



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**LUIZ FILIPE DOS SANTOS SILVA**

**MODIFICAÇÃO DO USO DA TERRA E SEUS IMPACTOS SOBRE**  
**O FOSFÓRO E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO**  
**SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

SERRA TALHADA  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**MODIFICAÇÃO DO USO DA TERRA E SEUS IMPACTOS SOBRE**  
**O FÓSFORO E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO**  
**SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito básico para conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

**Orientador (a): Luiz Guilherme Medeiros**  
**Pessoa**

SERRA TALHADA  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S586m Silva, Luiz Filipe dos Santos Silva  
MODIFICAÇÃO DO USO DA TERRA E SEUS IMPACTOS SOBRE O FÓSFORO E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO / Luiz Filipe dos Santos Silva. - 2021.  
35 f.
- Orientador: Luiz Guilherme Medeiros Pessoa.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Agronomia, Serra Talhada, 2021.
1. Degradação ambiental. 2. qualidade do solo. 3. sustentabilidade agrícola. I. Pessoa, Luiz Guilherme Medeiros, orient. II. Título

CDD 630

---

**LUIZ FILIPE DOS SANTOS SILVA**

**MODIFICAÇÃO DO USO DA TERRA E SEUS IMPACTOS SOBRE  
O FOSFÓRO E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO  
SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada da  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como  
requisito básico para conclusão do Curso de  
Bacharelado em Agronomia.

APROVADO EM: 26 / 11 / 2021

Banca de Avaliação

**Prof. Eduardo Soares de Sousa**

(UFRPE/UAST – Examinador)

**Prof. Alexandre Campelo de Oliveira**

(UFRPE/UAST – Examinador)

**Prof. Luiz Guilherme Medeiros Pessoa**

(UFRPE/UAST – Examinador)

SERRA TALHADA  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2021

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a Deus pelas diversas oportunidades que me concedeu ao longo da minha vida e por sempre abençoar minha jornada na vida acadêmica.

Agradeço por toda a minha família por sempre me apoiar especialmente minha mãe por sempre está ao meu lado e fazer de tudo por mim, meu pai que foi um guerreiro me ajudando a concluir minha formação acadêmica mesmo com tantas dificuldades nunca me deixou falta nada, a minha irmã que sempre me incentivou e me apoiou em tudo durante meus estudos, aos meus irmãos Nelsin, Cicinho, Dede e Dei pelo apoio e incentivos e a minha namorada Isis Rosa que desde sempre e ao longo do curso está comigo nos momentos difíceis, sempre me incentivando e nunca me deixou desistir pelo caminho.

Agradeço ao núcleo de pesquisa em solos do semiárido – NUPSSE com a coordenação do professor/orientador Luiz Guilherme que ao longo desses mais de 3 anos passou diversos conhecimentos, ensinamentos e incentivos que contribuiu muito para minha formação acadêmica e profissional e aos meus colegas do NUPSSE que fizeram ou fazem parte Joel, Larissa, Natalia, Jessica, Joana, Edson e Willdmark por toda ajuda e convívio nesses anos.

Agradeço aos meus colegas de turma e curso que ao longo desses anos contribuíram para minha formação, pelo convívio diário e pelas várias resenhas que aconteceram seja nas aulas ou nas viagens realizadas.

Agradeço a todos que fazem parte da UFRPE/UAST que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Muito obrigado a todos!!

## Sumário

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	8
<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
1. INTRODUÇÃO .....	11
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos .....	12
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	12
3.1 Pastagens no semiárido brasileiro .....	12
3.2 Manejo inadequado de pastos e a degradação dos solos .....	14
3.3 Fertilidade em pastagens de regiões semiáridas.....	16
3.4 Carbono e Fósforo em solos de pastagens semiáridas.....	17
4. METODOLOGIA .....	18
4.1 Área de estudo.....	18
4.2 Amostragem dos solos .....	20
4.3 Análises químicas e físicas.....	21
4.4 Análises estatísticas.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22
5.1 Teores de carbono no solo.....	22
5.2 Teores de fósforo no solo .....	24
5.3 Teores de carbono e fósforo em função do uso das áreas .....	27
6. CONCLUSÕES.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Áreas selecionadas – (a) Pastagem degradada, (b) Caatinga em regeneração, (c) Caatinga preservada..... 18
- Figura 2.** “Grid” das amostras de solo nas áreas de pastagem degradada, caatinga em regeneração, caatinga regenerada e caatinga preservada..... 19
- Figura 3.** Distribuição dos teores de carbono orgânico na camada superficial das áreas de estudo..... 22
- Figura 4.** Distribuição dos teores de fósforo na camada superficial das áreas de estudo..... 24
- Figura 5.** Teores de carbono (a) e de fósforo (b) em função dos usos das áreas estudadas, nas profundidades amostradas..... 26

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Atributos químicos e físicos dos solos das áreas de estudo na camada superficial (0 a 20 cm) .....	20
<b>Tabela 2.</b> Correlação dos teores de P e carbono orgânico (CO) com os atributos químicos e físicos verificados nas áreas de estudo.....	26

## RESUMO

No sertão do Pajeú, região semiárido de Pernambuco, as áreas desmatadas de caatinga são intensivamente utilizadas para o cultivo agrícola até exaurir nutrientes do solo como o fósforo e o carbono. até a exaurir, e após uso intensivo do solo, estas áreas são abandonadas e, ou, utilizadas para o pastejo de animais. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica do fósforo e carbono orgânico do solo sob diferentes condições de uso da terra, no semiárido de Pernambuco. Foram realizadas amostragens em camadas de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm de solos sob diferentes situações de uso da terra: pastagem degradada, caatinga em regeneração e caatinga preservada. Para caracterização dos atributos químicos dos solos foram analisados o pH em água (1:2,5), os cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ), além dos teores de fósforo disponível e carbono orgânico. Com as avaliações constatou-se uma diminuição no teor de fósforo da camada superficial, que se deu por conta dos processos de degradação do solo gerando falta de nutriente, sendo que o teor de fósforo está sendo disponibilizado no solo conforme há uma diminuição dos teores de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , pH e CTC. Portanto, a degradação da área e o uso do solo sem um manejo correto proporcionaram um aumento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , interferindo na disponibilidade de carbono orgânico, com a CTC alta nas três áreas. O pH e sódio apresentaram uma correlação negativa mostrando assim aumento do carbono orgânico conforme a preservação da área e a diminuição com a degradação. Então, advertimos que um manejo inadequado do solo pode contribuir para perdas de importantes nutrientes para o solo como o fósforo tornando indisponível para as plantas e carbono orgânico, assim é importante destaca que são necessários muitos anos para a recuperação dos teores de fósforo e carbono orgânico, isso ressalta a importância da preservação da vegetação nativa do semiárido de Pernambuco e outros estados nordestinos que pertencem ao bioma caatinga.

**Palavras-Chave:** Degradação ambiental; qualidade do solo; sustentabilidade agrícola.

**Orientador:** Luiz Guilherme Medeiros Pessoa - Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra Talhada

## ABSTRACT

In the Pajeú sertão, a semiarid region of Pernambuco, the deforested areas of caatinga are intensively used for agricultural cultivation until they deplete soil nutrients such as phosphorus and carbon. until exhausted, and after intensive use of the soil, these areas are abandoned and/or used for grazing animals. Thus, this work aimed to evaluate the dynamics of phosphorus and soil organic carbon under different conditions of land use, in the semiarid region of Pernambuco. Samples were taken in layers of 0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 cm of soil under different land use situations: degraded pasture, regenerating caatinga and preserved caatinga. To characterize the chemical attributes of the soils, pH in water (1:2.5), exchangeable cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$ ) were analyzed, in addition to available phosphorus and organic carbon. The evaluations showed a decrease in the phosphorus content of the surface layer, which was due to the processes of soil degradation generating a lack of nutrients, and the phosphorus content is being made available in the soil as there is a decrease in the levels of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , pH and CTC. Therefore, the degradation of the area and land use without proper management provided an increase in  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$ , interfering with the availability of organic carbon, with a high CTC in the three areas. The pH and sodium showed a negative correlation, thus showing an increase in organic carbon as the area is preserved and a decrease with degradation. So, we warn that inadequate soil management can contribute to the loss of important nutrients to the soil such as phosphorus making it unavailable to plants and organic carbon, so it is important to emphasize that many years are needed for the recovery of phosphorus and organic carbon contents, this highlights the importance of preserving native vegetation in the semiarid region of Pernambuco and other northeastern states that belong to the caatinga biome.

