



DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) COM OCORRÊNCIA DE VOÇOROCA, NO MUNICÍPIO DE BRASIL NOVO-PARÁ

Wendy Silveira de Oliveira¹, Sandra Andréa Santos da Silva², Rainério Meireles da Silva², Wasllem Rodrigues de Souza³, Priscila de Lima de Moraes³

¹ Aluna Concluinte do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pará (wendyoliveira@ymail.com) Altamira, Pará- Brasil

² Professores Doutores Engenheiros Agrônomos da Universidade Federal do Pará, Campus Altamira

³ Alunos Concluintes do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pará, Campus Altamira

Recebido em: 15/04/2018 – Aprovado em: 07/05/2018 – Publicado em: 09/06/2018
DOI 10.18677/TreeDimensional2018A5

RESUMO

As atividades agropecuárias desenvolvidas no município de Brasil Novo-PA apresentam solos degradados e compactados devido seu manejo inadequado. O presente estudo teve como objetivo avaliar os atributos químicos e físicos de uma voçoroca sob Área de Preservação Permanente (APP) localizada no município de Brasil Novo. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas, para determinação das propriedades químicas e físicas do solo, em áreas de pastagem (P), capoeira (C) e vegetação de curso d'água (V), ambas diretamente afetadas pela voçoroca. Foi aplicado o teste de Wilcoxon para análise dos atributos químicos do solo. Os resultados evidenciam que os atributos químicos (macronutrientes, MO, pH e v%) e físicos (alto teor de areia e densidade do solo) foram sensíveis ao processo erosivo nas três áreas de estudo. A erosão ocasionou decréscimo acentuado na fertilidade do solo, ocasionando baixos teores de macronutrientes, soma de bases, capacidade de troca catiônica e alta saturação por alumínio e acidez para os três tratamentos. O teste de Wilcoxon mostrou que o solo da área de capoeira é o mais impactado, seus teores de macronutrientes foram baixos, e com a interpretação dos demais atributos químicos e físicos pôde-se atribuir ao ambiente um solo álico.

PALAVRAS-CHAVE: degradação do solo, erosão. qualidade ambiental

DETERMINATION OF CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL IN AREAS OF PERMANENT PRESERVATION (APP) WITH OCCURRENCE OF GULLY, IN THE MUNICIPALITY OF BRASIL NOVO-PARÁ

ABSTRACT

The agricultural activities developed in the municipality of Brasil Novo-PA present degraded and compacted soils due to their inadequate management. The present study had as objective to evaluate the chemical and physical attributes of a gully under Permanent Preservation Area (APP) located in the municipality of Brasil Novo. Deformed and undisturbed samples were collected to determine the chemical and physical properties of the soil in pasture (P), coop (C) and watercourse vegetation (V), both of which were directly affected by the gullies. The Wilcoxon test was applied to analyze soil chemical attributes. The results showed that the chemical attributes (macronutrients, MO, pH and v%) and physical attributes (high sand content and soil density) were sensitive to the erosive process in the three study areas. Erosion caused a marked decrease in soil fertility, resulting in low levels of macronutrients, sum of bases, cation exchange capacity and high saturation by aluminum and acidity for the three treatments. The Wilcoxon test showed that the soil of the coop area was the most impacted, its macronutrient contents were low, and with the interpretation of the other chemical and physical attributes, it was possible to attribute to the environment an alic soil.

KEYWORDS: soil degradation, erosion, environmental quality

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um cenário ambiental fortemente marcado pela expansão agropecuária. Áreas de produção são abandonadas por apresentarem solos frágeis para a continuidade de atividades produtivas. Pode-se salientar a fragilidade e suscetibilidade principalmente de solos tropicais à degradação quando aliado ao manejo incorreto (SAMBUICHI et al., 2012).

O manejo do solo e suas peculiaridades por ser originado em clima tropical deixa-o mais fragilizado à ação do intemperismo físico, como a chuva. Consequentemente a desagregação com o impacto da água sobre sua superfície, faz com que milhares de partículas do colóide se desprendam e sejam arrastadas à parte mais baixa do terreno, iniciando assim a sua degradação (COSTA et al., 2015). Esse tipo de processo de degradação corresponde a erosão hídrica, uma das grandes responsáveis pela degradação de extensas áreas (ESCOBAR et al., 2017).

