

# TEORES DE FÓSFORO OBTIDOS COM DIFERENTES EXTRATORES EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA FLUMINENSE - RJ

*Data de aceite: 03/07/2023*

### **Carlos Wagner Ribeiro Junqueira**

Estudante de graduação em Agronomia  
(UFRRJ)

### **Caio Simões dos Santos Nicolau**

Estudante de graduação em Agronomia  
(UFRRJ)

### **Otávio Augusto Queiroz dos Santos**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia- Ciência do Solo (UFRRJ)

### **Nivaldo Schultz**

Professor do Departamento de Solos  
(UFRRJ)

### **Tiago Paula da Silva**

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Ciência do Solo (UFRRJ).

### **Marcos Gervasio Pereira**

Professor do Departamento de Solos  
(UFRRJ)

arenosa na camada arável, assim como fração rica em óxidos, este que possuem alta capacidade de adsorção de Fósforo, de forma que não se torna disponível para absorção pelas plantas. Com base nestas características este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes métodos de determinação do teor de fósforo em uma topossequência, sob diferentes formas de uso agrícola. O Trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica – RJ. Nesta área foi selecionado uma topossequência, no terço superior, médio e inferior, aberto um perfil de solo, e coletado amostras em cada horizonte. As amostras foram destorroadas e peneiradas, em malha 2,0 mm. Com estas análises foram quantificadas os atributos químicos, fósforo e carbono orgânico total (COT). Com base nos resultados obtidos pelos diferentes extratores, o método de Mehlich<sup>-1</sup> foi o que apresentou os maiores resultados, quando comparado ao método de Olsen. O terço médio foi o que apresentou os menores teores de fósforo, em função de sua maior vulnerabilidade aos processos erosivos, carreando o fósforo junto às frações mais finas do solo, em contrapartida os maiores

**RESUMO:** O fósforo é um elemento crucial para o desenvolvimento vegetal, com papel nos processos metabólicos das plantas. Os solos da Baixada fluminense apresentam com característica marcante a textura

teores de COT, em função do manejo com pastagem e esse por sua vez menos intenso que no terço superior. Os teores de fósforos foram maiores no terço inferior quando comparado aos demais, em função da condição de deposição do material carreado das partes mais altas da paisagem. O método que melhor se ajustou a condição de solo da área foi o Mehlich<sup>1</sup>, em comparação ao método de Olsen.

**PALAVRAS-CHAVE:** disponibilidade de Fósforo, carbono orgânico, extratores de fósforo, manejo agrícola.

## PHOSPHORUS CONTENTS OBTAINED WITH DIFFERENT EXTRACTORS IN A TOPOSEQUENCE IN BAIXADA FLUMINENSE, RJ

**ABSTRACT:** Phosphorus is a crucial element for plant development, with a role in plant metabolic processes. The soils of Baixada Fluminense have a striking characteristic of the sandy texture in the arable layer, as well as a fraction rich in oxides, which have a high phosphorus adsorption capacity, so that it is not available for absorption by plants. Based on these characteristics, this study aimed to evaluate the behavior of different methods for determining the phosphorus content in a toposequence, under different forms of agricultural use. Work was conducted in the experimental area of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ), in the municipality of Seropédica - RJ. In this area, a toposequence was selected, in the upper, middle and lower thirds, a soil profile was opened, and samples were collected in each horizon. The samples were crushed and sieved in a 2.0 mm mesh. With these analyses, the chemical attributes of phosphorus and total organic carbon (TOC) were quantified. Based on the results obtained by the different extractors, the Mehlich<sup>1</sup> method showed the best results when compared to the Olsen method. The middle third was the one that presented the lowest levels of phosphorus, due to its greater vulnerability to erosion processes, carrying phosphorus together with the finer soil fractions, in contrast to the highest levels of TOC, due to the management with pasture and this in turn less intense than in the upper third. The phosphorus contents were higher in the lower third when compared to the others, due to the condition of deposition of the material carried from the highest parts of the landscape. The method that best adjusted the soil condition of the area was Mehlich<sup>1</sup>, compared to the Olsen method.

