

Walkley-Black e Analisador Elementar para determinação de carbono orgânico em solos de áreas úmidas costeiras

Nathielly Herculano de Paula⁽¹⁾; **Tassia Raquel Garcês Passos**⁽²⁾; **Adriana Guirado Artur**⁽³⁾; **Gabriel Nuto Nobrega**⁽²⁾; **Tiago Osório Ferreira**⁽⁴⁾; **Xosé Luiz Otero Perez**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduanda em Agronomia - Universidade Federal do Ceará; Fortaleza-CE; ⁽²⁾ Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; ⁽³⁾ Bolsista DCR do Departamento de Ciências do Solo; Universidade Federal do Ceará, ⁽⁴⁾ Professor Adjunto do Departamento de Ciências do Solo; Universidade Federal do Ceará, ⁽⁵⁾ Professor, Universidad de Santiago de Compostela.

RESUMO: Os solos de manguezais, lagoas e apicuns são classificados com hidromórficos. Nesses solos a difusão do oxigênio é lenta criando um ambiente redutor, com isso a decomposição da matéria orgânica também se torna lenta, acumulando no solo. Para a determinação do carbono orgânico do solo existem diversos métodos, dentre eles, o Walkley-Black e o Analisador Elementar. Diante disso, objetivou-se com este trabalho comparar os métodos Walkley-Black modificado e o método do Analisador Elementar para a determinação do carbono orgânico dos solos de áreas úmidas costeiras. As áreas selecionadas para estudo foram manguezal, apicum e lagoa. Os teores de carbono orgânico no solo foram maiores nas áreas de manguezal quando comparado com os teores obtidos para lagoa e apicum. Para as áreas que apresentaram menor teor de carbono orgânico (lagoa e apicum), o coeficiente de ajuste entre os dois métodos foi superior a 70%. Já para o solo de manguezal não foi verificada correlação entre os dois métodos. O método Walkley-Black pode ser utilizado para a determinação de carbono orgânico em solos de lagoa e apicum, enquanto para os solos de manguezal o método do Analisador Elementar é o mais indicado.

Termos de indexação: Matéria orgânica, Manguezal, Solos hidromórficos.

INTRODUÇÃO

O manguezal, apicum e lagoa são áreas que tem como características a saturação permanente ou que passam a maior parte do tempo com água, sendo caracterizada como áreas úmidas costeiras. Nesses locais os solos são caracterizados como hidromórficos.

Em solos hidromórficos, devido à inundação, ocorre uma diminuição das trocas gasosas entre o solo e o ar, pois a taxa de difusão do oxigênio na água é mais lenta do que no ar, criando um ambiente redutor. Dessa forma, a decomposição da matéria orgânica irá ocorrer por organismos anaeróbicos, que não utilizam o O₂ com receptor, e sim o NO₃⁻, Fe³⁺, ácidos orgânicos, SO₄²⁻ e SO₃²⁻

(PONNAMPERUMA, 1972). Com a utilização de outros aceptores, os microrganismos decompõem de forma mais lenta a matéria orgânica, a qual se acumula no solo (NEUE et al., 1997). Para a quantificação do carbono orgânico do solo são encontrados na literatura vários métodos, os quais apresentam vantagens e desvantagens em termos de precisão e custo. Um dos métodos mais utilizados para determinação do carbono orgânico é o Walkley-Black (WB) modificado, pelo princípio da combustão úmida (SOARES et al., 2009).

O método do Walkley-Black é de simples execução, dispensa o uso de equipamentos especializados, além de apresentar uma boa exatidão dos resultados e oxidar as formas de M.O do solo mais reativas (TEDESCO et al., 2007). Porém apresenta como desvantagem a execução de pequeno número de amostras por vez, a necessidade de grande espaço físico nos laboratórios, o uso de reagentes tóxicos que causam problemas ao meio ambiente pela produção de rejeitos de difícil descarte (ex. soluções ácidas contendo cromo) (MACHADO, 2005; NELSON & SOMMERS, 1996; SCHUMACHER, 2002). Outro método para determinação do carbono orgânico é o método da oxidação via seca (Analisador Elementar), considerado como padrão para determinação de carbono total. As vantagens da utilização do analisador elementar são: combustão de todas as formas de carbono presentes no solo, devido o uso de elevadas temperaturas; determinação simultânea dos elementos C, N e S presentes nas amostras de solo (RHEINHEIMER et al., 2008) e a não utilização de reagentes tóxicos. A principal desvantagem é o elevado custo de aquisição do equipamento (GATTO et al., 2009).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho comparar os métodos Walkley-Black modificado (WB) e o método do Analisador Elementar (CNS) para a determinação do carbono orgânico dos solos de áreas úmidas costeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Para o desenvolvimento desse estudo foram