Sabe-se que a erosão é um dos processos naturais e fundamentais na formação de solos, mas com a ação do homem vem ganhando proporções bem maiores que a natural, proporcionando um grande transtorno com a movimentação e deslizamento de terras (BARBOSA et al., 2014). As propriedades físicas e químicas do solo são fortemente afetadas pela erosão, principalmente quando partículas desse solo são removidas pelo arraste superficial. Sobretudo a física do solo é a que primeiro responde a essas perturbações (AMARAL et al., 2013).

A erosão hídrica é um processo de escoamento superficial pela água das chuvas, na qual há desagregação, transporte e deposição de partículas de solo, nutrientes e matéria orgânica (DECHEN et al., 2015). “A erosão dos solos resulta da ação das gotas de chuva que caem sobre o solo, assim como da água que esco

sobre as encostas, pode mediar uma variedade de processos, tais como: erosão laminar, ravina e voçoroca” (RODRIGUES et al., 2017, p. 6520).

Segundo Silva e Sousa (2015), as maiores feições erosivas lineares, são as voçorocas, que antecedem as ravinas e sulcos. As voçorocas devido a ação do escoamento das águas ocasionam incisões no solo com dimensões maiores que 50 cm de profundidade e largura, que podem estar conectadas ou não as drenagens d'água (ALBUQUERQUE, 2012). O assoreamento e eutrofização de rios e o soterramento de matas figuram entre os impactos ambientais decorrentes dessa erosão (BARBOSA et al., 2014).

Nesse contexto, o agravamento da degradação do solo sob processos erosivos pode ser ainda maior quando este ocorre em Áreas de Preservação Permanente (APPs). De acordo com o artigo 3º do Código Florestal Federal (Lei nº 12.651/2012), APP é definida como: “áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Assim, a preocupação com a qualidade ambiental das propriedades que estão localizadas no travessão Km 06 da Agrovila Princesa do Xingu, localizada em Brasil Novo, Pará tem merecido especial atenção. A região apresenta diversas propriedades rurais com grandes áreas comprometidas por voçorocas e processos de assoreamento de seus cursos d'água. Os solos dessa região possuem histórico de manejo inadequado, com a instalação de áreas de pastejo em áreas de preservação legal, incluindo APPs.

Sabendo que atributos químicos (nutrientes minerais, acidez, saturação de bases e outros), biológicos (fauna edáfica) e físicos (estrutura, textura e densidade) variam de acordo com o tipo de solo e exercem diferentes influências sobre a erosão (BERTONI ; LOMARDI NETO, 2014). Nesse sentido, avaliar os atributos químicos e físicos do solo de ambientes que possuem voçorocas permite monitorar a sensibilidade que este apresenta as alterações humanas e fornecer subsídios para o estabelecimento racional da ocupação do solo. partir do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os atributos químicos e físicos de uma voçoroca sob Área de Preservação Permanente (APP) localizada no município de Brasil Novo.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

A área de estudo está localizada em uma propriedade rural na vicinal Km 06 (seis), da Agrovila Princesa do Xingu pertencente ao município de Brasil Novo-Pará. A temperatura média anual da região é de 27,2°C e a precipitação anual média de 1.680mm. Os meses mais chuvosos vão de dezembro a maio e os menos chuvosos, de maio a novembro (SEMA, 2013). A propriedade rural está geograficamente localizada com as coordenadas 3°7'43.24" latitude Sul e 52°25'25.32" longitude Oeste.

No ano de 1997 a vegetação secundária da propriedade rural foi removida para a instalação de uma pastagem, que se deu por corte e queima da vegetação secundária e plantio de capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). Os anos seguintes, o manejo da pastagem foi feito com a utilização de revolvimento do solo, calagem e adubação.

