

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO EM SOLOS DE MANGUEZAIS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS

SOUZA, E. S.¹; ALMEIDA, M. C.²; BOMFIM, M. R.³; SANTOS, J. A. G.³

¹Graduanda em agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia ; ¹edna1994souza@gmail.com. ² Pós-Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ²marycalmeida07@yahoo.com.br. ³ Docentes na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. reboucas.marcela@gmail.com; gonzaga.jorgeas@gmail.com

RESUMO

Devido aos efeitos de mudanças climáticas, o monitoramento preciso da variação do teor de carbono em manguezais passa ser de suma importância. Estudo em condição de laboratório comparou o teor de carbono orgânico determinado pelo método via úmida, baseado na oxidação do dicromato e via seca pelo processo de combustão e perda de massa pela incineração em mufla, em amostras de solos coletadas em manguezais da Baía de Todos os Santos. Nos solos da Zona alagada, não houve diferença entre o teor de carbono determinado pelos dois métodos variou entre $1,07 \pm 0,47$ a $3,35 \pm 1,98$ dag kg⁻¹. Entretanto, para a região de bosque com maior teor de matéria orgânica o teor de C-orgânico determinado por via seca foi entre 1.5 a 2.0 maior do que a determinação via úmida. Os valores de carbono por via seca nos bosques variou de $15,60 \pm 0,38$ a $11,83 \pm 3,54$. O método de determinação via seca em mufla mostrou-se eficiente, visto que não gerou resíduos indesejáveis ao meio ambiente e aos que o formam, é um método de simples execução e economicamente viável. Problemas analíticos e ambientais estão associados ao método via úmida, além do gasto excessivo de reagentes em que o método é submetido.

Palavras-chave: Ecossistemas Costeiros; Matéria orgânica; Mudanças climáticas; Manguezal.

INTRODUÇÃO

De ocorrência em terrenos baixos sob ação das marés e atuando como ponto de ligação entre o mar e a terra, os manguezais são ecossistemas formados por solos arenosos a lodosos, associados a predominância da sua vegetação natural, denominada de mangue (STUPP et al., 2019). Estão distribuídos em 118 países e territórios na África, Oceania, Ásia e América. Estima-se que no Brasil sua extensão seja de aproximadamente 13 mil km² de terras descontínuas, as quais são severamente impactadas por diversas atividades urbanas (SOUZA et al., 2018). Os manguezais apresentam importância considerável no sequestro de carbono, restauração da biomassa costeira, produção e exportação de matéria orgânica, e devido a elevada suscetibilidade a poluição dos recursos hídricos e do solo (MAIA et al., 2019). A capacidade que os manguezais tem de armazenar e estocar carbono os tornam fundamentais na mitigação dos efeitos das alterações climáticas globais (PATIRE, et al, 2020). Das diversas funções ecossistêmicas desempenhadas pelos manguezais estão a sustentação da cadeia trófica costeira (refúgio, reprodução e alimentação de animais), renda e subsistência para comunidades pesqueiras tradicionais (OLIVEIRA et al., 2021).

Densas áreas de manguezais podem ser observadas na Baía de Todos os Santos (BTS) em várias localidades, exceto em regiões próximas a áreas industriais ou aglomerados urbanos, pois a pressão humana proporciona a rarefação ou mesmo extinção destes ecossistemas. Os manguezais são de suma importância para a manutenção das condições naturais da BTS e das

populações tradicionais residentes no seu entorno. Apesar disto, observa-se que instalação de atividades industriais química e petroquímicas, de produtos alimentícios, metalúrgicas, e de fertilizantes (MARES, 2019) ocupação desordenada do solo, desmatamento, deposição de lixo, e outras atividades antropogênicas, a partir do meado do século XX, têm contribuído para alteração do equilíbrio ambiental dos manguezais da BTS. Com reflexo considerável, na flora e a fauna de toda a BTS, e entre os impactos gerados por esses fatores, destaca-se o aumento da impermeabilização dos solos, diminuição das taxas de recarga dos aquíferos, desaparecimento de espécies vegetais e animais terrestre e marítima (BAQUEIRO, 2021), aumento da concentração de metais pesados nos manguezais, proveniente de indústrias químicas, precarização da saúde dos moradores do local (SOUZA, et al., 2018).

