

**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS**  
**CURSO: CIÊNCIAS DO MAR E DO AMBIENTE**  
**ESPECIALIDADE: OCEANOGRAFIA E RECURSOS MARINHOS**

**MARIAMA DJULDE SÓ**

**A INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS (TEXTURA E  
DENSIDADE APARENTE) NO CRESCIMENTO DE ARROZ DE “BOLANHA” NAS  
REGIÕES DE OIO E TOMBALI, GUINÉ-BISSAU**

**BISSAU, 2024**

**MARIAMA DJULDE SÓ**

**A INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS (TEXTURA E DENSIDADE APARENTE) NO CRESCIMENTO DE ARROZ DE “BOLANHA” NAS REGIÕES DE OIO E TOMBALI, GUINÉ-BISSAU**

Monografia apresentada à Universidade Lusófona da Guiné como um requisito à obtenção do título de Licenciada em Ciências do Mar e do Ambiente na Especialidade de Oceanografia e Recursos Marinhos, sob a orientação da Mestra. Matilda Merkohasanaj  
Doutorando no Instituto Superior de Agronomia de Lisboa (ISA).

**Orientadora:** Mestra. Matilda Merkohasanaj  
Doutorando no Instituto Superior de Agronomia de Lisboa (ISA).

Email: [mmerkohasanaj@isa.ulisboa.pt](mailto:mmerkohasanaj@isa.ulisboa.pt)

**BISSAU, 2024**

**MARIAMA DJULDE SÓ**

**A INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS (TEXTURA E DENSIDADE APARENTE) NO CRESCIMENTO DE ARROZ DE “BOLANHA” NAS REGIÕES DE OIO E TOMBALI, GUINÉ-BISSAU**

Monografia apresentada à Universidade Lusófona da Guiné como um requisito à obtenção do título de Licenciada em Ciências do Mar e do Ambiente na Especialidade de Oceanografia e Recursos Marinhos, sob a orientação da Mestra. Matilda Merkohasanaj Doutorando no Instituto Superior de Agronomia de Lisboa (ISA).

Aprovado em (dia), de (mês) de 2024

Banca Examinadora:

---

---

---

**Ma. Matilda Merkohasanaj**, Doutorando no ISA  
Orientadora

**BISSAU, 2024**

### DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e ao Profeta Muhammad (s.a.w), porque sem suas bênçãos nada seria possível.

Aos meus pais Raguiato Djaló e Mamadu Aliu Só (em memória), ao meu padrasto Umaro Djaló; e ao meu marido Mamadu Cassamá.

A minha orientadora Matilda Merkohasanaj, pela sua atenção dedicada ao longo de todo este trabalho. E em especial o projeto MALMON e UNIÃO EUROPEIA.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter proporcionado e me encaminhado para esta fase importante da minha vida, sempre me dando sabedoria e dedicação, estando ao meu lado em todos os momentos.

A minha mãe e ao meu marido que sempre me deram força e incentivo para que eu possa alcançar os meus objetivos, que sempre me inspiraram e me fizeram sentir tanta admiração e vontade de viver, dando amor, carinho e educação.

A minha irmã que sempre me apoiou, fornecendo toda assistência, amor, carinho e compreensão que precisei.

A minha família: tios, primos e avós que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, fornecendo todo o apoio necessário para que eu pudesse superar as minhas dificuldades e sempre me ajudando de todas as formas possíveis.

Aos professores que passaram pela minha vida e deram toda a base que me permitiu alcançar os resultados desejados. Em especial a minha orientadora Matilda Merkohasanaj pela paciência, por me acolher e sempre estar disponível, orientando e transmitindo o conhecimento necessário da melhor forma sem medir esforços para que eu pudesse concluir esse (TCC) e evoluir academicamente.

A Universidade Lusófona da Guiné por me conceder a oportunidade de realizar meu sonho e fornecer um ensino de qualidade. Além de proporcionar novas amizades.

Aos meus colegas de curso e amigos que torceram por mim e estarem sempre ao meu lado, nos momentos em que mais precisei.

Agradeço ao Projeto Malmon-DeSIRA e à União Europeia (Grant Contract FOOD/2019/412-700), pelo apoio financeiro e logístico. A todos os parceiros desse projeto pela luta incansável para garantir a segurança alimentar na Guiné-Bissau, em especial a União Europeia. Agradeço a todos os investigadores; os doutorandos em especial Matilda Merkohasanaj por sempre estar disponível para as minhas dúvidas e questões. Tenho certeza de que o trabalho não teria a mesma qualidade sem a sua ajuda; aos estagiários da ULG pela partilha das ideias.

Agradeço a toda a equipa do Laboratório Nacional de Solos e Águas da Guiné-Bissau em especial aos meus colegas da (CMA) pelo excepcional apoio e incentivo que me deram durante este trabalho.

A todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente na minha vida académica.

## RESUMO

A avaliação das qualidades físicas dos solos influi na determinação da capacidade de desenvolvimento das plantas podendo ser medida pelos principais parâmetros como a textura, a densidade aparente, e também como a porosidade, condutividade hidráulica, permeabilidade etc. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da textura e capacidade de retenção de água (densidade aparente) dos solos, durante o ciclo de crescimento do arroz de bolanha salgada nas regiões de Oio e Tombali, Guiné-Bissau. Foi feita uma Pesquisa bibliográfica a fim de encontrar as informações para os solos de Guine e os problemas de cultivo de arroz; e depois uma pesquisa de campo onde foi feita amostragem na capa superficial de solos de bolanha durante o período de Julho-Novembro 2022. Foram coletadas 164 amostras para análise textural e 68 amostras para a densidade aparente do solo, analisados através do método de densímetro (Bouyoucos) para a análise textural e o método do cilindro para a densidade aparente no Laboratório Nacional de Solos e Água. Com base nos resultados texturais obtidos foi possível determinar as classes texturais de cada região. A classe predominante foi a textura argilosa; os resultados para a retenção de água foram satisfatórios, porque 51% das amostras apresentaram valores não críticos e apenas 4% das amostras tiveram valores críticos de densidade aparente. Para a análise textural, conclui-se que a percentagem de argila 40% é muito superior se for comparado com a percentagem de areia; Consequentemente 40% é a percentagem que pertence aos TMs e AMs onde a produtividade é boa, pois os solos da textura argilosa e franca apresentam densidade aparente menor e têm a capacidade de reter a água e de armazenar nutrientes; Enquanto, nos viveiros, o solo é arenoso e a sua densidade aparente é maior, possui baixa capacidade de reter a água e de armazenar nutrientes (têm muitas limitações nutricionais,) portanto existem biotas muito pobres onde o cultivo do arroz nestes viveiros são muito problemáticos e muitas vezes produzem uma biota de muito baixa qualidade. Estes resultados demonstram que esses são as principais propriedades físicas que influenciam de maneira direta o crescimento de arroz.

**Palavras-chaves:** Análise de solo, textura, densidade aparente, Regiões de Oio e Tombali, Guiné-Bissau.

## ABSTRACT

The evaluation of the physical qualities of soils influences the determination of the plants' development capacity and can be measured by main parameters such as smoothness, apparent density, and also porosity, hydraulic conductivity, permeability, etc.

This work aimed to analyze the influence of texture and water retention capacity (apparent density) of soils, during the rice growth cycle in salted farm in the regions of: Oio and Tombali, Guinea-Bissau.

A bibliographical search was carried out in order to find out information on the soils of Guinea and the problems of rice cultivation; and then a field research where sampling was carried out in the surface layer of farm soils from July to November 2022.

164 samples were collected for smoothness analysis and 68 samples for the apparent density of the soil, analyzed using the densimeter method ( Bouyoucos) for textural analysis and the cylinder method for apparent density at the National Soil and Water Laboratory. Based on the textural results obtained, it was possible to determine the textural classes of each region. The predominant class was clayey texture; the results for water retention were satisfactory, because 51% of the samples presented non-critical values and only 4% of the samples had critical values for apparent density.

For the textural analysis, it is concluded that the percentage of clay is 40% and it is much higher compared to the percentage of sand; Consequently, 40% is the percentage that belongs to TMs and AMs where productivity is good, as clayey and loamy soils have a lower apparent density and have the capacity to retain water and store nutrients; While, in the nurseries, the soil is sandy and its apparent density is greater, it has a low capacity to retain water and store nutrients (they have many nutritional limitations), therefore there are very poor biotas where rice cultivation in these nurseries is very problematic. and often produce very low quality biota.

These results demonstrate that these are the main physical properties that directly influence rice growth.

**Keywords:** Soil analysis, texture, apparent density, Oio and Tombali Regions, Guinea-Bissau.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1: Representação da divisão administrativa da Guiné-Bissau e as áreas de estudo em círculos vermelhos .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Figura 2: Morfologia geral e esboço geomorfológico da Guiné-Bissau.	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Figura3: Representações das vegetações terrestres.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b> 3
Figura 4: Representação das vegetações aquáticas.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b> 3
Figura 5: Representação das espécies raras.....	<b>Erro! Marcador não definido.</b> 4
Figura 6: Mapa de representação de região de Oio (tabanca de Ntchugal e Malafu em amarelo), região de Tombali sul (tabanca de Cafine e Cafale em vermelho)..	26
Figura 7: (a) Perfil de trajectória da catena; (b) distribuição dos diferentes pontos de amostragem.....	27
Figura 8: (a)Agitação manual das amostras; e (b) leitura das amostras.....	31
Figura 9: (a) pesagem do cilindro depois de secagem; (b) diferentes cilindros usados para a densidad aparente .....	33
Figura 10: Fases de formação de um solo..	36
Figura 11: (a) Representação cultivo de em Guiné-Bissau; (b) representação cultivo de arroz em India (c) representação cultivo de arroz em China.....	38
Figura 12: Diagrama triangular de classificação da textura em % de argila, limo e areia.....	41

### TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Materiais usados para a análise textural.....	32
<b>Tabela 2:</b> Materiais usados para determinar a densidade aparente do solo.....	34

<b>Tabela 3:</b> Estatísticas descritivas das amostras de solo para as três agroecologias: Viveiros, Tidal Mangrove” - TM (Mangal das Marés), Associated Mangrove - AM (Associadas ao Mangal) ;(total de amostras de solo n=164).....	49
---	----

## GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Precipitações e temperaturas medias para o ano 2021 das estações meteorológicas do projeto Malmon na região de Oio (setor de Mansôa “N’ Tchugal e Malafo”) e na região de Tombali (setor de Bedanda “Cafine”).....	21
<b>Gráfico 2:</b> Classes texturais mais representa para as duas regiões (resultados de 164 amostras analisadas).....	44
<b>Gráfico3:</b> Classes texturais para a região de Oio (resultados de 58 amostras analisadas).....	45
<b>Gráfico 4:</b> Classes texturais para a região de Oio (resultados de 82 amostras analisadas).....	46
<b>Gráfico 5:</b> Resultados da densidade aparente do solo.....	47
<b>Gráfico 6:</b> Relação da textura e densidade aparente do solo.....	48

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FAO	Organização das Nações Unidas para a alimentação e a Agricultura
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
AM	Associate Mangrove (Associado ao mangue)
TM	Tidal Mangrove (Mangue das marés)
DGEDR	Direção Geral de Engenharia e Desenvolvimento Rural
CMA	Ciências do Mar e do Ambiente
ULG	Universidade Lusófona da Guiné
INE	Instituto Nacional de Estatística
TFSA	Terra Fina Seca ao Ar
M	Material de origem
C	Clima
O	Organismos vivos
R	Relevo
T	Tempo
S	Solo
U.S.D.A	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
MTP	Método do torrão parafinado
MAV	Método do anél volumétrico

## Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	Erro! Marcador não definido.
<b>RESUMO</b> .....	Erro! Marcador não definido.
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>VII</b>
FIGURAS.....	VII
TABELAS.....	VII
GRÁFICOS .....	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
3.1. OBJECTIVO PRINCIPAL .....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>4. PROBLEMA</b> .....	<b>15</b>
<b>5. HIPÓTESE</b> .....	<b>16</b>
<b>6. METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
6.1. TIPOS DE PESQUISAS UTILIZADOS NESSE ESTUDO ....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
6.2. DESCRIÇÃO GERAL DE GUINÉ-BISSAU.....	17
6.2.1. Localização geográfica e a divisão administrativa.....	17
6.2.2. Geomorfologia e geologia.....	18
6.2.3. Clima.....	20
6.2.4. Hidrologia.....	21
6.2.5. Os Solos .....	22
6.2.6. Flora e Fauna.....	22
6.3. ÁREAS DE ESTUDO.....	24
6.3.1. Região de Oio.....	25
6.3.2. Região de Tombali .....	25
6.4. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM IN SITU.....	26
6.5. METODOLOGIA DE ANÁLISES DO LABORATÓRIO .....	28
6.5.1. Metodologia de análise textural do solo.....	28
6.5.2. Metodologia de análise de densidade aparente de solo .....	29
6.6. PROCEDIMENTO DO LABORATÓRIO .....	30
6.6.1. Análise de Textura .....	30

6.6.2. Análise de Densidade Aparente .....	32
<b>7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>34</b>
7.1. DEFINIÇÕES IMPORTANTES PARA OS SOLOS .....	34
7.2. OS SOLOS DE MANGAL .....	36
7.3. NUTRIENTES DO SOLO .....	37
7.4. MANEJO E USO SUSTENTÁVEL DO SOLO .....	39
7.5. A PRODUÇÃO DE ARROZ .....	40
7.5.1. A produção de arroz na Guiné-Bissau.....	41
7.6. TEXTURA E DENSIDADE APARENTE, DUAS PROPRIEDADES IMPORTANTES DO SOLO 41	
7.6.1. Textura do Solo .....	41
7.6.2. Classificação da textura.....	42
7.6.3. Densidade Aparente do solo.....	44
<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
8.4. TEXTURA DE SOLOS .....	45
8.5. DENSIDADE APARENTE DE SOLOS .....	47
8.3. RELAÇÃO ENTRE TEXTURA E DENSIDADE APARENTE DO SOLO .....	48
8.4. RELAÇÃO ENTRE TEXTURA E NUTRIENTES DO SOLO .....	49
<b>9. DISCUSSÕES.....</b>	<b>51</b>
9.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA .....	51
9.2. DENSIDADE APARENTE DO SOLO .....	52
9.3. NUTRIENTES DO SOLO .....	52
<b>10. CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>11. RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>12. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Guiné-Bissau é fortemente dependente dos recursos naturais e dos serviços prestados pelos ecossistemas e está situada numa zona potencialmente sensível aos efeitos das alterações climáticas. Desta forma, a cultura do arroz é importante para a segurança alimentar.

O país se divide em duas grandes regiões agro-geológicas: o litoral e o planalto do interior. Esta divisão se deve as características dos solos, do relevo e do clima do país (PABLO SIDERSKY, 1986).

Oio e Tombali são as regiões mais favorecidas na prática de orizicultura na Guiné-Bissau, devido a sua situação geográfica; também são as principais zonas costeiras onde se pratica a produção de Arroz de Bolanha Salgada.

Bolanha - é um termo utilizado em português e crioulo, de origem guineense, e é caracterizada como lugar de planície fértil que se encontram a margem dos rios inundados na estação chuvosa e durante alguns tempos na estação seca, zona em que se pratica agricultura e principalmente a orizicultura (ABIBE TAVARES, 2019).

