

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ESTUDO DE EXTRAÇÃO DE FÓSFORO EM SEDIMENTOS DE
FUNDO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO EDUCANDOS E SÃO
RAIMUNDO

Bolsista: Jéssica Thaís Lemos Batista, CNPQ

MANAUS

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-E/0134/2011

ESTUDO DE EXTRAÇÃO DE FÓSFORO EM SEDIMENTOS DE
FUNDO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO EDUCANDOS E SÃO
RAIMUNDO

Bolsista: Jéssica Thaís Lemos Batista, CNPQ

Orientador: Prof. Dr. Genilson Pereira Santana

MANAUS

2012

RESUMO

O fósforo é um nutriente essencial à vida que se apresenta sob diferentes formas na composição do solo, dos sedimentos e dos processos metabólicos dos organismos vivos. Sua utilização pelo homem também é bastante difundida, estando presente em diferentes etapas dos processos industriais e em produtos utilizados no dia-a-dia. Com isto, é também despejado em grandes quantidades em bacias hidrográficas de áreas urbanas, por meio dos esgotos domésticos e industriais, o que tem acarretado problemas graves à dinâmica de vida nestes ambientes naturais, gerando consequências negativas para o homem. Um exemplo de ambiente aquático que vem sofrendo com os resultados da poluição é a bacia hidrográfica do Educandos, situada na área urbana da cidade de Manaus. A qual é circundada por diversas habitações irregulares, além de indústrias o que resulta no despejo de todos os rejeitos, tanto domésticos, quanto industriais em suas águas. Desta forma, realizou-se o estudo em questão para a verificação das diferentes formas de fósforo disponível nos sedimentos coletados ao longo da bacia, o que, dependendo da concentração, indica o grau de poluição do meio. As análises foram feitas, utilizando-se os métodos de extração Mehlich-1, Bray-1 e Olsen, que retornam diferentes concentrações de fósforo, dependendo das características do sedimento.

PALAVRAS-CHAVE: Fósforo, Extratores, Bacia do Educandos

ABSTRACT

Phosphorus is an essential nutrient for life that presents itself in different forms in the composition of soil, sediment and metabolic processes of living organisms. Their use by man is also quite widespread, being present in different stages of industrial processes and products used in day-to-day. With this, it is also dumped in large quantities in urban areas of watersheds, through domestic and industrial sewage, which has caused serious problems to the dynamics of life in these natural environments, generating negative consequences for man. An example of the aquatic environment that has suffered the results of pollution is Educandos basin, located in the urban area of the city of Manaus. Which is surrounded by several irregular housing, and industries, resulting in the dumping of all wastes, both domestic and industrial in its waters. Therefore, we carried out the study in question for verification of the various forms of available phosphorus in sediments collected along the basin, which, depending on the concentration, indicates the degree of pollution of the environment. The analyzes were performed using the methods of extraction Mehlich-1, Bray-1 and Olsen, returning different phosphorus concentrations depending on the characteristics of the sediment.

KEY-WORDS: Phosphorus, extractors, Educandos Basin.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	-----	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	-----	5
3 MATERIAIS E MÉTODOS	-----	7
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	-----	8
5 CONCLUSÃO	-----	11
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	-----	12

1 INTRODUÇÃO

O fósforo é um elemento fundamental na constituição da matéria viva e em diversos processos ambientais. Atua como fator limitante na produção primária dos ambientes naturais, podendo provocar a eutrofização que conduz a modificações das propriedades química, física e biológica (NORA et.al).

Apresenta-se abundantemente distribuído na litosfera, ocorrendo sob a forma estável de íon ortofosfato $(\text{PO}_4)^{3-}$ e na forma de sais, denominados fosfatos. Sua utilização também é muito difundida em diversos processos industriais, sendo constituinte de inúmeros produtos que circulam no mercado, como materiais de limpeza e produtos alimentícios.