selecionadas as seguintes áreas úmidas: três áreas de manguezais, uma de apicum e duas de lagoas, todas localizadas no Estado do Ceará.

Os manguezais encontram-se localizados em Fortaleza, Aracati e no município de Barroquinha no extremo oeste do Estado do Ceará. O apicum localiza-se no município de Acaraú, região norte do Estado do Ceará e as duas áreas de lagoas estão localizadas no litoral leste do Estado do Ceará.

Etapas de campo

Nas lagoas, as coletas foram realizadas de acordo com a vegetação, de modo que na lagoa 1 (P1), escolheu-se um ponto com predomínio da vegetação de junco (*Juncus effusus*), e na lagoa 2 foram escolhidos dois pontos de coleta, sendo um com vegetação de junco (P2) e o outro (P3) com beldroega (*Portulaca oleracea* L.). No manguezal as coletas foram realizadas em pontos cuja vegetação predominante era de *Rhizophora*. Os pontos de coleta na área de apicum localizam-se na interface manguezal-encosta.

As amostras de solos nas três áreas em estudo foram coletadas com o auxílio de tubos de PVC acoplados a um amostrador especial de sedimentos. Nas áreas de lagoas, as amostras de solo foram coletadas até a profundidade de 30 cm, enquanto para o manguezal e apicum a profundidade de coleta foi de 40 cm. No laboratório todas as amostras de solo foram seccionadas em intervalos de 10 cm, para posteriores análises físico-químicas.

Etapas de laboratório

Para a determinação do carbono orgânico do solo pelo método de digestão via úmida (Walkley-Black modificado), seguiram-se os procedimentos descritos em Cantarella e Quaggio (2001). Enquanto para a determinação do carbono orgânico do solo via seca, as amostras foram determinadas no laboratório do Departamento de Edafologia da Universidade Santiago de Compostela-Espanha, utilizando-se o Analisador Elementar LECO-CNS 2000. Esse método é utilizado para a determinação dos teores de carbono orgânico total, porém para esse estudo as amostras de solo passaram por um pré-tratamento com ácido clorídrico para eliminação do carbono inorgânico, obtendo-se assim os teores de carbono orgânico.

Análise estatística

As variáveis estudadas foram analisadas estatisticamente por meio do emprego do programa Statistical Analysis System (SAS, 2008). Os métodos (Analisador Elementar e Walkley-Black modificado) para determinação do carbono orgânico

do solo foram correlacionados por meio do PROC CORR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método do Analisador Elementar foi utilizado como referência, por se tratar de um método automatizado, diminuindo assim os erros aleatórios.

Os maiores teores de CO ($45,16 \text{ g.kg}^{-1}$ e $34,05 \text{ g.kg}^{-1}$) foram observados para o solo de manguezal, independente do método utilizado na sua determinação, quando comparado com os teores obtidos para os solos das áreas de apicum e lagoa (Tabela 1). Esses resultados podem ser justificados pelo fato das áreas de manguezais possuírem maior aporte de biomassa proveniente da vegetação e da ação hídrica, comparado às demais áreas úmidas costeiras. Associado ao maior aporte de matéria orgânica, a inundação diária pelas marés nos manguezais acarreta em maior dominância dos processos de redução, principalmente a redução do sulfato e Fe (III), tornando a decomposição da matéria orgânica mais lenta e possibilitando o seu acúmulo (PONNAMPERUMA, 1972).