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um cereal de cultivo muito específico no que diz respeito a sua adaptabilidade em diversas formas de produção e em especial a sua adaptação no sistema hídrico. Portanto, ele é produzido em seguintes sistemas de produção: orizicultura por inundação e orizicultura do sequeiro (MEDINA, 2008).

A textura e a densidade aparente do solo são propriedades do solo com elevada preocupação para a ciência do solo, devido a sua importância nos processos agrícolas e na produção de diferentes culturas, esses fatores influenciam de forma direta o crescimento das plantas e em especial o crescimento de arroz, através da retenção de água nos poros. Portanto, são fatores limitantes da disposição de água para o cultivo e o crescimento radicular da planta.

Desta forma é preciso analisar diversos fatores como: o tipo de cultura aplicada, a disponibilidade de água, o clima da região e a disponibilidade de nutrientes (CENTENO et al. 2017), que depende do tipo e características do solo, a fim de ter uma visão global dos fatores que influenciam diretamente na produtividade das culturas.

A produtividade de plantas depende do conteúdo dos elementos de nutrição mineral, da disponibilidade de água e ar do solo. Por esta razão (DINIZ FILHO et al (2007), afirma que a geração atual e as futuras dependem diretamente do manejo sustentável do solo, por fim aumentar os benefícios socioeconómicos e desfrutar deles pela eternidade.

## 2. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica sob o aumento do conhecimento das condições físicas de solo, focalizando mais no estudo sobre a sua influência no crescimento do arroz de “bolanha”.

Os guineenses consideram o arroz como produto fundamental, porque é a sua base alimentar. A Guiné-Bissau possui condições climáticas favoráveis para o cultivo e o desenvolvimento saudável do arroz, entretanto, é de suma importância pesquisar sobre o arroz e os fatores que favorecem ou limitam o seu crescimento. Para isso, é necessário aprofundar o nosso conhecimento sobre o arroz e as suas condições de crescimento para que os nossos agricultores possam praticar uma agricultura sustentável.

As condições de solo e as suas características físico-químicas são muito importantes para ter uma boa produção de cultivo de arroz. As capacidades de manter água é fundamental para ter uma boa produção, e por isso que nós decidimos avaliar propriedades como a textura e a densidade aparente de solos de mangal.

Este trabalho serve como um dos elementos importantes para a nossa comunidade agrícola, porque ao ter contacto com estudos académicos em principais problemas agrícolas, os agricultores podem ter um olhar mais positivo sobre a agricultura.

Por outro lado, este trabalho assume uma tarefa de grande relevância, pois vai aumentar as produções existentes no campo académico, porém sabemos que existem ainda poucas bibliografias deste género na Guiné, e servirá para os futuros pesquisadores nesse campo pedólogo, e também para ter respeito e avaliar o esforço enorme que os agricultores fazem e reconhecer as suas dificuldades. A minha paixão para essa temática surgiu desde quando era criança, pois, achava difícil o trabalho agrícola considerando pouco os ganhos que vinham desse trabalho e no momento em que consegui a bolsa no projeto “MALMON”, falei com a minha orientadora (Matilda) logo decidimos escolher as regiões de Oio e Tombali. As leituras que fiz dos autores que abordaram sobre o mesmo tema e as análises laboratoriais que fiz, me fez ganhar mais conhecimento nos temas de solo e a sua importância na agricultura.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJECTIVO PRINCIPAL

Analisar a influência da textura e capacidade de retenção de água dos solos durante o ciclo de crescimento do arroz de bolanha.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Fazer uma classificação e descrição das diferentes texturas e capacidade de retenção de água (mediante parâmetros de densidade aparente) das bolanhas de mangal em estudo;
- ✓ Analisar as referidas propriedades (textura e densidade aparente) e definir o grau de sua influência no crescimento do arroz.
- ✓ Comparar os dados obtidos no laboratório com os dados já publicados por outros investigadores, a fim de verificar até que ponto esses parâmetros limitam ou favorecem o crescimento de arroz.

#### 4. PROBLEMA

O solo é a base do sistema terrestre e principalmente do sistema alimentar onde 95% da nossa alimentação vem do solo, e é uma razão muito forte porque sua condição deve nos preocupar.

A maioria das bolanhas da Guiné-Bissau se enfrentam com a vulnerabilidade de produção, devido às difíceis condições físicas e químicas dos solos, entre outros fatores.

A semelhança de outras propriedades físicas do solo, a textura e a densidade aparente (principal indicador de capacidade de retenção de água), influenciam de forma direta o crescimento das plantas e em especial o crescimento de arroz, através da retenção de água nos poros. Portanto, são fatores limitantes da disposição de água para o cultivo, e o crescimento radicular da planta.

Um dos principais problemas que tentamos dar resposta é: Como a textura e a densidade aparente do solo influenciam o crescimento do arroz? Existem limitações no crescimento do arroz de bolanha devido aos problemas desses parâmetros?

## 5. HIPÓTESE

Partindo do pressuposto que a textura e densidade aparente do solo são parâmetros físicos que influenciam no crescimento das plantas e em especial a planta de arroz, contudo os solos produtivos atualmente não dependem unicamente destes parâmetros, porque os sistemas de manejo dos solos tornaram estes solos independentes desses parâmetros.

Acredita-se que a textura e a densidade aparente do solo são parâmetros físicos importantes que podem influenciar o crescimento do arroz, contribuindo no envolvimento radicular e conseqüentemente na absorção de água e nutrientes para as plantas.

- (a) Até que ponto os solos de arroz de Bolanha Salgada limitam ou favorecem o crescimento do arroz. Há varias limitações estruturais dos solos no planalto.
  
- (b) Há diferenças texturais nas duas regiões de estudo e quais são.

## 6. METODOLOGIA

*Metodologia* é o estudo dos caminhos a serem seguidos para fazer um determinado trabalho; através de métodos, técnicas e orientações que possibilitem coletar, pesquisar, organizar, classificar, registrar, interpretar etc., dados e fatos, favorecendo a maior aproximação possível com a realidade.

### 6.1. TIPOS DE PESQUISAS UTILIZADOS NESSE ESTUDO

- *Pesquisa bibliográfica* foi o procedimento utilizado para coletar dados, através da leitura, análise e interpretação de diversas teses, dissertações, monografias e artigos já publicados na internet, apoiando na busca de informações relacionadas com a temática do estudo.

Durante esta etapa, foram analisadas figuras, gráficos, quadros, contido nas informações bibliográficas pesquisadas ou que estiveram essencialmente ligados ao tema. Com a finalidade de familiarizar-se com o tema em estudo.

Esta pesquisa contém os seguintes procedimentos:

- a) Levantamento bibliográfico preliminar;
  - b) Busca das fontes;
  - c) Leitura do material;
  - d) Redação do texto.
- *Pesquisa de campo* feita através da observação e recolha das amostras no campo, com a finalidade de analisar os dados obtidos, a fim de estabelecer ligação aos conceitos do tema estudado.

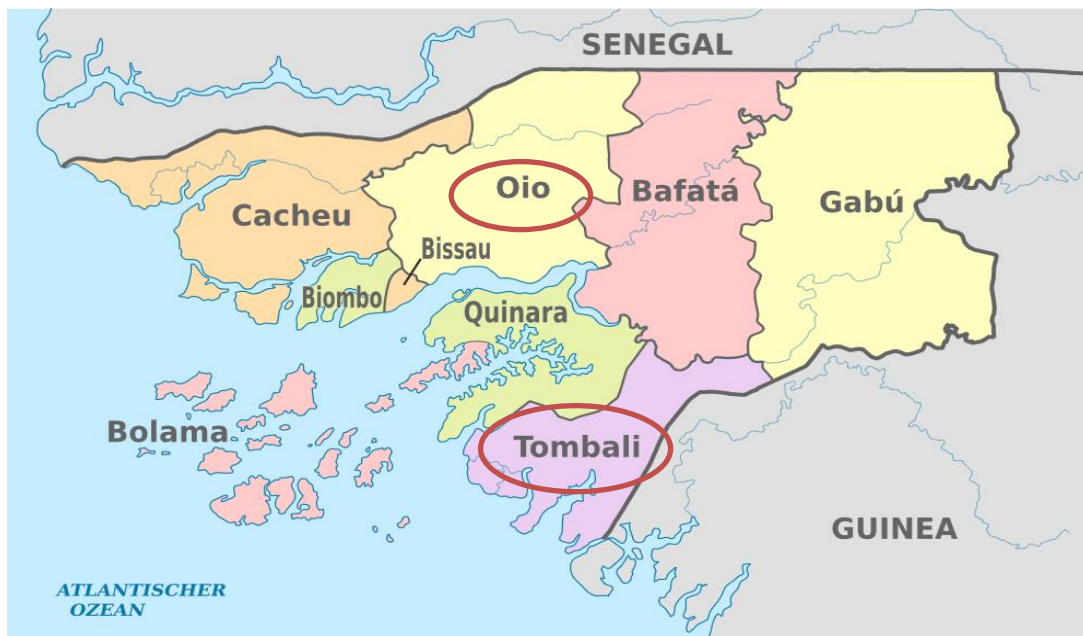
### 6.2. DESCRIÇÃO GERAL DE GUINÉ-BISSAU

#### 6.2.1. Localização geográfica e a divisão administrativa

A República da Guiné-Bissau se localiza na costa ocidental da África, fazendo fronteira ao Norte com o Senegal, ao Sul e a Leste com Guiné-Conacri e a Oeste com o

Oceano Atlântico, o seu território cobre cerca de 36.125km<sup>2</sup> de Superfície (VICENTE MENDES, 2021).

A Guiné-Bissau está **dividida administrativamente** em: um setor autónomo que é Bissau e três províncias: Norte, Sul e Leste, dentro destas províncias estão distribuídas as regiões: Na província Norte ficam as regiões de Biombo, Cacheu e Oio; na província Leste temos a Bafatá e Gabu e na província Sul estão Bolama dos Bijagós, Quínara e Tombali. Estas regiões são subdivididas em setores (que possuem um administrador) e estes setores por sua vez se dividem em secções que apresentam um secretário e administrador que alberga várias tabancas ou bairros; além do seu território continental, também integra dentro desse território cerca de 90 ilhas e ilhéus (MONTEIRO, 2009).



**Figura 1:** representação da divisão administrativa da Guiné-Bissau e as áreas de estudo em círculos vermelhos.

Fonte: researchgate.org (2012) Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Guinea-Bissau\\_administrative\\_divisions\\_-\\_de\\_-\\_colored.svg](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Guinea-Bissau_administrative_divisions_-_de_-_colored.svg)

### 6.2.2. Geomorfologia e geologia

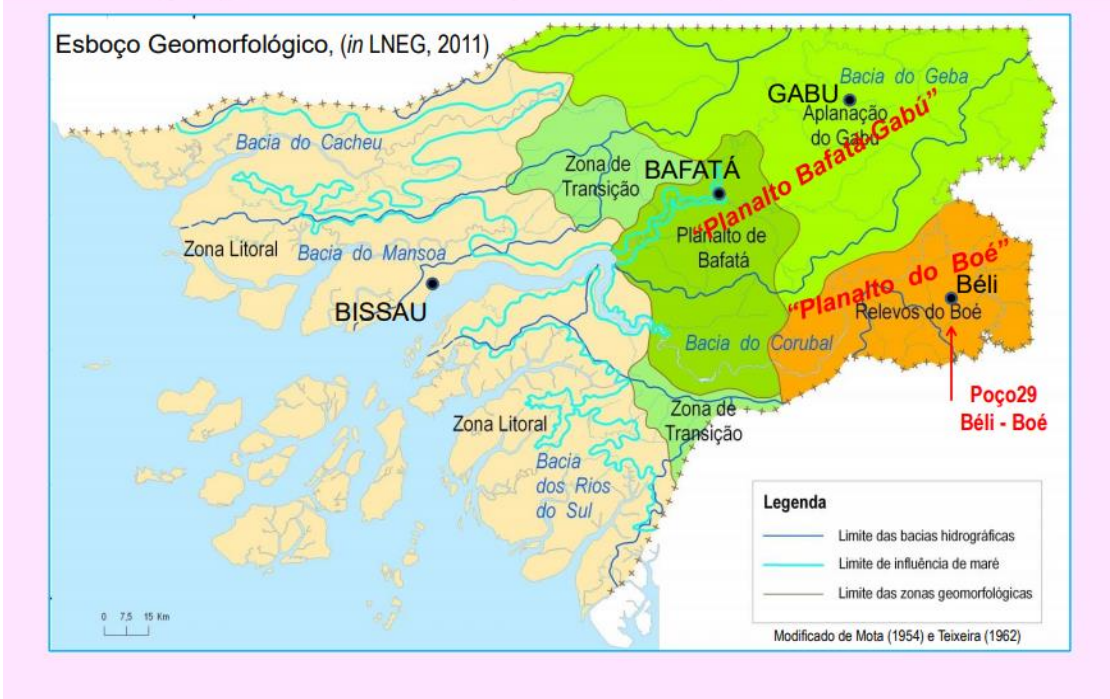
O território do país é caracterizado por um relevo simples e pouco acentuado, onde a altitude máxima atinge 300m nas imediações dos maciços de Futa Djalo junto da fronteira com Guiné-Conacri, mas algumas partes do território é constituído por terras baixas com altitude inferior a 50m do nível do mar (MEDINA, 2008), com penetrações internas entre o

mar e a terra, facilitando a entrada de maré até 100km do interior das terras (MONTEIRO, 2010).

Levando em consideração a sua geomorfologia, o território se dividi em zonas distintas:

Uma **costa atlântica** formada por estuários, pântanos, mangues e florestas; **Arquipélago dos Bijagós** que alberga cerca de 40 ilhas, com pouca elevação; **Planícies** que se encontra acima do nível do mar, que são atravessados por grandes rios das quais fazem parte: Curubal, Cacheu, Mansoa, Geba e Rio Grande de Buba; e ao Leste possui **colónias e planaltos** com altitudes máximas de 300m (MONTEIRO, 2010). **As Zonas de transição**, situam-se ambas imediatamente a leste do limite inferior das marés: a de Forrea que estabelece a transição entre o planalto de Bafatá e as colinas de Boé, e a de Oio a norte para o planalto de Bafatá e a peneplanície do Gabu.

## Morfologia geral e esboço geomorfológico da Guiné-Bissau



**Figura 2:** Morfologia geral e esboço geomorfológico da Guiné-Bissau

**Fonte:** suburbanodigital.blogspot.com (2021), disponível em: <https://suburbanodigital.blogspot.com/morfologia-geral-e-esboco.html>

No que diz respeito a **geologia**, a Guiné-Bissau, possui uma margem passiva e é caracterizada geologicamente em dois (2) domínios: a metade (w) preenchida de sedimentos espessos da bacia Mezocenoica, este processo ocorreu em pro-graduação na dependência da

abertura do atlântico, e a outra metade (E) é ocupada pelo substrato com rochas paleozoicas e precâmbricas, pouco florantes, porque geralmente se encontram cobertas de sedimentos pouco espessos de Cenozoico terminal (ALVES et, al. 2012).