Por sua utilização bastante difundida, estudos têm verificado concentrações acentuadas deste composto em sedimentos de fundo de bacias hidrográficas, visto que em muitos centros urbanos há o despejo de efluentes industriais e domésticos nos cursos d'água, sem o devido tratamento prévio.

Desta maneira, o estudo da presença de fósforo é de fundamental importância em termos de controle ambiental, pois apesar de essencial à vida, quando em excesso, o este composto vem acarretar danos aos ambientes naturais e suas as formas de vida, bem como ao homem que se encontra no topo da cadeia alimentar.

Como afirma Berbel (2008, p. 3), nos sistemas aquáticos, o fósforo pode ser encontrado sob as formas dissolvida e particulada, sendo que a forma inorgânica dissolvida de fosfato é a mais biodisponível.

As diferentes formas de fósforo disponível nos ambientes aquáticos podem ser verificadas pelo estudo dos sedimentos, já que estes representam um compartimento relevante nestes sistemas, por refletirem os processos que ocorrem na coluna d'água. Desta maneira, a determinação química dos componentes dos sedimentos é de extrema importância para o reconhecimento de sinais tóxicos no ambiente. Neste caso, a verificação das concentrações das formas de fósforo disponível irá indicar o grau de poluição do local (BERBEL, 2008).

A partir disto, o objetivo pelo qual se propôs a realização deste estudo, foi de verificar a mobilidade das formas de fósforo disponível nos sedimentos recolhidos na bacia do Educandos, na cidade de Manaus, Amazonas. Fazendo-se as análises por meio da utilização das soluções extratoras: Mehlich-1, Bray-1 e Olsen.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades (MORAES e JORDÃO, 2002), porém, a intensidade das ações antrópicas sobre o ambiente natural tem gerado impactos que oferecem risco à própria humanidade. O crescimento desordenado das cidades e o descompasso do desenvolvimento dos sistemas de esgotamento sanitário e tratamento de efluentes domésticos e industriais, tem gerado consequências que preocupam mais ainda em centros urbanos como Manaus, onde há uma intensa irrigação por cursos d'água.

A cidade é irrigada por quatro bacias hidrográficas, dentre as quais, ressalta-se a Bacia do São Raimundo e Educandos. Esta está completamente inserida na área urbana e por isto vem sofrendo ao longo dos anos com a ocupação inadequada das margens de seus igarapés e com o lançamento indevido de efluentes em suas águas. Estes fatores foram intensificados com o acelerado processo de ocupação do espaço em virtude da implantação de Zona Franca de Manaus.

Ressalta-se ainda que esta área, além de densamente habitada, apresenta cerca de 500 indústrias implantadas em toda sua extensão. O que contribui para o aumento do despejo de contaminantes, dos quais destaca-se o fósforo, encontrado na natureza em diferentes formas de fosfato.

Este elemento está presente em inúmeros produtos utilizados no cotidiano e nos rejeitos industriais. Com a ausência do tratamento dos efluentes lançados na bacia, a concentração de fosfatos elevou-se consideravelmente ao longo dos anos e tem provocado alterações visíveis na qualidade da água e nas formas de vida existentes. Devido a isto, estudos que abordam a dinâmica dos elementos nestes ambientes naturais têm sido realizados desde o início da década de 90, visando acompanhar os impactos das ações antrópicas neste meio e buscando alternativas para solucionar o problema.

Os fosfatos são classificados conforme suas ligações. Os ortofosfatos, por exemplo, são formas iônicas representadas por PO_4^{3-} , mais encontradas sob a forma de íons ácidos H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , os quais são absorvidos pelos fitoplânctons presentes nos sistemas aquáticos.

A preservação da qualidade das águas superficiais é essencial à manutenção das diferentes formas de vida nela existentes (CORREA, 2010). Pensando nisto, tem-se realizado estudos de diagnóstico ambiental para propor alternativas de recuperação dos

ambientes agredidos pelas ações humanas, neste caso, os ambientes aquáticos inseridos em áreas urbanas.

Para estes estudos, analisam-se diferentes compostos que são encontrados nos sedimentos de fundo das bacias hidrográficas, que, no estudo em questão, é o fósforo e suas diferentes formas disponíveis.

