

RESUMO

Introdução: O solo se destaca como um dos recursos naturais mais básicos por ser fornecedor de nutrientes para as plantas e, destas, para os animais. **Objetivo:** Partindo desta afirmativa, o presente artigo científico, de enfoque quali-quantitativo de pesquisa, visa analisar os atributos físicos e químicos do solo sob formas de cultivo. **Metodologia:** A coleta de dados foi realizada entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013, no Assentamento Milagre (Apodi/RN). Para tanto, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em parcela subdividida, onde as parcelas foram as profundidades (0,0-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m) com quatro repetições (trincheiras), sendo as subparcelas as áreas: área de mata nativa (MN), área em pousio por 30 anos (AP), área com monocultivo de sorgo por 3 anos (MS) e área de plantio em sucessão (AS). Com relação à parte física do solo, foram analisados: granulometria, porosidade total (macro e microporosidade), e densidades de solo e de partícula. Por sua vez, no tocante à parte química, analisou-se: N, P, pH, MO, K, Na, Ca, Mg, CTC e V. **Resultados:** Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que as práticas adotadas não influenciam positivamente os atributos estudados em comparação com a área de mata nativa e às áreas manejadas com sucessão e monocultivo. **Conclusão:** A área 3 (com sorgo) foi melhor no atributo microporosidade graças à raiz fasciculada das gramíneas. Entretanto, esta mesma área apresentou – juntamente com a área 4 (sucessão de culturas) – os menores índices de nutrientes em solução no solo. A área 1 (de mata nativa) foi a que, em média, melhor se comportou em relação aos atributos físicos e químicos do solo.

Palavras-chave: fertilidade do solo; agricultura familiar; densidade; porosidade.

1 INTRODUÇÃO

O modelo agrícola mais representativo do semiárido brasileiro é da agricultura familiar que segundo Grisa et al., (2010) é para o autoconsumo. Esse modelo é o mesmo adotados por projeto de assentamento da reforma agrária.

O Assentamento Milagre foi criado através da portaria 35 em 09 de outubro de 1997(INCRA, 2022), e situa-se na Chapada do Apodi, distante 18 km da sede do município de Apodi/RN, Brasil. É uma comunidade formada por 31 famílias, das quais 26 são assentadas formalmente, tendo 05 famílias agregadas. No setor produtivo, que se baseia na produção de sequeiro, este assentamento tem como principais atividades a agropecuária, a cajucultura, o cultivo de algodão, o milho, o feijão e o sorgo.

O sorgo utilizado é altamente tolerante aos veranicos e as temperaturas elevadas, podendo substituir o milho, em regiões com semiárido, na forma de rações concentradas brasileiro, mistura múltipla proteinada ou forrageira armazenados em silos (DE LIRA, 2016), fato que se comprova pela escolha dos agricultores do assentamento Milagres, ao adotar o plantio de sorgo em sistema convencional com revolvimento do solo. Segundo Cunha et al., (2001) com essas mudanças provocadas pelo homem ocorrem efeitos negativos para as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Portanto faz-se necessário substituir esse modelo por outro em que a qualidade do solo seja preservada.

Para avaliar a qualidade do solo, é necessário selecionar algumas de suas propriedades que são consideradas como atributos indicadores (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005). Islam e Weil (2000) propuseram a utilização de dados das características físicas, químicas e biológicas, coletados em solo de uma área sem alteração antrópica, como referência para montagem de um índice geral da qualidade do solo e, assim entender o quão foi modificado o solo da área em questão.

No estudo de um Argissolo, após 23 anos de diferentes manejos, Hickmannet *et al.* (2012) constataram que o cultivo do solo aumenta a degradação física, comprovada pela redução da porosidade, estabilidade de agregados, condutividade hidráulica em solo saturado, aumento da densidade do solo e perda de carbono orgânico total, comparado à floresta, sendo que o sistema conservacionista plantio direto, promoveu melhoria nos atributos físicos e recuperou os teores de carbono orgânico total do solo na camada superficial de 0-5 cm. Entre as variáveis químicas e físicas avaliadas, o desbalanço de bases e a limitação da infiltração de água no solo, respectivamente, são as que mais frequentemente limitam a produtividade de grãos (SANTI *et al.*, 2012).

Analisando a qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes usos e o Cerrado, Araújo et al. (2007) verificaram que os indicadores de natureza física (densidade do solo, porosidade, resistência mecânica à penetração, taxa de infiltração de água) foram os que melhor refletiram nas diferenças de qualidade do solo entre as áreas avaliadas. Neste contexto, o estudo da porosidade total do solo se torna importante.