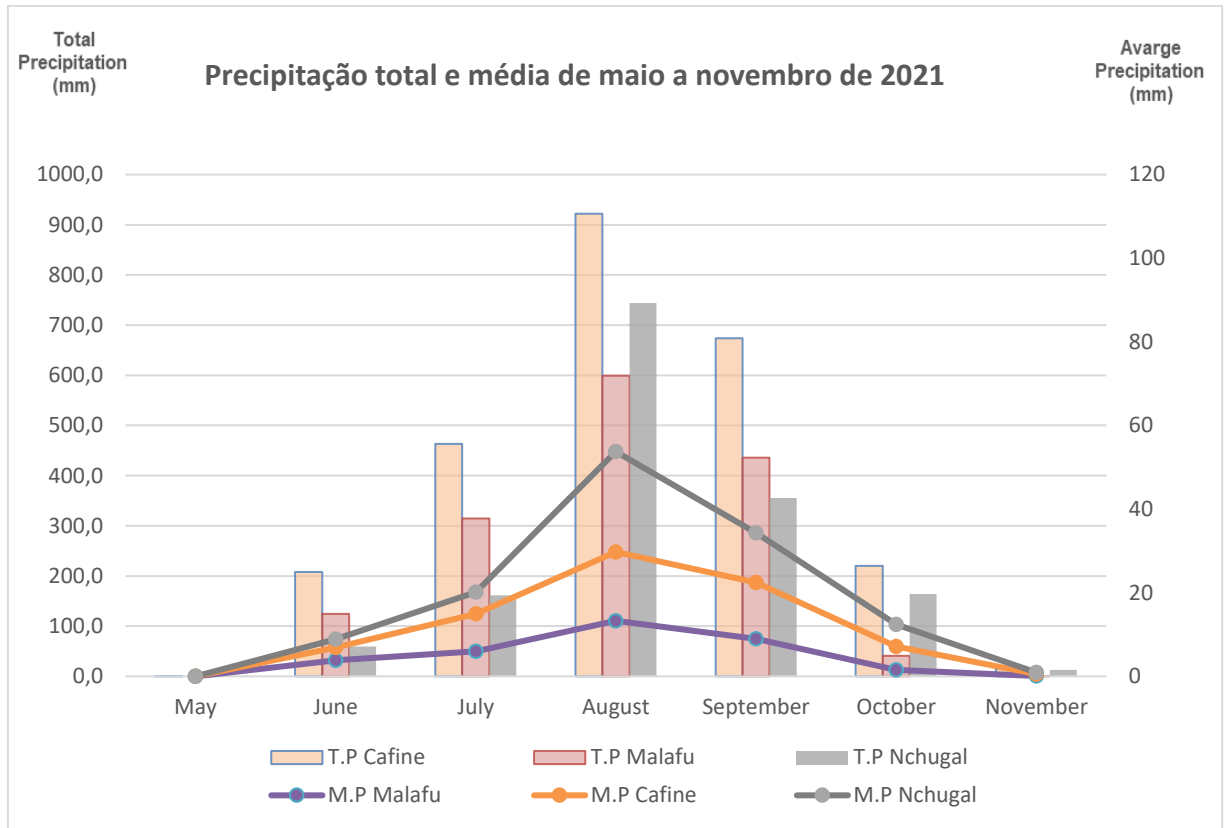
Levando em consideração ao conceito de **jazigo ou depósito mineral**, que é um recurso ou reserva mineral com valor económico (empregar direta ou indiretamente vários jovens, receita para a finança pública e no local- bens e serviços prestados pelas entidades empresariais).

Na Guiné-Bissau foram confirmados os seguintes recursos minerais: jazigo de fosfato na zona Norte na região de Oio, concretamente no setor de Farim e na zona Leste na região de Gabu, concretamente no Planalto de Boé foi confirmado os Bauxites de Boé (ALVES et, al. 2012).

### **6.2.3. Clima**

O clima da Guiné-Bissau é tropical húmido, com duas estações do ano: estação das chuvas (de Maio a Outubro) e estação seca (de Novembro a Abril); Julho, Agosto e Setembro são meses mais chuvosos (gráfico: 1), os meses mais frios são Dezembro e Janeiro.

A média da precipitação anual varia entre 1500 mm no Norte e 2000 mm no Sul do país; a temperatura anual varia entre (24°C a 27°C) e a humidade relativa média é muito acentuada (cerca de 70%) este fator é influenciado fundamentalmente pela pluviosidade, regime dos ventos e pela proximidade a costa (MEDINA,2008; MONTEIRO, 2010).



**Gráfico 1:** Precipitações e temperaturas médias para o ano 2021 das estações meteorológicas do projeto Malmon na região de Oio (setor de Mansôa “N’Tchugal e Malafo”) e na região de Tombali (setor de Bedanda “Cafine”).

#### 6.2.4. Hidrologia

A Guiné-Bissau apresenta uma rede hidrográfica muito penetrativa com uma área extensa ocupada por lodo, mangal e areia; o país se divide praticamente em duas regiões: a zona litoral e a zona interior, esta divisão se deve ao limite de influência das marés (ALVES et, al. 2012).

De acordo com a (figura 2), o país apresenta cinco (5) bacias: bacia hidrográfica do Cacheu, bacia do Geba, bacia do Mansoa, bacia hidrográfica do Curubal e a bacia dos rios do Sul. Portanto, a sua bacia hidrográfica é constituída por cursos de água limitantes, associados a uma vasta rede de diferentes bocanas e canais de água de diferentes localidades.

### 6.2.5. Os Solos

Na Guiné-Bissau, os solos são geralmente de formação recente (SIDERSKY, 1986), existem ricas aluviões (depósito sedimentar) nas bolanhas que se encontram nas zonas das rias, estas aluviões são consideradas os melhores solos da África Ocidental (BIAI, 2009).

Segundo MADINA 2008, os solos existentes na Guiné-Bissau são:

Os solos hidromórficos marinhos que são denominados solos dos mangais, este grupo de solo forma os estuários e os litorais inundados, portanto, são muito utilizados para o cultivo de arroz de bolanha salgada;

Os chamados solos hidromórficos continentais são aqueles que geralmente são inundados na época chuvosa (pequenos vales ou bas-fonds, depressões inundadas, lalas), estes solos são aptos para a agricultura do arroz nas zonas baixas;

Os solos de planalto ferralítico e ferruginosos tropicais são aqueles que apresentam a capacidade para a plantação, anualmente e para o cultivo das árvores;

O grupo dos solos líticos e litossolos são formados por cascalhos ou pedras, são solos com pouco desenvolvimento e valor agrícola precário;

Os denominados regossolos se encontram ao longo da costa e são formados principalmente por areia e cobre.

### 6.2.6. Flora e Fauna

A Guiné-Bissau é um país com muita **diversidade florística**, dada a sua localização geográfica, que é numa zona de transição regional Guineo-Congoleza/Sudanesa, essa zona é caracterizada por tipos de floresta aberta de transição, formando um ecossistema de transição entre a mata (floresta) densa Guineo-Congolesa a sul, a mata (floresta) aberta e savana arborizada sudanesa, a Norte e Leste (CATARINO & INDJAI, 2019).

Os fatores que influem na diversidade florística são: a natureza dos solos, fatores climáticos como a pluviosidade e as condições locais do solo ou substrato.

Segundo (CATARINO & INDJAI, 2019), existem duas principais formas de vegetação no país (vegetação terrestre e aquática), que têm as suas subdivisões:

➤ **Vegetação terrestre**

- A. **Floresta densa** ou mata fechada que apresenta arvores muito próximas umas da outra e vive sempre húmida (humidade que vem do litoral);
- B. **Floresta aberta** é um subtipo da floresta densa, mas que apresenta as copas das árvores um pouco mais afastadas uma da outra;
- C. **Savana arborizada**- vegetação geralmente arbustiva, caracterizada pela casca da árvore grossa, os galhos retorcidos e as raízes longas. Ela se adapta ao clima de duas estações.



A) Floresta densa

B) Floresta aberta

C) Savana

**Figura 3:** Representação das vegetações terrestres.

Fonte: odemocratagb.com, disponível em: <https://www.odemocratagb.com>

➤ **Vegetação aquática**

- A. **Galerias florestais**- que se encontram nas margens alagáveis dos rios e lagos; formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água.
- B. **Mangais** – ficam nas zonas costeiras e estuarinas e apresentam raízes aéreas.



A) Galerias florestais

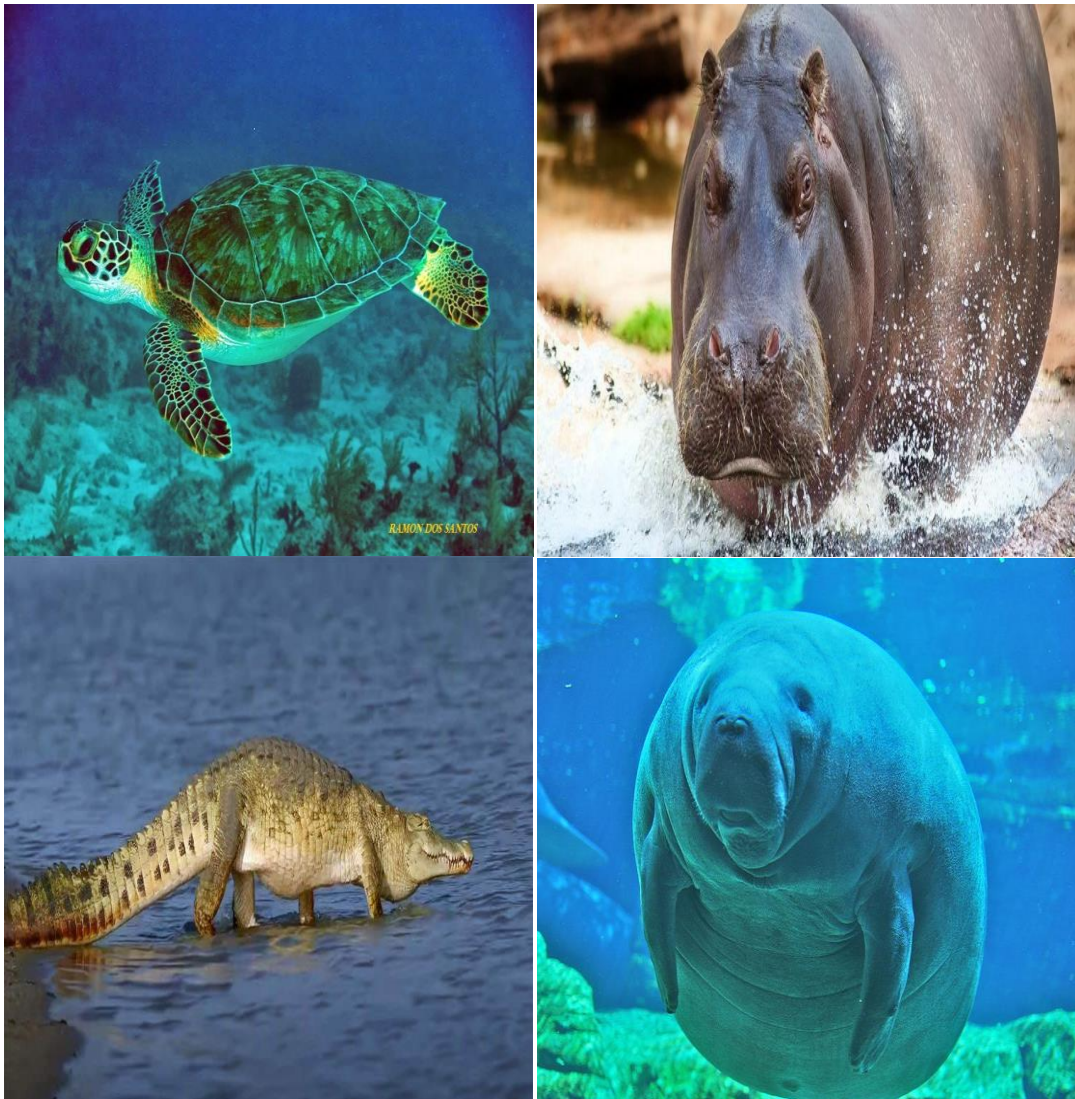


B) Floresta de mangais

**Figura 4:** Representação das vegetações aquáticas.

O país tem uma considerável **diversidade faunística**, porque pode ser encontrada grande diversidade de mamíferos, répteis, peixes...

Cerca de 800 mil aves migram para o país, concretamente no (arquipélago dos Bijagós), fazendo com que a região seja uma das mais importantes zonas da África Ocidental; além da avifauna, esta é a zona conhecida como o local mais importante da África para a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a Guiné-Bissau alberga com abundancia espécies raras como o hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), o crocodilo do Nilo (*Crocodylus niloticus*), o manatim (*Trichechus senegalensis*) entre outros (OZORIO & LIMA, 2019).



A) Tartaruga-verde, B) hipopótamo, C) crocodilo do Nilo e D) manatim

**Figura 5:** Representação das espécies raras.

### 6.3. ÁREAS DE ESTUDO

**Oio e Tombali** foram as zonas escolhidas pelo **projeto Malmon** por serem as principais zonas costeiras onde se pratica a produção de **Arroz de Bolanha Salgada**.

### 6.3.1. Região de Oio

Região de Oio se limita a Leste pela região de Bafatá, ao Norte pela República do Senegal, a Noroeste pela região de Cacheu e Biombo e ao Sul pelo rio Geba (ANDRADE, 1995). Oio está localizado entre as bacias dos dois grandes rios, Mansoa e Geba e a tabanca de N'tchugal esta localizada no braço do rio Mansoa; esta região é constituída por cinco sectores: Bissorã, Farim, Mansabá, Mansoa e Nhacra; com a superfície de 5.403 km<sup>2</sup> e número de habitantes estimadas em 215.259 (INE, 2009).

Tem um **clima** tropical húmido com duas estações do ano: chuva e seca, os dados de precipitação para o ano 2021 mostraram uma **precipitação total** de 1500mm e uma **temperatura média** de 27,3°C (gráfico 1: Estação Meteorológica de Malmon em Ntchugal).

A população desta região é mais de etnia Balanta, que tradicionalmente são grandes cultivadores de arroz.

### 6.3.2. Região de Tombali

A **região de Tombali** se encontra nas planícies do litoral situado no extremo Sudoeste da Guiné-Bissau. (SIDERSKY, 1986), concretamente entre as bacias dos rios Cumbija e Cacine. Se dividi em cinco (5) sectores (Catió, Komo, Bedanda, Cacine e Quebo) e 34 seções. De acordo com os dados de Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2009 a região tem uma população estimada em 91.089 habitantes, em que (78%) se encontra na zona rural, setor de Bedanda (24%) e Catió (22%) (MENDES E MIGUEL, 2023).

