



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO**

**CIRCUITOS DIGITAIS**

**PEDRO HENRIQUE BARAUNA**

**BENJAMIM REES PEREIRA DO NASCIMENTO**

**JOÃO VICTOR DOS SANTOS SILVA**

**PHILIPPE COSTA JEVOUX**

**FOME ZERO:**

**MONITORAMENTO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS**

**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**

**08.2024**

## **SUMÁRIO**

<b>1.CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2.MOTIVAÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>3.JUSTIFICATIVA</b>	<b>4</b>
<b>4.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>5</b>
<b>5.REFERÊNCIAS</b>	<b>8</b>

## **1.CONTEXTUALIZAÇÃO**

Este projeto trata da construção de um circuito lógico que visa a implementação de sensores para o monitoramento de produções agrícolas, assim, tornando-as mais produtivas. Para isso, foi pesquisado a respeito da ODS 2, ‘Fome zero e Agricultura Sustentável’, que tem como objetivo, erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.

A fome global persiste, com 900 milhões de pessoas em severa insegurança alimentar em 2023, incluindo 83 milhões de pessoas na América Latina, um aumento atribuído aos impactos da pandemia da COVID-19 (FAO, FIDA, OMS, PMA e UNICEF, 2023). Pela previsão da ONU, a população mundial chegará a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, necessitando um aumento de 70% na produção de alimentos e exigindo mais investimentos no agronegócio e na agricultura familiar. Apesar da reputação do Brasil em respeito à produção agrícola, em 2022, 70,3 milhões de pessoas enfrentavam insegurança alimentar moderada e 21,1 milhões, insegurança alimentar severa (FAO, 2023). O semiárido brasileiro enfrenta fome devido à escassez de recursos hídricos, dificultando a produção de alimentos (Iracema, 2024).

Então, o aumento populacional e alta demanda de alimentos evidenciam preocupações sobre a futura disponibilidade de solo para a agricultura, pois, práticas agrícolas insustentáveis e a degradação do solo, atrapalham muito as produções. A irrigação convencional, muitas vezes ineficiente, é responsável por cerca de 75% do consumo de água no Brasil (ANA, 2019), exacerbando a escassez global de água e a necessidade de melhorar as técnicas de produção alimentar.

No contexto atual, a agricultura baseada no solo enfrenta problemas significativos devido a urbanização, alterações climáticas, desastres naturais e o uso indiscriminado de produtos químicos e pesticidas (Sharma, 2019). A poluição de corpos d'água e a crescente escassez hídrica interrompem o ciclo natural da água, tornando imperativa a adoção de práticas de reutilização de água. Portanto o monitoramento de variáveis ambientais e da solução nutritiva é crucial para garantir um desenvolvimento vegetativo saudável e de qualidade. Tecnologias como sensores, IoT (Internet of Things), IA (Inteligência Artificial) e desenvolvimento de aplicativos podem permitir tomadas de decisões mais assertivas e eficientes (Massruhá, 2020).

## **2.MOTIVAÇÃO**

As ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas. Diante dessa informação, ao longo do projeto, foi estudado e criado um circuito que pudesse se encaixar na ODS 02 - Fome zero e agricultura sustentável, que dizem respeito a erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.

Tendo em vista que esse tópico possui inúmeros contextos para serem utilizados, será focado em pontos específicos da ODS sendo eles:

- 2.3: Dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola.
- 2.4: Garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.

A crescente necessidade por alimentos e também de práticas agrícolas mais sustentáveis, aliada aos desafios das mudanças climáticas, coloca em evidência a urgência de aumentar a eficiência na produção agrícola. Assim, o principal objetivo do projeto é desenvolver e implementar um circuito eficiente de monitoramento de cultivos agrícolas, utilizando a tecnologia de sensores de umidade, ph do solo, temperatura e a automação deles, para otimizar a produção de alimentos, reduzir perdas, e contribuir para a segurança alimentar.

## **3.JUSTIFICATIVA**

O desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção de alimentos alicerça-se em pilares básicos, quer sejam a adequação genética dos materiais propagativos utilizados, a eficiência e a origem dos insumos empregados, quer sejam as práticas de manejo utilizadas e sua relação com o meio ambiente e os impactos socioeconômicos produzidos. (EMBRAPA, 2018)

Portanto, o uso de tecnologias avançadas, como sensores para monitoramento, permite uma gestão mais precisa dos cultivos, possibilitando ajustes do plantio em tempo real. Também, a agricultura é uma das atividades que mais consomem recursos naturais, como água e solo. O monitoramento contínuo dos cultivos permite o uso racional desses recursos, evitando excessos e promovendo a sustentabilidade.