Com relação à química do solo na região Semiárida, Martins *et al.* (2010) objetivando analisar a variabilidade de atributos químicos e microbianos de solos, visando a utilizá-los como indicadores de processos de desertificação, em áreas sob níveis crescentes de degradação na região semiárida do Estado de Pernambuco, em três ambientes: conservado, moderadamente degradado e intensamente degradado, detectaram que por meio de análises de componentes principais que alguns atributos químicos e microbianos são mais sensíveis ao avanço da degradação, como o C da biomassa microbiana do solo, a acidez potencial e a saturação por base, tanto no período seco como no chuvoso, associados aos teores Ca e H + Al.

Maia *et al.* (2006) observaram que os atributos químicos do solo, como bases trocáveis, CTC, pH e acidez potencial no tratamento, variaram em função dos teores de argila, sendo que nos tratamentos onde houve maior revolvimento do solo (cultivo convencional com milho) detectou-se redução nesses atributos.

Ao avaliar a importância de atributos de solo na variação espacial de produtividade de grãos de milho, Nogara Neto *et al.* (2011) reportaram que o equilíbrio de bases foi importante para a nutrição de plantas de milho com reflexos na produtividade. Segundo Delarmelinda *et al.* (2010), a sucessão de diferentes cultivos contribui para a manutenção do equilíbrio dos nutrientes no solo e para o aumento da sua fertilidade, além de permitir uma melhor utilização dos insumos agrícolas.

Diante disso, a variação de tais atributos, determinada pelos diferentes sistemas agrícolas, e sua avaliação são importantes para o melhor manejo do solo visando à sustentabilidade do sistema. Assim, objetivou-se com este trabalho científico, de abordagem quali-quantitativa de pesquisa, analisar os atributos físicos e químicos do solo sob diferentes sistemas agrícolas no Assentamento Milagre, localizado em Apodi/RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA: ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O estudo científico foi realizado em áreas agrícolas do Assentamento Milagres, na região da chapada do Apodi, pertencente ao município de Apodi/RN, de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, cuja coordenadas geográficas do assentamento são 5°35'24.85" de Latitude Sul e 37°54'10.33" de Longitude Oeste, com altitude de 159 m (GOOGLE EARTH, 2013).

O município de Apodi/RN possui o clima semiárido (BSwh de Köppen) (CPRM, 2000). Com uma precipitação pluviométrica anual média de 833,5 mm, período chuvoso de março a maio, temperatura média anual em torno de 28.1°C, umidade relativa média anual de 68% e quanto à formação vegetal, possui Caatinga Hiperxerófila (IDEMA, 1999 *apud* CPRM, 2005). Os solos das áreas em estudo são classificados, segundo o Sistema Brasileiro de

Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), como Cambissolo Háplico Ta eutrófico, textura Franco Argilo Arenosa, fase vegetação Caatinga Hiperxerófila. Os solos do assentamento são de origem calcária, onde o contato lítico predominante é o calcário jandaíra.

2.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS E AMOSTRAGEM DE SOLO

As análises químicas e físicas foram realizadas em quatro áreas, todas com relevo plano a levemente ondulado, sendo duas escolhidas por serem os sistemas agrícola mais representativo utilizado pelos agricultores do Assentamento, cujo uso pode ser assim caracterizado: (a) Mata nativa (A1): área sob vegetação de caatinga hiperxerófila, preservada e com histórico de perturbação antrópica – retirada de lenha só para cercamento de outras áreas e criação de abelhas africanizadas. Esta área foi escolhida como referência para comparação das alterações dos atributos do solo; segunda - Área sob pousio (A2): Área que não é cultivada a 30 anos cuja vegetação atual sob solo é de caatinga hiperxerófila, mata secundária; terceira – A3: Plantio convencional com monocultivo de sorgo por 3 anos; Quarta – A4: área sob sucessão de culturas; segue descrição detalhada de cada área, com respectivo histórico (*vide* Tabela 1).

Tabela 1 - Histórico e descrição dos tratamentos estudadas num Cambissolo Háplico Ta eutrófico.

