

TAISLAINE IMACULADA DA ROCHA

**INFLUÊNCIA SALINA EM UM MANGUEZAL URBANO EM VILA  
VELHA-ES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R672i  
2019 Rocha, Taislaine Imaculada da, 1992-  
Influência salina em um manguezal urbano em Vila Velha  
-ES / Taislaine Imaculada da Rocha. – Viçosa, MG, 2019.  
vii, 26f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Liovando Marciano da Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.22-24.

1. Solos. 2. Geoquímica. 3. Bromo. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Solos. Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. II. Título.

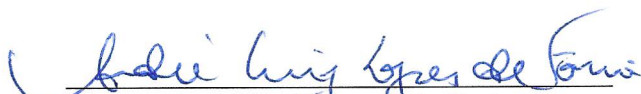
CDD 22 ed. 631.4

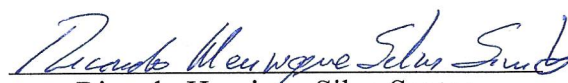
TAISLAINE IMACULADA DA ROCHA

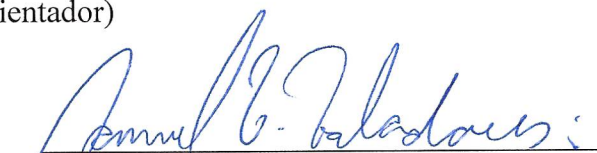
**INFLUÊNCIA SALINA EM UM MANGUEZAL URBANO EM VILA  
VELHA-ES**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2019.

  
André Luiz Lopes de Faria  
(Coorientador)

  
Ricardo Henrique Silva Santos

  
Samuel Vasconcelos Valadares

  
Liovando Marciano da Costa  
(Orientador)

A minha família e ao meu marido Mário.  
**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Em forma de amor e alegria agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado me dando forças para seguir em frente. Por me amar de uma forma tão grande, da qual nunca me sinto só.

A minha mãe, Vera e meu padrasto Valderlei, por todo amor, apoio, incentivo, preocupação, orações e cuidados constantes.

A meu irmão Gustavo, pelo amor e carinho sempre comigo.

A minha Avó Raimunda Teixeira da Rocha, por todo amor e orações.

Ao meu marido Mário, pelo amor, carinho, compreensão e incentivo, por estar presente ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus familiares, por torcerem sempre por mim.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Solos (DPS), pela oportunidade de realização do Mestrado; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Liovando Marciano da Costa, por ser mais que um orientador, ser um amigo e conselheiro. A quem, com toda certeza, irei levar para vida toda.

Ao professor André Luis Lopes de Faria, pelo apoio, amizade e ensinamentos.

Aos professores do DPS pelos ensinamentos para a minha formação.

Ao Pablo de Azevedo Rocha, por toda ajuda, incentivo, apoio e pela grande amizade de sempre.

Ao Elton Novais, por todas as contribuições que foram de grande importância para o meu trabalho.

Aos amigos da Pós, em especial ao André Luíz, Maísa Alves, Patricia Matias e Gabriel Franco. Por toda ajuda, incentivo e pelos bons momentos compartilhados.

Aos funcionários do DPS, em especial ao Jorge Orlando, por toda ajuda ensinamentos, e sua grande generosidade para comigo.

A todos, que de alguma forma, contribuíram para realização desse trabalho, a minha sincera gratidão.

## **BIOGRAFIA**

TAISLAINE IMACULADA DA ROCHA, filha de Vera Lúcia da Rocha, nasceu no dia 23 de abril de 1992 na cidade de Viçosa-MG. Iniciou a graduação em Geografia na Universidade Federal de Viçosa em março de 2013, graduando-se em janeiro de 2017. Em março de 2017, iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em fevereiro de 2019.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT .....	vii
Introdução .....	3
Caracterização da área de estudo .....	4
Amostragem dos solos .....	5
Análises físicas, químicas, mineralógicas e geoquímicas .....	6
Vegetação .....	6
Resultados e Discussões .....	7
Características físicas .....	7
Características químicas.....	8
Neogênese mineral - Pirita.....	11
Geoquímica dos solos .....	16
Relação Cloreto vs Brometo.....	19
Vegetação .....	20
Conclusões.....	21
Referências .....	22
Apêndice .....	25

## RESUMO

ROCHA, Taislaine Imaculada, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Influência salina em um manguezal urbano em Vila Velha-ES.** Orientador: Liovando Marciano da Costa. Coorientador: André Luiz Lopes de Faria.

Os manguezais são caracterizados como um ecossistema costeiro tropical e subtropical, de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Desempenham importante papel ecológico, social e econômico à medida que são responsáveis pela manutenção de ambientes localizados fora de seus limites. Ao longo das últimas décadas, este ecossistema tem sido ocupado de forma irresponsável, devastado principalmente porque o processo de urbanização no Brasil se deu de forma rápida e desordenada. As alterações que mais causam perturbações nos manguezais são induzidas pelo homem, quando estes são utilizados como fazendas de carcinocultura, usos urbanos, industriais, e para desvios e aprisionamento de rios. Neste estudo, verificou e avaliou-se o grau de influência salina nos manguezais da Lagoa Encantada, a fim de saber se a maré ainda exerce participação na dinâmica dos solos desse ambiente, devido às modificações causadas pela urbanização mal planejada e a ocupação inadequada ao longo do canal do rio Aribiri. A área de estudo localiza-se na Lagoa Encantada no município de Vila Velha- ES e possui aproximadamente 120 ha que abriga fragmentos de Mata Atlântica, ecossistemas associados a esse bioma como: Restingas, Manguezais e Matas de Tabuleiros. As amostras de solos foram submetidas à análises químicas e físicas de rotina, para fim de caracterização. Para detecção do grau de influência salina foram realizadas as extrações da solução do solo pelo método do extrato aquoso utilizando uma relação solo/água 1:2,5. Na solução foram realizadas as análises de condutividade elétrica e dos aniões. As amostras de silte foram analisadas em MEV, modelo LEO 430i com detector de retroespalhamento acoplado ao espectrômetro de dispersão de raios-X (PCXA-EDS), com a finalidade de detectar Piritas que nas condições geoquímicas do manguezal apresentam-se estáveis, logo um bom parâmetro a ser observado para a finalidade a que se propõe a pesquisa.

## ABSTRACT

ROCHA, Taislaine Imaculada, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Saline influence in a urban mangrove in Vila Velha-ES.** Adviser: Liovando Marciano da Costa. Co-adviser: André Luiz Lopes de Faria.

Mangroves are characterized as a tropical and subtropical coastal ecosystem, transitioning between the terrestrial and marine environments. They play an important ecological, social and economic role as they are responsible for maintaining environments located outside their limits. Over the last decades this ecosystem has been occupied and devastated, mainly because the process of urbanization in Brazil occurred in a fast and disorderly way. The most disturbing changes in the Mangroves are man-induced, when they are used as shrimp farms, urban and industrial uses, and for diversion and imprisonment of rivers. In this study, it was verified and evaluated the degree of saline influence in the mangroves of Lagoa Encantada, in order to know if the tide still exerts participation in the dynamics of the soils of this environment, due to the modifications caused by the badly planned urbanization and the inappropriate occupation along the river Aribiri. The study area is located in Lagoa Encantada in the municipality of Vila Velha - ES has approximately 120 ha that shelters fragments of Atlantic Forest, ecosystems associated with this biome as; Restingas, Mangroves and Mata de Tabuleiros. Soil samples were submitted to routine chemical and physical analysis for characterization purposes. In order to detect the degree of salt influence, the soil solution was extracted by the aqueous extract method using a 1: 2.5 soil / water ratio. Through the solution, electrical conductivity and anion analyzes were performed. The silt samples were analyzed in SEM, model LEO 430i with backscatter detector coupled to the X-ray dispersion spectrometer (PCXA-EDS), with the purpose of detecting Pyrite that in the geochemical conditions of the mangrove is stable, good parameter to be observed for the purpose of the research.

