

VI-087 – AVALIAÇÃO DE ÁREA EM RECUPERAÇÃO UTILIZANDO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

Elaine Novak⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Mestrando em Recursos Naturais na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Ms.

Laércio Alves de Carvalho⁽²⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Bahia; Prof Dr. da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Ms.

Ana Carolina Correia de Oliveira⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade do Oeste Paulista. Mestranda em Recursos Naturais na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Ms.

Ivan Ramão Miranda Freitas⁽⁴⁾

Engenheiro Agrônomo pela Faculdade Anhanguera; Mestrando em Recursos Naturais na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Ms.

Etenaldo Felipe Santiago⁽⁵⁾

Biólogo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP Campus de Rio Claro-SP Prof Dr. da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Ms.

Endereço⁽¹⁾: Cidade Universitária de Dourados, Caixa postal 351 - Dourados - MS - CEP: 79804-970 - Brasil - Tel: (67) 3902-2517- e-mail: elainenovak_@hotmail.com

RESUMO

A intervenção humana em áreas anteriormente compostas por florestas acarretam mudanças nas características do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do solo como base nas alterações dos atributos químicos do solo nas diferentes áreas estudadas. Para isso, cinco amostras indeformadas de solo nas profundidades de 0-0,15m e 0,15-0,30 m foram coletadas em cada sistema estudado, sendo sete áreas em recuperação ambiental, duas em área de vegetação nativa em diferentes estágios sucessionais, e uma em área com plantio de cana de açúcar, todas localizadas em uma propriedade rural particular no município de Rio Brillante, Ms. As variáveis químicas analisadas foram: matéria orgânica, carbono, pH em CaCl₂, CTC, soma de bases, potássio, fósforo, magnésio, cálcio, saturação de base e acidez potencial. Os dados foram submetidos a análise estatística, adotando-se a comparação de médias a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, sendo os valores médios originados das cinco repetições ao acaso submetidos a técnica de análise multivariada, por meio da análise dos componentes principais. Os resultados obtidos mostraram que muitas das propriedades químicas do solo foram alteradas, em função uso do solo antes da implantação do PRAD, quando comparados a vegetação nativa. Entretanto, mesmo as áreas no processo de recuperação não estão sendo manejadas adequadamente, ou seja, sem a retirada das espécies competidoras, algumas propriedades químicas do solo estão respondendo positivamente quando comparado a vegetação nativa.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de qualidade do solo, Banco de sementes, Recuperação de áreas degradadas.

INTRODUÇÃO

A conservação dos recursos naturais tornou-se uma prática importante à partir do momento em que a humanidade se deu conta de que as alterações causadas pelas atividades antrópicas alteraram o equilíbrio natural de maneira que a existência humana está ameaçada e que a conservação das áreas sob vegetação natural é tão importante para a sociedade quanto a produção de alimento (CARVALHO, 2007).

O equilíbrio do ecossistema pode ser profundamente modificado pelas intensificações do uso dos recursos naturais, sendo de maior ou menor relevância em função das atividades realizadas e da área de utilização. O uso inadequado do solo, principalmente pela agricultura e pecuária, e dos recursos hídricos para a produção de energia, são os principais fatores que levam à degradação ambiental. Tais fatores estão ameaçando nossas oportunidades e flexibilidades de aumentar os serviços prestados pela natureza (DUMANSKI; PIERI, 2000).

A Qualidade do Solo é um dos fatores importantes para o desenvolvimento sustentável. Entretanto, a definição e a quantificação da qualidade do solo são de difícil acesso, principalmente pela forte dependência de fatores externos como manejo, interações com o ecossistema e ambiente, prioridades socioeconômicas e políticas (MELLONI; MELLONI; ALVARENGA, 2008). Mas, para Doran & Parkin (1994), citados por *Casalinho et al.* (1997), a qualidade do solo pode ser conceituada como a capacidade que um determinado tipo de solo apresenta, em ecossistemas naturais ou agrícolas, para desempenhar uma ou mais funções relacionadas à sustentação da atividade, da produtividade e da diversidade biológica, à manutenção da qualidade do ambiente à promoção da saúde das plantas e animais e à sustentação de estruturas sócio-econômicas e de habitação humana.

A remoção da cobertura vegetal e a implantação de atividades agropecuárias provocam desequilíbrio no ecossistema, devido às formas de manejo adotadas, acarretam em alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, (Canellas *et al.*, 2003; Rangel & Silva, 2007; Costa *et al.*, 2008). Tais alterações podem provocar ou acelerar o processo de degradação do solo.

