



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO –**  
**CAMPUS GUANAMBI**

**DEYVID CONCEIÇÃO DE AQUINO**

**ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO CULTIVADO**  
**COM OITO GENÓTIPOS DE MANDIOCA**

**GUANAMBI - BA**  
**(2024)**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO –**  
**CAMPUS GUANAMBI**

**DEYVID CONCEIÇÃO DE AQUINO**

**ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO CULTIVADO COM**  
**OITO GENÓTIPOS DE MANDIOCA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Prof. Dr. Alessandro dos Santos Brito  
Orientador

**GUANAMBI - BA**  
**2024**

Catálogo: Leidiane Reis - CRB-5/1959  
IF Baiano, Campus Guanambi

A657a Aquino, Deyvid Conceição de  
Armazenagem de água em solo cultivado com oito genótipos  
de mandioca . / Deyvid Conceição de Aquino.-- Guanambi, Ba.,  
2024.  
30f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Engenharia  
Agrônômica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano - Campus Guanambi.

Orientador (a): Alexsandro dos Santos Brito.

1. Mandioca. 2. Solo. 3. Semiárido. Controle de endemia.  
I. Título.

CDU: 633.493



Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano  
Campus Guanambi

OFICIO 228/2024 - GBI-CGE/GBI-DDE/GBI-DG/RET/IFBAIANO

Guanambi, 1 de agosto de 2024

DEYVID CONCEIÇÃO DE AQUINO

**ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO CULTIVADO COM OITO GENÓTIPOS DE  
MANDIOCA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Guanambi como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

APROVADO em 31 de julho de 2024.

DSc. Alessandro dos Santos Brito, IF Baiano (Presidente da Banca)

DSc. Joice Andrade Bonfim, IF Baiano (Membro 1 da banca)

DSc. Fábio Martins de Carvalho, IF Baiano (Membro 2 da banca)

Documento assinado eletronicamente por:

- Fabio Martins de Carvalho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/08/2024 09:21:06.
- Joice Andrade Bonfim, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/08/2024 09:01:59.
- Alessandro dos Santos Brito, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/08/2024 05:10:09.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/08/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 585086  
Verificador: 921fcc613  
Código de  
Autenticação:





## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Sirlene Maria da Conceição e Isaias Alves de Aquino, por todo amor, dedicação e apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica.

As minhas irmãs, Fernanda Conceição de Aquino e Keila Conceição de Aquino, pelo apoio, amizade e motivação para continuar e nunca desistir.

À Anna Clara Santos Carneiro Dourado, por sempre torcer por mim, vibrar com minhas conquistas e me lembrar que a distância de casa faz parte de uma história de sucesso.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela vida e por sempre estar comigo, guiando meus passos;

A toda a minha família, pelo carinho, confiança e incentivo ao longo da minha trajetória.

Aos meus amigos, Samuel da Trindade Oliveira, João Paulo Aparecido Santana Pinheiro, Joel da Silva de Deus, Caliane de Carvalho Santos e João Vitor Ribeiro Farias, por toda compreensão, paciência, apoio e amizade.

Ao Prof. Dr. Alexsandro dos Santos Brito pela orientação, ajuda, atenção, sempre solícito e disposto a fazer o que tiver ao alcance para ajudar.

E por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

AQUINO, Deyvid Conceição de. **Armazenagem de água em solo cultivado com oito genótipos de mandioca**. 2024. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Agrônômica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus Guanambi*. Guanambi-BA, 2024.

A mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, é uma planta cultivada em centenas de países pelo mundo, devido a sua boa adaptabilidade a regiões de clima seco e uso eficiente da água e nutrientes do solo, apresentando uma grande versatilidade de usos, sendo suas raízes ricas em carboidrato e muito importante para a saúde humana e animal. Este trabalho teve por objetivo avaliar os genótipos de mandioca que melhor se adaptam às condições edafoclimáticas do semiárido baiano, por meio da quantificação de Hz. O trabalho foi realizado no campo experimental do Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, situado no distrito de Ceraíma, Sudoeste da Bahia, com latitude de 14°13'30" S, longitude de 42°46'53" W, altitude de 525 m, precipitação média anual de 620 mm e clima tropical semiárido (Bsa) pela classificação de Thornthwaite, caracterizado por temperaturas médias anuais elevadas, com média anual de 25,6 °C. O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados, com 10 plantas por parcela. A armazenagem de água foi determinada com o uso de uma sonda FDR (modelo PR2/6, com curvas de calibração elaboradas para o solo da área experimental), com a qual foi elaborado perfis de umidade diários, os quais foram integralizados pelo método do trapézio, para o cálculo da armazenagem de água. As maiores armazenagens de água no solo foram encontradas para os genótipos BR18GS1116, Cigana e BR18GS08434, e a menor para o genótipo BR18GS11154. Os menores e maiores valores de armazenagem foram diretamente relacionados as precipitações nos períodos correspondentes. O genótipo BRS Formosa apresentou a melhor produtividade em relação aos demais estudados.

**PALAVRAS- CHAVE:** *Umidade do solo; Qualidade física do solo; Retenção de água.*



## ABSTRACT

AQUINO, Deyvid Conceição de. **Water storage in soil cultivated with eight genotypes of cassava**. 2024. 30 f. Final Paper (Undergraduate) – Agronomic Engineering. Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia – Guanambi Campus. Guanambi-BA, 2024.

The cassava, *Manihot esculenta* Crantz, is a plant cultivated in hundreds of countries around the world, due to its good adaptability to dry climate regions and efficient use of water and soil nutrients, presenting a great versatility of uses, with its roots being rich in carbohydrate is very important for human and animal health. This work aimed to analyze root productivity and water storage in the soil during the cycle of eight cassava genotypes, from the EMBRAPA-CNPMP germplasm bank, inoculated with the bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, and cultivated in a localized drip irrigation system. The work was carried out in the experimental field of the Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi, located in the district of Ceraíma, Southwest of Bahia, with latitude of 14°13'30" S, longitude of 42°46'53" W, altitude of 525 m, average annual precipitation of 620 mm and semi-arid tropical climate (Bsa) according to the Thornthwaite classification, characterized by high average annual temperatures, with an annual average of 25.6 °C. The experimental design was in randomized blocks, with 10 plants per plot. Water storage was determined using an FDR probe (model PR2/6, with calibration curves prepared for the soil in the experimental area), with which daily humidity profiles were created, which were integrated using the method. trapezoid, for calculating water storage. The highest water storage in the soil was found for the BR18GS1116, Cigana and BR18GS08434 genotypes, and the lowest for the BR18GS11154 genotype. corresponding. The BRS Formosa genotype showed the best productivity compared to the others studied.

**KEYWORDS:** *Soil moisture; Physical quality of the soil; Water retention.*

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

**Figura 1** - (1) trado extrator tipo Uhland; (2) barras extensoras; (3) espátula; (4) marreta; (5) cilindros volumétricos sem e (6) com amostras. ....19

**Figura 2**- (A) preparo dos tubos de acesso, no laboratório de física do solo; (B) instalação dos tubos de acesso na área experimental do estudo .....21

**Gráfico 1**– Armazenagens de água de um Latossolo Vermelho Amarelo em função das camadas de 0,0-0,4 m dos oito genótipos de mandioca. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% .....23

**Gráfico 2**– Produtividade de raízes de mandioca (Toneladas por ha<sup>-1</sup>) dos genótipos estudados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% .....24

**Gráfico 3**– Armazenagem de água nos 8 períodos, compreendendo os 5 primeiros meses do ciclo da cultura da mandioca .....25

**Gráfico 4**– Precipitação pluvial acumulada nos 8 períodos, compreendendo os 5 primeiros meses do ciclo da cultura da mandioca .....25

**Gráfico 5**– Média de temperaturas máximas e mínimas nos 8 períodos, compreendendo os 5 primeiros meses do ciclo da mandioca.....26

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1**– Divisão das 160 leituras realizadas com a sonda FDR, dividida em 8 períodos, com 20 dias cada, destacando as datas de início e término ..... 22

**Tabela 2**– Valores de densidade do solo, conteúdo de areia, silte e argila e classe textural de diferentes camadas do solo..... 22

## SUMÁRIO

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                      | <b>11</b> |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>             | <b>12</b> |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>              | <b>17</b> |
| 3.1 Caracterização física do solo.....          | 18        |
| 3.2 Caracterização físico-hídrica do solo ..... | 20        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>           | <b>22</b> |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                       | <b>26</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>         | <b>27</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca é uma planta que se encontra amplamente difundida em todo o mundo, diariamente fazendo parte das refeições de milhares de famílias, por conta de seu alto valor nutricional, teor de amido presente em suas raízes, sendo uma fonte de carboidrato importante para a saúde. Além disso, outras características como a sua versatilidade de mercado e o grande número de cultivares com características adaptativas e morfológicas diferentes, fazem com que essa difusão ocorra (Alves *et al.*, 2022).