**Key words:** Environmental degradation; soil quality; agricultural sustainability.

**Advisor:** Luiz Guilherme Medeiros Pessoa - Federal Rural University of Pernambuco/  
Serra Talhada Academic Unit

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é o maior reservatório de carbono orgânico dos ecossistemas terrestres, armazenando mais carbono que o contido nas plantas e atmosfera juntos (SCHLESINGER, 1997). Segundo Cerri et al. (2004), o solo se constitui em um compartimento chave, no processo de emissão e sequestro de C, evidenciando que, globalmente, há duas ou três vezes mais carbono (C) nos solos (1500-2000 Pg), em relação ao estocado na vegetação (470-655 Pg), e cerca do dobro, em comparação com a atmosfera (730 Pg), as estimativas do carbono orgânico do solo (COS) e suas avaliações têm sido investigadas a várias escalas, desde escalas de campo a escalas globais (LACOSTE et al., 2014).

O êxito da escala vai depender das interações combinadas dos processos biológicos, químicos e físicos, como resultado de práticas florestais, impactos sobre o uso da terra e variações na topografia (WANG et al., 2017). Isso nos mostra que pode acontecer variações a qualquer momento no estoque de carbono no solo e que tudo está ligado a essa variação seja no âmbito das mudanças climáticas globais, o solo e suas formas de uso estão em foco, sobretudo no que se refere à agricultura. O sequestro de C é causado por sistemas de manejo que agregam altas quantidades de biomassa ao solo, causam sua mínima perturbação, conservam o solo e a água e melhoram sua estrutura (LAL, 2004a).

O manejo dos solos interfere diretamente os estoques de fósforo e carbono. A dinâmica do fósforo no solo está associada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, os quais imobilizam ou liberam os íons ortofosfato, e as propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo (SANTOS et al., 2008). Para entender a sua dinâmica, o fósforo do solo é dividido em dois grandes grupos, fósforo inorgânico (Pi) e fósforo orgânico (Po) (SANTOS et al., 2008). O fósforo orgânico pode constituir de 5 a 80% do fósforo total do solo e, nos solos tropicais, é fonte de fósforo às plantas e deve ser levado em consideração em estudos envolvendo a sua dinâmica e a biodisponibilidade (RHEINHEIMER & ANGHINONI, 2003).

Grande parte das áreas no semiárido brasileiro são para fins agrícolas ou destinadas às pastagens para criação de animais para fins econômicos, afetando o estoque de COS, que por consequência do manejo inadequado, acaba influenciando na

dinâmica do fósforo disponível no solo. Vários fatores podem alterar a dinâmica do P no solo, como o próprio uso do solo, as remoções deste nutriente pelas plantas e aplicações de fertilizantes fosfatados (TIESEN et al., 1983). Os solos são considerados como fonte ou como dreno de fósforo, dependendo de suas características relacionadas ao grau de intemperismo (PAVINATO, 2007).

Os solos da região semiárida do estado de Pernambuco foram incorporados aos sistemas de produção da agricultura moderna, com manejos intensivos (Citar!!). Esses solos, quando não são bem manejados, sofrem perdas significativas do carbono e de fósforo orgânico, inferindo na qualidade dos seus atributos químicos, físicos e biológicos. Como por exemplo, na região do sertão do Pajeú - PE, é comum o desmatamento da Caatinga para o cultivo agrícola, e após sua degradação, estas áreas são abandonadas ou utilizadas para o pastejo de animais.

Como o carbono orgânico tem um importante papel em diversas propriedades do solo (físicas, químicas e biológicas), assim como o fósforo é essencial para a nutrição da vegetação nativa, tem-se procurado identificar sistemas de manejo do solo que favoreçam seus aumentos e/ou mantenham suas concentrações, uma vez que mudanças no ambiente do solo, decorrentes de práticas de manejo inadequado, podem levar a um declínio no estoque de matéria orgânica. Isso colabora para o aumento de CO<sub>2</sub> na atmosfera e a perda de fósforo nos horizontes superficiais do solo. Desta forma, busca-se entender os efeitos práticas de cultivo sobre o P e COS, a fim de criar estratégias de manejo do solo que reduzam o impacto da agricultura sobre o ambiente. OBJETIVO

### 2.1 Geral

Avaliar a dinâmica do fósforo e carbono orgânico do solo sob diferentes condições de uso da terra, no semiárido de Pernambuco.

### 2.2 Específicos

Avaliar o efeito das diferentes condições de uso da terra sobre os teores de fósforo e carbono orgânico do solo.

## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 Pastagens no semiárido brasileiro

No Brasil a área semiárida total é de 982.563,3 km<sup>2</sup>, correspondendo a 11,5% do território nacional. Nove Estados brasileiros possuem áreas inseridas nessa região;

sendo que o Nordeste concentra cerca de 89,5% (IBGE, 2015). O semiárido possui uma vegetação que cobre parte do seu território com a Caatinga, possuindo características únicas para produção de pasto para alimentação animal. Mas a precipitação e as características de solo dessa região é um fator limitante para produção de áreas de pastagens, assim a mata nativa se torna alternativa viável. Na vegetação de caatinga a maior produção de biomassa de forragem ocorre nos períodos chuvosos, e nos períodos de estiagem os animais se alimentam principalmente de folhas senescentes de plantas lenhosas (PEREIRA FILHO et al., 2013).

As pastagens são o principal alimento dos rebanhos do Semiárido, predominando áreas de pastagem nativa em relação às de pastagens cultivadas em todos os estados, exceto no norte de Minas Gerais (GIULIETTI et al., 2004). Nas pastagens cultivadas, predominam as gramíneas vindas da África, principalmente os capins mais adaptados à semiaridez: Gramão (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), Urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hanck.) Dandy), Búffel (*Cenchrus Ciliaris* L.) e, com maior restrição, o Andropógon. Algumas áreas com solo de aluvião são usadas para o cultivo de gramíneas adaptadas ao alagamento, como as espécies *Brachiaria humidicola*, *B. arrecta* e *B. mutica* e a Canarana (*Echinochloa polystachya* e *E. pyramidalis*) (CÂNDIDO et al., 2005).

A vegetação nativa do Semiárido é bem diversificada, com muitas espécies forrageiras nos três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. Estudos mostraram que mais de 70% das espécies da caatinga participam significativamente da dieta dos ruminantes domésticos (CÂNDIDO et al., 2005). Porém, a produção agrícola do semiárido brasileiro ainda é caracterizada pela agricultura de sequeiro e pela pecuária extensiva, condição que acaba por dificultar o desenvolvimento da região (ALVES et al., 2014).

Nestas condições que encontramos no semiárido as pastagens utilizadas para alimentação animal sejam espécies nativas ou adaptadas a região Nordeste como nas outras regiões do país, seguem sistema para prover melhor aproveitamento e ganho dos animais na produção carne e leite, são a lotação continua onde os animais permanecem na mesma área de pastagem durante todo ano, a lotação rotativa que a pastagem é subdividida em piquetes (áreas menores) que são utilizados um em seguida do outro, determinando períodos de ocupação e descanso da pastagem e o pastejo deferido refere-se a interrupção do pastejo da área para descanso sem a presença de animais por um período de tempo que geralmente antecede o período chuvoso da região (SALMAN, A. K. D. & TOWNSEND, C. R., 2009).