A análise deste composto pode ser realizada pela utilização de diferentes soluções extratoras que são de preparação rápida, baixo custo e, geralmente, são bem correlacionados com fósforo adsorvido pelas plantas, por exemplo, (PESSOA JÚNIOR, 2011) das quais se destacam o Mehlich-1, Bray-1 e Olsen.

Segundo Silva e Raij (1999), citado por Pessoa Júnior (2011), o primeiro extrator (Mehlich-1) visa solubilizar os compostos de fósforo presentes no solo reduzindo o valor de pH entre 1,0 e 3,0, este também extrai o fósforo que se liga ao cálcio e, em menor proporção, o fósforo ligado ao ferro e ao alumínio (RAIJ, 1991), citado por Moreira e Malavolta (2001).

Já o método de Bray-1 pode produzir muitos valores baixos de fósforo para solos calcários, assim como o Olsen também é mais aconselhável para solos de pH neutro (Extension.lastate) citado por Formiga Braga et al.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras coletadas e preparadas conforme descrito no relatório anterior foram analisadas conforme o guia de métodos de análise de fósforo, que inclui a determinação do fósforo utilizando os extratores Mehlich – 1, Bray – 1 e Olsen.

- Mehlich – 1: Adicionou-se 1,0g de solo, juntamente com 10 mL de extrator, em tubos falcon de 50 mL. Em seguida, agitou-se a mistura em agitador horizontal por cinco minutos a uma velocidade de 200 rpm. Por último, a mistura foi centrifugada a uma velocidade de 3000 rpm por 5 minutos, na centrífuga;
- Bray-1: Adicionou-se aos tubos falcon, 2,5g de solo, juntamente com 17,5 mL de extrator. Logo após, agitou-se em agitador horizontal por cinco min a uma velocidade de 200 rpm. Por fim, centrifugou-se a mistura por 5 min a uma velocidade de 3000 rpm;
- Olsen: Primeiramente, adicionou-se 1,0g de solo, juntamente com 20,0 mL de extrator aos tubos falcon. Em seguida, agitou-se em agitador horizontal por 30 min a uma velocidade de 200 rpm. Por fim, centrifugou-se a uma velocidade de 3000 rpm;

Para a leitura no espectrofotômetro UV/Vis, utilizou-se uma alíquota de 5 mL de cada amostra para 10 mL de solução trabalho, para o Mehlich -1 e, da mesma forma, uma alíquota de 5 mL de Bray-1 e Olsen, para, neste caso, 8 mL de solução trabalho.

Para o Mehlich - 1, preparou-se a solução trabalho nas seguintes proporções: 50ml H₂SO₄; 15 mL de solução de Molibdato de Amônio; 30 mL de solução de Ácido Ascórbico; 5,0 mL Solução de Antimônio Tartarato.

Para Os extratores Bray-1 e Olsen, a solução trabalho foi preparada nas seguintes proporções: 200 mL de solução de H₂SO₄; 60 mL de solução de Molibdato de Amônio; 120 mL de solução de Ácido Ascórbico; 20 mL de solução de Antimônio Tartarato.

Para a leitura das amostras, foram preparados padrões de 1,2,3,4,4 e 6 ppm, a partir de uma solução padrão de fósforo de 50ppm.

Para a leitura correta, algumas amostras foram diluídas na proporção 5/25mL. As vinte amostras coletadas foram analisadas em duplicata para as avaliações estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de concentração de fósforo nas 20 amostras de sedimento, obtidos na curva de calibração do espectrofotômetro UV/Vis, para o comprimento de onda de 885nm, em ppm, foram corrigidos, levando-se em consideração o volume de extrator utilizado, a massa de solo, o volume de diluição da alíquota, o volume da alíquota utilizado na leitura, bem como o fator diluição aplicado nas amostras que excederam o padrão de concentração de fósforo utilizado.

