

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA

ANTONIO EDUARDO ROSENDO DOS SANTOS

ANALISE QUANTITATIVA DO RECOBRIMENTO POR FAUNA
INCRUSTANTE EM SUBSTRATOS REVESTIDOS POR TRATAMENTOS
“ANTI-FOULING”

SANTOS – SP
2017

ANTONIO EDUARDO ROSENDO DOS SANTOS

**ANALISE QUANTITATIVA DO RECOBRIMENTO POR FAUNA
INCRUSTANTE EM SUBSTRATOS REVESTIDOS POR TRATAMENTOS
“ANTI-FOULING”**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília, como parte dos requisitos para obtenção de Título de Mestre em Ecologia no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação do Prof. Dr. Fabio Giordano e da Profa. Dra. Luciana Lopes Guimarães.

**SANTOS – SP
2017**

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Santos, Eduardo Rosendo dos

Análise quantitativa do recobrimento por fauna incrustante em substratos revestidos por tratamentos "anti-fouling" Antonio Rosendo - 2017

96 p.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Giordano; Profa. Dra. Luciana Lopes Guimarães

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2017.

1. Tanino. 2. Anti-fouling. 3. Substratos consolidados. 4. resina. 5. Sucessão ecológica.

I. Giordano, Fabio, orient. II. Guimarães, Luciana, orient. III. Título Análise quantitativa do recobrimento por fauna incrustante em substratos revestidos por tratamentos "anti-fouling".

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisantia

Dedico este trabalho a minha esposa Márcia e meus filhos Juliano e Flavio, que puderam compreender minha ausência e dedicação para a conclusão desta dissertação.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Márcia Villar Franco Rosendo dos Santos, minha maior incentivadora, que acima de tudo torna minha vida mais fácil e simplifica todos os momentos difíceis que tivemos ao longo deste trabalho. Se não fosse ela jamais teria iniciado e concluído esta dissertação. Meu agradecimento especial a você.

Aos meus filhos Juliano e Flavio, sem eles nada teria sentido. Por entenderem a minha ausência e me apoiarem em minhas escolhas mesmo ainda não entendendo ao certo a necessidade de tamanha ausência.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Giordano, meu mestre, sempre disposto a me ajudar, me ensinando, sendo paciente e compreensivo. Sempre com palavras de incentivo e nunca me deixando perder o ritmo do trabalho.

À minha orientadora Profa. Dra. Luciana Lopes Guimarães, minha mestra, sempre disposta a me ajudar, me ensinando, sendo paciente e compreensiva. Sempre com palavras de incentivo e nunca me deixando perder o ritmo do trabalho.

A aluna do Curso de Biologia da Universidade Santa Cecília, Paula Garcia, minha companheira de coletas, sempre disposta a ajudar. Sempre com palavras de incentivo e nunca me deixando perder o ritmo do trabalho.

À equipe do Laboratório Central de Biologia da Unisanta, sem exceção, foram impecáveis quanto à organização e auxílio durante as análises dos materiais coletados.

Aos meus amigos mestrando, colegas de classe, sempre caminhando juntos, sempre dispostos a ajudar.

RESUMO

A incrustação de organismos marinhos (*fouling*) no fundo de embarcações traz sérios prejuízos a economia no mundo. Para diminuir os efeitos negativos causados pela bioincrustação são utilizadas frequentemente tintas tóxicas, que embora eficientes, são de difícil degradação pela natureza. O objetivo deste trabalho é testar se substâncias naturais a base de taninos contidos em folhas secas da planta chapéu de sol (*Terminalia catappa*) e da casca da banana verde (*Musa* sp), que possuem forte ação contra patógenos, são também eficazes no controle da bioincrustação dos organismos estuarinos. Utilizou-se placas cerâmicas recobertas pelos diferentes tratamentos (só resina, resina mais extrato de *Terminalia catappa* e resina mais extrato de *Musa* sp) imersas em três locais do estuário da Baixada Santista (São Vicente, Guarujá e Bertioga). Serviram como controle, lajotas sem qualquer tipo de recobrimento. O trabalho avaliou a biomassa bruta a cada 21 dias e o percentual de recobrimento inicial nas placas, e a biomassa acumulada após um período de 90 dias das placas imersas nos diferentes tratamentos e nos diferentes locais. Os resultados comparativos entre os diferentes tratamentos demonstraram que os tratamentos causam diferentes biomassas incrustantes. Houve maior incremento de biomassa nas placas controle, do que nas placas com recobrimento de resina e daquelas que tinham a mistura com extratos vegetais a base de tanino. Esta diferença foi mais acentuada no início do recrutamento da sucessão ecológica, nas três localidades estudadas, indicando que se trata de uma alternativa sustentável e menos agressiva ao meio aquático, e cuja utilização para combater a incrustação em curto prazo foi considerada eficiente, comparativamente aos prazos maiores que 45 dias, que já não garante efeito anti-incrustante perene, quando os seres mais tardios da sucessão começam a crescer sobre outros seres recém-incrustados e não mais sobre o substrato repelente.

Palavras Chave: Substâncias *anti-fouling*. Taninos. *Musa* sp. *Terminalia catappa*. Baixada Santista.

ABSTRACT

The recruitment of marine organisms larvae (fouling) on the bottom of vessels brings serious damages to the world economy. To reduce fouling negative effects, toxic inks are often used, which, although efficient, are difficult to be break down by nature. The objective of this work is to test whether natural substances, based on tannin extracted from dried leaves of the sun hat plant (*Terminalia cattapa*) and the green banana bark (*Musa* sp), which already have in nature, strong actions against pathogens, are also effective in controlling fouling of estuarine organisms. It was used as sampler ceramic plates covered by the different treatments (resin alone, resin mixed with *Terminalia cattapa* extract and resin mixed with *Musa* sp extract) immersed in three locations of the Baixada Santista Estuary (São Vicente, Guarujá and Bertioga). Tiles without any type of covering were used as control. The work evaluated the crude biomass accumulated every 21 days and the percentage of initial coating in the plates, as well as the accumulated biomass after a period of 90 days of observation in the different places. The comparative results between the different treatments demonstrated that the treatments were significantly different. There was a greater increase of biomass in the control plates, than in the plates with resin coating and with those that had the mixture with tannin vegetal extracts. Above all, the difference was more pronounced at the beginning of the recruitment of ecological succession than in the mid-successional process for all three localities studied. The results points that this treatment it is a sustainable and less aggressive alternative to avoid fouling in the aquatic environment, and its use to combat larvae recruitment in the short term is efficient. Although, in longer periods of time do not guarantee perennial anti-fouling effect. After 45 days successional processes begin to occur upon recent established fauna, other than on the repellent substrate.

Keywords: Anti-fouling substances. Tannins. *Musa* sp. *Terminalia catappa*. Baixada santista.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1 – Região Estuarina da Baixada Santista, com destaque para as três localidades onde foram imersas os conjuntos de placas de recrutamento. Canal de São Vicente (A), Canal do Porto de Santos (B) Rio Itapanhaú (C).	21
Figura 2 – Placas de cerâmica.	25
Figura 3 – Placas de cerâmica com furação diferenciada para identificar o posicionamento a ser analisado das lajotas após o recrutamento se estabelecer.	26
Figura 4 – Manta de fibra de vidro a ser aderida na placa de cerâmica.	27
Figura 5 – Revestimento das placas de cerâmica com destaque no detalhe de uma das placas.	28
Figura 6 – <i>Musa</i> sp (A) cujas cascas foram picotadas, pesadas (B) p e utilizadas para preparar a mistura de revestimento (C) com o uso de liquidificador industrial (D).	29
Figura 7 - Extrato seco e moído das folhas de <i>Terminalia catappa</i> utilizadas para preparar a mistura de revestimento.	29
Figura 8 – Conjunto de placas de cerâmicas foram revestidas com mantas de fibra de vidro impregnadas com Resina e extrato de casca de <i>Musa</i> sp (A) e placas de cerâmica revestidas com manta de fibra de vidro impregnada com resina misturada com extrato das folhas de <i>T. catappa</i> (B), e placas de cerâmica depois da resina seca de <i>Musa</i> sp (C) e placa de cerâmica depois da resina seca com <i>T. catappa</i> (D).	30
Figura 9 – Registro do peso das placas de cerâmicas antes da imersão das mesmas em água (A) registro do peso da placa de cerâmica recoberta por com a resina epóxi e a manta de fibra de vidro; (B) registro do peso da placa de cerâmica recoberta por com a resina epóxi e a manta de fibra de vidro impregnada com extrato de casca de <i>Musa</i> sp; (C) registro do peso da placa de cerâmica recoberta com a resina epóxi e a manta de fibra de vidro impregnada com extrato de folhas de <i>T. catappa</i> .	31
Figura 10 – Detalhes da amarração dos cabos às placas de cerâmicas de recrutamento (A); amarração pelas duas extremidades das placas de cerâmicas (B); amarração para garantir que a placa de cerâmica fique disposta na horizontal (C).	32
Figura 11 – Sorteio das placas de cerâmicas e distribuição das mesmas, mas nos conjuntos a serem submersos.	33

Figura 12 - Conjuntos de placas de cerâmica sendo montados conforme a disposição sorteada.	33
Figura 13 – Local de instalação das placas de cerâmica em Guarujá.	34
Figura 14 – Local de instalação das placas de cerâmica em Bertioga.	35
Figura 15 – Instalação das placas de cerâmica na cidade de São Vicente.	35
Figura 16 – Peso inicial da placa de cerâmica sem tratamento para utilizar como parâmetro de placa molhada.	36
Figura 17 – Peso inicial Guarujá. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	37
Figura 18 – 1ª coleta Guarujá. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	38
Figura 19 - Peso inicial Bertioga. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	49
Figura 20 - 1ª coleta Bertioga. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	50
Figura 21 - Peso inicial São Vicente. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	62
Figura 22 - 1ª coleta São Vicente. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	63
Figura 23 – Diferença de pesos (%) da incrustação das placas de cerâmica controle na cidade de Guarujá com tratamento de Resina.	74
Figura 24 – Diferença de pesos (%) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Guarujá com tratamento de <i>T. catappa</i> .	75
Figura 25 – Diferença de pesos (%) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Guarujá com tratamento de <i>Musa sp.</i>	76

Figura 26 – Diferença de pesos (%) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Bertioga com tratamento de Resina.	81
Figura 27 – Diferença de pesos (%) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Bertioga com tratamento de <i>T. catappa</i> .	82
Figura 28 – Diferença de pesos (%) da incrustação das placas de cerâmica (g) na cidade de Bertioga com tratamento de <i>Musa</i> sp.	83
Figura 29 – Diferença de pesos (%) da incrustação nas placas de cerâmica com tratamento de Resina na cidade de Bertioga.	88
Figura 30 – Diferença de pesos (%) da incrustação nas placas de cerâmica com tratamento de <i>T. catappa</i> na cidade de São Vicente.	90
Figura 31 – Diferença de pesos (%) da incrustação nas placas de cerâmica com tratamento de <i>Musa</i> sp. na cidade de São Vicente.	91

LISTA DE TABELAS E QUADROS

	Página
Tabela 1 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 15 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	39
Tabela 2 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 30 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	40
Tabela 3 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 45 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	42
Tabela 4 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 60 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	43
Tabela 5 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 75 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	45
Tabela 6 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 90 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	48
Tabela 7 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Bertioga após 15 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	50
Tabela 8 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Bertioga após 30 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	52
Tabela 9 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Bertioga após 45 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	54
Tabela 10 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Bertioga após 60 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina;	56

TER= Placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	
Tabela 11 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Bertioga após 75 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	58
Tabela 12 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Bertioga após 90 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	60
Tabela 13 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de São Vicente após 15 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	64
Tabela 14 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de São Vicente após 30 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	65
Tabela 15 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de São Vicente após 45 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	66
Tabela 16 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de São Vicente após 60 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	67
Tabela 17 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de São Vicente após 75 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	68
Tabela 18 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de São Vicente após 90 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com <i>T. catappa</i> ; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de <i>Musa sp.</i>	70

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 O USO DE TINTAS ANTI-INCRUSTANTES PARA EVITAR SUCESSÃO ECOLÓGICA DOS ORGANISMOS DO <i>FOULING</i>	15
1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	17
1.3 HIPÓTESES DO ESTUDO	19
1.4 OBJETIVOS	20
1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	21
2.1 SÃO VICENTE (CANAL DO JAPUÍ)	22
2.2 GUARUJÁ (PORTO DE SANTOS / VICENTE DE CARVALHO)	23
2.3 BERTIOGA (CANAL DE BERTIOGA-ITAPANHAÚ)	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 PREPARO DAS PLACAS DE RECRUTAMENTO	25
3.1.1 REVESTIMENTO DAS LAJOTAS DE CERÂMICA COM OS DIFERENTES TRATAMENTOS	27
3.2 PREPARAÇÃO DOS CONJUNTOS DE PLACAS PARA IMERSÃO	31
3.3 INSTALAÇÃO DAS PLACAS DE CERÂMICA	34
4. RESULTADOS	37
4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DO RECOBRIMENTO POR FAUNA INCRUSTANTE EM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS CONSOLIDADOS REVESTIDOS POR DIFERENTES TRATAMENTOS “ANTI- <i>FOULING</i> ”.	37
4.1.1 PRIMEIRA COLETA GUARUJÁ	37
4.1.2 SEGUNDA COLETA GUARUJÁ	40
4.1.3 TERCEIRA COLETA GUARUJÁ	42
4.1.4 QUARTA COLETA GUARUJÁ	43
4.1.5 QUINTA COLETA GUARUJÁ	45
4.1.6 SEXTA COLETA GUARUJÁ	47
4.1.7 PRIMEIRA COLETA BERTIOGA	60
4.1.8 SEGUNDA COLETA BERTIOGA	52
4.1.9 TERCEIRA COLETA BERTIOGA	54
4.1.10 QUARTA COLETA BERTIOGA	56
4.1.11 QUINTA COLETA BERTIOGA	58
4.1.12 SEXTA COLETA BERTIOGA	60
4.1.13 PRIMEIRA COLETA SÃO VICENTE	62
4.1.14 SEGUNDA COLETA SÃO VICENTE	65
4.1.15 TERCEIRA COLETA SÃO VICENTE	66
4.1.16 QUARTA COLETA SÃO VICENTE	67
4.1.17 QUINTA COLETA SÃO VICENTE	68