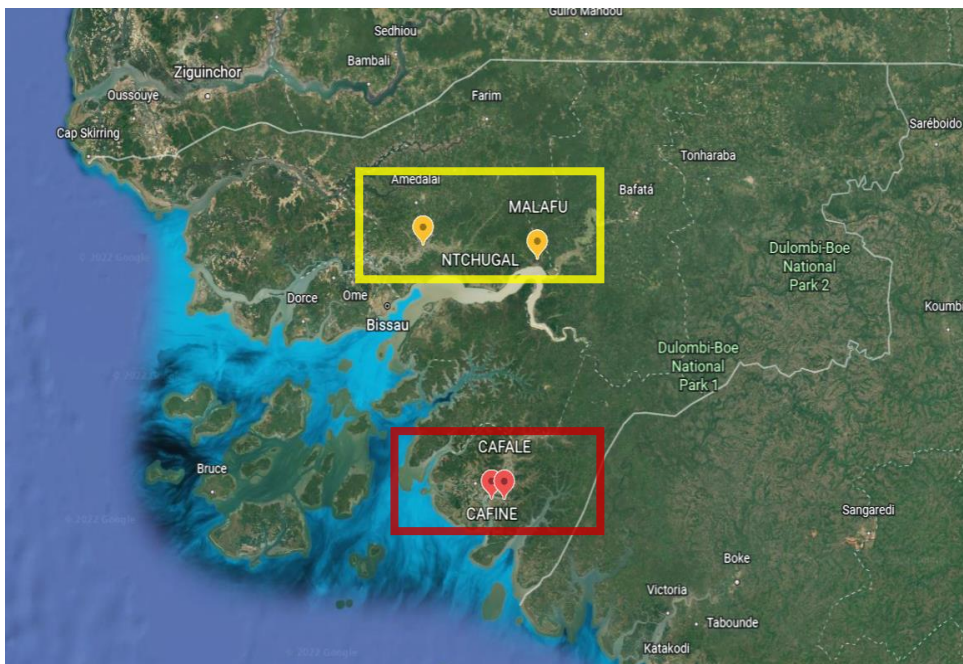
A região de Tombali é uma das regiões do país que tem influência direta do Oceano Atlântico, assim possuindo estuários largos e profundos, também coberta por grandes extensões de manguezais, pântanos e florestas densas (INE, 2009).

**O seu relevo** se forma de uma planície enorme de altitude baixa, com áreas inundadas, planícies bem drenadas, áreas alagadas e com braços dos rios e corpos d'água. Esta região tem um **clima** tropical húmido, com duas estações do ano: chuva e seca, com total de precipitação **anual** de 2500 mm para o ano 2021 e a **temperatura anual** média para 2021 foi de 27°C (gráfico 1: Estação Meteorológica de Malmon em Cafine); nos solos destacam-se os:

feralsolos, e fluvisolos, gleissolos e arenossolos em pouca escala (MENDES E MIGUEL, 2023).

A população desta região é mais de etnia Balanta, que tradicionalmente são grandes cultivadores de arroz, porque a situação geográfica da região também favorece essa prática. Os arrozais são instalados em terras baixas que geralmente foram conquistadas pelos mangais (SIDERSKY, 1986).

Segundo (TEMUDO, 2009) os sistemas de cultivo de arroz na região de Tombali são: de bolanha salgada, do "m'pampam" e de água doce; um dos fatores que facilitam a sobrevivência desse povo, além da realização da agricultura, é a riqueza e a diversidade dos recursos naturais disponíveis.



**Figura 6:** Mapa de representação de região de Oio (tabanca de Ntchugal e Malafu em amarelo), região de Tombali sul (tabanca de Cafine e Cafale em vermelho).

#### 6.4. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM IN SITU

Foi feita amostragem na capa superficial de solos de bolanha nos 20 primeiros centímetros durante o período de Julho-Novembro 2022.

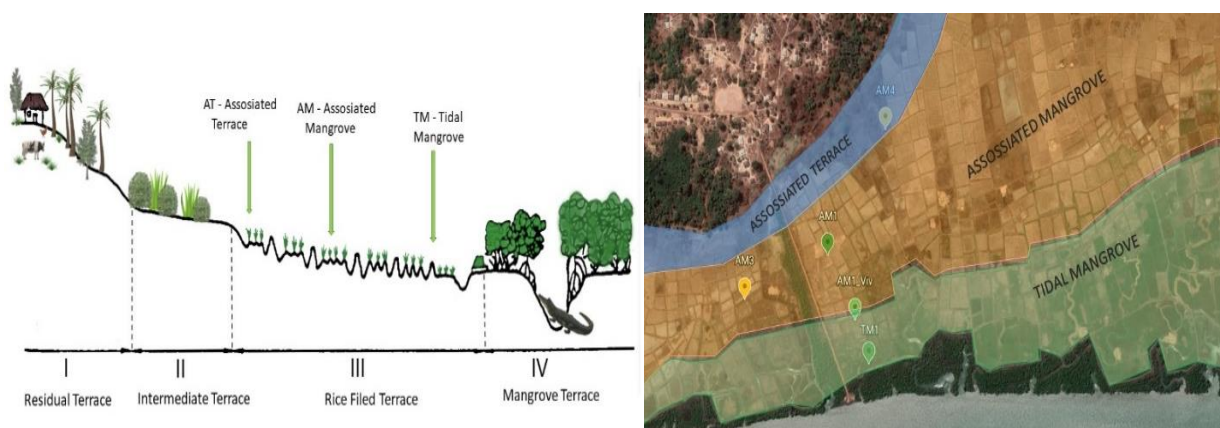
A amostragem foi feita em três pontos diferentes da catena, iniciando do plano superior, perto das casas (onde os agricultores colocam os viveiros do arroz). Este é apenas o caso de região de Oio, onde os viveiros/biotas são plantados perto dos solos ao lado das casas. Ao contrário da região do Tombali, os agricultores colocam os viveiros diretamente nas Bolanhas, preferencialmente aquelas mais próximas ao "tarrafe" onde a disponibilidade de água é garantida.

Em continuação, a amostragem continua durante o período de plantação nas bolanhas de "tarrafe", as chamadas "*Tidal Mangrove*" - TM (Mangal das Marés) que ocupam menos de 20% da área total das bolanhas, e as Bolanhas do meio, as chamadas "*Associated Mangrove*" - AM (Associadas ao Mangal) que ocupam o resto 80% das bolanhas.

Assim como o próprio nome indica, as TM são campos de produção de arroz sempre influenciados pelas marés e água salgada, e ficam alagados/inundados durante a maior parte do ano. No entanto, os AMs são Bolanhas que não sofrem influência do mar, e são influenciados por enchentes durante a estação chuvosa, de modo que permanecem secos durante a maior parte do ano.

A *catena* é a variação topográfica de solos que se originaram de um mesmo tipo de rocha (SILVA et, al 2010).

A *topografia* é a inclinação e a declividade do terreno, a orientação e a curvatura da superfície terrestre (CAMPOS, 2012).



**Figura 7:** (a) Perfil de trajetória da catena; (b) distribuição dos diferentes pontos de amostragem.

Nas respectivas agroecologias identificadas (TM; AM), foram recolhidas amostras compostas (5 amostras para 30-50 m<sup>2</sup>) na primeira camada superficial de 20cm (onde se concentra o desenvolvimento principalmente da parte radicular do arroz).

Um total de 164 amostras onde, 33 amostras foram coletadas durante o período seco (no mês de abril de 2022), 58 amostras foram coletadas durante o período da posta dos viveiros (Julho- Agosto de 2022) e 73 amostras coletadas durante o período de transplante/pranta nas bolanhas (Agosto-Setembro de 2022).

Como resultado, 164 amostras foram recoletadas para análise imediata no laboratório de solos e água (**Direção Geral de Engenharia e Desenvolvimento Rural - DGEDR**).

Para a densidade aparente do solo, a amostragem foi feita no mês de Julho até Setembro - de ano 2022, foram recoletadas 68 amostras do solo para determinar a sua densidade aparente, das quais foram coletadas com o auxílio do trado para coleta das amostras indeformadas juntamente com cilindros (anéis) metálicos de diâmetro 5 cm no centro das camadas de 0-20 cm.

A amostragem foi feita com cuidado, evitando a compactação do solo no interior do cilindro.

## 6.5. METODOLOGIA DE ANÁLISES DO LABORATÓRIO

### 6.5.1. Metodologia de análise textural do solo

Existem dois métodos para análise granulométrica do solo: **(i) método de pipetagem e (ii) método de densímetro**; ambos consistem em determinar as principais frações granulométricas que compõem um tipo ou classe do solo, através da técnica de sedimentação que se baseia na lei de Stokes porque é a lei que permite calcular os tempos de sedimentação necessário para que todas as frações de solo (areia, argila e silte) percorram uma determinada distância que corresponde à profundidade à qual será feita a decantação.

Estes dois, se divergem na técnica de sedimentação, porque no primeiro método a sedimentação se faz através do cilindro de Koettgen, enquanto, no segundo método a sedimentação se faz em provetas de litro pelo hidrómetro com 2 horas de decantação (VETTORI & PIERANTONI, 1968).

Em 1850, G.G. Stokes, definiu uma fórmula conhecida por “**Lei de Stokes**”, que diz: a velocidade está diretamente proporcional com o diâmetro da partícula, porque quanto maior for a partícula maior é a sua velocidade e vice-versa (COOPER, 2015).

O cálculo da velocidade de sedimentação das partículas é estabelecido pela lei de Stokes, porque nos permite calcular os tempos de sedimentação necessário para que todas as

frações de solo percorram uma determinada distância que corresponde à profundidade à qual será feita a decantação.

Lei de Stokes:  $v = g D^2$

Os símbolos dessa fórmula significam o seguinte:

$v$  é a velocidade de sedimentação das partículas;

$D$  é o diâmetro das partículas;

$g$  é a força gravítica;

$\rho_1$  é a massa volúmica das partículas;

$\rho_2$  é a massa volúmica do meio em que se dá a sedimentação; e

$\eta$  é a viscosidade desse meio.

*O método de densímetro* foi introduzido em (1927) por Bouyoucos nos Estados Unidos e melhorado por Casa Grande em 1934, sendo também um método útil para muitos propósitos (JORGE et, al 1985).

Para análise textural dos solos foi utilizada a técnica de sedimentação com o método de Bouyoucos, através da lei de Stokes. Com a finalidade de determinar as principais frações granulométricas que compõem um tipo ou classe do solo e que são normalmente separadas em areia, silte/limo e argila.

### 6.5.2 Metodologia de análise de densidade aparente de solo

Para determinar a densidade de solo, as amostras devem ser com solos húmidos, pois, os solos muito secos podem ser umedecidos a fim de obter uma coleta mais adequada. Também deve medir e anotar as dimensões do cilindro que contém a amostra, com esses dados, calcular o **volume do cilindro** (TEIXEIRA et. Al, 2017).

A determinação da densidade do solo envolve duas etapas, a obtenção da massa da amostra por pesagem e a determinação de seu volume, o volume pode ser obtido por meio da coleta de amostra com cilindro de volume conhecido, adequadamente amostrado com sua estrutura indeformada.

Segundo o autor Paulo (TEIXEIRA et al, 2017) existem diferentes métodos para determinar a densidade do solo:

**Método do cilindro (anel) volumétrico** é o método em que o valor da massa é obtido por pesagem e o valor do volume através da coleta de amostra de solo com estrutura indeformada através de um cilindro com o volume interno definido.

**Método da proveta** é aquele em que o valor da massa é obtido por pesagem depois dos constituintes do solo dessa amostra ficarem muito juntos dentro da proveta até o volume pré-determinado. Essa metodologia não é recomendada para solos com textura mais fina, e sim para solos arenosos.

**Método do torrão parafinado**, com esse método também a massa é obtido por pesagem e o valor do volume pelo deslocamento de água depois da impermeabilização de um torrão com parafina fundida.

**Método de monólito** foi desenvolvida para solos cascalhentos. Nesse também o valor da massa se obtém por pesagem e o volume pelo deslocamento do líquido depois da impermeabilização do monólito com verniz.

Para o presente trabalho foi selecionado o **método do cilindro (anel) volumétrico**. O método considerado padrão e é o mais utilizado dentre os métodos da determinação de densidade do solo (PIRES et al, 2011).

## 6.6. PROCEDIMENTO DO LABORATÓRIO

### 6.6.1. Análise de Textura

Depois das amostras foram levadas ao laboratório de solos para a realização de análise textural, elas foram secadas no forno de secagem por 48 horas em uma temperatura indicada de 105°C. Em continuação as amostras foram moídas e peneiradas com malha fina de 2 milímetros para que se possa obter a terra fina. Para cada amostra foi pesada 50 gr de solo para os cilindros de 1000 ml, e 60 gr para os cilindros de 1205 ml (depois de usar uma metodologia de calibração).

Em continuação, cada quantidade de amostra pesada foi colocada numa jarra de agitação, adicionando 150 ml de água de torneira e 10 ml de solução de calgon a fim de acelerar a dispersão das frações (areia, silte e argila). O processo de agitação foi feita através de um agitador mecânico rotativo no mínimo 10 minutos. As amostras de 50 gr agitada em continuação foi passada individualmente na proveta de 1000 ml e as de 60 gr para proveta de 1025 ml, o volume das provetas foram completadas com a água de torneira.

**A solução de calgon** é um dispersante químico que se prepara da seguinte forma:

75 gr de hexametáfosfato

14,28 gr de carbonato de sódio

2 L de água destilada

A amostra foi homogeneizada com agitador manual e deixada 30s em repouso, foi colocada o densímetro realizando a primeira leitura e ao mesmo tempo introduzido o hidrómetro determinando a temperatura do líquido; As leituras foram feitas 5 vezes:

1<sup>a</sup>----0,5 (30s)

2<sup>a</sup>----1 (60s)

3<sup>a</sup>----120 (2h)

4<sup>a</sup>----420 (7h)

5<sup>a</sup>----1440 (24h)

O procedimento é mesmo para todos esses minutos, exceto a agitação manual que se faz apenas na 1<sup>a</sup> leitura.



Figura 8: (a) Agitação manual das amostras; e (b) leitura das amostras

**Os dados obtidos** da leitura de cada amostra foi introduzida numa folha programada de Excel, a fim de ter as percentagens de areia, limo e argila; para poder classificar as diferentes amostras.

É muito importante tirar a leitura da temperatura para que se possa fazer o ajuste do seu efeito sobre a densidade do líquido, porque a temperatura do líquido influi na velocidade de sedimentação das partículas.

Não utilizamos a água destilada, porque é uma análise física do solo, portanto os elementos químicos que estão na água não podem influenciar a análise. Mas se fosse uma análise química a água deveria ser destilada ou desionizada, porque senão for, os elementos químicos contidos na água podem influenciar a análise.

Materiais	
Amostra do solo (terra fina seca ao ar)	Água normal
Forno elétrico	Agitador mecânico
Moinho de solo	Cilindros de sedimentação de 1000ml e de 1205ml
Balanço analítico	Agitador manual
Espátula	Termómetro
Placa de petre para a balança	Densímetro
Jarra para a agitação mecânica	Cronómetro para contar os segundos
Dispersante químico (solução de calgon)	Folhas de orientação
Bolão volumétrico de 2000ml	Água normal
Erlemaier (para colocar a solução de calgon)	Agitador mecânico
Amostra do solo (terra fina seca ao ar)	Cilindros de sedimentação de 1000ml e de 1205ml
Forno elétrico	Agitador manual
Moinho de solo	Termómetro

**Tabela 1:** Materiais usados para a análise textural.

### 6.6.2. Análise de Densidade Aparente

Depois das amostras indeformadas (dentro do cilindro de volume conhecido), foram levadas ao laboratório de solo para a realização de análise de densidade aparente, cada

amostra indeformada foi colocada acima de um **recipiente (contentor)** numerado e de massa conhecida, em continuação elas foram pesadas para que se possa ter **o valor do peso húmido** e depois colocadas no forno elétrico a 105°C por 48h para determinar a densidade pelo método de anel volumétrico. Depois delas ficarem secas foram pesadas outra vez, a fim de obter o valor do peso seco.