Devido a sua importância ecológica, e seu elevado potencial econômico, biológico, histórico e turístico, caracteriza-se por sua riqueza natural, composta por ilhas, manguezais, recife de corais, apicuns, uma grande diversidade de espécies de mariscos e peixes, em 5 de junho de 1999, através do Decreto Estadual no. 7595 a Baía de Todos os Santos foi transformada em Área de Proteção Ambiental (RIOS, 2020).

O ecossistema de manguezal presente em uma área de 1233 Km² no entorno da BTS são caracterizados pelo elevado potencial em acumular carbono orgânico no solo e influenciar na mitigação das mudanças climáticas. É estimado que, os manguezais juntamente com marismas e outras áreas úmidas costeiras armazenam aproximados 50% do carbono orgânico de todo o planeta (PASSOS, 2015).

Atualmente se reconhece a importância dos manguezais na dinâmica do ciclo do carbono, ao sequestrar o químico da atmosfera e ao armazená-lo nas árvores e sedimentos presentes no ecossistema. Pesquisas recentes apontam que as florestas de manguezal estão entre as que mais sequestram carbono entre as florestas tropicais. Apesar de compreenderem apenas 0,7% das formações tropicais do planeta, estas florestas promovem um sequestro global de cerca de 11% de carbono orgânico (BARROS et al., 2021). Cerca de 75% do carbono orgânico dos manguezais se encontra nos solos, 15% desse encontra-se nos ramos e folhas das plantas de manguezais, e 10% faz parte da biomassa gerada pelas raízes e outras estruturas subsuperficiais da vegetação. O conteúdo de carbono dos solos de manguezais supera o da maioria dos solos terrestres, devido a capacidade de fixar e estocar quantidades significativas de carbono. A perda desses ambientes pode gerar um impacto considerável no balanço de carbono global (ROCHA, 2016). Devido eficiência dos manguezais como sumidouros deste carbono, torna-se relevante examinar o valor exato armazenado neste ecossistema.

O carbono do solo pode ser quantificado por diferentes metodologias, seja por via seca ou via úmida. Diferentes procedimentos analíticos foram desenvolvidos e têm sido empregados para determinar o teor carbono no solo, desde aquelas baseadas na dicromatometria e suas variações, até as automatizadas que empregam a combustão a seco (HIROMI, 2013).

A determinação por via úmida, também denominada de determinação por dicromato consiste na determinação de carbono no solo através da oxidação da matéria orgânica a CO₂ por íons dicromato em meio fortemente ácido (MACHADO et al., 2003). Já a quantificação do carbono pela via seca em mufla, consiste na submissão de amostras de solo ao processo de combustão, com conseqüente perda de massa destas amostras (TEIXEIRA et al., 2017).

Poucos foram os estudos realizados na Baía de Todos os Santos para determinação de carbono orgânico presente nos solos de manguezais, através de um método que não seja diferente da via úmida, que apresenta baixa eficiência em solos de alto teor orgânico, devido a oxidação incompleta do carbono. Devido aos efeitos de mudanças climáticas o monitoramento preciso da variação do teor de carbono nestes ecossistemas é de suma importância. Apesar deste fato, poucos são os estudos encontrados com a quantificação de carbono orgânico nos solos desses manguezais através da via seca. Diante do exposto, este estudo foi conduzido para comparar o teor de carbono orgânico determinado pelo método via úmida e seca em solos de