4.1.18 SEXTA COLETA SÃO VICENTE	69
4.2 ANÁLISE COMPARATIVA DA INCRUSTAÇÃO ACUMULADA NOS TRATAMENTOS APÓS 90 DIAS DE IMERSÃO	71
4.2.1 TRATAMENTOS NA CIDADE DO GUARUJÁ	71
4.2.1.1 TRATAMENTO DE RESINA NA CIDADE DO GUARUJÁ	73
4.2.1.2 TRATAMENTO DE <i>T. catappa</i> NA CIDADE DO GUARUJÁ	75
4.2.1.3 TRATAMENTO DE <i>Musa</i> sp NA CIDADE DO GUARUJÁ	76
4.2.2 TRATAMENTOS NA CIDADE DA BERTIOGA	78
4.2.2.1 TRATAMENTO DE RESINA NA CIADDE DE BERTIOGA	80
4.2.2.2 TRATAMENTO DE <i>T. catappa</i> NA CIDADE DE BERTIOGA	82
4.2.2.3 TRATAMENTO DE <i>Musa</i> sp NA CIDADE DE BERTIOGA	83
4.2.3 TRATAMENTOS NA CIDADE DE SÃO VICENTE	85
4.2.3.1 TRATAMENTO DE RESINA NA CIDADE DE SÃO VICENTE	87
4.2.3.2 TRATAMENTO DE <i>T. catappa</i> NA CIDADE DE SÃO VICENTE	89
4.2.3.3 TRATAMENTO DE <i>Musa</i> sp NA CIDADE DE SÃO VICENTE	90
5. CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	94

1. INTRODUÇÃO

Tintas anti-incrustantes são usualmente aplicadas em veículos aquáticos comerciais e de passeio, plataformas petrolíferas, tubulações submarinas, comportas de represas, tanques destinados à aquicultura, dentre outras estruturas (YEBRA et al. 2004).

Devido às múltiplas aplicações mencionadas para as tintas anti-incrustantes, sua utilização como revestimento para proteção de embarcações vem sendo apontada por muitos autores como a de maior impacto ao ambiente, devido a sua grande aplicação em zonas costeiras (ALMEIDA, 2007).

Dentre a grande diversidade de grupos de contaminantes orgânicos com potencial para causar danos aos ecossistemas aquáticos, destacam-se os biocidas utilizados como princípio ativo de tintas anti-incrustantes. Esses tipos de tintas são aplicados com a finalidade de proteger ou combater e estabelecimento de comunidades bioincrustantes (*fouling*) sobre superfícies imersas na água (YEBRA et al. 2004).

Organismos incrustantes são conhecidos mundialmente pelo termo “*fouling*”, que segundo Wahl (1989), consiste no processo de colonização de superfícies sólidas. O termo *fouling* vem da língua inglesa que, em tradução livre, significa conjunto de organismos que sujam os cascos das embarcações (incrustação). Embora, o termo “sujar” não seja muito apropriado (pois, na verdade se tratam de seres vivos incrustantes e não sujeira propriamente dita), o termo ficou consagrado mundialmente e vem sendo muito utilizado inclusive na língua portuguesa, por isso neste trabalho será utilizado recorrentemente como sinônimo de organismos incrustantes em substratos artificiais. Sua forma vernácula de negação no sentido de “não incrustação”, também vem se consagrando como um termo corriqueiramente encontrado em rótulos de tintas ou produtos “anti-*fouling*”.

1.1- USO DE TINTAS ANTI-INCRUSTANTES PARA EVITAR SUCESSÃO ECOLÓGICA DO *FOULING*.

Segundo Kotrikla (2009), a utilização de tintas anti-incrustantes em embarcações se justifica por vários motivos dentre eles:

- A redução da fricção entre o casco e a água, necessitando maior potência dos motores gerando aumento no consumo de combustível;
- A redução de içamento para docagens, gerando aumento de custos e de resíduos;
- A redução dos níveis de corrosão, aumentando a docagem;
- A redução da possibilidade de introdução não intencional de espécies exóticas em ambientes aquáticos.

O uso de sistemas anti-incrustantes data de 2 mil anos atrás, quando as embarcações com cascos de madeira eram revestidas com chumbo e “untados” com uma mistura de óleo de baleia, enxofre e arsênio. Em 1625 foi patenteada como agente anti-incrustante por Wilian Beale, receita letal combinando arsênio, cobre e goma em pó que foi patenteada como agente anti-incrustante na Inglaterra, sendo assim passou a ser comum a utilização de sistemas anti-incrustantes incorporados às tintas em cascos de madeira das embarcações que foram substituídos por cascos metálicos em meados do século XVIII. A partir daí a navegação comercial e o uso de embarcações de lazer ficaram mais populares, aumentando consideravelmente a quantidade de biocidas utilizados em tintas anti-incrustantes (YEBRA et al. 2004).

Em meados do século XX, os óxidos de cobre e de zinco foram os primeiros biocidas utilizados regularmente em tintas anti-incrustantes, sendo, portanto, denominados de primeira geração. No entanto, a durabilidade destas tintas à base de óxidos metálicos se restringia ao máximo de 1 ano após sua aplicação (YEBRA et al. 2004).

As tintas anti-incrustante a base de chumbo, enxofre e arsênio perderam rápido a eficiência. Foi desenvolvida em 1961 a primeira tinta anti-incrustante à base de um composto organoestânico (COEs) (VOULVOULIS, SCRIMSHAW and LESTER, 1999).

Conhecidas como de segunda geração de tintas anti-incrustantes (FERNANDEZ, 2007), estas tintas utilizavam como princípio ativo os compostos Tributilestanho (TBT) e/ou Trifenilestanho (TPT). Foram empregadas amplamente e, na década de 1980, chegaram a ser aplicadas em 90% dos cascos dos navios em operação no mundo. Tal preferência por estas tintas anti-incrustantes se deu principalmente devido a sua grande durabilidade e eficiência (ALMEIDA 2007).

Ainda segundo Almeida (2007), com a utilização em embarcações que utilizavam tintas de autopolimento o período entre docagens aumentou para cerca de 7 anos diminuindo significativamente os custos de manutenção com as embarcações.

1.2. JUSTIFICATIVA

Mesmo com a grande eficiência das tintas anti-incrustantes de segunda geração, significativos foram os problemas relacionados à sua elevada toxicidade ambiental que começaram a surgir já na década de 1980. O primeiro caso comprovado e de significância devido a ação tóxica dos compostos organoestânicos ocorreu em ostras da baía de Arcachon (França), área cercada por marinas e pequenos portos (ALZIEU et al., 1982; ALZIEU, 2000).

Em moluscos foi observado efeitos deletérios, como diminuição do número de jovens recém-fixados, anomalias de desenvolvimento nas larvas e alteração das conchas denominada *balling*. O fenômeno conhecido como “*impoxes*”, efeito biológico relacionado a exposição aos COEs, caracteriza-se pelo surgimento de estruturas sexuais secundárias masculinas em fêmeas de moluscos prosobrânquios que, por ser extremamente específico e de fácil quantificação, vem sendo utilizado mundialmente como biomarcador de áreas contaminadas por esses compostos (KETATA et al., 2008).

Outras formas de se evitar a incrustação dos organismos marinhos devem ser buscadas uma vez que organismos da fauna e flora marinha, que não são alvos das tintas anti-incrustantes, também são largamente afetados pelas mesmas, fato que vem sendo preocupante como fonte de poluente emergente que se acumulam no ambiente.

Segundo Silva (2003) pode-se constatar que uma diversidade de linhas de pesquisas vem se desenvolvendo desde a década de 70, com organismos incrustantes. Em ecologia, esses estudos focalizam a dinâmica no processo de colonização dos organismos ao longo do tempo e em busca do entendimento da estrutura da comunidade.

No entanto, áreas do conhecimento como Ciência e Tecnologia que envolvem a preservação da biodiversidade, o interesse maior volta-se para o desenvolvimento de alternativas de produtos “*anti-fouling*” menos danosos ao

ambiente e de maior eficiência no combate as aderências biológicas sobre superfície de estruturas submersas construídas pelo homem.

Ainda segundo Silva (2003) nesta linha de pesquisa, poucos estudos têm avançado, uma vez que dentro de um prazo exíguo, os tratamentos anti-incrustantes convencionais serão banidos e uma alternativa eficiente deve ser logo apresentada. Da Gama et al. (2008) relacionam o efeito do extrato de algas Phaeophyta com ação biocida sobre o *fouling* mas, o uso de vegetais terrestres ainda é muito pequeno, sobretudo os que são considerados como resíduos sólidos orgânicos, como por exemplo, os utilizados neste estudo: a casca da banana e as folhas de árvores que se encontram na cidade e que são varridas diariamente do solo, fato que só aumenta o volume de resíduos coletado da cidade.

1.3 HIPÓTESES

Em busca de soluções anti-incrustantes menos poluentes para o ambiente marinho, compostos de taninos vem sendo testados. Por ser um grupo de compostos químicos da família dos polifenóis produzido por vegetais, os taninos podem ser facilmente encontrados em diferentes espécies de plantas e árvores.

Dentre as diversas espécies vegetais com comprovada produção de taninos disponíveis em nosso território levanta-se também a hipótese de que o uso de *T. catappa*, seria mais eficaz que o uso de *Musa* sp.

A *T. catappa* é uma espécie originária das Índias Orientais e Oceania e encontrada como árvore urbana no litoral brasileiro, conhecida popularmente como Amendoeira-da-Praia, Cuca, Chapéu-de-Sol. *Musa* sp. é considerada espécie de origem Asiática (Simmonds, 1995). Ambas as espécies são facilmente encontradas na região costeira do estado de São Paulo. A produção de taninos foi registrada para as duas espécies, mas ainda não foram encontradas aplicações práticas para os taninos como agentes anti-incrustante em superfícies artificiais. Estudos demonstram que a planta banana contém 5-hidroxitriptamina (de propriedades vasoconstritoras e inseticidas), ácido caprílico (de ação fungicida e pesticida), canferol (de propriedades antibacterianas), mas estas substâncias ainda não haviam sido testadas como anti-incrustantes em comunidades de *fouling*.

As duas espécies são exóticas e, por isso levanta-se a hipótese que o uso dessa biomassa como substância anti-*fouling* seria uma forma sustentável de se lidar com os resíduos sólidos derivados das duas plantas (casca da banana e folhas secas caídas do chapéu de sol).

Para o presente estudo específico de avaliação de incrustação de organismos marinhos, levanta-se a hipótese que ao se utilizar em substratos artificiais submersos revestimento por substâncias “anti-*fouling*” naturais, a base de resinas e taninos, a biomassa produzida será menor do que quando não utilizarmos tais substâncias.

1.4 OBJETIVO GERAL

O presente estudo visa testar o poder anti-incrustante de substâncias, de origem vegetal revestindo placas de cerâmica, imersas em três locais no sistema estuarino do Litoral Central Paulista: em Guarujá-SP, em Bertioga-SP e em São Vicente-SP.

1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se a mistura de casca verde de banana, *Musa* sp, homogeneizado com resina epóxi e aplicado na superfície da placa de cerâmica e avaliar no tempo e no espaço a redução do grau de recrutamento e aumento de biomassa do *fouling*;
- Avaliar a técnica de preparo e utilização do extrato úmido homogeneizado com a resina;
- Avaliar a técnica de preparo e utilização do extrato seco homogeneizado com a resina;
- Verificar se a mistura de folhas secas trituradas de *T. catappa* homogeneizada com resina epóxi, aplicada na superfície da placa de cerâmica e avaliar no tempo e no espaço a redução do grau de recrutamento e aumento de biomassa do *fouling*;
- Verificar através de recobrimento do grupo de placas de cerâmica controle, apenas com a resina epóxi, nas placas de cerâmica durante 90 dias, nas regiões estuarinas de Guarujá, Bertioga e São Vicente, analisando no tempo e no espaço o grau de recrutamento e aumento de biomassa do *fouling*.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

A escolha dessas regiões se deu pelo fato de, com essas localidades, conseguirmos mapear a quantidade de incrustação nas regiões de entrada das Ilhas de Santo Amaro e de São Vicente podendo comparar os tratamentos nas diferentes regiões estuarinas da baixada santista.

Os conjuntos de placas de cerâmica para recrutamento foram imersas em atracadouros de náuticas situados em três localidades distintas da Região Metropolitana da Baixada Santista especificamente no complexo estuarino da Baixada Santista/Bertioga (Figura 1):

Local 1 – Canal de São Vicente (Bairro do Japuú - “23°58’54.33 S” “46°23’34.77 W”.

Local 2 – Canal do Porto de Santos (junto ao distrito de Vicente de Carvalho – 23°56’16.3 S” “ 46°18’29.4 W”.

Local 3 – Canal de Bertioga (junto a foz do rio Itapanhaú – 23°50’28,0” S 46°08’35,5” W.