De acordo com estimativas do último Censo Agropecuário Brasileiro, o de 2006 (IBGE, 2007), a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 172,3 milhões de hectares. Nessas condições o Nordeste se destacar das outras regiões do Brasil com um aumento da produção das áreas de pastagens com 32,65 milhões de hectares (ha), representando 2,65 milhões de ha a mais produzido quando comparado a produção do ano de 1975 estimada em 30,62 milhões de ha, havendo um aumento de 6,6% na produção até o ano de 2006 (IBGE, 2007). No estado de Pernambuco no ano de 2017 registrou-se um aumento de 14,3% nas áreas utilizadas para pastagens em relação ao ano de 2006 (IBGE, 2017).

### 3.2 Manejo inadequado de pastos e a degradação dos solos

Estima-se que cerca de vinte por cento das pastagens mundiais (naturais e plantadas) estejam degradadas ou em processo de degradação, sendo esta proporção maior nas regiões mais áridas do planeta (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2004). Segundo a FAO (2009), em termos globais, uma das principais causas de degradação de pastagens de influência antrópica direta é o manejo inadequado, em particular o uso sistemático de taxas de lotação que excedam a capacidade do pasto de se recuperar do pastejo e do pisoteio.

Assim as alterações que acontecem nos ecossistemas contribuem para um desequilíbrio ecológico, proporcionado pela retirada de matas nativas para fins agrícolas destinado a agroindústria e pecuária. Na região Nordeste do Brasil a retirada da vegetação nativa tem por finalidade a implantação de pastos destinados alimentação animal de bovinos, caprinos e ovinos, já na agricultura para a implantação de diversos cultivos como cebola e arroz, mas esse movimento de retirada da vegetação nativa caatinga acaba contribuindo para danos no solo na sua estrutura química, física e biológicas, devido a utilização de manejos inadequados aliado a excesso de insumos agrícolas acarretar em uma possível degradação do solo, limitando sua utilização agrícola e expondo-o a erosão.

Silva & Ribeiro (1997) comentando sobre o manejo físico de solos sob pastagem, relatam que há ampla evidência experimental da limitação do potencial produtivo das culturas por inadequadas condições físicas do solo. Neste contexto, os solos cultivados com pastagens carecem desse tipo de avaliação. Segundo Dias-Filho (2011), a caracterização de determinada pastagem como degradada ou em degradação pode estar

relacionada a aspectos bem particulares, relativos à região ou nível tecnológico da propriedade rural.

A caracterização da degradação das áreas com pastagens contribui para diagnosticar o solo. Uma das principais degradações das áreas é a biológica que ocorre intensa diminuição da vegetação da área, provocada pela degradação do solo, que, por diversas razões de natureza química (perda dos nutrientes e acidificação), física (erosão e compactação) ou biológica (perda da matéria orgânica), teria diminuída a sua capacidade de sustentar produção vegetal significativa (DIAS FILHO, 2014). Pastagens frequentemente queimadas, ou submetidas a regimes crônicos de pastejo excessivo seriam mais suscetíveis à degradação biológica significativa (DIAS FILHO, 2014).

Segundo Dias-Filho (2011), as principais causas de degradação das áreas de pastagens são:

- Práticas inadequadas de pastejo, como o uso de taxas de lotação ou períodos de descanso que não levam em conta o ritmo de crescimento do pasto.
- Práticas inadequadas de manejo da pastagem, como a ausência de restauração periódica da fertilidade do solo via adubação, o uso excessivo do fogo para eliminar forragem não consumida (macega) e estimular a rebrotação do capim, ou para controlar plantas daninhas.
- Falhas no estabelecimento da pastagem, provocadas pelo preparo inadequado da área, uso de sementes de baixo valor cultural, semeadura em época imprópria, ou pôr o primeiro pastejo ser realizado muito tardiamente ou prematuramente.
- Fatores bióticos, como ataques de insetos-praga e patógenos (doenças).
- Fatores abióticos, como o excesso ou a falta de chuvas, a baixa fertilidade e a drenagem deficiente do solo.

Na região Nordeste o grande problema é que temos solos jovens, e juntamente com condições climáticas desfavoráveis, isto contribui para a perda de produtividade na agricultura. Na pecuária o problema ocorre devido a grande taxa de lotação de animais nas áreas provocando compactação do solo nas camadas superficiais.

Segundo MACEDO et al., (2013) essa grande área de pastagem, quase que em monocultivo, em solos de baixa fertilidade e com manejo inadequado, apresenta grande risco para nossa Pecuária, principalmente com o acelerado processo de degradação dessas pastagens. Estas estão presentes e distribuídas em todos os Estados e Biomas do

Brasil, em diferentes níveis de degradação, os quais são proporcionais à área ocupada pelas pastagens.

### 3.3 Fertilidade em pastagens de regiões semiáridas

A fertilidade em áreas de pastagens é fundamental para o desenvolvimento das espécies cultivadas promovendo benefícios a produtividade e ao solo, assim manejo dessas pastagens quanto aos nutrientes se torna importante para implementar o uso de forma eficiente. Na atividade pecuária, a fertilidade do solo é uma das características fundamentais para garantir a estabilidade e produtividade do ecossistema de pastagem (DIAS-FILHO & LOPES, 2021).

A fertilidade em pastagens remete a um processo no qual, utilizar estratégias de manejo, possibilitando o acúmulo de nutriente no solo (DIAS-FILHO & LOPES, 2021). Visto que a degradação das áreas por pastejo implica na lixiviação de nutriente em solos pobres encontrados em regiões semiáridas, estes solos são pobres no acúmulo de matéria orgânica tornando os mais problemáticos.

De acordo com Boddey et al., (1993), uma pastagem sustentável deve manter a produção animal e vegetal ao longo dos anos e ser resistente às condições climáticas; para tal, há necessidade de garantir nutrição adequada a essas plantas. Se o sistema de pastagens é para garantir alta produtividade dever se promover que os nutrientes sejam assimilados rapidamente pelas plantas e garantir teores adequados, de acordo com as taxas de crescimento (L. M. M. PIMENTA et al., 2010). Então no ecossistema da pastagem, o monitoramento da fertilidade do solo pode ser alcançado de forma direta, por análises laboratoriais convencionais, e indireta, pela observação e interpretação criteriosas de sinais que revelem essa fertilidade (DIAS-FILHO & LOPES, 2021).

A mobilidade e a disponibilidade dos nutrientes estão ligadas às características físicas e químicas do solo e condições de manejo, sendo seu estudo imprescindível para o desenvolvimento das pastagens e a manutenção das condições de produção agrícola (BISSANI et al., 2004). A disponibilidade de nutrientes em um sistema de manejo de pastagens degradadas deve ser investigada constantemente para se estabelecer limites e desenvolver conhecimentos específicos adaptados às condições socioeconômicas dos produtores aumentando, desta forma, a produção vegetal e melhorando a produtividade e a preservação do meio ambiente (L. M. M. PIMENTA et al., 2010).

### 3.4 Carbono e Fósforo em solos de pastagens semiáridas

O manejo dos solos em regiões semiáridas está direcionado em grande parte para atividades agrícolas e pecuária voltada a criação de caprinos e ovinos como também bovinos. Para esta finalidade, os produtores utilizam as áreas de Caatinga desmatando a vegetação para utilização dessas áreas para pastagens destinadas alimentação animal, em termos isso não beneficia o solo, pois há perda de estoque de nutrientes como carbono (C) e fósforo (P) devido a remoção da vegetação nativa.

Um dos fatores que pode contribuir para a perda dos teores de carbono e fósforo no solo é o manejo inadequado das áreas de pastagens, devido a utilização dos nutrientes e a não reposição por meio da adubação, assim observamos a sensibilidade desses nutrientes no solo as atividades impostas aliada com a intensidade de uso.