A recuperação de áreas degradadas, tanto a nível de solo quanto a nível vegetacional, envolve uma série de medidas que buscam inicialmente minimizar os efeitos da degradação e posteriormente implantação de metodologias corretivas, com adoção de corretivos químicos do solo e técnicas de plantio de espécies nativas. Entretanto, antes da adoção das diferentes medidas mitigadas, é de extrema importância a avaliação dos atributos químicos do solo, pois, fornece as reais necessidades do solo e verificando se os métodos empregados estão adequados às condições específicas da atividade e da região tornando possível um melhor planejamento e execução de práticas de uso e ocupação do solo a serem adotadas.

Muitos dos estudos ambientais tentam quantificar diferentes atributos relacionados à preservação e conservação. Para corroborar com tais estudos, muitas metodologias estão sendo utilizadas a fim de monitorar e avaliar os diferentes ecossistemas, facilitando a seleção de sistemas de uso e manejo do solo que mantenham a sua sustentabilidade e qualidade ambiental. Diante do pressuposto, este trabalho avaliou a qualidade do solo em áreas em recuperação ambiental, através de análises dos atributos químicos do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área total de execução do trabalho se localiza em uma propriedade rural particular vinculada a usina sucroalcooleira, situada na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, próximo as coordenadas geográficas UTM latitudinais 7596916.55 m S e longitudinais 749499.10 m E, do município de Rio Brilhante, Ms.

O trabalho foi desenvolvido em três diferentes áreas. Uma área experimental corresponde as áreas de preservação permanente (APP), sendo esta adotado como controle. Outra corresponde aos sete fragmentos em recuperação ambiental, equivalendo um total de 3.8100 há, e uma área de plantio de cana de açúcar.

A classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), com temperatura dos meses mais frios (junho e julho) inferior a 18°C e a dos meses mais quentes (dezembro/janeiro) superior a 22°C. No verão, a precipitação supera em mais de dez vezes a menor precipitação mensal (julho).

Delineamento experimental

Para determinação dos atributos químicos do solo, as amostras de solo foram coletadas em dez áreas diferentes, sendo sete em áreas em recuperação ambiental, as quais serão identificadas como R1 a R7, duas em áreas de preservação permanente (APP), identificadas como N1 e N2; e uma em área de plantio de cana de açúcar, identificada como C1.

As coletas das amostras, para análise dos atributos químicos, foram coletadas com auxílio de trado holandês nas profundidades de 0 - 0,15 m e 0,15 - 0,30 m, com cinco repetições por tratamentos, totalizando 100 amostras. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos transparentes identificados, de acordo com o tratamento e profundidade, e encaminhadas para análise no laboratório Solanálise – Central de Análises Ltda., seguindo metodologia sugerida pelo manual de métodos de análise do solo e plantas da Embrapa (1997).

As variáveis químicas analisadas para a determinação da qualidade do solo nas áreas estudadas foram: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K), Alumínio (Al), H + alumínio (H+ Al), Soma de bases (SB), CTC, Carbono (C), Matéria orgânica (MO), Saturação de bases (V%), Fósforo (P), Fósforo remanescente (P_{rem}), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Zinco (Zn), pHCaCl₂, bem como a determinação da classe textural.

Os resultados dos atributos avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% significância de probabilidade, sendo os valores médios originados das cinco repetições ao acaso foram submetidos às técnicas de análise multivariada, por meio da análise dos componentes principais, utilizando o programa estatístico R.

RESULTADOS

As análises avaliadas, bem como a análise de agrupamento, dos atributos químicos do solo são apresentadas e discutidas separadamente em cada profundidade das áreas estudadas.

As tabelas 1 e 2 apresentam as médias dos valores dos atributos químicos avaliados nas profundidades de 0-0,15 m e de 0,15-0,30 m nas sete áreas em recuperação ambiental, nas duas áreas sob vegetação nativa e na área de plantio de cana de açúcar.