# Artigo

Influência salina em um manguezal urbano  
em Vilha Velha - ES

## **Influência salina em um manguezal urbano em Vila Velha-ES**

Taislaine Imaculada da Rocha<sup>a</sup>, Liovando Marciano da Costa<sup>a</sup>, Pablo de Azevedo Rocha<sup>b</sup>; Elton Eduardo Novais Alves<sup>c</sup>, André Luiz Lopes de Faria<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil

<sup>c</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Brasil

<sup>d</sup> Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil

### **Resumo**

Os manguezais são caracterizados como um ecossistema costeiro tropical e subtropical, de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Desempenham importante papel ecológico, social e econômico à medida que são responsáveis pela manutenção de ambientes localizados fora de seus limites. Ao longo das últimas décadas, este ecossistema tem sido ocupado e devastado de forma irresponsável, principalmente porque o processo de urbanização no Brasil se deu de forma rápida e desordenada. As alterações que mais causam perturbações nos Manguezais são induzidas pelo homem, quando estes são utilizados como fazendas de carcinocultura, usos urbanos, industriais, e para desvios e aprisionamento de rios. Neste estudo, verificou e avaliou-se o grau de influência salina nos manguezais da Lagoa Encantada, a fim de saber se a maré ainda exerce participação na dinâmica dos solos desse ambiente, devido às modificações causadas pela urbanização mal planejada e a ocupação inadequada ao longo do canal do rio Aribiri. A área de estudo localiza-se na Lagoa Encantada no município de Vila Velha- ES e possui aproximadamente 120 ha, que abrigam fragmentos de Mata Atlântica, ecossistemas associados a esse bioma como: Restingas, Manguezais e Matas de Tabuleiros. As amostras de solos foram submetidas a análises químicas e físicas de rotina, para fim de caracterização. Para detecção do grau de influência salina foram realizadas extrações da solução do solo pelo método do extrato aquoso utilizando uma relação solo/água 1:2,5. Na solução foram realizadas as análises de condutividade elétrica e dos aniões. As amostras de silte foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura, modelo LEO 430i com detector de retroespalhamento acoplado ao

espectrômetro de dispersão de raios-X (PCXA-EDS), com a finalidade de detectar Piritas que nas condições geoquímicas do manguezal apresentam-se estáveis, logo um bom parâmetro a ser observado para a finalidade a que se propõe a pesquisa.

**Palavras-chave:** Solo, Geoquímica, Bromo, Cloro, Pirita.

## **Introdução**

Os manguezais são caracterizados como um ecossistema costeiro tropical e subtropical, de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Eles ocupam áreas de solos hidromórficos, com predomínio de textura argilosa, efetivamente halomórficos, constituídos por sedimentos flúvio-marinhos com muita acumulação de matéria orgânica. São dominados por espécies vegetais halófitas arbóreas que lhe conferem fisionomia típica. Localizados em quase todo litoral do Brasil, do Oiapoque (04°30'N) no Amapá até Laguna (28°30'S) em Santa Catarina, compreendendo uma área que varia entre 10.000 km<sup>2</sup> a 25.000 km<sup>2</sup> (MACIEL, 1987).

Esse ecossistema desempenha importante papel ecológico, social e econômico à medida que são responsáveis pela manutenção de ambientes localizados fora de seus limites. Os manguezais apresentam funções biológicas essenciais, como, contribuição para produtividade primária na zona costeira; diminuição da erosão e estabilização da costa.

Existem três gradientes ambientais que em conjunto determinam a estrutura e a função do ecossistema manguezal. Estes gradientes são os reguladores (salinidade, pH, concentração de sulfetos, etc.), recursos (nutrientes, espaço, luz, etc.) e hidroperíodo (duração e frequência de inundação). Os gradientes são resultado da combinação de fatores globais, regionais e locais (LIMA e TOGNELLA, 2012). Nesse sentido, quando se tem alguma alteração em um algum desses gradientes, a tendência é que ocorra uma modificação na estrutura e função do manguezal.

Ao longo das últimas décadas, este ecossistema tem sido ocupado desordenadamente, levando a um alto grau de devastação. O processo de ocupação da costa brasileira, de maneira geral, remete ao início da colonização, isto porque as populações dos países tropicais tenderam a se concentrar, às margens de rios e no litoral. Desde então, os manguezais foram sendo demasiadamente alterados e

degradados, principalmente pelo o processo de urbanização que se deu de forma rápida e desordenada.

As alterações que mais causam perturbações nos Manguezais são induzidas pelo homem, quando estes são utilizados como fazendas de carcinocultura, usos urbanos, industriais, e desvios e/ou aprisionamento de rios. Tensores que alteram cursos da água ao sistema, como barragens, diques, canalizações e construções de estradas possuem um impacto muito mais severo aos manguezais quando comparados aos causados pelo fogo (LUGO,1981).

Na área estudada, em relação à atuação antrópica, modificadora da paisagem, pode-se observar processos antigos de extração de areia, desconfinamento do lençol freático, formando lagoas artificiais, processos de recepção de resíduos da construção civil, despejo de esgoto e o processo de retificação do rio Aribiri, que fez com que o curso do rio fosse desviado, mudando toda a dinâmica hidrológica do mesmo. Além disso, há um crescimento urbano e consequente desmatamento da maior parte do manguezal em estudo.

Tensores retiram ou limitam o desenvolvimento do manguezal, interferindo tanto nas características estruturais como em sua diversidade funcional (CINTRÓN e SCHAEFFER-NOVELLI, 1985). Assim, são importantes os estudos que trabalham na busca de compreender como o ecossistema responde a tensores e as alterações nos gradientes ambientais, para o entendimento do funcionamento destes, e, consequentemente para o seu manejo (TWILLEY e RIVERA-MONROY, 2005).

Nesse sentido, o objetivo do estudo foi verificar e avaliar o grau de influência salina nos manguezais da Lagoa Encantada, a fim de saber se a maré ainda exerce grande participação na dinâmica dos solos desse ambiente, devido às modificações causadas pela urbanização mal planejada e a ocupação inadequada ao longo do canal do rio Aribiri.

## **Material e Métodos**

### **Caracterização da área de estudo**

A área de estudo localiza-se no município de Vila Velha- ES, no bairro do Vale Encantado, em uma Zona de Especial Interesse Ambiental (ZEIA) denominada Lagoa Encantada. A ZEIA possui aproximadamente 120 ha que abriga fragmentos de Mata

Atlântica, ecossistemas associados a esse bioma como; Restingas, Manguezais e Matas de Tabuleiros, além de diferentes corpos d'água.

As principais Classes de solos nos ecossistemas do litoral centro sul capixaba são Argissolo, Latossolos, Gleissolos, Organossolos, Neossolos e Espodossolos, classes que variam de nível categórico de acordo com as condições ambientais as quais são submetidas. O clima é classificado, segundo Köppen, como tipo Aw tropical.



**Figura 1-** Pontos de coleta da área de estudo. Manguezais do Parque da Mantegueira e Lagoa Encantada Vila Velha - ES.

### *Amostragem dos solos*

Foram amostrados quatro pontos nos manguezais da Lagoa Encantada, dois pontos localizados na borda e dois em seu interior. Como forma de verificar a influência salina, foram amostrados dois pontos no manguezal do Parque municipal da Mantegueira (Foz do rio Aribiri). Este último local de coleta representa um manguezal que mantém contato direto com o mar, para que sejam feitas as devidas comparações. Além dos manguezais, foram realizadas coletas de solos em ambientes tipicamente hipersalinos, normalmente associados aos manguezais, os Apicuns, um na Foz do Aribiri e outro na Lagoa Encantada. A amostragem foi realizada com um amostrador para solos inundados (trado Napoleão - tubo cilíndrico de inox semiaberto com 0,07 m

de diâmetro e 0,9 m de comprimento) na profundidade de 0-60 cm e seccionada em três partes respeitando as diferenças entre os horizontes do solo. Logo após serem coletados, os solos foram congelados, para manter as características de campo.