## **4.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Sensor de Temperatura.**

Os sensores de temperatura são comumente utilizados junto aos de umidade. Isso pois esses dois fatores são determinantes para o crescimento saudável de uma planta. As plantas normalmente suportam uma situação adversa, mas quando essas situações começam a se acumular, a saúde delas entra em risco. Altas temperaturas combinadas com baixas umidades são situações críticas para a maioria das plantas, uma vez que pode acarretar na desidratação completa delas, fazendo com que plantações inteiras sequem em questões de dias.

Será adotada a faixa ideal de temperatura=  $10^{\circ} - 30^{\circ}$  Celcius. Para o nosso sistema, utilizaremos uma faixa de representação considerando temperaturas que variam de  $-10^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ . Portanto, teremos uma escala de 0 - 15 (4 bits) representando essa faixa, onde cada valor, em binário, irá representar 4 graus e assim em diante. O sensor em questão (Termostato) possui faixa de preço de R\$28,00 no mercado brasileiro.

### **Sensor de umidade.**

Sensores de umidade, servem logicamente para a identificação da umidade, nesse caso, será utilizado para o solo, de forma que permita uma irrigação quando necessário e de forma que evite o desperdício de água. Existem dois tipos de sensores, sendo eles, os Capacitivos e os Resistivos. Os sensores Capacitivos são baseados na variação da constante dielétrica que é alterada pela umidade do ambiente pelo material dielétrico que tem a capacidade de absorver essa umidade. Já o sensor resistivo, mede a umidade de acordo com a resistência, a qual é dada por um material sensível à umidade que tem a capacidade de mudar sua resistência baseado no vapor de água no ambiente.

A escala desses sensores varia em porcentagem de 0% a 100% através de um protocolo de comunicação digital, porém para este projeto será usada uma faixa variando de 10% em 10% até 100%. Será enviado para o circuito um valor de 0 a 10 para representar a escala informada anteriormente. Da mesma forma, terá uma entrada por parte do usuário, informando a umidade ideal do solo, de modo que seja feita a verificação através da diferença dos dois valores. Caso esteja fora da faixa informada, será emitido um alerta avisando se a umidade está acima ou abaixo do ideal. O sensor em questão (Higrômetro) possui faixa de preço de R\$13,90 no mercado brasileiro.

### **Sensor de pH**

Um medidor de pH trata-se um dispositivo cuja função é medir a acidez ou alcalinidade de uma amostra, o medidor a ser abordado será o pHmetro para análise do pH do solo. Essa medição é demonstrada como um valor entre 0 e 14, onde 7 indica neutralidade, valores abaixo de 7 indicam acidez e valores acima de 7 indicam alcalinidade de amostra. O funcionamento de um pHmetro baseia-se na medição da concentração de íons de hidrogênio no solo utilizando o método de medição eletroquímica. Método esse onde dois eletrodos, um de referência e um que replica a amostra coletada, geram uma diferença de potencial elétrico entre si convertida em uma leitura de pH (SPLabor, 2024).

Será utilizado um espectro de 0 a 8 para representar em uma escala de 4 a 8 de pH, variando a cada 0,5 de aumento. Pois, este é o espectro de valor usual encontrado no solo, gerando uma maior precisão na medição. (Alves, 2023) Destarte, o resultado do medidor será enviado para o circuito que converterá o valor de 0 a 8 para binário utilizando 4 bits. O circuito em seguida deverá comparar (subtrair) o valor recebido pelo valor ideal que se espera do solo. O resultado desta diferença será uma das saídas desse circuito junto de um alerta que indica discrepância caso haja. O sensor em questão (pHmetro) possui faixa de preço de R\$64,90 no mercado brasileiro.

### **Atuadores e Alertas**

O sistema em questão possui 6 atuadores e 2 alertas.