Segundo Giongo, V. et al., (2011) práticas inadequadas de exploração de seus recursos naturais, destacando-se, a atividade agropastoril extensiva, associada ao superpastejo da Caatinga; ao extrativismo predatório; à substituição da vegetação nativa por culturas, principalmente por meio de queimadas e da retirada de madeira, surgindo assim os monocultivos (sistemas de cultivo espoliativos) de uma agricultura dependente de chuva; e aos cultivos irrigados, que surgiram a partir do desmatamento das áreas, associados ao manejo inadequado do solo e da água. Essas alterações, ocasionadas pela ação humana, modificam os ciclos do carbono (C) e a disponibilidade de fósforo no solo.

O uso contínuo do solo, pela atividade agropecuária, aliada a retirada de fitomassa com destino a produção de energia, não adequadamente planejados, de maneira geral, estão reduzindo o estoque de C do solo e aumentando a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera no Semiárido Tropical brasileiro (GIONGO, V. et al., 2011).

Diversos trabalhos têm mostrado que, em solos pouco intemperizados, a maior parte do P está em minerais primários e, à medida que o solo se desenvolve, a proporção de P nestes minerais decresce, aumentando a proporção de P ocluso e orgânico (WALKER & SYERS, 1976; SMECK, 1973, 1985).

Nos solos do semiárido temos grau de intemperismo baixo, devido atuação do clima nessa região. Se considerarmos somente esse fator, deveríamos ter grande disponibilidade de fósforo para as plantas, mas em função do manejo dessas áreas, o

teor desse nutriente é afetado de modo a haver a sua diminuição no horizonte mais superficial. No solo encontramos duas formas de P: uma é a inorgânica ( $P_i$ ), que compreende o íon fosfato na solução do solo e as formas estruturais dos minerais fosfatados (GATIBONI et al., 2013), e a outra forma é a orgânica ( $P_o$ ) originário da deposição dos resíduos vegetais, tecidos microbianos e dos produtos de sua decomposição (MARTINAZZO et al., 2007). De modo geral, as mudanças na dinâmica das formas de P no solo dependerão do sistema de manejo do solo (TIECHER et al., 2012 a,b).

O solo poderá ser fonte de P quando apresentar características nutricionais (reservas) favoráveis à planta, mesmo que insatisfatórias. Quando adicionado como fertilizante irá somar-se, sem maiores restrições, às reservas já existentes no solo. O solo-dreno, acontece quando há competição entre a planta (dreno) e o solo pelo P adicionado como fertilizante (CORDEIRO DE OLIVEIRA, 2018). Solo e planta, como drenos, estarão competindo entre si pelo fertilizante aplicado, e em muitos dos casos, o dreno-solo é maior que o dreno-planta (NOVAIS et al., 2007).

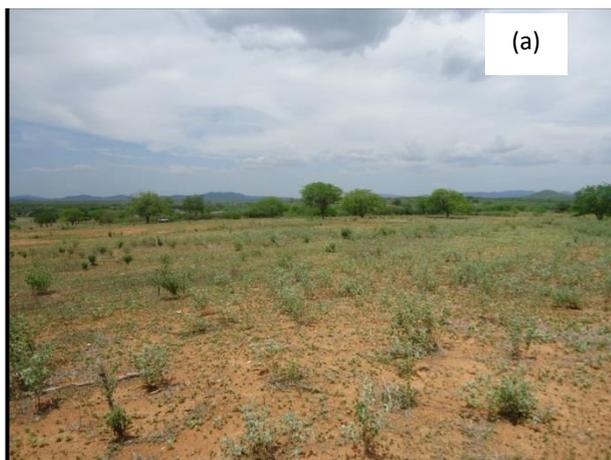
Neste contexto o uso e manejo do solo para atividades agropecuárias exerce grande influência no estoque de C e P disponível no solo, devido esses nutrientes estarem em maior quantidade quando preservamos a vegetação nativa ou utilizando o solo de forma adequada com planejamento para um uso sustentável, afim de promover a produtividade das áreas de pastagem de forma racional.

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1 Área de estudo

O trabalho foi conduzido na Fazenda Lagoinha, situada no município de Serra Talhada, na microrregião do Vale do Pajeú, sertão de Pernambuco. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo BShw' semiárido, quente e seco, com as chuvas ocorrendo entre os meses de dezembro a maio e, de acordo com o Departamento de Ciências Atmosférica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG-DCA, 2013) os maiores valores ocorrem em março e a média anual de aproximadamente 642 mm. Os solos predominantes na área de estudo são o Luvisolo Crômico e o Neossolo Litólico. Segundo Souza et al. (2015), a vegetação nativa da área de estudo foi removida em 1974 com trator de esteira para o cultivo do algodão em sistema de sequeiro, milho e feijão na forma de consórcio. A pastagem foi introduzida na área em 1995, com duas

espécies de gramíneas C4, sendo o capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e o capim corrente (*Urochloa mosambicensis*). Atualmente, na área de estudo, encontram-se áreas com pastagem degradada; áreas em pousio, com a presença da vegetação de caatinga em regeneração, num porte intermediário; áreas com vegetação de caatinga regenerada, com a predominância de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) em porte arbóreo-arbustivo; e áreas de caatinga preservada (Figura 1), com uma grande diversidade de espécies da caatinga.

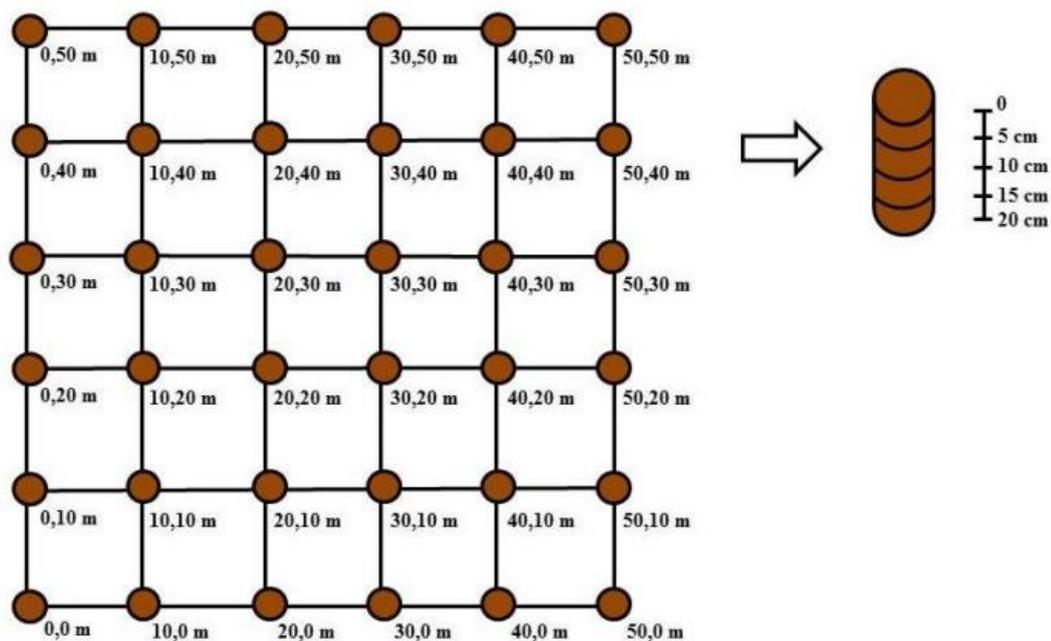




**Figura 1.** Áreas selecionadas – (a) Pastagem degradada, (b) Caatinga em regeneração, (c) Caatinga preservada.

#### 4.2 Amostragem dos solos

As coletas de solos foram realizadas nas três diferentes situações de uso da terra, ou seja, pastagem degradada, caatinga em regeneração e caatinga preservada. Em um “grid” com pontos equidistantes de 10 x 10 m, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm de cada área estudada. As amostras de solo tiveram total de 36 pontos de amostragem equidistantes por profundidade, totalizando 144 amostras de solo por área (Figura 2).