### Cálculo da densidade do solo

Em que:

$D_s$  – Densidade do solo, em  $\text{kg dm}^{-3}$  (equivalente a  $\text{g cm}^{-3}$ ).

$m_a$  – Massa da amostra de solo seco a 105 °C até peso constante, em g.

$V$  – Volume do cilindro, em  $\text{cm}^3$ .



**Figura 9:** (a) Pesagem do cilindro depois de secagem; (b) diferentes cilindros usados para a densidad aparente.

Os dados obtidos de densidade aparente do solo foram submetidos a análise de variância usando o programa estatístico.

### Materiais

Cilindro (anel) volumétrico com diâmetro de 5 cm	Trado
--	-------

Forno elétrico com temperatura de 105 °C	Balanço analítico
Recipiente ou contentor	

**Tabela 2: Materiais usados para determinar a densidade aparente do solo.**

## **7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1. DEFINIÇÕES IMPORTANTES PARA OS SOLOS**

**O solo** é um **sistema coloidal** muito complexa, constituído por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos, é a **camada superficial da crosta terrestre** que serve de meio natural para o crescimento das plantas; é considerado um corpo tridimensional (sólidos orgânicos e inorgânicos, líquidos e gasosos), porque um solo em

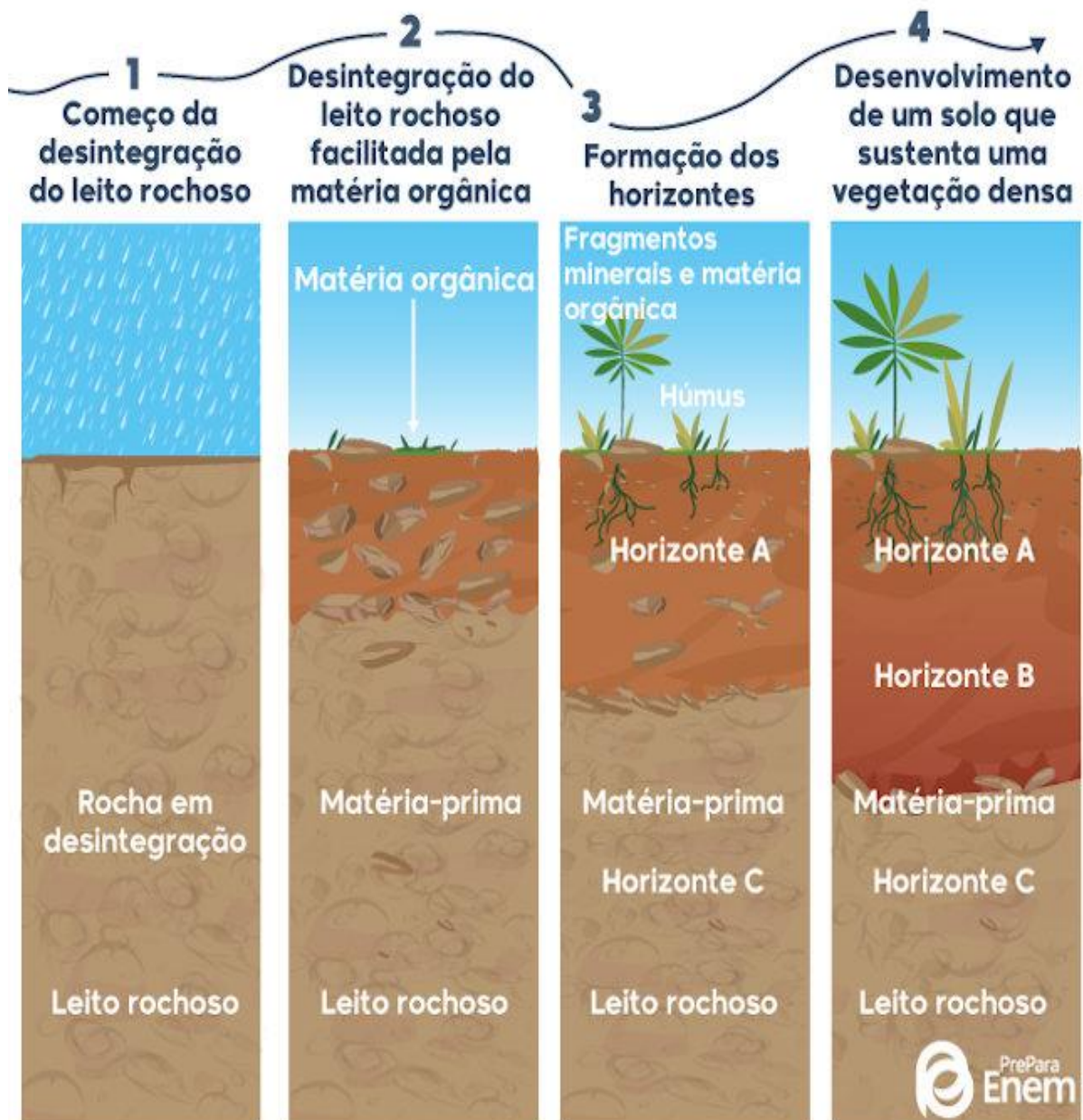
condições ideais, apresenta 50% de componentes sólidos, 15% a 35% da fase líquida e de 35% a 15% de componentes da fase gasosa; essa variação da percentagem dos dois últimos componentes se deve a quantidade de água presente no solo (KITAMURA, 2004).

Segundo (KLEIN E LIBARDI, 2000), *o solo* é reservatório de água para as plantas, ele é afetado pelo seu manejo e por agricultura com conseqüente mudança da dinâmica e retenção de água nos poros.

*O solo* é um corpo natural que pode levar 50, 100, 200 ou mais anos para a sua formação, mas a sua destruição pode levar apenas alguns dias ou horas para acabar; exemplo: um solo vulnerável devido a falta de florestação, se estiver exposto a uma chuva torrencial de (50 mm), poderá destruir até 3 cm desse solo (DINIZ FILHO et al (2007)).

De acordo com o (TEIXEIRA GUERRA E GARRIDO MACHADO, 1996) o solo é formado pelos seguintes fatores: material de origem (M), clima (C), organismos vivos (O), relevo (R) e tempo (T); Portanto, foi estabelecido uma representação da relação do solo (S) com seus fatores de formação, através da seguinte expressão simbólica:  $S = f(M, C, O, R, T)$ .

*O solo* é formado a partir da decomposição das rochas, através da ação conjunta entre os processos químicos, físicos e biológicos (**Figura 10**), esses processos são responsáveis pela pulverização da rocha em partículas pequenas designadas de frações ou granulometria. Ele é separado em duas principais camadas ou horizontes: horizonte (A) que se encontra na superfície do solo e em seguida o horizonte (B) que é a camada mais profunda do solo (LIMA, 2001).



**Figura 10:** Fases de formação de um solo.

**Fonte:** preparaenem.com, **disponível em:** <https://www.preparaenem.com/geografia/solo.htm>

## 7.2. OS SOLOS DE MANGAL

*Os mangais* são estruturas vegetais que se desenvolvem predominantemente na interface de dois meios, marinhos e terrestre. E são encontrados na zona de água salgada ou salobra e podem estender-se até a zona sob a influência da maré.

Segundo (BAPTISTA, 2019) o mangal se desenvolve junto a foz de rios, lagunas costeiras e estuários, vai até a zona que é influenciado pela maré.

*O ecossistema de mangal* é constituído por um conjunto de árvores e arbustos que conseguem viver em ambientes salinos e que se desenvolvem nas zonas estuarinas, baías e até nas zonas que sofrem a influência das marés, portanto apenas as espécies ou plantas (como arroz de bolanha salgada) que resistem a salinidade, disponibilidade de nutrientes e nível de oxigénio no solo que podem viver ali (TERREZA ALVES & CAMILA SOUSA, 2007).

Este ecossistema, por ser um dos ecossistemas com valor biológico muito alto, como é o caso do seu solo que também tem uma utilidade económica e cultural muito elevado no que diz respeito a produção de arroz de bolanha salgada, tem privilégio para ser protegido e conservado por causa da sua enorme potencial nessa produção e também por fornecer oportunidade de atração para os agricultores, principalmente pela possibilidade única da natureza que esses solos dão para a cultura de (arroz de bolanha salgada).

### 7.3. NUTRIENTES DO SOLO

Os nutrientes do solo ou fertilizantes do solo são substâncias químicas essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, eles são absorvidos pelas plantas através das raízes, em um processo conhecido como absorção radicular. A falta dos nutrientes pode levar a uma diminuição no crescimento das plantas, bem como a uma redução na qualidade e quantidade da produção (BARROS, 2020).

#### 7.3.1. Tipos de nutrientes do solo

Os elementos minerais são classificados em dois grupos: os macronutrientes e os micronutrientes. Os macronutrientes podem ser subdivididos em primários ou principais: Azoto (N), Fósforo (P) e Potássio (K), e os macronutrientes secundários: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S). Sendo os primários, absorvidos pelas plantas em maior quantidade, que os secundários.

Macronutrientes – são os elementos que a planta necessita em quantidades elevadas. Os macronutrientes mais importantes para o desenvolvimento das plantas são: nitrogênio, fósforo e potássio. Além desses, são também essenciais para as plantas o cálcio, magnésio e enxofre.

Micronutrientes — são aqueles dos quais a planta precisa em quantidade muito pequena. E nesse grupo os mais essenciais são: boro, cloro, molibdênio, cobre, ferro, zinco e manganês.

Os nutrientes encontram-se no solo na forma orgânica ou mineral:

### **Matéria Orgânica**

A matéria orgânica do solo é formada por biomassa viva, constituída por fragmentos de plantas e animais e por microrganismos, raízes mortas e outros resíduos vegetais em decomposição, material orgânico de dimensões microscópicas em solução e uma mistura amorfa e complexa de substâncias orgânicas com dimensões coloidais, entre eles, o húmus. É principalmente no húmus que residem as propriedades coloidais da matéria orgânica que lhe conferem uma capacidade de troca catiónica muito superior a da argila, conferindo ao solo características favoráveis à produção agrícola e florestal; o teor de matéria orgânica do solo não ultrapassa, geralmente, o valor de 5% na camada superficial (0 – 0,20 m), mas é a sua existência que torna o solo vivo. A ausência deste constituinte, como acontece nas regiões áridas (com valores inferiores a 0,1%), torna o solo apenas no suporte físico das plantas que nele vegetam. A matéria orgânica dos solos é o principal fornecedor de nutrientes às espécies vegetais (para além dos fertilizantes), necessitando previamente de ser mineralizada (MENDES, 2007).

Os principais nutrientes do solo são nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

- **Azoto (N)**

O azoto é o nutriente que mais frequentemente limita o crescimento e o desenvolvimento das espécies vegetais. A maioria das plantas absorve o azoto sob a forma de ião nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), embora uma pequena percentagem do azoto total utilizado possa ser absorvido sob a forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) ou, como no caso das leguminosas, a partir do azoto atmosférico. Na ausência desse elemento, o principal processo bioquímico afetado na planta é, justamente, a síntese proteica, com consequências no seu crescimento. O amarelecimento ou clorose das folhas mais velhas, como sintoma de deficiência de N, decorre da inibição da síntese de clorofila. Plantas com excesso de N apresentam folhas de coloração verde escura, com folhagem succulenta, tornando-a mais suscetível às doenças e ataque de insetos ou deficits hídricos (MENDES, 2007).

- **Fósforo (P)**

O fósforo é, de um modo geral e relativamente ao azoto e ao potássio, absorvido em menores quantidades pelas espécies vegetais e apresenta um comportamento no solo que o diferencia, A disponibilidade do P do solo para as espécies vegetais depende de vários fatores, entre os quais se salienta a reação do solo. Assim, em solos ácidos, a maior parte do P encontra-se adsorvido à superfície dos minerais de argila e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, sob formas insolúveis e de reduzida disponibilidade para as plantas. Ainda em solos ácidos, podem ocorrer reações de precipitação do P, envolvendo o ferro e o alumínio, formando-se precipitados insolúveis, o que o torna indisponível. Ele atua a nível da respiração e da produção de energia, atuando também, na divisão celular, aumentando-a. Faz parte de substâncias de reserva, como o amido e os albuminoides. Facilita a floração, aumenta a frutificação e antecipa a maturação, intensificando a resistência das plantas, às doenças. Contribui para o crescimento do sistema radicular e é um fator de quantidade e de qualidade nas culturas (BARROS, 2020).

- **Potássio (K)**

O potássio é o nutriente que é absorvido pelas plantas em maiores quantidades; solos ricos em potássio podem, nalguns casos, promover a redução da absorção de magnésio, originando deficiências daquele nutriente.

A concentração do K nos tecidos vegetais pode apresentar grande variabilidade em função da espécie e do manejo cultural utilizado. Valores mais comumente encontrados, situam-se na faixa de 1,0 a 3,5 dag/kg. Seu papel tem pouco em comum com o desempenhado pelo N, P e S (MENDES, 2007).

#### 7.4.MANEJO E USO SUSTENTÁVEL DO SOLO

O uso sustentável do solo tem sido um tema de grande interesse, por razão da elevada atividade antrópica, conseqüentemente, aumenta a preocupação com o uso racional e a qualidade desses recursos (ARAÚJO et al.,2007). Com esta preocupação se busca alternativas tecnológicas que possibilitem o uso correto do solo e, com o resultado de ter uma agricultura sustentável (STEFANOSKI ET AL., 2013).

Para a atividade agrícola, o solo é um elemento de grande relevância, porque serve de suporte as plantas e também fornece água e nutrientes para o seu desenvolvimento (LIMA, 2007).

A produtividade de plantas depende do conteúdo dos elementos de nutrição mineral, da disponibilidade de água e ar do solo. Por esta razão o DINIZ FILHO et al (2007) afirma que a geração atual e as futuras dependem diretamente do manejo sustentável do solo, por fim aumentar os benefícios socioeconómicos e desfrutar deles pela eternidade.

### 7.5.A PRODUÇÃO DE ARROZ

O **arroz** (*Oryza sativa L.*) é uma planta muito específico no que diz respeito a adaptabilidade às diversas formas de produção e, em especial, ao sistema hídrico. Portanto, ele é produzido nos seguintes sistemas de produção: orizicultura por inundação e orizicultura do sequeiro (MEDINA, 2008).

Essa planta é constituída por raízes, caule, folhas e panículas; se adaptada aos solos saturados, mas se desenvolve melhor em solos não saturados (GUIMARÃES, 2002)



Figura 11: (a) Representação cultivo de em Guiné-Bissau; (b) representação cultivo de arroz em Índia (c) representação cultivo de arroz em China.

Fonte: eos.com, disponível em: <https://eos.com/pt/blog/plantacao-de-arroz>

A **Orizicultura** é uma atividade económica e social muito importante, é o cultivo alimentar considerado mais importante em muitos países em desenvolvimento, porque coopera para diminuir a fome e a pobreza, como também pode proporcionar a melhor qualidade de vida, nas formas de produção sustentável (MADRUG et, al. 2005).