A área destinada a pastagem está sobreposta a APP de um curso d'água de mais de 15 metros de largura, conforme medições feitas nas margens do igarapé e observância do código florestal brasileiro. Com a remoção de parte dessa vegetação, pisoteio de animais, utilização de implementos agrícola, aliados as propriedades físicas e geológicas do terreno, nos últimos onze anos iniciou na área de pastagem processos erosivos que ocasionaram uma voçoroca de 23 metros de comprimento e 76 metros de largura.

Devido aos processos erosivos na área alcançar grandes extensões e profundidade, o proprietário da fazenda isolou a voçoroca, impedindo a circulação dos animais. Assim há nove anos iniciou a regeneração natural de uma porção da voçoroca que se encontra entre a área de APP e a pastagem, compreendendo a porção média da voçoroca que foi denominada área de capoeira.

A pastagem está localizada a uma altitude de 137 metros, a capoeira 133 metros e a vegetação 128 metros em relação ao nível do mar. O ponto de maior declividade do terreno compreende às margens do igarapé que está a uma altitude de 123 metros. Este está sendo impactado com o arraste e deposição de sedimentos em seu leito.

Coleta das amostras

As amostras de solo foram coletadas de acordo com a metodologia proposta por Santos et al. (2013). Para a coleta, a área que compreende a voçoroca foi dividida em unidades homogêneas, observando-se a similaridade superficial do solo, topografia e histórico de manejo da área. Assim foram definidas três unidades amostrais (pastagem, capoeira e vegetação de APP) de modo a representar todo o ambiente da voçoroca. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas para determinação das propriedades química e física do solo.

Para análise de fertilidade, foram coletadas amostras compostas nas profundidades de 0-20cm e 20-40 cm do solo. Para a determinação da propriedade física (densidade) foram utilizadas amostras indeformadas na camada superficial do solo, coletadas com anéis de aço inox, segundo metodologia proposta por Santos et al. (2013). A classificação textural foi realizada pelo fluxograma de Nortcliff (1994).

Análise química e física

As amostras deformadas foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da Universidade Federal Rural da Amazônia(UFRA) campus de Belém, para análise química, sendo elas a determinação do pH (H₂O) e (KCl), matéria orgânica (MO), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) e Acidez potencial (H+Al), com esses resultados foi calculada a soma de bases trocáveis (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a porcentagem de saturação por alumínio (m%), e a porcentagem de saturação por bases (V%).

As amostras indeformadas foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus de Altamira, para análise física da densidade do solo e classificação textural de acordo com a metodologias propostas respectivamente por Santos et al. (2013) e Nortcliff (1994). A interpretação dos resultados oriundos da análise química do solo foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Tomé Junior (1997). Os dados foram submetidos à análise descritiva de acordo com a proposta de Oliveira et al. (2017).

Análise estatística

Foram calculados os teores médios de nutrientes do solo para as duas profundidades estudadas através da média aritmética. Sendo aplicada a análise estatística não paramétrica, denominada teste t de Wilcoxon (Mann-Whitney e Wilcoxon, $P < 0,05$). Para o teste foram avaliados 15 atributos da análise química do solo, sendo: P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, C_{org}, pH (KCl), pH (H₂O), MO, SB, CTC (t), CTC (T), m% e V%.

A hipótese de nulidade (H_0) é que duas amostras de solo comparadas X e Y, apresentem as mesmas propriedades químicas; A hipótese alternativa (H_1) é de que uma amostra X possui solo mais fértil que a amostra y, assumindo que as duas amostras são independentes.

Se o resultado obtido para o teste t de Wilcoxon, relativo aos parâmetros mínimo e máximo não estiver na amplitude tabulada para os graus de liberdade, rejeita-se a hipótese H_0 e é aceita a hipótese alternativa H_1 , a 0,05% de probabilidade de erro.