### ***Análises físicas, químicas, mineralógicas e geoquímicas***

Foram utilizados dois processos de secagem das amostras, pelo método da liofilização e o seco ao ar. No processo de liofilização as amostras congeladas são submetidas a um processo em que a água da amostra passa do estado líquido diretamente para o estado gasoso. Pelo processo da secagem ao ar, as amostras são deixadas em ambiente aberto até que ocorra o processo completo da secagem.

As amostras secas por esses dois processos foram submetidas á análises químicas e físicas de rotina, para fim de caracterização (EMBRAPA, 2017).

Para detecção do grau de influência salina foi realizada a extração da solução do solo pelo método do extrato aquoso (WOLT, 1994), utilizando uma relação solo/água 1:2,5. Na solução foram realizadas as análises de condutividade elétrica e atividade aniônica, com a determinação de sulfato, brometo, cloreto, nitrato, nitrito, fluoreto e fosfato. As concentrações dos ânions foram determinadas por cromatografia iônica. Os cátions por fotômetro de chama ( $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) e espectrometria de absorção atômica ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ).

A fração granulométrica silte das amostras foi analisada em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), modelo LEO 430i com detector de retroespalhamento acoplado ao espectrômetro de dispersão de raios-X (PCXA-EDS), com a finalidade de detectar Piritas, utilizando as mesmas como indicadoras das condições geoquímicas do manguezal.

### ***Vegetação***

Para elaboração do estudo da vegetação foram coletados dados primários e secundários no mês de setembro de 2018. Os dados secundários se restringem à bibliografia utilizada para o embasamento teórico e os dados primários são compostos pelos levantamentos florísticos e por fotografias, obtidos diretamente no campo. A

vegetação foi classificada com base em ARAÚJO e HENRIQUES (1984) e PEREIRA, 2003. E de acordo com a legislação vigente do CONAMA (2002).

## **Resultados e Discussões**

### ***Características físicas***

Dos oito pontos amostrados, foram obtidas 32 amostras. Dessas amostras, foram selecionadas dez para a apresentação dos dados e discussões, sendo duas representativas de cada área. A seleção foi necessária, devido ao alto custo de algumas análises, o que nos fez optar por apenas dez. Dessa forma, foram duas amostras de cada manguezal, uma de 0 a 20 cm e outra de 40 a 60 cm, duas do manguezal da Mantegueira (P1 e P2), duas da borda do manguezal da Lagoa Encantada (P5 e P6) e duas do seu interior (P7 e P8). Desses manguezais, Mantegueira e Lagoa Encantada, foram selecionadas duas amostras dos seus respectivos apicuns (P3, P4 e P9, P10) de 0 a 10 cm e 20 a 30 cm.

As áreas analisadas apresentaram diferenças em relação as suas características fisiográficas e principalmente em relação à vegetação, relevo e a dinâmica da maré ou ausência dela. Em termos vegetacionais, o manguezal do Parque da Mantegueira é composto por espécies típicas de manguezais; *Rizophora*, *Laguncularia* e *Avicenea*. Os solos de manguezais são compostos de associações de Gleissolos Tiomórficos e Organossolos Tiomórficos, apresentam granulometria majoritariamente siltosa/argilosa.

O manguezal da Lagoa Encantada (M2 e M3) apresenta, assim como no manguezal do Parque da Mantegueira, Gleissolos Tiomórficos e Organossolos Tiomórficos. É composto, principalmente, por espécies de *Laguncularia*, *Avicenea*, *Aroeira rosa* e *Samambaia do brejo*.

Os apicuns são áreas associadas ao manguezal e representam ambientes essencialmente arenosos e hipersalinos, características advindas da atuação da dinâmica de maré ao longo de sua formação. Os Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Sálícos são os principais solos desse ambiente.

Os manguezais em estudo apresentaram a distribuição granulométrica variando de franco siltoso a argiloso (Tabela 1). Em que houve um incremento no teor de argila nos manguezais da Lagoa Encantada (M2 e M3), comparando-os com o manguezal da

Mantegueira (M1). As amostras dos apicuns (P3, P4, P9 e P10) apresentaram granulometria típica, onde ocorre a acumulação de areia e sais.

**Tabela 1 - Análises físicas dos solos dos Manguezais do Parque da Mantegueira, Lagoa Encantada e Apicuns associados.**

Perfil	Prof. cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classificação
		kg/kg				
M1 - Manguezal Parque da Mantegueira						
P1	0-20	0,165	0,039	0,608	0,188	Franco-Siltosa
P2	40-60	0,141	0,055	0,673	0,131	Franco-Siltosa
Apicum – Parque da Mantegueira						
P3	0-10	0,562	0,298	0,057	0,083	Areia Franca
P4	20-30	0,636	0,25	0,046	0,068	Areia
M2 - Manguezal Lagoa Encantada (Borda)						
P5	0-20	0,290	0,075	0,162	0,473	Argila
P6	40-60	0,298	0,085	0,195	0,422	Argila
M3 - Manguezal Lagoa Encantada (Interior)						
P7	0-20	0,215	0,040	0,290	0,455	Argila
P8	40-60	0,114	0,028	0,309	0,549	Argila
Apicum – Lagoa Encantada						
P9	0-10	0,709	0,081	0,041	0,169	Franco-Arenosa
P10	20-30	0,858	0,082	0,004	0,056	Areia

### *Características químicas*

Nos manguezais estudados o pH dos solos do manguezal da Parque da Mantegueira (M1) variou entre 8,07 a 8,15 (Tabela 2). Os menores valores foram referentes aos manguezais urbanizados M2 e M3. Em que M2 apresentou um pH variando entre 7,01 a 7,45 e M3 entre 4,55 a 5,19. Percebe-se que os menores valores são de M3, que possui uma dinâmica bem distinta de M2, por estar localizada em uma área mais abaciada, a água se mantém por mais tempo, ao contrário de M2 que tende a perdê-la mais rapidamente por se encontrar na borda, em uma área mais elevada na topografia. O que pode estar associado aos valores mais altos de pH em M2, é a dissolução de conchas, que estariam tamponando esse pH, pois nesta área é perceptível uma quantidade bem maior de conchas, do que em M3.

Os maiores valores de pH foram do manguezal de referência M1. Estes estão associados às condições de halomorfismo da área, que é uma designação dada aos solos com elevada concentração de sais solúveis ou elevada saturação com sódio. Essa

característica é mais acentuada em M1 e M3, como pode ser observado na tabela 2, em que os pontos P1, P2, P3 e P8 apresentam os maiores valores para Na. Acrescenta-se a isso, o fato do solo desse manguezal possuir um ambiente mais concentrador de cátions básicos, devido a maior proximidade ao Mar.

A alta concentração de sais nos solos do manguezal M1, evidenciada nos teores de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (Tabela 2), em conjunto com os valores de pH 8,07 e 8,15, imprimem características halomórficas ao ambiente, típico de manguezais, além de altos teores de SB variando em torno de 71,41 a 93,31  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ . Porém, nos manguezais urbanizados, a partir dos valores de soma de bases (SB) é possível observar que além de ser uma área mais distante do mar, e, portanto, a recarga com os cátions através da influência marinha não ocorra como em M1, pode estar ocorrendo um processo de lixiviação dos sais solúveis, principalmente  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Principalmente em M2 apresentou SB em torno de 23,1 a 25,97  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  e M3 por ser um ambiente mais confinado com valores maiores entre 38,46 a 52,53  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ . Embora o ambiente seja notadamente acumulador de cátions básicos, a alteração no pH do solo influenciou na dinâmica de cargas.

