, o país registrou 4.167.629 toneladas em uma área de 63.980 hectares, alcançando uma produtividade média de 65,14 toneladas por hectare.

A produção nacional engloba quase todas as variedades do fruto, assim como existem diversas frutas e verduras da categoria mini, e a variedade de mini tomates, como o *sweet grape*, tem tido destaque devido seu teor de doçura mais elevado, coloração vermelha intensa e seu formato pequeno, alongado e arredondado, o que torna o produto mais atrativo pelo consumidor e mais versátil



quanto ao uso culinário que pode ser apresentado em molhos, grelhados, assados, refogados, na salada *in natura* e até mesmo em drinks.

Na hidroponia, o mini tomate vem sendo amplamente aplicado por demonstrar várias benesses, tais como, colheita antecipada, aumento da rentabilidade da produção, restrição no uso de agrotóxicos, assim como o maior controle da umidade relativa do ar, condutividade elétrica, temperatura interna da estufa e manuseio dos nutrientes com mais precisão, evitando possíveis desperdícios.

2.7. Parâmetros

Para uma maior eficiência do sistema ser controlado, os parâmetros devem ser verificados com o uso de tecnologias que funcionam de forma independente. Como exemplo, sistemas automatizados de irrigação, onde o produtor determina o horário correto para irrigar a plantação, aonde o mesmo também pode monitorar o ambiente interno da estufa através de aplicativos, isso faz com que o cultor ganhe tempo, qualidade e diminua os prejuízos.

Sabe-se que para o cultivo de hortaliças no método hidropônico ou semi-hidropônico vários fatores influenciam nos resultados. Os valores de umidade relativa do ar no interior do espaço protegido são muito variáveis, e estão intimamente relacionados à temperatura, numa mesma relação inversa entre ambos. Durante o dia com o aumento da temperatura a umidade relativa diminui no interior do ambiente, já durante a noite a umidade relativa aumenta, chegando até 100% (SHUCK et al, s.d.).

As temperaturas muito acima ou abaixo das faixas limites, causam danos à planta, bem como, uma diminuição na absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, uma menor produção, com produtos de baixa qualidade, que serão vendidos, provavelmente, a preços mais baixos (COSTA, s.d.). As adubações também podem ser controladas, no caso, é importante que o acompanhamento do clima e da umidade dentro da estufa sejam feitos todos os dias, para preservar danos indesejáveis a cultura.



2.8. Inteligência Artificial (IA)

Segundo RUSSO (2020) se a Inteligência Artificial (IA) for bem executada ela “tem o potencial de se tornar o melhor e “mais incansável servo da humanidade”, libertando os humanos da “escravidão salarial” (apud Garimella e Fingar, 2018, p. 1). A IA encabeça a nomeada indústria 4.0, junto à Realidade Aumentada e Internet das Coisas (IoT). É através da Internet das Coisas que a Inteligência Artificial consegue obter dados dos sistemas virtuais e dos dispositivos físicos, que não são necessariamente só das áreas de informática ou eletrônica, mas também, de máquinas industriais, por exemplo.

As aplicações de IA em áreas como: serviços, agropecuária e indústria são inúmeras, um campo aberto de pesquisa e oportunidades, podendo ser utilizada tanto em atividades produtivas, quanto gerenciais. Conforme expôs LOHR (2018) que em países mais desenvolvidos a população teme a perda do emprego, entretanto em países com índice de desenvolvimento baixo, a classe trabalhadora enxerga uma oportunidade de quebrar o ciclo da pobreza (apud RUSSO, 2020). A ideia de se usar a Inteligência Artificial não é o de substituir o homem pela máquina, mas sim, a de que o homem atue junto à máquina ganhando tempo e agilidade, para trabalhar cuidando da produção em si, plantando, colhendo e comercializando a produção de uma forma mais rápida e eficiente, sem perder a qualidade do produto.

