

ANÁLISE DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO NO REMANESCENTE FLORESTAL MATA SANTA GENEBRA, CAMPINAS – SP COMO INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DE BORDA

CUNHA, J. C. M.(*), LONGO, R. M., MENDES, D. R.

* Aluna de graduação da Engenharia Ambiental e Sanitária, PUC-Campinas, e bolsista da FAPESP. E-mail: jessica.c.m.cunha@hotmail.com.

RESUMO

As amostras foram coletadas no remanescente florestal Mata Santa Genebra – Campinas, SP, que é o maior fragmento florestal do município, sendo a segunda maior floresta urbana do país, estando localizada em uma área de transição rural/urbana sofrendo diversas interferências antrópicas. Foi analisada a borda do remanescente, pois quando parte de uma floresta é fragmentada, às partes adjacentes a esta passam a receber influência do meio externo, decorrente do seu uso, ocupação, manejo. Os procedimentos específicos na recuperação e conservação de áreas degradadas dependem essencialmente das propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo ou substrato que deverá apresentar condições para o adequado desenvolvimento das plantas. Sendo os indicadores utilizados para fins de quantificação da degradação ambiental do remanescente foram às análises físicas do solo, entre elas: DS, W, γ_n , γ_0 , n. Foram coletadas as amostras por meio de um anel metálico inserido no solo, foram coletadas no total 40 amostras, sendo cada uma equidistante a 200 metros uma da outra, e a uma distância de 20 metros da borda do remanescente.

PALAVRAS-CHAVE: análise física do solo, Mata Santa Genebra, remanescente urbano.

INTRODUÇÃO

A Mata Santa Genebra localizada em Barão Geraldo é o maior fragmento florestal do município de Campinas/SP possuindo uma extensão de 251,7 hectares. Sendo também a segunda maior floresta urbana do Brasil, além de ser um remanescente Mata Atlântica, que é um dos biomas mais afetados do Brasil. Esse remanescente é muito suscetível há vários problemas e ameaças, pois está localizada na transição entre a área urbana/rural sofrendo diversas interferências antrópicas.

Nesse estudo foi analisada a borda do remanescente, pois quando parte de uma floresta é fragmentada, às partes adjacentes a esta passam a receber influência do meio externo, decorrente do uso, ocupação e manejo das áreas do entorno. Sendo assim as bordas do remanescente são a que sofre maior interferência do meio externo, com seu estudo pode analisar essa interferência e avaliar o quanto degradado está essa área. A importância das análises selecionadas está em que a área ao ser fragmentada ocorre à perda da vegetação e consequentes exposições do solo, que pode fazer com que o solo desse remanescente sofra mudanças nas suas características físicas se tornando menos fértil (BARROS, 2006).

O uso de indicadores das propriedades do solo para avaliação da sustentabilidade ambiental é de fundamental importância, estas características do solo podem ser definidas como a capacidade do solo: de estar dentro dos limites normais sem afetar o equilíbrio natural do ecossistema, manter a qualidade ambiental, sustentar a produtividade biológica. Existem diversos indicadores do solo que são as análises físicas, químicas e biológicas. Entre esses indicadores o uso de atributos físicos do solo para o estudo de sua qualidade apresentam vantagens como: baixo custo, metodologias simples e rápidas e relações diretas com os demais atributos químicos e biológicos do solo. Ambos os ensaios realizados nesse presente trabalho fazem parte de um conjunto de análises dos atributos físicos do solo.

As propriedades físicas do solo estão diretamente relacionadas na ocorrência e crescimentos das espécies vegetais, como: disponibilidade de água, resistência do solo à penetração, teor de matéria orgânica, aeração, crescimento radicular, entre outros que influenciam os processos bioquímicos essenciais das plantas (LETEY, 1985). Sendo que cada análise física é de extrema importância suas análises, pois tem relações com outras propriedades do solo, como a densidade do solo que é relação entre a massa de solo seco e o volume total. A densidade do solo influencia diretamente e indiretamente outras propriedades físicas do solo como: a morfologia do solo, porosidade, permeabilidade, compactação. Sendo a densidade afetada pela cobertura vegetal, teor de matéria orgânica, uso e manejo do solo (Curtis & Post, 1964).