**Tabela 2 - Análises químicas dos solos dos manguezais do Parque da Mantegueira, Lagoa Encantada e seus Apicuns associados.**

Perfil	Prof.	pH H <sub>2</sub> O	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	MO	SB	H+Al <sup>3+</sup>	V
	cm		---- mg/dm <sup>3</sup> ----		--- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> --		mg/dm <sup>3</sup>	dag/kg	-- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> --		%
M1 - Manguezal Parque da Mantegueira											
P1	0 -20	8,07	590,00	10,95	14,04	19,25	2,162	39,26	93,31	22,50	80,60
P2	40 -60	8,15	521,00	10,05	19,44	13,37	1,020	35,45	71,41	4,20	94,40
Apicum Parque da Mantegueira											
P3	0 -10	8,59	213,00	14,80	3,43	3,97	526,70	6,50	27,01	0	100,00
P4	20 -30	8,30	45,00	18,90	3,28	3,29	382,60	6,58	9,29	0	100,00
M2 - Manguezal Lagoa Encantada (Borda)											
P5	0 -20	7,01	172,00	6,60	11,11	4,34	127,60	7,98	25,97	0,50	98,10
P6	40 -60	7,45	88,00	6,10	13,15	1,97	360,40	7,06	23,1	0	100,00

M3 - Manguezal Lagoa Encantada (Interior)											
P7	0 -20	4,55	165,00	8,30	17,88	5,86	848,20	39,81	38,46	16,50	70,00
P8	40 -60	5,19	303,00	14,10	15,75	10,87	1.291	36,75	52,53	17,80	74,70
Apicum Lagoa Encantada											
P9	0 -10	5,95	127,00	11,40	1,95	3,68	212,90	7,09	8,60	4,00	68,30
P10	20 -30	6,10	72,00	10,70	1,07	2,20	221,80	6,49	15,05	1,00	93,80

Apesar de o mar ser a principal fonte de sais solúveis para os solos de manguezal, os valores de SB dos solos não variam diretamente conforme a sua proximidade, mas sim com o incremento de partículas finas no solo e material orgânico. O manguezal urbanizado M3, referente à parte interior da Lagoa Encantada, apesar de ter sido desconectado do mar, conseguiu manter seus cátions trocáveis por conta da sua textura mais argilosa, por apresentar um teor de MO maior que M2 e por estar em um ambiente mais confinado (Tabela 2).

Os altos valores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  no complexo de troca, demonstram a influência do mar, mesmo nos manguezais urbanizados, em que se percebe um decréscimo nos valores. A concentração desses cátions nessas áreas é bem superior a de solos não halomórficos, que têm  $\text{Na}^+$  variando entre 0,1 a 100 mg/L e  $\text{K}^+$  com valores menores que 10 mg/L (PEDROSA e CAETANO, 2002).

É possível perceber que assim como em M3, ocorre também em M2 um processo de lixiviação de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Porém, como foi observado em campo, as áreas de manguezal urbanizadas apresentam muitas conchas em meio ao solo. De acordo com SILVA (2010), a composição química de conchas é de praticamente 50% de  $\text{CaCO}_3$ , enquanto MgO é de aproximadamente 0,1%. Essa diferença substancial na composição das conchas, evidencia o processo de reposição de Ca no solo, em que o input é bem superior ao de Mg, elevando assim os valores de Ca nesses solos.

Os teores de carbono orgânico encontrados são elevados e condizentes com o ecossistema estudado, que possuem elevada produtividade e deposição de matéria orgânica. É possível observar isso principalmente em M1 e M3 é possível observar essa acumulação em que os valores variaram de 35,45 a 39,81 dag/kg. É importante destacar que M3 representa o manguezal do interior da Lagoa Encantada, ou seja, apesar de ser

um manguezal urbanizado e com todas as modificações ocorridas, apresenta altos valores de MO. Isso acontece principalmente por conta desse manguezal estar localizado na parte abaciada do relevo, isso faz com que essa área consiga se manter alagada por mais tempo, pela contribuição pluvial. Dessa forma, com um ambiente anóxico por mais tempo do que M2, que se encontra na borda da Lagoa Encantada. M2 perde a água de forma mais rápida, fazendo com que a MO seja mais degradada por ações oxidativas, com destaque para a ação da microbiota do solo.

### ***Neogênese mineral - Pirita***

A pirita é formada por Fe e S ( $\text{FeS}_2$ ), em que a média da sua composição é 53,4% de S e 46,6% de Fe, para piritas sem impurezas. Foi possível detectar pirita em todos os manguezais estudados (M1, M2 e M3) através da utilização do MEV-EDS. O solo em M3 apresentou uma composição média com teores de S a 32,50% e Fe a 30,21%, atribui aos elevados teores de Fe a relação com os tabuleiros costeiros adjacentes à área. Esses valores foram bem próximos às concentrações das piritas do manguezal de referência (M1) com 33,65% de S e 27,97% de Fe. Isso ocorre principalmente por conta da dinâmica hidrológica da área (M3), em que o período que o solo fica coberto por água é o suficiente para preservar os minerais sulfetados. Apesar de não estar diretamente em contato com o mar, sofre encharcamento através da água da chuva e pelo lençol freático. Essa área é caracterizada, por ter várias lagoas ao entorno, evidenciado essa característica do microrelevo. Dessa forma, o S e a pirita, que já estavam presentes no solo, conseguem se manter sem serem perdidos ou oxidados. É possível observar claramente a morfologia framboidal típica da pirita (RICKARD, 2016) em M1 e M3 (Figuras 1 e 3 – Imagens A e C) que comprovam a sua ocorrência.

O manguezal da borda da Lagoa Encantada (M2) sofre um processo diferente, por estar em uma parte mais elevada do microrelevo, e também por ser influenciado pelas drenagens que foram construídas na área. Assim, como a drenagem é facilitada, a pirita e os outros sulfetos são oxidados para sulfato. Esse processo fica evidente na tabela da concentração dos elementos, em que o S é responsável por apenas 8,22 % e o Fe por 23,069 %. Ou seja, o Fe assim como o S está sendo oxidado (Tabela 3), porém a oxidação do S é mais expressiva em todos os manguezais. Isso pode ser notado na Figura 2 - imagem B, em que é possível observar que a pirita esteja se desagregando.

Recorrendo a tabela 2, isso se confirma pelo decréscimo dos valores de S e MO no manguezal da borda (M2).

**Tabela 3 – Porcentagem da composição química da Pirita em relação a oxidação do S e Fe.**

Manguezais	S (%)	Fe (%)
M1 – Manguezal Parque da Mantegueira	33,65	27,97
Taxa de oxidação (%)	37	40
M2 - Manguezal da Lagoa Encantada (Borda)	8,22	23,06
Taxa de oxidação (%)	85	50
M3 - Manguezal da Lagoa Encantada (Interior)	32,50	30,21
Taxa de oxidação (%)	40	35

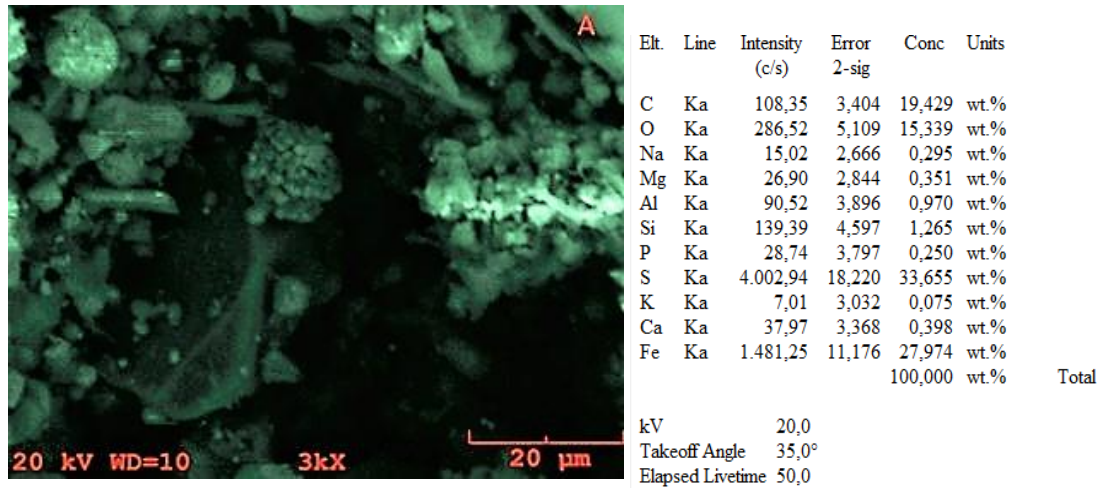
Composição média da Pirita pura: 53,4% de S e 46,6% de Fe.

