



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA

JAQUELINE DA SILVA GALDINO

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS DE MILHO E FEIJÃO
ASSOCIADO AO USO DE FERTILIZANTE FOSFATADO EM NEOSSOLO NO
MUNICÍPIO DE AROEIRAS-PB**

CAMPINA GRANDE – PB

2019

JAQUELINE DA SILVA GALDINO

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS DE MILHO E FEIJÃO
ASSOCIADO AO USO DE FERTILIZANTE FOSFATADO EM NEOSSOLO NO
MUNICÍPIO DE AROEIRAS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao departamento de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier

CAMPINA GRANDE – PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

G149a Galdino, Jaqueline da Silva.
Avaliação do desenvolvimento das culturas de milho e feijão associado ao uso de fertilizante fosfatado em neossolo no município de Aroeiras - PB [manuscrito] / Jaqueline da Silva Galdino. - 2019.
58 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2019.
"Orientação : Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier ,
Coordenação do Curso de Geografia - CH."
1. Solo. 2. Adubo fosfatado. 3. Agricultura. 4. Cultivo de milho. 5. Cultivo de feijão. I. Título

21. ed. CDD 631.4

JAQUELINE DA SILVA GALDINO

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS DE MILHO E
FEIJÃO ASSOCIADO AO USO DE FERTILIZANTE FOSFATADO EM
NEOSSOLO NO MUNICÍPIO DE AROEIRAS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao departamento de Geografia
da Universidade Estadual da Paraíba como
requisito parcial para obtenção do título de
licenciado em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

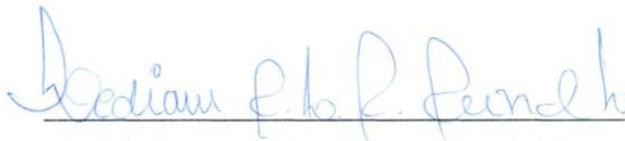
Aprovado em: 13/11/2019

BANCA EXAMINADORA



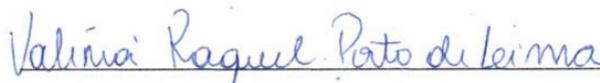
Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dr. Ledian Rodrigues Lopes Ramos Reinaldo

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dr. Valéria Raquel Porto de Lima

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais; minha mãe Angelina e meu pai José, que em tudo me ensinaram e me apoiaram, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ter me conduzido até esta etapa da minha vida e pelos seus planos serem os meus planos.

Aos professores que passaram por minha aprendizagem ao longo da minha infância estudantil até o nível médio, que transmitiram conhecimentos que me proporcionaram chegar à universidade.

A universidade Estadual da Paraíba pelo arcabouço de nível superior que me foi concedido durante os anos da graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier, por todo conhecimento transmitido e compartilhado em meu crescimento acadêmico.

Ao prof. Dr. Rodrigo José de Oliveira do programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual da Paraíba e aos alunos de seu grupo de pesquisa que disponibilizaram o material em desenvolvimento; o adubo fosfatado, para o uso em meu trabalho, minha gratidão.

A todos os professores do Departamento de Geografia; que também contribuíram para minha formação; minha gratidão.

Aos meus amigos e colegas de curso; que compartilharam comigo todos os momentos acadêmicos na jornada de graduação.

E mais uma vez aos meus pais, que me educaram para a vida e fizeram de tudo por mim. E meus familiares que sempre me apoiaram.

RESUMO

As análises de solos coletadas na zona rural do município de Aroeiras, localizada na mesorregião geográfica Agreste da Paraíba, apresentaram níveis baixos de fósforo disponível ao solo. Um único nutriente em falta ou em baixos níveis pode prejudicar os cultivos agrícolas, para isso a aplicação de adubo fosfatado visa suprir o mineral deficiente no solo. Contudo o município de Aroeiras localiza-se em uma região de zona semiárida, onde as condições climáticas, com as irregularidades pluviométricas, acabam afetando diretamente o sistema solo-planta. A agricultura realizada em toda zona semiárida do Nordeste se baseia no cultivo de milho e feijão para o sustento familiar, no entanto os agricultores não utilizam quaisquer tecnologias agrícolas nos campos de plantio. No último censo realizado pelo IBGE, apenas uma propriedade do município de Aroeiras realizava a aplicação de adubo. O fósforo é o nutriente que menor se encontra disponível nos solos e o mais difícil de incorporar na natureza após a dissolução do fósforo encontrado nas rochas em fosfato. Foram realizados experimentos em 2 parcelas com cultivo de milho e feijão, com e sem aplicação do adubo fosfatado. Os baixos valores pluviométricos prejudicaram o desenvolvimento do experimento, porém a parcela de terra sem aplicação de adubo fosfatado apresentou menor quantitativo e qualitativo em número de folhas, vagem e espigas em comparação a parcela com aplicação de adubo fosfatado. Assim, concluiu-se que o uso do adubo fosfatado permitiu melhor desenvolvimento do cultivo.

Palavras-Chaves: Solo. Adubo Fosfatado. Agricultura. Cultivo de Milho. Cultivo de feijão.

ABSTRACT

The analyzes of soils collected in the rural area of the municipality of Aroeiras, located in the geographical region Agreste of Paraíba, presented low levels of phosphorus available to the soil. A single nutrient missing or at low levels can damage crops, so it is an above-mentioned phosphate fertilizer application or deficient mineral in the soil. However, the municipality of Aroeiras is located in a semiarid region, where climatic conditions, with rainfall irregularities, directly affect the soil-plant system. Farming throughout the Northeastern semi-arid zone is based on growing corn and beans for family livelihoods, however farmers do not use agricultural tools in the fields. In the last census conducted by IBGE, only one property of the municipality of Aroeiras made a fertilizer application. Phosphorus is the smallest nutrient available in soils and the most difficult to incorporate in nature after the dissolution of phosphorus found in phosphate rocks. Experiments were carried out in 2 plots with corn and bean cultivation, with and without phosphate fertilizer application. The low rainfall values hamper the development of the experiment, but appear to be lands without phosphate fertilizer application, which are the smallest quantitative and qualitative in the number of leaves, pods and ears compared to parcels with application of phosphate fertilizer. Thus, it was concluded that the use of phosphate fertilizer allowed the best development of the crop.

Keywords: Soil. Phosphate Fertilizer. Agriculture. Corn Cultivation. Bean Cultivation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01:	Latossolos.....	18
Figura 02:	Neossolos.....	19
Figura 03:	Argissolos.....	20
Figura 04:	Luvissolos.....	21
Figura 05:	Planossolos.....	22
Figura 06:	Plintossolos.....	23
Figura 07:	Cambissolos.....	24
Figura 08	Delimitações municipais de áreas semiáridas no Nordeste Brasileiro.....	33
Figura 09:	Município de Aroeiras-PB.....	34
Figura 10:	Área de aplicação de adubo fosfatado.....	36
Figura 11:	Área de estudo.....	37
Figura 12:	Representação da área estudada.....	38
Figura 13:	Área delimitada para estudo.....	39
Figura 14:	Aplicação de adubo fosfatado.....	39
Figura 15:	Adubo fosfatado a base de fósforo.....	40
Figura 16:	O Espigas de milho obtidas com aplicação de adubo fosfatado.....	46
Figura 17:	Vagem de feijão-caupi com aplicação de adubo fosfatado.....	47
Figura 18:	Milho com aplicação de adubo fosfatado.....	47
Figura 19:	Milho com aplicação de adubo fosfatado.....	49
Figura 20:	Milho sem aplicação de adubo fosfatado.....	51
Figura 21:	Vagem de feijão-caupi sem aplicação de adubo fosfatado.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 01:	Composição da solução do solo.....	28
Tabela 02:	Etapas Metodológicas.....	37
Tabela 03:	Resultados das Análises químicas do solo.....	42
Tabela 04:	Resultados das Análises Físicas do solo.....	43
Tabela 05:	Resultados da parcela com aplicação de adubo fosfatado.....	48
Tabela 06:	Resultados da parcela sem aplicação de adubo fosfatado.....	50

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
CREA	Conselho Regional de Engenharia Agrônômica de Pernambuco
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SIBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.2	Objetivo Geral.....	14
1.3	Objetivos Específicos.....	14
2	REVISÃO TEÓRICA	15
2.1	Aspectos Físicos do Semiárido Nordeste.....	15
2.1.2	Latossolos.....	18
2.1.3	Neossolos.....	19
2.1.4	Argissolos.....	20
2.1.5	Luvissolos.....	21
2.1.6	Planossolos.....	22
2.1.7	Plintossolos.....	23
2.1.8	Cambissolos.....	23
2.2	Aspectos Gerais da produção Familiar na Agricultura do Semiárido.....	25
2.3	Fertilidade Natural dos Solos do Semiárido.....	27
2.4	Uso de Fertilizantes.....	30
3	METODOLOGIA	33
3.1	Área de Estudo.....	33
3.2	Processos Metodológicos.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Os agroecossistemas do Semiárido brasileiro são caracterizados por apresentarem limitações ao desenvolvimento produtivo. Esse fato se deve as condições edafoclimáticas e a ausência de tecnologias adequadas à realidade local (BARROS, PORDEUS. 2016). Esses fatores agravam o cultivo de culturas agrícolas no semiárido nordestino e limitam a produção de subsistência dos agricultores que vivem na área de semiaridez.

No que tange as limitações agrícolas além das condições climáticas, a deficiência nutricional em minerais também ocasiona uma redução ou limitação nas culturas agrícolas, e dos minerais mais escassos nos solos que compõem a região semiárida. Segundo Liebig (1840) a falta de um único nutriente limita a produção, por essa razão a aplicação de adubo atua para suprir o déficit nutricional do solo.

Geralmente as aplicações de adubos têm seu desenvolvimento na região do cerrado contudo os estudos de aplicação de fertilização também se voltam para essa região do Brasil incluindo estudos e pesquisas. A região Nordeste do Brasil possui pouquíssimos estudos sobre o conhecimento de sua unidade pedológica que se estende por uma vasta região. Considerando a variação pluviométrica da região o desenvolvimento de estudos sobre o solo e a influência no cultivo é escassa.

Com o intuito de melhorar essa atuação, o departamento de química da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB desenvolveu fertilizante a base de fósforo; fosfato, que têm como finalidade suprir o déficit natural da deficiência em fósforo no solo, com estudos no semiárido; o fertilizante desenvolvido a partir de um mineral argiloso vermiculita extraído também do semiárido nordestino.

A intenção das pesquisas do Departamento de Química da UEPB com o desenvolvimento de materiais avançados para a agricultura do semiárido visa um melhoramento para a agricultura local. Com abrangência das áreas interdisciplinares da química e geografia visam uma interdisciplinaridade nas pesquisas e estudos com o fornecimento do material fertilizante produzido pelo departamento de química UEPB e a aplicação do fertilizante na agricultura de cultivos agrícolas, utilização, desenvolvimento e pesquisas com o departamento de geografia UEPB.

Nos estudos desenvolvidos pela química para aplicação do material viu-se a necessidade de pessoal com conhecimento pedológico, de agricultura e geografia para desenvolvimento da pesquisa de avaliação e resultados de experimentos in locu. A iniciação científica voluntária atribuiu os conhecimentos químicos geográficos para a avaliação de culturas no semiárido paraibano.

A área de aplicação do adubo se deu em Aroeiras-PB que se enquadra nos municípios de abrangência semiárida. O município vive de agricultura familiar de subsistência e não há manejo de adubação para correção do solo, os agricultores só desenvolvem suas atividades agrícolas no período de grandes índices pluviométricos, ou seja, durante o período de chuvas, durante o período de estiagem, sendo a escassez hídrica um dos fatores mais limitantes da produção agrícola no semiárido.