Caso algum dos 15 atributos químicos do solo, ao ser realizada a comparação de par de dados apresentar valor igual a zero, este atributo será automaticamente retirado da análise, sendo menos um atributo a ser avaliado na tabulação dos dados. Assim, na tabulação dos dados ocorreram casos em que um atributo apresentou valor igual a zero, sendo tabulado da seguinte forma:

Rejeita-se H_0 se o valor mínimo e máximo calculado estiver fora do intervalo dado pelos valores tabulados delimitados, inferior (25) e superior (95) para 15 atributos e inferior (21) e superior (84) para 14 atributos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo (D_s) apresentou médias para pastagem de ($1,60 \text{ g cm}^{-3}$), vegetação de APP ($1,12 \text{ g cm}^{-3}$) e capoeira ($1,50 \text{ g cm}^{-3}$). Parâmetros propostos por Brady e Weil (2013) indicam que solos arenosos com amplitude de densidade variando entre $1,25$ a $1,75 \text{ g cm}^{-3}$ com a presença da umidade inibem a penetração de raízes. Os valores apresentados no estudo mostram que as D_s se encontram elevada nas áreas de pastagem e capoeira. A densidade da área de vegetação de APP foi menor entre as áreas estudadas devido a maior quantidade de resíduos orgânicos que melhoram as propriedades físicas do solo, como a densidade.

Resultados semelhantes foram obtidos por Sales et al. (2018) ao estudarem quatro áreas com experimentos florestais (Sistema integração lavoura-pecuária-floresta cultivado com Paricá, lavoura com plantio convencional de milho, pastagem manejada com criação de gado de corte em sistema extensivo e floresta secundária como testemunha) no município de Paragominas, Pará, observaram que o solo de floresta secundária apresentou médias de densidade aos demais tratamentos, variando entre $1,02 \text{ g cm}^{-3}$ na camada correspondente a 0-20 cm do solo. Esses resultados corroboram com os valores encontrados nessa pesquisa em área de vegetação secundária.

Sabe-se que valores próximos a $1,40 \text{ g cm}^{-3}$ de D_s são restritivos ao desenvolvimento das raízes (ALVES et al., 2015). Analisando os ambientes neste estudo, observa-se que a capoeira e a pastagem apresentam valores de $1,50$ e $1,60 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente. Este aumento representa o processo da compactação do solo, o que dificulta o reestabelecimento natural da vegetação.

Roni et al. (2014) destacam que solos de pastagem em função do excessivo pisoteio de animais ou outras modalidades de pressão favorecem a maior compactação. Os autores obtiveram valores de D_s variando entre $1,41$ a $1,67 \text{ g cm}^{-3}$

em solos de pastagem na região de Pinheiral, Paraíba do Sul. Esses dados assemelham-se aos encontrados neste estudo em áreas de pastagem sob influência de voçoroca.

Os valores de Ds para a área de capoeira e pastagem encontram-se próximos, tal fato pode ser explicado devido pouco tempo da sucessão florestal que a área de capoeira apresenta, sendo assim, o tempo pode ter sido insuficiente para externalizar suas melhorias na qualidade do solo.

A classificação textural do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm, sob as áreas de Pastagem (P), Vegetação de APP (V) e Capoeira (C) constam na tabela 1. De acordo com esta, pôde-se perceber que para os três ambientes estudados a fração que mais compõe o solo é areia. Para a pastagem, na profundidade de 0-20 cm foi encontrada areia, diferente da camada de 20-40 cm, com textura franco arenosa e das demais áreas também.

TABELA 1 Classificação textural dos solos nas áreas de Pastagem (P), Vegetação (V) e Capoeira (C).

Áreas	Repetições	Textura	Textura
		(0-20 cm)	(20-40 cm)
P	R1	Arenosa	Franco Arenoso
	R2	Arenosa	Franco Arenoso
V	R1	Franco Arenoso	Franco Arenoso
	R2	Franco Arenoso	Franco Arenoso
C	R1	Franco Arenoso	Franco Arenoso
	R2	Franco Arenoso	Franco Arenoso

Essa diferença na textura do solo da área de pastagem às demais pode ser atribuída a ação do sistema radicular da vegetação na retenção de partículas do material mineral no caso da capoeira e vegetação de APP, e também, a lixiviação das partículas de silte e argila da camada superficial do solo da pastagem, devido esse receber o maior impacto de gotas de chuva em sua superfície, aumentando expressivamente o escoamento da água (COSTA et al., 2015).