Como destacado, com o uso de Inteligência Artificial atinge-se um aumento na replicabilidade dos processos padronizados, já que os sistemas são capazes de fornecer dados contínuos e em momentos distintos do dia. Em ambiente monitorado é imperativo inspecionar o sistema constantemente para que ele se mantenha em um determinado valor de temperatura e umidade, pois, a temperatura sempre irá oscilar durante o tempo. A visão computacional é uma das principais ferramentas da IA que envolve principalmente o uso de smartphones, câmeras e sensores. O objetivo desta área é criar algoritmos que ajudam, simulam e até mesmo superam decisões humanas baseadas em dados não estruturados que podem ser interpretados como imagens. (MEGETO et al, 2020).

De acordo com MEGETO et al (2020) a agricultura 4.0 sendo influenciada pelo impacto desta tecnologia é a possibilidade de automatizar e otimizar uma



infinidade de processos e produtos agrícolas, que poderiam evitar estresses e riscos para as pessoas. Mesmo com vantagens do programa autônomo como, diminuir o custo de verificar, coletar e anotar dados manualmente, ainda há obstáculos para expandir o interesse de incorporar o sistema IA nas produções agrícolas. Porém, é notório que a digitalização ganha força cada vez mais nas plantações e estufas com soluções especializadas o que deve permitir o crescimento da IA na cadeia agrícola.

2.9. Sensores

A Hidroponia utiliza sensores para medição dos parâmetros já descritos e estes, se conectados a aplicativos, em tablets, celulares ou computadores, permitirão que os dados sejam consultados e aferidos sincronicamente, para imediata tomada de decisão. Por possuir parâmetros fundamentais para o crescimento desejável dessa hortaliça, faz-se indispensável a observação e captação de dados regularmente.

Nos experimentos analisados a bomba de água automatizada foi implementada no sistema de irrigação, o que permitiu que fosse programada a cada 15 minutos de acordo com a necessidade do tomateiro.

Figura 03 – Sistema de irrigação automatizado



FONTE: Dados da pesquisa

Para certificar que a solução nutritiva tenha a concentração ideal para que o tomateiro possa obter todos os nutrientes necessários, foi utilizado o sensor de pHmetro, que permitiu a verificação do pH da solução, quantidade de oxigênio diluído, condutividade elétrica e temperatura.



Figura 04 - pHmetro



FONTE: Dados da pesquisa

Para o monitoramento da temperatura interna e externa da estufa, assim como a umidade relativa do ar, foi utilizado o termômetro Thermo Meter.

Figura 05 – Sensor de temperatura ambiente



FONTE: Dados da pesquisa

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este trabalho teve como finalidade a realização de uma pesquisa exploratória para contribuir com a revisão bibliográfica, sendo assim, o objetivo da tal foi compreender a importância e influência do uso de tecnologias no cultivo de mini tomates no método hidropônico e semi-hidropônico em estufas. Utilizou-se no



presente trabalho o tipo de pesquisa descritiva e exploratória. Este estudo apresentado conta com a abordagem qualitativa e teve como foco a estufa hidropônica e viveiro experimental do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Figura 06 – Mapa do IFTO



Imagem: Google Earth

Para tal pesquisa foi avaliado o cultivo do mini tomate (*Sweet Grape*) para que fossem analisadas suas reações, as necessidades de nutrientes, temperaturas adequadas para o desenvolvimento da planta desde o plantio, até a colheita, observou-se também a produtividade, o tamanho do fruto, consistência, cor, dentre outros aspectos, as análises e as coletas de dados foram feitas de forma manual, presencial. Utilizou-se desse formato de coleta pelo fato de nenhum dos dois espaços do cultivo serem automatizados com as tecnologias necessárias para fazer a transmissão dos dados necessários.

Para tanto, as informações foram coletadas em dias e horários alternados, com o auxílio do pHmetro digital, o mesmo mostra características essenciais, tais como: pH da água, condutividade elétrica, oxigênio diluído e temperatura da solução nutritiva. Usou-se também o equipamento medidor de temperatura e umidade interna Thermo Meter (uma espécie de termômetro) para obter temperatura interna e externa da estufa e a umidade relativa do ar, posto que, estes dados são de suma importância para esse formato de plantio.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Viveiro

No viveiro experimental foram coletados os seguintes dados: o valor médio do pH esteve entre 4.8 à 5.9, a temperatura da solução nutritiva (SN) entre 26.4° à