O município de acordo com o IBGE (2015) conta com apenas com uma propriedade que faz uso de adubos em seu cultivo agrícola, os demais não fazem uso de nenhum mecanismo que ajude ou facilite a produção agrícola de subsistência. Para o desenvolvimento de uma cultura agrícola satisfatória em correção ao solo do mineral deficiente no solo.

A aplicação do adubo fosfatado visa um melhoramento na produção, um crescimento qualitativo na produção dos principais cultivos agrícolas do semiárido nordestino; que são; milho e o feijão. O adicional de adubos no solo do semiárido tem intencionalidade de somar ao solo o nutriente em déficit como o fósforo; equilibrando assim os nutrientes disponíveis ao solo.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo Geral

Estudar o tema vegetação relacionando com a aplicação de fertilizante fosfatado no cultivo de milho e feijão no solo.

1.3 Objetivos Específicos

- Avaliar algumas características químicas e físicas do solo no município de Aroeiras – PB.
- Comparar o desenvolvimento dos cultivos de milho e feijão com e sem uso de fertilizante fosfatado.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos Físicos do Semiárido Nordestino

A região Nordeste do Brasil, em razão do clima, formações vegetais, tipos de rochas e conformações do relevo, apresenta uma grande diversidade de ambientes e, conseqüentemente, de solos. Embrapa (2012). De acordo com a Embrapa; a grande diversidade de solos na região Nordeste se dá pela grande variedade de rochas presentes aliados com os fatores de formação do solo; o clima, organismos, material de origem e relevo.

O clima do Nordeste possui temperaturas sempre altas, com mínimas acima de 15°C e altas até 40°C segundo o CREA-PE (Conselho Regional de Engenharia Agrônômica do estado de Pernambuco). Sendo o clima o fator combinante no desgaste das rochas com a erosão. Os organismos principalmente da vegetação xerófila; que são resistentes à seca e armazenam água durante o período chuvoso, quando há estiagem permanece utilizando a água armazenada.

O semiárido é o ambiente de Domínio das Caatingas onde as precipitações pluviométricas são muito irregulares com médias anuais variando na faixa de 400 a 800 mm (ARAÚJO FILHO, 2010). É sobre este domínio com distribuição de chuvas irregulares por ação do intemperismo químico com diferentes formações rochosas, que resultam na formação de diferentes tipos de solos. O termo Caatinga é formado de duas palavras de origem tupi: Kaa, floresta e tinga: branco ou claro (GUSMÃO, 2013). De acordo com Moreira e Targino o tipo climático do Nordeste se caracteriza por semiárido devido as seguintes condições:

A expressão “semi-árido” é utilizada comumente para designar um tipo climático caracterizado por forte insolação, temperaturas relativamente altas e um regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período. A esse tipo climático corresponde a formação vegetal de Caatinga, formação lenhosa, caracterizada por uma máxima adaptação dos vegetais à carência hídrica, com espécies, na sua maioria, caducifólias, espinhosas, com folhas pequenas ou de lâminas subdivididas, existindo, inclusive, algumas sem folhas (áfilas) para reduzir ao máximo a perda de água por transpiração. A sua fisionomia varia de acordo com as condições climáticas e edáficas (MOREIRA, TARGINO. 2007).

Segundo o CREA-PE (2015) os principais tipos de rochas predominantes na região semiárida são do tipo Gnaisse, granitos, migmatitos e xistos. Os recobrimentos do Cristalino são constituídos por materiais arenosos, arenoargilosos, argiloarenosos, macroclásticos, principalmente concreções ferruginosas e seixos de quartzo (CREA-PE, 2015).

O bioma caatinga ocorre em diferentes ambientes no semiárido brasileiro. Destaca-se, sobretudo, na Depressão Sertaneja e em parte de Chapadas, Bacias Sedimentares, Planaltos, Superfícies Cársticas, Tabuleiros, Várzeas e Terraços Aluvionares, Dunas Continentais e Mares de Morros (ARAÚJO FILHO, 2010). A formação do Relevo também contribui para a grande diversidade de solos na caatinga.

De acordo com Milton (2016) formações dos solos da Caatinga são de características sílico-argiloso, muito seco, raso, quase sem húmus, pedregoso, pobre em azoto, ou seja, pobre em nitrogênio, porém contendo regulares teores de cálcio e potássio. Estas características descritas segundo Milton, não torna os solos do semiárido extremamente pobres, essas características são adquiridas pelas condições climáticas do lugar em que está inserida a zona semiárida, por estar no polígono das secas.

O clima como fator predominante de atuação no sistema solo, planta e atmosfera segundo os textos de Milton (2016), o clima paraibano segundo a classificação de Köppen está em: **Tropical semiárido**; onde as chuvas de verão-outono, dominantes do sertão, são mais fortes que o semiárido. Tendo em conta altas temperaturas, a água disponível evapora mais rapidamente. As chuvas de verão-outono alcançam 800 mm/ano, e são irregulares. A temperatura média anual está por volta de 27°C. A vegetação dominante é a caatinga, e esta vem sendo degradada ao longo do tempo.

Segundo Jacomine (2008) o fator condicionante na formação dos solos do semiárido se dá pelo clima na influência direta na natureza dos organismos e no relevo. Compreendendo que as altas temperaturas podem chegar aos 40°C e as mínimas aos 15°C segundo o CREA-PE (2015) os índices pluviométricos em baixos níveis auxiliam na formação de um solo com uma atividade muito baixa de microrganismos, pouca cobertura vegetal sobre ao solo, devido à vegetação que compreende a caatinga ser nula devido aos períodos prolongados de estiagem, o que torna o solo pobre em nitrogênio devido não haver matéria orgânica.

De acordo com Carneiro (1998) em seu levantamento de pesquisas sobre o semiárido, ele afirma que a geologia é caracterizada por rochas cristalinas da era pré-cambriana, resultam em solos sedimentares bastante erodidos; ou seja, que sofreram erosão. Ainda segundo Carneiro (1998) a predominância de chuvas orográficas são concentradas em um único período, afetando diretamente a influência benéfica da temperatura sobre os cultivos agrícolas. Em seu trabalho Carneiro (1998) relata quando não ocorrem os períodos com chuvas; desorganiza toda a produção; pois arrasam a agricultura de subsistência.

Santos (2015) relata em seu trabalho que as chuvas torrenciais que promovem enxurradas no semiárido são responsáveis pela grande erosão direta ao solo. Os mesmos se desenvolvem pouco devido à escassa falta de água, acarretando assim solos rasos. As altas temperaturas segundo Santos (2015) refletem na combustão de matéria orgânica, onde são levadas pelo vento antes mesmo de se incorporar ao solo. E também o material primário do solo pouco se intemperiza tornando o solo pedregoso. Todos esses aspectos tornam o manejo do solo mais difícil às culturas agrícolas, a água é objeto central para o desenvolvimento destes solos inseridos no semiárido.

De acordo com Arcoverde *et. al* (2018) o uso agrícola e a retirada da caatinga podem alterar a qualidade dos atributos físicos do solo do semiárido nordestino. A retirada da vegetação nativa da caatinga acelera o processo de erosão aos solos; sem a cobertura vegetal, práticas agrícolas em uso não racional dos bens naturais também intensificam os atributos de qualidade do solo.

Segundo Gusmão (2013) A superexploração do potencial madeireiro da caatinga traz sérias consequências para o ecossistema, no último trimestre de 2013, os fornos para fabricação de carvão proliferaram, concomitantemente a quantidade de desmatamento e número de lenha vendida; essas práticas sempre ocorrem em grandes propriedades, que ainda existam áreas em caatingas ou capoeiras extensas.

Dentro da área caracterizada como semiárido há ainda outros fatores que contribuem para os desgastes no ecossistema caatinga, que afetam diretamente o solo segundo Gusmão (2013), como; fatores climáticos, fatores biológicos, fatores técnicos e fatores econômicos. As políticas públicas assistencialistas voltadas para a agricultura no semiárido existem e são efetivas, mas o gerir dos planos acabam afetando os programas assistenciais, o planejamento efetivo acaba deixando lacunas que fazem não progredir o avanço eficaz dos programas assistenciais do semiárido.

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) é um programa do governo federal que possui o objetivo de fortalecer as atividades desenvolvidas pelo agricultor familiar a partir do financiamento de atividades e serviços e atividades agropecuárias desenvolvidas em estabelecimento de áreas rurais ou em áreas comunitárias próximas que possam melhorar a qualidade de vida das famílias produtoras.

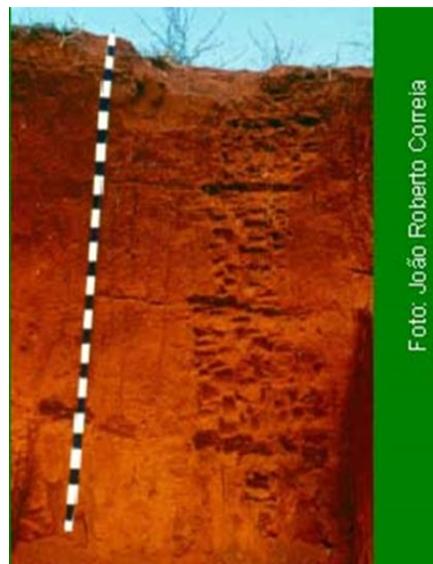
Segundo a EMBRAPA (2012) Unidade de execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife- PE, que desenvolveu uma cartilha com pesquisas aplicadas neste núcleo do semiárido dos solos. Os solos que compõem o Nordeste com características de semiárido compreendem; Latossolo, Neossolo, Argissolo e Luvisolo majoritariamente e Planossolo, Plintossolo e Cambissolo minoritariamente.

2.1.2 LATOSSOLOS

Segundo o SIBCS (2018) os solos classificados em latossolos iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

Segundo a Embrapa (2012) apresentam baixa fertilidade, exceto quando originados em rochas ricas em minerais essenciais às plantas, acidez e teor de alumínio elevados. As limitações agrícolas desse solo estão relacionados a baixa fertilidade ligada a baixa retenção de umidade, quando de texturas mais grosseiras e em clima mais secos como demonstra a (figura 1) a seguir.

Figura 1



Latossolos. EMBRAPA, 2019

De acordo com a classificação de solos do semiárido Embrapa (2014) o LATOSSOLO; compreende a um solo desenvolvido, profundo e bem drenado. Exibe cores vermelhas, amarelo-vermelha, vermelho-amarela, acizentadas ou brunadas. Ocorrem em relevos ondulados e planos, apresenta boa capacidade de armazenamento da água.

2.1.3 NEOSSOLOS

Segundo o SIBCS (2018) os solos classificados em Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos,

De acordo com a classificação de solos este tem resistência à ação do intemperismo, que atuam no impedimento ou na evolução do mesmo de acordo com a (figura 2) que observamos em seguida.

Figura 2



Neossolos. FONTE: EMBRAPA, 2019

Em função de sua diversidade e de suas características singulares são subdivididos em quatro subordens: Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Flúvicos (EMBRAPA, 2014).

Subordens Neossolo:

- **Neossolo Litólicos;** Segundo a Embrapa (2014) os neossolos litólicos são solos rasos e geralmente pedregosos, Forma-se a partir de qualquer tipo de rocha, associado a um relevo comumente movimentado.

- **Neossolo Rególítico;** Segundo a Embrapa (2014) são solos típicos do semiárido nordestino brasileiro, possui minerais primários de fácil em quantidade significativa na massa do solo. Apresenta textura arenosa e média e pequena diferenciação de horizontes no perfil do solo.
- **Neossolo Quartzarênico;** Segundo a Embrapa (2014) são solos derivados de rochas ou sedimentos de natureza essencialmente quartzosa. Apresenta textura arenosa até 1,5 m de profundidade. Ocorre em relevo suave ondulado e apresenta pequena diferenciação entre horizontes no perfil.
- **Neossolos Flúvicos;** Segundo a Embrapa (2014) são solos profundos derivado de sedimentos fluviais. Solo estratificado com variação de textura e do teor de carbono orgânico em profundidade.