manguezais da Baía de todos os Santos.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A Baía de Todos os Santos (BTS) é a segunda maior do Brasil com uma área de aproximadamente 1233 km², abrangendo os municípios de Candeias, Jaguaripe, Cachoeira, Itaparica, Saubara, Santo Amaro, Madre de Deus, Simões Filho, Maragogipe, Salvador, Vera Cruz, São Francisco do Conde, Salinas da Margarida (RIBEIRO et al, 2012). Na baía é descarregada três grandes bacias de drenagem associadas aos rios Jaguaripe, Subaé e Paraguaçu, além de outras pequenas bacias que promovem um efeito de descarga difusa nos meses úmidos (HATJE & ANDRADE., 2009). Esta baía possui uma diversidade de ambientes que incluem mata atlântica, restingas, recifes de corais, manguezais e outros (AGUIAR NETO et al, 2012). O rio Jaguaripe faz parte da Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul, nasce no município de Castro Alves e desagua na contra costa da ilha de Itaparica, sua foz é o limite sul da Baía de Todos os Santos. O rio Jaguaripe tem extensão aproximada de 107 km e sua bacia possui área de drenagem de cerca de 2.200 km². A média da temperatura gira em torno de 22° C, os índices pluviométricos na faixa litorânea chegam a superar 2000 mm (SOUZA, 2016). A bacia hidrográfica do rio Jaguaripe abrange os municípios de Aratuípe, Castro Alves, Conceição do Almeida, Dom M. Costa, Jaguaripe, Muniz Ferreira, Nazaré, Santo A de Jesus, São Felipe, Sapeaçu e apresenta conflitos como poluição hídrica (esgotamento sanitário), desmatamento da mata ciliar, aterramento e desmatamento de manguezais (TOMASONI, 2005).

O canal do rio Jaguaripe estende-se sobre as rochas sedimentares mesozoicas, com suas planícies intermareais formadas por depósitos quaternários. No alto da cidade de Nazaré pode-se observar afloramentos do embasamento na calha do rio que impede a progressão da maré dinâmica e salina. A onda de maré limita-se pelo embasamento destacado no meio da cidade, na calha do rio, mesmo que não existisse a urbanização, a zona de mistura não avançaria mais (SOUZA, 2016).

Amostragem

As amostras foram coletadas durante o período de verão no manguezal de Maragogipinho, situado na Bacia do Rio Jaguaripe, na BTS. As amostras foram obtidas em grids de 25m² na zona alagada (ZA), área que antecede a franja do mangue; bosque da franja (BF), florestas que se desenvolvem na margem do manguezal; bosque de bacia 1 (BB1) após ter percorrido 5m de distância do BF, e bosque de bacia 2 (BB2), após ter percorrido 5 metros de distância do BB1 (Lugo & Snedaker, 1974).

Em cada zona ou bosque foi amostrado três pontos, para obtenção de uma amostra composta por ponto. Tubos de PVC de 75 mm de diâmetro e 300 mm de profundidade foram utilizados para obtenção das amostras, que foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenados em caixa térmica até o Laboratório de Beneficiamento de Amostras da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

As amostras foram fracionadas nas profundidades 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm e 15 a 20cm. As amostras de solo foram secar ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) para determinação do teor de carbono orgânico via seca (TEIXEIRA., et al (2017)) e via úmida (Yeomans & Bremmer (1988)).

Método via úmida – Yeomans & Bremmer (1988)

O método proposto por Yeomans & Bremner (1988) baseia-se na oxidação do dicromato. 0,5 g de solo macerado foi transferido para um tubo de digestão ao qual foi adicionado 5,0 mL de $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol L⁻¹ e 7,5 mL de H₂SO₄ concentrado. Para aumentar a velocidade da reação as amostras foram digeridas em bloco digestor por 30 minutos a 170 °C. As amostras digeridas e resfriada a temperatura ambiente foram transferidas para um erlenmeyer (250 mL). Os tubos foram lavados 80 mL de água destilada para remover todo o conteúdo digerido, o material resultante foi adicionado ao erlenmeyer. O teor de C-orgânico foi obtido através de titulação da amostra com sulfato ferroso amoniacal 0,2 mol L⁻¹ na presença do indicador ferroin. Procedimento idêntico foi feito em três amostras utilizadas para controle de qualidade (“branco”), sem solo, aquecidas e não aquecidas (branco quente e branco frio). O teor de C-orgânico do solo foi calculado através da equação 1:

$$\text{Carbono Orgânico (g Kg}^{-1}\text{)} = V (M (P_{eq}) 100) / P_{am} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde M é a concentração da solução de sulfato ferroso amoniacal; P_{eq} é o peso equivalente de C (0,003 mg); e P_{am} é o peso da amostra de solo (mg). O V é o volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação que foi calculado através da equação 2:

$$(V): V = (V_{bc} - V_a) (V_{bs} - V_{bc}) / V_{bs} + (V_{bc} - V_a) \quad (\text{Equação 2})$$