Uma característica importante que se deve destacar sobre os solos que apresentam pirita mais preservada (M1 e M3), é o elevado teor de MO (Tabela 2). A quantidade de pirita por área aumenta à medida que se tem maiores quantidade de restos e detritos vegetais (WADA E SEISUWAN, 1986).

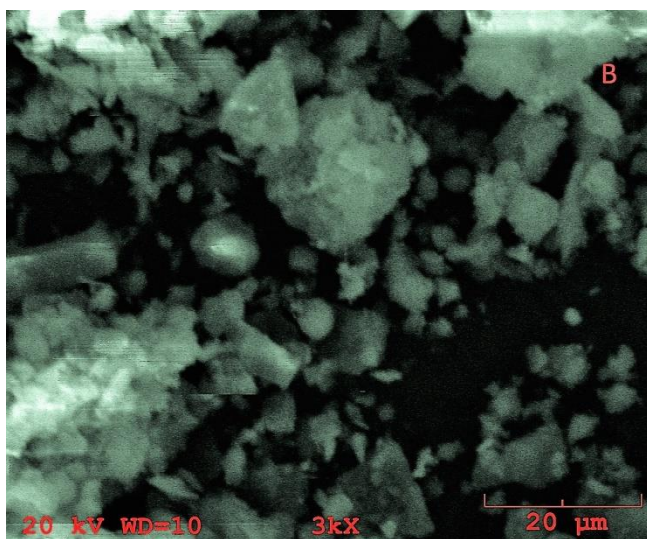
Foi possível observar que as áreas com maior preservação das piritas foram às áreas com os maiores teores de MO e/ou argila e com drenagem impedida, logo são as áreas menos expostas à ação do oxigênio. Tal situação refletiu diretamente na intensidade dos picos de pirita (M1 e M3), bem superiores à área do manguezal mais próximo ao centro urbano e mais exposto (M2).

É importante salientar que os valores da concentração de carbono encontrados na tabela das piritas apresentam valores bem abaixo do que foi encontrado nas análises de rotina. Esse fato pode ser explicado pela sensibilidade do aparelho em quantificar

carbono, pois o MEV-EDS é mais indicado para leitura de elementos químicos com número atômico acima do Na. Outra questão é sobre a metodologia da análise de quantificação do carbono utilizada, em que pode ocorrer a superestimação dos valores, através da oxidação dos elementos que estão na forma reduzida nos minerais, como por exemplo, a pirita, e serem assim contabilizados.

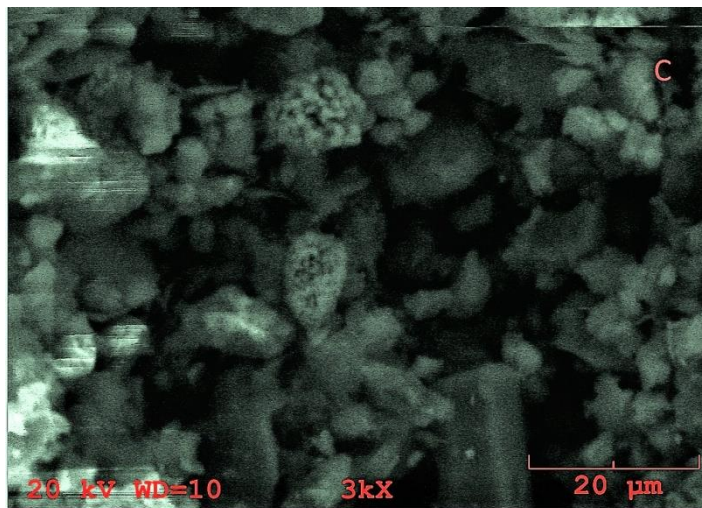


**Figura 2** - Imagem (MEV –EDS) Morfologia framboidal cúbica, típica da estrutura da pirita (A), encontradas na fração silte de solos de manguezal do Parque da Mantegueira, Vila Velha – ES. A tabela destaca as intensidades e percentagem dos elementos.



Elf.	Line	Intensity (c/s)	Error 2-sig	Conc	Units	
C	Ka	3,87	0,883	4,725	wt.%	
O	Ka	133,82	3,345	45,021	wt.%	
Na	Ka	1,29	0,805	0,314	wt.%	
Mg	Ka	2,19	0,819	0,348	wt.%	
Al	Ka	75,37	2,575	9,831	wt.%	
Si	Ka	63,04	2,389	7,790	wt.%	
P	Ka	1,86	0,984	0,233	wt.%	
S	Ka	73,72	2,614	8,223	wt.%	
K	Ka	1,53	0,905	0,178	wt.%	
Ca	Ka	2,30	0,906	0,267	wt.%	
Fe	Ka	105,30	2,981	23,069	wt.%	
				100,000	wt.%	Total
kV		20,0				
Takeoff Angle		35,0°				
Elapsed Livetime		50,0				

**Figura 3** Imagem (MEV –EDS) A morfologia framboidal da pirita encontrada em (A) já não é possível observar em (B) nos solos do manguezal da borda da Lagoa Encantada Vila Velha -ES. A tabela destaca as intensidades e percentagem dos elementos.



Elt.	Line	Intensity (c/s)	Error 2-sig	Conc	Units
C	Ka	0,03	1,125	0,072	wt.%
O	Ka	56,62	2,249	27,653	wt.%
Na	Ka	3,40	0,919	0,878	wt.%
Mg	Ka	4,16	0,910	0,712	wt.%
Al	Ka	21,72	1,568	3,039	wt.%
Si	Ka	27,88	1,774	3,352	wt.%
P	Ka	8,06	1,348	0,942	wt.%
S	Ka	294,84	4,981	32,504	wt.%
K	Ka	0,03	0,929	0,004	wt.%
Ca	Ka	4,81	1,090	0,627	wt.%
Fe	Ka	129,89	3,315	30,216	wt.%
				100,000	Total
kV		20,0			
Takeoff Angle		35,0°			
Elapsed Livetime		50,0			

**Figura 4** - Imagem (MEV –EDS) A morfologia framboidal da pirita encontrada em (A) também é encontrada em (C) nos solos do manguezal da parte interna da Lagoa Encantada Vila Velha -ES.

**Tabela 4** - Valores dos ânions, obtidos através da análise realizada por cromatografia iônica.

Amostra	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	Cl/Br	Condutividade 25°C
	----- mg/L -----				S/m
M1 - Manguezal Parque da Mantegueira					
P1	2.259,00	5.980,00	16,5	362,42	2,05
P2	1.569,00	6.232,00	16,3	382,33	2,08
Apicum Parque da Mantegueira					
P3	327	1.933,00	6,47	298,7	0,609
P4	309	1.741,00	5,75	302,7	0,450
M2 - Manguezal Lagoa Encantada (Borda)					
P5	634	991	2,08	479,32	0,721
P6	885	1.321,00	2,27	581,93	1,251
M3 - Manguezal Lagoa Encantada (Interior)					
P7	2.267,00	1.330,00	1,94	685,56	0,490
P8	4.608,00	2.143,00	3,14	682,48	2,05
Apicum Lagoa Encantada					
P9	303	1.192,00	3,06	389,54	0,672
P10	306	1.318,00	3,21	410,59	0,609

### *Geoquímica dos solos*

A concentração média de Cl<sup>-</sup> na crosta terrestre, litosfera e solo é de 1.500 mg/L, 480 mg/L e 100 mg/L, respectivamente (YAALON, 1963). Porém, os oceanos apresentam valores que oscilam entre 18.000 a 21.000 mg/L (DAVIS et al., 1998). A concentração do ânion cloreto é pronunciadamente maior em M1 com valores variando de 1.741 a 6.232 mg/L (Tabela 4). Enquanto M2 apresentou um decréscimo, com valores próximos a 1.330 mg/L. Em M3 encontrou-se uma concentração maior, com teores de 1.192 a 2.143 mg/L. Dessa forma, é possível observar que a concentração de cloreto foi elevada em todos os manguezais, se comparado com os valores médios para outros solos, apresentando valores mais próximos ao da água do mar.