A correção foi feita conforme a equação a seguir:

$$P = [P_{\text{leitura}}] \cdot (V_{\text{extrator}}/m_{\text{solo}}) \cdot (V_{\text{dil.aliquota}}/V_{\text{aliquota}}) \cdot \text{FD}$$

O fator diluição utilizado foi de cinco (5) vezes.

Para as amostras não diluídas, o ajuste utilizado excluiu o produto pelo fator diluição.

Os dados obtidos, seguidos das médias da duplicata de cada amostra, estão apresentados nas figuras a seguir:

Mehlich-1			
Amostras	a	b	Médias
1	194,00	175,00	184,50
2	27,60	28,80	28,20
3	100,00	99,00	99,50
4	60,00	63,80	61,90
5	95,00	92,00	93,50
6	297,00	283,00	290,00
7	245,00	237,00	241,00
8	292,00	288,00	290,00
9	290,00	291,00	290,50
10	306,00	271,00	288,50
11	252,00	249,00	250,50
12	255,00	264,00	259,50
13	255,00	234,00	244,50
14	273,00	268,00	270,50
15	275,00	261,00	268,00
16	275,00	265,00	270,00
17	259,00	243,00	251,00
18	267,00	258,00	262,50
19	266,00	279,00	272,50
20	269,00	270,00	269,50

Bray-1			
Amostras	a	b	Médias
1	189,88	189,88	189,88
2	35,50	34,26	34,88
3	149,58	152,68	151,13
4	76,73	76,73	76,73
5	119,35	113,93	116,64
6	207,70	207,70	207,70
7	122,45	121,68	122,06
8	178,25	195,30	186,78
9	201,50	196,08	198,79
10	136,40	135,63	136,01
11	151,13	158,88	155,00
12	144,15	133,30	138,73
13	110,83	114,70	112,76
14	187,55	198,40	192,98
15	191,43	192,98	192,20
16	189,88	168,95	179,41
17	181,35	186,00	183,68
18	207,70	186,78	197,24
19	179,03	182,90	180,96
20	208,48	213,13	210,80

Figura 1: Correção das concentrações de fósforo para Mehlich-1 e Bray-1

Olsen			
Amostras	a	b	Médias
1	190,00	206,00	198,00
2	33,00	34,00	33,50
3	157,00	144,00	150,50
4	53,00	62,00	57,50
5	214,00	217,00	215,50
6	725,00	710,00	717,50
7	450,00	455,00	452,50
8	550,00	530,00	540,00
9	590,00	630,00	610,00
10	387,00	391,00	389,00
11	342,00	348,00	345,00
12	393,00	398,00	395,50
13	480,00	500,00	490,00
14	590,00	590,00	590,00
15	665,00	665,00	665,00
16	570,00	550,00	560,00
17	665,00	660,00	662,50
18	575,00	565,00	570,00
19	605,00	560,00	582,50
20	705,00	730,00	717,50

Figura 2: Correção das concentrações de fósforo para Olsen

A figura 4 mostra as concentrações de fósforo extraído de acordo com os métodos Mehlich-1, Bray-1 e Olsen. Destaca-se, portanto, a seguinte sequência: Olsen>> Mehlich-1> Bray-1.

Os teores de fósforo obtidos pelo Olsen foram bastante elevados, se comparados com os outros métodos. Sua utilização é mais aconselhável para solos, ou sedimentos com pH neutro, o que pode ser uma explicação para seu desempenho diferenciado na extração de fósforo dos sedimentos em questão.

O Bray-1 não apresenta um desempenho tão bom em solos, ou sedimentos, com elevada concentração de calcário, o que pode ser considerado como característica dos sedimentos analisados. O Mehlich-1, por sua vez é um bom método de extração de fósforo, considerando-se que pode extrair o fósforo ligado ao cálcio.

Os dados apresentados na figura 4 estão apresentados na figura 3.