Em que V_{bc}= volume de sulfato ferroso amoniacal utilizado na titulação do branco com aquecimento (mL); V_{bs}= volume de sulfato ferroso amoniacal usado na titulação do branco sem aquecimento (mL); e V_a= volume de sulfato ferroso amoniacal utilizado na titulação da amostra (mL).

Método via seca

O método via seca utilizado neste estudo foi o proposto por TEIXEIRA., et al (2017). As amostras foram submetidas ao processo de combustão com aquecimento programado e perda de massa pela incineração em mufla, conforme a descrição: 5,00 g de solo (TFSA) macerado e peneirado a 80 mesh, foi adicionado no cadinho de porcelana, e levado à estufa por 105 °C durante 24 horas. Para evitar a absorção de umidade o material foi equilibrado a temperatura ambiente em dessecador. A amostra foi pesada em seguida e a massa do solo seco no cadinho de porcelana anotada. O solo seco no cadinho de porcelana foram recolocados na mufla pre-aquecida a 600°C por 6 horas. Após a temperatura das amostras serem re-equilibradas a temperatura ambiente em dessecador, o cadinho de porcelana foi pesado e o cálculo da matéria orgânica foi determinado através da equação 3.

$$MO = (M_s - M_r) / M_s * 1000 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde MO é a concentração de matéria orgânica do solo, em g Kg⁻¹; M_s é a massa do solo seco em mufla a 105°C, em g; M_r é a massa do resíduo após queima na mufla a 600°C, em g. O teor de MO foi convertido em C-orgânico, considerando que a matéria orgânica do solo

possui 58% de carbono, pela conversão da MO utilizando-se o fator de van Bemmelen (1,724) através da equação 4.

$$CO = (MO\% / 1,7245) \quad (\text{Equação 4})$$

Todos os dados obtidos foram confrontados e processados eletronicamente em planilhas no Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de CO obtidos via úmida e via seca para os solos de manguezais da área de Maragogipinho, podem ser visualizados na tabela 1. O teor de C-orgânico da ZA variou de $3,26 \pm 2,30$ a $1,07 \pm 0,47$ dag kg^{-1} quando determinado por via úmida e de $3,35 \pm 1,98$ a $1,23 \pm 0,15$ dag kg^{-1} quando determinado por via seca. A distribuição de carbono no perfil da ZA é diferente daquela observada para as áreas de bosque. Independente do método de determinação de carbono, na ZA os teores de C-orgânico diminuem com a profundidade amostrada até a profundidade 10 -15 cm, porém a concentração volta a aumentar na profundidade de 15-20 cm. Esses resultados podem indicar uma maior movimentação do carbono da área de bosque para ZA, nos primeiros 0-5 cm. Em contraste, o carbono presente na profundidade de 5 a 15 cm devido aos ciclos de secagem e umedecimento tendem a se degradar mais rapidamente, já que a matéria orgânica é degradada de forma mais eficiente em ambientes aerados. Entretanto, o carbono que alcança a profundidade de 15-20 cm por estar menos susceptível às alterações de umidade e estarem em ambiente mais anóxico tendem a manter o carbono em maior porcentual que as camadas anteriores.

Os teores de C-orgânico nos bosques apresentam teores de carbono semelhantes ao longo da profundidade avaliada, pelos dois métodos. As concentrações de C-orgânico nos diferentes bosques foram superiores aos determinados para a ZA. Esse aumento pode estar relacionado à adição frequente de material vegetal (galhos, folhas, raízes e materiais e decomposição) que ocorre no ambiente de bosque de manguezal (PÉREZ, 2017).

Tabela 1. Médias e desvio padrão dos teores de Carbono orgânico ($g\ Kg^{-1}$) dos solos de manguezal da área Maragogipinho Baía do rio Jaguaripe- Baía de Todos os Santos- Bahia, Brasil.