As concentrações para o sulfato (Tabela 3) mostraram-se superiores ao limite de 0,05 % necessário para constatar tiomorfismo (EMBRAPA, 2018) em todos os solos, com exceção apenas de P3, P4, P9 e P10 que são os apicuns e naturalmente não apresentam tiomorfismo.

Segundo WINTER (1998), a concentração média do enxofre nas rochas crustais é 420 mg/L, na água do mar 928 mg/L e no solo mg/L. Para a concentração do ânion sulfato, todos os pontos, com exceção dos apicuns, apresentaram horizonte sulfúrico, com teores superiores a 500 mg/L, conforme critério da EMBRAPA (2018). P1 e P2 apresentaram concentrações variando entre 1.569 a 2.259 mg/L e P7 e P8, que se referem ao manguezal da parte interior do manguezal da Lagoa Encantada, com as maiores concentrações, variando entre 2.267 a 4.608 mg/L. Ou seja, apesar de P1 e P2 estarem mais próximos ao mar e ativamente relacionados à dinâmica da maré, o manguezal da Lagoa Encantada de alguma forma consegue manter os altos valores para sulfato, o que pode estar relacionado ao seu ambiente de aprisionamento. O manguezal com os menores valores para sulfato foi o da borda da Lagoa Encantada (P5 e P6), com valores entre 634 e 885 mg/L. Os valores abaixo de 500 mg/L encontrados, estão associados aos Apicuns, que não se enquadram nos critérios de horizonte sulfúrico.

O teor de bromo na crosta continental é de cerca de 1,6 mg/L, variando entre 0,2 e 10 mg/L com os maiores valores em sedimentos argilosos. Em solos, a faixa típica é de 5 a 40 mg/L (KABATA e PENDIAS, 1992), mas valores superiores a 400 mg/L também foram determinados em solos de áreas costeiras (YUITA, 1983). Já para valores de água do mar, a concentração varia entre 60 - 80 mg/L e de água doce entre 0,01 a 0,8 mg/L. Nesse sentido é possível perceber que M1 (Manguezal referência) apresentou valores intermediários para a faixa típica de solos, próximo a 16,3 mg/L, e M2 e M3 com média entre 2,27 á 3,94 mg/L respectivamente, com valores abaixo do esperado para solos costeiros. Acredita-se que a redução de Br<sup>-</sup> identificada nos solos/sedimentos coletados pode estar acontecendo por conta do aumento da influência das terras altas terrestres adjacentes, tendo em conta o princípio que o ambiente terrestre e, portanto, MO terrestre, é relativamente mais pobre em bromo (MORENO, 2017). E acrescenta-se a isso, ao fato da área ser naturalmente mais distante do mar, o que também pode explicar os menores valores para Br<sup>-</sup>.

A avaliação da condutividade elétrica de um líquido é uma maneira indireta de deduzir a presença de íons, geralmente de sais inorgânicos, dissolvidos na água, como cloretos, sulfetos, carbonatos, fosfatos. A presença dessas substâncias aumenta a condutividade elétrica da água. A diferença de condutividade elétrica e de salinidade é pronunciada entre água doce e água salgada. De maneira geral, são estabelecidos valores base para serem utilizados para a condutividade elétrica de acordo com a natureza da água (ALVES, 2016). Usualmente se utiliza de 0,1 – 2 dS/m para fontes de água doce e 50 dS/m para a água do mar.

Os solos dos pontos P1, P2, P5, P6 e P8 apresentaram caráter sálico (C.E. > 7 dS/m. Apenas P7 e os apicuns estudados P3, P4, P9 e P10 apresentaram caráter salino ( $4 > \text{C.E.} < 7$  dS/m). Deve-se salientar que a salinidade nestes ambientes varia muito, e a época em que a coleta foi realizada se tratava de períodos chuvosos, o que tende a diminuir a salinidade das áreas, principalmente como se observou no horizonte superficial de M3.

É importante observar a diferença substancial nos valores de salinidade entre os manguezais, em que o manguezal de referência M1, apresentou salinidade variando entre 20,5 a 20,8 dS/m. A riqueza em sais neste ambiente era esperada devido à forte influência da maré, mostrando coerência com a proporção destes elementos na água do mar (CARVALHO, 1995). M2 apresentou 7,21 dS/m no horizonte superficial, ou seja, no limite para ser classificado como sálico e 12,51 dS/m no horizonte mais profundo. M3 com 4,9 dS/m em superfície e 20,5 dS/m em profundidade. O que se pode observar, é que no manguezal de referência (M1) os valores de condutividade elétrica praticamente não variaram em relação à profundidade. Já M2 e M3 apresentaram valores de condutividade elétrica bem maior em profundidade, evidenciando a mudança que está ocorrendo nessas áreas, principalmente em relação aos sedimentos que estão sendo trazidos para a superfície, e a influência da água doce, através das inundações da área. Segundo DENT (1986), em áreas de solos tiomórficos permeáveis, os sais podem ser facilmente lixiviados pelas águas pluviais ou por inundação com água doce. Dessa forma, pode-se inferir que a vegetação aí desenvolvida, não exclusiva de manguezais esteja ocorrendo justamente devido à baixa salinidade.

### ***Relação Cloreto vs Brometo***

Tradicionalmente, o Brometo tem sido usado em conjunto com o cloreto como traçador geoquímico para intrusão de água do mar em áreas costeiras (ALCALÁ e CUSTODIO, 2008). De acordo com DAVIS et al. (1998), a abundância entre o Cloro e o Bromo no ambiente apresenta uma diferença primordial, tanto na água quanto nas rochas. O cloro geralmente é de 40 a 8.000 vezes mais abundante que o bromo. Uma pequena mudança na quantidade de Br<sup>-</sup> dissolvido na água provoca substancial diferença na relação Cl/Br.

As amostras são apresentadas no gráfico das razões Cl<sup>-</sup> versus Br<sup>-</sup> (Fig. 5). Os clusters exibidos pelo gráfico permitem identificar os níveis consistentemente mais baixos de Cl<sup>-</sup> e Br<sup>-</sup> para o agrupamento a partir de P3, que se referem a M2 e M3. Já M1 apresentou uma relação Cl/Br com pouca variação entre os seus horizontes, valores entre 362,42 em superfície (0-20 cm) e 382,33 (40-60 cm). M2 apresentou uma variação de 479,32 (0-20 cm) a 581,93 (40-60 cm). E M3 assim como em M1 os valores praticamente não variaram, com 685,56 (0-20 cm) e 682,48 (40-60 cm). É possível observar que M2 e M3 apresentaram valores para a relação Cl/Br bem acima que M1.

A relação entre cloreto e brometo do manguezal do Parque da Mantegueira (M1) e do manguezal da Lagoa Encantada (M2 e M3) permite observar efeitos da geoquímica da área estudada. Uma primeira observação refere-se a uma diminuição do brometo no manguezal da Lagoa Encantada se comparado à proporção em águas oceânicas com média de cloreto dissolvido de 19,3 g/L e Bromo 66 mg/L; isto é, Cl/Br = 293 (FONTES e MATRAY, 1993). As amostras da solução do solo da Lagoa encantada (M1 e M2), a média da relação é definida por Cl/Br = 530 e 684 para M1 e M2, respectivamente; mostrando um déficit de bromo em relação ao valor médio relatado nos oceanos. Já no Parque da Mantegueira (M1) ocorre uma boa adequação à razão média para áreas próximas da linha de costa com Cl/Br = 372. Dessa forma, a diminuição de brometo nos pontos da Lagoa Encantada, resulta em uma maior relação Cl/Br, e apesar dos valores de cloro também serem menores nessas áreas, o que realmente faz os valores dessa razão ter um aumento significativo, são as menores concentração de Br. Tal distribuição apoia a ideia de que ocorre uma absorção efetiva de bromo por processos biológicos (WHITMER et al., 2000).