**KEYWORDS:** availability of phosphorus, organic carbon, phosphorus extractors, agricultural management.

## INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos elementos mais abundante na natureza, e é indispensável para o desenvolvimento e crescimento do vegetal, pois ele interfere em todo o metabolismo da planta, apesar de ser absorvido em pequenas quantidades por difusão (BUCHANAN et al., 2000), sendo absorvido pelas plantas na forma de ânions  $H_2PO_4^-$  e  $HPO_4^{2-}$ .

Apesar deste predomínio de óxidos na fração argila, expressão da fração areia nestes solos é maior, tornando estes altamente permeáveis, com baixa capacidade de retenção de água, baixos teores de matéria orgânica e conseqüentemente com uma baixa adsorção de íons. Segundo Valladares et al. (2003) solos com textura mais argilosa

possuem maior capacidade de adsorção de P, com destaque para aqueles originados a partir de rochas básicas ou alcalinas. Dentre as principais possibilidades de perdas de P na agricultura destacam-se o processo de erosão laminar que carreiam os nutrientes sobre a superfície do solo.

Há vários métodos de extração para estimar teor de fósforo no solo, em função da complexidade de seu comportamento nos solos brasileiros. O método mais usual no país é o de Mehlich<sup>-1</sup>, também denominado de Carolina do Norte, a sua utilização em função do caráter ácido de boa parte dos solos no Brasil. Esse método com essa solução extratora pode ser quantificado os teores de P-lábil, fósforo disponível, que se encontra ligado ao ferro e alumínio. Contudo, não é possível determinar-se o P ligado ao cálcio (Ca<sup>+2</sup>), denominado de P-não lábil, também denominado de fósforo não disponível.

O método de Olsen é capaz de quantificar o fósforo na forma P-lábil. Em decorrência de sua solução extratora alcalina, que libera P ligado a Fe e Al em pH elevado. Já a determinação do fósforo remanescente visa obter um índice de fator capacidade de P dos solos, em sua mensuração se quantifica o P que permanece em solução de equilíbrio em resposta a uma concentração de P adicionada ao solo (DONAGEMMA et al., 2008).

Tendo em vista a importância de macronutrientes este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes métodos de determinação do teor de fósforo em uma toposequência, sob diferentes formas de uso agrícola, em Seropédica, no *campus* da UFRRJ.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro, nas coordenadas geográficas 22°45' 39.2"S e 43°41' 52.2"W. O clima é classificado como Aw segundo o modelo de Köppen, como verão quente e chuvoso e o inverno frio e seco, com precipitação média anual de 1.260 mm e temperatura média anual de 24°C.

A área selecionada localiza-se no setor de grandes culturas na área experimental do Instituto de Agronomia. Foi selecionada uma toposequência, e abertos perfis localizados em diferentes pontos da paisagem e, a saber: terço superior, terço médio e terço inferior. A declividade da área é de aproximadamente 5%.

Cada terço da toposequência é submetido a um diferente tipo de uso agrícola. O terço superior é aquele que apresenta uma maior intensidade de uso, o terço médio intensidade de uso moderada sendo observada maior suscetibilidade aos processos erosivos, utilizado principalmente com pastagem, e o terço inferior é uma área que se encontra sem utilização (área de pousio).

Os perfis foram descritos e coletados segundo Santos et al. (2015). Foram coletadas amostras de cada horizonte, sendo estas posteriormente levadas para laboratório.

Após o preparo, nas amostras foram realizadas as quantificações químicas, do pH em água na relação 1:2,5 (solo:água);  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Al}^{+3}$  trocáveis extraídos com  $\text{KCl}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ , analisados por titulometria;  $\text{P}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  extraídos pelo método Mehlich-1 e analisados por colorimetria ( $\text{P}$ ) e fotometria de chama ( $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ). A acidez trocável ( $\text{H}+\text{Al}$ ), extraída com solução de acetato de cálcio, analisados por titulometria (TEIXEIRA et al., 2018). Neste material também foi determinada a granulometria, pelo método da pipeta (TEIXEIRA et al., 2018). Foram determinados os teores de carbono orgânico total (COT), por meio da oxidação com dicromato de potássio a 0,2 mol  $\text{L}^{-1}$  em meio ácido e pela titulação por sulfato ferroso amoniacal a 0,1 mol  $\text{L}^{-1}$ , segundo Yeomans & Bremner (1988).