Médias			
Amostras	Mehlich-1	Bray-1	Olsen
1	184,50	189,88	198,00
2	28,20	34,88	33,50
3	99,50	151,13	150,50
4	61,90	76,73	57,50
5	93,50	116,64	215,50
6	290,00	207,70	717,50
7	241,00	122,06	452,50
8	290,00	186,78	540,00
9	290,50	198,79	610,00
10	288,50	136,01	389,00
11	250,50	155,00	345,00
12	259,50	138,73	395,50
13	244,50	112,76	490,00
14	270,50	192,98	590,00
15	268,00	192,20	665,00
16	270,00	179,41	560,00
17	251,00	183,68	662,50
18	262,50	197,24	570,00
19	272,50	180,96	582,50
20	269,50	210,80	717,50

Figura 3: Concentrações de Fósforo extraídas pelos métodos Mehlich - 1, Bray -1 e Olsen.

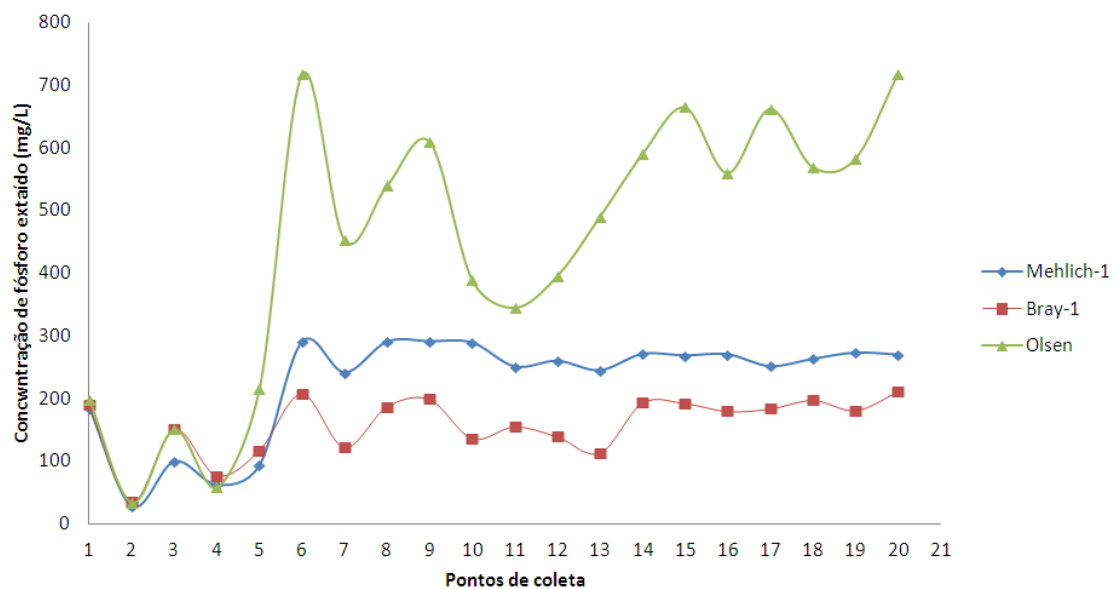


Figura 4: Concentrações de fósforo dispostas graficamente.

5 CONCLUSÃO

Durante muitos anos o homem tem utilizado os recursos naturais disponíveis para suprir suas necessidades. As interferências humanas danosas ao meio têm gerado uma série de consequências negativas que atingem novamente quem tem causado os problemas ambientais.

Neste sentido, destaca-se a utilização do nutriente fósforo, amplamente encontrado na litosfera, para compor diferentes produtos da indústria, essenciais à subsistência da humanidade.

Este elemento pode ser encontrado, não apenas nos produtos industrializados, mas é uma substância essencial à vida que está presente na composição das células dos seres vivos, na cadeia alimentar, etc.

Mas, com a aplicação industrial deste elemento, sua concentração tem aumentado consideravelmente nos despejos urbanos, oriundos, tanto da indústria, quanto dos efluentes domésticos. Os quais vão parar nos cursos d'água, principalmente nos centros urbanos de países subdesenvolvidos, que não apresentam um planejamento urbano e sanitário adequado que leve em consideração as questões ambientais básicas.