2.1.4 ARGISSOLOS

De acordo com o SIBCS (2018) os solos classificados em Argissolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B, e satisfazendo ainda aos seguintes requisitos: Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz aos critérios para Plintossolos, Horizonte glei, se presente, não satisfaz aos critérios para Gleissolos como demonstra a (figura 3) a seguir.

Figura 3



Argissolos. **Fonte:** EMBRAPA, 2019

Segundo a Embrapa (2014) Apresenta acúmulo de argila em subsuperfície, tipificado pelo horizonte B textural (Bt). São solos minerais bem desenvolvidos e drenados, profundos a

muito profundos. Exibe cores vermelhas, vermelho-amarelas, amarelas, acinzentadas ou brunadas.

2.1.5 LUVISSOLOS

Segundo o SIBCS (2018) os luvisolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A (exceto A chernozêmico) ou sob horizonte E, e satisfazendo ao seguinte requisito: Horizontes plântico, vértico e plânico, se presentes, não satisfazem aos critérios para Plintossolos, Vertissolos e Planossolos, respectivamente, ou seja, não são coincidentes com a parte superficial do horizonte B textural.

De acordo com a classificação brasileira esses solos variam de drenados para imperfeitamente drenados. A seguir na (figura 4) observaremos o perfil de um solo classificado como luvisolo na imagem a seguir.

Figura 4



Luvisolos. FONTE: EMBRAPA,

Segundo a Embrapa (2014) São solos rasos a pouco profundo típico do ambiente semiárido, rico em bases e com argila de atividade alta. Apresenta acúmulo de argila em subsuperfície, caracterizado pelo horizonte Bt. Possui nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt em função da cor, textura e estrutura.

2.1.6 PLANOSSOLOS

Segundo o SIBCS (2018) os solos classificados em Planossolos são solos constituídos por material mineral com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico. Horizonte plânico sem caráter sódico perde em precedência taxonômica para o horizonte plântico.

De acordo com o SIBCS (2018) uma característica do planossolo é a alta concentração de argila combinado a uma permeabilidade de lenta ou muita lenta conforme analisado (figura 5) a seguir.

Figura 5



Planossolos. Fonte: EMBRAPA,

Segundo a Embrapa (2014) são solos imperfeitamente a mal drenados, apresentando cor pálida. Ocorrência dominante em relevo suave ondulado e plano.

2.1.7 PLINTOSSOLOS

Segundo o SIBCS (2018) os solos classificados em Plintossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário em uma das seguintes condições: Iniciando dentro de 40 cm da superfície; ou Iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante de acordo com a (figura 6) a seguir.

Figura 6



Plintossolos **FONTE:** EMBRAPA. 2019

Segundo a Embrapa (2014) São solos que apresentam horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, com ou sem mosqueado de cores vivas. Ocorrem nos terços inferiores de encostas e nas bordas de chapadas e tabuleiros. Sua formação está associada aos efeitos dos ciclos alternados de umedecimento e secagem atuais ou pretéritos. Solos de textura variável e com argila, comumente, de atividade baixa.

2.1.8 CAMBISSOLOS

Segundo o SIBCS (2018) os solos caracterizados por cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases

alta. Plintita e/ou petroplintita, horizonte glei ou horizonte vértico, se presentes, não satisfazem aos requisitos para Plintossolos, Gleissolos ou Vertissolos.

Segundo o SIBCS (2018) solos classificados como cambisssolos devido à heterogeneidade do material de origem, observamos a seguir na (figura 7).

Figura 7



Cambissolo. FONTE: EMBRAPA, 2019

Segundo a Embrapa (2014) São solos pouco desenvolvidos com presença de horizonte B incipiente (Bi). Rochas e sedimentos diversificados constituem seu material de origem. Possui grande heterogeneidade de atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. Apresenta minerais primários facilmente alteráveis na massa do solo.

Segundo a classificação brasileira de solos (2006) os solos classificados são avaliados através de dados morfológicos como; físicos, químicos e mineralógicos, os solos que abrangem o nordeste e o município de estudo que se classificam em zona semiárida, os atributos da mineralogia condizem com a formação pedológica dessa região.

Majoritariamente tem-se uma unidade pedológica formada por materiais oriundos de rochas com características argilosas e arenosas. Essas características atribuídas à mineralogia na formação do solo irão originar as características físicas e químicas no solo. Os aspectos

ambientais são fatores também do solo, contribuindo com clima, vegetação e condições hídricas.

Fatores externos são extremamente importante para as características físicas e químicas do solo, o semiárido comporta irregularidades pluviométricas, altas temperaturas durante todo o ano resultarão em solos com características arenosas e argilosa como demonstram as classificações pedológicas segundo o SIBCS (2006).

2.2 Aspectos Gerais da produção familiar na agricultura do semiárido

A agricultura no Brasil é, historicamente, umas das principais bases da economia do país, desde os primórdios da colonização até o século XXI, evoluindo das extensas monoculturas para a diversificação da produção (CASTRO, 2012). Desde a colonização que a agricultura é utilizada como meio de produção primária para o desenvolvimento de culturas, principalmente no Nordeste Brasileiro, onde os portugueses iniciaram a colonização portuguesa no Brasil.

A agricultura predominante no Semiárido é do tipo tradicional de sequeiro, onde a produção só ocorre com abundância de águas pluviais, tornando-a impossibilitada em anos com baixa ocorrência de chuvas (BARROS, PORDEUS. 2016). Para o desenvolvimento de culturas agrícolas no semiárido, o agricultor pratica suas atividades agrícolas no período de chuvas correntes.

De acordo com o Ministério da Agricultura (2016), a região Nordeste possui duas épocas distintas de plantio. A safra inverno, que é colhida no segundo semestre, tem o plantio realizado entre abril e maio. Já safra verão, que é colhida nos primeiros meses do ano que vem, tem a semeadura feita a partir de outubro, quando se dá o início do período chuvoso.

Ao longo do tempo a região paraibana vem crescendo em relação à modernização no campo da agricultura onde Moreira e Targino (2003) relatam que essa modernização assume seu papel a partir da década de 1970 no agreste paraibano com o processo de pecuarização, na Zona da Mata em decorrência do Proalcool a expansão na produção de cana de açúcar por área produzida, o agronegócio avícola é controlado basicamente por uma empresa no município agrestino de Guarabira no Brejo Paraibano. Ainda segundo Moreira e Targino (2003) no Sertão, a modernização incidiu basicamente sobre a atividade pecuária tendo como

consequência a melhoria do plantel, da alimentação animal (pastagens plantadas, introdução de ração industrializada, etc.).

A agricultura é constituída, basicamente do cultivo de feijão e milho, destinados em sua maior parte para a subsistência das famílias rurais (CAVALCANTI *et. al*, 1998). De acordo com o autor as duas principais culturas de subsistência no semiárido são o milho e feijão. É a partir destas duas culturas agrícolas majoritárias que principalmente a agricultura para o sustento da família é praticada no semiárido. Cavalcanti, *et. al*, (1998) vai enfatizar em seu texto que o rendimento da cultura de subsistência no semiárido não ultrapassa a 30% da sua potencialidade principalmente devido as secas.

Um dos grandes problemas da região são as estiagens prolongadas, mais fortes nos anos em que ocorre o fenômeno climático do El Niño (CASTRO, 2012). Esse fator limitante da produção agrícola no semiárido é uma condição natural que ocasiona um obstáculo para as plantações, sendo só possível a sementeira durante os períodos chuvosos, onde a pluviosidade é abundante. As políticas públicas de incentivo e apoio ao pequeno agricultor; não são exercidas efetivamente principalmente vinculadas á questões sociais e políticas, que são bastante acentuadas na região.

De acordo com Castro, (2012) no Nordeste Brasileiro a agricultura tem destaque principal na economia regional, 82,6% da mão de obra do campo equivale à agricultura familiar. O Nordeste foi colonizado através da atividade primária de grandes monoculturas, ao decorrer do tempo, a agricultura familiar de diferentes cultivos como milho feijão e algumas leguminosas compõem o cultivo da agricultura familiar do semiárido nordestino.

Castro (2012) vai relatar em sua publicação sobre os problemas que a agricultura no semiárido enfrenta, dentre tais problemas; reforma agrária, ação antrópica do homem no que diz respeito às queimadas, êxodo rural, financiamento da produção com bancos, questões sociais, políticas, ambientais, tecnológicas e econômicas. Os fatores limitantes antrópicos e ambientais se unem formando uma barreira no cultivo de culturas agrícolas no semiárido nordestino.

Silva Júnior (2014) trata da produção agrícola extensiva ao longo da história baseada em baixa produtividade, caracterizada pela produção agrícola de algodão, feijão e produção de bovinos. Os cultivos de grãos na região semiárida são de uso extremamente racionais, o milho e feijão, por exemplo; atuam na alimentação do homem e para alimentação animal, o milho serve tanto quanto para alimentação antrópica e animal.

Na Paraíba a agricultura familiar é o grande responsável pela produção de grãos que subsidiam o sustento das famílias e impulsiona a agricultura. Em vista da produção familiar o milho e o feijão são os grãos agrícolas mais comercializados devido sua importância na cultura nordestina, o milho tem sua finalidade da alimentação humana e animal. Segundo Abreu (2007) na Paraíba, 92% dos estabelecimentos totais do estado são enquadrados como pequena produção familiar. Destaca-se que esses agricultores foram responsáveis por 58% do valor total da produção do estado em 2006.

2.3 Fertilidade Natural dos solos do Semiárido

A fertilidade natural corresponde à fertilidade do solo quando ainda não sofreu nenhum manejo, ou seja, não foi trabalhado e, portanto, não sofreu recente interferência antrópica (MENDES, 2007). De acordo com Faria (1981) fertilidade dos solos se refere à capacidade que um solo tem de liberar nutrientes para a planta. A raiz das plantas absorve água e nutrientes, os nutrientes são classificados em; macronutrientes, ou seja, se encontram em grandes disponibilidades no solo como Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), e Enxofre (S). Os micronutrientes são encontrados com menor disponibilidade no solo como; Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Boro (B), Molibdênio (Mo), Cloro (Cl).

A fertilidade natural dos solos se encontra basicamente nos minerais disponíveis originários da rocha mãe, os solos do nordeste são compostos de gnaisses, granitos, migmatitos e xistos segundo o CREA (2015). Estas rochas são ricas em minerais por materiais arenosos, arenoargilosos, argiloarenosos, macroclásticos, principalmente concreções ferruginosas e seixos de quartzo, que irão compor os solos originários.

Segundo Reichardt, Timm (2016), as partículas sólidas do solo são divididas em três frações de tamanho; areia, silte e argila, sendo assim cada solo terá uma designação. Se o solo apresenta maiores frações de argila, será indicado possivelmente como um solo argiloso, se a fração majoritária for de areia; o solo será classificado como arenoso. Os solos do semiárido possuem solos argilosos como argissolos e arenosos segundo Lima (2003) são solos que apresentam menos de 15% de argila como o neossolo, estes tipos de solo compreendem ao semiárido.

Para entender os nutrientes disponíveis no solo e sua fertilidade natural de qualquer solo é preciso entender os materiais primários, ou seja, os minerais que compõem as rochas da porção sólida do solo e sua disponibilidade. A falta de um único nutriente necessário à planta disponível no solo limita a produção. Segundo Faria (1981) o rendimento de uma colheita são limitadas pela ausência de qualquer um dos nutrientes essenciais as plantas. Essa regra é conhecida como lei do mínimo por Liebig.