Para a determinação do  $\text{P}$  pelo método do fósforo remanescente foi utilizada 5,0 g de solo que foram submetidos a 50 mL da solução de  $\text{CaCl}_2$  10 mmol  $\text{L}^{-1}$ , contendo 60 mg  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{P}$  (DONAGEMMA et al., 2008). Após uma hora de homogeneização foi realizada a filtração da solução, sendo na sequência determinado o teor de fósforo por colorimetria a 660 nm (TEIXEIRA et al., 2018).

Para extração de  $\text{P}$  pelo método de Olsen, foi utilizada solução alcalina tamponada de  $\text{NaHCO}_3$  0,5 mol  $\text{L}^{-1}$  a pH 8,5. Foi utilizado 5,0 g de solo e 100 mL de solução extratora na qual foram homogeneizadas por cinco minutos e deixadas em repouso por 30 minutos. Em seguida o material foi filtrado e separados 5 mL do extrato. Neste foi adicionado 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio e 30 mg de ácido ascórbico em pó. O  $\text{P}$  foi determinado por colorimetria a 660 nm (OLSEN et al., 1954).

Os perfis de solo foram classificados segundo Santos et al. (2018). As representações foram realizadas com auxílio do software R Core Team (2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos atributos morfológicos, físicos e químicos os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2008), como, no terço superior, Plintossolo Argilúvico, no terço médio e terço inferior Planossolo Háplico.

Os teores de fósforo avaliados principalmente nos horizontes superficiais, em função destes horizontes serem mais facilmente modificáveis em função das atividades agrícolas. Os valores de fósforo remanescente, que representa a capacidade de adsorção de  $\text{P}$  dos solos, variaram de 30,45 a 78,76 mg  $\text{kg}^{-1}$ . Os pontos de paisagem que apresentaram maiores valores foram os terços superior e inferior, sendo o terço médio com uma menor capacidade de adsorção de fósforo que os demais (Tabela 1). Os menores valores de  $\text{P}$  remanescente no horizonte superficial deste perfil podem estar associados aos maiores valores de COT que contribuem para a retenção do íon fosfato.

Com o emprego do extrator de Mehlich-1, os maiores valores de  $\text{P}$  foram observados no terço superior e no terço inferior, nos horizontes superficiais em todos os pontos da

paisagem, com teores variando de 1,20 a 1,40 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto no terço médio a concentração no horizonte superficial foi de apenas 0,63 mg kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial deste perfil (A1) (Tabela 1). Menores teores de P neste horizonte pode ser em função da maior suscetibilidade que este ponto possui quanto aos processos erosivos. Os maiores teores de fósforo no terço inferior podem estar associados aos teores de matéria orgânica verificados neste ponto de paisagem, associado ao material transportado das partes mais altas da paisagem contribuindo para o aumento do conteúdo de P (Tabela 1).

Os teores de fósforo extraídos a partir do método de Olsen foram menores, quando comparados ao método de Mehlich-1. Vale destacar que os extratores possuem a função de reproduzirem o comportamento das plantas quanto absorção deste nutriente, e o método de Olsen é empregado para a quantificação de P em áreas com pH básico (Tabela 1).

Os valores de pH variam de 4,30 a 5,80, valores estes considerados ácidos, sendo os maiores valores verificados nos horizontes superficiais no terço superior (Tabela 1). Este padrão pode ser atribuído a utilização agrícola em maior intensidade, o que pode ter contribuído para a melhoria da fertilidade natural do solo. No terço médio foram verificados os horizontes superficiais com maior caráter ácido (Tabela 1), em função da maior intensidade dos processos erosivos, e conseqüentemente a maior remoção de bases.

No terço inferior, os horizontes superficiais apresentam pH menos ácido em comparação ao terço médio, no entanto estes valores foram menores em comparação aqueles observados no terço superior (Tabela 1), essa condição pode estar associada ao transporte e deposição de bases dos pontos mais altos da paisagem. Em função dos valores de pH do solo, o método mais indicado para quantificação dos teores de P disponível é o de Mehlich-1, pelo seu caráter ácido (SILVA e RAIJ, 1999).