#### **Alertas:**

1. Alta temperatura + alta umidade = Alerta/situação sendo controlada;
2. Baixa temperatura + alta umidade = Alerta/situação sendo controlada;

Um alerta trata-se de situações fora de controle do sistema ou que já foram mediadas pelos atuadores e estão caminhando para serem resolvidas.

#### **Atuadores:**

3. Alta temperatura + baixa umidade = Aciona o atuador (Irrigação fria);
4. Baixa temperatura + baixa umidade = Aciona o atuador (Irrigação quente);

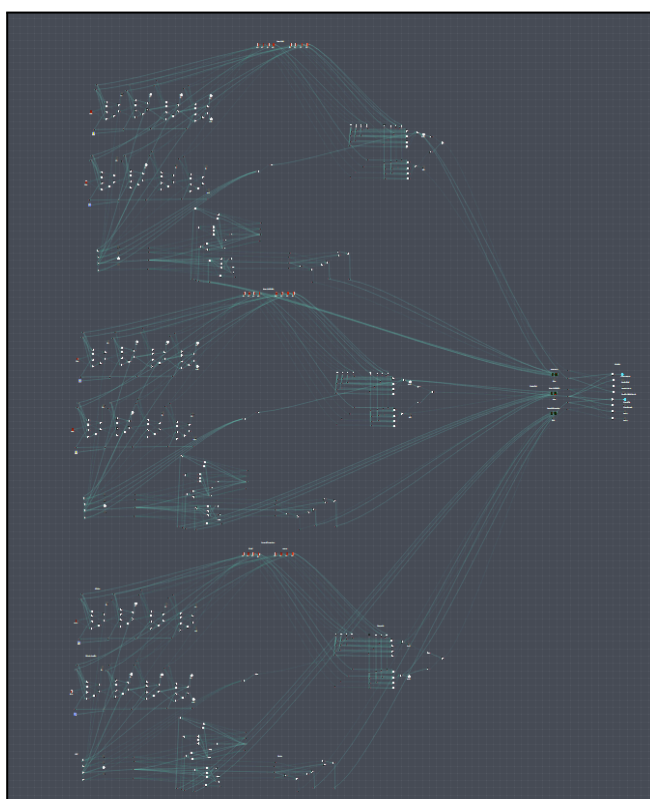
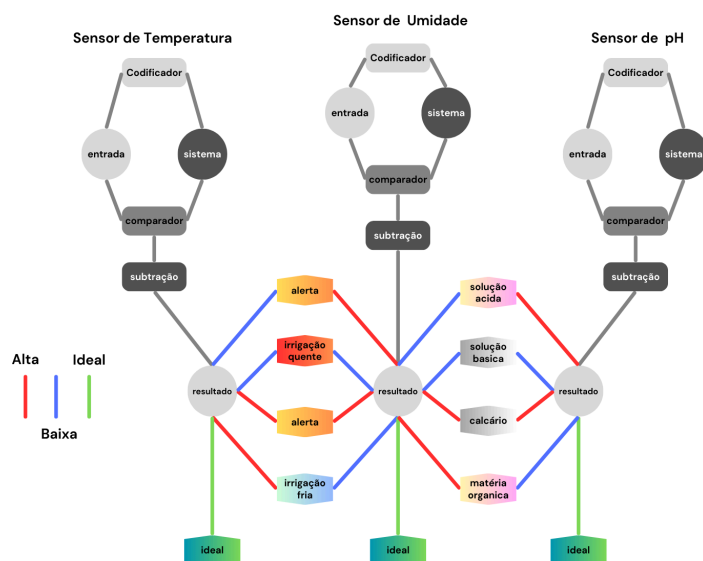
Os atuadores de irrigação fria/quente funcionam para contornar a alteração de temperatura e tentar retornar o valor para o ideal.

5. Solo ácido + baixa umidade = Aciona o atuador (Irrigação alcalina);
6. Solo ácido + alta umidade = Aciona o atuador (Depósito de calcário);
7. Solo alcalino + baixa umidade = Aciona o atuador (Irrigação ácida);

8. Solo alcalino + alta umidade = Aciona o atuador (Depósito de matéria orgânica).

Os atuadores relacionados ao pH realizam depósitos no solo relacionados a sua necessidade tanto de irrigação quanto de modificação de pH. Entregando soluções alcalinas ou depósitos sólidos de calcário triturado a fim de reduzir a acidez do solo ou soluções ácidas e depósitos de matéria orgânica a fim de reduzir a alcalinidade do solo.