O conhecimento das características mais comuns aos solos do sertão é apresentarem, normalmente, argila de atividade alta e elevada percentual de saturação de bases, os elevados valores de PH e a presença de sais que limitam, muitas vezes, o desenvolvimento das plantas (ALENCAR, *et. al.* 2012).

Os nutrientes disponíveis na solução líquida do solo são essenciais para as plantas e resultam da fertilidade natural dos solos. Na (tabela 1) abaixo observaremos a concentração disponível em todos os solos distinguindo de solos ácidos. Nota-se que, em termos médios, os principais nutrientes, exceto o fósforo, estão presentes em concentrações entre 10^{-5} e 10 M. O fósforo possui, normalmente, a concentração mais baixa, em geral entre 10^{-5} e 1 M Reichardt, Timm (2016).

Tabela 1: Composição da solução do solo

CONCENTRAÇÃO (MMOL _C /L)		
NUTRIENTE	TODOS OS SOLOS	SOLOS ÁCIDOS
N	0,16 – 55	12,1
P	0,0001 – 1	0,007
K	0,2 – 10	0,7
Mg	0,7 – 100	1,9
Ca	0,5 – 38	3,4
S	0,1 – 150	0,5
Cl	0,2 – 230	1,1
Na	0,4 – 150	1,0

Fonte: Malavolta (1976).

A fração sólida do solo é dividida em areia, silte e argila, dessa forma o solo recebe uma designação diferente, devido as diferentes proporções dos mesmos no solo. Reichardt, Timm (2016). Os referidos autores exemplificam que se um solo for formado por 18% de argila, 75% de areia e o restante de silte, será considerado um solo arenoso, o que vale também se o solo for formado majoritariamente por argila 75% de argila, 18% de areia e o restante de silte o solo será classificado como argiloso.

É importante conhecer as análises físicas do solo, para que então se possa julgar qual manejo é correta a determinada cultura em determinada região com específicos tipos de solo. Aos solos do semiárido compreendem majoritariamente segundo CRE-PE (2014) Latossolos, Luvisolos, Neossolos e Argissolos, quanto a fertilidade natural dos Latossolos, segundo a Embrapa (2006) são classificados de baixa fertilidade e argilas de baixa atividade; ou seja, compreendem a solos argilosos com CTC, capacidade de troca de cátions.

Os Luvisolos segundo a Embrapa (2006) compreendem a solos que possuem altas saturações de bases e alta atividade de argilas, compreendendo a um solo que contém um teor elevado de argila, sendo classificado argiloso devido a sua textura argilosa, com alta CTC, capacidade de troca de cátions. Neossolos segundo a Embrapa (2006) são dessaturados de bases; não possuem bases possuem textura arenosa, baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção água e baixa CTC, baixa capacidade de troca de cátions. Podendo de acordo com sua classe textural ser classificado como solo arenoso.

Argissolos segundo a Embrapa (2006) são classificados por argila de baixa atividade e saturação por bases alta, apresentado alta capacidade de CTC, alta capacidade de troca de cátions. Podendo ser classificado como uma classe textual de solos argilosos. De acordo com as classificações quantos aos teores das frações sólidas do solo, a fertilidade natural e a textura da classe de solos majoritária; que se encontram em maiores proporções no semiárido nordestino brasileiro, são considerados de alta a baixa fertilidade natural, a depender da classe textural do solo e de argiloso a arenoso.

De acordo com Odum (1983) o fósforo é um dos elementos mais escassos em termos de sua abundância relativa em pools disponíveis na superfície da terra. Uma vez em que temos um fator limitante mineral natural não disponível a planta; temos a carência de um mineral que irá comprometer o desenvolvimento nutricional da planta. O ciclo do fósforo na natureza segundo Odum (1983) ocorre em poucas formas químicas que os demais nutrientes,

com adesão de atividade antrópicas aceleramos a perda do fósforo na natureza tornando-o menos cíclico.

2.4 Uso de Fertilizantes

Os solos da região semiárida brasileira contêm baixos teores de P, um dos elementos que mais limita a produtividade das culturas nessa região. Conseqüentemente, para obtenção de produtividades elevadas, torna-se necessária a adição de fertilizantes fosfatados (PEREIRA, J. R. e C. M. FARIA 1997). Tendo conhecimento de que os solos do semiárido possuem baixos teores de fósforo é preciso à suplementação de nutrientes através da fertilização.

Segundo Mendes (2007) a adição de nutrientes ao solo por meio de adubações de forma racional causa êxito a qualquer atividade agrícola. A fertilização se dá por meio de adição de nutrientes não disponíveis ao solo, a falta desse nutriente faz com que haja limitação no desenvolvimento nutricional da planta.

De acordo com a EMBRAPA (2014) a correção de adubos no solo deve ser realizada mediante a análise de solo, para aplicações de nutrientes ao mesmo é necessário validar análises químicas e físicas do solo que possam diagnosticar o déficit nutricional do mesmo. Em específico o fósforo ainda de acordo com Embrapa relata que o nutriente mais limitante na produção de culturas agrícolas na região nordeste é o fósforo. O exemplo de adição de adubação fosfatada com respostas expressivas de cultura do feijão-caupi nos mais diversos solos da região Nordeste com ênfase para os solos de classe Latossolo e Neossolo Quartzarênico.

Segundo a Embrapa (2014) é fato comprovado com diferentes experimentos principalmente, em grãos como o feijão-caupi, de que a maioria dos solos do Nordeste apresentam baixos teores de fósforo disponível. É então a partir desta necessidade que aplicação de fertilizantes químicos surge para suprir o déficit natural de baixos teores de fósforos disponível nos solos do Nordeste.

O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas,

fosfoproteínas e fosfolipídios Grant *et. al.* (2001). Através desses desenvolvimentos nutricionais cometidos pelo fósforo, a falta dele provoca o déficit nutricional natural no desenvolvimento da planta.

Experimentos desenvolvidos com a aplicação de adubação fosfatada no solo segundo os experimentos de Coutinho *et. al.* (2014). Os resultados obtidos com a aplicação de adubos fosfatados resultaram em; a altura da planta, número de grãos por vagens, produtividade de grãos, diâmetro do caule e número de folhas. Os resultados expressivos aparentes coma aplicação de adubo fosfatados em latossolos foram notáveis com a aplicação segundo as pesquisas de Coutinho *et. al.* (2014).

Uma das problemáticas no uso de fertilizantes se dá pela competição na absorção de nutrientes entre o solo e a planta. Shavik, Mikkelsen, (1993) relatam em seu artigo a perda de nutrientes aplicados às plantações, na de 60% de P (fósforo), N (nitrogênio) ou K (potássio) sendo retido pelo solo ou lixiviado. A aplicação de adubos a base de fosfatos têm por obtenção suprir os nutrientes em que o solo retém ou são lixiviados e não são absorvidos pelas plantas causando assim um déficit nutricional para a planta.

Alinhados a essa base na busca de adubos eficientes; que não estimule a competição de nutrientes entre o solo e a planta. O Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), desenvolveu um projeto intitulado de Oliveira (2013) **MAASaNE, Materiais Avançados para a agricultura no Semiárido Nordeste**; que visa o uso de adubos baseados em argilas naturais da região do semiárido Paraibano de vermiculitas. Vermiculitas de acordo com o CPRM (2019) é um mineral da família dos fósfilicatos hidratados de ferro, magnésio e alumínio do grupo das micas.

De acordo com o Centro de Tecnologia Mineral (2008) o mineral vermiculita está caracterizado com a semelhança no grupo mineralógico das Micas; grupo de minerais aluminosilicados complexos, com estrutura lamelar e com diferentes composições químicas e propriedades físicas que segundo Ugarte (2008).

O mineral comercializado na forma expandida possui propriedades como baixos valores de massa específica aparente e de condutividade térmica. Essas características, associadas à granulometria, tornam o produto de vermiculita bastante atrativo para sua utilização em diversas áreas, dentre as quais, na construção civil, na agricultura, nas indústrias química, de tintas, dentre outras (UGARTE *et. al.* 2008)

É sob essas condições de propriedade física do mineral vermiculita que concedem ao desenvolvimento de um fertilizante natural desenvolvido com argilas de minerais endêmicos

da região semiárida. Ainda de acordo com UGARTE *et. al.* (2008) a capacidade de troca iônica é estimada na faixa de entre 100 e 130meq / 100g.

Nesse projeto de desenvolvimento de adubos minerais e naturais da região semiárida da Paraíba desenvolvido por pesquisadores do departamento de química da UEPB. Os mesmos buscaram elaborar um fertilizante inteligente; classificado com CFR (Fertilizante com liberação controlada), segundo Oliveira (2013) a cinética de liberação do solo pode ser ajustada á cinética de consumo pela planta. Fazendo com que a competição de absorção de nutrientes pelo solo e a planta sejam eliminadas.

S. Shoji and H. Kanno (1994) relatam em seu artigo que para um fertilizante ser ideal é preciso possuir três características; uma única aplicação durante o processo de plantio e crescimento, taxa de máxima recuperação através de absorção pela planta, apresentar danos mínimos ao solo, água e ar. Todas essas características apresentadas por Shoji e Kanno (1994) buscam ser desenvolvida no fertilizante a base de fosfato.

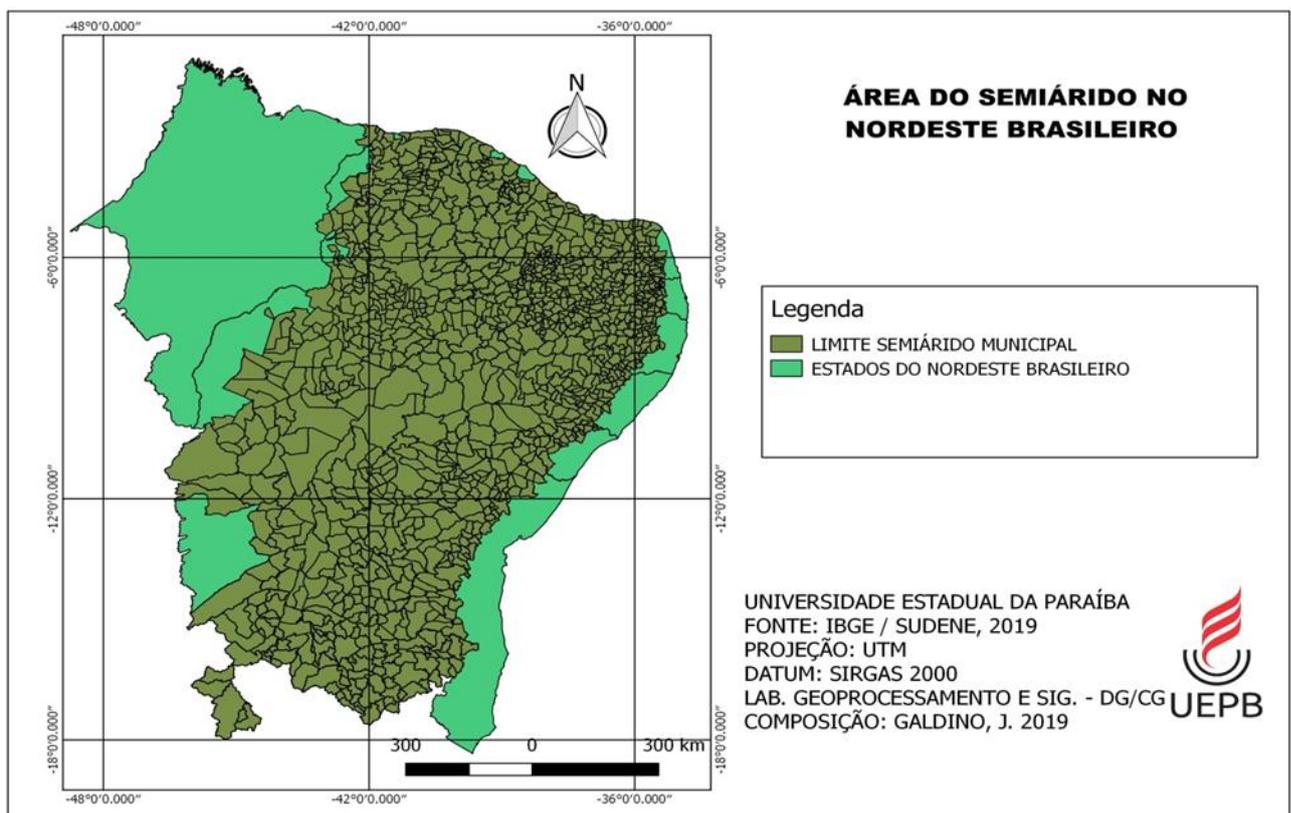
3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A área de estudo para aplicação de fertilizante fica localizada na zona rural; sítio Piabas no município de Aroeiras, Paraíba, Lat 7° 32' 53'' Long 35° 43' 5'', no semiárido paraibano, na mesorregião Agreste. A maioria da população rural de Aroeiras vive da agricultura familiar de subsistência; onde a produção é destinada a sobrevivência dos agricultores, tendo como principais culturas agrícolas o milho e o feijão.