O cultivo da mandioca pode apresentar finalidades produtivas distintas, como a produção de fécula, cerveja, chips, farinha, puba, tapioca, beijus, diferentes biscoitos, amido modificado, rações entre outros subprodutos. No entanto, um dos mais importantes deles, principalmente se tratando da agricultura familiar é a farinha de mandioca, sendo o ensinamento da produção dessa farinha considerado, em muitos casos, uma tradição perpetuada entre gerações (Brixner, 2015).

Em virtude da capacidade de se adaptar a climas secos e a solos com baixa fertilidade, a produção de mandioca acaba sendo viabilizada no semiárido brasileiro, com destaque a região Nordeste, um dos maiores produtores de mandioca do país. Porém, atualmente a produtividade das áreas de plantio vem sendo um fator limitante, muito disso se deve ao uso ineficiente da água e não cumprimento das necessidades hídricas da cultura, que em condições semiáridas variam de 500 a 700 mm de chuva (Melo; Voltolini, 2019)

A irrigação é uma forma de suplementar a água requerida por uma cultura, quando os índices pluviométricos da região de plantio não são suficientes. Partindo dessa perspectiva, o cultivo irrigado passa a ser uma alternativa na produção de mandioca no semiárido, local onde a seca é uma realidade e as chuvas muitas vezes são mal distribuídas (Frizzzone, 2017).

De acordo com Emrich *et al.* (2018), a disponibilidade de água adequada durante o ciclo da cultura da mandioca é vital, principalmente nos cinco primeiros meses, que é o período onde ocorre a tuberização e a formação de raízes. Por esse motivo, é muito importante o conhecimento da dinâmica de água no sistema solo-planta-atmosfera, de modo a identificar quais genótipos são mais eficientes em relação ao uso da água e melhor se adaptam ao clima semiárido.

O sistema de cultivo irrigado na mandioca, proporciona maiores produtividades e encurtamento do período até a colheita, mitigando a problemática de produtividade presente em seu sistema de cultivo. No entanto, a água que entra em um determinado volume de solo, seja por irrigação ou por outros mecanismos, pode ser perdida facilmente, sendo a redução dessas

perdas um fator importante ao se avaliar a eficiência e adaptação de um genótipo às novas condições agroecológicas (Trindade, 2021).

Além disso, um outro aspecto importante a ser considerado quanto ao cultivo de mandioca é a resposta das plantas a bacteriose, a principal doença que ataca essa cultura. Essa doença também é conhecida como Manchas, Água quente, Murchadeira, Dormideira e Murcha bacteriana. Os prejuízos gerados podem reduzir de 70 a 75% no peso das raízes, tornando a sua comercialização inviável (Fialho; Pereira, 1999).

Desta maneira, se faz necessário a caracterização dos genótipos de mandioca quanto a sua eficiência no uso da água a partir dos valores de armazenagem de água disponível no solo (Hz), componente do balanço hídrico que representa a quantidade de água que o solo pode reter, num determinado período. Assim, quanto maior a capacidade de armazenagem de água no solo, menor as perdas, podendo essa água contendo nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal ser absorvida pelas raízes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os genótipos de mandioca que melhor se adaptam às condições edafoclimáticas do semiárido baiano, por meio da quantificação de Hz.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta de clima tropical e subtropical, que pertence à família Euphorbiaceae, ao gênero *Manihot* e à espécie *Manihot esculenta* Crantz a única voltada ao comércio. Pode atingir até 4 metros de altura, produzindo durante o seu ciclo de 4 a 20 raízes, que são ricas em amido, uma importante fonte de carboidrato utilizada para diversos fins como alimentação humana, animal e atividades industriais (Cosmo *et al.*, 2020). Além disso, apresenta bom desenvolvimento em solos profundos, friáveis, arenosos ou de textura média, em virtude da facilidade de colheita que essas características possibilitam (Thomas *et al.*, 2016).

O período ideal de luz para a mandioca é de aproximadamente 12 horas dia<sup>-1</sup>, a faixa ideal de temperatura para a cultura é entre 20 e 27° C de faixa média anual, sendo que em temperaturas abaixo de 15° C ocorre o retardamento das brotações das manivas e diminuição ou paralisação das atividades vegetativas da planta. A precipitação anual adequada é de 1.000 a 1.500 mm, bem distribuída, mas também é cultivada em regiões semiáridas, com 500 a 700 mm de chuva por ano, desde que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses da cultura (Lorenzi; Otsubo, 2004).

O valor comercial do gênero *Manihot* se deve a sua grande heterozigosidade, sendo assim mais favorecido pelos cruzamentos naturais intra-específicos, o que acaba resultando na existência de um grande número de variedades que possuem características adaptativas de ambiente e morfologia diferentes (Abreu *et al.*, 2008).

O cultivo dessa planta apresenta uma grande versatilidade, podendo ser realizado com diversas finalidades, como a produção de fécula, chips, cerveja orgânica, rações entre outras. No entanto, o principal subproduto é a farinha de mandioca (Matos *et al.*, 2016). Para se ter uma ideia da importância desse subproduto, foi instalado na Câmara dos Deputados a Comissão Especial de Adição de Farinha de Mandioca, com o objetivo de discutir a respeito do Projeto de Lei 4.679/01, uma proposta para tornar obrigatório a adição de 10% de farinha de mandioca ou fécula na farinha de trigo, para estimular os pequenos produtores de mandioca a produzir e reduzir os gastos com a importação do trigo (Modesto; Alves, 2016).

A mandioca apresenta boa adaptabilidade a regiões de clima seco, em função da eficiência de uso da água e nutrientes presentes no solo, tais características fazem com que essa cultura seja cada vez mais cultivada em centenas de países. Na safra 2022/2023, entre as regiões e estados brasileiros, a região Norte apresentou a maior produtividade, com 14,59 toneladas por hectare em 423.685 hectare de área plantada. O Nordeste ocupou a quinta colocação com produtividade de 9,49 toneladas por hectare em 383.625 hectare de área plantada (IBGE, 2023).

No contexto mundial, os maiores produtores de mandioca no ano de 2021, foram a Nigéria, seguida do Congo, Tailândia e Gana. O Brasil ocupou a quinta colocação, representando 5,75% da produção mundial, alcançando uma produtividade de 15,01 toneladas por hectare, produção de 18.098.115 toneladas e área plantada equivalente a 1.205.829 hectare (FAO, 2023).

Nos últimos 50 anos a produção de mandioca cresceu significativamente, passando de 99 milhões para aproximadamente 304 milhões de toneladas, registradas em 2019, representando um crescimento de 207% ou 4,2% ao ano (FAO, 2019).

No entanto, o Brasil não acompanhou esse ritmo de crescimento, apresentando queda de 2,5% na produção de raiz de mandioca em 2022, se comparado ao ano anterior (IBGE, 2022). Já no ano de 2023 houve um incremento de pouco mais de 1% na produção de mandioca se comparado ao ano anterior (CONAB, 2023).