Tabela 1–Teor médio de carbono orgânico (g.kg^{-1}) do solo e coeficiente de variação (CV) pelos métodos da digestão via úmida (WB modificado) e pelo analisador elementar – CNS, de três áreas (manguezal, apicum e lagoa).

Método	Área	Média	CV
WB	Manguezal	45,16	54,68
	Apicum	22,11	38,94
	Lagoa	18,41	46,77
CNS	Manguezal	34,05	15,75
	Apicum	11,39	13,51
	Lagoa	8,71	30,32

Comparando os resultados obtidos pelos dois métodos, verifica-se que o método WB, superestimou os teores de CO do solo nas três áreas (Tabela 1).

Em solos em condições redutoras como os das áreas úmidas costeiras, os compostos formados pelo metabolismo microbiano, i.e. FeS_2 ; H_2S ; HS^- ; Fe^{2+} , tendem a interferir de maneira marcante na quantificação do CO pelo WB, justificando a superestimação.

Apesar dos teores de carbono orgânico nas três áreas (manguezal, apicum e lagoa) ter sido superestimado pelo método do WB, observa-se correlação entre os métodos do Analisador Elementar e o método Walkley-Black para as áreas úmidas (manguezal + apicum + lagoa) como um todo (Figura 1). Nas áreas que apresentaram menor teor de carbono orgânico no solo (lagoa e



apicum), o coeficiente de ajuste entre os dois métodos foi superior a 70% sendo de 0,92 para os solos de apicum e 0,77 para os solos de lagoa. Para os três ecossistemas avaliados conjuntamente (manguezal + lagoa + apicum) verificou-se que o coeficiente de ajuste foi de 0,56 e ausência de correlação entre os métodos WB e CNS para solos de manguezal (**Figura 1**). Com esses resultados observa-se que os métodos apresentam boa exatidão apenas para os solos de apicum e lagoa.

Em solos de manguezal é comum verificarmos a combinação de elevados teores de MO advindos do maior aporte de biomassa vegetal, condições anaeróbicas, fonte de Fe reativo e fontes de SO_4^{2-} , proveniente da água do mar, ambas prontamente disponíveis (BREEMEN & BUURMAN, 1998), o que torna os solos destes ambientes muito propícios ao acúmulo de ferro pirítico (FeS_2) (dados não apresentados). Deste modo, a ausência de correlação entre os métodos avaliados, para as amostras de solos do manguezal podem estar associados aos elevados teores de Fe pirítico e demais compostos reduzidos encontrados nestes solos.

CONCLUSÕES

O método do Walkley-Black pode ser utilizado para determinação do carbono orgânico em solos de apicum e lagoa. Enquanto para solo de manguezal, devido a presença elevados teores de Fe pirítico e compostos reduzidos recomenda-se a utilização do método do Analisador Elementar.

REFERÊNCIAS

- BREEMEN, N. V & BUURMAN, P. Soil formation. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1998. 376p.
- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; VAN RAIJ, B. Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 173-180.
- GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. et al. Comparação de métodos de determinação do carbono orgânico em solos cultivados com eucalipto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33:735-740, 2009.
- NELSON, D. W & SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Chemical methods. Madison, Soil Science of America and American Society of Agronomy, 1996. p. 961-1010.
- PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soil. Advances in Agronomy, 24:29-96, 1972.
- SCHUMACHER, B.A. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments – Disponível em: <<http://www.epa.gov/esd/cmb/research/papers/bs116.pdf>> . Acesso em 10 out. 2012.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT: Qualification Tools user's guide, version 9.2 Cary, 2008.
- MACHADO, P. O. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. Química Nova, 28:239-334, 2005.
- RHEINHEIMER, D. S.; CAMPOS, B. C.; GIACOMINI, S. J. et al. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:435-440, 2008.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. A.; BOHNEN, H. et al. Análises de solos, plantas e outros materiais. In: Determinação de matéria orgânica do solo pela perda de massa por Ignição, em mostras do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 31: 247-255, 2007.