O município de estudo se localiza no clima semiárido que segundo o INSA (2013) o termo “Clima Semiárido” é utilizado para delimitar áreas onde a quantidade de chuva que cai é menor que a quantidade de água que se evapora. Entendendo que as unidades pedológicas dessa região também serão caracterizadas pela influência do clima semiárido faz-se compreender que as culturas agrícolas sofrerão os efeitos da pluviometria entre a chuva e a evaporação nos solos conforme observamos na (figura 8) a seguir.

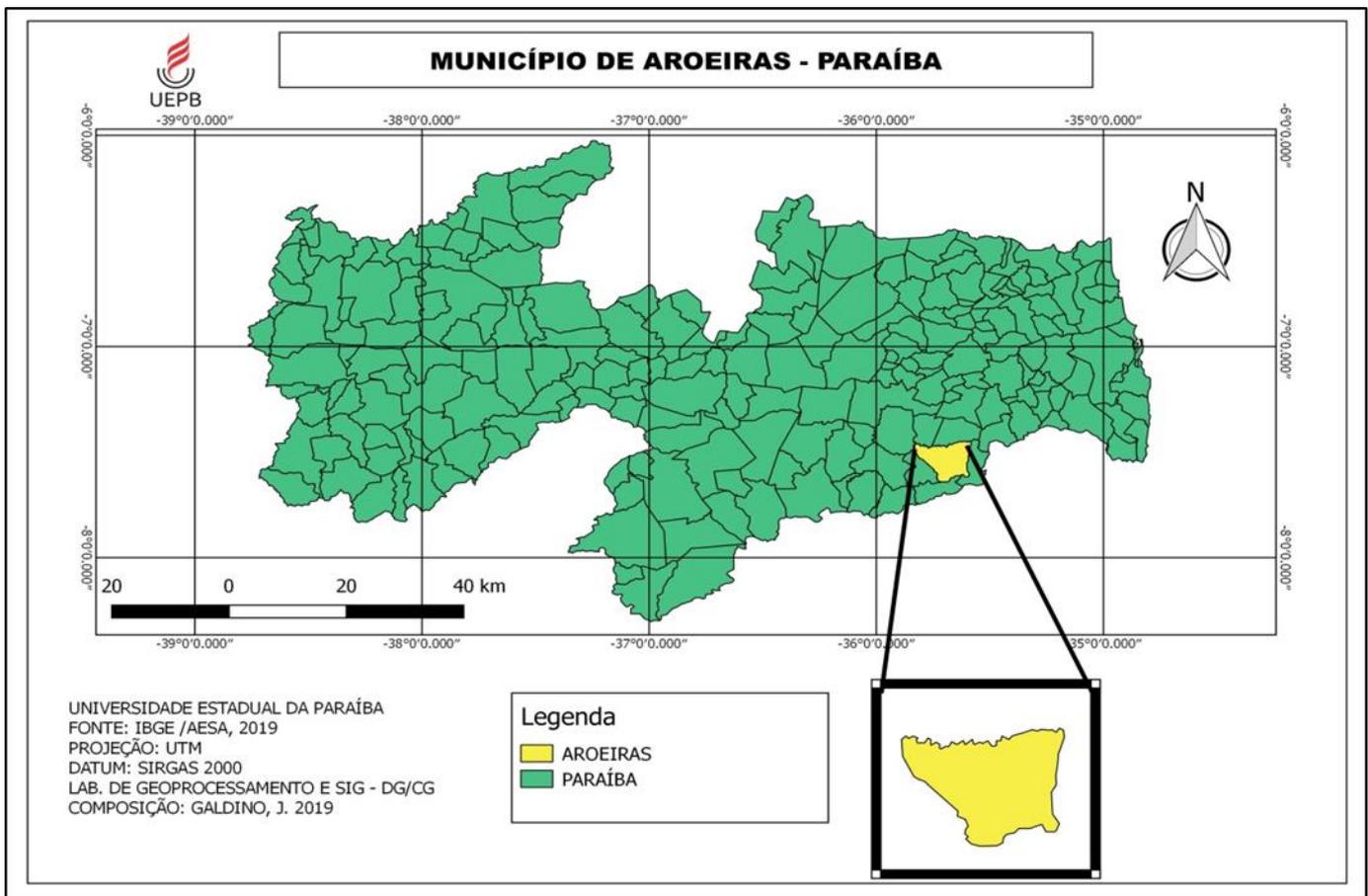
Figura 8: Delimitações municipais de áreas semiáridas no Nordeste Brasileiro.



Fonte: GALDINO, J. 2019

Na (figura 8) anteriormente compreendemos as áreas de todos os municípios que são caracterizados por se enquadrarem na zona de semiaridez no Nordeste brasileiro, que se estende de pouco pontos de abrangência do estado de Minas Gerais na região sudeste do Brasil até o Maranhão na região Nordeste do Brasil. A seguir na (figura 9) compreendemos a localização do município de Aroeiras – Paraíba para o estudo da área.

Figura 9. Município de Aroeiras – Paraíba localizado na mesorregião do Agreste.



Fonte: GALDINO, J. 2019

A delimitação geográfica do estudo está inserida na mesorregião agreste; é uma região intermediária entre uma área úmida e outra seca, constituindo-se numa faixa de transição entre a Zona da Mata, o Brejo e o Sertão (INSA, 2013). Nesta área de transição que se localiza a área de estudo, com uma vegetação predominante e endêmica da região, que são provenientes de solos e relevos característicos do Agreste.

O município de Aroeiras – Paraíba localizada na Região Metropolitana de Campina Grande, estado da Paraíba. Sua população em 2011 foi estimada pelo IBGE (Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística) em 19.048 habitantes, distribuídos em 374 km² de área, 373 metros de altitude. A distribuição das chuvas nessa região ocorre de janeiro a agosto, variando de 500 a 1.000 mm anuais.

Dessa forma, a paisagem verde do agreste se prolonga por mais tempo que na caatinga. A umidade é mais perceptível à noite quando, não raro, observa-se o orvalho (INSA, 2013). A sua produção agrícola baseia majoritariamente na cultura do milho e feijão, apenas um estabelecimento dentro do município de acordo com o IBGE (2010) faz uso de adubação química.

De acordo com último censo demográfico realizado no país IBGE (2010) a área plantada de feijão em Aroeiras foi de 350 hectares e colhido o proporcional de 350 hectares, com uma quantidade produzida de 50 toneladas de feijão naquele dado ano. A produção de milho deu-se em área plantada de 400 hectares e colhido 400 hectares, com quantidade produzida de 40 toneladas de acordo com o IBGE. As maiores produções agrícolas no município de Aroeiras, Paraíba se dá em torno da produção de grão de milho e feijão.

Os programas sociais que fornecem águas distribuídas pelo exército brasileiro nas propriedades rurais se limitam apenas a água potável, reservatórios para irrigação não existe, técnicas de gotejamento e aspersão de água não são utilizadas, pelo custo ser alto. O agricultor rural da localidade pesquisada apenas utiliza técnicas rudimentares do corte da cobertura vegetal com o trator da prefeitura local, queimadas para fazer a limpeza dos campos e água da chuva. Incentivos de créditos financeiros ao agricultor não são utilizados por medo de perderem a lavoura e contraírem dívidas com os bancos.

3.2 Procedimentos metodológicos

Dentre os métodos usados para avaliar a fertilidade do solo uns fundamentam-se na análise química de solo e/ou de plantas, outros na observação de sintomas visuais de deficiências nutricionais e outros em ensaios de caráter biológico (LIMA, L. A de. et. al 1975). Para avaliar os índices nutricionais do solo na área estudada foram realizadas análises físicas e químicas no laboratório de solos da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, a fim de obter os índices nutricionais da área. Na (figura 9) analisamos a área de estudo, na zona rural do município de Aroeiras - Paraíba onde foram desenvolvidas as aplicações de adubo fosfatado na produção de milho e feijão.

O período de desenvolvimento da aplicação de adubo fosfatado se deu entre os meses de setembro a dezembro, período que segundo o INMET (2019) são compreendidos a primavera e verão. Os índices pluviométricos do ano de 2018 que compreendeu a esse período não houve precipitações e as temperaturas foram altas, a metodologia do cultivo agrícola de milho e feijão se desenvolveu no período seco, onde os experimentos foram irrigados manualmente por irrigador, como a porção de terra era reduzida, então o trabalho proporcional aos metros de terra que são analisados a seguir na (figura 10).

Figura 10: Área de aplicação de adubo fosfatado na cultura consorciada de milho e feijão no município de Aroeiras- PB



Fonte: GALDINO, J. 2018

O solo observado na (figura 10) demonstra um solo sem cobertura vegetal compreendido de acordo com a EMBRAPA (1989) como neossolo típico das regiões semiáridas, na figura 10 o cultivo de milho e feijão é consorciado; uma prática típica dos agricultores da região é o uso de garrafas PET com água, onde é feito pequenos furos e a irrigação é dada por gotejamento, uma prática realizada pelos agricultores em períodos de estiagem. A seguir na (figura 11) observamos a propriedade rural da área de estudo.

Figura 11: Área de estudo compreendida a aplicação de adubo fosfatado localizada na zona rural do município de Aroeiras.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2019.

A área localizada na (figura 11) se encontra na zona rural do município de Aroeiras- PB, denominada para agricultura familiar no sequeiro, ou seja, é uma agricultura que desenvolvida por agricultores sem uso de irrigação planejada, é feita apenas com a chuva em períodos chuvosos da região, que compreendem aos meses de maio a julho. Foi escolhida a área e coletada as amostras de solo para serem encaminhadas ao laboratório para análises físicas e químicas.

A seguir na (tabela 2) segue as informações a cerca das etapas metodológicas para a aplicação do adubo fosfatado nas culturas agrícolas de milho e feijão no município de Aroeiras – Paraíba.