30.3°, a condutividade elétrica (CE) esteve entre 3.1 à 4.0 (dS m^{-1}), e o oxigênio diluído (OD) foi entre 15%mg/L à 77%mg/L, essa referência de 15% do oxigênio diluído (OD) se deu pela ocorrência de um problema técnico no reservatório da solução nutritiva, o mesmo esvaziou-se durante um final de semana pelo fato de, a solução nutritiva nesse sistema de cultivo não ser reutilizada, em razão do formato ser de gotejamento, passaram-se dois dias para retornar as coletas, diagnosticar o problema e efetuar a solução cabível, ainda assim, houve pouca morte dos tomateiros no plantio.

Durante a pesquisa reparou-se que, o tomateiro do viveiro se desenvolveu de forma melhor comparado com o cultivo da estufa no sistema hidropônico. No sistema semi-hidropônico as raízes das plantas tem contato com solo e a solução nutritiva na forma de gotejamento, nesse método as plantas resistem por mais tempo quando um eventual problema técnico acontece, pois as raízes ficam por mais tempo umedecidas com a solução nutritiva, conseguinte disto, houve menos morte das plantas, menos abortamento das flores, como resultado, uma melhor produção e um maior volume na colheita dos frutos.

Figura 07 – Sistema de gotejamento



Figura 08 - Viveiro





Figura 09 – Floração



Figura 10 – Mini tomate



Fonte: Dados da pesquisa

4.2. Estufa

Na estufa foram analisadas duas bancadas. Na primeira bancada houve um desenvolvimento satisfatório. Os valores médios de condutividade elétrica (CE) foram entre 1.8 à 2.2 (dS m^{-1}) e pH entre 5,2 e 6,0. Os níveis de oxigênio diluído (OD) esteve acima de 80mg/L durante o ciclo, já a temperatura da solução nutritiva teve máxima de 31.7° nos dias antecedentes ao período de chuva iniciar e mínima de 24.5° durante o período chuvoso. A temperatura interna da estufa, antes da entrada chuvosa, teve máxima de 42.2° no período vespertino e 21% de umidade relativa do ar. Durante o clima chuvoso, a temperatura oscilou entre 25.6° e 27.4° no período matutino e máxima de 35.9° no decorrer vespertino, com valores médios da umidade relativa do ar entre 39% e 92%. A irrigação automatizada esteve sincronizada para a cada 15 minutos fazer a circulação nutricional entre as raízes.



Figura 11 – Primeira bancada



Fonte: Dados da pesquisa

Após 5 dias desde o último monitoramento presencial, foi constatado na primeira bancada hidropônica o vazamento do reservatório, onde foi armazenado a solução nutritiva, o que ocasionou a morte de 80% da produção que já estava próximo da colheita. A falta de circulação da solução nas raízes das plantas e o entupimento da linha de perfil causadas pelo crescimento desenfreado das raízes ocasionaram a perda da produção, não sendo possível recuperá-las.

Figura 12 e 13 – Imagens da bancada seca





Figura 14 – Imagem do reservatório

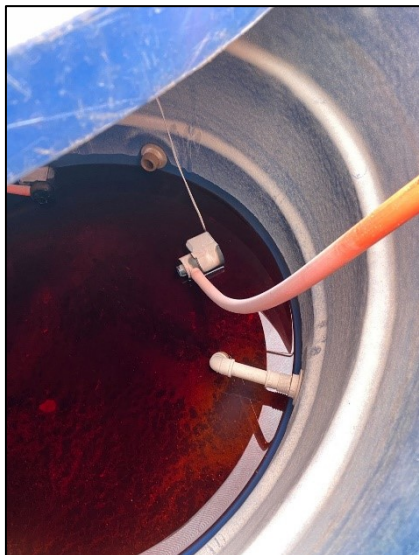


Figura 15 – Imagem da raiz do tomate



Fonte: Dados da pesquisa

Na segunda bancada hidropônica, não houve ciclo interrompido, visto que não houve problema no reservatório. Os valores médios de condutividade elétrica (CE) foram entre 1.6 à 3.6 (dS m^{-1}) e pH entre 5,2 e 6,8. Os níveis de oxigênio diluído (OD) estiveram acima de 82mg/L durante o ciclo. A temperatura da solução nutritiva teve máxima de 31.8° nos dias antecedentes ao período de chuva iniciar e mínima de 24.3° durante o período chuvoso. As plantas chegaram a medir em média 3m21cm. A produção gerou um peso bruto de 7,02kg.