Ferreira e Greve (2017) atribuem a “alta porcentagem de areia, baixo índice de argila e pouca porcentagem de matéria orgânica aliada ao manejo incorreto do solo, como os responsáveis pela alta erodibilidade do mesmo, ou seja, esse não possui elementos suficientes para oferecer maior agregabilidade às partículas constituintes na sua estrutura”. É pertinente ressaltar que os solos arenosos possuem menor teor de matéria orgânica quando comparado aos demais solos e conseqüentemente baixa capacidade de adsorção de cátions e soma de bases (BRADY; WEIL, 2013).

A análise química do solo ilustrada nas tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam os teores de macronutrientes (P, K, Ca e Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), potencial hidrogeniônico (pH em água), matéria orgânica (MO), saturação por alumínio (m%) e saturação por base (V%) nos tratamentos com pastagem (P), vegetação (V) e capoeira (C).

TABELA 2 Teores médios dos atributos químicos do solo nas áreas de Pastagem (P), Vegetação (V) e Capoeira (C).

Áreas	Profundidade (cm)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg (cmol _c dm ⁻³)	Al	H+Al
P	0-20	1,19	0,03	0,75	0,5	0,39	3,6
	20-40	1,2	0,18	0,65	0,55	0,54	3,16
V	0-20	0,19	0,02	1,3	0,85	0,79	4,36
	20-40	0,79	0,03	0,55	0,8	0,44	3,76
C	0-20	1,45	0,04	0,55	0,6	0,49	3,92
	20-40	0,59	0,02	0,45	0,55	0,78	3,76

Fonte: Autores

TABELA 3 Teores médios dos atributos químicos do solo nas áreas de Pastagem (P), Vegetação (V) e Capoeira (C).

Áreas	Profundidade (cm)	SB (cmol _c dm ⁻³)	CTC	pH (H ₂ O)	MO (g kg ⁻¹)	m (%)	V (%)
P	0-20	1,28	4,87	4,81	15,73	32,25	25,96
	20-40	1,38	4,54	4,8	10,01	40,07	30,35
V	0-20	2,17	6,53	4,44	22,02	37,81	33,17
	20-40	1,38	5,14	4,6	8,58	33,83	26,86
C	0-20	1,19	5,11	4,64	7,44	46,13	23,25
	20-40	1,02	4,77	4,14	5,44	77,63	21,3

Fonte: Autores.

TABELA 4 Análise dos atributos químicos a partir dos valores referência de Tomé Junior (1997) e análise descritiva de Oliveira et al. (2017).

Áreas	Profundidade (cm)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg (cmol _c dm ⁻³)	Al	H+Al
P	0-20	B	B	B	B	B	M
	20-40	B	B	B	B	M	M
V	0-20	B	B	B	M	M	M
	20-40	B	B	B	M	M	M
C	0-20	B	B	B	M	M	M
	20-40	B	B	B	B	M	M

B= baixo; M= médio; A= alto e; E=elevado.

Fonte: Autores.

TABELA 5 Análise dos atributos químicos a partir dos valores referência de Tomé Junior (1997) e análise descritiva de Oliveira et al. (2017).

Áreas	Profundidade (cm)	SB (cmol _c dm ⁻³)	CTC	pH (H ₂ O)	MO (g kg ⁻¹)	m (%)	V (%)
P	0-20	B	B	E	M	M	B
	20-40	B	B	E	B	E	B
V	0-20	M	B	E	M	M	B
	20-40	B	B	E	B	M	B
C	0-20	B	B	E	B	E	B
	20-40	B	B	E	B	E	B

B= baixo; M= médio; A= alto e; E=elevado.

Fonte: Autores.

Os teores dos atributos químicos não estão em níveis satisfatórios, de acordo com os valores de referência de Tomé Júnior (1997). Apenas as áreas de V e P na camada superficial do solo apresentaram teores médios de MO. Para Dernadin et al. (2014) a manutenção da cobertura vegetal em áreas de floresta garante um maior aporte de resíduos tanto na camada superficial e subsuperficial do solo. A pastagem apresentou melhores teores de MO devido à presença do sistema radicular na sua forma fasciculada.