Tabela 2: Etapas Metodológicas

ETAPAS METODOLÓGICAS	
1ª ETAPA 13/03/2018	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO
2ª ETAPA 17/05/2018	COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO
3ª ETAPA 25/ 05/2018	ANÁLISES DE RESULTADOS
4ª ETAPA 03/09/2018	APLICAÇÃO DO FERTILIZANTE E SEMEADURA

FONTE: GALDINO, J. 2019

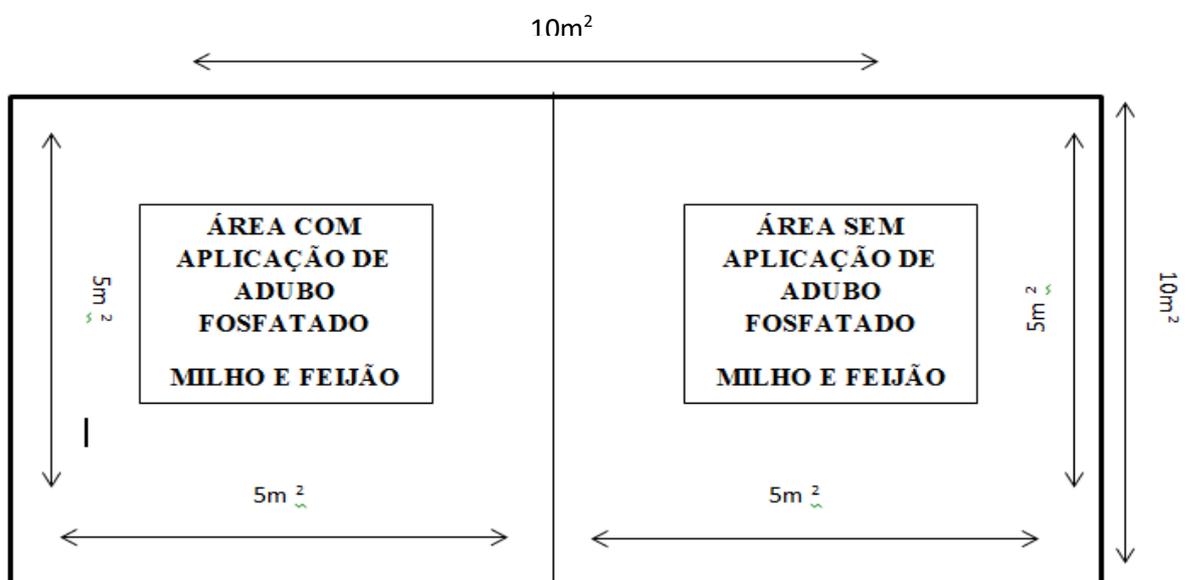
Após as análises obtidas a preparação da área para aplicação do fertilizante e a sementeira. Para obtenção de efeitos com bons resultados as análises devem ser realizadas antes do período de plantio; dois meses antes. De acordo com a Embrapa (2003), a análise química do solo está relacionada com a disponibilidade de nutrientes e possíveis barreiras químicas. É a partir das análises de solo, tanto física como químicas que irão avaliar a fertilidade do solo.

De acordo com as recomendações da Embrapa para a adubação do solo é preciso que as análises sejam realizadas de no mínimo de seis a oito meses antes do plantio, cada amostra de solo deve conter de 20 a 30 subamostras, tiradas em uma profundidade de 0-20 a 0-40 cm. A partir desta recomendação foram coletadas mais de 20 amostras de terra de áreas distintas com aproximadamente 20 cm de profundidade para serem encaminhadas ao laboratório e análises químicas e físicas serem extraídas dessas amostras de solo. Neste experimento as análises foram coletadas em maio e a aplicação do adubo fosfatado se deu no mês de setembro; foram seis meses desde a coleta até a aplicação do adubo durante o plantio.

A delimitação da área de estudo se deu em parcelas de $10\text{m}^2 \times 10\text{m}^2$, sendo divididas em duas partes; 5m^2 com uso de adubo mineral adicionado ao solo e 5m^2 sem o uso de adubo mineral adicionado ao solo. As duas áreas distintas serviram de parâmetro para análise do adubo em relação a sua atuação ao solo e as respostas às culturas de milho e feijão.

A seguir na (figura 12) observamos no croqui a representação da área de estudo em metros quadrados onde foi desenvolvido a aplicação de adubo fosfatado no município de Aroeiras-PB.

Figura 12: Representação da área estudada



Na representação da (figura 12) temos a aproximação da representação da área estudada onde 10m² de terra foram divididos para análise do efeito na adubação na cultura de milho e feijão. Foram 16 sulcos de plantas, onde 8 foram com aplicação de adubo fosfatado e 8 sem aplicação e adubo fosfatado. Em cada sulco para semeadura foram plantados 3 grãos em cada sulco, tanto de milho, quanto de feijão observados a seguir na (figura 13).

Figura 13: Área delimitada para estudo 10 x 10m².



Fonte: GALDINO, J. 2019.

Na (figura 13) observamos a área delimitada para adição de adubo fosfatado na cultura de milho e feijão. Observa-se que a área encontra-se em um período de estiagem, que não há abundância em índices pluviométricos, o solo se encontra com quase nenhum vestígio de matéria orgânica recobrindo o solo. A seguir na (figura 14) observamos a aplicação do fertilizante fosfatado diretamente no sulco da semeadura.

Figura 14: Aplicação de adubo fosfatado no cultivo agrícola de milho e feijão no município de Aroeiras-PB.



Fonte: GALDINO, J. 2019

Uma melhor eficiência da adubação é alcançada com a localização adequada dos fertilizantes em relação ao sistema radicular mais eficiente em absorção (EMBRAPA, 2003). Na figura 14 observamos a aplicação do fertilizante diretamente no sulco da sementeira, a fim de proporcionar uma maior eficácia nutricional na raiz da planta, para uma maior absorção nutricional do adubo fosfatado. De acordo com Oliveira (2013) o adubo utilizado para esta pesquisa foi de forma inorgânica ou conhecido como fertilizantes químicos ou minerais a base de fosfato, proveniente de rochas minerais do sertão da Paraíba; a rocha Laponita.

Na (figura 15) observamos o adubo produzido na Universidade Estadual da Paraíba pelo Departamento de Química a base de fósforo, desenvolvido com rochas fosfáticas oriunda de vermiculitas do semiárido paraibano.

Figura 15: Adubo fosfatado a base de fósforo desenvolvido pelo departamento de química da UEPB.



Fonte: GALDINO,J. 2018

Foram utilizados cerca de 67,2 g de fertilizante nos 10m² da terra na parcela 2, aplicados diretamente no sulco da sementeira no dia do plantio, nas culturas de milho e feijão plantados consorciados, ou seja, juntos em uma mesma área. Plantados em área de sequeiro, sendo irrigados manualmente com um regador com capacidade máxima de 10L de água do regador.

A água usada para irrigação diária advinha do reservatório da propriedade da área estudada, a água proveniente das chuvas é armazenada em uma barragem construída na década de 80 e 90 durante o período conhecido como emergência, onde o governo fazia a construção de barragens no período da estiagem em propriedades privadas.

No final do experimento foram avaliados o número de vagens, número de espigas, tamanho e peso da produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as análises químicas (tabela 3) com as amostras de solo foram possíveis interpretar os déficits naturais que compreendiam ao solo desenvolvido ao âmbito da pesquisa. As características dos solos de acordo com as análises químicas e físicas laboratoriais apontam pH ligeiramente ácido (acima de 5,6), o que limita a atividade de Al em solução, sendo não tóxico.

TABELA DE ANÁLISE QUÍMICA

Tabela 3: Resultados das análises químicas de amostras de solo

Características Químicas (meq/100g de solo)	Profundidade (cm)		
	A-01	A-02	A-03
Cálcio	3,32	3,05	2,63
Magnésio	1,21	4,38	4,31
Sódio	0,15	0,13	0,13
Potássio	0,20	0,25	0,30
Hidrogênio	2,32	2,09	3,43
Alumínio	0,04	0,00	0,23
Carbonato de Cálcio	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Carbono Orgânico%	0,59	0,82	0,97
Matéria Orgânica %	1,02	1,41	1,67
Nitrogênio%	0,06	0,08	0,10
Fósforo assimilável mg/100g	9,28	0,60	1,10
pH H ₂ O (1:2,5)	5,68	6,01	5,20
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,11	0,09	0,17

FONTE: Departamento de engenharia agrícola UFCG. Laboratório de Irrigação e salinidade (LIS).

A capacidade de troca de cátions (CTC) é crescente para todas as amostras, sendo consideradas de mediana para alta. Todas as amostras são acima de >50%, com destaque para a amostra (A-02). O Teor de matéria orgânica é de mediano para baixo, o teor de P disponível

é muito baixo, a amostra A-02 é o que demonstra o menor teor disponível de fósforo. Na tabela 3 observamos os resultados químicos obtidos no solo.

Os resultados das análises químicas demonstraram o potencial de macronutrientes que as amostras de solo resultaram; o potássio e o fósforo que são classificados como os nutrientes que se encontram em maior quantidade no solo estão nos níveis mais baixos da amostra A-02 na (tabela 3). A seguir na (tabela 4) segue os resultados das análises físicas.

TABELA DE ANÁLISE FÍSICA

Tabela 4: Resultados das análises físicas de amostras de solo.

Características Físicas	Profundidade (cm)		
	A-01	A-02	A-03
Granulometria (%)			
Areia	61,41	59,49	59,52
Silte	22,16	24,12	28,11
Argila	14,43	16,39	12,37
Classificação Textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Densidade do Solo g/cm³	1,40	1,22	1,26
Densidade do Partículas g/cm³	2,68	2,69	2,73
Porosidade %	47,76	54,65	53,85
Umidade (%Base solo seco)			
Natural	0,75	0,45	0,41
0,10 atm			
0,33 atm	21,01	17,05	19,83
1,00 atm			
5,00 atm			
10,0 atm			
15,0 atm	9,17	9,67	10,94
Água Disponível	11,84	7,38	8,84

FONTE: Departamento de engenharia agrícola UFCG. Laboratório de Irrigação e salinidade (LIS).

A seguir na (tabela 4) as análises físicas demonstram um solo com grande predominância de areia, classificado como Franco Arenoso. Estes solos possuem uma porcentagem relativamente pequena, sendo suficientemente para atribuir ao solo propriedades referentes à fração. Os solos arenosos possuem uma alta capacidade porosa, onde a água não se armazena no solo proporcionando assim o não acúmulo de água para as plantas.

A partir dos resultados obtidos com a análise física para a amostra de solos; identificados com os índices físicos do solo como; granulometria do solo, classificação textural, densidade do solo, densidade das partículas, porosidade e umidade. Estes índices físicos do solo auxiliam na compreensão dos resultados obtidos na amostra de solo para a classificação física do solo.

- **Granulometria e classificação textural do solo**

Analisando a amostra de solo **A-02**, na qual foi realizada a aplicação do adubo fosfatado temos que; a granulometria desta amostra de solo se encontra com 59,49% de areia, 24,12% de silte e 16,39% de argila resultando majoritariamente em solo de fração arenosa. A classificação textural do solo resultou em um solo Franco arenoso.

- **Densidade do solo**

No índice físico de densidade do solo temos; a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros (COOPER, MAZZA, 1997). O resultado de densidade obtido na amostra de solo A-02 foi de **1,22g/cm³**. De acordo com Cooper e Mazza (1997) os solos arenosos são classificados em:

Solos argilosos: de 0,90 a 1,25 g/cm³

Solos Arenosos: de 1,25 a 1,60 g/cm³

De acordo com Cooper e Mazza (1997), de maneira geral, quanto maior for a densidade do solo, maior será sua compactação e a estrutura de degradação, menor será sua porosidade. Maiores são as restrições para o crescimento radicular e o desenvolvimento das plantas. Os resultados obtidos nesta amostra apontam um solo arenoso; pois sua densidade está em torno de 1,22 g/cm³.

- **Densidade de partículas**

A análise física do solo no que diz respeito a densidade de partículas; refere-se somente a fração sólida do solo de uma amostra de solo, sem considerar a porosidade. A densidade de partículas do solo diz respeito entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pela fração sólida (COOPER, MAZZA. 1997).

De 2,3 a 2,9 g/cm³

O resultado da amostra de solo A-02 mostrou um resultado de **2,69 g/cm³ = 2,6 g/cm³**.

