

# TEORES DE FÓSFORO POR QUANTIFICADOS POR DIFERENTES MÉTODOS EM CHERNOSSOLOS DO AMBIENTE DE MAR DE MORROS EM PINHEIRAL, RJ

*Data de aceite: 01/04/2024*

### **Matheus da Silva Carvalho**

Estudante de graduação em Agronomia  
(UFRRJ)

### **Amanda Sales Alves**

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

### **Alice Maria Goulart Ribeiro**

Estudante de graduação em Engenharia  
Florestal (UFRRJ)

### **João Pedro Coumendouros Scott**

Estudante de graduação em Agronomia  
(UFRRJ)

### **Marcos Gervasio Pereira**

Professor do Departamento de Solos  
(UFRRJ)

### **Lucia Helena Cunha dos Anjos**

Professora do Departamento de Solos  
(UFRRJ)

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi comparar diferentes métodos de quantificação dos teores de fósforo (P), Mehlich-1, Olsen e P remanescente (Prem), em diferentes perfis de Chernossolos em Pinheiral, RJ. Os perfis foram classificados

no segundo nível categórico como: Argilúvico (P1 e P2), Háplico (P3) e Ebânico (P4). Além da determinação de P, também se determinou os teores de argila, valores de pH, em água e KCl, e  $\Delta$ pH. Os atributos foram submetidos ao teste de correlação de Pearson a nível de 5 % de significância. Os valores de P determinados pelo Mehlich-1 foram superiores aos quantificados pelo método de Olsen, em todos os perfis. Não foi observada correlação significativa entre os teores de P determinados pelos diferentes métodos e o pH ou o  $\Delta$ pH. Em contrapartida, observou-se correlação significativa e negativa entre os valores de Prem e o teor de argila. Os valores de Prem foram maiores no Chernossolo Argilúvico e Chernossolo Ebânico (P2 e P4), devido aos menores valores de argila. Não foi verificada correlação entre os diferentes métodos de determinação de P.

**PALAVRAS-CHAVE:** A chernozêmico, fertilidade do solo, Mehlich-1, Olsen, remanescente.

# EVALUATION OF PHOSPHORUS CONTENTS USING DIFFERENT METHODS IN CHERNOSSOLOS FROM THE ENVIRONMENT OF MAR DE MORROS IN PINHEIRAL, RJ

**ABSTRACT:** The objective of this study was to compare different methods of quantifying the contents of phosphorus (P), Mehlich-1, Olsen, and remaining P (Prem), in different profiles of Chernossolos in Pinheiral, RJ. The profiles were classified at the second categorical level as: Argilúvico and P2), Háplico (P3) and Ebânico (P4). In addition to determining P, clay content, pH values in water and KCl, and  $\Delta$ pH were also determined. The attributes were subjected to the Pearson correlation test at a 5 % significance level. The P values determined by Mehlich-1 were higher than those quantified by the Olsen method, in all profiles. No significant correlation was observed between the P levels determined by the different methods and pH or  $\Delta$ pH. On the other hand, a significant and negative correlation was observed between Prem values and clay content. The Prem values were higher in the Chernossolo Argilúvico and Chernossolo Ebânico (P2 and P4), due to the lower clay values. No correlation was found between the different P determination methods.

**KEYWORDS:** Mehlich-1, mollic horizon, Olsen, P Remnant, soil fertility.

## INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas. A dinâmica deste elemento no solo está relacionada, principalmente, à mineralogia, aos teores de argila, matéria orgânica e aos valores de pH (NOVAIS et al., 2007; DONAGEMMA et al., 2008)

Em função da complexidade desse elemento no solo existem diferentes métodos de análise para a sua determinação. Esses métodos, baseiam-se na simulação do comportamento das raízes dos vegetais em extrair este nutriente do solo, sendo utilizadas diferentes soluções extratoras em função dos valores de pH do solo. No Brasil, como os de maior expressão, destacam-se o Mehlich-1 e o de Olsen, sendo o primeiro o mais largamente adotado nos laboratórios, por ser um método de fácil realização, com rápida decantação e sem necessidade de filtração. Entretanto, esse método não é recomendado para solos com pH alcalinos (SILVA;RAIJ, 1999) sendo o mais indicado para essas condições o método de Olsen, apesar deste método apresentar algumas limitações, como a necessidade de filtração e obtenção do extrato em uma coloração amarelada (OLSEN et al., 1954).