### Fluxograma dos sensores e circuito completo.



## **5.REFERÊNCIAS**

SCHIESSL, M. 8 maneiras de deixar sua lavoura mais inteligente utilizando sensores no campo. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/sensores-na-agricultura/>>.

ASAPHE FELIPPE. O que é : Definição de Bandas Espectrais. Disponível em: <<https://aeroengenharia.com/glossario/o-que-e-definicao-de-bandas-espectrais/#:~:text=As%20bandas%20espectrais%20s%C3%A3o%20faixas>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

FAO, FIDA, OMS, PMA e UNICEF, 2023. O estado da segurança alimentar e nutrição no mundo em 2023. Urbanização, transformação dos sistemas agroalimentares e dietas saudáveis ao longo do continuum rural-urbano. Roma, Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc3017es>.

ANA, 2019. Especialistas apontam desperdício de água na irrigação agrícola. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/especialistas-apontam-desperdaciode-a-gua-a.2019-03-15.9526508339>.

SHARMA, S.; TEOTIA, S; PAWAR, S. Fuzzy logic control system and its application areain daily life. International Journal of Management, IT and Engineering, v.25, p.286- 291, 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 406 p. Il. color. (PDF).

SILVA, Iracema. Monitoramento para automação de processos em cultivos hidropônicos: Uma revisão bibliográfica sistemática. Recife, PB, 2024. Disponível em: [https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/5838/1/tcc\\_iracemacarlacalixtodasilva.pdf](https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/5838/1/tcc_iracemacarlacalixtodasilva.pdf) . Acesso em: 10 ago. 2024

ONU, Objetivos de Desenvolvimento Social. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>. Acesso em: 10 ago. 2024

BRAZ DE SOUZA, S.; GUIMARÃES, L; JÚNIOR, F. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO) Relation between land surface temperature, spectral indices and land cover classes in the city of Goiânia (GO).[s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/30151/19459>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

SPLABOR, O que faz o Medidor de ph de Solo - Saiba como funciona. Disponível em: <<https://www.splabor.com.br/blog/medidor-de-ph/medidor-de-ph-saiba-como-funciona/>>. Acesso em: 10 ago. 2024.



SPLABOR, Entenda os benefícios de um pHmetro de solo. Disponível em:

<<https://www.splabor.com.br/blog/medidor-de-ph/saiba-tudo-sobre-o-phmetro-para-solo/#:~:text=A%20fun>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

ALVES, L. O pH do solo e a coloração das plantas. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/o-ph-solo-coloracao-das-plantas.htm#:~:text=O%20pH%20indica%20se%20o>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SAFRAS, R. N. DE. Entenda o funcionamento do calcário agrícola na sua lavoura.

Disponível em: <<https://nutricaodesafras.com.br/calcario-agricola>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

Adekunle and Isaac, 2019, FRsCS Vol.1 No. 1 MAIDEN EDITION, 2019 Official Journal of Dept. of Applied Chemistry, Federal University of Dutsin-Ma, Katsina State. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/380577928\\_Assessment\\_of\\_Soil\\_pH\\_and\\_Electrical\\_Conductivity\\_Dynamics\\_from\\_the\\_Use\\_of\\_an\\_Innovative\\_Bio-remediating\\_Agent\\_on\\_a\\_Certain\\_Strongly\\_Acidic\\_Soil\\_of\\_Niger\\_Delta](https://www.researchgate.net/publication/380577928_Assessment_of_Soil_pH_and_Electrical_Conductivity_Dynamics_from_the_Use_of_an_Innovative_Bio-remediating_Agent_on_a_Certain_Strongly_Acidic_Soil_of_Niger_Delta)> Acesso em: 11 ago. 2024.

EMBRAPA. Fome Zero e Agricultura Sustentável, 2018. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1090704/2/ODS2fomezeroeagriculturasustentavel.pdf>. Acesso em 10 ago. 2024

DE CASTRO, S. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATERIAIS PARA ENGENHARIA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Sensores de Umidade: Caracterização e Desenvolvimento de Dispositivo Eletrônico. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<[https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1394/dissertacao\\_0038212.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1394/dissertacao_0038212.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 13 ago. 2024.