**Figura 2.** “Grid” das amostras de solo nas áreas de pastagem degradada, caatinga em regeneração, caatinga regenerada e caatinga preservada.

Os “grids” de amostragem foram implantados sob uma mesma condição topográfica, nas quatro áreas.

#### 4.3 Análises químicas e físicas

Para avaliação dos atributos químicos dos solos medimos o pH em água (1:2,5) e determinamos: o P disponível, extraído por Olsen e dosado por colorimetria, e os cátions trocáveis  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , extraídos com solução de acetato de amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  por espectrofotometria de absorção atômica e  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  por fotometria de emissão de chama; e a capacidade de troca de cátions (CTC) (tabela 1), pelo método do acetato de sódio e acetato de amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  (USSL, 1954). Determinamos o teor de carbono orgânico total, pelo método Walkey Black, adaptado por Mendonça & Matos (2005). Na caracterização física foi determinada a composição granulométrica (Embrapa, 1997) para fins de comparação textural das áreas e verificar a influência da textura sobre os teores de carbono orgânico detectado nas áreas de estudo.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos dos solos das áreas de estudo na camada superficial (0 a 20 cm).

Parcela	pH	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	CTC	AG	AF	Silte	Argila
		————— $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ —————					————— % —————			
Pastagem degradada	6,78	16,38	4,99	0,44	0,41	22,22	38,8	20,8	21,8	18,6
Caatinga intermediária	6,95	15,33	2,91	0,28	0,39	18,91	43,2	20,6	18,8	17,4
Caatinga desenvolvida	6,48	11,96	1,81	0,31	0,41	14,48	50,2	22,2	17,4	10,2

\*CTC = capacidade de troca de cátions; AG = areia grossa; AF = areia fina.

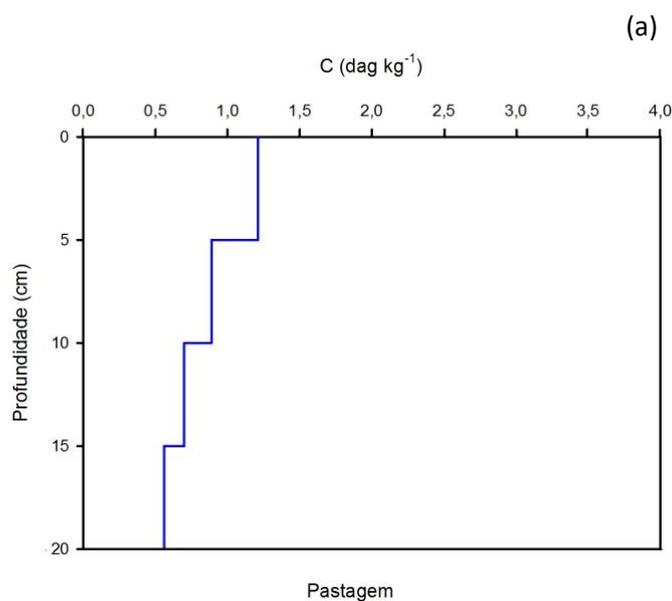
#### 4.4 Análises estatísticas

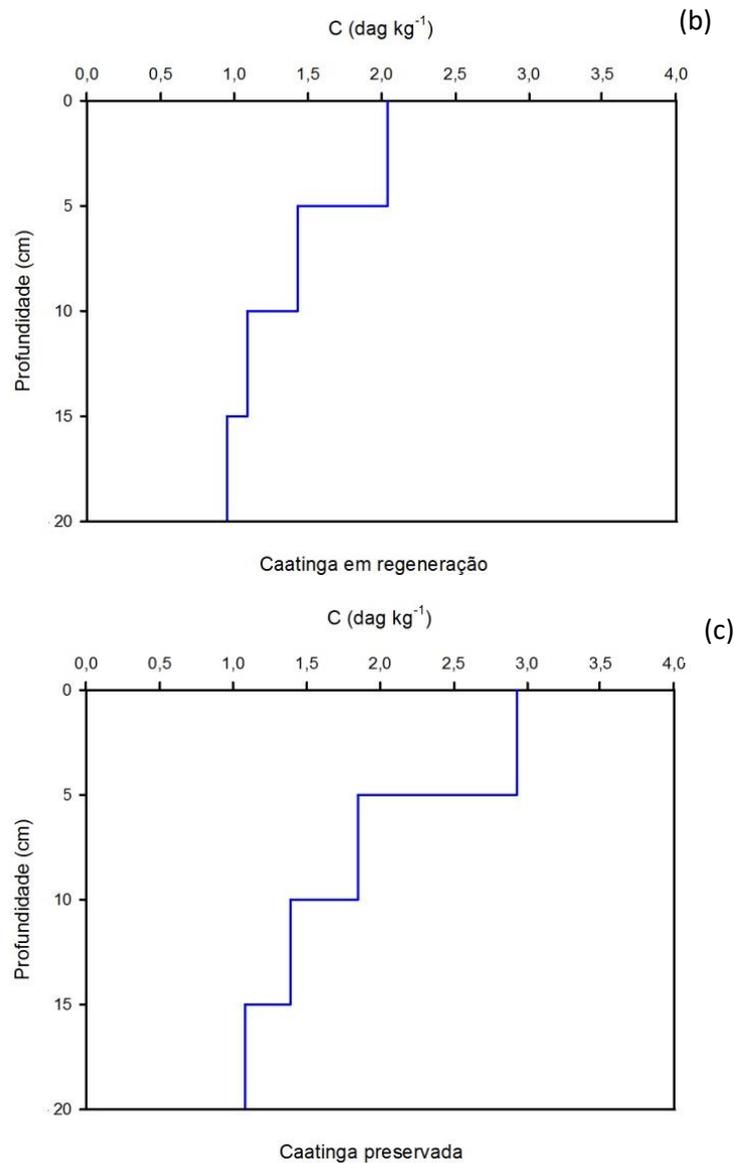
Os dados foram avaliados com relação aos valores médios dos parâmetros estudados, para fins de comparação dos teores entre as áreas estudadas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Teores de carbono no solo

Os resultados adquiridos mostraram maiores teores de carbono (C) orgânico no solo da área de caatinga preservada na camada superficial (0-5 cm) e demais camadas em relação as outras áreas (Figura 3), os teores de carbono orgânico nas áreas de caatinga em regeneração e pastagem foram menores (Figura 3a e 3b), onde o teor de carbono orgânico na camada superficial da área de caatinga em regeneração foi que mais se aproximou da área que está preservada, ou seja, é uma área de transição pois seus teores de carbono com o passar dos anos devem crescer se aproximando da área preservada por que ao observamos a profundidade (10-15 cm) da área preservada e a profundidade (15-20 cm) teremos teores semelhantes e se comparamos com área de pastagem vemos teores menores.





**Figura 3.** Distribuição dos teores de carbono orgânico na camada superficial das áreas de estudo.

Podemos notar que na camada superficial das áreas é onde temos o maior teor de carbono orgânico, em específico na área de caatinga preservada. Esse acúmulo de carbono na camada superficial da caatinga preservada provavelmente seja devido ao maior aporte na manutenção de matéria orgânica no solo, esse fato foi observado também por (Martins, Carolina Malala et al., 2009) que esta capacidade foi maior nos solos dos ambientes conservados, possivelmente em função das melhores condições que estes oferecem para manutenção da matéria orgânica do solo. Enquanto que nos demais sistemas, com a retirada da vegetação nativa, houve uma redução na entrada de resíduos e em decorrência da perturbação do sistema, que estava em equilíbrio (Vanderlise Giongo et al., 2011).