Figura 16 – Segunda bancada



Figura 17 – Após 26 dias





Figura 18 – Mini tomate após 51 dias



Fonte: Dados da pesquisa

Diante do estudo apresentado e dos resultados analisados, confirmou-se que é possível plantar, cultivar, colher de forma precoce, aumentar a produção e a rentabilidade em pequenos espaços sem agredir o solo, sem a necessidade também de fazer abertura de mais áreas, utilizar a água de forma racional e nutrientes com precisão.

Como relatado nos experimentos acima, a temperatura interna elevada afetou negativamente a produção, o que comprometeu o crescimento saudável das plantas. Afirmou-se também que o produtor que não tem acesso simultâneo aos diagnósticos poderia sofrer possíveis danos na estrutura do reservatório, nutrição desajustada, irrigação desregular, pH desequilibrado e temperatura do ambiente elevada ou baixa, o que prejudicaria a plantação e a qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mundo contemporâneo e globalizado remete todos a uma busca por uma economia sustentável e justa, onde a bioeconomia ganha força e visibilidade porque a sustentabilidade entrou definitivamente como uma das prioridades da sociedade (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Com a tecnologia de ponta e de qualidade no cenário atual, é possível armazenar um grande volume de dados, por meio de softwares,



computação em nuvens, e interligar equipamentos, computadores e programas para coletas de dados em tempo real. O cultivo em estufa hidropônica veio para agregar qualidade ao produto cultivado, rentabilidade ao cultor, menos desperdícios em todas as esferas, sustentabilidade, redução de tempo na produção, possibilidade de cultivo em todas as estações, para tal, as ferramentas tecnológicas é uma grande aliada.

O objetivo do presente estudo foi reunir informações, através de revisão bibliográfica e análise de dados, que comprovam como a falta de automatização no cultivo hidropônico e semi-hidropônico é desfavorável para o monitoramento e o rendimento da plantação. Da maneira que foi exposto, esse método de coleta mostrou que anda a passos lentos e de pouca eficácia se comparados a um sistema digital com fornecimento de dados sincronicamente, tornando-se imprescindível que o agricultor não venha a sofrer algum dano causado pela não obtenção de todas as averiguações quando assim for necessário.

Confirmou-se, como o uso da Inteligência Artificial poderia ter evitado os danos na estufa causado pelo vazamento no reservatório, assim também como no plantio do viveiro, uma vez que, o problema poderia ter sido contornado de forma imediata, pois nesse formato de plantio a circulação da solução nutritiva é que mantém a planta viva e nutrida, em virtude que, o tomateiro é uma planta de extrema delicadeza, exigente na nutrição, sensível a altas temperaturas, umidade baixa, precisa que seja feito a poda sempre que surge os brotos novos e também ser conduzido durante toda a existência da planta.

Com ênfase a pesquisa demonstrou a importância dos recursos computacionais para plantio em estufa já que, para uma produtividade e desenvolvimento de qualidade dos vegetais é necessário o monitoramento ininterrupto do ambiente e da solução nutritiva, pois o crescimento das plantas dependem desses parâmetros, reiterou-se também que é crucial o controle da temperatura da solução, pH e oxigênio diluído para uma absorção melhor pelas raízes.

Este projeto compreendeu também que, uma produção hidropônica seria eficiente se conferido com equipamentos, instrumentos, dispositivos, máquinas e ferramentas modernas e digitais que fornecem relatórios simultaneamente para o armazenamento em nuvem, onde poderia ser acessado de forma online e longe da



plantação, isto posto, geraria menos desperdícios acarretando em uma rentabilidade maior, dado que se faz indispensável que o agricultor esteja sempre acompanhando a modernização e atualizações tecnológicas que existem no mercado do agronegócio. Este trabalho propõe que futuras pesquisas sejam feitas para a melhoria e avanços da automação tecnológica no setor.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11 curiosidades sobre o tomate. **Redação Globo Rural**, 2015. Disponível em:

<<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Hortifruti/noticia/2015/03/11-curiosidades-sobre-tomate.html>>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

A história da Hidroponia. **GroHo**. S.d. Disponível em:

<<https://www.groho.pt/post/historia-da-hidroponia>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

ABRAHÃO, C. **Relação K:Ca:mg na solução nutritiva para o cultivo de mini tomate em substrato**. 2011. xi, 86 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/93534>>.