De acordo com MADRUG et, al. 2002, os dados de Embrapa, afirmam que no mundo são cultivados anualmente cerca de 150 milhões de hectares de arroz, com essa cultura são produzidos 590 milhões de toneladas e que o sistema de cultivo mais utilizado nestas produções é o cultivo irrigado com 75%.

### 7.5.1. A produção de arroz na Guiné-Bissau

*A produção de arroz* é uma prática que atua com muita força na economia Guineense, além de ser um produto que desempenha um papel fundamental na dieta alimentar (nutricional) deste povo, também a sua produção representa um símbolo para a cultura do povo Guineense. É uma prática que quase todas as sociedades que compõem essa população realizam, mas a maior concentração do cultivo se localiza na zona rural do país. (BLATA, 2019).

A variedade de produção de arroz na Guiné-Bissau foi influenciada pelos seguintes fatores: a dimensão ecológica, demográfica e histórica do próprio país (MEDINA, 2008).

Consideram-se quatro **sistemas de produção**: 1) Arroz pluvial de planalto, localmente designado por m'pampam; 2) Arroz pluvial de zonas baixas interiores periodicamente inundadas, bolanha de água doce ou de bas-fond; 3) Arroz pluvial de zonas costeiras, bolanha salgada ou arroz de mangrove; e 4) Arroz irrigado, bolanha de água doce, cultivado em planícies adjacentes a rios de curso permanente.

A terceira **arroz pluvial de zonas costeiras, bolanha salgada ou arroz de mangrove** se relaciona com o nosso trabalho.

## 7.6.TEXTURA E DENSIDADE APARENTE, DUAS PROPRIEDADES IMPORTANTES DO SOLO

### 7.6.1. Textura do Solo

A **textura do solo** é uma das propriedades físicas mas importantes do solo, uma vez que está relacionada com a parte externa do solo, ela refere especificamente da quantidade relativa de areia, argila e silte existente num determinado solo (OLIVEIRA et, al. 2014), sem importar da sua composição química, cor ou peso.

A análise **granulométrica do solo** é um dos métodos que permite, antes do plantio, conhecer um determinado solo no que refere sobre a sua capacidade de suprir nutrientes e também de reter a água para as plantas; é a forma mais simples e eficiente de conhecer a textura de um solo a fim de poder determinar a sua capacidade de produção (CARDOSO et.al., 2009).

A *escala Atterberg* é o sistema adotado pela Sociedade Internacional de Ciências do Solo e pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (U.S.D.A), para apresentar a composição granulométrica dos solos, com base no diâmetro das suas partículas (KITAMURA, 2004).

Segundo (KITAMURA, 2004; MARCOLIN & KLEIN, 2011) Considerando ao tamanho, as partículas minerais do solo indicam propriedades e comportamentos diferentes:

A **fração areia** é constituída de grão simples, soltos, chamados de terra fina com o tamanho limitado entre o diâmetro superior a 0,05 até 2,0 mm; ela é composta por minerais primários (quartzo) e é a fração que permite a maior filtração de água e ar no solo, mas com baixa capacidade de retenção de água;

A **fração limo** refere-se as partículas minerais de diâmetro superior a 0,002mm e inferior a 0,02mm, portanto é considerado a fração intermediária entre a argila e a areia; possui mais quantidade de poros e de tamanho menor, retendo mais água;

A **fração argila** refere-se a fração mineral do solo com o diâmetro das partículas individuais menores que 0,002mm; por ter diâmetro mais reduzido, tem a maior capacidade de retenção de água e possui lento movimento de ar e água no solo.

### 7.6.2. Classificação da textura

Para a distinção das classes dos solos, foi estabelecido um critério comum nos sistemas taxonômicos conhecido como **classificação textural** (KITAMURA, 2004).

A **classificação granulométrica** é o caminho pelo qual diferentes tipos de solos são organizados e distinguidos em função das frações predominantes dos diversos diâmetros de partícula que os compõem.

O **diagrama triangular** – foi proposto pelo Soil Survey Staff, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, neste diagrama (figura:12), estão delimitados as diferentes classes texturais do solo (KITAMURA, 2004).

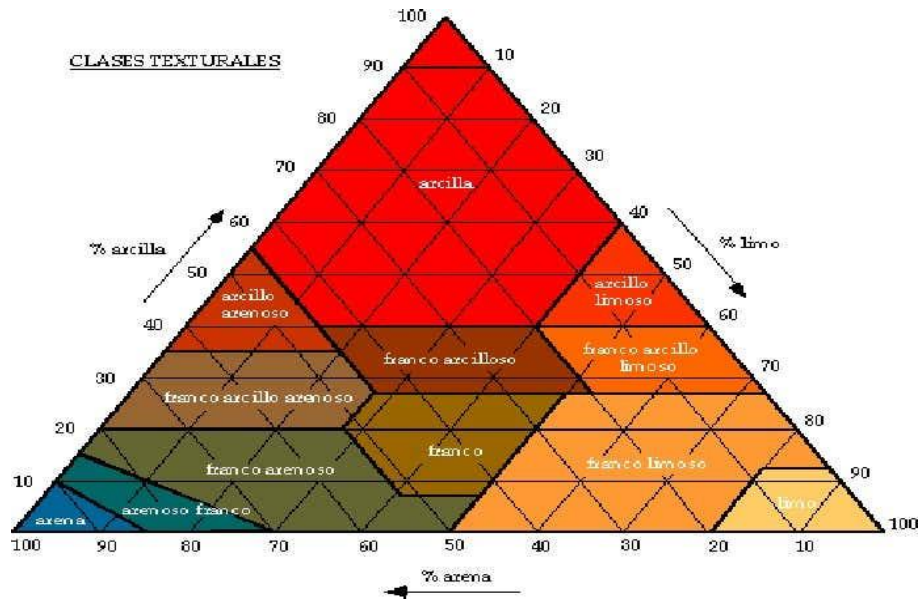


Figura 12: Diagrama triangular de classificação da textura em % de argila, limo e areia

Fonte: pt scribd.com, disponível em: <https://pt.scribd.com/document/424541101/Diagrama-de-Triangulo-Textural>

Quanto a classificação, a textura do solo se divide em três grandes grupos que são: **textura grosseira, média e fina**. Dentro desses grandes grupos, a textura se subdivide em doze subclasses, de acordo com o diagrama triangular (Figura 12). Os nomes de subclasses texturais específicos fornecem uma ideia mais precisa da distribuição de tamanho das partículas.

No grupo dos **solos arenosos** que é da textura grosseira temos duas classes texturais: arenoso e areia-franco;

**Solo franco** que é da textura média, temos franco-arenoso, francos, franco-limoso, limoso, franco- argilo- arenoso, franco-argilo-limoso e franco-argiloso;

**Solos argilosos** da textura fina temos argilo-arenoso, argilo-limoso e argiloso.

**A análise textural do solo** é muito importante, porque nos permite prever o comportamento geral do solo e também classificá-lo granulometricamente, através da quantificação das frações de solo que são: argila, areia e silte. Portanto, serve como um parâmetro indicador de qualidade física do solo, porque com a sua determinação torna possível estimar indiretamente vários fatores como: herbicidade, dosagem de nutrientes, capacidade de troca de cátions, a dinâmica de água, resistência do solo a tração e grau de compactação do solo (CENTENO et.al., 2017).

A textura do solo, através do seu comportamento mecânico e nutricional, apresenta características importantes do solo, pela sua influência no regime hídrico e térmico (SIMONETTI et, al. 2018).

A união da textura com outras características do solo como a composição mineral das argilas e a matéria orgânica presente no solo, faz com que elas se relacionam intimamente a estrutura, consistência, permeabilidade, capacidade catiónica, retenção de água e a fixação de fósforo; essa relação atribui a textura a condição de especial interesse agrícola e de grande importância no que tange a classificação do solo (KITAMURA, 2004).

### **7.6.3. Densidade Aparente do solo**

A *densidade do solo* é a densidade que inclui o espaço poroso do solo, expressa a relação entre a quantidade de uma amostra de solo e o espaço ocupado pelas partículas e pelos poros (COOPER & MAZZA, 2010).

*Densidade aparente do solo* é a propriedade física do solo que desconsidera os espaços vazios presentes no solo e que são preenchidas por água; esta propriedade é variável, porque depende da estrutura e compactação desse solo.

*Densidade de partícula* refere-se somente a fração sólida das amostras a serem analisadas, sem contar com os poros existentes no solo, portanto, ela expressa a relação que existe entre a quantidade de solo da amostra e o volume que a fração sólida ocupa (COOPER & MAZZA, 2010).

A densidade de solo nos permite avaliar o grau de compactação do solo, nos permite compreender as limitações do crescimento radicular e do crescimento da própria planta, como também interfere na germinação de semente e na concentração de proteínas e açúcares que se encontram nos frutos (COOPER & MAZZA, 2010).

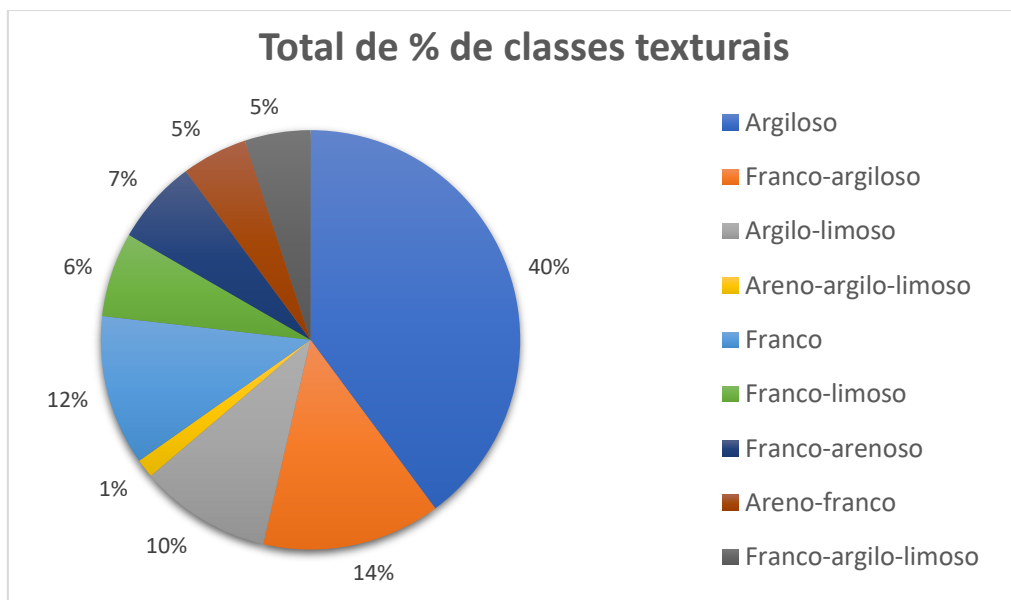
Com essa avaliação pode-se afirmar que a densidade do solo, influencia outras propriedades do solo, como: a troca gasosa, a infiltração e retenção de água no solo, a suscetibilidade desse solo aos processos erosivos e no desenvolvimento de raízes no solo; também é considerada muito importante por servir como indicador do estado da conservação do solo.

## 8. RESULTADOS

### 8.4.TEXTURA DE SOLOS

Os resultados das análises granulométricas para as 164 amostras apresentam-se nos gráficos 2, 3 e 4.

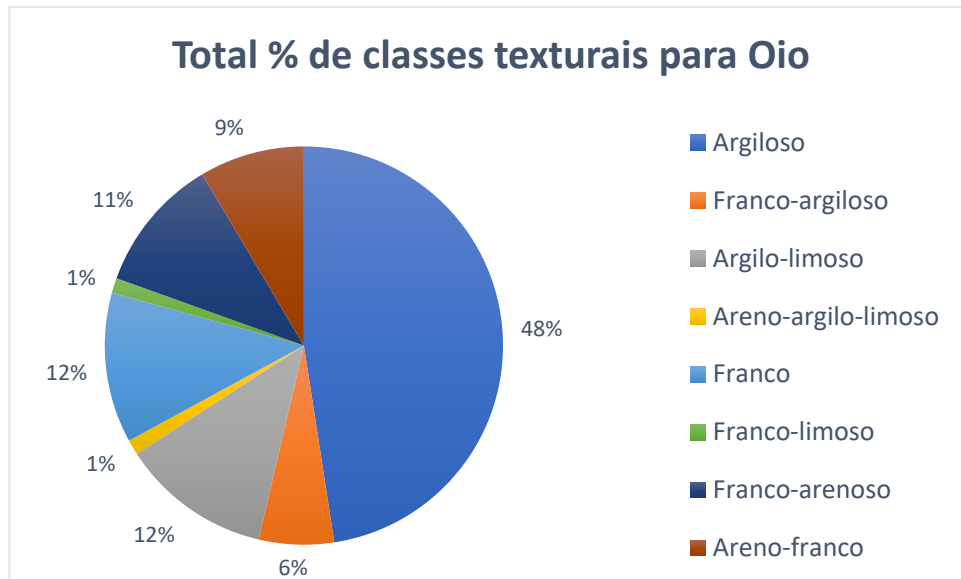
Os resultados obtidos para todas as amostras da análise textural do solo, são representados no **gráfico 2** com as classes texturais predominantes nas duas regiões estudadas: **Oio**, tabancas de Ntchugal e Malafu, **Tombali** tabancas de Cafine e Cafale. A classe textural predominante é a classe argilosa com 40% da percentagem total, a segunda classe com maior representação e a classe franco-argiloso com 14% da percentagem total (cor laranja); de seguida a classe textural franca com 12% (azul claro), a classe argilo-limoso com 10% (cor cinzenta), a classe franco-limoso com 6% (cor verde), a classe franco-arenoso com 7% e por último as classes franco-limoso e franco-argilo-limoso com 6% e 5% respetivamente, sendo a classe areno-franco com a menor percentagem de solo com 1%.



**Gráfico 2:** Classes texturais mais representa para as duas regiões (resultados de 164 amostras analisadas).

O total da percentagem dos grupos texturais da região de **Oio** (tabancas de Ntchugal e Malafu) estão representadas no **Gráfico 3**. A observação do gráfico e a percentagem das classes permitem verificar facilmente que o teor da areia é muito menor do que o teor da

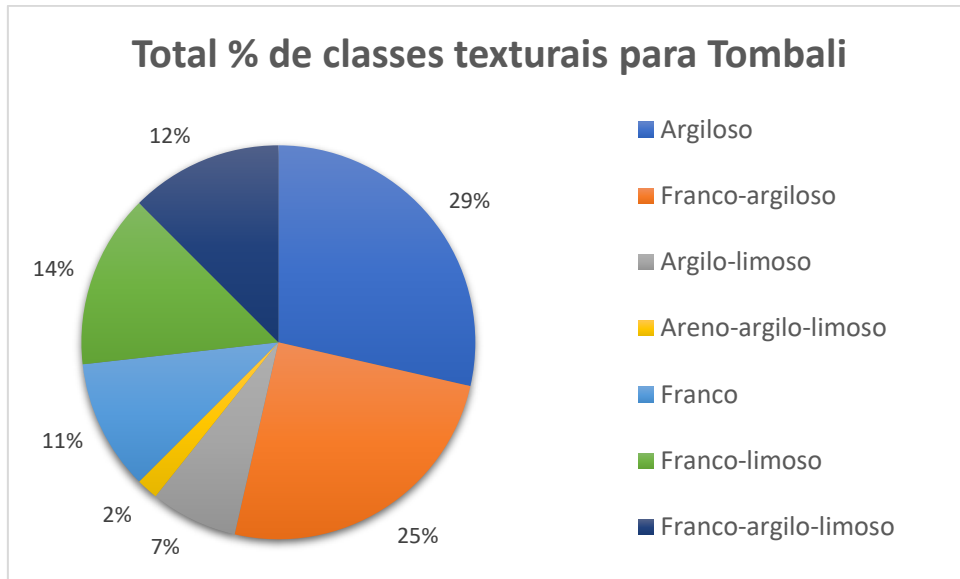
argila, porque a textura argilosa ou fina é a que representa maior percentagem com o total de 48%; a classe argilo-limoso com 12% pertence às texturas finas argilosas; as classes francas com 12% de textura franca e 11% de textura franco-arenoso; 9% areno-franco; franco-argiloso com 6% e areno-argilo-limoso com 1% tem representatividade insignificativa.