O crescimento mundial na produção de mandioca é limitado, dentre outros fatores, por conta da produtividade, principal dificuldade encontrada no cultivo dessa planta. As maiores produtividades foram observadas na Tailândia (19,86 t/ha) e Indonésia (17,08 t/ha), mas boa parte dos países produtores apresentam baixos valores de produção, como é o caso do Congo (8,95 t/ha) e da Nigéria (11,62 t/ha), ambos com as menores médias mundiais. Nesse

cenário produtivo, o Brasil se encontra estagnado, com valores que a mais de uma década variam entre 13 e 14 t/ha, mesmo com os constantes avanços tecnológicos observados na agricultura do país, ao longo desse tempo (FAO, 2014).

No ano de 2017, o Nordeste teve uma produção equivalente a 25,10% do percentual total produzido no Brasil, apresentando-se assim, como um dos maiores produtores nacionais de mandioca. Mas, mesmo a região sendo detentora da maior parte das áreas plantadas de mandioca, apresenta o menor rendimento nacional, fato esse que enfatiza a importância de estudos voltados ao manejo sustentável dessa cultura, visando aumentar a produtividade (EMBRAPA, 2018).

Segundo dados do IBGE (2023) a Bahia ocupa o sexto lugar entre os maiores produtores nacionais de mandioca, com uma produção estimada de 938,3 mil toneladas, 9,6% superior à de 2022 e com perspectiva de aumento em torno de 22,4% no próximo ano.

Uma alternativa viável para solucionar ou mitigar a problemática da baixa produtividade é a implantação de um manejo eficiente, como a agricultura irrigada, caracterizada como sendo uma prática agrícola que tem por objetivo suprir as necessidades hídricas de uma determinada área de cultivo, com baixa disponibilidade de água ou má distribuição de chuvas. No território brasileiro, o cultivo irrigado teve início em 1900 na produção de arroz no Rio Grande do Sul, se intensificando para as demais regiões do país (Segabinazzi *et al.*, 2017). Além disso, é muito importante que as tecnologias já disponíveis sejam aplicadas pelos agricultores, a exemplo do manejo ecológico do solo, aporte de matéria orgânica, realização de análises do solo para um adequado preparo do solo, correção e adubação, além da escolha de material genético apropriado às condições agroecológicas.

Na região semiárida o incentivo governamental para a implantação de estudos, projetos e obras de irrigação se iniciou ao final da década de 1960, com o Programa Plurianual de Irrigação (PPI), que aproveitava pequenos açudes, cursos d'água e águas subterrâneas (CODEVASF, 2017).

A disponibilidade de água no cultivo de mandioca em região semiárida é fator essencial para se alcançar altas produtividades. O intervalo de tempo em que a mandioca mais necessita de água é entre o 1º e 5º mês após o plantio, denominado período crítico da cultura, pois é quando ocorrem os processos de tuberização e formação das raízes. Caso ocorra déficit hídrico nessa fase, a produtividade das raízes pode apresentar queda significativa de 32% a 60% (Costa, 2018). A irrigação suplementar na região semiárida é essencial, em virtude do longo ciclo da cultura e da estreita estação chuvosa, a qual apresenta períodos de estiagens.

Dentre todos os recursos que a planta precisa para se desenvolver, a água é o mais abundante e limitante, grande parte do que é absorvido pela planta é perdido (97%) para a atmosfera, em virtude da rota difusional comum, em que a cada molécula de CO<sub>2</sub> absorvida, são perdidas 400 moléculas de água através das folhas, evidenciando-se a grande importância



da água na fisiologia vegetal (Taiz *et al.*, 2017).

A noção de importância hídrica vem desde o período pré-histórico em que o homem entendeu a essencialidade da água tanto para a sua sobrevivência, quanto para o crescimento das plantas. Por isso, passou a desviar cursos d'água e estabelecer civilizações ao longo dos rios, com uso intensivo de técnicas de irrigação. Atualmente não é diferente, a irrigação desempenha papel fundamental na agricultura, como em regiões semiáridas, parte representativa do Nordeste brasileiro, em que apenas algumas culturas se desenvolvem em sequeiro, mas com alto risco de quebra de safra (Testezlaf, 2017).

Em sua maior parte, a mandioca é cultivada em sequeiro, mas devido aos benefícios do cultivo irrigado, como aumento da produtividade, encurtamento do período até a colheita e por servir de alternativa para agregar na renda de agricultores familiares, essa forma de cultivo vem ganhando espaço no cenário agrícola (Coelho, 2020).

O uso eficiente da água nos sistemas agrícolas vem se tornando cada dia mais importante, ainda mais quando se analisa a situação em que o país se encontra, com um aumento de 640 para 965 milhões de m<sup>3</sup> na retirada de água para a irrigação nas últimas décadas, o equivalente a aproximadamente 50% do total de água retirada para usos consuntivos setoriais no ano de 2020. Segundo as estimativas, em virtude das mudanças climáticas, essa demanda por irrigação pode ser ainda maior, sofrendo um acréscimo de 15% em 2040, dados que reforçam a necessidade de planejamento, para que o uso da água ocorra de forma segura, evitando crises hídricas (ANA, 2022).

Muitos sistemas produtivos pelo mundo utilizam métodos de irrigação pressurizada com baixa eficiência ou superficial de forma rústica, sem a utilização de técnicas aprimoradas. Caso esses sistemas fossem substituídos pelo método de irrigação localizada por gotejamento superficial, poderiam aumentar a eficiência no uso de água do plantio, pois a irrigação por gotejamento possui uma das mais eficientes relações de produtividade e unidade de água aplicada, com eficiência acima de 90%, devido as perdas mínimas de água por evaporação (Coelho; Silva, 2013).

Entender como funciona a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera é de fundamental importância, pois tem relação direta com a produção vegetal e tomada de decisão, durante a exploração agrícola do solo. Por esse motivo, caracterizar fatores que influenciam essa movimentação, como a infiltração, redistribuição, drenagem e absorção pelas plantas, através do método do balanço hídrico, se torna imprescindível (Lima *et al.*, 2006).

O balanço hídrico pode ser definido como sendo a resultante da quantidade de água, em um período de tempo, que entra e sai de um determinado volume de solo. Tais informações servem como ferramenta para um adequado planejamento de manejo, auxiliando na escolha do sistema de irrigação e no dimensionamento da lâmina do sistema escolhido (Parreira *et al.*, 2016; Nascimento *et al.*, 2022).

No estudo do balanço hídrico, a quantidade de água que entra ( $Q_e$ ) em um determinado volume de solo, pode consistir da precipitação ( $P$ ), da irrigação ( $I$ ), do deflúvio superficial de entrada ( $R_e$ ), do deflúvio sub-superficial de entrada ( $R'_e$ ) e da ascensão capilar ( $AC$ ). Por outro lado, a saída ( $Q_s$ ) pode consistir da drenagem interna ( $D$ ), da evapotranspiração ( $ET$ ), do deflúvio superficial de saída ( $R_s$ ) e do deflúvio sub-superficial de saída ( $R'_s$ ) (Naghetini, 2012).

Um dos componentes do balanço hídrico é a armazenagem de água no solo ( $H_z$ ), que é descrito por Frizzzone *et al.* (2005) como sendo o mais importante componente do ciclo hidrológico das culturas, voltado ao estudo das respostas ecofisiológica da planta, planejamento, dimensionamento e manejo de um sistema de irrigação. Atributos do solo como textura, distribuição do tamanho de poros e as formas de uso e manejo do solo influenciam na armazenagem de água (Costa, *et al.*, 2015).

Para a produção agrícola em regiões com escassez hídrica, se faz necessário a utilização de irrigação por métodos que otimizem a aplicação de água. Sendo assim, importante o conhecimento a respeito da armazenagem de água nas camadas do solo exploradas pelas raízes da planta durante seu ciclo, promovendo um manejo dos recursos da água e solo (Mota, *et al.*, 2010).

O conteúdo de água no solo é um importante parâmetro a ser analisado dentro do sistema de cultivo, porém muito sensível às variações, facilmente modificado em um período de tempo, devido a fatores como a chuva, irrigação, drenagem e evapotranspiração. Por esse motivo, é imprescindível o uso de métodos capazes de determinar de forma precisa, instantânea e continuada, essa dinâmica de água no solo. Assim, temos o uso do método de Reflectometria no Domínio da Frequência (FDR) de boa precisão, rapidez e seguro ao operador (Souza *et al.*, 2016).