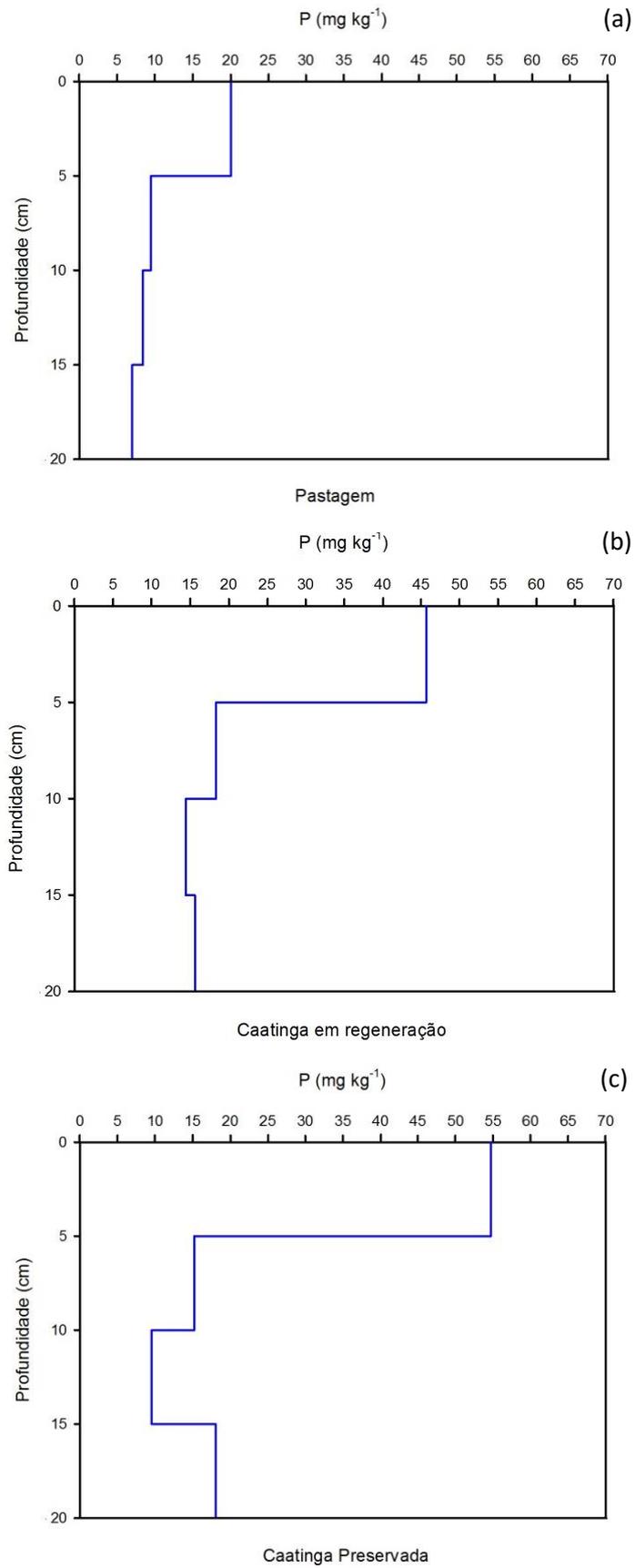
Devido à grande variabilidade de solos e a distribuição em mosaicos é difícil estimar o estoque de carbono no sistema solo, até 1m de profundidade. Segundo Tiessen et al. (1998) estimaram o estoque de carbono para solos do Semiárido Tropical brasileiro em 20 Mg ha<sup>-1</sup> para a camada de 0-20 cm de profundidade. No entanto, em Luvisolo crômico, sob caatinga hiperxerófila no semiárido cearense, Maia et al., (2007) encontraram estoque de carbono de 48,4 Mg ha<sup>-1</sup> e Kauffman et al., (1993), em solo sob Caatinga, no Semiárido Pernambucano, encontraram valores de 26,2 Mg ha<sup>-1</sup>, ambos na mesma profundidade.

Amorim (2009) avaliando variações sazonais dos estoques médios de carbono em Argissolo sob Caatinga, no município de Petrolina, Pernambuco, observou que quando há períodos de seca os teores de carbono orgânico nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm são de 16,5 Mg ha<sup>-1</sup> e 11,8 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente e no período de chuvas 14,2 Mg ha<sup>-1</sup> e 10,0 Mg ha<sup>-1</sup> havendo uma redução dos teores. Assim, nesses ambientes conservado e moderadamente degradado no período seco, este comportamento provavelmente é explicado em função do teor mais alto de matéria orgânica que, geralmente, ocorre nas camadas superficiais do solo, associado à presença da serrapilheira e também pela contribuição das raízes finas (Martins, Carolina Malala et al., 2009). Percebemos que a quantidade de carbono orgânico varia com o tipo de manejo realizado e a vegetação presente na área que vai promover a manutenção da matéria orgânica e dos nutrientes presente no solo.

Segundo Silva (2000) manejos aplicados de forma inadequada a produção agrícola e pecuária, associadas as características dos solos que possuam limitações a longo prazo acaba contribuindo para a degradação e deixando inviável a recuperação.

## 5.2 Teores de fósforo no solo

Ao analisamos as áreas podemos notar um teor de fósforo (P) maior na camada superficial (0-5 cm) de caatinga preservada em comparação as áreas de pastagem e regeneração (Figura 4). Assim as demais tiveram teores menor que a superficial, observando uma diminuição bem elevada para as outras camadas do solo.



**Figura 4.** Distribuição dos teores de fósforo na camada superficial das áreas de estudo.

Os teores de fósforo em profundidade entre as áreas na camada de 0-5cm apresentam comportamento semelhante, devido a maior presença da vegetação nativa que conseqüentemente favorece a uma melhora nos atributos químicos dessa camada (Figura 4). Na profundidade 5-10cm observamos um decréscimo nos teores de fósforo, devido as alterações dos químicos do solo como o pH que influencia diretamente na disponibilidade do nutriente, comportamento semelhante observado nas áreas de Caatinga em regeneração e a preservada na profundidade 10-15cm (Figura 4b e 4c) onde os teores se assemelham devido as características químicas dos solos dessas áreas apresentarem uma semelhança. No entanto, a profundidade de 15-20cm nas três situações de uso da terra apresentam teores de fósforo diferentes caso de a Caatinga preservada possuir o maior teor, possivelmente pela faixa de pH mais adequada aliado a uma redução do  $\text{Ca}^+$  na profundidade havendo uma maior disponibilidade do fósforo, quando comparado a mesma profundidade nas áreas de pastagem degradada e Caatinga em regeneração.

Essa diminuição no teor de fósforo da camada superficial para as mais profundas entre as áreas analisadas se dá por conta dos processos de degradação pelas quais passaram, onde gera a falta de nutrientes e aumento de outros, muitas vezes na camada superficial temos uma melhor disponibilidade desses nutrientes devido a vegetação que ali se encontra que favorece e ao mesmo tempo a degradação que solo foi submetido como remoção da vegetação, erosão, mudanças hídricas e tantas outras, que assim aumenta a disponibilidade de outros nutrientes como o Ca por expor as camadas subsuperficiais. Segundo Galindo et al., (2008) que constataram a remoção total do horizonte A dos perfis de algumas áreas semiáridas mais severamente degradadas de Jataúba-PE; nas áreas do nosso estudo apresentou um maior incremento que foi percebido na área de pastagem degradada e conforme as áreas de caatinga foram se recuperando tivemos uma diminuição significativa de Ca.