SOUZA, M.; CARVALHO, D. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CAMPUS QUIXADÁ BACHARELADO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE SENSOR PARA MONITORAMENTO DE UMIDADE DO SOLO UTILIZANDO ENERGIA SOLAR. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<https://www.quixada.ufc.br/wp-content/uploads/2017/03/2016-1-ES-MATHEUS-SOUZA-D-E-CARVALHO.pdf#page=15&zoom=100>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

Sensor de umidade do solo. Disponível em:

[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2802207870-higrmetro-sensor-umidade-do-solo-a-rduino-pic-\\_JM?matt\\_tool=40343894&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=14303413655&matt\\_ad\\_group\\_id=133855953276&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=g&matt\\_device=c&matt\\_creative=584156655519&matt\\_keyword=&matt\\_ad\\_position=&matt\\_ad\\_type=pla&matt\\_merchant\\_id=309685835&matt\\_product\\_id=MLB2802207870&matt\\_product\\_partition\\_id=2268053647590&matt\\_target\\_id=aud-1966852281496:pla-2268053647590&cq\\_src=google\\_ads&cq\\_cmp=14303413655&cq\\_net=g&cq\\_plt=gp&cq\\_med=pla&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwlvW2BhDyARIsADnIe-KjWnkqJIqAWxb4naKCE3O5-px3qZtbXs-wxPuCSt6KcHkHRwmDawsaAumPEALw\\_wcB](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2802207870-higrmetro-sensor-umidade-do-solo-a-rduino-pic-_JM?matt_tool=40343894&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413655&matt_ad_group_id=133855953276&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=584156655519&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=309685835&matt_product_id=MLB2802207870&matt_product_partition_id=2268053647590&matt_target_id=aud-1966852281496:pla-2268053647590&cq_src=google_ads&cq_cmp=14303413655&cq_net=g&cq_plt=gp&cq_med=pla&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwlvW2BhDyARIsADnIe-KjWnkqJIqAWxb4naKCE3O5-px3qZtbXs-wxPuCSt6KcHkHRwmDawsaAumPEALw_wcB). Acesso em: 08 set. 2024

Sensor de ph do solo. Disponível em:

[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1196449888-modulo-sensor-medidor-de-ph-\\_JM#position%3D57%26search\\_layout%3Dstack%26type%3Ditem%26tracking\\_id%3Df4f212d7-f5d4-48d9-8f3e-f8bfb0bb905d](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1196449888-modulo-sensor-medidor-de-ph-_JM#position%3D57%26search_layout%3Dstack%26type%3Ditem%26tracking_id%3Df4f212d7-f5d4-48d9-8f3e-f8bfb0bb905d). Acesso em: 08 set. 2024

Sensor de temperatura. Disponível em:

[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-844722033-termostato-sensor-temperatura-w1209-chocadeira-com-manual-\\_JM?matt\\_tool=50857357&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=14303413847&matt\\_ad\\_group\\_id=139467063288&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=g&matt\\_device=c&matt\\_creative=584295662855&matt\\_keyword=&matt\\_ad\\_position=&matt\\_ad\\_type=pla&matt\\_merchant\\_id=306483302&matt\\_product\\_id=MLB844722033&matt\\_product\\_partition\\_id=2323209757127&matt\\_target\\_id=aud-1966852281496:pla-2323209757127&cq\\_src=google\\_ads&cq\\_cmp=14303413847&cq\\_net=g&cq\\_plt=gp&cq\\_med=pla&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwlvW2BhDyARIsADnIe-LdMACwdo1iNildCP4PY04YNVIDBM5Co3Yme1YhSsTDpjh\\_hlInhCcaAlM1EALw\\_wcB](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-844722033-termostato-sensor-temperatura-w1209-chocadeira-com-manual-_JM?matt_tool=50857357&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413847&matt_ad_group_id=139467063288&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=584295662855&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=306483302&matt_product_id=MLB844722033&matt_product_partition_id=2323209757127&matt_target_id=aud-1966852281496:pla-2323209757127&cq_src=google_ads&cq_cmp=14303413847&cq_net=g&cq_plt=gp&cq_med=pla&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwlvW2BhDyARIsADnIe-LdMACwdo1iNildCP4PY04YNVIDBM5Co3Yme1YhSsTDpjh_hlInhCcaAlM1EALw_wcB). Acesso em: 08 set. 2024