No entanto, não somente a água é um fator importante se tratando da cultura da mandioca, mas também a incidência de doenças e a resposta das variedades ao agente patogênico. A doença mais importante no manejo da mandioca é a bacteriose, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, tendo seu primeiro relato feito no Brasil por Bondar,

em 1912, no estado de São Paulo. Doença de ocorrência comum em todas as regiões onde se cultiva mandioca, manifestada de forma sistêmica, resultante de plantio de material contaminado e não sistêmica, caracterizada inicialmente por manchas foliares pequenas, de formas angulares e de aparência aquosa, que se unem e cobrem toda a folha ao decorrer do tempo (EMBRAPA, 2016).

Souza *et al.* (2013), em estudo sobre o balanço hídrico na cultura da mamona, realizaram 141 dias de análise, dividido em 14 subperíodo e observaram que as variações de armazenagem de água no solo ( $\Delta H_z$ ) teve valores positivos que variaram entre 2,46 mm e 14,03 mm, nos subperíodos 1, 2, 4 e 5, que coincidiram com o período chuvoso. Por outro lado, nos demais subperíodos obteve valores negativos, observando que as variações de armazenagem de água no solo seguiram as variações da precipitação pluvial.

Jardim *et al.* (2017), realizaram análises do balanço de água no solo na cultura da palma forrageira, em sistema de sequeiro e dividiram as leituras em cinco períodos, de aproximadamente 48 dias cada e observaram que o  $\Delta H_z$  apresentou diferença apenas no período 5, e oscilações entre -44 mm e +15 mm, com maiores valores nos períodos 1 e 2, evidenciando a dinâmica de água no solo entre os períodos.

Diante desse exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar os genótipos de mandioca que melhor se adaptam às condições edafoclimáticas do semiárido baiano, por meio da quantificação de  $H_z$ .

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental do Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, situado no distrito de Ceraíma, Sudoeste da Bahia, com latitude de 14°13'30" S, longitude de 42°46'53" W, altitude de 525 m, precipitação média anual de 653 mm e clima tropical semiárido (Bsa) pela classificação de Thornthwaite, caracterizado por temperaturas médias anuais elevadas, com média anual de 25,6 °C. O solo da área experimental do *campus Guanambi* é um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média, fase caatinga hipoxerófila, relevo plano a suave-ondulado, no qual foi realizado operações de aração e gradagem para preparo do solo pré-plantio e sulcamento para o plantio. O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados, com 10 plantas por parcela, oito genótipos (BR-18GS-111-54, BR-18GS-08434, BRS-111-6, BRS-Kiriris, Cigana, Corrente, Eucalipto e Formosa) e três repetições, sendo que na planta central de cada parcela foi instalado um tubo de acesso para as leituras com a sonda FDR (modelo PR2/6).

O plantio foi feito no sulco de plantio, a uma profundidade de 0,1 m, por meio de manivas com comprimento médio de 0,15 m, enterradas na posição horizontal. O controle das plantas espontâneas foi feito por meio de capinas na fase inicial de desenvolvimento da cultura e o sistema de irrigação localizada foi por gotejamento, utilizando mangueira gotejadora (gotejadores espaçados de 0,3 x 0,3 m e com vazão de 4,6 L/h). As adubações foram realizadas conforme análise química do solo.

### **3.1 Caracterização física do solo**

Foi utilizado um extrator tipo Uhland, com cilindros volumétricos apresentando, aproximadamente, 0,05 m de altura e 0,05 m de diâmetro, aproximadamente, para determinação da densidade do solo, onde foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada das camadas de (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6 e 1 m). As medidas de altura e diâmetro dos cilindros volumétricos foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital, realizando-se três medidas de altura e de diâmetro para cada anel. Para que não ocorresse danos às amostras durante o transporte do campo para o laboratório, de modo a comprometer o experimento, foi utilizado o filme plástico de PVC. As amostras foram levadas ao laboratório e devidamente preparadas, inicialmente com uma faca de serra retirando o excesso de solo do cilindro e um recorte de papel mata borrão foi preso com uma fita adesiva na extremidade inferior de cada um dos cilindros, de modo a evitar perdas de material durante o preparo. Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa para secar (105 °C durante 24 horas) e logo após pesadas numa balança de precisão, com dois dígitos, para a determinação da massa de solo seco.



**Figura 1** - (1) trado extrator tipo Uhland; (2) barras extensoras; (3) espátula; (4) marreta; (5) cilindros volumétricos sem e (6) com amostras.

Para a análise granulométrica e classificação textural foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada nas mesmas camadas em que foi determinada a densidade do solo. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do IFBaiano/*Campus* Guanambi e o método utilizado foi o da Pipeta (GEE, 2002). Porém, esse laboratório adota algumas variações do método citado e que foram seguidas para as análises feitas neste trabalho. O dispersante utilizado foi uma mistura das soluções de hidróxido de sódio ( $4 \text{ g L}^{-1}$ ) e de hexametáfosfato de sódio ( $10 \text{ g L}^{-1}$ ), conforme metodologia do IAC (Camargo *et. al*, 1986). Foram utilizados 40 g de solo, 250 mL de água destilada e 100 mL da solução dispersante. Para promover a dispersão das partículas do solo, as amostras foram agitadas por 16 horas em agitador orbital tipo Wagner, a 60 rpm. Após o processo de dispersão, a suspensão passou por uma peneira com malha de 0,053 mm para a separação da areia. A suspensão de silte e argila foi transferida para uma proveta (1000 mL), a qual teve o volume completado para 1000 mL. Após os processos de agitação da suspensão de argila e silte e de sedimentação das partículas de silte (conforme lei de Stokes), na profundidade desejada (0,05 m), foram coletados 25 mL

de suspensão de argila. A areia separada por peneiramento e a suspensão de argila foram levadas para a estufa (105 °C), onde permaneceram por 24 horas para uma completa secagem. Com as proporções de areia e argila foi possível calcular, por diferença, a proporção de silte e, finalmente, proceder a classificação textural do solo conforme as recomendações do SOIL SURVEY STAFF (2003).

O inóculo de *Xam* foi obtido por meio do isolamento de estipes da bactéria presentes na região de Guanambi e preparado em meio líquido de cultura YPG, composto de 5,0 g de extrato de levedura, 5,0 g de peptona e 5,0 g de glicose. As plantas foram inoculadas após seis meses do plantio, por meio de um pulverizador costal, com suspensão de  $10^8$  UFC mL<sup>-1</sup> de *Xam*. A inoculação foi realizada a partir das 16:00 horas, para que se obtivesse maior porcentagem de estômatos abertos, facilitando assim a penetração do patógeno.

### 3.2 Caracterização físico-hídrica do solo

Para a determinação do conteúdo de água no solo e posterior armazenagem de água foi utilizada uma sonda de capacitância (reflectometria no domínio da frequência - FDR), modelo PR2/6, sendo efetuado a calibração da sonda para o solo em estudo, utilizando análise de regressão entre medidas de umidade gravimétrica, por meio de tradagens, e leituras com a sonda, uma vez que há uma redução na acurácia em solos intemperizados com altos teores de óxidos de ferro e em diferentes tipos de manejo (Sá, 2021). Essa calibração foi realizada na área de bordadura do experimento. Nas parcelas experimentais, foram instalados tubos de acesso à sonda FDR para realização da leitura nas profundidades de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 m. Dessa forma, a armazenagem de água no perfil do solo foi calculada pelo método do trapézio, seguindo as equações abaixo, onde  $\theta$  é o conteúdo de água em função da profundidade, indicada pelo índice, conforme Libardi (2018).

$$hz = \int_0^{0,2} \theta(z) dz = \theta * 0,2$$

$$hz = \int_0^{0,4} \theta(z) dz = [1,5(\theta_{0,2}) + \theta_{0,3} + 0,5(\theta_{0,4})] * 0,2$$



**Figura 2-** (A) preparo dos tubos de acesso, no laboratório de física do solo; (B) instalação dos tubos de acesso na área experimental do estudo.