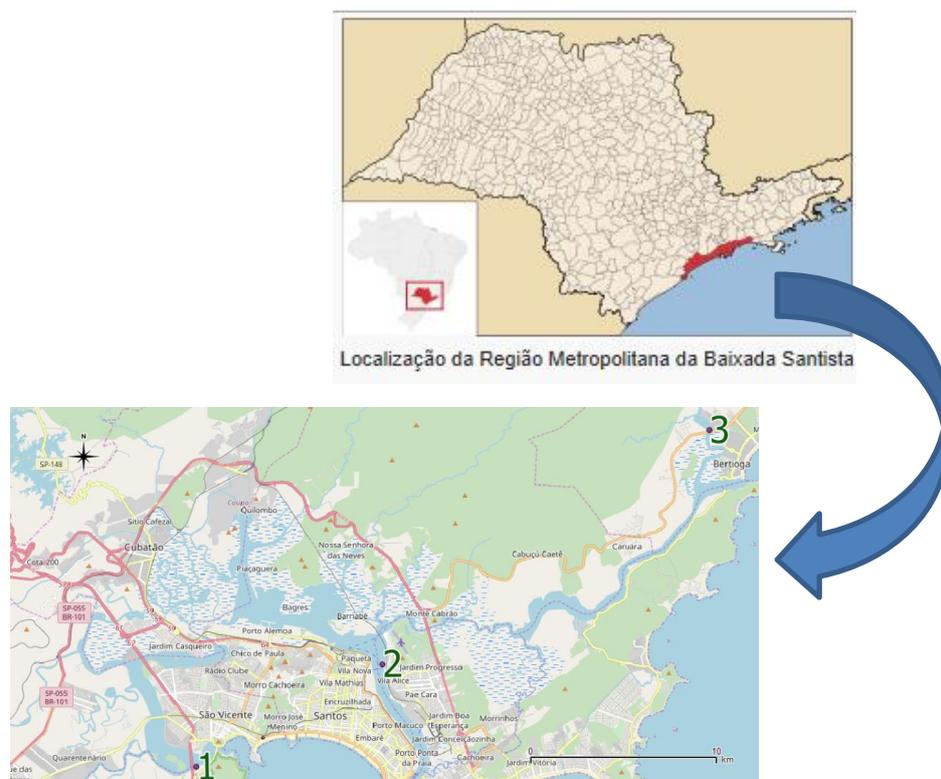


Figura 1 – Região Estuarina da Baixada Santista, com destaque para as três localidades onde foram imersas os conjuntos de placas de cerâmica para recrutamento. Canal de São Vicente (1) Canal do Porto em Guarujá (2) e no Rio Itapanhaú junto ao estuário de Bertioga (3).

2.1 SÃO VICENTE (CANAL DO JAPUÍ)

A Região de São Vicente é um município da Região Metropolitana da Baixada Santista no Estado de São Paulo, no Brasil. A sua população estimada pelo IBGE para 1º de julho de 2016, era de 357.989 habitantes. A sua área é de 148,424 km², o que resulta numa densidade demográfica de 2.247,88 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2017).

A ocupação intensa ao redor da Ilha de São Vicente, desde meados do século XIX, causou sérios danos a região. A degradação dos mangues, poluição dos corpos d'água pelo lançamento de efluentes, redução do índice de balneabilidade das praias e, ainda, as ocupações irregulares de encostas, de mananciais, das margens de rios e de manguezais, foram aspectos que estiveram associados a esse processo de urbanização (ZÜNDRITZ, 2006).

A região sofre constantemente alterações ambientais devido aos contaminantes decorrente da atividade humana. Regiões estuarinas são os ambientes que mais estão sujeitos a efeito do impacto industrial e urbana (LIVINGSTONE, 1998; 2007); (CLOERN, 2001) define eutrofização como miríade de respostas biogeoquímicas e ecológicas, direta ou indireta, responsável pela fertilização antropogênica dos ecossistemas costeiros, sendo assim, o aporte de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, um dos problemas em estuários ocasionados pela influência antropogênica. Somando-se a isso, o contínuo crescimento populacional junto aos ambientes costeiros, somado com o uso de combustíveis e fertilizantes fósseis, contribuem para o aumento da concentração de nutrientes no meio sedimentar, aquático e biológico. Com esse cenário, o ambiente aquático está exposto continuamente aos processos de poluição, devido a quantidade de substâncias químicas despejados na região (LIVINGSTONE, 1998).

2.2. GUARUJÁ (PORTO DE SANTOS / VICENTE DE CARVALHO)

Guarujá é um município da região metropolitana da Baixada Santista no estado de São Paulo, no Brasil. A cidade do Guarujá teve sua população estimada pelo IBGE para 2016, em 313.421 habitantes. A sua área é de 143.577 km², o que resulta em uma densidade demográfica de 2.026,80 habitantes por quilômetro quadrado. Santos é um município da Região Metropolitana da baixada santista no estado de São Paulo, no Brasil. A sua população estimada pelo IBGE para 2016, era de 434.359 habitantes. A sua área é de 280.674 km², o que resulta numa densidade demográfica de 1.494,26 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2017)

A poluição dos sedimentos está ligada diretamente com a poluição das águas e tem diversas origens, dentre as quais se destacam: efluentes domésticos, industriais, carga difusa urbana e agrícola. A situação fica mais crítica na região devido a atividades portuárias, depósito de resíduos industriais e urbanos. Sedimentos têm sido utilizados como indicadores ambientais, por possuem capacidade de incorporar e acumular elementos contaminantes. Pelo fato dos sedimentos serem levados pelos rios para outro curso de água e conseqüentemente para o mar, são feitas várias análises dos sedimentos e em diversos pontos da região de interesse, servindo para rastrear fontes de contaminação ou monitorar esses contaminantes (Pereira, 2007). A ocorrência de variações nas características físicas e químicas do meio (como pH, salinidade, conteúdo de quelantes (compostos químicos) orgânicos, entre outras) liberar um poluente incorporado ao sedimento. Mudanças nas condições ambientais e dragagens para manutenção de calado, modifica as características dos sedimentos podendo transforma-lo em fontes de contaminação (SOARES, 1999).

3.2 BERTIOGA (CANAL DE BERTIOGA- ITAPANHAÚ)

Em divisão territorial datada de 1-VII-1960 o distrito de Bertioiga figurava no município de Santos. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1988. Foi elevado à categoria de município com a denominação de Bertioiga pela Lei Estadual nº 7.644 de 30-12-1991, desmembrando-se de Santos.

Assim, podemos considerar que nos quatro municípios os nossos estudos foram desenvolvidos em regiões com distintos impactos ambientais Canal de São Vicente (maior impacto por poluição doméstica, canal de Santos-Guarujá (maior impacto por poluição portuária e industrial proveniente de Cubatão) e o canal de Bertioiga um pouco menos afetado pela poluição da Baixada Santista

O Estuário de Santos - São Vicente é uma região muito exposta à poluição, por ter um grande parque industrial (Cubatão), ser portuária (Santos), populosa e ter atividades de agricultura e pecuária (região continental). As principais fontes de poluição estão relacionadas às atividades do parque industrial da Cidade de Cubatão, as dragagens do canal do porto e das atividades portuárias, às estações de tratamento de esgotos, ao emissário submarino, além das descargas de esgotos domésticos clandestinos e aos aterros sanitários (lixão), além das descargas da represa Billings (CETESB, 2017).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PREPARO DAS PLACAS DE RECRUTAMENTO E ESCOLHA DAS LOCALIDADES

Devido aos problemas de incrustação em embarcações nas regiões costeiras, foram definidos três locais para implantação de placas de cerâmica com revestimentos de taninos naturais para verificação quantitativa de *fouling*. Foram instaladas 15 placas de cerâmica com tratamento para a análise. Cinco sem tratamento, apenas com Resina e manta de fibra de vidro, cinco com resina, manta de fibra de vidro e folha de *T. catappa* seca e moída e cinco com resina, manta de fibra de vidro e *Musa* sp.

Em todas as coletas de dados, todas as placas foram comparadas como seu peso inicial, placa de cerâmica sem tratamento em sua superfície, imersa durante quinze dias para ganhar umidade. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam.

Para a realização dos testes para as diferentes condições de recrutamento foram utilizadas placas de cerâmica não vitrificadas (Figura 2). Para o teste foram utilizadas 45 lajotas de cerâmica em forma de blocos (110 mm de largura, 230 mm de comprimento, 45 de altura).



Figura 2 – Placas de cerâmica.

Para garantir o registro do recrutamento nas placas cerâmicas, sempre no mesmo posicionamento, foram realizados um conjunto de furos. Assim, a diferença da quantidade de furos em cada lado da placa serve para distinguir uma extremidade (3 furos) da extremidade oposta (2 furos) quando do momento da coleta de dados e do registro (figura 3).



Figura 3 – Lajota cerâmica com furação diferenciada para identificar o posicionamento a ser analisado das lajotas após o recrutamento se estabelecer.

3.1.1 REVESTIMENTO DAS LAJOTAS DE CERÂMICA COM OS DIFERENTES TRATAMENTOS

Para o revestimento das placas cerâmicas e adesão das mantas de fibra ao substrato cerâmico (Figura 4) foi utilizada a resina epóxi (elemento A) de nome comercial “Tubolit” misturado com um catalisador (elemento B) para a união.



Figura 4 - Manta de fibra de vidro a ser aderida na placa de cerâmica.

A resina epóxi, componentes “A” e “B” foram misturadas para homogeneização, sendo que a mistura foi realizada na proporção de 2,6 partes do componente “A” para uma do componente “B” em volume. Para que pudéssemos conseguir a homogeneização com as demais substâncias, como no caso dos do peso dos extratos da casca de *Musa* sp e de folhas secas de *T. catappa* esta proporção foi alterada. Segundo o fabricante da resina, o componente “A” tem relação de endurecimento do produto com o componente “B” de 2,6 partes de “A” para 1 parte de “B”. Entendendo que os componentes inseridos na resina como anti-inscrustante, *T. catappa* e *Musa* sp, fariam parte do componente “A” e a proporção do componente “B” foi condizente com a mistura.

As placas de cerâmica foram distribuídas na capela para realizarmos o recobrimento das placas de cerâmica com as mantas de fibra de vidro que foram aderidas pela mistura da resina epóxi componente “A” com o anti-incrustante e componente “B” (Figura 5).

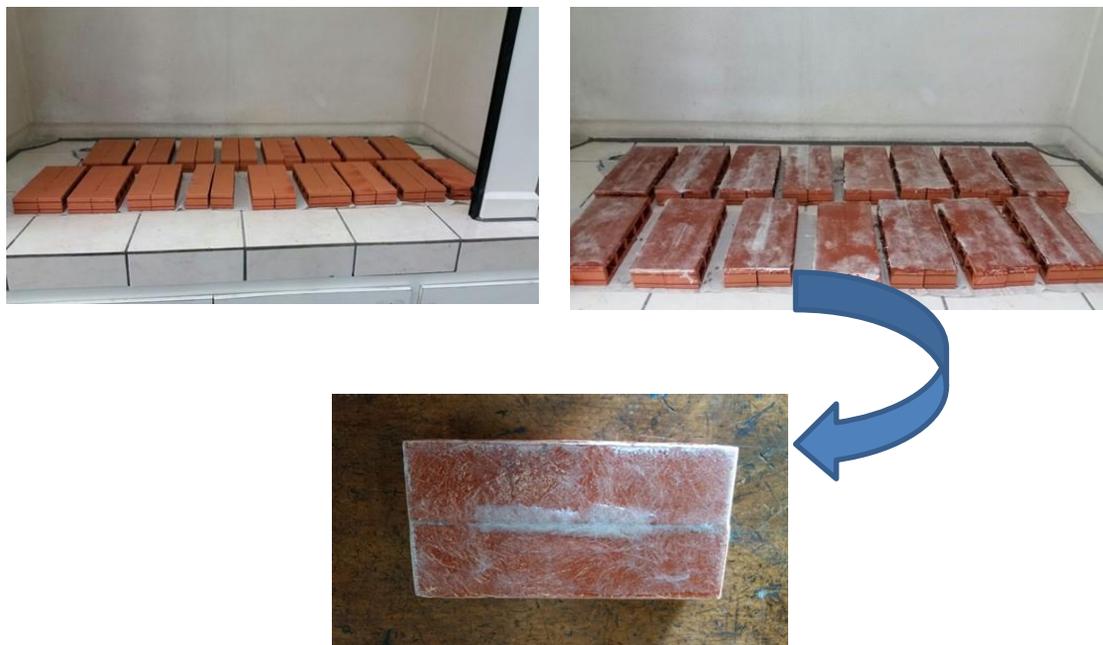


Figura 5 – Revestimento das placas de cerâmica com destaque no detalhe de uma das placas.

Para o revestimento das placas cerâmicas também foram utilizadas outros dois materiais para testarmos as propriedades Anti-Incrustante: casca Banana Nanica, *Musa sp*, triturada e oriunda da cidade de Peruíbe no estado de São Paulo (Figura 12) e a folhas secas e trituradas do Chapéu de Sol, *T. catappa* oriunda da Ilha de Marambaia no estado do Rio de Janeiro (Figura 6). Para tal, a casca da *Musa sp* picotada, bem como a folha seca e triturada de *T. catappa* foram homogeneizadas junto com a resina, na proporção de 1:1 com o componente “A” e componente “A” com adição do tratamento tem a relação de 2,6:1 com o componente “B”, foram inseridos em liquidificador industrial de grande potência para homogeneização. Figura 7.



Figura 6 – *Musa sp* (A) cujas cascas foram picotadas, pesadas (B) p e utilizadas para preparar a mistura de revestimento (C) com o uso de liquidificador industrial (D).



Figura 7 – Folhas secas e moídas de *T. catappa* utilizadas para preparar a mistura de revestimento.

A Quantidade utilizada na prova foi de 200 g de casca de *Musa sp*, 200 g de resina epóxi componente “A” e 175 gramas de componente “B”. Para o preparo da mistura de folhas secas de *T. catappa* foram utilizadas 221 gramas

de folha secas triturada adicionada à 221 gramas de resina epóxi componente “A” e 205 gramas de resina epóxi componente “B”.

As placas de cerâmica utilizadas para os dois tratamentos com revestimentos anti-incrustantes foram preparadas no laboratório da UNISANTA. As placas de cerâmica foram distribuídas sobre as bancadas do laboratório (Figuras 8 A e B) e procedeu-se o revestimento das mesmas com a fibra de vidro impregnadas respectivamente pelos homogeneizados de casca de *Musa sp* (Figura 8 C) e de folhas secas e trituradas de *T. catappa* (Figura 8 D).