Percebe-se a ocorrência de uma semelhança entre o manguezal de referência e o manguezal da parte interior da Lagoa Encantada, em relação a algumas características químicas. Em que M3 que não sofre influência da água do mar, porém está conseguindo manter algumas características básicas do seu ambiente de formação, por conta de estar localizado em um ambiente anóxico. Já o manguezal da borda da Lagoa Encantada apresenta um comportamento diferente, isso se dá por ele estar, como já explicado anteriormente, em uma área um pouco mais elevada, mas o suficiente para não deixar que a água que entra no sistema se mantenha por mais tempo, como acontece no exemplo anterior. Nessa área, os resultados são evidentes de uma mistura mais forte com a água doce, originada por uma maior produção de escoamento de chuva fazendo com que haja uma diluição do brometo e menores concentrações iônicas.

### ***Vegetação***

No manguezal de referência (M1) foram encontrados espécies típicas da costa brasileira, *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. Além destas, foram identificadas espécies adaptadas ao ambiente salino da família das *Combretaceae*, *Cyperaceae* e *Poaceae*, como a *Fimbristyles cymosa*, *Sporobolus virginicus*, *Sarcocornia ambigua*. Já nos manguezais da Lagoa Encantada (M2 e M3) a possível diminuição da salinidade nos sedimentos, aparentemente está condicionando uma distribuição de vegetação diferenciada. O mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) foi a única espécie não encontrada em nenhuma das áreas do manguezal da Lagoa Encantada, borda (M2) e interior (M3), o mangue branco (*Laguncularia racemosa*), foi encontrado nas duas áreas do manguezal da Lagoa Encantada, porém, sendo predominante em toda a extensão do manguezal da borda. Já o mangue preto (*Avicennia schaueriana*) apenas identificado na área da borda do manguezal da Lagoa Encantada (M2). O manguezal do interior (M3) apesar de apresentar características químicas mais próximas do manguezal de referência, apresentou apenas uma espécie típica de manguezal, a *Laguncularia racemosa*. Em toda a extensão dos manguezais da Lagoa Encantada é possível perceber que as características florísticas e fitossociológicas estão sendo modificadas. É possível testemunhar a entrada de espécies não exclusivas de manguezal como a aroeira (*Schinus terebinthifolius*), barba de velho (*Tillandsia*

*usneoides*) e a samambaia do brejo (*Blechnum serrulatum*) todas elas em grande número na área.

### **Conclusões**

O manguezal da Lagoa Encantada está sujeito a transformações pela oxidação de seus constituintes, isso resulta em mudanças químicas, físicas e biológicas.

Os sais solúveis de cloretos e sulfatos encontram-se em altas concentrações, especialmente na área do interior do manguezal da Lagoa Encantada.

A pirita framboidal encontra-se deformada nas amostras onde a oxigenação do ambiente é mais evidente.

A urbanização tem bloqueado a chegada da maré na Lagoa Encantada. A manutenção do manguezal depende da água do mar e a sua ausência promove modificações no sistema solo-água-plantas.

A sucessão vegetacional já é notória com a presença de espécies não adaptadas a ambiente salino.

## Referências

Alcalá, F. J; Custodio E. **La relacion Cl/Br como indicador del origen de la salinidad en algunos acuíferos de España y Portugal. Groundwater Flow Understanding, from Local to Regional Scale.** In: Congreso International Association Hydrogeologists - Alhsud, 33. Zacatecas. 4 p, 2008.

Alves, L. S. **Desenvolvimento de Medidor de Condutividade Elétrica da Água para fins de Monitoramento Ambiental.** Porto Alegre, Trabalho de diplomação em Engenharia Física apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como exigência para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Física.18p, 2016.

Araújo, D.S.D. & Henriques, R.P.B. **Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In Restingas: origem, estrutura, processos.** CEUFF, Niterói. 159-193p, 1984.

Carvalho, I.G. **Fundamentos da Geoquímica dos Processos Exógenos.** Salvador, BA: Bureau. 293p, 1995.

Cintrón, G; Schaeffer, N.Y. **Introduccion a la ecologia del manglar.** Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe, 109p, 1985.

Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA.nº. 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.** Ministério do Meio Ambiente: CONAMA. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial, 2002.

Davis, S. N; Whittemore, D. O; Martin, J. F. **Uses of Chloride/Bromide Ratios in Studies of Potable Water.** Ground-Water, v. 36, n. 02.338-350p, 1998.

Dent, D. **Acid sulphate soils: a baseline for research and development.** Int. Inst.For Land Reclamation and Improvement.203p,1986.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro. 213p, 2017.  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação - SPI. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Brasília. 412p, 2018.

Fontes, J.C; Matray, J.M. **Geochemistry and origin of formation brines from the Paris Basin, France**. Chemical Geology, 109, 149–75p,1993.

Kabata, P; Pendias, H. **Trace Elements in Soils and Plants**. 2 ed. London: CRC Press, 1992.

Lima, T.M.J; Tognella, M.M.P. **Estrutura e Função dos Manguezais: revisão conceitual Encicl. Biosf.**, 8, pp. 1801 - 1827  
Brandl H (2008) Microbial leaching of metals. Biotechnology Set, 2<sup>a</sup> ed. 191-224p, 2012.

Lugo, A. E; Cintrón, G; goenaga, C. **Mangrove ecosystem under stress**. 129-153p. In: G. W. Barret & R. Rosemberg (eds.). Stress Effects on Natural Ecosystems. Jonh Wiley & Sons Ltd,1981.

Maciel, N. **Os manguezais e as unidades de preservação no Brasil**. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 1). Cananeia-SP. 149-172p, 1987.

Moreno, J; Fatela, F; Leorri, E; Moreno, F; Freitas, M.C; Valente. T; Araújo, M.F; Gómez-Navarro, J.J; Guise, L; Blake, W.H. **Bromine soil/sediment enrichment in tidal salt marshes as a potential indicator of climate changes driven by solar activity: new insights from W coast Portuguese estuaries**. Total Environ.324-338p, 2017.

Pedrosa, C; Caetano, A. **Águas Subterrâneas**. Agência Nacional das Águas-ANA, Superintendência de Informações Hidrológicas-SIH, Brasília, 2002.

Rickard, D. **The many faces of fool's gold: Pyrite, an iron sulfide, may be worthless to gold miners, but the mineral has great utility in everything from fertilizer to electronics**. American Scientist, 2016.

Silva, D; Debacher, N; Castilhos, J.A; ROHERS, F. **Caracterização físico-química e microestrutural de conchas de moluscos bivalves provenientes de cultivos da região litorânea da Ilha de Santa Catarina.** Quim Nov. 33:1053–1058p, 2010.

Twilley, R.R; Rivera, M.V.H. **Developing performance measures of mangrove wetlands using simulation model sof hydrology, nutrient biogeochemistry, and community dynamics.** Journal of Coastal Research, 40: 79-93p, 2005.

Wada, H; Seisuwan, B. **The process of pyrite formation in mangrove soils.** In: Dorst, H. (Ed.), Selected Papers of the Dakar Symposium on Acid Sulphate Soils, Wagening. ILRI, Netherlands. 24-37p, 1986.

Whitmer. S; L. Baker, R. **Wass Loss of bromide in a wetland tracer experiment Environment.** Qual., 29. 2043-2045p, 2000.

Winter M. 1998. Web-Elements. Disponível em: <http://www.shef.ac.uk/~chem/web-elements>. Acessado em 10 jan, 2019.

Wolt, J. D. **Soil solution chemistry: applications to environmental science and agriculture.** New York: John Wiley, 1994.

Yaalon. **On the origin and accumulation of salts in ground water and in soils of Israel.** Bull. Res. Counc. Isr., Sect. G, 11. 105-131p, 1963.