A precipitação pluvial (P), um dos componentes do balanço hídrico, foi medida por meio de uma estação total instalada na área experimental do *Campus*, para posterior observação da relação existente com a armazenagem.

O balanço de água foi computado a cada 20 dias, dividido em 8 períodos, totalizando 160 leituras (Tabela 1). Entretanto, foi também considerado as fases fenológicas da cultura, principalmente os cinco primeiros meses após o plantio das manivas, fundamentais para o ideal crescimento e desenvolvimento da planta. Segundo Thomas (2015) essas fases se dividem em Estágio I: desenvolvimento inicial da planta de mandioca, ocorrendo a germinação e o desenvolvimento de raízes adventícias ou nodais; Estágio II: desenvolvimento de raízes basais, principalmente no calo formado na região de corte da maniva onde os brotos apresentam menor desenvolvimento; Estágio III: início do desenvolvimento da parte aérea e formação do sistema fibroso; Estágio IV: desenvolvimento da parte aérea e início do acúmulo de amido nas raízes; Estágio V: translocação expressiva de carboidrato da parte aérea às raízes.

As análises estatísticas foram realizadas pelo Programa e Ambiente estatístico R 4.1.2 (R Core Team, 2021) e o pacote ExpDes.pt (Ferreira *et al.*, 2022).

**Tabela 1**– Divisão das 160 leituras realizadas com a sonda FDR, dividida em 8 períodos, com 20 dias cada, destacando as datas de início e término.

| Períodos | Data Inicial | Data final | Quantidade de dias |
|----------|--------------|------------|--------------------|
| 1        | 28/09/2022   | 17/10/2022 | 20                 |
| 2        | 18/10/2022   | 06/11/2022 | 20                 |
| 3        | 07/11/2022   | 26/11/2022 | 20                 |
| 4        | 27/11/2022   | 16/12/2022 | 20                 |
| 5        | 17/12/2022   | 05/01/2023 | 20                 |
| 6        | 06/01/2023   | 25/01/2023 | 20                 |
| 7        | 26/01/2023   | 14/02/2023 | 20                 |
| 8        | 15/02/2023   | 06/03/2023 | 20                 |

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a densidade do solo nas camadas de 0,3-0,4 e 0,4-0,5 m (Tabela 2), apresentou valores superiores em relação as demais. Estudos realizados por Argenton *et al.* (2005), apontam que para Latossolos com densidade acima de  $1300 \text{ kg m}^{-3}$  passa a ocorrer interferência na aeração. Mas, não necessariamente é um solo compactado, por não ultrapassar o valor de  $1750 \text{ kg m}^{-3}$ , como descrito por Reichert *et al.* (2003).

**Tabela 2**– Valores de densidade do solo, conteúdo de areia, silte e argila e classe textural de diferentes camadas do solo.

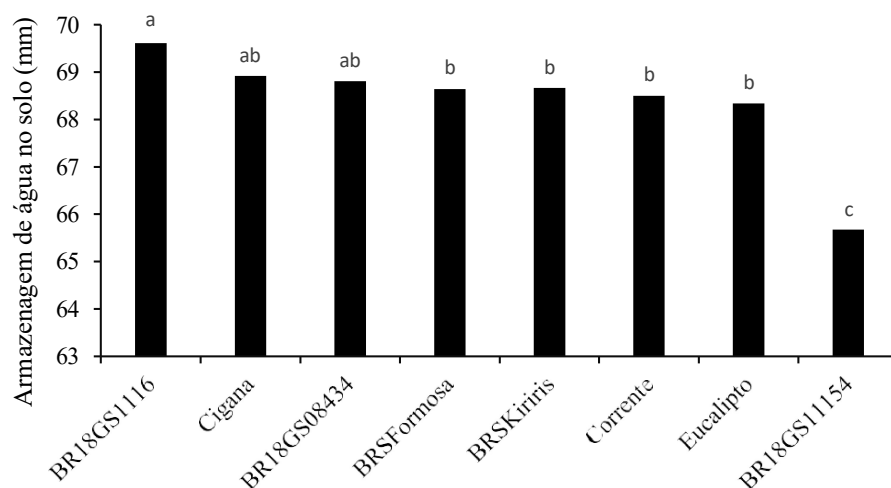
| Camada  | Densidade do solo      | Areia | Silte                  | Argila | Classe Textural       |
|---------|------------------------|-------|------------------------|--------|-----------------------|
| (m)     | ( $\text{kg m}^{-3}$ ) |       | ( $\text{g kg}^{-1}$ ) |        |                       |
| 0,0-0,1 | 1635                   | 675   | 150                    | 175    | Franco arenoso        |
| 0,1-0,2 | 1635                   | 660   | 150                    | 190    | Franco arenoso        |
| 0,2-0,3 | 1696                   | 610   | 160                    | 230    | Franco argilo-arenoso |
| 0,3-0,4 | 1732                   | 615   | 155                    | 230    | Franco argilo-arenoso |
| 0,4-0,6 | 1742                   | 605   | 155                    | 240    | Franco argilo-arenoso |
| 0,6-1,0 | 1698                   | 605   | 150                    | 245    | Franco argilo-arenoso |

A densidade do solo tem papel fundamental na agricultura, com influência direta em fatores como aeração, infiltração e capacidade de retenção de água no solo, além do desenvolvimento do sistema radicular das plantas. A densidade é influenciada pela granulometria do solo, uso da terra, manejo e concentração de matéria orgânica (Santana *et al.*, 2018).

As camadas 0,0-0,1 e 0,1-0,2 possuem textura do solo franco arenoso, enquanto as demais franco argilo-arenoso. Sendo um solo franco caracterizado por ter uma textura intermediária e fácil manejo, sendo assim propício, se manejado da forma correta, para o

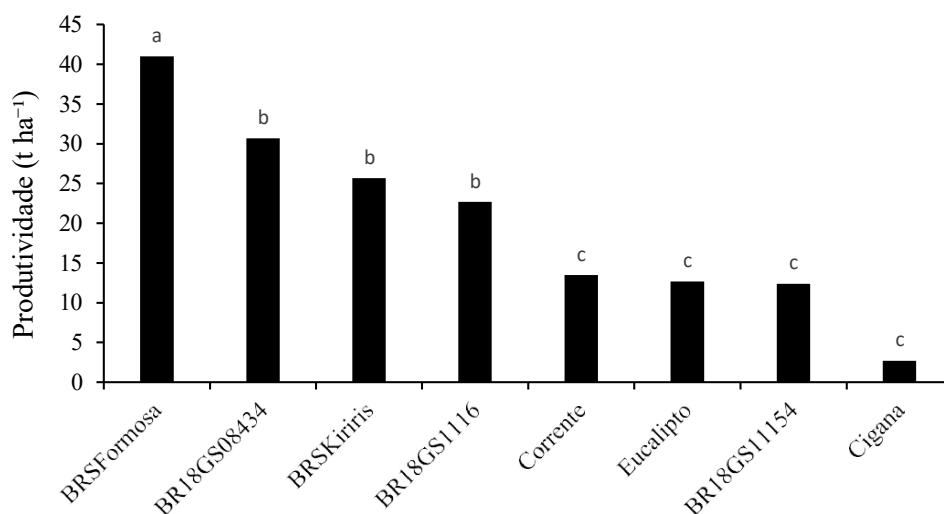


crescimento e desenvolvimento da cultura da mandioca. Em relação a mudança da classe textural, pode ser explicada pela atuação dos processos naturais que levam a constituição dos horizontes e camadas do solo, os chamados processos pedogenéticos e também pela eluviação, que consiste nos transportes da argila, óxidos e compostos orgânicos das camadas superiores para as de maior profundidade (Oliveira *et al.*, 2020).