Para Salton e Tomazi (2014), o crescimento vigoroso de sistemas radiculares de espécies, principalmente braquiárias, auxilia na formação de estruturas em forma de agregados no solo e no aumento da matéria orgânica. Pode-se atribuir a declividade do terreno como um fator determinante no teor de MO do ambiente de capoeira, visto que a área se encontra sob forte influência do escoamento superficial que remove os resíduos orgânicos da superfície do solo.

Centeno et al. (2017), afirmam que geralmente solos com textura arenosa apresentam maiores deficiências em matéria orgânica e fósforo. De modo geral os teores de P, K, Ca foram baixos para as três áreas, e médios para Al^{3+} com valores entre 0,39 e 0,85 $cmol_c dm^{-3}$.

Os maiores valores de saturação por alumínio (m%) foram obtidos na capoeira com 77,63%. A saturação de bases (V%) foi baixa para ambas as áreas, com valores entre 21,3% e 33,17% para as áreas de capoeira e vegetação, respectivamente, apresentando a classificação de solos distróficos.

O pH do solo de vegetação de APP, capoeira e pastagem para as duas profundidades estão com nível de acidez elevados, com teores de pH (H_2O) variando entre 4,14 e 4,81. Esses valores corroboram com os encontrados por Oliveira et al. (2017) estudando áreas de capoeira e APP em São Domingos do Araguaia- PA, obtendo valores de 4,8 e 4,5, respectivamente.

Para a pastagem, todos os macronutrientes, SB, CTC e V% apresentaram valores baixos e m% média a elevada. Dotta et al. (2014) e Oliveira et al. (2017) também obtiveram teores de P, K, Ca, Mg baixos em áreas de pastagens na região amazônica, em ambos os estudos, o aporte de MO no solo foi baixo, sendo um fator limitante na ciclagem de nutrientes.

Percebe-se que a SB no ambiente de pastagem foi diretamente influenciada pelo escoamento superficial do solo, uma vez que a camada subsuperficial apresenta maiores teores quando comparados com a camada superficial. Nas amostras de solos do ambiente de vegetação, o Mg e a SB apresentou teores médios, com 0,85 $cmol_c dm^{-3}$ e 2,7 $cmol_c dm^{-3}$, respectivamente.

Esses teores são superiores quando comparados aos demais tratamentos, podendo ser atribuídos a ciclagem de nutrientes no solo. Pesquisas recentes, em floresta secundária com 20 anos de regeneração no Vale do Paraíba, obtiveram teores de Mg na camada de 0-10 cm do solo de 1,1 $cmol_c dm^{-3}$ e 0,7 $cmol_c dm^{-3}$ para a profundidade 10-20cm (RONI et al., 2014).

Para o estrato capoeira, foi interpretado que esse solo possui baixo potencial mineral, principalmente na camada mais profunda, onde existe uma alta concentração de Al^{3+} tóxico que limita o crescimento das raízes. Consequentemente, esse baixo potencial nutricional, é devido a alta saturação por alumínio (m%) maior que 50% e teor de alumínio superior a 0,3 $cmol_c dm^{-3}$, sendo interpretado como solo álico. Como consequência da alta saturação por alumínio, os teores de Ca, Mg, K e soma de bases estão muito baixos, devido a maioria das cargas elétricas do coloide do solo estarem ocupadas por alumínio.

De acordo com o teste de Wilcoxon apresentado na tabela 6, pode-se observar a comparação das amostras de solo entre as áreas pastagem, vegetação e capoeira nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm do solo. E a avaliação dentro de cada tratamento com as suas respectivas profundidades.

TABELA 6 Comparação dos atributos químicos do solo entre os estratos Vegetação(V), Capoeira (C) e Pastagem (P).