Quanto os teores de COT estes variaram de 0,46 a 11,24 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1) sendo observado um padrão distinto do verificado para o P. Os maiores valores de COT (11,24 g kg<sup>-1</sup>) nos horizontes superficiais foram observados no terço médio, apesar de apresentar maior suscetibilidade aos processos erosivos, o manejo agrícola com pastagem ocorre de forma menos intensa em comparação ao terço superior. No terço inferior foram verificados maiores teores de COT que o terço superior nos horizontes superficiais, valores entre 6,98 e 5,69 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). Esse padrão pode estar associado a este ponto de paisagem estar em pousio, e receber materiais carregados das partes mais altas.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo nos horizontes dos perfis da toposequência. <sup>(1)</sup>

T. País.	Horiz.	cm		Remane.	Olsen	Mehlich-1	
				mg kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>	
T. SUP.	A1	0-20	5,80	71,15	0,05	1,22	5,69
T. SUP.	E	20-40	5,73	71,31	0,23	0,75	5,12
T. SUP.	Bt1	40-54	5,44	54,53	0,13	0,46	3,23
T. SUP.	Bt2	54-75	5,62	37,58	0,14	0,44	6,64
T. SUP.	Btf1	75-92	5,50	30,45	0,02	0,47	1,65
T. SUP.	Btf2	92-141	4,79	47,87	0,02	0,43	1,04
T. SUP.	BC	141-164	4,30	37,90	0,20	0,38	0,99
T. MÉD.	A1	0-9	5,02	65,61	0,02	0,63	11,24
T. MÉD.	E	9-18	5,22	64,82	0,02	0,62	9,36
T. MÉD.	Bt1	18-39	5,17	43,76	0,02	0,46	4,06
T. MÉD.	Bt2	39-60	5,26	40,59	0,02	0,44	4,45
T. MÉD.	BC	60-90	5,26	29,82	0,50	0,44	2,26
T. MÉD.	Cg1	90-106	5,26	52,62	0,08	0,42	3,29
T. MÉD.	Cg2	106-132	5,34	50,25	0,02	0,44	0,73
T. INFE.	A1	0-15.5	5,56	74,64	0,05	1,40	6,98
T. INFE.	E1	15.5-30	5,23	74,32	0,28	1,08	1,77
T. INFE.	E2	30-41	4,94	74,32	0,11	0,78	4,37
T. INFE.	E3	41-55	4,78	72,58	0,08	0,69	2,66
T. INFE.	Bt1	55-70	4,70	70,36	0,11	0,70	1,67
T. INFE.	Bt2	70-94	4,95	72,42	0,34	0,85	0,46
T. INFE.	Cg	94-117	4,95	78,76	0,13	0,77	1,26

<sup>(1)</sup> Valores totais dos atributos químicos dos solos. Terço superior (T. SUP), Terço médio (T. MED), Terço inferior (T. INFE), Carbono Orgânico Total (COT), Terço da Paisagem (P. País), Horizonte (Horiz) e remanescente (Remane.).

## CONCLUSÕES

Em todos os perfis estudados foram quantificados baixos teores de P disponível. O método que melhor se aplica as condições do solo em questão foi o método de Mehlich-1, em função das condições de acidez do solo. O terço médio foi aquele mais afetado pelo fator relevo e manejo agrícola em relação aos teores de fósforo disponível.

## AGRADECIMENTOS

À FAPERJ e ao CNPq.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BUCHANAN, B.B. et al. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1.367p.

DONAGEMMA, G.K. et al. Fósforo remanescente em argila e silte retirados de Latossolos após pré-tratamentos na análise textural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1785-1791, 2008.

OLSEN, S.R. **Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939)**. US Department of Agriculture, 1954.

SANTOS, H.G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, F.C. & RAIJ, B.V. Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 267-288, 1999.

TEIXEIRA, P.C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ed. Brasília, Embrapa, 2018.

VALLADARES, G.S. et al. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.111-118, 2003.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, p.1467-1476, 1988.