**Gráfico 1**– Armazenagens de água de um Latossolo Vermelho Amarelo em função das camadas de 0,0-0,4 m dos oito genótipos de mandioca. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

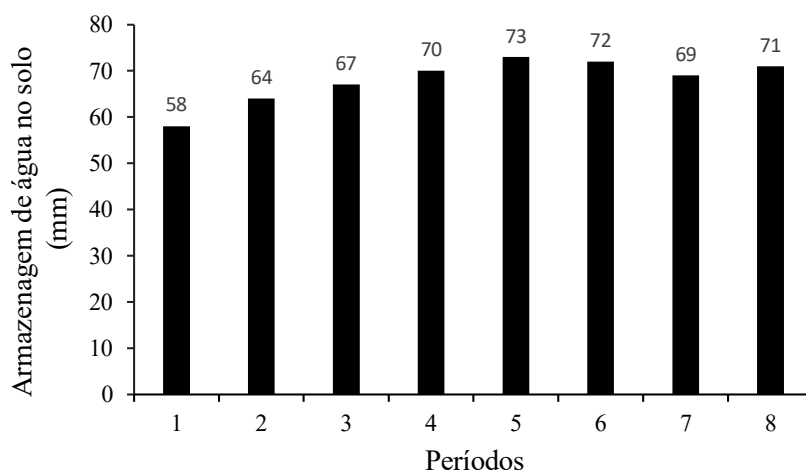
Entre os genótipos de maiores armazenagens de água no solo, cabe citar o BR18GS1116, Cigana e BR18GS08434, o que reflete a ocorrência de uma menor absorção de água pelas raízes, ficando essa armazenada no solo nas profundidade lidas pelos sensores da sonda FDR, tendo-se assim maiores valores em relação a quantificação de Hz. Enquanto o menor valor foi encontrado no genótipo BR18GS11154, devido a ocorrência de uma maior absorção pela planta, da água presente no solo, refletindo assim em uma menor armazenagem de água no solo. Nota-se que apesar da variedade BR18GS11154 ter apresentado a menor armazenagem, o mesmo não aconteceu em termos de produtividade, ficando entre as variedades com menor produtividade (Figura 4). Com isso, pode-se incluir, que apesar de um maior consumo de água, a maior parte pode ter sido utilizada para o crescimento vegetativo (folhas e caule) ao invés do desenvolvimento de raízes, isso pode ocorrer devido distúrbios fisiológicos causado por doenças, como aquela gerada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis*. Além disso, cabe citar que não existe, necessariamente, uma correlação direta entre maior armazenagem e menor produtividade, pois a produtividade está relacionada a outras variáveis que interferem na capacidade de expressão genética de uma variedade, como a época do ano, adensamento, temperaturas e radiação solar.



**Gráfico 2**– Produtividade de raízes de mandioca (Toneladas por ha<sup>-1</sup>) dos genótipos estudados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

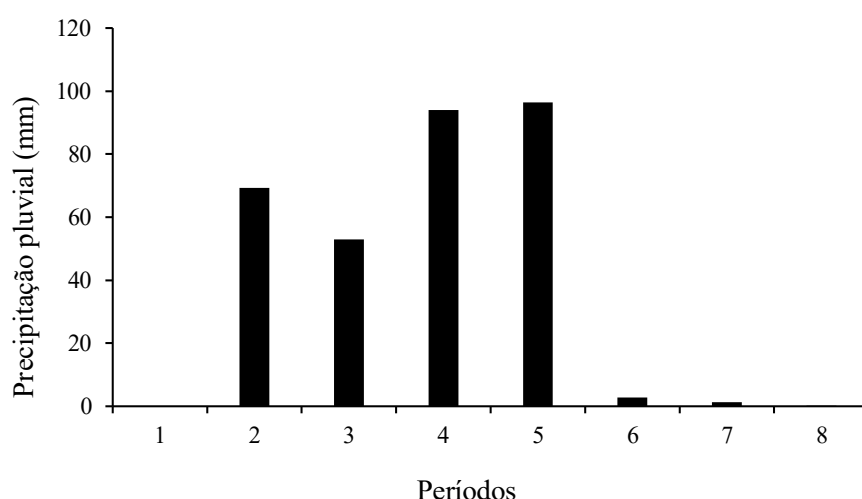
Entre os genótipos avaliados, a BRS Formosa apresentou os maiores valores de produtividade em comparação as demais. Essa variedade tem como uma de suas características principais o seu alto rendimento industrial para a produção de farinha, fécula e aptidão para plantios adensados, devido seu porte ereto. Além disso, um outro diferencial da BRS Formosa é ser um genótipo melhorado de mandioca, realizado pela EMBRAPA/CNPME, que apresenta resistência à bacteriose e tolerância à seca. Logo, os resultados positivos são reflexos das características dessa cultivar, levando-se em conta os fatores ambientais, bem como a inoculação artificial com o agente causal da bacteriose na mandioca.

Por outro lado, as variedades de menor produtividade sofreram limitações de diferentes fatores. Dentre as de menor rendimento, apenas a BR18GS11154 apresenta de boa a moderada tolerância a bacteriose e ao adensamento, sendo as demais suscetíveis. A variedade Eucalipto, BR18GS11154 e Corrente apresentam ciclo que varia de 9 a 12 meses, enquanto a Cigana de 12 a 18 meses, considerando que a colheita do estudo foi feita em 1 ano, uma antecipação pode ser prejudicial ao crescimento e desenvolvimento da variedade.



**Gráfico 3**– Armazenagem de água nos 8 períodos, compreendendo os 5 primeiros meses do ciclo da cultura da mandioca.

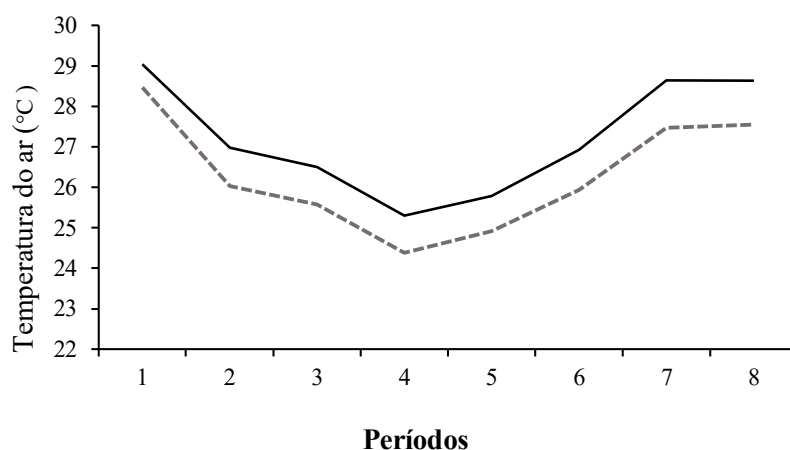
Observa-se que o período 5 é o que apresentou maior valor de armazenagem, enquanto os períodos iniciais, os menores valores de armazenagem. Esse comportamento pode ser atribuído às variações de chuva ao longo do ano na região, coincidindo o período de maior armazenagem com as maiores precipitações (Figura 6). Além disso, os períodos iniciais de desenvolvimento da mandioca são marcados pelo desenvolvimento de estruturas primárias da planta. Dessa maneira, aumentando as necessidades hídricas da cultura nesse estágio, com isso a planta absorve mais água e por consequência apresenta menor valor de água armazenada no solo nesse período.



**Gráfico 4**– Precipitação pluvial acumulada nos 8 períodos, compreendendo os 5 primeiros meses do ciclo da cultura da mandioca.

As precipitações diárias acumuladas foram significativamente maiores nos períodos 2,

3, 4 e 5 em comparação aos demais períodos analisados. Tais resultados relacionam-se com as mudanças nas taxas pluviométricas, com chuvas mais frequente nos meses de novembro a janeiro. O mês com maior incidência de chuva na região em estudo é dezembro, com média de 140 mm, coincidindo com o período 5, de maior armazenagem. Por outro lado, após o período chuvoso, mais especificamente a partir do mês de abril a tendência é a estiagem. Mas, devido às mudanças climáticas dos últimos anos, as incertezas e a presença de estiagens vem sendo maiores, isso explica a queda das precipitações logo no início de janeiro de 2023, como representado pelo período 6.