Tabela1 - Médias dos valores do teor cátions trocáveis (K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases para as profundidades 0-0,15m e 0,15 – 0,30 m nos tratamentos: REC1, REC2, REC3, REC4, REC5, REC6, REC7, C1, N1 e N2.

tratamentos	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
-----Cmol/dm ³ -----							%
profundidade 0 - 0,15 cm							
REC 1	0.18 a1	15.08 a4	3.74 a2	4.49 a2	19.00 a4	23.49 a5	80.76 a3
REC 2	0.46 a2	12.03 a3	3.49 a2	4.66 a2	15.98 a3	20.84 a4	76.51 a2
REC 3	0.12 a1	11.12 a3	3.63 a2	4.63 a2	14.88 a3	19.51 a3	76.23 a2
REC 4	0.28 a1	11.31 a3	3.06 a2	4.49 a2	14.66 a3	19.16 a3	76.58 a2
REC 5	0.52 a2	11.76 a3	3.97 a3	4.88 a2	16.26 a3	21.15 a4	76.59 a2
REC 6	0.27 a1	9.21 a2	3.47 a2	4.68 a2	13.07 a2	17.75 a2	73.60 a2
REC 7	0.35 a1	11.15 a3	3.81 a2	3.64 a1	15.32 a3	18.96 a3	80.75 a3
C 1	0.23 a1	6.69 a1	1.80 a1	5.40 a2	8.72 a1	14.13 a1	61.84 a1
N1	0.71 a2	10.55 a3	5.11 a3	4.86 a2	16.38 a3	21.24 a4	76.03 a2
N2	0.77 a2	13.69 a4	3.78 a2	3.20 a1	18.25 a4	21.46 a4	85.06 a3
profundidade 0,15 - 0,30 cm							
REC 1	0.12 a1	13.33 a3	2.84 a2	4.80 a2	16.30 a3	21.11 a2	77.15 a2
REC 2	0.24 a1	10.05 a2	2.72 a2	4.94 a2	13.02 a2	17.97 a2	72.21 a2
REC 3	0.10 a1	11.16 a2	3.06 a3	4.71 a2	14.33 a3	19.04 a2	75.07 a2
REC 4	0.19 a1	10.61 a2	2.63 a2	4.77 a2	13.44 a2	18.22 a2	73.82 a2
REC 5	0.32 a1	11.16 a2	3.51 a3	4.65 a2	15.02 a3	19.67 a2	75.96 a2
REC 6	0.20 a1	9.47 a2	3.32 a3	4.75 a2	12.99 a2	17.74 a2	73.03 a2
REC 7	0.25 a1	10.73 a2	3.57 a3	3.86 a1	14.56 a3	18.43 a2	78.99 a2
C 1	0.19 a1	6.75 a1	1.80 a1	5.11 a2	8.75 a1	13.86 a1	63.23 a1
N1	0.61 a2	7.79 a1	3.94 a3	6.72 a3	12.34 a2	19.06 a2	63.44 a1
N2	0.72 a2	11.30 a2	3.40 a3	3.44 a1	15.43 a3	18.87 a2	81.67 a2

Médias seguidas pela mesma letra e número não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Rec1 (recuperação 1), Rec2 (recuperação 2), Rec3 (recuperação 3), Rec4 (recuperação 4), Rec5 (recuperação 5), Rec6 (recuperação 6), Rec7 (recuperação 7), C1 (Cana1), N1 (nativa 1) e N2 (nativa 2).

Em todas as áreas estudadas, os valores de pH (CaCl_2) variaram entre 5,00 a 6,06, (tabela 2) indicando presença de solos ácidos nas duas profundidades estudadas. Embora os valores mais baixos de pH foram encontrados na área de plantio intensivo de cana-de-açúcar, os solos do bioma Cerrado são naturalmente ácidos pela constituição do material de origem e pelo elevado processo de intemperismo (SILVEIRA et al., 2000), nestas áreas, esta característica pode estar relacionado aos baixos teores de cátions de caráter básico, como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , acarretando os menos teores de V% (tabela 1). Valores similares foram observados por Siqueira Neto *et al.* (2009), ao estudar os atributos químicos do solo sob diferentes usos no Cerrado.

Com relação a V% observa-se que a área de cana-de-açúcar sempre apresenta menores valores, isso porque a cana-de-açúcar extrai os nutrientes do solo para o seu desenvolvimento de forma rápida, principalmente os cátions básicos, por isso a necessidade de correção com calcário e gesso a cada dois anos nestas áreas. Mesmo apresentando menor valor de V% nas duas profundidades, observa-se que estes valores encontram-se na faixa considerada ideal para a cultura, que é de V% entre 60 e 70 %.

O V% da N1 encontra-se baixo na camada de 0,15-0,30 m em função principalmente do alto H+Al e baixo teor de cátions básicos, o que pode ocorrer pela baixa taxa de decomposição nestas camadas e por ser menos estruturada (a nível vegetacional), sofrendo uma maior pressão de materiais alóctone que se deposita no solo juntamente com a MO.