ALVES, Márcio da Silva. **Estratégias de usos de águas salobras no cultivo de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT**. 2013.

AMARAL, J.C.C; OLIVEIRA, J.S. (org.). **500 Anos de uso do solo no Brasil**. UESC, Ilhéus, 2002. Disponível em: <<http://portal.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/ensino/biblioteca/Acervo/e-books>>. Acesso em: 23 out. de 2021.

ARAUJO, L. G. **A origem e a importância do agronegócio**. Blog, Portal mercado aberto. 2013. Disponível em: <<http://portalmercadoaberto.com.br/blogs-categoria-det?post=4231>>. Acesso em: 24 de out. de 2021.

ARDUINO. **Getting Started w/ Arduino on Mac OS X. Arduino®**. 2016. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/MacOSX>>. Acesso em: 20 de Jun. de 2021.

BITENCOURT, B. C. B. **Monitoramento e Controle de Estufas Hidropônicas**. UNESP, 2013. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/galdenoro1906/galdenoro-tcc-relatorio_final_barbara.pdf>.



CASTRO, R. H. Horticultura e sua importância para a agricultura no Brasil. **Agro2.0**, 2019. Disponível em: <<https://agro20.com.br/horticultura/>>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

Censo Agropecuário. **IBGE**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>>. Acesso em: 10 de Out. de 2021.

Como a tecnologia ajuda a aumentar a produtividade em estufas. **Estadão**, 2020. Disponível em: <<https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/como-a-tecnologia-ajuda-a-aumentar-a-produtividade-em-estufas/>>. Acesso em: 20 de Jun. de 2021.

COSTA, E. S. **Automação e eficiência energética em cultivos hidropônicos como uma proposta de resgate cultural etno-sócio-ambiental**. s.d.5 f. Artigo. Pós-graduando em Gestão e Planejamento do Meio Ambiente. Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC). Bahia.

DA SILVA, E. M. N. C. P. et al. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura brasileira**, v. 29, p. 242-245, 2011.

DE CARVALHO, P. G. B. et al. **Hortaliças como alimentos funcionais**. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 397-404, 2006.

DE SOUZA, P. M. et al. Comportamento da distribuição do valor da produção vegetal entre os estabelecimentos agropecuários: uma análise dos dados dos censos de 1995/96 e 2006. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 46, n. 1, p. 131-150, 2015.v.

DESPOMMIER, D. **The Vertical Farm – Feeding the World in the 21st Century**. Picador, Nov., 2011.

Efeito Estufa. Significados, 2021. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/efeito-estufa>>. Acesso em: 25 de out. de 2021.



FREITAS, E. "Os recursos naturais "; **Brasil Escola**. S.d. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/os-recursos-naturais.htm>>. Acesso em: 20 de Set. de 2021.

JENSEN, M. H. *Controlled environment agriculture in deserts, tropics and temperate regions – a world review*. **Acta horticulturae**. CEAC, CALS, Nov., 2010.

LIRA, W. S; CÂNDIDO, G. A. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Eduepb, 2013.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, WTL da; VALE, JMF do; PURINI, SR de M.; MAGNONI, M. da GM; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I.(Org.). *JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil*. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017., 2017.

MEGETO, G. A. S. et al. Aplicações de inteligência artificial na era da agricultura 4.0. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 51, 2021.

MELO, R. O. **Uso da fertilização foliar com Ca e B na produção e pós-colheita de tomate Sweet Grape em cultivo hidropônico**. 2017.