**Gráfico 5**– Média de temperaturas máximas e mínimas nos 8 períodos, compreendendo os 5 primeiros meses do ciclo da mandioca

Nota-se que as temperaturas no intervalo entre os períodos 4 e 5 apresentaram os menores valores. Dessa maneira, esses períodos, devido a temperaturas menores, possuem uma baixa evapotranspiração, reduzindo as perdas de água pelo solo e pelas plantas, contribuindo para uma maior quantidade de água no volume de controle do sistema solo, consequentemente maiores valores de armazenagem de água no solo (Figura 5). Além disso, os períodos com menor temperatura coincidem com os de maior precipitação (Figura 6).

## 5. CONCLUSÕES

Entre os genótipos que apresentaram maiores valores de armazenagem de água no solo, destaca-se os genótipos BR18GS1116, Cigana e BR18GS08434, o que pode representar uma menor eficiência em termos de absorção de água, quando cultivadas nas condições do Semiárido Baiano. Enquanto o menor valor em relação a quantificação de Hz foi encontrado para o BR18GS11154, representando que houve uma maior absorção de água por esse genótipo, mas que não representou a maior produtividade, devido a influência de outros fatores, como o excessivo e prolongado período vegetativo em virtude de distúrbios hormonais, que podem ter sido causado pela bacteriose.

O genótipo BRS Formosa apresentou a maior produtividade em comparação aos

demaís, sendo o mais indicado, em termos de produtividade, levando-se em conta as condições edafoclimáticas da região e a ocorrência da bacteriose .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L.; BICUDO, J. S.; BRACHTVOGEL, E. L.; CURCELLI, F.; AGUIAR, E.B. Interação genótipo ambiente na cultura da mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, 2008, p. 43-53.

ALVES, G. C.; GONÇALVES, G.; SILVA, O. J.; ROSSINI, M. R.; ASSAF, P. F.; FELICIANO, O. P.; NETO, R. S. **XXVI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XXII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e XII Encontro de Iniciação à Docência**. Universidade do Vale do Paraíba, 2022.

ANA, **Agência nacional de águas e saneamento básico**. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília, 2022, p. 132.

ARGENTON, J. ; ALBUQUERQUE, J. A. ; BAYER, C. ; WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 2005, p.425-435.

BRIXNER, L. T. **Otimização de uma agroindústria de processamento de mandioca congelada em arroio do tigre**. 2015.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, A. J.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986, p.94.

CODEVASF, **Companhia de desenvolvimento dos vales do São Francisco e do Parnaíba**, 2017. Histórico da irrigação no Brasil. <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/a-irrigacao-no-brasil>. Acesso em: 12 de dez. 2023.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P. Manejo, eficiência e uso da água em sistemas de irrigação. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Cruz das Almas-BA**, 2013, p.26.

COELHO, M. A. F. Irrigação da cultura da mandioca. **Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA**. 2020, p.12.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise Mensal, Mandioca**. agosto de 2023, Gerência de Fibras e Alimentos Básicos-GEFAB.

COSMO, B. M. N. ; GALERIANI, T. M.; PETRONILIO, A. C; BENETON, A. G.; NOVAKOSKI, F. P. Melhoramento da mandioca. **Revista: Agronomia brasileira**, 2020.

COSTA, C. D. O.; ALVES, M. C.; SOUSA, A. P.; SILVA, H. R.; FILHO, S. N. S.; ARRUDA, O.G. Capacidade de armazenamento de água dos solos sob processo de degradação em uma sub-bacia hidrográfica. **Congresso brasileiro de ciência do solo: O solo e suas múltiplas funções**, 2015. [://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2523.pdf](http://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2523.pdf). Acesso em: 5 de jan. 2024.

COSTA FILHO, O. P. Desenvolvimento e produtividade de mandioca submetida a diferentes frequências de irrigação e espaçamentos de plantio em um latossolo vermelho do cerrado.

**Instituto federal de educação, ciência e tecnologia goiano**, 2018, p.81.

EMRICH, E.B.; LUPPI, M. J. R.; SALDANHA, C. B. Fitotecnia: Algodão e Mandioca. Londrina-PR : **Editora e Distribuidora Educacional S.A.** 2018, p. 192.

EMBRAPA, **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**, 2018. Produção: Mandioca em números. <https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>. Acesso em: 20 de fev. 2024.

EMBRAPA, **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**, 2016. Incidência de Bacteriose da Mandioca (*Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*) no Estado do Pará.

FAO – Organização das nações unidas para alimentação e agricultura. **FAOSTAT**. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 27 maio 2023.

FAO – **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**. 2019 <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 15 de jun. 2024.

FAO, **Organização das nações unidas para a alimentação e a agricultura**, 2014. Dados da produção mundial da mandioca. <http://faostat.fao.org/site/339/default.asp>. Acesso em: 12 de jan. 2024.

FAO, **Organização das nações unidas para a alimentação e a agricultura**, 2013 . Produzir mais com menos: Mandioca. Informe de política. <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/240/o/Refer>. Acesso em: 10 de set. 2022.

FIALHO, J. F.; PEREIRA, A. V. **Importância do controle da bacteriose na cultura da mandioca**. 1999, p.2.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Package ‘ExpDes.pt’**. 2022.

FRIZZONE, J. A. Necessidade de água para irrigação. **ESALQ/USP- Departamento de Engenharia de Biossistemas**; 2017. <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Frizzone>. Acesso em: 01 de fev. 2024.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, J. L. M.; ZOCOLER, J. L. **Planejamento da irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília, EMBRAPA, 2005, p.627.

GEE, G. W.O.R.D. Particle-size analysis. **Methods of soil analysis: Physical methods**. Madison: American Society of Agronomy, 2002, p. 255-289.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023. <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 de jun. 2024.

IBGE – **Instituto brasileiro de geografia e estatística**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA). IBGE; Outubro 2022. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria>. Acesso em: 10 de abr. 2024.

IBGE – **Instituto brasileiro de geografia e estatística**. Levantamento sistemático da produção agrícola. [www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-agricola.html?utm\\_source=landing&utm\\_medium=explica&utm\\_campaign=producao\\_agropecuaria&t](http://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-agricola.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_agropecuaria&t)

= resultados. Acesso em: 25 maio 2023.

JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; ALVES, H. K. M. N. Balanço de água no solo cultivado com palma forrageira em condições de sequeiro e irrigada. **Congresso brasileiro de agrometeorologia**, 2017.

LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: **EDUSP**, 3ª ed., 2018, p. 261-269.

LIMA, J. R. S.; ANTÔNIO, A. C. D.; SOARES, W. A.; SOUZA, E. S.; LIRA, C. A. B. O. Balanço hídrico no solo cultivado com feijão caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, UFRP. 2006, p.89-95.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A. Cultivo da Mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. **Embrapa Agropecuária Oeste**; Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 116 p.

MATOS, F. S.; FELICIO, R.; SILVA, L. M.; NASCENTE, A. C. S.; CUSTÓDIO, J. P. C.; GUIMARÃES, R. R.; SANTOS, P. G. F.; SILVEIRA, P. S. Produtividade de cultivares de mandioca sob déficit hídrico. **Agri-Environmental Sciences**, 2016.

MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar: Dependente de chuva no semiárido**, 2019. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/>. Acesso em: 02 de nov. 2023.

MODESTO, S. M., Jr; ALVES, R. N. B. Cultura da Mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistema de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. **Embrapa, Brasília-DF**, 2016, p.257.

MOTA, J. C. A.; LIBARDI, P. L.; BRITO, A. S.; JÚNIOR, R. N. A.; FILHO, J. A. Armazenagem de água e produtividade de meloeiro irrigado por gotejamento, com a superfície do solo coberta edesnuda. **SciELO**; 2010. <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/kYRMjvpZPZzjZsCfVfNLB8D/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 6 de fev. 2024.

NAGHETTINI, M. **Introdução à Hidrologia Aplicada**. Universidade federal de Minas Gerais Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos. 2012.