Sistemas agrícolas e uso do solo	Descrição
* Mata nativa - MN	Caatinga hiperxerófila, principais plantas: aroeira, sabiá, pau branco, marmeleiro, mufumbo e jurema. Utilizada para extração de mel de abelhas africanizadas e madeira para construção de cerca.
* Área em pousio - AP	Caatinga hiperxerófila, mata secundário em pousio por 30 anos, principais plantas; mufumbo, jurema e marmeleiro, poucos exemplares de pau branco.
* Área monocultivo de sorgo - MS	5 anos de cultivo de algodão, 2 anos de pousio e nos últimos 3 anos cultivo de sorgo para silagem.
* Área de sucessão - AS	3 anos de cultivo de algodão, seguidos de: sorgo, girassol, milho e depois feijão

Fonte: Autoria própria(2013)

Foram selecionados talhões com média 1,5 ha de cada área estudada, em se que coletaram amostras para análises físicas e químicas de solo nas profundidades de 0–0,10; 0,10-0,20; e 0,20–0,30 m.

Para a análise física, foram utilizadas amostras indeformadas – coletadas em anel volumétrico de dimensões: diâmetro médio de 47,50 mm e altura 28,0m; que foram calculados conforme o método de Blake e Hartge, 1986. Este era imediatamente acondicionado em papel alumínio e sacos plásticos e identificados para serem enviados ao Laboratório de análise de solo, água e planta - LASAP/UFERSA - e amostras deformadas, para análise

granulométrica (*vide* Tabela 2) - provenientes dos solos coletas para realização das análises químicas. Em cada ponto de amostragem (quatro pontos por talhão), com quatro repetições, foi aberto trincheiras de 35x35x50 cm, referindo-se a comprimento, largura e profundidade; respectivamente.

Tabela 2 - Análise granulométrica.

TRATAMENTOS	Granulometria			Relação	Classe Textural
	Areias	Silte	Argila	Silte/Argila	
	-----kg.kg ⁻¹ -----			kg.kg ⁻¹	7
	AREAS				
Mata Nativa - MN	0,68	0,05	0,27	0,20	Franco Argilo Arenosa
Pousio 30 anos - AP	0,73	0,28	0,22	0,27	Franco Argilo Arenosa
Monocultivo sorgo - MS	0,66	0,06	0,30	0,20	Franco Argilo Arenosa
Área de sucessão - AS	0,66	0,08	0,26	0,32	Franco Argilo Arenosa
	PROFUNDIDADES				
0,00-0,10 m : P1	0,68	0,06	0,26	0,23	Franco Argilo Arenosa
0,10-0,20 m : P2	0,68	0,05	0,27	0,23	Franco Argilo Arenosa
0,20-0,30 m : P3	0,69	0,24	0,26	0,28	Franco Argilo Arenosa

Fonte: Autoria própria (2013)

Para caracterização química do solo, oito amostras simples foram coletadas em pontos equidistantes com trato “holandês” para formação de uma amostra composta dentre cada área. As amostras foram secas a sombra, passadas em peneiras com malha de 2,0 mm (TFSA) e analisadas no LASAP/ UFERSA.

2.3 ANÁLISES DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Os atributos físicos avaliados foram: densidade do solo, determinada pelo método do anel volumétrico; porosidade total (PT), pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas determinada pelo método do balão volumétrico; microporosidade, considerada igual à quantidade de água retida pelo solo na tensão de 6 kPa; macroporosidade (MAP), pela diferença entre porosidade total e microporosidade; cujas análises foram realizadas segundo Donagema *et al.* (2011).

Os atributos químicos avaliados foram: o teor de matéria orgânica, determinado pelo método de Walkley & Black, o pH do solo e os teores de N, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, e calculadas a capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC) e a saturação por bases (V).

O pH foi determinado em água. O nitrogênio foi determinado pelo método micro kjeldahl, digestão por ácido sulfúrico, seguido de destilação e titulação. O fósforo, potássio e o sódio foram extraídos com a solução de Mehlich 1 (HCl a 0,5 N + H₂SO₄ a 0,025N) e o fósforo determinado em calorímetro, potássio e sódio por fotômetro de chama. O Ca²⁺ e o Mg²⁺ foram extraídos em KCl a 1N e determinados por titulação de EDTA. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com Donagema *et al.* (2011).