Tabela 2. Médias dos valores de pH, teor de fósforo disponível (mg/dm^3), carbono, teor de matéria orgânica (MO) (g/dm^3), para as profundidades 0-0,15cm e 0,15 – 0,30 cm nos tratamentos: REC1, REC2, REC3, REC4, REC5, REC6, REC7, C1, N1 e N2.

tratamentos	pH (CaCl_2)	MO ----- (g/dm^3) -----	C	P
profundidade 0 - 0,15 cm				
REC 1	5.60 a2	49.18 a3	28.59 a3	2.25 a1
REC 2	5.46 a2	49.78 a3	28.94 a3	3.03 a1
REC 3	5.50 a2	44.70 a2	25.98 a2	1.40 a1
REC 4	5.60 a2	44.80 a2	26.04 a2	2.29 a1
REC 5	5.48 a2	55.91 a4	32.51 a4	1.46 a1
REC 6	5.40 a2	42.80 a2	24.88 a2	0.95 a1
REC 7	5.86 a3	50.23 a3	29.20 a3	1.34 a1
C 1	5.00 a1	34.47 a1	20.04 a1	2.03 a1
N1	5.50 a2	51.88 a3	30.16 a3	1.40 a1
N2	6.06 a3	50.13 a3	29.14 a3	1.15 a1
profundidade 0,15 - 0,30 cm				
REC 1	5.42 a2	42.80 a3	24.88 a3	3.17 a1
REC 2	5.36 a2	43.20 a3	25.11 a3	1.32 a1
REC 3	5.48 a2	40.61 a2	23.61 a2	1.12 a1
REC 4	5.48 a2	40.86 a2	23.75 a2	1.30 a1
REC 5	5.48 a2	48.83 a3	28.39 a3	1.16 a1
REC 6	5.34 a2	40.01 a2	23.26 a2	0.73 a1
REC 7	5.80 a3	44.40 a3	25.81 a3	0.94 a1
C 1	5.00 a1	34.17 a1	19.87 a1	1.99 a1
N1	5.14 a1	44.15 a3	25.67 a3	0.98 a1
N2	5.98 a3	43.42 a3	25.26 a3	1.96 a1

Médias seguidas pela mesma letra e número não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Nos solos sob vegetação nativa, os maiores teores de MO encontram-se na superfície porque a contribuição da serapilheira é maior que a das raízes, ficando uma proporção razoável destas na superfície. Entre as áreas em recuperação ambiental, os maiores teores, em ambas as profundidades, foram observadas nas áreas Rec1, Rec2, Rec5 e Rec7. Esse aporte de MO em tais áreas pode estar relacionado com a quantidade de gramíneas presentes no solo, as quais, devido ao grande volume de sistema radicular profundo e apresentarem ciclo de vida relativamente curto, contribui com a adição contínua de restos orgânicos ao solo.

Quantidades elevadas de carbono no solo sob vegetação nativa (N1 e N2) e nas áreas em recuperação (Rec1, Rec2, Rec5 e Rec7), foram decorrentes do aporte constante de resíduos vegetais e a diminuição da perturbação nas áreas em recuperação, ocasionando um incremento de MO no solo. Na área de plantio de cana de açúcar, a baixa quantidade de resíduos vegetais e a redução na distribuição do sistema radicular, justificam os baixos teores de carbono, e consequentemente os baixos teores de MOS.

Segundo Reichert *et al.*, (2003), dentre os atributos químicos que avaliam a qualidade do solo, a matéria orgânica (MO) é um dos melhores indicadores de qualidade do solo, pois se relaciona com inúmeras propriedades físicas, químicas e biológicas. Devido à estreita relação que existe entre o teor de carbono e de matéria orgânica e os demais atributos do solo, as variações em seus conteúdos afetarão as condições consideradas satisfatórias para a produtividade de um ecossistema (BAYER *et al.*, 2000).

Em relação ao P, observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos nas duas profundidades estudadas. Segundo Gama – Rodrigues *et al.* (2008), esse resultado revela a grande estabilidade do P em solos muito intemperizados.

A análise dos componentes principais das áreas estudadas, demonstrou que o primeiro componente principal explica 63,94 % e o segundo componente principal explica 13,94 % da variação dos dados na profundidade de 0-0,15 m e na profundidade 0,15 – 0,30m, o primeiro componente principal explica 52,82 % e o segundo componente explica 23,52 % das variações dos dados analisados (tabelas 1 e 2).