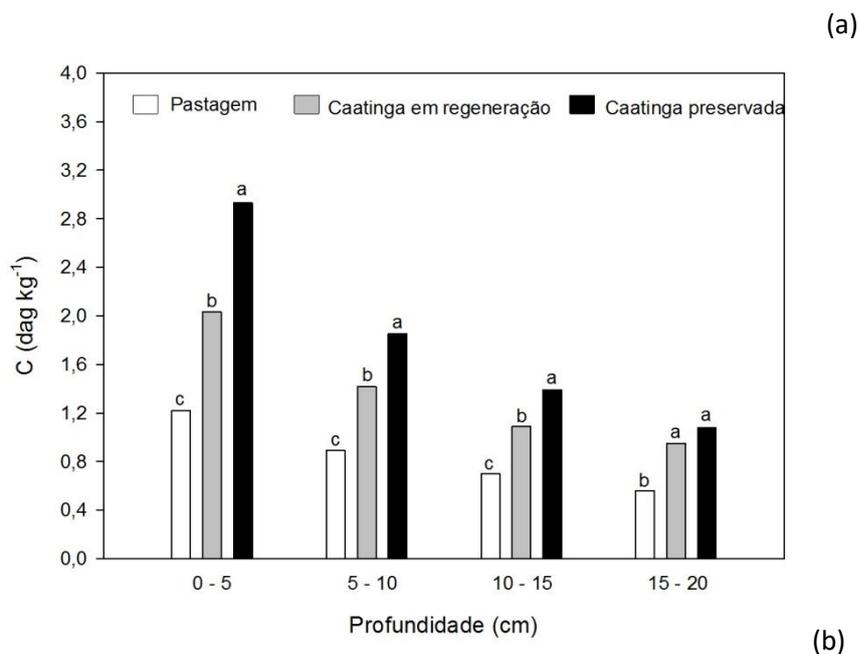
Pavinato et al., (2009) observaram que há incremento na disponibilidade de Ca, geralmente, em consequência da disponibilização desse nutriente dos resíduos em decomposição. Segundo (Martins, Carolina Malala et al., 2009) fala que valores de pH superiores a faixa de 6,0 e 6,5 e elevados teores de cálcio, como observado nas áreas estudadas, podem gerar problemas de indisponibilização de fósforo, em função da formação de compostos com o cálcio presente em maiores concentrações, além de deficiências de alguns micronutrientes, dificultando a produção vegetal; essa condição

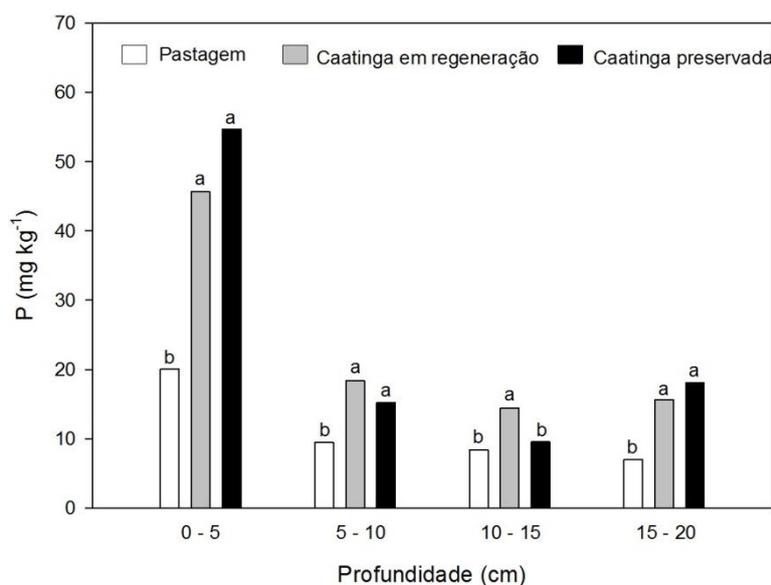
citada foi constatada nas três áreas da nossa análise (tabela 1), que apresentaram pH entre essa faixa mencionada aliado a quantidade Ca grande na área em específico pastagem degradada, gerando a indisponibilidade de fósforo e observamos que a mudança de porte de vegetação gerou uma diminuição no teor de cálcio e dos valores de pH melhorando acentuadamente os teores de fósforos nas camadas de 0 a 20 cm isso ocorreu nas áreas de caatinga em regeneração e preservada (figura 4b e 4c).

Esse comportamento do fósforo nessas áreas está de acordo com R. B. LIRA et al. (2012) relatando na sua pesquisa que os solos da região semiárida brasileira geralmente têm baixa fertilidade natural e que o desmatamento das áreas de vegetação nativa para atividades agrícolas e pecuárias contribui para a perda dos nutrientes.

### 5.3 Teores de carbono e fósforo em função do uso das áreas

Na área de caatinga preservada temos o maior teor de carbono e de fósforo, na comparação entre todas as áreas houve uma diferença quanto ao carbono em praticamente todas, verificando que os teores das diferentes camadas de profundidade diferem entre si segundo o teste de Turkey a 5% de probabilidade (figura 5a), ainda segundo o teste temos o teor de fósforo nas áreas de caatinga regenerada e preservada não diferem entre si em quase todas as camadas de profundidade, exceto na camada de 10-15 cm onde o teor de P de caatinga regenerada difere das áreas de pastagem e preservada onde os teores não diferem (figura 5b).





**Figura 5.** Teores de carbono (a) e de fósforo (b) em função dos usos das áreas estudadas, nas profundidades amostradas.

A degradação da área e uso inadequado aumentaram a quantidade de Ca e Mg, interferindo na disponibilidade de carbono orgânico e de fósforo, com a CTC alta nas três áreas (Tabela 1) e (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlação dos teores de P e carbono orgânico (CO) com os atributos químicos e físicos verificados nas áreas de estudo.

	pH	Ca	Mg	Na	K	AF	AG	Sil	Arg
P	0,15	-0,13	-0,99*	-0,83*	-0,44	0,69	0,82	-0,94*	-0,72*
CO	-0,24	-0,51	-0,94	-0,55	-0,53	-0,45	-0,98	-0,99*	-0,93*

\*CO: Carbono orgânico; AF: areia fina; AG: areia grossa; Sil: silte; Arg: Argila.

Mas o pH e sódio apresentaram uma correlação negativa, mostrando assim aumento do carbono orgânico conforme a preservação da área e a diminuição com o avanço da degradação. Sendo que o Mg e Na tiveram também correlação negativa mostrando aumento do teor de fósforo nas áreas conforme diminui os seus teores e a CTC das áreas analisadas diminuindo também conforme o menor teor de Na, Mg e o valor de pH.

## 6. CONCLUSÕES

Houve um aumento considerável no teor de fósforo conforme as áreas de caatinga regenerada e preservada estão se recuperando, e que os teores são semelhantes não havendo diferença entre se, considerando a importância de se manter a vegetação ali presente;

Os teores de carbono orgânico nas áreas são maiores em camadas superficiais comparando os teores em profundidade. A Caatinga preservada conserva maiores valores de CO em relação as outras áreas, destacando que a vegetação nativa ao longo do tempo tem a capacidade para recuperar os nutrientes do solo perdido por degradação do solo causado por manejos adotados de formas inadequadas para as áreas;

O solo manejado de forma inadequada juntamente com a retirada por completo da vegetação nativa das localidades ocasionou na perda de importantes nutrientes para o solo como o fósforo, contribuindo para torna-lo improdutivo, sendo necessário vários anos para recuperação dos estoques desses nutrientes no solo conforme a vegetação nativa se regenerar.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA & FELIX, BRUNA & PEIXOTO, MARIA & SANTOS, PATRÍCIA & COSTA, RAIMUNDO & SALES, RONALDO. (2014). Considerações sobre manejo de pastagens na região semiárida do Brasil: Uma **Revisão. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v. 8, n. 4, p. 259-283.

BODDEY, R. M.; RESENDE, C. P. SCHUNKE, R. M. Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramíneas em monocultura: o papel chave das transformações de nitrogênio, *In: 30a Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.141-173.