2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, com quatro repetições, em parcelas subdivididas no espaço. Foram considerados como efeitos primários – parcelas – 03 profundidades de coleta de solo; e secundários as subparcelas – 04 áreas dos sistemas agrícolas. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando apresentavam significância procedia-se o teste de comparação de médias pelo teste de Tukey (P < 0,05), utilizando-se o programa SAEG 9.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com observado na Tabela 3, não se constatou interação significativa para profundidade x área para nenhum atributo físico. Para porosidade total (PT) o fator área não foi significativo e para macroporosidade o fator profundidade também não foi significativo, ambos pelo teste de tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 3 – Quadrado médio, média geral e CV para os atributos físicos.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio				
		DP	DS	PT	MAP	MIP
Profundidade - trat a	2	0,036*	0,032**	0,0010*	0,000012 ^{ns}	0,0037*
Resíduo a	6	0,0072	0,0056	0,00021	0,0000045	0,0011
Área- trat b	3	0,088**	0,016*	0,00018*	0,00017**	0,067**
Prof x Área	6	0,027 ^{ns}	0,0061 ^{ns}		0,0000023 ^{ns}	0,0015 ^{ns}
Resíduo b	30	0,0150	0,0043	0,00013	0,0000048	0,00066
Média geral	-	2,55	1,717	0,177	0,012	0,12
CV % - b	-	4,94	3,84	6,59	17,37	21,89

Fonte: Autoria própria (2013)

* **Legenda:** DP: densidade de partícula; DS: densidade do solo; PT: porosidade total; MAP: macroporosidade; MIP: microporosidade.

Através da Tabela 4 podemos observar que para o fator profundidade para DP e DS estes se comportaram estatisticamente iguais variando ao nível de 5 % de probabilidade com valores reduzindo na camada mais profunda P3. Este fato pode ser devido à influência da rocha calcária, material de origem do solo estudado, apresentar uma densidade pequena em relação a outros tipos de rocha. Resultados encontrados por Bicalho (2011) não corroboram com os valores encontrados, que trabalhando para avaliar as condições físicas do solo sobre diferentes sistemas de uso e manejo, experimentou seis sistemas de manejo do solo (Mata nativa, pastagem, algodão, pomar, área irrigada e área de sequeiro) nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm e verificou que entres as profundidades não ocorreu diferença significativa para todas as densidades estudadas, exceto na mata nativa, fato não verificado no presente estudo.

Relatos feitos por Nocoloso et al. (2008), ao investigar atributos de um Latossolo sob sistema de plantio direto, reportaram relação inversa entre macroporosidade e resistência do solo, bem como entre resistência do solo e infiltração de água, e relação positiva entre macroporosidade, na camada superficial, e infiltração de água.

Para densidade de partículas no fator área, observar-se uma maior média para área com monocultivo (MS), fato que pode ser explicado pela presença da mecanização para produção da silagem do sorgo, foi verificado por Roque *et al.* (2010) com o objetivo de avaliar o efeito do controle de tráfego agrícola na compactação do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar no sistema de colheita mecanizada, avaliando os atributos físicos do solo nas camadas de 0,0–0,1, 0,1–0,2 e 0,2–0,3 m de profundidade, que o tráfego das máquinas agrícolas aumenta a densidade do solo na linha de rodado em relação à linha de plantio, conseqüentemente com aumento da densidade do solo aumenta-se a densidade partículas. Foi possível observar a influência das raízes fasciculadas quando comparamos com a densidade do solo, onde a menor média foi a área – MS com $1,62\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Pereira *et al.* (2010), com o objetivo de avaliar a influência da mecanização agrícola sobre características físicas de um Cambissolo derivado de calcáreo e visando fornecer orientações para o adequado manejo do solo, realizaram coletas em seis profundidades: (0 – 5; 5 – 10; 10 – 15; 15 - 20; 20 - 30 e 30 – 40 cm) e analisaram: densidade do solo e densidade de partícula e conseguiu notar que o uso de práticas agrícolas de manejo de solo influencia a densidade do solo.

A redução da porosidade total (PT) e da macroporosidade (MAP) observada na profundidade 0,20-0,30 m (*vide* Tabela 4), no fator profundidade em relação às primeiras profundidades P1 e P2, foi estatisticamente menor ($P < 0,05$) para PT e para MAP foi não significativo (mas observa-se redução no valor absoluto). No entanto, para PT e a Micro o fator área: mata nativa (MN), Pousio por 30 anos (AP) e monocultivo de sorgo 3 anos (MS) foram estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, enquanto que na área de sucessão (AS), observou-se maior média 0,187 PT e $0,180\text{m}^{-3}\cdot\text{m}^{-3}$ Micro. Este aumento da PT e da Micro se deve a redução da macro em detrimento da micro, e pode ter sido

promovido pela presença de bovino no período de entre-safra, que para região em estudo se caracteriza variando entre 7 e 9 meses sem chuva, ou seja, uma média 8 meses de pisoteio de bovinos na área (AS). Estes dados corroboram com os encontrados por Carneiro *et al.* (2009) que em área sobre ação antrópica foi verificado redução macroporosidade.