Em tais análises, observa-se que na profundidade de 0 – 0,15m existe uma semelhança nos teores de CTC, MO, C, Ca, SB e Mg entre as áreas Rec 1 e Rec 5 com a vegetação nativa 1 (N1), embora esta seja uma área testemunha, ainda apresenta características de áreas pouco estabilizada ou que esteja sofrendo ação antrópica natural, como o efeito de borda e a deposição de material alóctone, pois muitos dos teores das variáveis analisadas não estão coerentes com a vegetação nativa 2, a qual corresponde a formação florestal mais equilibrada. Entre as áreas em recuperação ambiental, a Rec 7 é a que apresentou maior similaridade com a vegetação nativa 2 por responderem melhor as variáveis V%, K e pH (Figura 1).

A figura 1 apresenta um gráfico que demonstra a análise dos componentes principais das, com distribuição das variáveis analisadas em cada área de estudo na profundidade de 0 – 0,15 m.

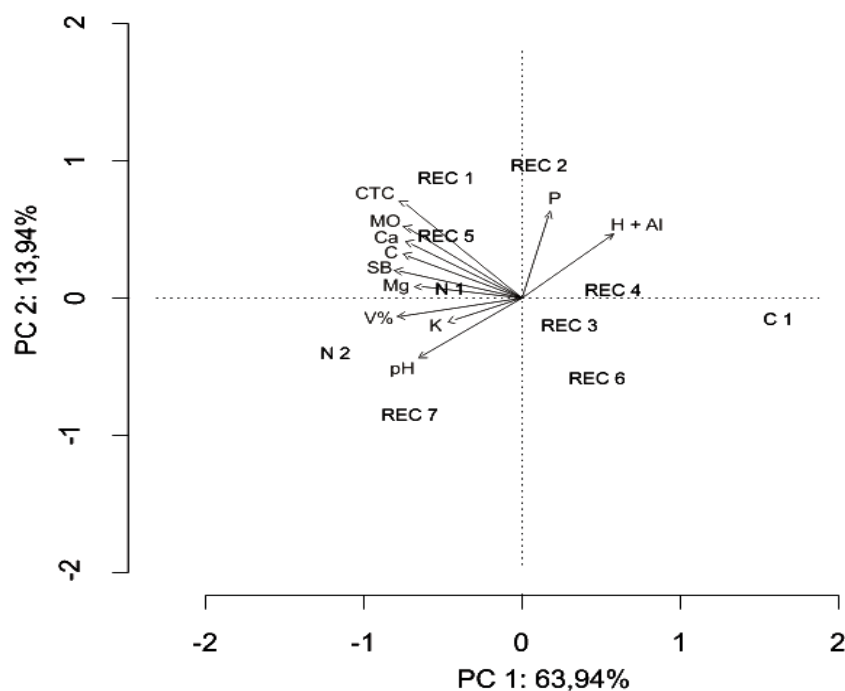


Figura 1. Biplot dos atributos químicos nos diferentes sistemas de manejo do solo, na profundidade de 0-15 m. PC 1 e PC 2 correspondem aos componentes principais. Recuperação 1(REC 1), recuperação 2 (REC 2), recuperação 3 (REC 3), Recuperação 4 (REC 4), recuperação 5 (REC 5), Recuperação 6 (REC 6), Recuperação 7 (REC 7), Cana (C1), Nativa(N 1), Nativa (N 2).

A figura 2 apresenta um gráfico que demonstra a análise dos componentes principais das, com distribuição das variáveis analisadas em cada área de estudo na profundidade de 0,15 – 0,30 m.