Prof (cm)	ZA	BF	BB1	BB2
	Via Úmida			
0 - 5	$3,26 \pm 2,30$	$7,99 \pm 0,12$	$7,87 \pm 0,16$	$7,95 \pm 0,13$
5 -10	$1,44 \pm 0,73$	$8,00 \pm 0,10$	$8,05 \pm 0,02$	$7,88 \pm 0,17$
10 - 15	$1,07 \pm 0,47$	$7,91 \pm 0,13$	$7,99 \pm 0,07$	$7,96 \pm 0,01$
15 -20	$1,34 \pm 0,49$	$7,95 \pm 0,05$	$7,95 \pm 0,08$	$7,74 \pm 0,47$
	Via Seca			
0 - 5	$3,35 \pm 1,98$	$15,60 \pm 0,38$	$14,41 \pm 0,34$	$14,69 \pm 1,99$
5 -10	$1,49 \pm 0,43$	$15,79 \pm 0,34$	$13,58 \pm 0,43$	$13,96 \pm 3,04$
10 - 15	$1,23 \pm 0,15$	$15,49 \pm 0,75$	$13,96 \pm 0,81$	$13,77 \pm 3,13$

Prof. = profundidade; ZA= Zona Alagada; BF = Bosque de Franja; BB1 = Bosque de Bacia 1 e BB2 = Bosque de Bacia 2.

Os teores de C-orgânico determinado pelo método via úmida foi semelhante para os diferentes bosques e variou de $8,05 \pm 0,02$ a $7,74 \pm 0,47$ dag kg⁻¹. Entretanto, quando avaliado pelo método via seca, o BF apresenta concentração de C-orgânico maior do que o de BB1 para todas as profundidades avaliadas. A maior concentração de C-orgânico no BF é atribuído a maior quantidade de animais, vegetais em decomposição e a associação ao hidromorfismo reduz a taxa de decomposição destes materiais (BOMFIM et al, 2018).

Também fica evidenciado uma tendência de redução do teor de carbono com a profundidade para todos os bosques avaliados. Como tem sido indicado em outros trabalhos (ONOFRE, 2007), em solos com maiores concentrações de matéria orgânica, como os solos dos bosques utilizados neste estudo, o método via seca apresentou resultados entre 1.5 a 2.0 vezes maiores do que os obtidos para os mesmos solos em condições úmidas. Sendo adequado para determinação do teor de carbono. Os altos valores de desvio padrão observado nas determinações por incineração neste estudo, também foi reportado por Perreira et. al, (2006). Atribui-se a variação aos diferentes teores de umidade existente nas amostras após a secagem ao ar.

O método de determinação via seca em mufla mostrou-se eficiente, visto que não gerou resíduos indesejáveis ao meio ambiente e aos que o formam, é um método de simples execução e economicamente viável. Problemas analíticos e ambientais estão associados ao método via úmida, além do gasto excessivo de reagentes em que o método é submetido (CARMO & SILVA, 2012).

CONCLUSÕES

Os teores de carbono orgânico variam entre 1,07 a 8,05 em solos de manguezais da área de Maragogipinho da Baía de Todos os Santos, através do método via úmida, e entre 1,23 a 15,79 pelo método via seca. Os solos de manguezais da área estudada apresentaram valores maiores de carbono orgânico pelo método via seca em comparação ao método via úmida. Houve aumento dos teores de C-orgânico à medida que se distanciou da Zona Alagada e adentrou-se nos bosques. De uma forma geral, as profundidades mais superficiais de solos de manguezais, apresentam teores maiores de C-orgânico. O método de determinação via seca em mufla mostra-se eficiente, não gera resíduos indesejáveis, é um método de simples execução e economicamente viável. Nos solos da Zona alagada, não houve diferença entre o teor de carbono determinado pelos dois métodos variou entre $1,07 \pm 0,47$ a $3,35 \pm 1,98$ dag kg⁻¹. Entretanto, para a região de bosque com maior teor de matéria orgânica o teor de C-orgânico determinado por via seca foi entre 1.5 a 2.0 maior do que a determinação via úmida. Os valores de carbono por via seca nos bosques variou de $15,60 \pm 0,38$ a $11,83 \pm 3,54$.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETO, A.B. GOMES, D.F. FREIRE, G. S.S. **Origem da deposição da Matéria Orgânica em Sedimentos de Manguezal na Porção Nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.** Revista de Geologia, vol. 25 (1), 2012. Disponível em:
<http://www.periodicos.ufc.br/geologia/article/view/1337> Acesso em: 03 Abr 2022.