Tabela 4 – Médias de dados físicos.

TRATAMENTOS	D.P.	D.S.	P.T.	Micro	Macro
	-----kg.dm ⁻³ -----			-----m ⁻³ .m ⁻³ -----	
	PROFUNDIDADE				
0,00-0,10 m : P1	2,58 A	1,73 AB	0,183 A	0,169 AB	0,014 ^{ns}
0,10-0,20 m : P2	2,57 A	1,75 A	0,184 A	0,172 A	0,012
0,20-0,30 m : P3	2,49 B	1,67 B	0,171 B	0,160 B	0,011
	AREAS				
Mata Nativa - MN	2,51 B	1,70 AB	0,177 B	0,163 B	0,014 AB
Pousio 30 anos - AP	2,46 B	1,71 AB	0,179 B	0,163 B	0,016 A
Monocultivo sorgo - MS	2,66 A	1,68 B	0,174 B	0,161 B	0,013 B
Área de sucessão - AS	2,56 AB	1,77 A	0,187 A	0,180 A	0,007 C

Fonte: Autoria própria (2013)

* **Legenda:** DP: densidade de partícula; DS: densidade do solo; PT: porosidade total; Micro: microporosidade; Macro: macroporosidade. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% significância pelo Teste de Tukey.

3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS

Verificou-se através dos dados (*vide* Tabela 5) que houve interação significativa para os atributos químicos exceto para nitrogênio e potássio.

O comportamento observado (*vide* Tabela 6) para o nitrogênio (N) e para o fósforo (P) com os maiores teores apresentando-se na camada mais superficial e decréscimo em profundidade, onde estatisticamente são diferentes, 0,0-0,10 m (P1) e 0,10-0,20 m (P2) de 0,20-0,30 m (P3), está variação pode ser devido a maior concentração de matéria orgânica na camada mais superficial, de acordo com Novais *et al.* (2007) cerca de 95 % do N do solo está associado a matéria orgânica e P cerca de 50 % esta na forma orgânica e foi constatado por D'Andréa *et al.* (2004) que maiores teores de N foram encontrados nos locais mais próximos à superfície do solo. Para o fósforo (P) foi verificado uma diminuição em profundidade, essa maior disponibilidade de P em superfície pode ser atribuída a maior presença de matéria orgânica e também do manejo do solo adotado, resultados semelhantes foram obtidos por

Santos e Tomm (2003) e Santos *et al.* (2003), que verificaram, após oito anos, que os teores de P tenderam a decrescer em maiores profundidades em todos os sistemas de culturas.

Para o fator áreas (*vide* Tabela 6), verificou-se que não houve significância estatística ($P < 0,5$) para o N, mas para o P foi verificado, e as áreas de mata nativa (MN), monocultivo de sorgo (MS) e área de sucessão (AS) foram estatisticamente iguais a 5 % de probabilidade. Dado peculiar é notado na área em pousio, mostrando que para área sob Cambissolo, após ocorrer alteração dos atributos, 30 anos depois não se verificou melhorias, ou seja, áreas de caatinga manejadas incorretamente mesmo depois de um período de pousio elevado não conseguem retornar aos seus níveis de fertilidade.

Tabela 5 – Quadrado médio, média geral e CV para os atributos químicos.

Fonte de variação	Graus de liberdade	pH (Água)	Quadrado Médio			
			M.O. -----g.kg ⁻¹ -----	N	P	K
Profundidade-a	2	0,21**	33,38**	0,315**	15,69*	20354,55**
Resíduo a	6	0,23	0,38	0,042	3,46	46,69
Área– b	3	3,35**	66,98**	0,311 ^{ns}	20,27*	6130,94**
Prof X Área	6	0,138**	5,82**	0,216 ^{ns}	11,51 ^{ns}	2989,07**
Resíduo b	30	0,738	0,77	0,174	5,84	128,85
Média	-	6,51	9,61	1,534	1,85	110,32
CV % - b	-	1,32	9,16	27,21	130,86	10,61

Fonte de variação	Graus de liberdade	Na mg.dm ⁻³	Ca ²⁺ -----cmol _c .dm ⁻³ -----	Mg ²⁺	CTC	V %
Resíduo a	6	1,71	0,27	0,048	0,08	5,54
Área– b	3	103,11**	25,47**	0,97*	4,36**	1630,85**
Prof X Área	6	34,64**	1,58**	0,99**	0,502*	70,87**
Resíduo b	30	0,99	0,16	0,22	0,163	5,191
Média	-	10,67	4,06	1,06	6,95	77,57
CV % - b	-	9,34	9,77	44,46	5,81	2,93