OLIVEIRA, J. G., SANTOS, L. J. C., CALEGARI, M. R. Relação solo-relevo em sistema pedológico argissolo-neossolo quartzarênico na região noroeste do estado do paraná: caso de amapor . **Revista Brasileira De Geomorfologia**, 2020. <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1786>

PARREIRA, A. G. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico climatológico para o município de Rio Verde, Goiás. Universidade de Rio Verde – **UniRV**, 2016, p.11.

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas**. Ci. Amb. 2003, p.29-48.

S , M. A. C. **Dispersão do solo para análise granulométrica**. Planaltina-DF, 2021.

SANTANA, M. S.; ANDRADE, E.M.; GIONGO, V.; SALVIANO, A. M.; CUNHA T. J. F.

2018. Impacto da mudança do uso da terra sobre a densidade do solo em Argissolo no Semiárido. **Anais da III Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido.**

SEGABINAZZI, C. M.; SANTOS, L. D.; URROZ, M. A.; SEGABINAZZI, E. M.; SALBEGO, A. G. Caracterização da produção orizícola no rio grande do sul e região fronteira oeste. 9 Salão internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão: O conhecimento vai além das fronteiras. **SIEP**, 2017.

SOLL SURVEY STAFF. **Keys to Soll taxonomy, 9th Edition, United States Department of Agriculture, United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service**, 2003, p. 322.

SOUZA, C. F.; SILVA, C. R.; JÚNIOR, A. S. A.; COELHO, E. F. Monitoramento do teor de água nosolo em tempo real com as técnicas de tdr e FDR. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, Irrigação, 2016, p. 26-42.

SOUZA, C.; ANDRADE, A. P.; LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; SOUZA E, S.; SILVA, I. V. Balanço hídrico da cultura da mamona sob condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2013, p.10.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed, 2017, p.731.

TESTEZLAF, R. Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações. Campinas-SP: Unicamp-FEAGRI, 2017, p. 215.

THOMAS, A. L. **Desenvolvimento da planta de mandioca**. Porto Alegre-RS: Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, 2015, p.36.

THOMAS, P. C.; JÚNIOR, J. J. A; SMIJANIC, K. B. A; MATOS, F. S. A.; SCHINDLER, C. F.; PEREIRA, G. O. Aspectos edafoclimáticos e produtividade da cultura da mandioca. **X Encontro De iniciação Científica: Ciência alimentando o Brasil**. 2016. file:///C:/Users/User/Downloads/ASPECTOS%20edafoclimaticos. Acesso em: 10 de maio. 2024.

TRINDADE, A. V. **Sistema de Produção de Mandioca no Semiárido**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021.





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E  
TECNOLOGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO PRÓ-REITORIA DE ENSINO

ANEXO X

**TERMO DE DEPÓSITO DEFINITIVO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) – A  
SER ENTREGUE AO DOCENTE DA DISCIPLINA**

Pelo presente, eu Deyvid Conceição de Aquino, acadêmico(a)  
do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica, *Campus* Guanambi, Matrícula nº  
20191GBI01GB0017, CPF nº 086.823.315-35, RG nº 15.477.149-05  
Telefone(s): (77) 999852930, E-mail(s): deyvdaquino409@gmail.com,  
encaminho a versão final do Trabalho de Conclusão de Curso, meu trabalho  
intitulado Armazenagem de Água em Solo Cultivado com Oito Genótipos de Mandioca  
aprovado para depósito definitivo pelo(a) Professor(a) Orientador(a) : Professor  
Alexsandro dos Santos Brito  
requisito exigido para conclusão do curso.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** DEYVID CONCEICAO DE AQUINO  
Data: 03/09/2024 15:23:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Em \_\_\_\_\_ de 03

de Setembro de 2024  
Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ALEXSANDRO DOS SANTOS BRITO  
Data: 03/09/2024 20:48:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) estudante

Professor(a) orientador(a)

**ATIVIDADE DO(A) ACADÊMICO(A) DO BACHARELADO EM  
ENGENHARIA AGRÔNOMICA - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
PROTOCOLO DE ENTREGA (DEPÓSITO DEFINITIVO DO TCC)**

Aluno(a): Deyvid Conceição de Aquino

Matrícula: 20191GBI01GB0017

Data de Protocolo: \_\_\_\_\_ Funcionário(a) Atendente: \_\_\_\_\_

Canhoto – Acadêmico(a) Bacharelado em  
Engenharia Agrônômica, *Campus* Guanambi



**PRÓ-REITORIA DE ENSINO (PROEN) – IF Baiano**

Rua do Rouxinol, Nº 115 / Salvador – Bahia – CEP: 41.720-052  
Telefone: (71) 3186-0001. Email: [proen@ifbaiano.edu.br](mailto:proen@ifbaiano.edu.br)  
Site: <http://www.ifbaiano.edu.br>



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E  
TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO PRÓ-REITORIA DE ENSINO**

**ANEXO XI**

**AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO**

**1) IDENTIFICAÇÃO:**

|                          |                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| AUTOR                    | Deyvid Conceição de Aquino                                              |
| RG                       | 15.477.149-05                                                           |
| FONE/EMAIL               | (77) 999852930/ deyvdaquino409@gmail.com                                |
| VÍNCULO<br>INSTITUCIONAL | Aluno da Graduação Bacharelado em Engenharia<br>Agrônômica              |
| TÍTULO DO DOCUMENTO      | Armazenagem de Água em Solo cultivado com Oito<br>Genótipos de Mandioca |

**2) DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO (ASSINALE UMA DAS OPÇÕES):**

(X) Declara que o documento em questão é seu trabalho original, e que detém o direito de concedê-lo e que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

( ) Declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para concedê-los ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

**3) TERMO DE AUTORIZAÇÃO:** Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo a Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Guanambi, a disponibilizar a obra, gratuitamente em seu acervo impresso e/ou digital.

Vale ressaltar que a obra continua protegida por Direito Autoral sob a LEI Número 9.610 de 19 de FEVEREIRO de 1998 – DOU DE 20/2/98.

Em 03 de Setembro de 2024

Documento assinado digitalmente  
 **DEYVID CONCEICAO DE AQUINO**  
Data: 03/09/2024 15:21:49-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) estudante/autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



**PRÓ-REITORIA DE ENSINO (PROEN) – IF Baiano**

Rua do Rouxinol, N° 115 / Salvador – Bahia – CEP: 41.720-052

Telefone: (71) 3186-0001. Email: [proen@ifbaiano.edu.br](mailto:proen@ifbaiano.edu.br)

Site: <http://www.ifbaiano.edu.br>



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO**

**ANEXO XV**

**TERMO DE RESPONSABILIDADE DE AUTORIA**

Eu, Deyvid Conceição de Aquino, Matrícula 20191GBI01GB0017, declaro conhecimento da Lei nº 9.610, de 19.02.98, que altera, atualiza e consolida a Legislação sobre Direitos Autorais, publicada no D.O.U. de 20.02.98, Seção I, pag. 3. Declaro, ainda, ser de minha inteira responsabilidade a autoria do texto apresentado no Trabalho de Conclusão de Curso sob o Título Armazenagem de Água em Solo Cultivado com Oito Genótipos de Mandioca Caso seja indicada utilização indevida, ilegal de textos de autoria de terceiros [sob encomenda, mediante pagamento (ou não)], em desrespeito aos direitos autorais, estou ciente das implicações legais decorrentes do ato que caracteriza crime de plágio.

Em 03 de Setembro de 2024

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** DEYVID CONCEICAO DE AQUINO  
Data: 03/09/2024 15:20:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Assinatura do(a) estudante

# Documento Digitalizado Público

## Juntada de docs TCC II Deyvid Aquino 2024

**Assunto:** Juntada de docs TCC II Deyvid Aquino 2024  
**Assinado por:** Alexandro Brito  
**Tipo do Documento:** ATA  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Público  
**Tipo do Conferência:** Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:  
▪ **Alexandro dos Santos Brito**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/09/2024 20:55:00.

Este documento foi armazenado no SUAP em 03/09/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifbaiano.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

**Código Verificador:** 904731  
**Código de Autenticação:** 958f5c7fee