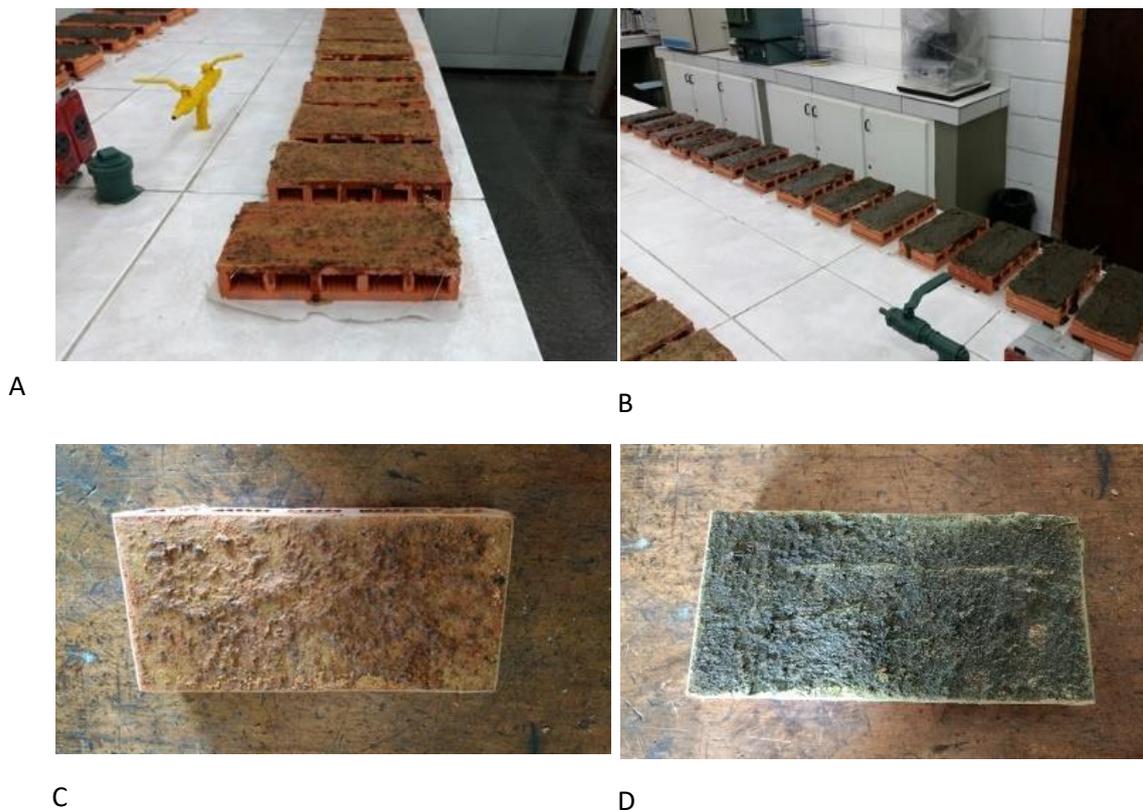


Figura 8 – Conjunto de placas de cerâmica foram revestidas com mantas de fibra de vidro impregnadas com Resina e extrato de casca de *Musa sp* (A) e placas de cerâmica revestidas com manta de fibra de vidro impregnada com resina misturada com folhas secas e trituradas de *T. catappa* (B), e placas de cerâmica depois da resina seca de *Musa sp* (C) e placa de cerâmica depois da resina seca com *T. catappa* (D).

3.2- PREPARAÇÃO DOS CONJUNTOS DE PLACAS DE CERÂMICA PARA IMERSÃO

Antes da imersão todas as placas foram pesadas antes de ser imersas no mar.

O mesmo procedimento foi realizado para as lajotas de cerâmica com revestimento apenas por Resina; por resina misturada com casca de *Musa sp* e com resina misturada com o extrato de folhas de *T. catappa*. Além das placas foram pesados também os cabos de amarração (Figura 9).

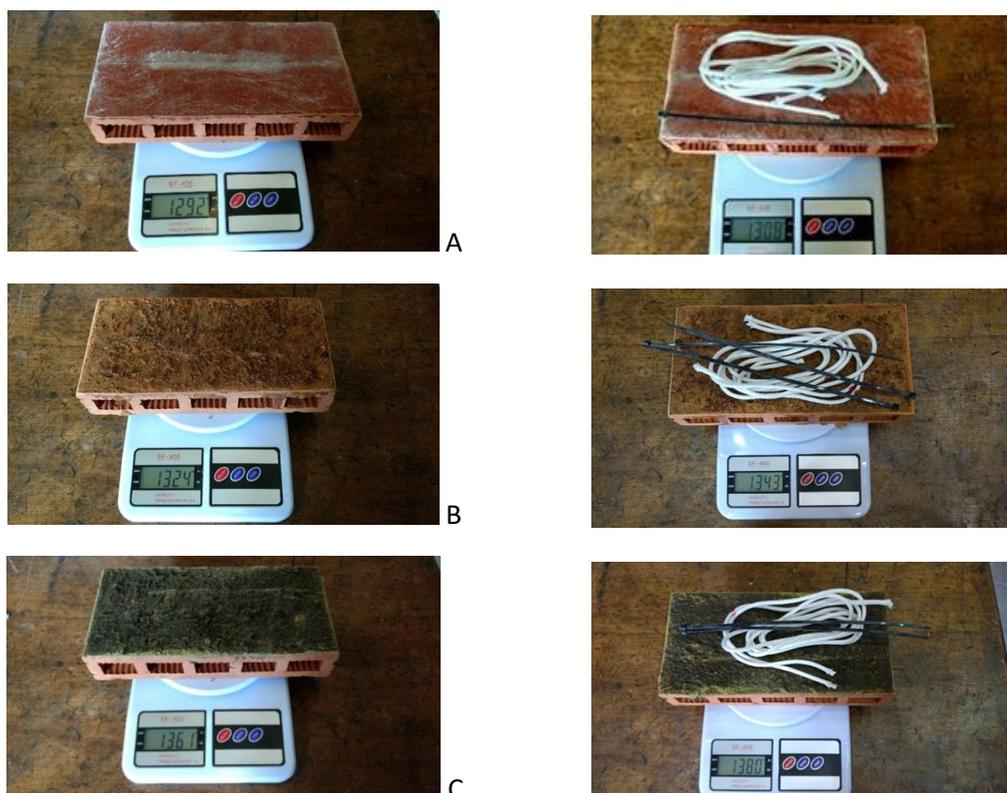
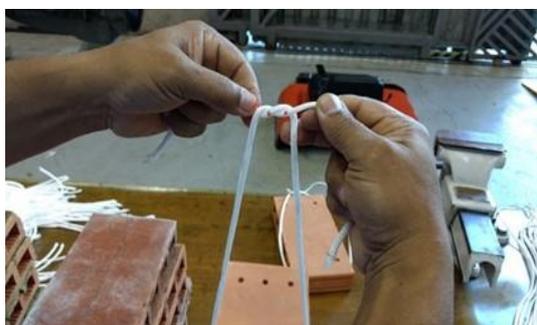


Figura 9 – Registro do peso das placas de cerâmicas antes da imersão das mesmas em água (A) registro do peso da placa de cerâmica recoberta por com a resina epóxi e a manta de fibra de vidro; (B) registro do peso da placa de cerâmica recoberta por com a resina epóxi e a manta de fibra de vidro impregnada com extrato de casca de *Musa sp*; (C) registro do peso da placa de cerâmica recoberta por com a resina epóxi e a manta de fibra de vidro impregnada com extrato de folhas secas de *T. catappa*.

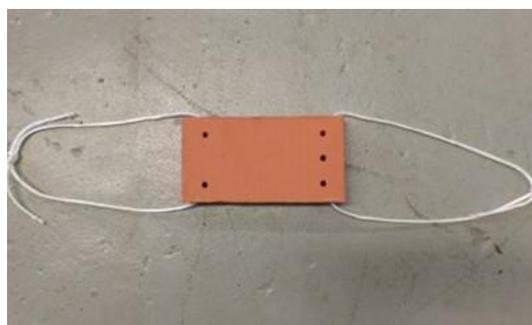
Para amarrar as placas de cerâmica que foram submersas utilizou-se barbante de poliéster de 4 mm de diâmetro marcado a cada 1,5 metros para se padronizar a profundidade de modo homogêneo para todas as placas de cerâmica.

A amarração das placas de cerâmicas foi realizada de modo a que elas não se inclinassem quando imersas. Para tal, foi dado nós nos barbantes nas duas extremidades das placas de cerâmica (figura 10 A e B). Os nós nas duas extremidades foram feitos na mesma altura (figura 10 A e C) disposição das placas de cerâmica com diferentes tratamentos foi feita de modo aleatório sorteando-se a posição das placas de cerâmicas antes da imersão (Figura 11).

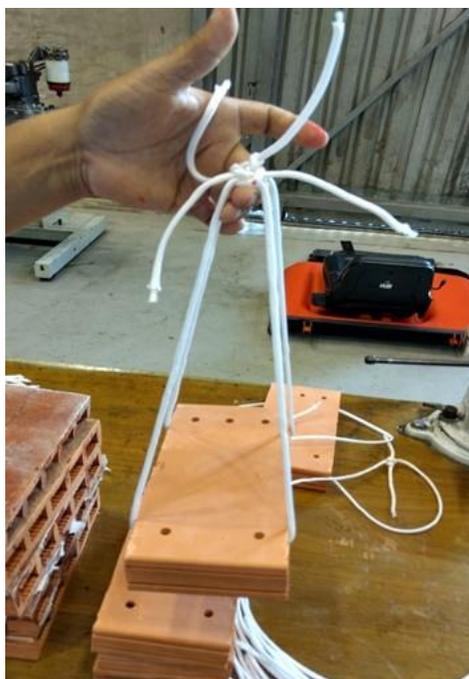
As placas de cerâmicas de recrutamento foram posteriormente dispostas de modo que o estarem dependuradas num cabo guia que garantisse uma distância mínima de 30 cm entre elas para que não houvesse a possibilidade das placas de cerâmicas colidirem umas com as outras. (Figura 12).



A



B



C

Figura 10 – Detalhes da amarração dos cabos às placas de cerâmicas de recrutamento (A); amarração pelas duas extremidades das placas de cerâmicas (B); amarração para garantir que a placa de cerâmica fique disposta na horizontal (C).

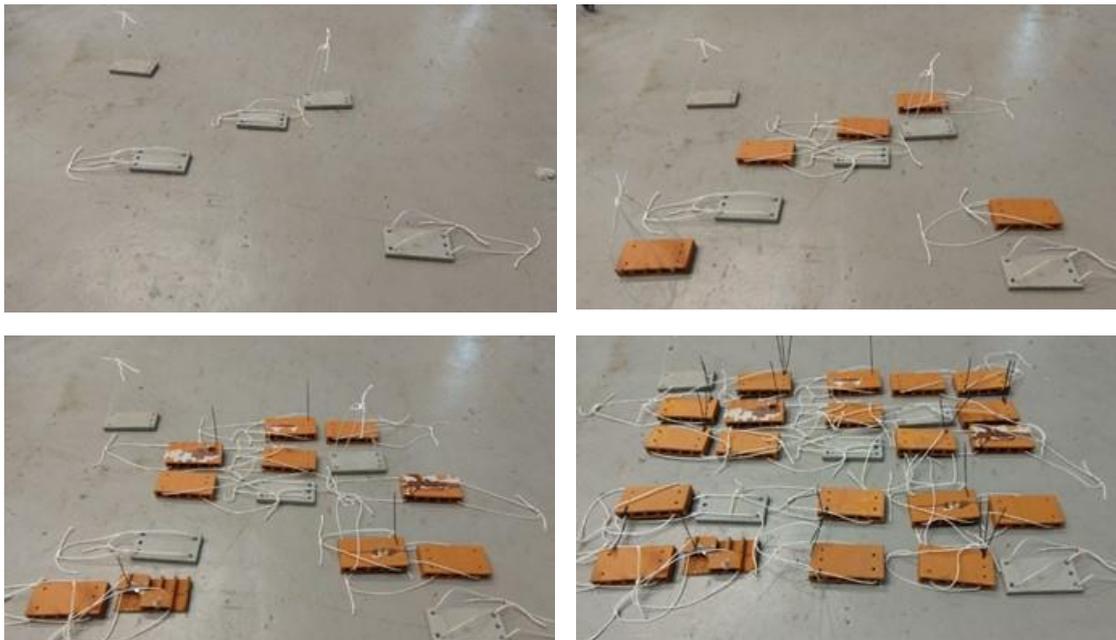


Figura 11 – Sorteio das placas de cerâmica e distribuição das mesmas, mas nos conjuntos a serem submersos.

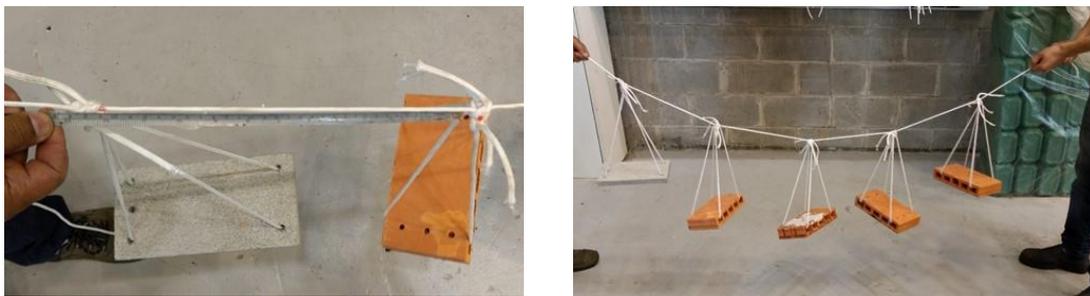


Figura 12 – Conjuntos de placas de cerâmica sendo montados conforme a disposição sorteada.

3.3- INSTALAÇÃO DAS PLACAS DE CERÂMICAS

No dia 11 de dezembro de 2016 foram inseridas na cidade do Guarujá o primeiro conjunto de placas de cerâmica testes de anti-incrustante. A instalação foi na Rua Itapema, 50 Jardim Cunhambebe – Vicente de Carvalho – Guarujá. 23°56'16.3"S 46°18'29.4"W.