Os procedimentos específicos na recuperação dessas áreas dependem essencialmente das propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo ou substrato que deverá apresentar condições para o adequado desenvolvimento das plantas (FONTES, 1991). Desta forma entende-se que para os projetos de recuperação de áreas degradadas obtenham sucesso seria necessário um perfeito entendimento do substrato em que se vai implantar a revegetação e como ação inicial uma

recuperação destes. Nesse contexto o presente trabalho teve por objetivo contribuir para a gestão de áreas verdes do município de Campinas – SP, além de manter um banco de informações ecológicas em um sistema nativo no município. Pretende também contribuir para a discussão da preservação da segunda maior floresta urbana do Brasil, além de ser um remanescente de Mata Atlântica, que é um dos biomas mais afetados do Brasil. Analisando para isso como a ação antrópica interfere nas regiões de borda do remanescente, sendo esta muito suscetível há problemas e ameaças, pois está localizada na transição entre a área urbana/rural do Distrito de Barão Geraldo, além de gerar subsídios técnicos caso haja necessidade de manejo e recuperação do remanescente florestal em estudo e bem como, auxiliar na elaboração de projetos de recuperação desta área e de outras com características similares.

MATERIAL E MÉTODOS

O remanescente florestal em que foi coleta a amostra é a Mata Santa Genebra, que segundo Ferreira (2007) possui uma área de 250,36 ha, tendo um perímetro de aproximadamente 9 km. Está localizada, na Rua Mata Atlântica nº 447, no bairro Bosque de Barão, do Distrito Barão Geraldo em Campinas- SP, sob as coordenadas geográficas: 22°44'45"S, 47°06'33"W.

O clima do município é tipicamente subtropical, dada sua proximidade com o Trópico de Capricórnio e sua altitude entre 500 e 1.100 m. Na classificação de Koppen, o clima campineiro é tido como mesotérmico com verões quentes e estações secas de inverno (Cwa). A pluviometria média varia de 35,4 mm em junho a 180,3 mm em janeiro, somando anualmente uma média de 1424,5 mm. A Mata Santa Genebra é constituída 85% em floresta estacional semidecidual e os outros 15% em floresta higrófila ou floresta de brejo, tem como característica solo Argissolo Vermelho distrófico típico. O relevo do remanescente é predominantemente convexo, suave com extensas rampas com declividade de no máximo 7%. (FERREIRA, 2007).

A amostragem foi realizada fevereiro de 2013. No total foram utilizados 40 pontos, sendo cada ponto a 20 metros da borda e equidistantes a 200 metros, para marcação da distância dos pontos foi utilizado uma trena. Em cada ponto a amostra indeformada de solo foi coletada no centro da sub-parcela de 1m², para determinar essa sub-parcela foi utilizado um gabarito madeira de área 1m². Sendo essa sub-parcela o local foi previamente limpo. Utilizou para a coleta das amostras um anel metálico (FIGURA 1) com diâmetro 4,6 e altura 4,8 cm que com auxílio das mãos esse anel foi inserido no solo, e depois foi retirado com auxílio de uma faca. Sendo as amostras acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas.



Figura 1: Anel metálico utilizado para a coleta. Fonte: LONGO, R. M.

Para uma melhor análise os 40 pontos estabelecidos nas áreas de borda foram divididos em parcelas sendo que cada parcela contou com quatro repetições, totalizando dez parcelas. Com exceção da umidade do solo, que foi feita análise de três repetições em cada amostra. Todas as análises foram feitas no laboratório de mecânica dos solos da PUC-CAMPINAS. Para a determinação da umidade do solo (W), da densidade do solo (DS), as amostras foram secas em estufa a ± 105 °C por 24 h. E o peso específico natural (γ_n) foi calculado utilizando volume de solo conhecido, e o peso da amostra de solo em condições naturais. E o Peso Aparente Seco (γ_0) (fórmula 1), a porosidade (n) (fórmula 2). (EMBRAPA, 2011):

$$\gamma_0 = \gamma_n / 1 + w \text{ fórmula (1)}$$

$n = 1 - (\gamma_0 / \gamma_n)$ fórmula (2)

Para a análise dos dados foi realizada a análise de variância (ANOVA) e, para os valores que apresentaram F significativo (entre 1% e 5%) os Testes de Média Tukey para a comparação das médias das dez parcelas. Essas análises também foram feitas utilizando o programa ASSISTAT 7.7 beta. O preparo dos dados para as análises, em experimento inteiramente casualizado (DIC) e os testes de média aplicados com 5% de significância. A significância atribuída ao teste F se deu em função do valor de $Pr > F_c$ (Probabilidade > F calculado).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1, estão os resultados obtidos nas análises físicas para cada parcela.

Tabela 1. Resultados obtidos nas análises físicas do solo para cada parcela, da Mata Santa Genebra, Campinas – SP, 2013.