Yuita, K.: **Iodine, bromine and chlorine contents in soils and plants of Japan. III Iodine, bromine and chlorine contents in the Andosols and plants of Central Honshu.** Soil Sci. Plant Ntar. 29, 403-428p, 1983.

## Apêndice

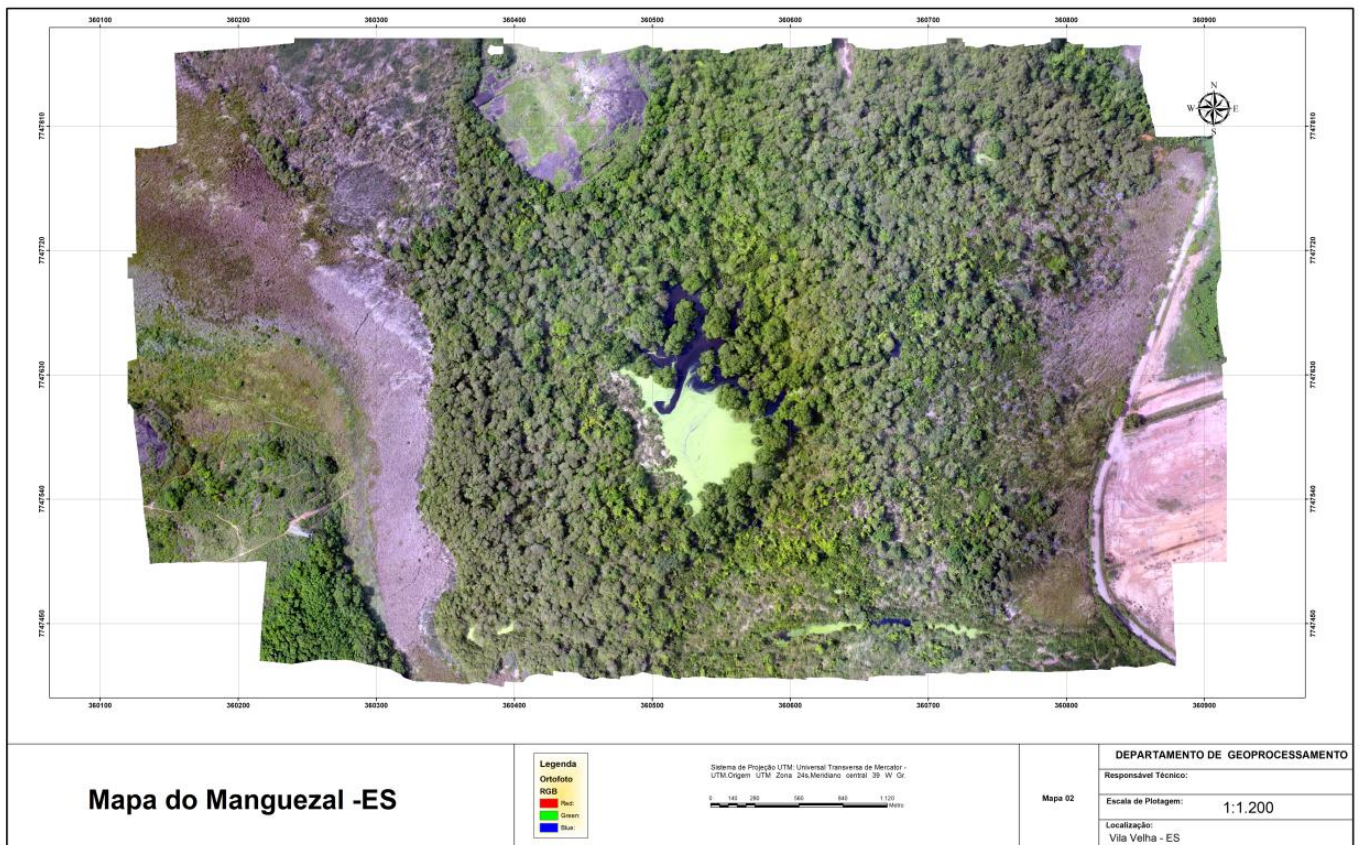
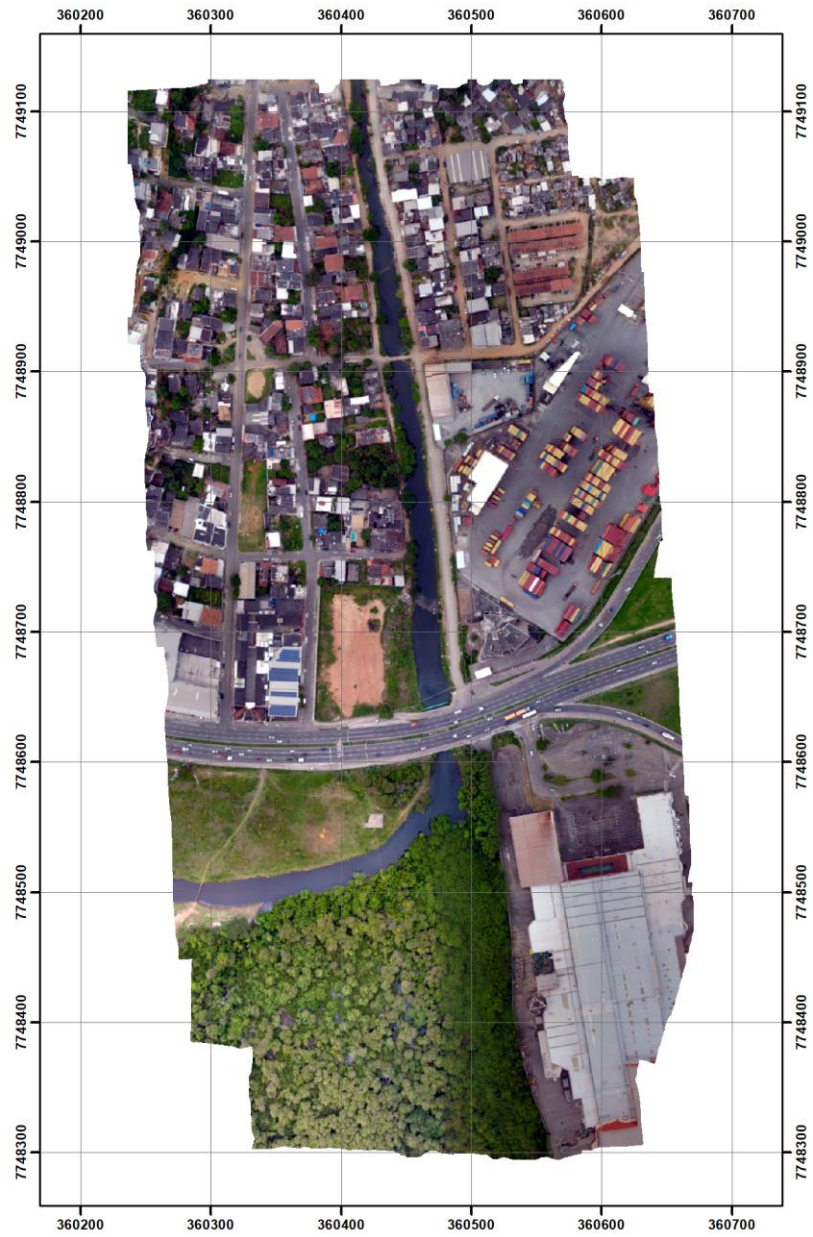


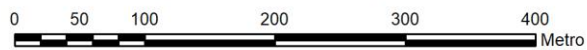
Figura 4 – Mapa do interior do manguezal da Lagoa Encantada.



### Mapa do Manguezal -ES

Legenda	
voo_3_orto.tif	
RGB	
Red: Band_1	
Green: Band_2	
Blue: Band_3	

Sistema de Projeção UTM: Universal Transversa de Mercator -  
 UTM.Origem UTM Zona 24s,Meridiano central 39 W Gr.



1:3.800

DEPARTAMENTO DE GEOPROCESSAMENTO

Figura 5 - Mapa do interior do manguezal da Lagoa Encantada.