O plano inicial de instalar as placas de cerâmica umas ao lado das outras. Foi alterado para se evitar que as placas de cerâmica colidissem. Assim, foram instaladas as placas de cerâmica, junto com flutuadores que separavam as mesmas e ao mesmo tempo auxiliaram a manter a profundidade adequada. Os conjuntos em Vicente de Carvalho foram colocados sob uma embarcação acostada que permaneceu ancorada junto ao píer durante todo o período previsto para o recrutamento de espécies, funcionando como um grande flutuador de sustentação das placas de cerâmica. Figura 13.



Figura 13 – Local de instalação de placas de cerâmica em Guarujá.

Na Cidade da Bertioga as provas de cerâmica foram inseridas em estaleiro particular na Rua Airton Sena da Silva, as margens do Rio Itapanhaú. $23^{\circ}50'28,0''$ S $46^{\circ}08'35,5''$ W. (Figura 14).



Figura 14 – Local de instalação de placas de cerâmica em Bertioga.

Na cidade de São Vicente as placas de cerâmica inseridas em uma marina particular, “Marina Totem”, localizado na Avenida Tupiniquins, 698 – Bairro Japuí $23^{\circ}58'54.33''$ S $46^{\circ}23'34.77''$ W. (Figura 15).



Figura 15 – Instalação de placas de cerâmica na cidade de São Vicente.

Foi instalado uma placa de cerâmica sem nenhum revestimento durante 15 dias. A finalidade da imersão dessa placa de cerâmica foi para termos parâmetro apenas da cerâmica úmida. O peso encontrado foi de 1522 gramas. Figura 16.



Figura 16 - Peso inicial de placa de cerâmica sem tratamento para utilizar como parâmetro de placa molhada.

Placas de cerâmica foram retiradas, pesadas, fotografadas e inseridas ao mar a cada duas semanas.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DO RECOBRIMENTO POR FAUNA INCRUSTANTE EM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS CONSOLIDADOS REVESTIDOS POR DIFERENTES TRATAMENTOS “ANTI-FOULING”

4.1.1 - PRIMEIRA COLETA GUARUJÁ

Primeira coleta feita após 15 dias, no dia 26 de dezembro de 2016, na cidade do Guarujá. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 1. O peso inicial está registrado na Figura 17.

A



B



C



Figura 17 - Peso inicial Guarujá. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina (A); TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa* (B); MUSA (C) = placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

Foi feito o comparativo das placas de cerâmica de cerâmica com os constatados na primeira observação das placas do Guarujá. Placas imersas no Guarujá após 15 dias. Figura 18.



Figura 18 - 1ª coleta Guarujá. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

Colocando os dados obtidos em tabela 1 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 1 - Peso das placas de cerâmicas na cidade de Guarujá após 15 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 15 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1815	286	18,70
TER	1598	1790	192	12,01
MUSA	1561	1839	278	17,80

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1815 gramas, houve um aumento de 286 gramas correspondendo a 18,70 % após 15 dias.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1790 gramas houve um aumento de 192 gramas correspondendo a 12,01 % após 15 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1839 gramas, houve um aumento de 278 gramas correspondendo a 17,80 % após 15 dias.

4.1.2 SEGUNDA COLETA GUARUJÁ

Segunda coleta foi feita no dia 9 de janeiro de 2017 na cidade do Guarujá. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 5.

Colocando os dados obtidos em tabela 2 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 2 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 30 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 30 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1812	283	18,50
TER	1598	1790	178	11,13
MUSA	1561	1839	261	16,72

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1812 gramas, houve um aumento de 283 gramas correspondendo a 18,50 % após 15 dias. Figura 22.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1790 gramas, houve um aumento de 178 gramas correspondendo a 11,13 % após 30 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1839 gramas, houve um aumento de 261 gramas correspondendo a 16,72 % após 30 dias.

4.1.3 TERCEIRA COLETA GUARUJÁ

Terceira coleta foi realizada no dia 21 de janeiro de 2017 na cidade do Guarujá. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 2.

Colocando os dados obtidos em tabela 3 podemos observar que houve alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 3 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 45 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 45 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1690	161	10,52
TER	1598	1738	140	8,76
MUSA	1561	1676	115	7,36

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1690 gramas, houve um aumento de 161 gramas correspondendo a 10,52 % após 45 dias.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1738 gramas, houve um aumento de 140 gramas correspondendo a 8,76 % após 45 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1676 gramas, houve um aumento de 115 gramas correspondendo a 7,36 % após 45 dias.

4.1.4 QUARTA COLETA GUARUJÁ.

Quarta coleta foi realizada no dia 04 de fevereiro de 2017 na cidade do Guarujá. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersa e comparativa entre os tipos de anti *fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. A primeira coleta foi a da sequência 1, a segunda foi a da sequência 5 e a terceira coleta foi a da sequência 2 e posteriormente fazendo o comparativo com a sequência 3 de placas de cerâmica imersas.

Colocando os dados obtidos em tabela 4 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 4 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 60 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 60 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1832	303	19,81
TER	1598	1819	221	13,82
MUSA	1561	1835	274	17,55

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1832 gramas, houve um aumento de 303 gramas correspondendo a 19,81 % após 60 dias.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1819 gramas, houve um aumento de 221 gramas correspondendo a 13,82 % após 60 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1835 gramas, houve um aumento de 274 gramas correspondendo a 17,55 % após 60 dias.

4.1.5 QUINTA COLETA GUARUJÁ

Quinta coleta realizada no dia 18 de fevereiro de 2017 na cidade do Guarujá. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. A primeira coleta foi a da sequência 1, a segunda foi a da sequência 5, a terceira coleta foi a da sequência 2 e a quarta foi a sequência 3. Estamos fazendo o comparativo com a sequência 4 de placas de cerâmica imersas. Assim temos todas as sequências mensuradas, uma em cada data de coleta.

Colocando os dados obtidos em tabela 5 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 5 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 75 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 75 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	2149	620	40,54
TER	1598	2003	405	25,34
MUSA	1561	2222	661	42,34

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 2149 gramas, houve um aumento de 620 gramas correspondendo a 40.54 % após 75 dias.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 2003 gramas, houve um aumento de 405 gramas correspondendo a 25,34 % após 75 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 2222 gramas, houve um aumento de 661 gramas correspondendo a 42,34 % após 75 dias.

4.1.6 SEXTA COLETA GUARUJÁ

Sexta coleta realizada no dia 04 de março de 2017 na cidade do Guarujá. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Faremos os comparativos na sexta coleta com a mesma sequência da primeira coleta, sequência 1, para verificarmos a variação da quantidade de massa entre as placas de cerâmica e o seu peso antes de ser imersa.

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que após o período de 15 dias as placas passaram a incorporar o peso do material incrustado e são apresentados. O tratamento de Resina teve o peso após 15 dias de 1815 gramas, o tratamento de *T. catappa* teve o peso de 1790 gramas e o com tratamento de *Musa sp* teve o peso de 1839 gramas. Observação das placas de cerâmica do Guarujá.

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que após o período de 90 dias as placas passaram a incorporar o peso do material incrustado e são apresentados. O tratamento de Resina teve o peso após 90 dias de 1028 gramas. Esta placa foi danificada na sua parte superior, não danificou o seu tratamento anti-*fouling*. O tratamento de *T. catappa* teve o peso de 1857 gramas e o com tratamento de *Musa sp* teve o peso de 1750 gramas.

Colocando os dados obtidos em tabela 6 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 6 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Guarujá após 90 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 15 DIAS (g)	PESO APÓS 90 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 15 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 15 DIAS %	INCRUSTAÇÃO 90 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 90 DIAS %
RES	1529	1815	---	286	18,70	-501	-32,76
TER	1598	1790	1857	192	12,01	259	16,20
MUSA	1561	1839	1750	278	17,80	189	12,10

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de Resina, tinha o peso de 1529 gramas antes da imersão, passou para 1815 gramas após 15 dias, aumento de 286 gramas, correspondendo a 18,70 %. A placa de cerâmica com tratamento de Resina após 90 dias passou para 1028 gramas. Esta placa de cerâmica foi danificada durante o tempo que ficou imersa, contudo não foi danificado a superfície na qual estava aplicado o tratamento.

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, tinha o peso de 1598 gramas antes da imersão, passou para 1790 gramas após 15 dias, aumento de 192 gramas, correspondendo a 12,01%. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* após 90 dias passou para 1857 gramas, aumento de 259 gramas, correspondendo a 16,20 %.

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, tinha o peso de 1561 gramas antes da imersão, passou para 1839 gramas, aumento de 278 gramas, correspondendo a 17,80 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* após 90 dias passou para 1790 gramas, aumento de 189 gramas, correspondendo a 12,10%.

4.1.7- PRIMEIRA COLETA BERTIOGA

Primeira coleta feita no dia 26 de dezembro de 2016 na cidade do Bertioga. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 5. Peso Inicial Figura 19.



Figura 19 - Peso inicial Bertioga. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que as com tratamento de Resina tem o peso de 1292 gramas, as com tratamento de *T. catappa* tem o peso de 1361 gramas e as com tratamento de *Musa* sp tem o peso de 1324 gramas.

Foi feito o comparativo das placas de cerâmica com os constatados na primeira observação das placas de cerâmica da Bertioga. Placas de cerâmica imersas no Bertioga Figura 20.



Figura 20 - 1ª coleta Bertioga. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

Colocando os dados obtidos em tabela 7 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 7 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Bertioga após 15 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *Terminalia catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 15 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1758	229	14,97
TER	1598	1606	8	0,5
MUSA	1561	1654	93	5,95

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1758 gramas, aumento de 229 gramas correspondendo a 0,5 % após 15 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas antes da imersão, passou para 1606 gramas, houve aumento de 8 gramas correspondendo a 0,50 % após 15 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1654 gramas, houve um aumento de 93 gramas correspondendo a 5,95 % após 15 dias.

4.1.8 SEGUNDA COLETA BERTIOGA

Segunda coleta na cidade de Bertioga. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 4.

Colocando os dados obtidos em tabela 8 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 8 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Bertioga após 30 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 30 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1748	219	14,97
TER	1598	1824	226	13,57
MUSA	1561	1677	116	7,43

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1748 gramas, houve um aumento no peso de 219 gramas correspondendo a 14,97 % após 30 dias.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1824 gramas, houve um aumento no peso de 226 gramas correspondendo a 13,57 % após 30 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1677 gramas, houve um aumento no peso de 116 gramas correspondendo a 7,43 % após 30 dias.

4.1.9 TERCEIRA COLETA BERTIOGA

Terceira coleta na cidade de Bertiooga. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 1.

Colocando os dados obtidos em tabela 9 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 9 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Bertiooga após 45 dias. RES= placas de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placas de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placas cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 45 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1760	231	15,10
TER	1598	1692	94	5,88
MUSA	1561	1724	163	10,44

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1760 gramas, aumento no peso de 231 gramas correspondendo a 10,44 % após 45 dias.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1692 gramas, aumento de peso de 94 gramas correspondendo a 5,88 % após 45 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1724 gramas, aumento de peso de 163 gramas correspondendo a 10,44 % após 45 dias.

4.1.10 QUARTA COLETA BERTIOGA

Quarta coleta realizada no dia 04 de fevereiro de 2017 na cidade do Bertioga. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. A primeira coleta foi a da sequência 5, a segunda foi a da sequência 4 e a terceira coleta foi a da sequência 1 e posteriormente fazendo o comparativo com a sequência 3 de placas de cerâmica imersas.

Colocando os dados obtidos em tabela 10, podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica. A placa de cerâmica com tratamento *Anti-Fouling* não foi pesada.

Tabela 10 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Bertioga após 60 dias. (RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 60 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1772	243	15,89
TER	1598	1735	137	8,57
MUSA	1561	1615	208	13,32

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1772 gramas, aumento do peso de 243 gramas correspondendo a 15,89 % após 60 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1735 gramas, aumento de peso de 137 gramas correspondendo a 8,57 % após 60 dias.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1769 gramas, aumento de 208 gramas correspondente a 13,32 %.

4.1.11 QUINTA COLETA BERTIOGA

Quinta coleta realizada no dia 18 de fevereiro de 2017 na cidade do Bertioiga. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. A primeira coleta foi a da sequência 5, a segunda foi a da sequência 4, a terceira coleta foi a da sequência 1 e a quarta foi a sequência 3. Fizemos o comparativo com a sequência 2 das placas de cerâmica imersas.

Colocando os dados obtidos em tabela 11, podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica. A placa de cerâmica com tratamento anti-*fouling* não foi pesada.

Tabela 11 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Bertioiga após 75 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 75 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1790	261	17,06
TER	1598	1618	20	1,25
MUSA	1561	1624	63	4,03

Comparando placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1790 gramas, aumento de 261 gramas correspondente a 17,06 %.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 1618 gramas, aumento de 20 gramas correspondente a 1,25 %.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1624 gramas, aumento de 63 gramas correspondente a 4,03 %.

4.1.12 SEXTA COLETA BERTIOGA

Sexta coleta realizada no dia 04 de março de 2017 na cidade do Bertioiga. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Faremos os comparativos na sexta coleta com a mesma sequência da primeira coleta, sequência 5, para verificarmos a variação da quantidade de massa entre as provas e o seu peso antes de ser imersa.

Colocando os dados obtidos em tabela 12, podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas. A placa com *tratamento anti-fouling* não foi pesada.

Tabela 12 - Peso das placas de cerâmica na cidade de Bertioiga após 90 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 15 DIAS (g)	PESO APÓS 90 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 15 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 15 DIAS %	INCRUSTAÇÃO 90 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 90 DIAS %
RES	1529	1758	1663	229	14,97	433	28,31
TER	1598	1606	1778	8	0,50	180	11,26
MUSA	1561	1654	1867	93	5,95	306	19,60

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de Resina, tinha o peso de 1529 gramas antes da imersão, passou para 1758 gramas após 15 dias, aumento de 229 gramas correspondendo a 14,97 %. A placa de cerâmica com tratamento de Resina após 90 dias passou para 1962 gramas, aumento de 306 gramas correspondendo a 28,31 %.

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, tinha o peso de 1598 gramas antes da imersão, passou para 1606 gramas após 15 dias, aumento de 8 gramas correspondendo a 0,50 %. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* após 90 dias passou para 1778 gramas, aumento de 180 gramas, correspondendo a 11,26 %.