Parcela	γ_n (gf/cm ³)	W (%)	γ_0 (gf/cm ³)	n	DS (g/cm ³)
1	1.03130 a	21.79500 a	0.04558 ab	0.95519 a	0.88316 a
2	0.86155 a	26.64750 a	0.03228 b	0.96277 a	0.78408 a
3	1.09901 a	24.49250 a	0.04353 ab	0.96059 a	0.72273 a
4	1.15071 a	21.32250 a	0.05216 ab	0.95484 a	0.72044 a
5	1.15987 a	18.78000 a	0.05882 a	0.94934 a	0.74539 a
6	1.17908 a	20.72250 a	0.05550 ab	0.95346 a	0.64047 a
7	1.07202 a	22.98750 a	0.05180 ab	0.95046 a	0.83274 a
8	1.16032 a	19.78250 a	0.05632 ab	0.95160 a	0.69242 a
9	1.16261 a	18.50250 a	0.06050 a	0.94834 a	0.76322 a
10	1.05006 a	25.02500 a	0.04081 ab	0.96114 a	0.74055 a
Dms	0.31793	11.2600	0.02632	0.02145	0.25303

Significância do Teste F					
Tratamento	2.1614 ns	1.3818 ns	1.7264 ns	2.7137*	1.3501 ns
CV%	12.05	21.19	13.92	21.92	0.93

Onde: DS= Densidade do Solo, W = Umidade do solo, γ_n = Peso específico natural, n = Porosidade, γ_0 = Peso específico aparente seco, dms = Diferença mínima significativa. Onde: **1% de significância, * 5% de significância, NS = Não Significativo. As médias seguidas pela mesma letra na Coluna não diferem segundo teste de Tukey para $P < 0,05$.

Os teores de umidade dependem do tipo do solo, geralmente situam-se entre 10 e 40%, como podem ser visto da Tabela 1, os valores do solo da Mata Santa Genebra, estão dentro dos padrões. O Peso específico aparente seco (γ_0) em solos no geral situa-se entre 13 a 19 KN/m³, os valores do solo da Mata Santa Genebra estão relativamente próximos. (PINTO, 2006).

Ferreira (2007) estudou as análises físico-hídricas do solo nos remanescentes florestais de Campinas, pertencentes à bacia do Rio Anhumas, e um pequeno fragmento da Santa Genebra pertence ao Rio Anhumas, uma de suas análises foi a da densidade do solo, sendo valores no Horizonte A 1,25 Mg/m³, e no Horizonte B 1,41 Mg/m³. Analisou o que corresponde a aproximadamente as parcelas: um, nove, e dez desse presente trabalho. Comparando as densidades de Ferreira (2007) com a deste presente trabalho a variação observada foi pequena.

A Densidade do Solo (DS) é um fator de extrema importância, pois ela tem influência nas outras análises físicas do solo. Sendo essa análise a relação entre a massa de solo seco e o volume total conhecido da amostra, sofre influência da cobertura vegetal, do teor de matéria orgânica e do manejo de solo (Corsini & Ferraud, 1999). Um solo mais denso apresenta uma redução nos poros, redução da permeabilidade e da infiltração de água.

ARAÚJO et al., (2004) observaram em solos argilosos valores entre 0,95 a 1,25 g/cm³. Os menores valores observados para os solos argilosos podem ser decorrentes da microagregação das partículas de argila que aumenta a porosidade intra-agregado, diminuindo a densidade (KLEIN, 2005). Torres & Saraiva (1999) asseguram que o valor da DS varia de acordo com as características de cada solo. Sendo solos argilosos, sob mata, possuem 1,0 g/cm³ em solos muito compactados chegando a 1,45 g/cm³. Os solos da Mata Santa Genebra são argilosos, o presente trabalho chegou a resultados de DS entre 0,6405 a 0,8832 g/cm³ estão próximos ao normal que é 1,0 g/cm³.

Essa DS baixa confere uma estrutura mais adequada para a percolação da água, sendo assim armazenada água em maiores profundidades. Essa maior capacidade de infiltração pode ser associada uma maior quantidade de matéria

orgânica que melhora a estrutura do solo, favorecendo também a penetração das raízes. Além também da DS influenciar nas trocas gasosas e atividade microbiana. O conhecimento dessa análise auxilia a decisão quanto às práticas de manejo a serem adotadas, a fim de gerar menor alteração no solo, de maneira que todas as intervenções vão influenciar no arranjo das partículas do solo que refletirão no valor da densidade do solo.