Um outro método que tem sido utilizado nos laboratórios de rotina, é a determinação do fósforo remanescente (Prem) que determina a capacidade máxima de adsorção de P (TEIXEIRA et al., 2017). O Prem apresenta uma estreita relação com os teores de argila e o  $\Delta$ pH, pois quanto maiores os teores de argila e presença de cargas eletropositivas, provavelmente mais adsorvido vai estar o P. Diante disso, o objetivo deste estudo foi comparar os teores de fósforo (P) quantificados pelos métodos de Mehlich-1 e Olsen, e a sua relação com o P remanescente em diferentes perfis de Chernossolos, localizados no município de Pinheiral- RJ.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Pinheiral, situado no estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°29'03"S e 22°35'27"S e entre as longitudes 43°54'49"W e 44°04'05"W. O município abrange uma área de 76,53 km<sup>2</sup> e está situado na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Foram selecionados quatro perfis de Chernossolos, a saber: Argilúvico (P1 e P2), Háplico (P3) e Ebânico (P4). Nos perfis, foram coletadas amostras deformadas de terra para a determinação dos teores de P pelos métodos de Olsen (OLSEN et al., 1954), Mehlich-1 e Prem, os teores de argila total, pH em água e em KCl (TEXEIRA et al., 2017).

Para a quantificação dos teores de P pelo método de Olsen, foi utilizado uma solução alcalina tamponada de NaHCO<sub>3</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 8,5, na proporção solo: extrator 1:20 (OLSEN et al., 1954). Para a determinação do Prem, foi utilizada uma solução de CaCl 0,01 mol L<sup>-1</sup> contendo 60mg L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, na proporção solo: extrator 1:10, Para a determinação do P pelo método Mehlich-1, foi utilizada solução extratora duplo-ácido com HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>, na proporção solo: extrator 1:10. Após a extração pelos três diferentes métodos, os teores de P foram quantificados com o auxílio de espectrofotômetro. Os resultados de P para os métodos de Olsen e Mehlich-1 foram expressos em mg kg<sup>-1</sup>, e o Prem, em mg L<sup>-1</sup>.

Os valores de pH (H<sub>2</sub>O e KCl), ΔpH (pH em H<sub>2</sub>O – pH em KCL), teores de argila e P (Mehlich-1, Olsen e Prem), foram submetidos ao teste Pearson ao nível de 5 % de significância, com utilização do software R (R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, 2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de P obtidos pelos métodos de Mehlich-1 foram superiores aos quantificados com o emprego do extrator Olsen em quase todos os horizontes subsuperficiais dos perfis estudados, com destaque para os perfis 1 e 2 (Tabela 1). Segundo PESSOA JÚNIOR (2016), o método de Mehlich-1 superestima os teores de P disponível, principalmente em solos de pH mais alcalino, como os solos em estudo por exemplo.

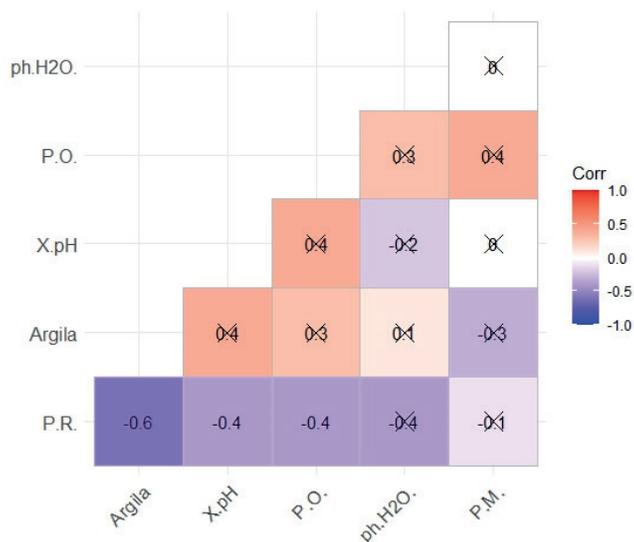
Tabela 1: Valores de pH, teores de argila e fósforo obtidos por diferentes métodos de extração.