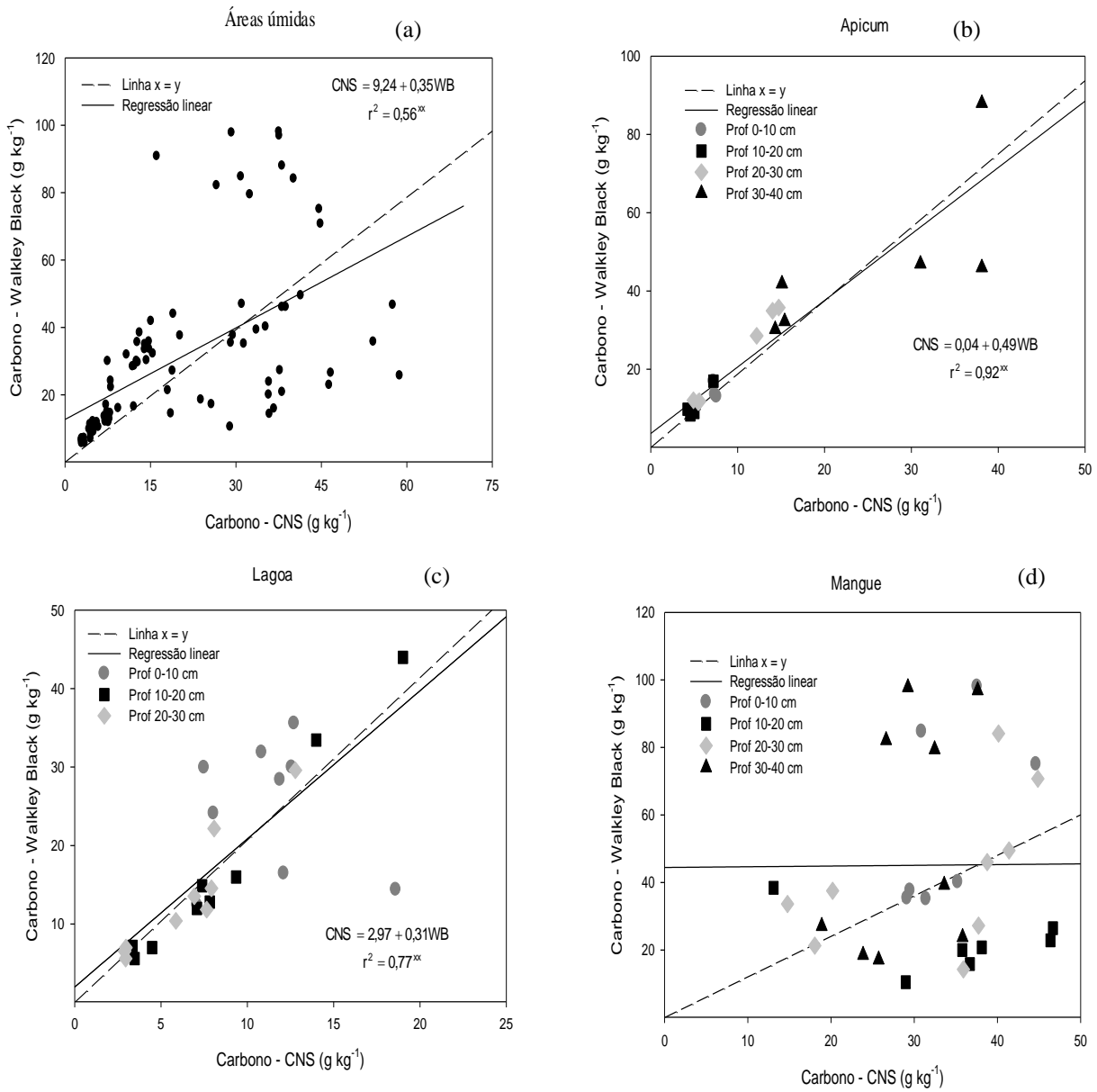


Figura 1- Comparação entre os teores de carbono orgânico determinados em amostras de solos pelo método Walkley-Black (WB) e Analisador Elementar (CNS) em áreas úmidas (a), apicum (b), lagoa (c) e manguezal (d), e os respectivos coeficiente de correlação (r^2). ** significativo ($p < 0,01$).