MELONIO, N. Hidroponia: conheça os prós e contra nesse tipo de cultivo. **Oeco**, 2012. Disponível em: <<https://oeco.org.br/noticias/25959-hidroponia-conheca-os-pros-e-contra-nesse-tipo-de-cultivo/>>. Acesso em 20 de jun. de 2021.

NADAI, K. B. L. **A horticultura orgânica como alternativa de desenvolvimento sustentável para a agricultura familiar: o caso de Campo Grande-MS**. 2011.

Panorama do Agro. **CNA**, 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 24 de out. de 2021.



População brasileira chega a 213,3 milhões de habitantes, estima IBGE, gov.br, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2021/08/populacao-brasileira-chega-a-213-3-milhoes-de-habitantes-estima-ibge>>. Acesso em: 27 de out. de 2021.

PORTO, D.; PETIAN, C. **A importância da comunicação empresarial no agronegócio brasileiro.** Razón y Palabra, n. 55, 2007.

PRIMITIVO, J. A. S; EUREKA, T. M. O. C. SNAP *Hydroponics: development & potential for urban vegetable production.* **Philippine Journal of Crop Science**, vol. 30, no. 2, pp. 3-11, Jun., 2005.

Quem é o pai da ideia?. **Jornal da Unicamp**, 2001. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp_hoje/ju/set2001/unihoje_ju166pag21_a.html>. Acesso em: 13 de Set. de 2021.

REBELO, L. A. M. **Hidroponia em Ambiente Controlado: desenvolvimento de uma metodologia de análise ao desempenho produtivo e aos consumos de uma unidade de produção.** 2015. Tese de Doutorado.

RUSSO, I. F. D. (2020). **"O impacte da inteligência artificial na sustentabilidade ambiental : uma agricultura sustentável"**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa. Instituto Superior de Economia e Gestão.

SABIO, R.P. et al. **Mini e “Baby” frutas e hortaliças.** Revista Hortifruti Brasil, Piracicaba, n.120, p.8-20, 2013.

SCHEPERS, J. S. *Practical applications of remote sensing.* In: **INFORMATION AGRICULTURE CONFERENCE**, 2001, Indianapolis. InfoAg 2001: proceedings. Norcross: Potash & Phosphate Institute, 2001.

SCHUCK, M. R. et al. **AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NO MEIO INTERNO E EXTERNO DO AMBIENTE PROTEGIDO PARA DIAS TÍPICOS.** S.d.



SERTORI, A. C.; ROCKENBACH, C. A.: **Caracterização dos hábitos de gestão financeira dos produtores rurais do Tocantins**, 2019. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Agronegócio) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins– Campus Palmas, 2019.

SHANAHAN, J. F. et al. *Use of Remote-Sensing Imagery to Estimate Corn Grain Yield*. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 583-589, 2001.

SILVA, E. A.; DORNELES, M. Z.: **Panorama da Piscicultura Nacional: tendências para produção sustentável, 2019**. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Agronegócio) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins– Campus Palmas, Palmas, 2019.

SOARES, M. G. A Quarta Revolução Industrial e seus possíveis efeitos no Direito, economia e política. **Boletim Jurídico, Uberaba/MG**, a, v. 13, 2018.

Superintendência técnica da CNA e Cepea. PIB do Agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020. **CNA**, 2021. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020#:~:text=O%20PIB%20do%20agroneg%C3%B3cio%20brasileiro,a%20quase%20R%24%20%20trilh%C3%B5es>>. Acesso em: 12 de Out. de 2021.

Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense. **Compêndio de estudos Conab**.S.d. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/item/12529-compendio-de-estudos-da-conab-v-21-tomate-analise-dos-indicadores-da-producao-e-comercializacao-no-mercado-mundial-brasileiro-e-catarinense>>. Acesso em: 20 de Out. de 2021.

TUDO Hidroponia. **Cuidados com a solução nutritiva para Hidroponia. Tudo Hidroponia**. S.d. Disponível em: <<http://tudohidroponia.net/cuidados-com-a-solucaonutritiva-para-hidroponia/>>. Acesso em: 21 de Jun. de 2021.



VALENTI, W. C. **Aquicultura sustentável**. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12o, 2002, Vila Real, Portugal. Anais. Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002. p. 111-118.