Verificamos que a placa com tratamento de *Musa sp*, tinha o peso de 1561 gramas antes da imersão, passou para 1654 gramas após 15 dias, aumento de 93 gramas correspondendo a 5,95 %. A placa com tratamento de *Musa sp* não foi encontrada após 90 dias passou para 1867 gramas, aumento de 306 gramas correspondendo a 19,60 %.

4.1.13 PRIMEIRA COLETA SÃO VICENTE

Na primeira coleta feita na cidade do São Vicente, todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 5. Peso inicial Figura 21.



Figura 21 - Peso inicial São Vicente. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp.*

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que as com tratamento de Resina tem o peso de 1292 gramas, as com tratamento de *T. catappa* tem o peso de 1361 gramas e as com tratamento de *Musa sp* tem o peso de 1324 gramas.

Foi feito o comparativo das placas de cerâmica com os constatados na primeira observação das placas de São Vicente. Placas de cerâmica imersas em São Vicente. Figura 22.



Figura 22 - 1ª coleta São Vicente. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= cerâmica revestida com tratamento de *Musa* sp.

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que após o período de 15 dias as placas passaram a incorporar o peso do material incrustado e são apresentados. O tratamento de Resina teve o peso após 15 dias de 1810 gramas, o tratamento de *T. catappa* teve o peso de 1829 gramas e o com tratamento de *Musa* sp teve o peso de 1819 gramas.

Colocando os dados obtidos em tabela 13 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 13 - Peso das placas de cerâmica na cidade de São Vicente após 15 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 15 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	1810	281	18,37
TER	1598	1829	231	14,45
MUSA	1561	1819	258	16,52

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 1810 gramas, aumento de 281 gramas correspondente a 18,37 %.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1698 gramas foi para 1829 gramas, aumento de 231 gramas correspondente a 14,45 %.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1819 gramas, aumento de 258 gramas respectivamente 16,52 %. Figura 61.

4.1.14 SEGUNDA COLETA SÃO VICENTE

Segunda coleta foi feita na cidade do São Vicente. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 1.

Colocando os dados obtidos em tabela 14 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 14 - Peso das placas de cerâmica na cidade de São Vicente após 30 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 30 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	2069	540	35,31
TER	1598	1983	385	24,09
MUSA	1561	1826	265	16,97

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 2069 gramas, aumento de 540 gramas correspondente a 35,31 %.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1581 gramas foi para 1983 gramas, aumento de 385 gramas correspondente a 24,09 %.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 1826 gramas, aumento de 265 gramas respectivamente 16,97 %.

4.1.15 TERCEIRA COLETA SÃO VICENTE

Terceira coleta foi feita na cidade do São Vicente. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Foi verificado o peso depois de emersa a sequência 3.

Colocando os dados obtidos em tabela15 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 15 - Peso das placas de cerâmica na cidade de São Vicente após 45 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 45 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	2231	702	45,91
TER	1598	2141	543	33,97
MUSA	1561	2191	630	40,35

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 2231 gramas, aumento de 702 gramas correspondente a 45,91 %.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 2141 gramas, aumento de 543 gramas correspondente a 33,97 %.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 2191 gramas, aumento de 630 gramas respectivamente 40,35 %.

4.1.16 QUARTA COLETA SÃO VICENTE

Quarta coleta realizada no dia 04 de fevereiro de 2017 na cidade de São Vicente. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti *fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. A primeira coleta foi a da sequência 5, a segunda foi a da sequência 1 e a terceira coleta foi a da sequência 3 e posteriormente fizemos o comparativo com a sequência 4 de placas de cerâmica imersas.

Colocando os dados obtidos em tabela 16 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 16 - Peso das placas de cerâmica na cidade de São Vicente após 60 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 60 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	2962	1433	93,72
TER	1598	3080	1482	92,74
MUSA	1561	2659	1098	70,33

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 2962 gramas, aumento de 1433 gramas correspondente a 93,72%.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 3080 gramas, aumento de 1482 gramas correspondente a 92,74 %.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 2659 gramas, aumento de 1068 gramas respectivamente 70,33 %.

4.1.17 QUINTA COLETA SÃO VICENTE

Quinta coleta realizada no dia 28 de fevereiro de 2017 na cidade de São Vicente. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. A primeira coleta foi a da sequência 5, a segunda foi a da sequência 1, a terceira coleta foi a da sequência 3, a quarta foi a sequência 4. Fizemos o comparativo com a sequência 2 de placas de cerâmica imersas.

Colocando os dados obtidos em tabela 17 podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica.

Tabela 17 - Peso das placas de cerâmica na cidade de São Vicente após 75 dias. RES= placa de cerâmica revestida por Tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 75 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO (g)	INCRUSTAÇÃO %
RES	1529	4143	2614	170,96
TER	1598	3870	2272	142,17
MUSA	1561	3289	1728	110,69

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de Resina, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1529 gramas foi para 4143 gramas, aumento de 2614 gramas correspondente a 170,96 %.

Comparando placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1598 gramas foi para 3870 gramas, aumento de 2272 gramas correspondente a 142,17 %.

Comparando a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, verificamos que a placa de cerâmica com peso inicial de 1561 gramas foi para 3289 gramas, aumento de 1728 gramas respectivamente 110,69 %.

4.1.18 SEXTA COLETA SÃO VICENTE

Sexta coleta foi realizada no dia 04 de março de 2017 na cidade de São Vicente. A partir dessa data foi feita a mensuração de todas as placas de cerâmica imersas e comparativos entre os tipos de anti-*fouling*. Todas as placas de cerâmica foram comparadas como seu peso inicial, antes de ser submersa nos locais a serem pesquisados conforme a linha em que a sequência de placas de cerâmica se apresentava imersa. As coletas foram realizadas de modo que todas as placas de cerâmica ao final foram retiradas e os dados utilizados foram referidos de acordo com a linha da sequência onde se encontravam. Fizemos os comparativos na sexta coleta com a mesma sequência da primeira coleta, sequência 5, para verificarmos a variação da quantidade de massa entre as placas de cerâmica e o seu peso antes de ser imersa.

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que após o período de 15 dias as placas passaram a incorporar o peso do material incrustado e são apresentados. O tratamento de Resina teve o peso após 15 dias de 1810 gramas, o tratamento de *T. catappa* teve o peso de 1829 gramas e o com tratamento de *Musa sp* teve o peso de 1819 gramas.

Com todas as placas de cerâmica pesadas foi constatado que após o período de 90 dias as placas de cerâmica passaram a incorporar o peso do material incrustado e são apresentados. O tratamento de Resina teve o peso após 90 dias de 4728 gramas. O tratamento de *T. catappa* teve o peso de 3605 gramas e o com tratamento de *Musa sp* teve o peso de 3543 gramas.

Colocando os dados obtidos em tabela 18, podemos observar que houve uma significativa alteração no peso das placas de cerâmica. A placa de cerâmica com tratamento anti-fouling não foi pesada.

Tabela 18 - peso das placas de cerâmica na cidade de São Vicente após 90 dias. RES= placa de cerâmica revestida por tratamento de Resina; TER= placa de cerâmica revestida com *T. catappa*; MUSA= placa de cerâmica revestida com tratamento de *Musa sp*.

TRATAMENTO	PESO INICIAL (g)	PESO APÓS 15 DIAS (g)	PESO APÓS 90 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 15 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 15 DIAS %	INCRUSTAÇÃO 90 DIAS (g)	INCRUSTAÇÃO 90 DIAS %
RES	1529	1810	4728	281	18,37	3199	209,22
TER	1598	1829	3605	231	14,45	2007	125,59
MUSA	1561	1819	3543	258	16,52	1982	126,96

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de Resina, tinha o peso de 1529 gramas antes da imersão, passou para 1810 gramas após quinze dias, aumento de 281 gramas, correspondendo a 18,37 %. A placa de cerâmica com tratamento de Resina após 90 dias passou para 4728 gramas, aumento de 3199 gramas, correspondendo a 209,22 %.

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa*, tinha o peso de 1598 gramas antes da imersão, passou para 1829 gramas após quinze dias, aumento de 231 gramas, correspondendo a 14,45 %.

A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* após 90 dias passou para 3605 gramas, aumento de 2007 gramas, correspondendo a 125,59 %.

Verificamos que a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp*, tinha o peso de 1561 gramas antes da imersão, passou para 1819 gramas após quinze dias, aumento de 258 gramas, correspondendo a 16,52 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* após 90 dias passou para 3543 gramas, aumento de 1282 gramas, correspondendo a 126,96 %.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA DA INCRUSTAÇÃO ACUMULADA NOS TRATAMENTOS APÓS 90 DIAS DE IMERSÃO

4.2.1 TRATAMENTOS NA CIDADE DO GUARUJÁ

Comparando o ganho de massa pelas placas de cerâmica inseridas no Guarujá observamos que na primeira coleta, a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 18,70% a mais em peso com relação a placa de cerâmica antes da imersão e a menor variação foi a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* com 12,01 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* também teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão de 17,80 %.

Na segunda coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 18,50% a mais em peso com relação à placa de cerâmica antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* também teve um acréscimo no peso em relação à placa de cerâmica antes da imersão de 16,72 %. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* foi a que teve menor acréscimo no peso sendo de 11,13 %.

Na terceira coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 10,52 % a mais em peso com relação à placa de cerâmica seca. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* também teve um acréscimo no peso em relação à placa de cerâmica seca de 8,76 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* foi a que teve menor acréscimo no peso em relação as que tiveram algum tipo de tratamento sendo de 7,36%. Nessa coleta observamos que todas as placas de cerâmica tiveram suas massas com menor ganho na cidade do Guarujá na placa de cerâmica controle e nas placas de cerâmica com os tratamentos.

Na quarta coleta de dados, verificou-se que a placa de cerâmica com tratamento de Resina teve maior variação entre as que tinham aplicação de tratamento com 19,81 %. A *Musa sp* teve uma variação de 17,55 % em relação

ao seu peso inicial e a *T. catappa* teve a menor variação dentre as placas de cerâmica com tratamento com 13,82 % em relação ao seu peso inicial.

Na quinta coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* com 42,34 % em peso com relação à placa de cerâmica antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de Resina teve uma variação próxima ao da *Musa SP* com 40,54 % em relação ao seu inicial antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* teve sua variação em relação ao seu peso antes da imersão de 25,34 % o menor dentre as placas de cerâmica com tratamento de superfície.

Na sexta coleta de dados, verifica-se que a placa que teve a maior variação foi a placa com tratamento de Resina na coleta de 15 dias com 18,70 %. Na mesma sequência após 90 dias seu peso reduziu significativamente pelo fato da placa ter sido avariada em sua estrutura, contudo não comprometeu a face da placa que continha o tratamento de Resina. A placa de *Musa sp* teve variação menor que dez pontos percentuais entre as duas coletas. Após 15 dias foi de 17,80 % e após 90 dias de 12,10 %. A de *T. catappa* teve, também, uma variação menor que 5 pontos percentuais, na primeira coleta foi de 12,01 % e após 90 dias 16,20 % em relação ao seu peso antes da imersão.

4.2.1.1 TRATAMENTO DE RESINA NA CIDADE DO GUARUJÁ

Estratificando os dados encontrados durante os 90 dias em que foram efetuados as observações e pesagem das placas de cerâmica com os tratamentos de Resina, *T. catappa* e *Musa sp.* Verificaremos a variação dos pesos em relação ao tempo e separando os tratamentos por cidade.

Iniciou-se pelo tratamento de Resina dividindo pelas cidades em que foram imersas as placas de cerâmica, Guarujá será a primeira a ser estudada.

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1529 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 1 e constatou-se um aumento de seu peso em 18,70 %, passando o seu peso em relação ao inicial para 1815 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 5 e o aumento foi de 18,50 %, elevando peso em relação ao inicial para 1812 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 2 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 10,52 % levando o peso da placa em relação ao inicial para 1690 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 19,61 % elevando o peso da placa em relação ao inicial para 1832 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 4 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 40,54 % elevando o peso da placa em relação ao peso inicial para 2149 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 18,70 % elevando o peso da placa para 1815 gramas. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 23.

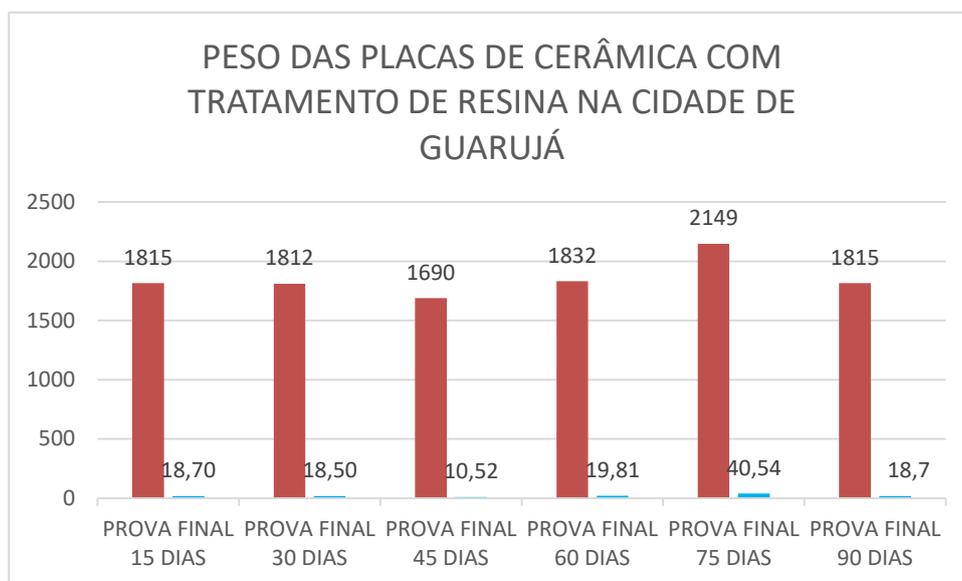


Figura 23 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação das placas de cerâmica controle na cidade de Guarujá com tratamento de Resina.