Fonte: Autoria própria (2013)

Os atributos químicos (*vide* Tabela 7) acidez ativa- potencial hidrogeniônico (pH), sódio (Na), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), capacidade de troca de cátions CTC e saturação por base (V), observou-se para os dados que a área de sucessão em todas as profundidades quando não foram superior foram estatisticamente iguais ($P < 0,05$). Já o potássio (K⁺) e a matéria (M.O.) e a área de mata nativa(MN) foram estatisticamente superiores as demais áreas. Para os valores de pH praticamente não houve variação tanto em área como em profundidade, sendo que a área em sucessão (AS) apresentou os maiores valores ($P < 0,05$). A maioria dos valores foram acima 6,1 e até 7,46 que de acordo com Novais *et al.* (2007) é

classificado como solo pouco ácido até pouco alcalino, para Ribeiro *et al.* (1999) é classificado agronomicamente como alto, representativo para Cambissolo da região da chapada Apodi.

Tabela 6 – Teores médios para N - nitrogênio e P – fósforo.

TRATAMENTOS	N g.kg ⁻¹	P mg.dm ⁻¹
PROFUNDIDADES		
0,00-0,10 m : P1	1,67 A	2,02 A
0,10-0,20 m : P2	1,45 AB	1,47AB
0,20-0,30 m : P3	1,39 B	1,10 B
AREAS		
Mata Nativa - MN	1,66 ^{ns}	1,19 AB
Pousio 30 anos - AP	1,58	0,68 B
Monocultivo sorgo - MS	1,58	1,85 AB
Área de sucessão - AS	1,29	2,39 A

Fonte: Autoria própria (2013)

Nota: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% significância pelo Teste de Tukey.

Para M.O. (*vide* Tabela 7) verificou-se que a mata nativa foi estatisticamente superior ($P < 0,05$) em área e profundidade e o tratamento monocultivo de sorgo por três anos foi estatisticamente menor, análise importante é que mesmo após 30 anos de pousio (AP) a caatinga não conseguiu recuperar a alteração ocorrida. Silva Junior *et al.* (2012) com o objetivo de analisar os efeitos de diferentes sistemas de manejo de culturas e uso da terra nas propriedades químicas do solo tendo como referência a mata, verificou que a matéria orgânica, principal atributo relacionado à fertilidade do solo é diretamente afetada com a alteração da vegetação original. Portugal *et al.* (2008), com objetivo de realizar caracterização química e física de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos, verificaram redução da matéria orgânica com o uso agrícola.

O teor de potássio (K) para todos os tratamentos (*vide* Tabela 7) foi considerado de bom a muito bom, excetuando-se as duas últimas profundidades na área de sucessão que se enquadram como teor bom (RIBEIRO *et al.*, 1999). Foi observado também decréscimo de K em profundidade e em todas as áreas, observando-se também teores muito altos na superfície. Estas concentrações podem ser dos solos originários de rochas calcárias que possuem concentração baixa, apenas 6 g.kg⁻¹ e os altos teores pode ser devido ao

intemperismo dos minerais primários e secundários através do manejo adotado Novais *et al.* (2007). Silveira *et al.* (2010), objetivando estudar atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura: braquiária, milho-consorciado com braquiária; guandu anão; milho; capim mombaça; sorgo granífero; estilosantes; e crotalaria verificaram efeito semelhante para o K⁺, e decréscimo dos teores em profundidade e em todas as culturas de cobertura.

Foi verificado através dos resultados (*vide* Tabela 7) que o sódio decresceu em profundidade, entre as áreas MN, AP e AS não houve diferença (P<0,05) e área a MS foi a que apresentou as menores médias. Foram encontrados resultados de decréscimo de sódio por Pereira e Siqueira (1979) em profundidade nas primeiras camadas até 0,60 m.

Os teores de cálcio (*vide* Tabela 7) variaram de bom a muito bom (RIEIRO *et al.*, 1999), as áreas AP e MS foram nas duas profundidade P2 e P3 estatisticamente iguais e menores que as demais. Esse comportamento valida a preocupação com os usos do solo, pois o monocultivo reduziu os teores de cálcio e em uma área de caatinga com 30 anos de pousio não se verificou aumentos. Para o magnésio se constatou os maiores teores nas áreas cultivadas, classificado de médio a bom (RIEIRO *et al.*, 1999), e no trabalho de Dantas *et al.* (2012) também se verificou teores de magnésio maior nas áreas cultivadas.