BAQUEIRO, L. **RENASCER RECÔNCAVO: realidade e cenários de oportunidades para o desenvolvimento sustentável da Região do Recôncavo Baiano e da Baía de Todos os Santos.** RLAHIGE, Ilhéus, v,1, n. 1, p. 178 - 200, 2021 Disponível em:
<http://periodicos.uesc.br/index.php/rlahige> Acesso em: 03 Abr 2022.

BARROS, A.B. AZEVEDO, J.A.M. BASTOS, A. L. NASCIMENTO, V. X. **Characterization and bioavailability of metals in the mangrove of the meirim river mouth, Maceió-AL Brazilian Journal of Development, Curitiba,** v.7, n.2, p. 20133-20147 feb. 2021 <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/25307/0> Acesso em: 03 Abr 2022.

BONFIM, M. R. SANTOS, J. A. G. COSTAS, O. V. CONCEIÇÃO, J.N. SILVA, A. A. SOUZA, C.S. ALMEIDA, M.C. **Morphology, Physical and Chemical Characteristics of Mangrove Soil under Riverine and Marine Influence: A Case Study on Subaé River Basin, Bahia, Brazil** Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79142> 2018. Acesso em: 03 Abr 2022.

CAMARGO, R. M. SOUSA, K. N. S. BENEVIDES, J. A. J. AMORIM, V. G. SOUZA, R. M.. **Impactos ambientais em manguezais no ceará: causas e consequências.** Conex. Ci. e Technol. Fortaleza/CE, v.13, n. 5, p. 69 - 77, dez. 2019.

CARMO, D. L. & SILVA, C. A. **MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO E MATÉRIA ORGÂNICA EM RESÍDUOS ORGÂNICOS R. Bras. Ci. Solo,** 36:1211-1220 Lavras (MG) 2012. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/RRxVrmdpzbZxZ6Z7LnwZQ7H/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 03 Abr 2022.

HATJE, V. & ANDRADE, J. B. **Baía de todos os santos: aspectos oceanográficos** [online]. Salvador: EDUFBA, 2009, 304 p. Disponível em:
<https://static.scielo.org/scielobooks/4szy8/pdf/hatje-9788523209292.pdf> Acesso em: 03 Abr 2022.

HIROMI, J.S. SATO. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solos do cerrado** Orientação: Cícero Célio de Figueiredo, Brasília, 2013. 90 páginas Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13795/1/2013_%20JulianaHiromiSato.pdf Acesso em: 03 Abr 2022

LUGO, A.E., SNEDAKER, S.C. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematic*, v.5, p.39-64, 1974.

MACHADO, P. L.O.A. BERNARDI, A.C. C. SANTOS, F.S. **Métodos de Preparo de Amostras e de Determinação de Carbono em Solos Tropicais** Rio de Janeiro, RJ, 2003. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/337126/1/circtec192003metodospreparo.pdf> Acesso em: 03 Abr 2022.

MARES. As Comunidades Tradicionais pesqueiras da Baía de todos os Santos. **Mares:** revista de Geografia e Etnociências. Volume 1, Número 1, 2019. Disponível em: <http://revistamares.com.br/index.php/files/article/view/15/23> Acesso em: 03 Abr 2022

OLIVEIRA, G. NOGUEIRA, L.Q. CAMARGO, R. M. Etnoecologia e educação ambiental sobre manguezais com indígenas. **Revbea**, São Paulo, V. 16, No2:88-104, 2021. Disponível em: *Revista brasileiradeeducaçãambiental88* <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10662/8385> Acesso em: 03 Abr 2022.