Profundidade	Áreas Comparadas	Amplitude mínima	Amplitude máxima
0-20	P x V	34	86
	V x C	36	84
	P x C	36	84
20- 40	P x V	40	40
	V x C	8	112
	P x C	12	94
0-20 a 20-40	P x P	43	77
	V x V	38	82
	C x C	5	115

Fonte: Autores

Amplitude tabelada mínima 25 e máxima 95, para 15 atributos, para 14 atributos amplitude mínima 21 e máxima 84.

Na camada superficial do solo (0-20 cm) para as três áreas estudadas não há diferença significativa nos teores de nutrientes minerais. Quando são comparadas essas mesmas áreas na profundidade (20-40 cm), a pastagem e vegetação apresentam maiores médias de teores de nutrientes minerais do que a capoeira. Esse resultado justifica-se pela característica de um solo álico para a capoeira e o menor teor de MO observado nesse ambiente.

Quando avaliados os atributos químicos do solo entre profundidades dentro de cada estrato, foi observado que a vegetação e pastagem não obtiveram diferenças significativas no teor de nutrientes minerais no perfil do solo. Já para a capoeira, o solo da camada mais superficial apresenta resultados melhores para atributos químicos quando comparado a camada mais profunda. Podendo ser atribuído ao processo de escoamento superficial, devido a declividade do terreno e remoção de partículas do solo devido a ação da chuva.

CONCLUSÕES

Desse modo, o estudo é um diagnóstico de como encontra-se a fertilidade desses ecossistemas sob a influência de voçorocas, permitindo concluir que se faz necessário uma intervenção antrópica para uma melhor resposta do desenvolvimento com eficiência pois, a área de capoeira com nove anos de idade mostra-se fragilizada dentro dos ecossistemas estudados. Assim, o controle da erosão e manejo do solo são os aspectos mais importantes para manter a qualidade ambiental dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. N. B. Impactos ambientais e agentes/fatores controladores voçorocas urbanas na cidade de Eunápolis (Bahia). **Revista Eletrônica**

Multidisciplinar Pindorama, IFBA, n.2, ano 03, jul. 2012. Disponível em: < <http://www.revistapindorama.ifba.edu.br/files/artigo%2013.pdf>>. Acessado em: 07 set. 2017.

ALVES, A. R.; NASCIMENTO, P. S. O.; LIMA, W. G.; VIANA, S. S.; RIBON, A. A. Influência do manejo na densidade relativa de um latossolo amarelo sob diferentes usos e manejo de pastagem e mata nativa. In: II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 2015, Pirenópolis. **Anais...** Pirenópolis: UEG, 2015.

AMARAL, A. J.; COGO, N. P.; BERTOL, I.; SANTOS, P. G.; WERNER, R. S. Erosão hídrica e escoamento superficial em função de tipos e doses de resíduo cultural em dois modos de semeadura direta. **Revistas de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.12, n.2, p. 163-174, 2013. Disponível em: < <http://revistas.bvs-vet.org.br/rca/article/view/34862>>. Acessado em: 05 jan. 2018.

BARBOSA, A. B.; ANDRADE, R. B.; MAGAGUTH, L.; NEGREIROS, A. B.; PEREIRA, G. Evolução de um voçorocamento em área urbana no município de Cruzília, MG. **Territorium Terram**, v.2, n.4, p. 125-142, 2014. Disponível em: < http://seer.ufsj.edu.br/index.php/territorium_terram/article/view/799>. Acessado em: 14 jan. 2018.

BERTONI, L.; NETO, L. F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 2014. 355p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 696p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12. 651 de 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, de 28 de maio de 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acessado em: 16 jan. 2018.

CENTENO, L. N.; GUEVARA, M. D. F.; CECCONELLO, S. T.; SOUSA, R. O. D.; TIMM, L. C. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas, v.4, n.1, p. 31-37, jun. 2017.

COSTA, C. D. O.; ALVES, M, C.; SOUSA, A. P.; SILVA, H. R. Propriedades químicas dos solos de uma sub-bacia hidrográfica sob processo de degradação ambiental. **Revista Ciências Ambientais**, Canoas, v.9, n.2, p. 37-50, 2015.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; MARIA, I. C. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Revista Bragantia**, Campinas, v.74, n.2, p.224-233, 2015. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/html/908/90839457014/>>. Acessado em: 14 jan.2018.