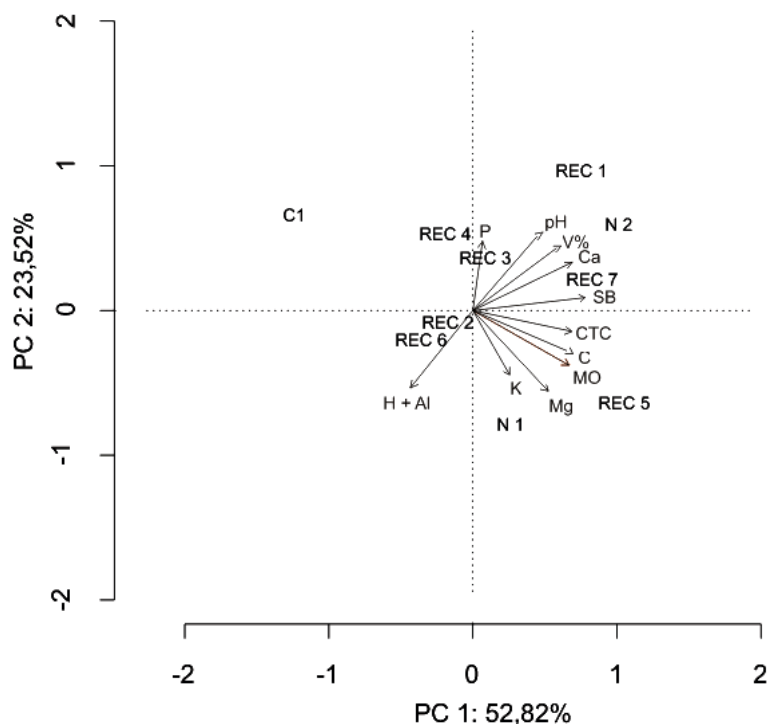


Figura 2. Biplot dos atributos químicos nos diferentes sistemas de manejo do solo, na profundidade de 0,15 – 0,30 m. PC 1 e PC 2 correspondem aos componentes principais. Recuperação 1(REC 1), recuperação 2 (REC 2), recuperação 3 (REC 3), Recuperação 4 (REC 4), recuperação 5 (REC 5), Recuperação 6 (REC 6), Recuperação 7 (REC 7), Cana (C1), Nativa(N 1), Nativa (N 2).

Ao analisar o padrão de distribuição das áreas na profundidade 0,15-0,30 m, em função das variáveis analisadas, observa-se que existe pouca distinção da profundidade 0 – 0,15 m, com excessão da Rec 1, que melhor expressa maior relação com a nativa 2, por responder melhor as variáveis pH, V%, Ca e SB.

CONCLUSÕES

No solo, existem diversas interrelações entre seus atributos, os quais controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação, de maneira que qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e funcionamento do ecossistema.

Ao avaliar os atributos químicos do solo, podemos observar que as áreas Rec1, Rec2, Rec5 e Rec7 são as que melhor estão respondendo ao processo de recuperação ambiental. Embora a avaliação dos atributos químicos do solo seja de extrema importância para avaliação da qualidade do solo nas áreas em recuperação ambiental, a utilização de apenas um indicador de qualidade torna-se inviável em estudos da qualidade ambiental, sendo necessária utilizar um conjunto mínimo de atributos químicos, físicos e biológicos para identificar alterações nesses atributos. Neste sentido, ainda espera-se avaliar os atributos físicos e microbiológicos do solo e também determinar quais indicadores de qualidade do solo devem ser utilizados na reabilitação e reconstrução dos ecossistemas degradados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AUDEH, S.J.S.; LIMA, A.C.R.; CARDOSO, I.M.; CASALINHO, H.; JUCKSCH, I.J. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. *Rev. Bras. de Agroecologia*, 6(3): 34-48 (2011).
2. BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a Sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil&TillageResearch*, Amsterdam, v.54, p.101-209, 2000.
3. CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de Vinhaça por longo tempo. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:935-944, 2003.
4. CASALINHO, H.D.; MARTINS, S.R.; SILVA, J.B. LOPES, A.S.; Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistema. *Rev. Bras. Agrociência*, Pelotas, v.13 n.2, p. 195 – 203. abr-jun, 2007.
5. CARVALHO, R. Níveis de cobertura vegetal e qualidade do solo sob pastagem em áreas de Cerrado. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Brasília, 2007
6. COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A. & MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:323-332, 2008.
7. DUMANSKI, J.; PIERI, C.; Land quality indicators: research plan. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. V.81, p. 155-162, 2000.
8. GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; PAULINO, G.M.; FRANCO, A.A. Atributos químicos e microbiológicos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 1521-1530, 2008.
9. MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P.; ALVARENGA, M.I.N. Indicadores da qualidade do solo. *Informativo Agropecuário*, Belo Horizonte, v.29, n. 244, p. 17-29, maio/jun, 2008.
10. RANGEL, O.J.P. & SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:1609-1623, 2007.
11. REICHERT, J.M.; REINERT D.J. BRAIDA, J.A. Manejo, qualidade do solo e sustentabilidade: condições físicas do solo agrícola. *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 29, 2003, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: SBCS, 2003
12. SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C.; CUNHA, A. A. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 10, p. 2057-2064, 2000

13. SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. Acta Scientiarum. Agronomy. v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.