Devido a isto, inúmeros corpos d'água, inseridos em área urbana, têm tido sua dinâmica natural seriamente afetada pela poluição. Tratando-se, do fósforo, sua presença nos sedimentos de fundo de bacia, em determinadas concentrações, indica diferentes graus de poluição, visto que em níveis elevados estes composto provoca a eutrofização dos corpos hídricos.

No estudo que foi realizado na Bacia do Educandos, constataram-se diferentes concentrações de fósforo, conforme os métodos de extração utilizados. Isto comprova que os corpos hídricos da bacia estão afetados pela poluição oriunda dos esgotos urbanos ali despejados.

A partir disto, faz-se necessária a atuação das autoridades políticas na elaboração de planos que venham reestruturar a rede de esgotos, dando a destinação adequada aos mesmos, a partir do tratamento prévio. Bem como, a criação e aplicação de projetos de recuperação das áreas atingidas por anos de poluição.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MENEZES, Eveline A. et AL. Avaliação de métodos de extração de fósforo em solo e Comparação com Monitoramento *In Situ*. 29^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: < <http://sec.s bq.org.br/cd29ra/resumos/T1500-1.pdf> >. Acesso em: Jun. 2012.

PROTAZIO, Luciana; TANAKA, Sônia M. C. Neiva; CAVALCANTE, Paulo R. S. Avaliação de Procedimentos de Extração Sequencial de Fósforo em Sedimento. *Revista Analytica*, São Luís, n. 8 Dezembro/ Janeiro 2004. Disponível em: <http://www.revistaanalytica.com.br/ed_antteriores/08/8%20Art%20Fosforo.pdf>. Acesso em: Jun 2012.

CORREA, Gisele Freire. Avaliação do grau de Eutrofização de Dois Igarapés Urbanos de Manaus, AM. Disponível em: <<http://pibic.inpa.gov.br/exatas/CLIMA%20E%20AMBIENTE/Giselle%20Freire%20Correa.pdf>>. Acesso em: Jun 2012.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de Recursos Hídricos e seus Efeitos Sobre a Saúde Humana. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>>. Acesso em: Jun 2012.

NORA, Paulo dos Santos et al. Determinação da Concentração das Formas de Fósforo nos Sedimentos de Ribeirões e Lagos de Londrina, PR. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cd29ra/resumos/T1170-1.pdf>>. Acesso em: Set 2012.

BERBEL, Gláucia Bueno Benedetti. Estudo do Fósforo Sedimentar e de suas Especiaçãoes Químicas em dois Sistemas Costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baís do Almirantado (região antártica) Considerando suas Relações Biogeoquímicas. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-152427/publico/Glaucia.pdf>>. Acesso em: jun 2012.

NOGUEIRA, Ana Cláudia Fernandes et al. Expansão Urbana e Demográfica da Cidade de Manaus e seus Impactos Ambientais. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.45?languagebutton=pt-BR>>. Acesso em: Jun 2012.

MOREIRA, Adônis; MALAVOLTA, Eurípedes. Fontes doses e extratores de fósforo em Alfafa e Centrosema. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n12/7494.pdf>>. Acesso em: Jun 2012.

Manual de métodos de Análise de Solo. Disponível em: <http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00063170.pdf>. Acesso em: Jun 2012.

SANTOS, Adriana Delfino dos Santos et al. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2ª edição. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

FORMIGA BRAGA, Daniely et al. Metodologias mais utilizadas para análise de fósforo no solo. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/metodologias%20mais.pdf>>. Acesso em: Jun 2012.

SILVA, Alexandre Chistófarro et al. Métodos de Quantificação da Matéria Orgânica do Solo. Disponível em: <http://www.unifenas.br/pesquisa/download/ArtigosRev1_99/pag21-26.pdf>. Acesso em: Jun 2012.

PESSOA JÚNIOR, Erasmo Sérgio Ferreira. *Uso de Técnicas de Extração de Fósforo em Solos Antrópicos da Amazônia*. 2011. 71f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2011.