**Gráfico 3:** Classes texturais para a região de Oio

Os grupos texturais da região de **Tombali** (tabancas de Cafine e Cafale) estão representadas no **Gráfico 4:**

Nesse gráfico se nota que não tem grande diferença entre a 1ª e a 2ª maior classe, como se vê que a primeira classe argilosa tem 29% e a segunda classe franco-argilosa tem 25%; também na terceira posição a classe franco-limoso com 14%; segue-se a classe franco-argilo-limoso com 12% e a classe franco com 11%; a classe argilo-limoso ocupa 7% do solo, e por último se observa que em comparação com a região de Oio, aqui a apresentação de texturas mais grossas arenosas é bem menor com apenas 2% da classe areno-argilo-limoso em comparação com 20 % (franco-arenoso + areno-franco).



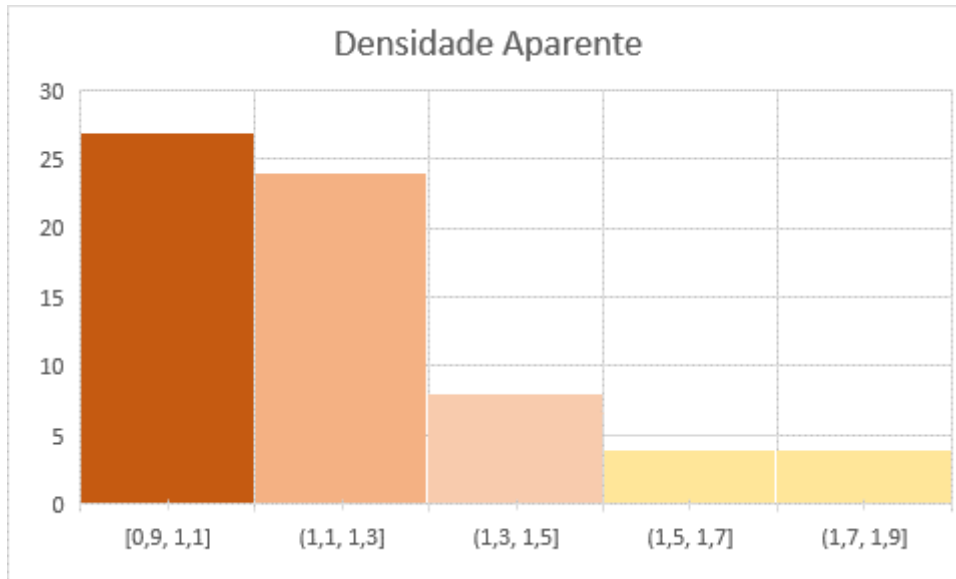
**Gráfico 4:** Classes texturais para a região de Oio

#### 8.5.DENSIDADE APARENTE DE SOLOS

Os resultados obtidos para todas as amostras que foram analisadas a sua densidade aparente de solo são representados no (gráfico 5).

Do total das 68 amostras do solo, 27% na primeira coluna do gráfico tiveram densidade aparente entre (0,9-1,1)  $\text{g/m}^3$ ; 24% segunda coluna, entre (1,1-1,3)  $\text{g/m}^3$ ; a terceira coluna com 8% tiveram o valor de densidade entre (1,3-1,5)  $\text{g/m}^3$  e as duas últimas colunas apresentaram a mesma percentagem de amostras com 4%, entre elas: **a)** (1,5-1,7)  $\text{g/m}^3$  e **b)** (1,7-1,9)  $\text{g/m}^3$ .

As percentagens das duas primeiras colunas apresentaram valores considerados não problemáticos ou limitantes para o crescimento do arroz (0,9-1,1) e (1,1-1,3); e 8% das amostras tiveram valores problemáticos entre 1,5-1,9. Valores > 1,5 são considerados críticos para o sistema radicular da planta do arroz.

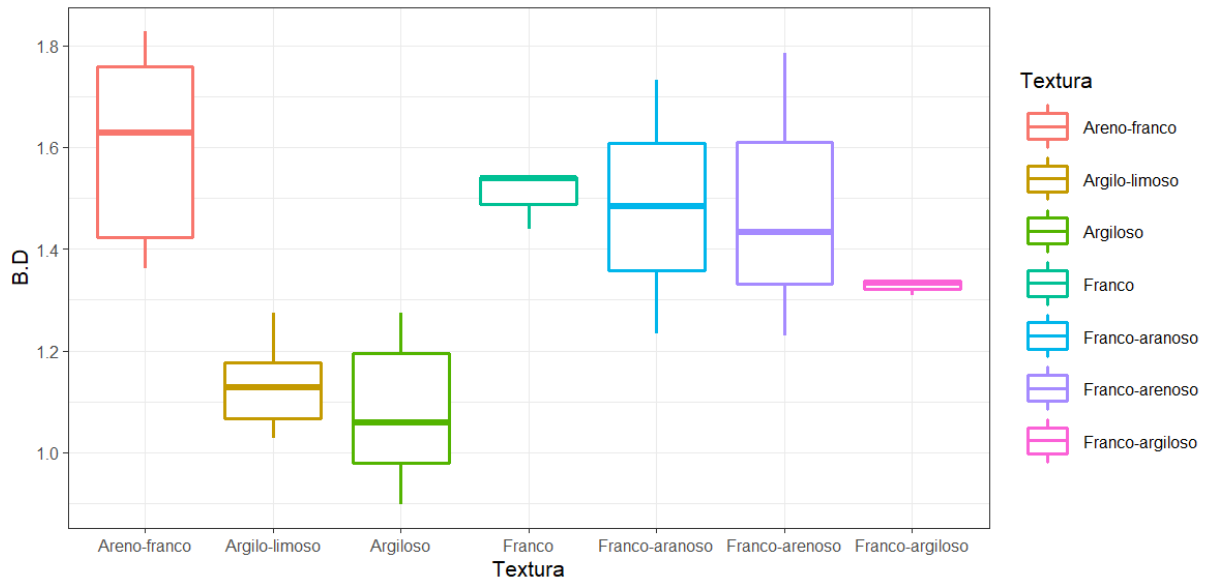


**Gráfico 5:** Resultados da análise de densidade aparente do solo

### 8.3. RELAÇÃO ENTRE TEXTURA E DENSIDADE APARENTE DO SOLO

Os resultados da relação entre a textura e densidade aparente do solo são representados em boxplot (gráfico de caixa, gráfico 6), onde se pode perceber que do total de 164 amostras analisadas dois grandes grupos texturais que apresentam valores limitantes e preocupantes de densidade aparente. O primeiro grupo, que é o grupo areno-franco, apresenta valores entre aproximadamente 1,5 e 1,62 com a média tocando mais perto do máximo (1,62). Além disso, a linha de desvio acima mostra algumas amostras desviadas tocando valores de quase 1,8.

O segundo grupo textural que também apresenta valores de densidade aparente preocupantes é o grupo franco-arenoso com valores entre 1,25 mínimo e 1,72 máximo com uma média não muito elevada de 1,32. Este grupo parece ter uma distribuição muito mais ampla em comparação com os outros. Todos os demais grupos texturais como argilo-limoso, franco, e franco-limoso apresentam valores que não ultrapassam em média 1,25. Os grupos argilosos e franco-argilosos apresentam os menores valores com média de densidade aparente de 1 e 1,1, são considerados valores ótimos para o crescimento radicular, onde a raiz da planta encontra um bom espaço para crescer sem pressão e também encontra uma boa disponibilidade de água e conseqüentemente de nutrientes.



**Gráfico 6:** Relação da textura e densidade aparente do solo

#### 8.4. RELAÇÃO ENTRE TEXTURA E NUTRIENTES DO SOLO

Os resultados de textura indicaram que as texturas arenosas, embora sejam de pouca percentagem (baixa %), são aquelas que apresentam limitações na retenção de água (Limitando a Densidade Aparente), isso pode ser visto na tabela 3 onde as texturas arenosas pertencem aos viveiros da região de OIO.

Os **TMs** – são solos de textura argilosa e não apresentam problemas de acidez, pois a alta salinidade diminui durante o seu ciclo de produção, esses solos apresentam altos níveis de P e K, e nível normal de N; portanto a sua fertilidade e produção é boa.

Os **AMs**- são solos francos e têm uma leve acidez (pH= 6.2), apresentam níveis de fertilidade mais baixos em comparação com os TMs, principalmente pela quantidade de P e K disponível.

Os **Viveiros** são solos de textura Arenosas, mais ácidas em comparação com os AMs e muito pobres em N-P-K.

Entre as três agroecologias, não há diferenças significativas, apresentando quase mesmo nível de: COT (entre 1,3-1,4); MO (2,5-2,8); CN (11,5-13,5); e C (1,2-1,5).

	% Areia	% Limo	% Argila	pH (1:5 )	CE( mS)	% CO T	% M O	C/ N	C %	N %	P (mg/kg <sup>-1</sup> )	K (mg/kg <sup>-1</sup> )	CIC (cmol/ kg <sup>-1</sup> )
<b>Viveiros Oio</b>													
Mean	67	15	18	6,7	0,5	1,4	2,7	13,5	1,2	0,1	3,5	106,3	6,7
<b>AM</b>													
Mean	8	40	52	6,2	0,6	1,4	2,8	13,2	1,5	0,1	9,4	310,6	22,3
<b>TM</b>													
Mean	2	31	67	6,8	1,6	1,3	2,5	11,5	1,3	0,1	38,7	728,6	25,9

**Tabela 3:** Estatísticas descritivas das amostras de solo para as três agroecologias: Viveiros, Tidal Mangrove - TM (Mangal das Marés), Associated Mangrove - AM (Associadas ao Mangal); (total de amostras de solo n=164).

(CE= Condutividade Elétrica, COT= Carbono Orgânico Total, MO= Matéria Orgânica, C= Carbono, N=Nitrogénio, P=fosforo, K=Potássio)

## 9. DISCUSSÕES

As bolanhas, por serem zonas em que se pratica agricultura e principalmente a orizicultura, devem ter solos de boa qualidade (pode ser solos francos ou argilosos), férteis e capazes de armazenar água, portanto, é importante conhecer as condições físicas e químicas desses solos para poder tomar boas decisões de manejo, como aplicação de fertilizantes ou técnicas de lavoura para ajustar as necessidades das culturas e assim melhorar e aumentar a produção.

### 9.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Sabendo que em qualquer método da análise granulométrica de solos a primeira fase da análise, ou seja, a dispersão completa da amostra é a mais crítica, exigindo maiores cuidados; neste caso foi utilizada a **solução de calgon**, dispersante preparado de seguinte maneira: 75 gr de hexametáfosfato, 14,28gr de carbonato de sódio e 2 l de água destilada.

Muitos autores estudaram métodos de dispersão de amostra de solo, mas segundo GROHMANN & RAIJ (1974), concluíram que a agitação lenta da amostra de solo com 50 ml de NaOH mais 20 g de areia foi mais eficiente, resultando em teores mais elevados de argila. Como é o caso desta análise em que o dispersante utilizado foi muito eficiente.

Quanto aos métodos de determinação da textura do solo. Segundo VETTORI & PIERANTONI (1968), Ao compararem com o método de pipetagem, concluíram que não tem diferenças significativas para as duas metodologias nos resultados das amostras do mesmo horizonte, o que indica que nossos resultados têm precisão e validade muito boa.

Como esperado, os resultados indicaram:

A granulometria dos solos estudados, apresentou diferenças significativas (**gráfico 2**) quanto à distribuição do tamanho de partículas, relacionado com os fatores de formação dos mesmos. Os resultados obtidos neste gráfico indicam que a classe textural predominante é a classe argilosa, que segundo ANJOS ET AL, (2012), descreve como uma característica típica da classe dos Latossolos (oxissolos - taxonomia USDA, os ferralsolos -Base de Referencia Mundial para os Recursos de Solos) a manutenção do teor de argila constante com o incremento da profundidade do solo.

## 9.2. DENSIDADE APARENTE DO SOLO

Segundo PIRES ET, AL. (2011) O método do anel volumétrico (MAV) que consiste na amostragem de solo com estrutura indeformado num anel (cilindro metálico) de volume conhecido. É um dos métodos de determinação da densidade do solo, o de maior utilização e considerado padrão, e esse é o método que foi utilizado para analisar a densidade aparente do solo.

Levando em consideração aos resultados obtidos da densidade aparente do solo, constata-se que nas zonas estudadas 51% das amostras tiveram valores não problemáticos ( $0,9-1,1 \text{ g cm}^{-3}$ ) e ( $1,1-1,3 \text{ g cm}^{-3}$ ), e apenas 8% tiveram valores problemáticos ( $1,5-1,7 \text{ g cm}^{-3}$ ) e ( $1,7-1,9 \text{ g cm}^{-3}$ ). Estes resultados coincidem com os publicados por PIRES ET, AL. (2011) Com o método de anel volumétrico, o valor máximo da coeficiente de variação é  $1.70 \text{ g cm}^{-3}$  e o mínimo é de  $1,36 \text{ g cm}^{-3}$  portanto, confirma-se que no plantio convencional o valor da densidade do solo é considerado crítico e não crítico no plantio direto.

## 9.3. NUTRIENTES DO SOLO

Os solos dos viveiros, considerados arenosos são solos pouco férteis, pois não conseguem ter quantidade equilibrada de nutrientes, de modo a evitar a desproporção nutricional das plantas e não tem a capacidade de manter muita água, portanto não garante o adequado crescimento das plantas durante um longo período de tempo.

Estes solos, segundo (BARROS, 2020), são solos que produzem plantas com deficiências nutricionais, conseqüentemente, a deficiência no crescimento inicial da planta, originando raízes mal formadas, pois é impossível ter uma produção bem nutrida com um solo pouco fértil, portanto a fertilidade do solo é a base para uma boa nutrição das plantas.

Os solos argilosos e os francos são solos férteis, pois apresentam as seguintes características: enorme reserva de nutrientes que garante o adequado desenvolvimento das plantas durante um longo período de tempo; possuem pequena quantidade dos elementos tóxicos que diminuem o crescimento das plantas, porque, estes elementos quando existem no solo em altas quantidades prejudicam o desenvolvimento das raízes de plantas.