Observaram-se altos teores de CTC nos sistemas de usos estudados (*vide* Tabela 7), há grande influência de todos os tratamentos estarem sobre um Cambissolo Háplico eutrófico confirmado pela saturação por base em todos os tratamentos acima de 50 %; e classificando a CTC: valores médios; e a saturação de base: variando de alta a muito alta (RIEIRO *et al.*, 1999). Estudos realizados por Cavalcante *et al.* (2007), que trabalharam com variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo Vermelho, em diferentes condições de uso e manejo, constataram que os sistemas de manejos apresentaram valores de saturação maiores do que os verificados na pastagem e na vegetação nativa.

Tabela 7 – Atributos químicos do solo

PROF	ÁREAS				ÁREAS			
	pH em água- acidez ativa				M.O. (g.kg-1)			
	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS
P1	6,15bC	5,98 bD	6,47 aB	7,00 bA	14,97 aA	9,43 aAB	7,62 aD	11,50 aB
P2	6,30 aBC	6,09 bC	6,16 bBC	7,42 bA	12,75 bA	10,47 abB	8,11 aC	8,32 bC
P3	6,42 aBC	6,40 aBC	6,23 bC	7,46 aA	10,81 cA	8,87 bB	6,03 bC	6,45 cC
PROF	K ⁺ -potássio (mg.dm-3)				Na ⁺ (mg.dm-3)			
	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS
P1	153,49 aAB	138,67 aB	138,01 aB	174,87 aAB	10,11 aA	11,37 aA	7,58 aB	10,42 cA
P2	134,40 aA	93,60 bB	92,28 bB	54,77 bC	10,11 aB	10,11 aB	6,32 aC	20,51 aA

Continuando Tabela 7

P3	140,32 aA	88,66 bB	71,88 bB	42,93 bC	10,42 aA	10,74 aA	7,90 abB	12,31 bA
Ca ²⁺ (cmolc.dm-3)				Mg ²⁺ (cmolc.dm-3)				
PROF	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS
P1	3,01 bC	3,90 aB	2,80 aC	5,36 bA	1,33 abAB	0,36 bB	1,59 aAB	1,22 aAB
P2	4,07 aB	2,88 bC	2,90 aC	6,67 aA	0,28 bB	1,15 abAB	1,32 aAB	0,89 aAB
P3	4,29 aB	2,85 bC	3,46 aC	6,55 aA	0,75 abB	1,69 aAB	1,44 aAB	0,68 aB
CTC (cmolc.dm-3)				V (%)				
PROF	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS
P1	6,64 abB	6,61 aB	6,70 aB	8,34 abA	71,56 aB	70,38 abB	71,24 aB	84,87 bA
P2	6,55 aB	6,37 aB	6,21 aB	7,79 abA	72,29 aB	67,55 bC	72,11 aB	100,00 aA
P3	7,28 abA	6,69 aA	6,88 aA	7,40 bA	74,72 aB	71,92 abB	74,32 aB	100,00 aA

Fonte: Autoria própria (2013)

* **Nota:** As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey As colunas são classificadas com letras minúsculas e as linhas são classificadas com letras maiúsculas. P1= Profundidade 0,00-0,10, P2= Profundidade 0,10-0,20 e P3= Profundidade 0,20-0,30. Sendo a MN = área de mata nativa, AP = área de pousio de 30 anos, MS = área com cultivo de sorgo por três anos, AS= área com sucessão de culturas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pesquisa realizada no assentamento serviu para comprovar que mata degradada entropicamente – área de pousio – AP, caatinga hiperxerófila, após 30 anos sem cultivo não conseguiu atingir níveis de nutrientes – atributos físicos e químicos próximos ao da mata nativa.

Foi possível verificar que a ação do monocultivo do sorgo aliado ao manejo com tratores e implementos não contribuem para melhoria da qualidade do solo, partir dos dados obtidos através das análises físicas e químicas.

A área de pousio, após análise verificou-se que não é uma prática com possibilidades de uso, pois em muitos atributos se manteve estatisticamente menor que a mata nativa.

O atributo M.O. orgânica que tem influência direta nos atributos físicos e químicos, foi maior estatisticamente na área de mata nativa – MN, que era a hipótese mais esperada e área de monocultivo de sorgo – MS foi a que teve menor teor de matéria orgânica, confirmando que o uso de solo nas condições edafoclimáticas diagnosticadas como cambissolo e caatinga propicia a degradação do solo ao longo do tempo.