O resultado obtido na amostra não muda para todos os tipos de solo segundo Cooper e Kazza (1997) pois; os minerais predominantes na rocha mãe do solo são quartzo, feldspato e silicatos de alumínio coloidal, cuja densidade das partículas são de 2,65 g/cm³, o que não muda e não altera para outros tipos de textura de solos.

- **Porosidade**

Representa a porção de solo em volume não ocupada por sólidos (FERREIRA, M. M. 2008).

A porosidade da amostra de solo A-02 resultou em 54,65% na amostra de solo, onde majoritariamente há maior concentração de poros. Com a existência de muitos poros, a penetração da água é maior e alcança profundas camadas do solo, o que diminui a umidade do solo.

- **Umidade**

O teor de água no solo; como peso da água contida em uma amostra de solo dividida pelo peso seco das partículas sólidas no solo (ABNT 06457).

A umidade natural obtida na amostra de solo está em 0,45%, o que demonstra que está menos da metade da porcentagem de 50% saturado por água, ou seja, é considerado pouco úmido para manter culturas.

Após as análises laboratoriais foi possível constatar que o aporte de material orgânico é quase inexistente, por ser extremamente baixo com ênfase para amostra de A-02, que é onde se desenvolveu o experimento da parcela com aplicação de fertilizante fosfatado e outra parcela sem aplicação do fertilizante a base de fosfato.

A partir destas análises a amostra que foi julgada com baixos índices de fósforo assimilável foi à amostra classificada (A-02). É nesta área que se desenvolveu o experimento com a aplicação de fertilizante a base de fosfato. Abaixo na tabela 5 seguem os resultados obtidos.

Na parcela com adição de fosfato foram obtidos 24 espigas de milho, a planta obteve uma altura média entre 1,70 e 1,90 metros e com um peso total de 1,340 kg de milho, o tamanho das espigas variam de 13 entre 19 cm cada espiga. Na parcela do feijão com adição de fosfato a altura dos pés de feijão mediam 70 cm, o tamanho das vagens analisadas mediam 20 cm contendo de 10 a 14 grãos de feijão, com um peso total de 60 gramas.

Na parcela de adição com adubo fosfatado resultou em um quantitativo maior de plantas, na altura do milho e feijão, o peso maior e o tamanho da espiga e da vagem foram maiores que na parcela não adicionado adubo fosfatado. A seguir nas (figuras 16 e 17) observamos as medidas distintas dos cultivos com aplicação de adubo fosfatado, os grãos de milho e feijão obtiveram maiores proporções.

Figura 16: Espigas de milho resultantes da parcela com aplicação de adubo



Fonte: GALDINO, J. 2018

As vagens da parcela com aplicação de adubo fosfatado obtiveram número de grãos, altura e peso distintos, sendo superiores a parcela sem aplicação de adubo fosfatado, apesar de ambos sofrerem com o estresse hídrico. Observamos na (figura 16) o tamanho da vagem em torno de 23 cm. A seguir na (figura 17) observamos a vagem de feijão-caupi com aplicação de fertilizante fosfatado.

Figura 17: Vagem de feijão-caupi em torno de 21cm com 13 grãos de feijão. Com adição de adubo fosfatado.



Fonte: GALDINO, J. 2018

A seguir na (figura 18) observamos a imagem da medida espiga de milho com aplicação de adubo fosfatado chega em torno de 20 cm de altura.

Figura 18: Milho com aplicação de adubo fosfatado



Fonte: GALDINO, J. 2019

A espiga vide (figura 18) não obteve o preenchimento total dos grãos devido o período de estresse hídrico, onde a formação da espiga sofreu a diversa troca de temperatura, alterando assim o preenchimento total da espiga de milho mesmo havendo a aplicação de adubo fosfatado. A seguir na (tabela 5) analisaremos os resultados totais obtidos na parcela com aplicação de adubo fosfatado.

Tabela 5: RESULTADOS 5X5m COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOSFATADO

PARCELA 5X5m COM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOSFATADO	
MILHO	FEIJÃO
ALTURA DA PLANTA = 1,70 à 1,90 cm	ALTURA DA PLANTA= 70 cm
TAMANHO DA ESPIGA= 20 cm	TAMANHO DA VAGEM = 5 cm à 20 cm
QUANTIDADE DE PLANTAS OBTIDAS = 24	QUANTIDADE DE PLANTAS OBTIDAS= 11 plantas
PESO TOTAL: 1,340 kg de milho	PESO TOTAL: 60g

Fonte: GALDINO, J. 2019

Os resultados obtidos com a adição de fosfato foram quantidades superiores à parcela de não aplicação do adubo. Porém tanto a parcela com aplicação de adubo, quanto à sem aplicação de adubo a base de fósforo, devido aos baixos índices pluviométricos que ocorreram durante o experimento, ocasionou as plantas e os vegetais obtidos um estresse hídrico; que em decorrência da escassez de água acaba ocasionando problemas morfológicos e fisiológicos na planta e no vegetal; como observamos na foto abaixo.

Como observamos na (figura 18) a redução no número de grãos da espiga de milho ocasionado devido ao estresse hídrico sofrido durante o estágio de desenvolvimento do vegetal. De acordo com Bergamaschi et. al. (2006) o déficit hídrico tem maior impacto sobre o rendimento de grãos de milho quando ocorre no florescimento. Como se observa na (figura 18) a redução no número de grão do vegetal ocorridas durante o desenvolvimento da planta. Ainda de acordo com Bergamaschi et. al. (2006) A redução no rendimento de grãos de milho e o grau do deficit hídrico no florescimento apresentam uma relação quadrática. A relação entre os baixos níveis de água no solo e o desenvolvimento da planta e do vegetal são refletidos em sua fase de maturação.

De acordo com Santos e Carlesso (1998, p. 288 apud Kiehl 1979), a quantidade de água armazenada no solo disponível às plantas varia com a textura e as características físicas do solo, levando a planta a apresentar diferentes respostas em seus mecanismos de resistência morfofisiológicos. Então se a quantidade disponível para a planta não foi suficiente para seu desenvolvimento, ele sofre o estresse hídrico, principalmente pelas propriedades físicas e morfológicas na qual compõem o solo.

O solo na qual foi realizado a pesquisa é caracterizado por sua formação pedológica majoritariamente arenoso, nas quais suas propriedades arenosas acentuam a morfologia do solo com uma alta porosidade, onde o solo não retém a água por mais tempo, um solo poroso possui mais espaços vazios de ar que não absorve água no solo.

Na morfologia do solo de acordo Santos e Carlesso (1998, p. 288 apud Taiz & Zeiger, 1991) Solos argilosos com textura mais fina retêm água em maior quantidade que os solos de textura arenosa, devido à maior área superficial e a poros menores entre partículas. Desta maneira os resultados que foram obtidos com a aplicação do adubo à base de polifosfato tiveram a influência do estresse hídrico que acometeram ao desenvolvimento com êxito à cultura de milho e feijão na parcela com aplicação do adubo.

De acordo Santos e Carlesso (1998, p. 288 apud Bergamaschi, 1992) na medida em que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas. Apesar da irrigação nas parcelas de terras serem efetivamente diárias, não supriu satisfatoriamente a capacidade do solo de reter a água devido a sua alta porosidade.

Figura 19: Milho com aplicação de adubo fosfatado.



Fonte: GALDINO, J. 2018.

Como observa-se na (figura 19) durante o período de morfologia do vegetal a ocorrência do estresse hídrico sofrida pela planta ocasionou a deficiência no desenvolvimento dos grãos. A seguir na tabela 6 observamos os resultados da parcela sem aplicação de adubo fosfatado as culturas de milho e feijão.

Tabela 6: RESULTADOS 5X5m SEM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOSFATADO

PARCELA 5X5m SEM APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE FOSFATADO	
MILHO	FEIJÃO
ALTURA DA PLANTA= 1,70 cm	ALTURA DA PLANTA= 70cm
TAMANHO DA ESPIGA: 6 cm	TAMANHO DA VAGEM= 5 cm à 20cm
QUANTIDADE DE PLANTAS OBTIDAS= 19 PLANTAS	QUANTIDADE DE PLANTAS OBTIDAS= 5 PLANTAS
PESO TOTAL: 250g de milho	PESO TOTAL: 30g de feijão

Fonte: GALDINO, J. 2019

Na segunda parcela sem aplicação de fosfato foram obtidos 7 espigas, a planta teve altura média em torno de 1,70 e 1,80 metros, com um peso total de 250g. Na parcela de feijão, as plantas mediam cerca de 40 -50 cm com um peso total de 30 gramas.

O desenvolvimento dos vegetais obtidos na parcela sem aplicação de fertilizante fosfatado como analisado anteriormente na (figura 18). Nota-se que o desenvolvimento dos grãos e da espiga não foi obtido na mesma medida que a aplicação da parcela com fertilizante. Para os resultados obtidos sem a aplicação de adubo fosfatado, as diferenças foram notáveis, pois os vegetais como o milho; sofreram mais reações devido ao estresse hídrico.

A seguir na (figura 20) observamos os resultados no milho sem aplicação de fertilizante fosfatado.

Figura 20: Milho sem aplicação do fertilizante fosfatado.



Fonte: GALDINO, J. 2018

De acordo com a (figura 20) a espiga de milho sem aplicação de adubo fosfatado é notável o não desenvolvimento em comparação a figura 18 que possui aplicação de adubo fosfatado, o efeito do adubo nos cultivos aplicados foram superiores aos cultivos não aplicados adubos. A seguir na (figura 21) observamos o feijão sem aplicação de fertilizante.

Figura 21: Feijão sem aplicação do fertilizante.



Fonte: GALDINO, J. 2018.

O estresse hídrico afeta o crescimento, matéria seca e rendimento em várias espécies de planta, mas a tolerância de qualquer espécie a ameaça varia notavelmente (JALEEL et. al., 2009). A partir dessa afirmação podemos comparar os resultados obtidos na parcela sem aplicação de fertilizante a base de fosfato; que com auxílio do déficit hídrico causada pela falta d'água não foi possível obter resultados benéficos nesta parcela. O desenvolvimento dos grãos não se desenvolveu totalmente, o vegetal não atingiu uma altura notável para a morfologia do vegetal; todos os cultivares referentes aos milhos obtidos nas parcelas sem aplicação de fertilizante não atingiram estágio satisfatório em bom desenvolvimento.

Segundo Jaleel et. al., (2009) afirma em seus resultados que o estresse hídrico proveniente da escassez de água no solo afeta diretamente as plantas, dentre esses fatores o crescimento é diretamente afetado, como observamos o desenvolvimento do milho na (figura 20) o desenvolvimento da espiga de milho não atingiu o grau satisfatório para cultivares agrícolas. Desse modo notoriamente as ambas parcelas com aplicação de fertilizante e sem aplicação de fertilizante, apesar de sofrem a escassez pluviométrica e apresentarem estresse hídrico nas plantas e no cultivares; a parcela que foi adicionada a aplicação de fertilizante fosfatado resultou em um número maior de espigas de milho e altura e quantidade de grãos no feijão-caupi.

As propriedades físicas do solo também contribuiram para um estágio em que não houvesse bom desenvolvimento em ambas parcelas de experimentos de cultivares, o solo de característica arenosa possui uma grande propriedade porosa, absorvendo ligeiramente a água. Então os espaços vazios no solo acabam infiltrando a água rapidamente não retendo a água no solo. Ainda que durante o processo de cultivo houvesse a irrigação nas parcelas de cultivares, o solo não retinha a água, e toda água irrigada não era absorvida pela planta, devido o solo possuir um alto teor arenoso, todos os dias eram irrigados 60L de água durante 3 meses e meio, o que dá um total de 8.300 Litros de água irrigados durante o experimento.