4.2.1.2 TRATAMENTO DE *T. catappa* NA CIDADE DO GUARUJÁ

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1598 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 1 e constatou-se um aumento de seu peso em 12,01 %, aumentando o peso em relação ao inicial para 1790 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 5 e o aumento foi de 11,13 %, acontecendo um aumento de peso em relação ao inicial para 1776 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 2 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 8,76 % correspondendo a 1738 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 13,82 % elevando o peso da placa para 1819 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 4 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 25,34 % elevando o peso da placa para 2003 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 16,20 % elevando o peso da placa para 1857 gramas. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 24.

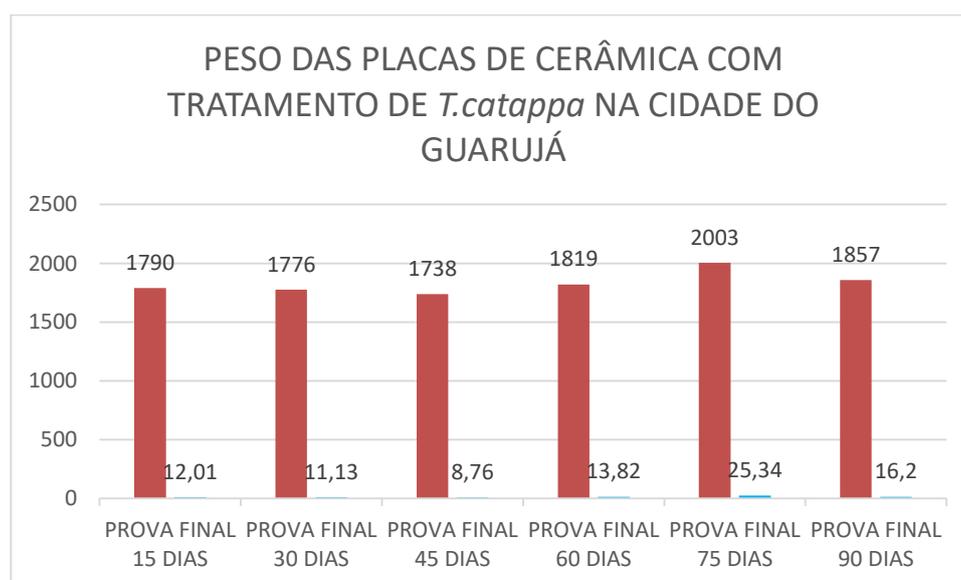


Figura 24 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Guarujá com tratamento de *T. catappa*.

4.2.1.3 TRATAMENTO DE *Musa sp* NA CIDADE DO GUARUJÁ

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1561 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 1 e constatou-se um aumento de seu peso em 17,80 %, passando o peso da placa antes da imersão para 1839 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 5 e o aumento foi de 16,72 %, passando o peso da placa antes da imersão para 1822 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 2 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 7,36 % correspondendo a 1676 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 17,55 % correspondendo a 1835 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 4 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 42,34 % correspondendo a 2222 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 12,10 % correspondendo a 1750 gramas, mas uma redução em relação a primeira coleta da placa. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 25.

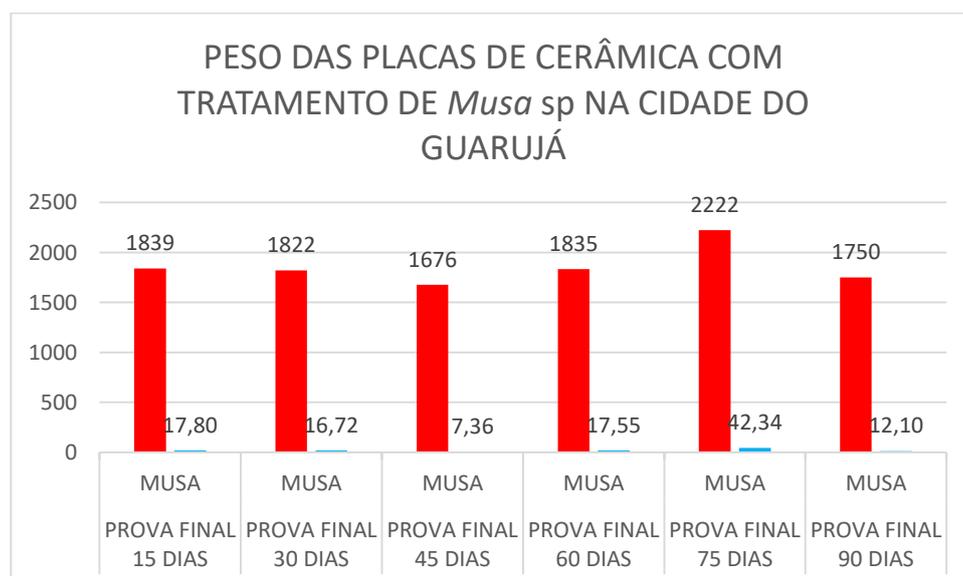


Figura 25 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Guarujá com tratamento de *Musa sp*.

Comparando os tratamentos através dos gráficos na cidade do Guarujá, observamos que o tratamento de resina nos primeiros 30 dias houve pouca variação, entre 18 e 19 %. Com 45 dias a placa de cerâmica com tratamento de Resina apresentou queda de peso e logo após, com 45 dias, o aumento de peso foi mais significativo. A coleta com maior quantidade de biomassa, 75 dias a variação foi de 40,54 %. Sendo o pior desempenho nessa localidade.

Observando o tratamento de *Musa sp* através dos gráficos na cidade do Guarujá nos primeiros trinta dias houve pouca variação, entre 16 e 18 %. Com 45 dias a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* apresentou queda de peso e logo após, com 45 dias, o aumento de peso foi mais significativo. A coleta com maior quantidade de biomassa, 75 dias a variação foi de 42,34 % Sendo assim o tratamento com *Musa sp* teve ação anti *fouling*, podendo ser uma opção para revestimento de superfícies artificiais imersas em água estuarinas.

Observando o tratamento do *T. catappa* através dos gráficos na cidade do Guarujá também nos primeiros trinta dias houve pouca variação, entre 11 e 13 %. Com 45 dias a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* apresentou queda de peso e logo após, com 45 dias, o aumento de peso foi mais significativo. A coleta com maior biomassa, 75 dias a variação foi de 25,34 %.

Sendo assim, o tratamento com *T. catappa* teve ação anti *fouling* mais efetiva que os tratamentos das placas de cerâmica com Resina e *Musa sp*, sendo dentre os três tratamentos testados, o que obteve a melhor ação de inibição de incrustação para ser aplicado em superfícies artificiais imersas em água estuarinas.

4.2.2 TRATAMENTOS NA CIDADE DA BERTIOGA

Na primeira coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 14,97 % a mais em peso com relação a placa de cerâmica antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp teve uma variação de 5,95 % a mais em peso com relação a placa de cerâmica antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* teve variação de 0,5 % a mais em peso com relação a placa de cerâmica antes da imersão.

Na segunda coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi com tratamento de Resina com 14,97 % em relação ao seu peso antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* também teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão que foi de 13,57 %. A placa de cerâmica de *Musa* sp teve a menor variação entre os tratamentos com 7,43 % em relação ao seu peso antes da imersão.

Na terceira coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi com tratamento de Resina com 15,10 % em relação ao seu peso antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* também teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão que foi de 5,88 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp teve a menor variação entre os tratamentos com 10,44 % em relação ao seu peso antes da imersão.

Na quarta coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi com tratamento de Resina com 15,89 % em relação ao seu peso antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* também teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão que foi de 8,57 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp teve a menor variação entre os tratamentos com 13,32 % em relação ao seu peso antes da imersão.

Na quinta coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica com tratamento com Resina teve um aumento de peso em relação ao inicial de 17,06 %. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* também teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão que foi de 1,25 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* teve a menor variação entre os tratamentos com 4,03 % em relação ao seu peso antes da imersão.

Na sexta coleta de dados, verificou-se que a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* na coleta de 15 dias não apresentou variação. Na mesma sequência após 90 dias a placa não foi encontrada. A placa com tratamento de Resina, após 90 dias foi a que teve a maior variação com 8,76 % em relação ao seu peso inicial. Por motivo de avaria, não levamos em consideração seu peso com 15 dias. A placa com tratamento de *T. catappa* foi a que teve a menor variação comparada com os outros tratamentos, nos primeiros 15 dias sua variação não foi considerada e após 90 dias foi de 9,69 % em relação ao seu peso antes da imersão.

4.2.2.1 TRATAMENTO DE RESINA NA CIDADE DE BERTIOGA

Estratificando os dados encontrados durante os 90 dias em que foram efetuados as observações e pesagem das placas com os tratamentos de Resina, *T. catappa* e *Musa* sp. Verificaremos a variação dos pesos em relação ao tempo e separando os tratamentos por cidade.

Iniciou-se pelo tratamento de Resina dividindo pelas cidades em que foram imersas as placas. Cidade da Bertioiga.

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1529 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 5 e constatou-se um aumento de seu peso em 14,97 %, passando o seu peso em relação ao inicial para 1758 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 4 e o aumento foi de 14,32 %, elevando peso em relação ao inicial para 1748 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 1 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 15,10 % levando o peso da placa em relação ao inicial para 1760 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 15,89 % elevando o peso da placa em relação ao inicial para 1772 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 2 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 17,06 % elevando o peso da placa em relação ao peso inicial para 1790 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1, a mesma da primeira tomada de peso e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 28,31 % passando o peso da placa de cerâmica para 1663 gramas. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 26.

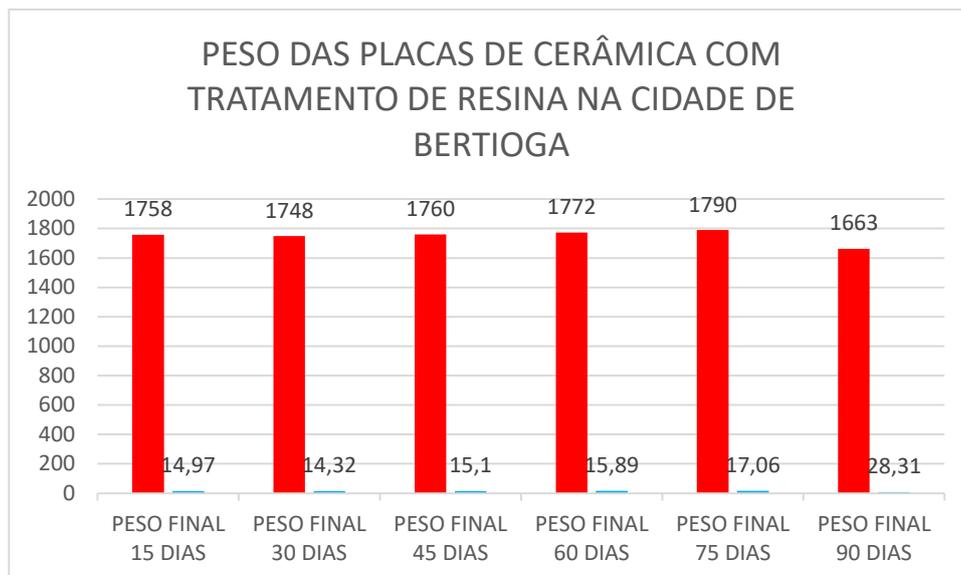


Figura 26 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de Bertioiga com tratamento de Resina.

4.2.2.2 TRATAMENTO DE *T. catappa* NA CIDADE DE BERTIOGA

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1598 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 5 e constatou-se um aumento de seu peso em 0,50 %, aumentando o peso em relação ao inicial para 1606 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 4 e o aumento foi de 13,57 %, acontecendo um aumento de peso em relação ao inicial para 1824 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 1 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 5,88 % correspondendo a 1692 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 8,57 % elevando o peso da placa para 1735 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 2 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 1,25 % elevando o peso da placa para 1618 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 5, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 11,26 % elevando o peso da placa para 1778 gramas. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 27.

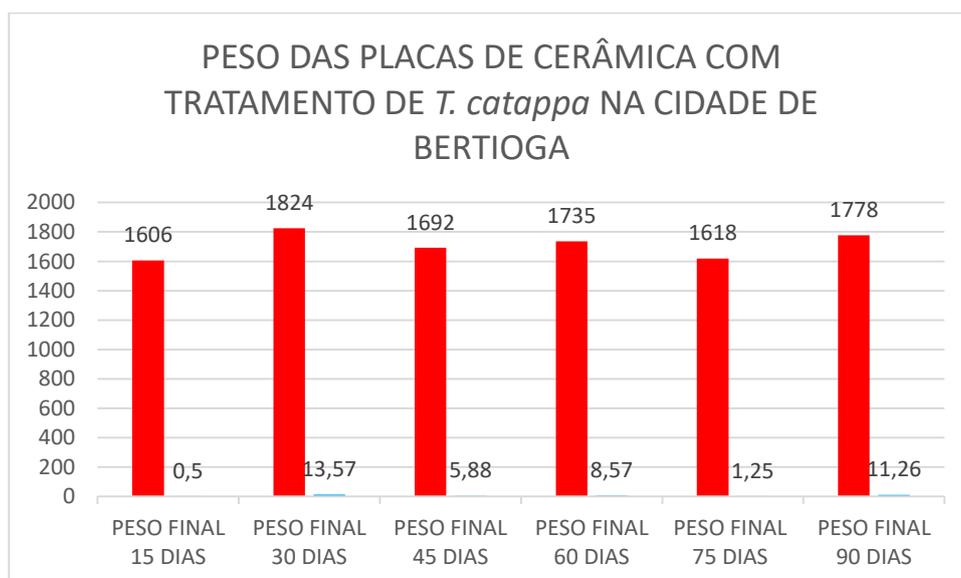


Figura 27 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação das placas de cerâmica na cidade de BertioGA com tratamento de *T. catappa*.

4.2.2.3 TRATAMENTO DE *Musa sp* NA CIDADE DE BERTIOGA

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1561 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 5 e constatou-se um aumento de seu peso em 5,95 %, passando o peso da placa antes da imersão para 1654 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 4 e o aumento foi de 7,43 %, passando o peso da placa antes da imersão para 1677 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 1 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 10,44 % correspondendo a 1724 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 5 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 13,32 % correspondendo a 1615 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 2 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 4,03 % correspondendo a 1624 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 5, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 19,60 % correspondendo a 1867 gramas, mas uma redução em relação a primeira coleta da placa. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 28.