ONOFRE, C. R. E. CELINO, J. J. WESTE, M.R.N. QUEIROZ, F.A.S. Biodisponibilidade de metais traços nos sedimentos de manguezais da porção norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 7, núm. 2, segundo semestre, 2007 Universidade Estadual da Paraíba Paraíba, Brasil <https://www.redalyc.org/pdf/500/50007208.pdf> Acesso em: 03 Abr 2022

PASSOS, T. R.G. Mineralização do Nitrogênio e Carbono e dinâmica do Fe EM em função do tipo de vegetação e do efluente de carcinicultura em solos de manguezais./ Tassia Raquel Garcês Passos. – 2015. 57f.: il. color. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós Graduação em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2015. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas. Orientação: Profa. Dra. Adriana Guirado Artur. Disponível em: https://ppgsolos.ufc.br/wp-content/uploads/2021/06/dis.tassia.s.assin_.pdf

PATIRE, V.F. LEÃO, J.M.S. HATJE, V.P.M. **Impacto da Carcinicultura nos Estoques de Carbono no Solo de Manguezais da Baía de Todos os Santos.** 2020. http://www.institutokirimure.pro.br/wp-content/uploads/2020/10/Poster_Patire.pdf

Pereira, M. G; Valladares, G. S; Anjos, L.H.C; Benites, V.M; Espíndula Jr, A; Ebeling, A. G. Determinação do carbono orgânico em Organossolos e solos com horizontes com elevado conteúdo de matéria orgânica. *Scientia Agrícola*, V.63 No, 2 p 187-192, 2006.

PÉREZ, A.; MACHADO, W.; GUTIERREZ, D.; STOKES, D.; SANDERS, L.; SMOAK, J.M.; SANTOS, I.; SANDERS, C.J. Changes in soil organic carbon accumulation driven by

mangrove expansion and deforestation in a New Zealand estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 192, p. 108-116, 2017 Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272771416304097?via%3Dihub>
Acesso 03 Abr 2022.

RIBEIRO, N. ANDRADE, J. B. HATJE, V. Estudo Multidisciplinar Baía de Todos os Santos 2012. Disponível em: <http://www.institutokirimure.pro.br/wp-content/uploads/2015/10/Livreto-Cartilhas-2012.pdf> Acesso em: 03 Abr 2022

RIOS, K.A. N.K. Territórios Pesqueiros na Baía de Todos os Santos: disputas, desafios e perspectivas de sua regularização. *CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária*, v. 15, n. 35, p. 12-24, abr., 2020.

ROCHA, P. A. Solos do manguezal da baía de Guarapari – ES: mineralogia e fósforo como indicador de contaminação por esgoto doméstico. 2016. 90 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

SOUZA, A. T. Uso de imagem de satélite para determinar extensão da zona de mistura estuarina no estado da Bahia, Brasil Salvador 2016. Disponível em:
http://www.oceanografia.ufba.br/Monografia_Americo_Tomas.pdf Acesso em: 03 Abr 2022

SOUZA, C.A.; DUARTE, L.F.A.; JOÃO, M.C.A. & PINHEIRO, M.A.A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. 2018. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Pinheiro-5/publication/323245322_Biodiversidade_e_conservacao_dos_manguezais_importancia_bioecologica_e_economica/links/5a88a1230f7e9b1a95516e9f/Biodiversidade-e-conservacao-dos-manguezais-importancia-bioecologica-e-economica.pdf Acesso em: 03 Abr 2022

STUPP, D. R. G.; KOLICHESKI, M. B.; GARCIA, L.; RAMOS, E. Recuperação da vegetação de Manguezal: estudo de caso do rio Saboó (Santos-SP). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 16, n. 8, 7 ago. 2019. Disponível em:
<https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/650> Acesso em: 03 Abr 2022.

TEIXEIRA, P. C. DONAGEMMA, K. FONTANA, A. TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017. 574 p.

TOMASONI, M. A. RODRIGUES, S.M P. A DIMENSÃO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO RECÔNCAVO SUL-BAHIA Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo Disponível em:
<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Geografiasocioeconomica/Geografiaregional/28.pdf> Acesso em: 03 Abr 2022.



YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.