Contudo esse total de água não foi suficiente devido a evapotranspiração e a não retenção de água pelas plantas. A divisão dos dias pela quantidade de água diária irrigada chega ao cálculo de absorção pela planta de 14,6L de água, o que não foi o suficiente de água desejável consumido pela planta.

$$\text{TEMOS: } 100 \text{ Litros de água} \times 83 \text{ Dias} = 8.300 \text{ L}$$

$$\frac{8.300 \text{ L}}{10\text{m}^2 \text{ de terra}} = 830 \text{ L de água irrigados na terra}$$

SENDO: 830L / 59 espécies vegetais = ***14,06 L de água consumida por cada planta***

Sendo assim apesar da deficiência hídrica resultar o estresse hídrico no desenvolvimento dos cultivares agrícolas, a parcela com aplicação do adubo fosfatado desenvolveu aproximadamente maior crescimento nos vegetais, tanto de milho, como de feijão, em maior quantidade de grãos, altura e peso.

Satisfatoriamente a aplicação do adubo desenvolveu na parcela aplicada o mineral deficiente, porém a ação do clima e a propriedade física arenosa do solo coibiu um estágio de pleno êxito, sendo assim os cultivos agrícolas no semiárido nordestino precisam de uma atenção no conhecimento do solo e desenvolvimento de práticas agrícolas para um bom cultivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de adubo fosfatado proporcionou a parcela com aplicação de fosfato um quantitativo maior no número de plantas, grãos e crescimento da planta e vegetais em que fora aplicado o produto. Em decorrência do período de aplicação que se desenvolveu durante os meses de setembro a dezembro, as altas temperaturas e a propriedade física porosa do solo acabaram influenciando qualitativamente na produção dos vegetais.

A irrigação controlada aplicada diariamente no cultivo agrícola de milho e feijão não foi suficiente para suprir a necessidade hídrica da planta, devido às altas temperaturas e teor arenoso do solo, que por possuir um grande aporte poroso condicionou a água irrigada a não se fixar no perfil do solo. Sendo assim o fator estresse hídrico resultou em um quantitativo inferior na parcela sem aplicação de adubo fosfatado, tendo como fator agravante as bruscas temperaturas que acabam influenciando na fisiologia da planta e de seus vegetais. A atividade agrícola realizada em áreas de clima seco é intensamente influenciada pelo clima, pluviometria e condições do solo.

Com os resultados obtidos a irrigação durante períodos de tempo seco da primavera que ocorreu de setembro a dezembro de 2018, influenciaram bruscamente nos resultados obtidos com a aplicação do fertilizante. O período viável para cultivo de produções agrícolas em áreas de clima seco e quente como o semiárido são os períodos de alta pluviosidade que se encontram entre os meses de maio a junho de acordo com as estações do ano do INMET, 2018.

O sistema de irrigação nas áreas semiáridas é uma saída para o plantio durante os períodos de estiagem, mas para isso é preciso haver políticas voltadas ao pequeno produtor rural, que não só se alimenta durante os períodos chuvosos, mas durante os períodos sem chuva também. A falta de incentivos e políticas voltadas ao pequeno agricultor rural do semiárido é extremamente notável, as cisternas construídas nas áreas semiáridas são para o consumo humano. Desse fato os períodos secos compreendem aos maiores desmatamentos no semiárido, pois sem os cultivos agrícolas os agricultores buscam na vegetação da lenha, a busca pela produção do carvão vegetal para o sustento familiar. Não são apenas os limitantes naturais do solo que limitam a produção, mas também uma visão política para as áreas semiáridas do nordeste.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Tatiana Losano de. **O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar no estado da Paraíba: avanços e desafios**. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB (Revista Nº 35). JOÃO PESSOA, Junho 2017.
- ARCOVERDE, S. N. S. et. al. **Atributos Físicos de solos em áreas sob diferentes usos no semiárido Baiano**. HOLOS. Ano 34, Vol. 04, 2018.
- ALENCAR, Cleris Valdma Alves de. **Avaliação exploratória de fertilidade do solo de quatro propriedades, no município de Ouricuri-PE, Sertão do Araripe, em função da pluralidade do uso da Terra**. VII COMNEPI. ISBN 978-85-62830-10-5. 2012.
- BERGAMASCHI, Homero. et. al. **Déficit Hídrico e produtividade na cultura de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 41, n2, p. 243-249. Brasília, Fevereiro, 2006.
- BARROS, José Deomar de Souza. PORDEUS, Alexson Vieira. **Agricultura no semiárido brasileiro: Desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis**. CONIDIS. 2012.
- CARNEIRO, Joaquim Osterne. **Recursos de solo e água no semiárido nordestino**. 1989.
- CREA-PB. **Classificação dos solos do semiárido**. Conselho Regional de Engenharia Agrônômica de Pernambuco. 2015.
- CETEM. **Classificação de minerais**. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/> Acesso em: 21 de outubro de 2019.
- CPRM. **Classificação de Minerais**. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/> Acesso em: 21 de outubro de 2019.
- COOPER, Miguel. MAZZA, Jairo Antônio. **Densidade do Solo e Densidade de Partículas**. 1997. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/300387/mod_resource/content/0/Aula%20Te%C3%B3rica%20-%20Densidade%20do%20Solo%20e%20Densidade%20de%20Part%C3%ADcula.pdf Acesso em: 11 de Novembro de 2018.
- COUTINHO, P. W. R. et. al. **Doses de Fósforo na cultura de Feijão-Caupi na região Nordeste do Estado do Pará**. Revista Agroambiente On-Line. V. 8, n.1, p. 66-73, Janeiro, abril, 2014.
- CAVALCANTI, Nilton de Brito. et. al. **Fonte de renda dos pequenos agricultores no semiárido Nordeste Brasileiro** 1998. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br./digital/bitstram/CPATSA/37186/1/OPB1722.pdf> Acesso em 15 de Novembro de 2018.

CASTRO, C. N.de. **A agricultura no Nordeste Brasileiro: Oportunidades e limitações o desenvolvimento.** Rio de Janeiro, novembro de 2012.

CABRAL, Milton Bezerra. **Geoeconomia da Paraíba: condicionantes para o desenvolvimento sustentável.** EDUEPB, Campina Grande, 2016.

EMBRAPA, **Solos do Nordeste.** 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003864/solos-do-nordeste> Acesso 30 de outubro de 2018

EMBRAPA, **Efeitos do estresse Hídrico na produção de grãos e na fisiologia da planta do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. ISSN 1679-0154. Dezembro. 2012.

EMBRAPA, **Aspectos relacionados ao manejo de adubação fosfatada em solos do Cerrado.** 2007. Disponível em: <http://infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/572251/1/doc195.pdf>

ELIAS, Denise. **Ensaio sobre os espaços agrícolas de exclusão.** Revista Nera. Ano 8, N. 8. ISSN 1806-6755. Janeiro/Junho de 2006.

FARIA, Clementino Marcos Batista de. **Fertilidade do solo e adubações no semiárido do Nordeste.** 1981. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90529/digitalizador0013.pdf> Acesso em: 24 de Novembro de 2018.

FERREIRA, M. M. **Porosidade do Solo.** 2003. Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/mozart/aula4.pdf Acesso em: 31 de Março de 2019

FILHO ARAÚJO, José Coelho de. **Relação solo e paisagem no bioma Caatinga.** XIV SBGFA 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 08 de Dezembro de 2018.

GRANT, C. A. et. al. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** 2001. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf) Acesso em: 30 de Novembro de 2018.

GUSMÃO, Geniglauco. **A caatinga no Nordeste Brasileiro: um estudo geográfico sobre sua formação, caracterização e importância ecológica e econômica.** Pelos caminhos do semiárido. ISBN 978-85-7879-142-1. ed. UEPB. 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aroeiras, PB Censo 2015.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/aroeriras/panorama>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aroeiras, PB Censo 2010.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/aroeriras/panorama>.

INSA, Instituto Nacional do Semiárido. **Semiárido.** 2019. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/> Acesso em: 21 de outubro de 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Clima**. 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: 29 de outubro de 2019.

JALEEL, Cheruth Abdul. et. al. **Drought Stress in Plants: A review on morphological characteristics and pigments**. Composition International Journal of Agriculture & Biology. Vol. 11, n1, 2009.

JACOMINE, T. K. P. **A nova Classificação Brasileira de Solos**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica. Vol. 5 e 6, p. 161-179, Recife, 2008-2009.

LIEBIG, Justus Von. **Lei do Mínimo 1840**. Origem do Conceito. 2018. Disponível em: <https://agrocomunica.com/lei-do-minimo> Acesso 23 de Maio de 2019

LIMA, Valmiqui Costa. **Solos da Amazônia** 2003. Disponível em: http://escolaagraria.UFPR.br/coqueirospdf/solos_amazonia.pdf Acesso em: 21 de Dezembro de 2018.

LIMA, L. A. de. et. al. **Utilização do método de Microparcelas na avaliação da fertilidade de quatro solos da região de Botucatu**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Volume XXXII. 1975

MALAVOLTA, Tabela: **Composição da solução do solo. Água e sustentabilidade no sistema solo-planta-atmosfera**. 2016.

MENDES, Alessandra Monteiro Salviano. **Introdução à fertilidade do solo**. 2007. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf> Acesso em: 23 de Dezembro de 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Agricultura no semiárido**. Brasília. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/agricultura-familiar> Acesso em: 21 de outubro de 2019.

MOREIRA, Emília. TARGINO, Ivan. **Espaço, Capital e Trabalho no Campo Paraibano**. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 1, número especial, p. 147-160, out. 2011.

NBR 06457. **Amostras de Solo. Métodos de ensaio**. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1986.

ODUM. E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan S.A. 1988

OLIVEIRA, Rodrigo José de. et. al. **Materiais Avançados para Agricultura do Semiárido Nordeste**. UEPB, Campina Grande, 2013.

PEREIRA, José Ribamar. FARIA, Clementino, Clementino Marcos Batista de. **Sorção de Fósforo em alguns solos do semiárido do Nordeste Brasileiro**. 1997. Disponível em: http://cptsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1142.pdf

REICHARDT, Klaus. TIMM, Luís Carlos. **Água e sustentabilidade no sistema solo-planta-Atmosfera**. 1. ed. Barueri-SP: Editora Manole Ltda., 2016.

SHAVIV, A. MIKKELSEN, R. L. “Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation-A review,” *Fertilizer Research*, vol. 35, no. 1–2, pp. 1–12, 1993.

SANTOS, Reginaldo Ferreira. CARLESSO, Reimar. **Déficit Hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V,2. n,3. P287-294/ Campina Grande, PB. DEAg/ UFPB 1998.

SANTOS, Mauro Carneiro dos. **Caderno 10.** Solos do Semiárido do Brasil. CREA-PE/ Academia Brasileira de Ciência Agrônômica. 2015.

SILVA JÚNIOR, Fábio José Targino Moreira da. **Agropecuária, vocação para o semiárido.** Pelos caminhos do semiárido. Campina Grande ed. UEPB., 2013 (Livro)

SIBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

SOUZA, Luciana Sandra Bastos de. **Crescimento e produtividade do milho e feijão-caupi em diferentes sistemas e disponibilidade hídrica no semiárido.** *Revista Brasileira de Geografia Física.* V. 7, n3, 2014.

SHOJI, S. KANNO, H. “Use of polyolefin-coated fertilizers for increasing fertilizer efficiency and reducing nitrate leaching and nitrous oxide emissions,” *Fertilizer Research*, vol. 39, no. 2, pp. 147–152, 1994.

UGARTE, José Fernandes de Oliveira. et. al. **Vermiculita.** 2008. Disponível em: mineralis.cetem.gov.br acesso em: 28 de dezembro de 2018.