Horizonte	Prof (cm)	Argila (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	ΔpH	P (Mehlic)	P (Olsen)	P Remanescente
					-----mg kg <sup>-1</sup> -----		
Chernossolo Argilúvico (P1)							
A	0,00 - 0,15	26	6,20	-1,25	6,2	6,4	32,45
AB	0,15 - 0,25	30	6,23	-1,28	4,4	5,2	28,60
BA	0,25 - 0,38	37	6,70	-1,30	2,4	5,3	27,26
B	0,38 - 0,72	32	6,50	-1,55	3,3	6,3	25,72
BC	0,72 - 0,87	34	6,50	-1,67	14,4	5,1	23,82
C	0,87 - 1,17+	21	6,48	-1,78	27,9	6,4	28,44
Chernossolo Argilúvico (P2)							
A	0,00 - 0,21	23	6,70	-1,65	4,6	4,7	32,55
AB	0,21 - 0,34	32	6,70	-1,72	1,1	4,8	32,14
B	0,34 - 0,54	35	6,30	-1,34	5,9	5,0	25,26
C	0,54 - 1,00+	25	6,40	-1,13	33,6	6,0	31,12
Chernossolo Háplico (P3)							
A	0,00 - 0,11	30	5,90	-1,18	7,5	5,2	33,89
AB	0,11 - 0,29	30	6,00	-1,30	7,6	5,4	36,10
BA	0,29 - 0,48	39	6,00	-1,28	6,4	4,8	27,57
B	0,48 - 0,71	31	6,10	-1,28	8,1	3,7	19,14
BC	0,71 - 0,87	26	6,50	-1,30	3,5	3,8	22,89
Chernossolo Ebânico (P4)							
A1	0,00 - 0,10	21	6,20	-1,16	7,2	4,2	38,36
A2	0,10 - 0,23	22	6,30	-1,74	3,1	3,8	38,87
AB	0,23 - 0,33	23	6,10	-1,71	7,0	3,0	38,77
BA	0,33 - 0,52	24	6,10	-1,78	6,8	3,1	49,82
B1	0,52 - 0,74	24	6,10	-1,89	8,1	3,3	48,33
B2	0,74 - 1,00+	23	6,20	-1,83	8,4	3,0	33,74

Este fato se deve à elevada acidez da solução extratora (pH ≈ 1,5), que intensifica a liberação de P, ainda mais em solos pouco intemperizados e com grande disponibilidade de cálcio (Ca<sup>+2</sup>) (PESSOA JÚNIOR, 2016), que favorece a formação de fosfato de cálcio, um composto com baixa solubilidade que reduz a disponibilidade do P no solo (WHITE ;TAYLOR, 1977).

Os resultados obtidos demonstraram relação (positiva) entre os valores de pH e os teores de P determinados pelo método de Olsen, devido ao pH do solo estar mais próximo de 7 e ao valor do pH da solução alcalina (NaHCO<sub>3</sub>) estar próximo de 8,5. Diante disso, verifica-se que quanto maior o pH, os valores de P tendem a ser maiores quando determinados com o emprego do método de Olsen.

A partir da matriz de correlação de Pearson, foi possível observar correlação significativa e negativa entre os teores de Prem e a fração argila (Figura 1). Através da análise desse resultado, verifica-se que com o aumento do teor de argila, diminuí-se os valores de Prem.



Legenda: X.pH:  $\Delta pH = pH\ KCl - pH\ H_2O$ ; P.M.: fósforo determinado pelo método Mehlich-1; P.O.: fósforo determinado pelo método de Olsen; P.R.: fósforo remanescente.

Figura 1: Matriz de correlação de Pearson a 5% de significância entre as variáveis e os diferentes métodos de quantificação de P.

Em relação ao Prem, os valores variaram em torno de 19 a 49 mg L<sup>-1</sup>, sendo os menores valores quantificados nos horizontes subsuperficiais de P1 (Chernossolo Argilúvico) e P3 (Chernossolo Háptico). Os menores valores podem ser explicados pelo maior conteúdo de argila nos horizontes superficiais desses perfis.

## CONCLUSÕES

Os valores obtidos pelo método Mehlich-1 foram superiores aos determinados pelo método de Olsen em todos os perfis estudados, devido ao pH mais alto, não refletindo os reais valores de P disponível.

Os teores de Prem foram maiores nos perfis Chernossolo Argilúvico e Chernossolo Ebânico (P2 e P4), devido aos menores valores de argila.

Devido ao baixo grau de pedogênese e à natureza das argilas de alta atividade, os valores de  $\Delta pH$  indicaram o predomínio de cargas eletronegativas, o que pode ter contribuído para maior disponibilidade de P determinado pelo método do P remanescente.

## AGRADECIMENTOS



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLSEN, S.R. et al. **Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate.** (USDA. Circular, 939) Washington: USDA, 1954. 22 p.

PESSOA JUNIOR, E.S.F. **Estudo dos métodos de extração e comportamento do fósforo na Terra Preta Arqueológica da mesorregião Central do estado do Amazonas.** 2016. 70 p. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** Vienna, Áustria, 2023.

DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; VENEGAS, V. H. A.; KER, J. C.; FONTES, M. P. F. Fósforo remanescente em argila e silte retirados de Latossolos após pré-tratamento na análise textural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 1785-1791, 2008.

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. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171907/1/ManualdeMetodos-de-Analise-de-Solo-2017.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

WHITE, R.E.; TAYLOR, A.W. Effect of pH on phosphate adsorption and isotopic exchange in acid soils at low and high additions of soluble phosphate. *Journal of Soil Science*, v. 28, n. 1, p. 48-61, 1977.