## 10. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos através das observações, análise laboratorial e estatística foi possível concluir o seguinte:

- A análise do solo é uma característica importante no conhecimento das propriedades físicas e químicas do solo, no qual possibilita determinar a fertilidade do solo, assim como apresentar os atributos necessários para subsidiar o manejo de uso e ocupação das terras, visando produções mais sustentáveis e melhor desenvolvimento em plano de recuperação de áreas degradadas.
- O conhecimento das frações granulométricas, através da análise de textura do solo, é indispensável para classificar o solo, uma vez que a classe textural varia muito pouco ao longo dos anos, o que permite afirmar que a textura do solo é muito pouco afetada pelo uso e manejo do mesmo.
- A densidade aparente e a textura do solo são os principais fatores que influenciam a distribuição dos nutrientes no solo e conseqüentemente no crescimento radicular das plantas e em especial da planta de arroz, portanto, a produtividade do solo se relaciona totalmente com estes parâmetros físicos do solo.
- Os resultados obtidos no (gráfico 2) demonstraram que a percentagem de argila é muito superior se for comparado com a percentagem de areia, ou que demonstra que os solos arenosos dos viveiros têm muitas limitações nutricionais, pelo que existem biotas muito pobres onde o cultivo do arroz nestes viveiros é muito problemático e muitas vezes difícil ou fracassado. A densidade média do solo pode ser considerada elevado quando os valores atingem 1,62 até 1,72 (gráfico: 6) que são considerados limitantes para a produtividade das plantas, porque o aumento da densidade, conseqüentemente a compactação do solo reduz o desenvolvimento radicular das plantas. Mas com os resultados observa-se que 51% das amostras tiveram valores não considerados críticos, o que mostra que muitos solos da Bolanha apresentam boas condições
- Na relação entre a densidade aparente e a textura do solo (gráfico 6) nos mostra que os solos arenosos apresentam densidade superior aos argilosos, enquanto solos siltosos apresentam densidade intermediária.
- Em solos argilosos, a densidade crítica é menor comparada com solos arenosos, principalmente pelo incremento na resistência mecânica do solo a penetração das raízes e pela maior coesão entre as partículas, portanto, muitos solos de biota

(viveiros) necessitam de um bom manejo para melhorar suas condições físicas (aumentar a fração de argila e matéria orgânica e a capacidade de reter água), bem como suas condições químicas (níveis nutricionais, especialmente N-P-K).

- Ao observar todos os resultados, pode-se concluir que a orizicultura praticada nas regiões estudadas reflete num bom desenvolvimento, pois apresentaram maior percentagem de solos da textura argilosa com menor valor de densidade aparente ( $1-1,1 \text{ mg m}^{-3}$ ), esses correspondem a valores não problemáticos para um solo.
- A produção agrícola na Guiné-Bissau é para o autoconsumo e para a venda, caso exista possibilidade de escoamento dos produtos. No entanto, as terras agrícolas são geridas sem manutenção ou conservação causando erosão agravada do solo e impedindo a intensificação da produção.
- Todavia, o presente trabalho apresenta um importante ponto de partida no que diz respeito ao conhecimento físico do solo, fornecendo dados verídicos para os futuros pesquisadores.

## 11. RECOMENDAÇÕES

Com a necessidade de uma intensificação da pesquisa, as observações feitas e os resultados obtidos, recomenda-se o seguinte:

- Fazer uma gestão adequada do uso e manejo do solo, que considere a cada propriedade física do solo, bem como das necessidades de cada cultura.
- Ao estado da Guiné-Bissau que promova formações de jovens investigadores, equipar o Laboratório Nacional dos Solos e incentivar os agricultores e horticultores a enviarem os seus solos para análise antes de aplicarem qualquer tipo de corretivos.
- Recomenda-se aos agricultores, que consultem os Engenheiros Agrônomos durante o ciclo produtivo, no dia-a-dia da sua fazenda e principalmente no planeamento do ano agrícola.
- Os agricultores têm de investir o seu tempo e esforço na melhoria de áreas problemáticas, como alguns viveiros, usando uma gestão sustentável, como a adição de matéria orgânica através de práticas sustentáveis e fertilizantes orgânicos.
- Aos investigadores que peguem os seus conhecimentos técnico-científico e adicionar com os conhecimentos tradicionais locais, que vêm das experiências dos próprios agricultores e comunidades, a fim de atingirem os objetivos de desenvolvimento almejado.

## 12. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABIBE TAVARES, HABDEL KARIM. **Expansión urbana nas zonas húmidas de Bissau: estudo de caso da bolanha de Bissaque-Djolo**. *Ambientalmente Sustentable: Revista científica galego-lusófona de educación ambiental*, v. 26, n. 1-2, p. 35-44, 2019.

ALVES, TEREZA; SOUSA, CAMILA. **avaliação preliminar da vegetação costeira e dos mangais existente na área proposta para o estabelecimento de áreas de conservação no arquipélago das ilhas primárias e secundas**. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Agosto de 2007.

ANDRADE, R.D.B. **Elementos para elaboração do esuema director agrícola regional (Região de Biombo, Cacheu e Oio), MDRA**. Bissau. (1995)

ANDREOLI, CLEVERSON V.; ANDREOLI, F. D. N.; JUSTI JUNIOR, JORGE. **Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental**. *Complexidade: redes e conexões do ser sustentável*. 1ed. Curitiba: SENAR/PR, p. 511-530, 2014.

ANDREOLI, CLEVERSON V.; ANDREOLI, FABIANA DE NADAI; JUSTI JUNIOR, JORGE. **Formação e Características dos Solos para o Entendimento de sua Importância**

ANJOS, L. H. C.; JACOMINE, P. K. T.; SANTOS, H. G. dos; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B. VIII – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Viçosa, SBCS, 2012, 343p.

ARAÚJO, RICARDO; GOEDERT, W. J; COELHO LACERDA, M. P. **qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo**. *Universidade de Brasília*, 31:1099-1108,, 2007.

BARROS JOSÉ F. C. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas**, Évora 2020.

BARROS, JOSÉ F. C. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas**. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários e Noções Básicas de Agricultura, Évora, 2020.

BENTO, GLEICE FERNANDA; SCHROEDER, NIRVANI; SCHLINDWEIN, JAIRO ANDRÉ; PEREIRA, C. F. E.; LUIZ MARCOLAN, ALAERTO. **Densidade aparente do dolo submetido a diferentes sistemas de preparo do solo e plantio, e diferentes sistemas de rotação de culturas**. 2013.

BIAI, IARF. **Efeitos das alterações climáticas na zona costeira noroeste da Guiné Bissau** [online]. MSc. Lisbon: UST (Universidade Técnica de Lisboa). 2009.

BLATA, IANO FOGNA. **O arroz como alimento base da população guineense: um estudo sobre seu cultivo e sua importância para o povo brasa**. 2019. \*

CAMPOS, MILTON CÉSAR COSTA. **Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações Soil-landscape relationships: concepts, developments and applications**. *Ambiência*, v. 8, n. 3, p. 963-982, 2012.

- CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. **Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem**. 2009. «Disponível em»: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/807342>, «acesso em»: 02 de Ago de 2022.
- CATARINO, LUÍS; INDJAI, BUCAR. **Árvores florestais da Guiné-Bissau**. IBAP- Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas (Guiné-Bissau), 2019. «Disponível em»: <https://refworks.proquest.com/login>, «acesso em»: 27 de Nov de 2022.
- CENTENO, L.N, GUEVARA, M.D.F., CECCONELLO, S.T., SOUSA, R.O.D., TIMM, L.C. **textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos**, Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v.4, n.1, p.31-37, jul. 2017. «Disponível em»: <https://periódicos.Ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>, «acesso em»: 09 de Set de 2022.
- COOPER, MIGUEL. **Granulometria e textura do solo**. São Paulo, 2015.
- CORDEIRO, LUIZ ADRIANO MAIA; VILELA, L; MARCHÃO, R. L; KLUTHCOUSKI, J; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2017.
- DE MAGALHÃES, ABEL CORRADI ET AL. **A importância dos solos para o ecossistema**. 2015.
- DE VASCONCELLOS, FILIPA STTAU MONTEIRO PERESTRELLO. **Segurança alimentar, degradação ambiental e estratégias de coping: um estudo de caso no chão Joola/Felupe (Guiné-Bissau)**. 2010. Tese de Doutorado. ISCTE-Instituto Universitario de Lisboa (Portugal).
- DINIZ FILHO, E. T; DE MESQUITA, L. X; DE OLIVEIRA, A. M; FERNANDES NUNES, C. G; DE LIRA, J.F. B. **a prática da compostagem no manejo sustentável de solos**. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.2, n2, p 27-36, 2007. Disponível em: « <http://revista.gvaa.com.br> » Acesso em: 17 de Nov de 2022.
- ENGINHEIRO, ARMANDO BAPTISTA. **Estudo da distribuição espacial e temporal de macroinvertebrados nos campos de reflorestamento de mangal em Icídua**. 2019.
- GROHMANN, E. & RAIJ, B. van. **Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo**. In: congresso brasileiro de ciência do solo, 14., SantaMaria, RS, 1973. Anais - . - Rio de Janeiro, Soe. Bras. Ci. Solo, 1974. p.123-32.
- GUIMARÃES, CLEBER MORAIS; FAGERIA, NAND KUMAR; BARBOSA FILHO, MOREL PEREIRA. Como a planta de arroz se desenvolve. **Informações Agronômicas, Piracicaba**, v. 13, n. 99, p. 12, 2002.
- HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil Till. Res., 82:121-145, 2005.
- INTITUTO NACIONAL DE ESTATISCA. **Resultados de atualização definitivo do 1º. Recenseamento Geral da População e Habitação de 2009**. Guineia-Bissau, 2015.

- JORGE, JOSÉ ANTONIO; DE PAULA, JOSÉ LOPES; MENK, JOAO ROBERTO FERREIRA. **Comparação de dois métodos de análise granulométrica de solos utilizados pelo SNLCS/EMBRAPA e IAC.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 20, n. 7, p. 865-871, 1985.
- KLEIN, VILSON ANTONIO; LIBARDI, PAULO LEONEL. **Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um Latossolo Roxo.** Ciência Rural, v. 30, p. 959-964, 2000.
- LIMA, VALMIQUI COSTA; LIMA, MARCELO RICARDO. **Formação do solo. O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. 1ed.** Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, p. 1-10, 2007.
- MADRUGA, SERGIO ROSSI; BRONDANI, GILBERTO; HENRIQUE VEY, IVAN; DE LIMA TRINDADE, LARISSA; VENTURINI, JONAS CARDONA; MORALES, RONALDO. **Diferenciais de custos em culturas de arroz.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2005.
- MARCOLIN, CLOVIS DALRI; KLEIN, VILSON ANTONIO. **Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 33, p. 349-354, 2011.
- MEDINA, N. **O ecossistema orizícola na Guiné-Bissau: principais constrangimentos à produção na Zona I (regiões de Biombo, Cacheu e Oio) e perspectivas.** 2008. Tese de Doutorado. Universidade Tecnica de Lisboa (Portugal). «Disponível em»: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1977/1/TESEFINAL.pdf> «Acesso em»: 28 de Março de 2023.
- MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo1.** Pesquisadora A – Embrapa Semi-Árido, 01/06/2007.
- MENDES, JORGE; DE ANDRADE MIGUEL, LOVOIS. **Evolução e diferenciação dos sistemas agrários na Guiné-Bissau: Reflexões acerca da situação socioeconômica e produtiva da agricultura na região de Tombali, província Sul.** Revista IDeAS, v. 17, n. 1, p. e022005-e022005, Rio de Janeiro, 2023.
- OZORIO, RODRIGO ZOMKOWSKI; DE LIMA, DENISE VALÉRIA. **Turismo Responsável nas Ilhas Urok, Guiné-Bissau-Estudo de Caso. Conjunto,** v. 4, p. 4.000, 2019.
- PIRES, LUIZ FERNANDO; ROSA, JADIR APARECIDO; TIMM, LUÍS CARLOS. **Comparação de métodos de medida da densidade do solo.** Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá v. 33, p. 161-170, 2011.
- ROMANO, R. C. O. et al. **Influência da técnica de dispersão nas propriedades de sílica ativa.** Cerâmica, v. 54, p. 456-461, 2008.
- SIDERSKY, PABLO. **As relações de trabalho numa sociedade de cultivadores de arroz da Guiné-Bissau: O caso dos Balantas da região de Trombali.** Revista África, n. 9, p. 34-52, 1986.

SILVA, LUCIANA MORAES; FIDALSKI, JONEZ; BERTOL, OROMAR JOÃO. **Disponibilidade de água do solo em uma catena característica do arenito no Noroeste do Paraná.** In: **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Comparação entre os métodos do cilindro e do torrão na determinação da porosidade e da densidade do solo.** *Ciência Rural*, v. 30, n. 6, p. 1065-1068, 2000.

SIMONETTI, V. C; DA CUNHA, D. C; DE OLIVEIRA, R. A; SABONARO, D. Z; HENRIQUE ROSA, A. **análise da suscetibilidade do solo a processos erosivos do parque natural municipal corredores de biodiversidade (pnmcbio) de sorocaba (sp).** Curitiba, v.44, p. 169 -180 , Mai/2018.

STEFANOSKI, D. C; SANTOS, G. G; MARCHÃO, R. L; PETTER, F. A; PACHECO, L. P. **Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.12, p.1301–1309, Campina Grande, 2013. Disponível em: « <http://www.agriambi.com.br> » Acesso em: 17 de Nov de 2022.

TEIXEIRA, PAULO CÉSAR ET AL. **Manual de métodos de análise de solo.** 2017.

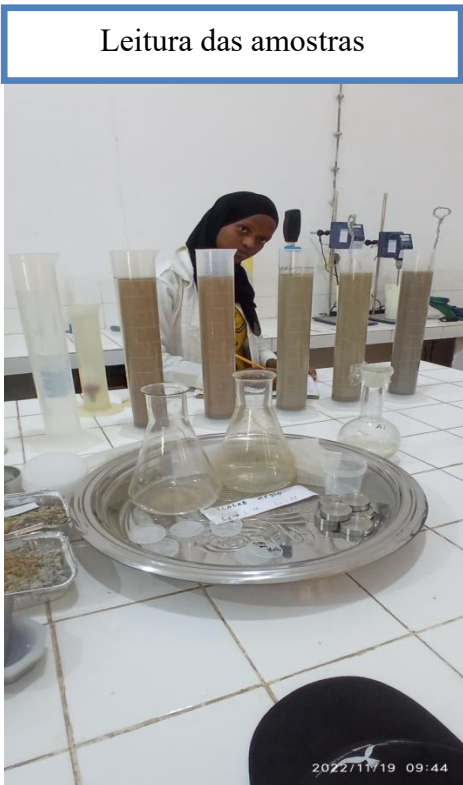
TEMUDO, MARINA PADRÃO. **A narrativa da degradação ambiental no Sul da Guiné-Bissau: uma desconstrução etnográfica.** *Etnográfica. Revista do Centro em Rede de Investigação em Antropologia*, v. 13, n. 2), p. 237-264, 2009.

VETTORI, LEANDRO; PIERANTONI, HÉLIO. **Análise granulométrica novo método para determinar a fração argila.** Ministério da Agricultura, Escritório de Pesquisas e Experimentação, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, Rio de Janeiro,1968.

# ANEXOS

A sequencia da análise textural do solo.





Waldman



**DeSIRA**  
PARTNERSHIPS  
FOR INNOVATION



Funded by  
the European Union