O manejo do solo, se realizado de forma inadequado, pode acarretar no rearranjo das partículas, decorrente da redução da porosidade do solo (Reichert, *et al*, 2007), além de alterar algumas de suas propriedades físicas como: redução de seu volume, aumento de sua densidade, aumento da resistência a penetração, redução da aeração e a alteração do fluxo de água e calor além da disponibilidade de nutrientes (Ralisch, *et al*, 2008). Estas alterações trazem como consequência indesejada a redução da produtividade biológica do solo e às vezes, podem chegar a impedir o crescimento de plantas (Reichert *et al*, 2007).

Não houve diferença significativa entre as parcelas nas análises Peso específico natural (γ_n), W (Umidade do solo), Densidade do Solo (DS), pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Apenas o Peso específico aparente seco (γ_0) houve diferenças significativas, o que também é comprovado pelo teste F obteve 1% de significância, provavelmente se deve pelo fato do cálculo do γ_0 envolver outras análises como W e γ_n .

Garcia (1989) cita uma faixa de classificação do coeficiente de variação genérico, que vem sendo usado tanto em dados agrícolas quanto para experimentações florestais, em que abaixo de 10%, são classificados como valores baixos e conferem ao experimento alta precisão, de 10 - 20% médio, de 20- 30% alto e valores acima de 30% muito alto. O CV encontrado na análise de W e γ_0 , respectivamente de 21,19 % e 21,92% foram considerados altos, porém isso pode ter ocorrido por se tratar de um ambiente natural, no qual cada parcela tem características próprias.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se observar que os parâmetros físicos do solo propostos nesse trabalho, mostraram coeficientes de variação a maioria de médio a alto, o que é possível constar que o uso e ocupação do solo em alguns dos arredores estão interferindo na qualidade do solo da mata, de forma pequena, porém se não for tomadas práticas de manejo e conservação esses valores tendem a aumentar. E sendo que a recuperação da estrutura do solo se torna mais difícil e demorada quanto mais deteriorado se encontra a área analisada.

Contudo, para a correta avaliação da degradação do solo, são necessários índices químicos e biológicos e sua integração com os índices físicos, bem como a tomada de amostras em diferentes profundidades (0 a 20 cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; INOUE, T.T.; COSTA, A.C.S. Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférrico após treze anos de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28: 459-504, 2004.
2. BARROS, F. A. *Efeito de borda em fragmentos de floresta montana, Nova Friburgo - RJ*. 2006.100f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Ambiental) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006. Disponível em: < http://www.btdt.ndc.uff.br/tde_arquivos/37/TDE-2009-05-20T141920Z-1974/Publico/FABarros.pdf>. Acesso em 10 de Janeiro de 2012.
3. CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.289-298, 1999.
4. CURTIS, R.O. & POST, B.W. Estimating bulk density from organic matter content in some Vermont forest soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 28:285-286, 1964.
5. EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2011.225p. Disponível em: < http://www.cnps.embrapa.br/download/manual_metodos_analise_solo.zip>. Acesso em 4 de Julho de 2012.
6. FERREIRA, I. C. de M. **Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas, SP**. 2007. 123 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração) Instituto Agrônomo Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <www.iac.sp.gov.br/ProjetoAnhumas/pdf/tese_ivan.pdf>. Acesso em: 8 de Abril 2013.
7. FONTES, M.P.F. Estudo pedológico reduz impacto da mineração. **Rev. Cetesb de tec. AMBIENTE**, São Paulo, p. 58-61, 1991.
8. GARCIA, C. H. – **Tabela para classificação do coeficiente de variação**. IPEF: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. CIRCULAR TÉCNICA Nº 171, Novembro de 1989. Disponível em < <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr171.pdf> >. Acesso em: 10 de Abril 2013.

9. KLEIN, V. A. **Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira**. Passo Fundo: ed. UPF, 2005. 61 p.
10. LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Adv. Soil Sci.*, 1:277-294, 1985.
11. PINTO, C de S. **Curso básico de mecânica dos solos: com exercícios resolvidos em 16 aulas**. 3.ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2006. 355 p
12. RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. - **Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12 n.4 Campina Grande, Jul-Ago, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000400008&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 de Abril 2013.
13. REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. – **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. *Revista Tópicos Ciência do Solo*, 5:49-134, 2007 Disponível em< http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/2007_Topicos.pdf>. Acesso em: 10 de Abril 2013.
14. TORRES, E.; SARAIVA, O.F. Camadas de impedimento mecânico do solo em sistema agrícolas com soja. Londrina: **EMBRAPA-CNP**, Circular Técnica, n.23. 58p. 1999.