DERNADIN, R. B. N.; MATIAS, J. L.; WILDNER, L. P.; NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, J. F.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó- SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.1, p. 59-69, 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/534/53430144006/>>. Acessado em: 07 jan. 2018.

DOTTA, J. C.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, A. S.; SOARES, C. V.; ROFRIGUES, M. O. D. Química do solo em pastagens com três níveis de degradação em região de ecótono Cerrado-Amazônia. In: I ENCONTRO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2014, Gurupi. **Anais eletrônicos...** Gurupi: TO, 2014.

ESCOBAR, F. B.; PIMENTEL, R. L.; TELLO, J. C. R. Avaliação da degradação de uma área da usina de Balbina como subsídio para recuperação e conservação ambiental, na Amazônia. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.18, n.62, p. 01-12, 2017. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/33275>>. Acessado em: 12 jan. 2018.

FERREIRA, A. R.; GREVE, J. Processo erosivo em estágio avançado no município de Mirassol D'Oeste, Pantanal Matogrossense. **Ciência Geográfica**, Baurú, v.XXI, p. 127-139, 2017.

NORTCLIFF, S. **Soils in the field**. In: Rowell; D. L. Soil science. Methods and applications. Reino Unido: Logman Group. P. 1-15. 1994.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, A. N.; SILVA, K. R.; SILVA, J. A.; MELLO, A. H. Atributos químicos de solos sob diferentes sistemas de uso e manejo no Projeto de Assentamento Veneza- São Domingos do Araguaia. **Agroecossistemas**, v.9, n.1, p.170-179, 2017.

RODRIGUES, C. L. G.; LIMA, M. T. B.; RIBEIRO, S. C. Evolução das voçorocas da travessia Bonfim e do Liceu no Crato- CE. Um estudo de antropogeomorfologia urbana. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, I CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2017, Campinas. **Anais...** São Paulo: UNICAMP, 2017.p. 6519-6523.

RONI, F. G.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G.; ANJOS, L. H. C.; CORREIA, M. E. F. Atributos químicos e físicos do solo sob pastagem e estágio sucessionais de floresta estacional. Revista de la Facultad de Agronomía, **La Plata**, v.113, p. 47-57, 2014.

SALES, A; SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; MIRANDA, M. M. Carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia legal. **Coloquium Agrariae**, v.14, n.1, p. 01-15, 2018.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistemas radicular de plantas e qualidade do solo**. EMBRAPA, Dourados, MS, p. 2-5, dez 2014. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005326/1/COT198.pdf>>. Acessado em:16 jan. 2018.

SAMBUICHI, R. H. R.; OLIVEIRA, M. A. C.; SILVA, A. P. M.; LUEDEMANN, G. A. Texto para discussão. **Sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. IPEA, Rio de Janeiro, p. 52, 2012. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/profile/Regina_Sambuichi/publication/261870924_A_SUSTENTABILIDADE_AMBIENTAL_DA_AGROPECUARIA_BRASILEIRA_IMPACTOS_POLITICAS_PUBLICAS_E_DESAFIOS/links/0f317535aa5a8e488d000000/ASUSTENTABILIDADE-AMBIENTAL-DA-AGROPECUARIA-BRASILEIRA-IMPACTOS-POLITICAS-PUBLICAS-E-DESAFIOS.pdf>. Acessado em: 05 out. 2017.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S, H. **Manual de descrição e coleta de campo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, ed.6, 2013.

SEMA – Secretaria de Meio Ambiente. **Plano municipal de meio ambiente. Brasil Novo**. Março, 2013, p.63. Disponível em: <http://www.brasilnovo.pa.gov.br/novo_site/plano_diretor/planos/2013/20160825091948.pdf>. Acessado em: 07 jan. 2018.

SILVA, R. O.; SOUSA, A. T. Caracterização de voçorocas em Caldas Novas (GO). In: II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 2015, Pirenópolis. **Anais eletrônicos...** Pirenópolis: UEG, 2015.

TOMÉ, Jr., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.