De acordo com os atributos físicos-químicos pesquisados, estes proporcionaram avaliar que os dois usos em relação ao de mata nativa – caatinga hiperxerófila, devem ser repensados e será importante indicar outros métodos de usos do solo e implementos, como também realizar a rotação e sucessão em detrimento ao monocultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG. v.31, p. 1099-1108, 2007.

BICALHO, I. M.; UM ESTUDO DA DENSIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4537>. Acesso em: 26 ago. 2022.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical methods*. Madison, **American Society of Agronomy**, p. 363-375, 1986.

CARNEIRO, M. A. C. *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. v. 33, n. 1, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>. Acesso em 26 ago. 2022

CAVALCANTE, E. G. S. *et al.* Variabilidade espacial de atributos químicos do Solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n.6, p.1329-1339, 2007.

CONCEIÇÃO, P. C. *et al.* Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG. V. 29, 777-788, 2005.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Apodi, estado do Rio Grande do Norte** / Organizado [por] MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. T. M.; ROCHA, D. E. G. A.; CARVALHO, V. G. D. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p. + anexos

CPRM- SÁ, J. U. Base municipal de informações das águas subterrâneas Município de Apodi /RN. Recife: **CPRM**, 2000.16 p. il. (Série Hidrogeologia. Informações Básicas, 21)

CUNHA, TONY JARBAS FERREIRA *et al.* Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, v. 31, p. 27-36, 2001.

D'ANDRÉA, A. F. *et al.* Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.39, n.2, p.179-186, 2004.

DANTAS, J.D.N. *et al.* Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro

Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.16, n.1, p.18–26, 2012.

DELARMELINDA, E. A. *et al.* Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**. [online]. Manaus – AM. Vol. 40, n.3, p: 625-627, 2010. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/40-3/PDF/v40n3a24.pdf>. Acesso em 26 ago. 2022.

DE LIRA, RANIERE BARBOSA. Cultivo do sorgo usando água de esgoto doméstico tratado como fonte hídrica. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2016.

DONAGEMA, G. K., *et al.* Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos- Documentos (INFOTECA-E)**, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/990374/manual-de-metodos-de-analise-de-solo> . Acesso em 26 ago. 2022.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 2 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

GRISA, Catia; GAZOLLA, Marcio; SCHNEIDER, Sergio. A” produção invisível” na agricultura familiar: autoconsumo, segurança alimentar e políticas públicas de desenvolvimento rural. *Agroalimentaria*, v. 16, p. 65-79, 2010.

HICKMANN, C. *et al.* Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um Argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 128-136, 2012.

INCRA – Instituto Nacional da Reforma Agrária. Assentamentos - **Relação de Projetos - Relação de projetos de assentamentos criados e reconhecidos pelo Incra**. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos-relacao-de-projetos>. Acesso em 26 ago. 2022.

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Soil Water Conser**, v 55. 69-78, 2000.

MAIA, S. M. F. *et al.* Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.837-848, 2006.

MARTINS, C. M. *et al.* Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG, v.34, p.1883-1890, 2010.

NOGARA NETO, F. *et al.* Atributos de solo e cultura espacialmente distribuídos relacionados ao rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1025-1036, 2011.

NOVAIS, R. F. *et al.* Fertilidade do solo. Viçosa-MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1017. il. 2007.

PEREIRA, J. R.;SIQUEIRA, F. B. Alterações nas características químicas de um oxissolo

sob irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 14, nº 2, p. 189-195, 1979.

PEREIRA, R. G. *et al.* Influência do manejo sobre alguns atributos físicos do solo após cinco anos de cultivo com melão (*Cucumis melo* [L.]). **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.5, n.2, p. 103 – 108, 2010.

PORTUGAL, A. F. *et al.* Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 249-258, 2008.

RIBEIRO JUNIOR., J.I. **Análises estatísticas no SAEG** (Sistema para análises estatísticas). Viçosa, MG: Editora UFV, 2001.301p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG, p.359,1999.

ROQUE, A. A. O. *et al.* Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.45, n.7, p.744-750, 2010.

SANTI, A. L. *et al.* Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.9, p.1346-1357, set. 2012.

SANTOS, H.P.; *et al.* Efeito de sistemas de produção misto sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.3, p.545-552, 2003.

SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.33, n.3, p.477-486, 2003.

SILVA JUNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO. L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia MG, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.

SILVEIRA, P. M. *et al.* Atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 40, n. 3, p. 283-290, 2010.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**. v. 37, p.29-38, 1934.