BORGHI, EMERSON & GONTIJO NETO, MIGUEL & SIMEÃO, ROSANGELA & ZIMMER, ADEMIR & ALMEIDA, ROBERTO & MACEDO, MANUEL. (2018). Capítulo 4 - Recuperação de pastagens degradadas.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO M. J. CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo de adubação de culturas**. Porto Alegre: Metrópole Indústria Gráfica, 2004. 322p.

CÂNDIDO, M. J. D.; ARAUJO, G. G. L. de; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema semiárido brasileiro: atualização e perspectiva futuras. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 42., 2005. p. 85-94. Goiânia, GO. Anais... Goiânia: SBZ; Universidade Federal de Goiânia, 2005.

CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P.; DAVIDSON, E.A.; BERNOUX, M.; FELLER, C. A ciência do solo e o sequestro de carbono. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.3, p. 29-34, 2004.

CORDEIRO DE OLIVEIRA, LUIZ EDUARDO. Resposta do capim-elefante a dose de nitrogênio e de fósforo em condições de campo. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Semiárido, Programa de Pós-graduação em Manejo de solo e Água, 2018.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. reimp. Belém, PA, 2011. 215p.

DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36p. (**Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402**).

DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. dos S. Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 24 p. (**Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 460**).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FAO. The state of food and agriculture. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <http://bit.ly/dcsAFD>. Acesso em: 10 abril. 2021.

FEIGL, B. J.; OLIVEIRA, B. G. de; FRANCO, A. L. C.; FRAZÃO, L. A. Inter-relação entre manejo e atributos biológicos do solo. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. cap. 10, p. 280-313

Galindo, Izabel Cristina de Luna et al. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online], v. 32, n. 3, pp. 1283-1296, agosto, 2008.

GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J. Fracionamento químico das formas de fósforo do solo: usos e limitações. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v.8, p.141-187, 2013.

GIONGO, V.; GALVÃO, S. R. DA S.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GAVA, C. A. T.; OLIVEIRA, R. C. DA S. OLIVEIRA, R. C. DA S. (2011). Estoque de carbono no sistema solo em uma área referência do Semiárido. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 33. Anais... Uberlândia: SBCS, 2011. 1 CD-ROM

GIULIETTI, A.M., BOCAGE NETA, A.L., CASTRO, A.A.J.E Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da caatinga In: Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA-UFPE; Brasília, DF: 2004. p.47-90.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2006-2017. Rio de Janeiro, 2019.

KAUFFMAN, J.B.; SANFORD JR., R.L.; CUMMINGS, D.L.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v. 74, p.140-151, 1993.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: **SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE**, 1., 1999, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1999. p. 201-234.

LACOSTE, M., MINASNY, B., MCBRATNEY, A., MICHOT, D., VIAUD, V., WALTER, C., 2014. High resolution 3D mapping of soil organic carbon in a heterogeneous agricultural landscape. **Geoderma** v. 213, p. 296–311, 2014.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global. **Science**, v.304, p.1623 - 1627, 2004.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de; ARAUJO, A. R. de. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: **ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA - TEC - FÉRTIL**, 1., 2013, Ribeirão Preto, SP. Anais... Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181.

MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; OLIVEIRA, T.S., MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semiarid region of Ceara, Brazil. **Agroforestry Systems**, 71: 127-138, 2007.

MARTINAZZO, R.; RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.563-570, 2007.

MARTINS, CAROLINA MALALA. Atributos de solos e sua relação com o processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. 2009. 95 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MENDONÇA, E.S., MATOS, E.S. 2005. Matéria orgânica do solo: Métodos de análises. Viçosa: UFV, 107 p.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. DE F.; DESJARDINS, T.; SILVA, M. P. F. da. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e

crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.11, p.1409- 1418, 2001.

NASCIMENTO, M. C.; RIVA, R. D. D.; CHAGAS, C. S.; OLIVEIRA, H.; DIAS, L. E.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOARES, V. P. Uso de imagens do sensor ASTER na identificação de níveis de degradação em pastagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.196–202, 2006.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: ALVAREZ, Victor Hugo et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 8. p. 471-550, 2007.

PAVINATO, Paulo Sérgio. Dinâmica do fósforo no solo em função do manejo e da presença de resíduos em superfície. 2007. x, 145 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2007.

PAVINATO, P.S.; MERLIN, A. & ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 33, p. 1031-1040, 2009.

PEREIRA FILHO, J.M; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.1, p.77-90, 2013.

PIMENTA, L. M. M.; ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; STAFANATO, J. B. Fertilidade do solo em pastagens cultivadas sob diferentes manejos, no noroeste do Rio de Janeiro 1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1136 – 1142, 2010.

RHEINHEIMER, D.S; ANGHINONI, I. Accumulation of soil organic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils. Communications in **Soil Science and Plant Analysis**, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.

SALMAN, A. K. D.; TOWNSEND, C. R. Manejo de pastagem. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. Folder.

SALTON, J. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. 2005. 155 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p. 576-586, mar-abr, 2008.

SILVA, A.J.N. DA; RIBEIRO, M.R. Caracterização de latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.684-688, 1997

Silva, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no Semiárido. *In*: Oliveira, T.S.; Assis, Júnior, R.N.; Romero, R.E.; Silva, J.R. C. (Ed.). Agricultura, sustentabilidade e o Semiárido. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. p. 168-213, 2000.

LIRA, RANIERE BARBOSA DE et al. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, jul-set., 2012.

SCHLESINGER, W.H., 1997. Biogeochemistry, an Analysis of Global Change. Academic Press, San Diego, California, USA.

SOARES FILHO, C. V.; MONTEIRO F. A.; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. **Pasturas Tropicales**, v.14, n.2, p.2-6, 1992.

SMECK, N. E. Phosphorus: An indicator of pedogenetic weathering processes. **Soil Sci.**, v. 115, p. 199-206, 1973.

SMECK, N.E. Phosphorus dynamics in soils and landscapes. **Geoderma**, v. 36, p. 185-189, 1985

TIECHER, T.; RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J. CALEGARI, A. Forms of inorganic phosphorus in soil under different long term soil tillage systems and winter crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p.271-281, 2012a.

TIECHER, T.; RHEINHEIMER, D. S.; CALEGARI, A. Soil organic phosphorus forms under different soil management systems and winter crops, *in* a long term **experiment**. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.124, p. 57-67, 2012b.

TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; MOIR, J. O. Changes in organic and inorganic phosphorus composition of two grassland soils and their particle size fractions during 60–90 years of cultivation. **Journal of Soil Science**, v. 34, n. 4, p. 815-823, 1983.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; SALCEDO, I.H. Organic matter stability and nutrient availability under temperate and tropical conditions. **Advances in GeoEcology** 31:415-422. 1998.

UFMG-DCA - Universidade Federal de Campina Grande - Departamento de Ciências Atmosféricas. <http://www.dca.ufcg.edu.br>. 15 julho 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Land degradation in drylands (LADA): GEF grant request. Nairobi, Kenya. 2004.

USSL – UNITED STATES SALINITY LABORATORY. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington DC, US Department of Agriculture, 160p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

GIONGO, V.; GALVÃO, S. R. da S.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GAVA, C. A. T.; OLIVEIRA, R. C. da S. Estoque de carbono no sistema solo em uma área referência do semiárido. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. Uberlândia: SBCS: UFU: ICIAG, 2011.

WALKER, T.W. & SYERS, J.K. The fate of phosphorus during pedogenesis. **Geoderma**, v. 15, p. 1-19, 1976

WANG, T., KANG, F., CHENG, X., HAN, H., BAI, Y., MA, J. Spatial variability of organic carbon and total nitrogen in the soils of a subalpine forested catchment at Mt. Taiyue, China. **Catena**, v. 155, p. 41-52, 2017.

Webster, R., Oliver, M.A. 2007. Geostatistics for Environmental Scientists, second ed. Wiley, Chichester.