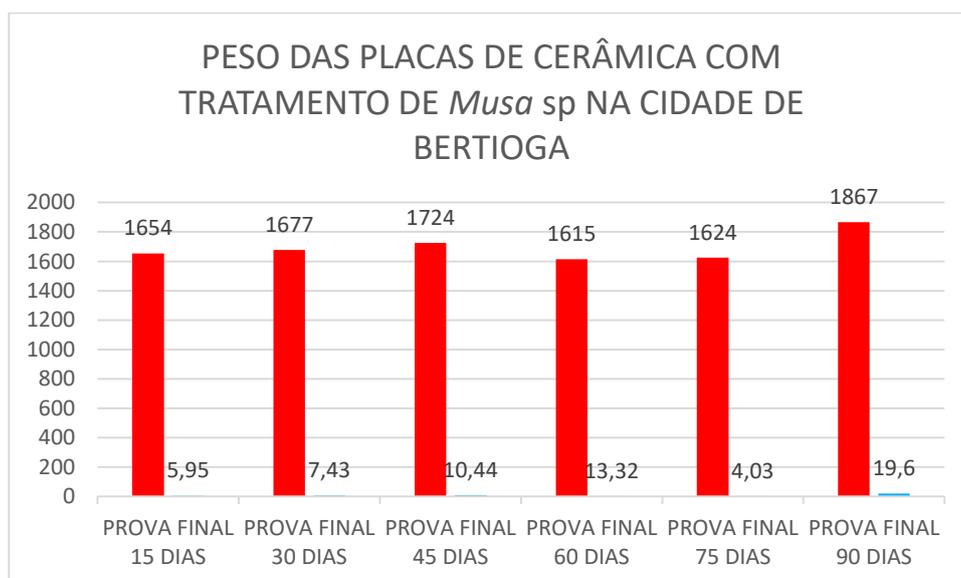


Figura 28 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em percentual (barras azuis) da incrustação das placas de cerâmica (g) na cidade de Bertiooga com tratamento de *Musa sp*.

Comparando os tratamentos na cidade da Bertioga através dos gráficos, observamos que o tratamento de Resina nos primeiros 30 dias houve variação entre 15 %. Com 75 dias a variação foi similar a coleta de dados com 30 dias obtendo 17,06 %. Após 90 dias apresentou aumento de peso em relação a coleta anterior, sendo o pior desempenho nessa localidade.

Observando o tratamento do *T. catappa* na cidade da Bertioga através dos gráficos, também nos primeiros 30 dias houve pouca variação, menor que 15 %. Após 45 dias a variação foi de 10,44 % em relação ao seu peso. Com 75 dias a placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* apresentou queda de peso indo para 1,25 %. Após 90 dias a variação foi de 11,26 %. Sendo assim o tratamento com *T. catappa* teve ação anti-fouling, podendo ser uma opção para revestimento de superfícies artificiais imersas em água estuarinas.

Observando o tratamento de *Musa sp* na cidade de Bertioga através dos gráficos, nos primeiros 30 dias houve pouca variação, inferior a 8 %. Com 45 dias a placa de cerâmica com tratamento de *Musa sp* teve variação de 10,44 %. Após 60 dias houve aumento de peso entre 14 %. A coleta com 75 dias teve variação menor que 5 pontos porcentuais. Após 90 dias a variação foi de 19,60 %. Sendo assim, o tratamento com *Musa sp* teve ação anti-fouling mais significativo que os tratamentos das placas de cerâmica com Resina, podendo ser uma opção para revestimento de superfícies artificiais imersas em água estuarinas.

4.2.3 TRATAMENTOS APLICADOS EM PLACAS SUBMERSAS NO ESTUÁRIO DE SÃO VICENTE

Na primeira coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de resina com 18,37 % a mais em peso com relação à placa de cerâmica com peso inicial. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp também teve um acréscimo no peso em relação à placa de cerâmica com peso inicial de 16,52 %. A placa de cerâmica de *T. catappa* teve a menor variação entre as provas coletadas que foi de 14,45 em relação ao seu peso antes da imersão.

Na segunda coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 45,91 % a mais em peso com relação a placa de cerâmica antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp teve o menor acréscimo de peso em relação aos outros tratamentos que foi de 40,35 % em relação ao seu peso antes da imersão. A placa de cerâmica de *T. catappa* cresceu em seu peso 33,97 % em relação ao seu peso antes da imersão.

Na terceira coleta de dados, verificou-se que a placa de cerâmica com tratamento de Resina foi a que teve maior variação em relação aos outros tratamentos que foi de 45,91 % em relação ao seu peso antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão de 40,35 %. A placa de cerâmica de *T. catappa* teve a menor variação em relação ao seu peso antes da imersão que foi de 33,97%.

Na quarta coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 93,72 % a mais em peso com relação a placa de cerâmica antes da imersão. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* também teve um acréscimo no peso em relação a placa de cerâmica antes da imersão de 92,74 %. A placa de cerâmica de *Musa* sp teve o seu peso em relação ao de antes da imersão de menor que os outros tratamentos, 70,33 %.

Na quinta coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a com tratamento de Resina com 170,96 % a mais em peso com relação a placa de cerâmica. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* teve um acréscimo no peso em relação a placa antes da imersão de 142,17 %. A placa de cerâmica de *Musa* sp teve o seu peso em relação ao de antes da imersão menor que dos outros tratamentos, 110,69 %.

Na sexta coleta de dados, verifica-se que a placa de cerâmica que teve a maior variação foi a placa de cerâmica com tratamento de Resina na coleta de 15 dias com 18,37 %. Na mesma sequência após 90 dias seu peso aumentou em 209,22 %. A placa de cerâmica com tratamento de *Musa* sp teve variação em relação ao seu peso inicial após 15 dias de 16,52 % e após 90 dias foi de 1126,96 %. A placa de cerâmica com tratamento de *T. catappa* teve variação em relação ao seu peso inicial de 14,45 % após 15 dias e após 90 dias a variação foi de 125,59 %, a menor variação dentre os três tratamentos.

4.2.3.1 TRATAMENTO DE RESINA EM PLACAS SUBMERSAS NO ESTUÁRIO DE SÃO VICENTE

Estratificando os dados encontrados durante os 90 dias em que foram efetuados as observações e pesagem das placas com os tratamentos de Resina, *T. catappa* e *Musa* sp. Verificaremos a variação dos pesos em relação ao tempo e separando os tratamentos por cidade.

Iniciou-se pelo tratamento de Resina dividindo pelas cidades em que foram imersas as placas, São Vicente será a cidade a ser tratada.

Verificou-se que as placas de cerâmica tinham um peso de 1529 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 1 e constatou-se um aumento de seu peso em 18,37 %, passando o seu peso em relação ao inicial para 1810 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 5 e o aumento foi de 35,31 %, elevando peso em relação ao inicial para 2069 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 2 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 45,91 % levando o peso da placa em relação ao inicial para 2231 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 93,72 % elevando o peso da placa em relação ao inicial para 2962 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 4 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 170,96 % elevando o peso da placa em relação ao peso inicial para 4143 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 209,22 % elevando o peso da placa em relação ao peso inicial para 4728 gramas. As figuras abaixo de mostram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 29.

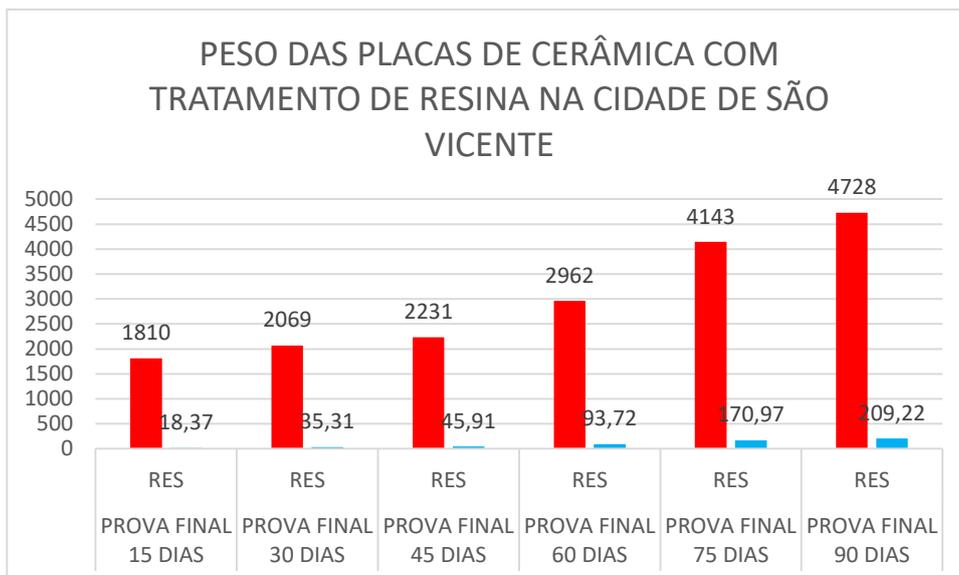


Figura 29 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação nas placas de cerâmica com tratamento de Resina na cidade de Bertioga.

De acordo com o que demonstra o gráfico, a região estuarina de São Vicente foi a que teve maior variação em peso do que em outras localidades, A poluição dos sedimentos está ligada com a poluição das águas e tem diversas fontes, dentre as quais se destacam efluentes domésticos, efluentes industriais, carga difusa urbana e agrícola. A situação que mais agrava o problema na região é a existem atividades portuárias, depósito de resíduos industriais e urbanos (CETESB, 1999).

São Vicente é uma região exposta à poluição, por ter um grande parque industrial, populosa e ter atividades de agricultura e pecuária. Algumas das principais fontes de poluição estão relacionadas às atividades do parque industrial de Cubatão, irregulares no descarte de resíduos sólidos industriais, atividades portuárias, estações de tratamento de esgotos, ao emissário submarino, descargas de esgotos domésticos clandestinos e aos aterros sanitários (lixão) e descargas da represa Billings (CETESB, 2001).

4.2.3.2 TRATAMENTO DE *T. catappa* EM PLACAS SUBMERSAS NO ESTUÁRIO DE SÃO VICENTE.

Verificou-se que as placas antes da imersão tinham um peso de 1598 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 1 e constatou-se um aumento de seu peso em 14,45 %, aumentando o peso em relação ao inicial para 1829 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 5 e o aumento foi de 24,09 %, acontecendo um aumento de peso em relação ao inicial para 1983 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 2 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 33,97 % correspondendo a 2141 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 92,74 % elevando o peso da placa para 3080 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 4 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 142,17 % elevando o peso da placa para 3810 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 125,59 % elevando o peso da placa para 3605 gramas. As figuras abaixo de mostram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 30.

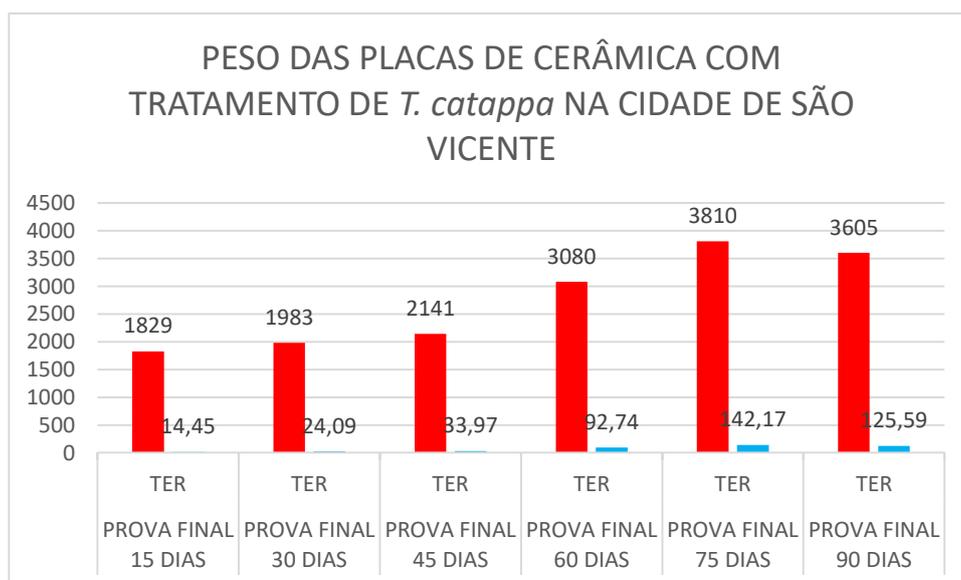


Figura 30 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação nas placas de cerâmica com tratamento de *T. catappa* na cidade de São Vicente-SP.

4.2.3.3 TRATAMENTO DE *Musa sp* EM PLACAS SUBMERSAS NO ESTUÁRIO DE SÃO VICENTE

Verificou-se que as placas antes da imersão tinham um peso de 1561 gramas sendo que na primeira coleta de dados no dia 26 de dezembro de 2016, foi efetuado a pesagem da sequência 1 e constatou-se um aumento de seu peso em 16,56 %, passando o peso da placa antes da imersão para 1819 gramas. Após trinta dias foi efetuado a medição da sequência 5 e o aumento foi de 16,97 %, passando o peso da placa antes da imersão para 1826 gramas. Depois de 45 dias foi efetuado a pesagem da sequência 2 e o peso inicial teve um acréscimo ao seu peso em relação ao inicial antes da imersão de 40,35 % correspondendo a 2191 gramas e após 60 dias a pesagem foi feita com a sequência 3 que teve um aumento de peso em relação ao seu peso antes da imersão de 70,33 % correspondendo a 2659 gramas. Após 75 dias foi retirado para pesagem a sequência 4 e constatou-se que o aumento de peso em relação ao inicial antes da imersão foi de 110,69 % correspondendo a 3289 gramas. Após 90 dias foi retirado para pesagem a sequência número 1, a mesma da primeira tomada de peso. A placa teve um acréscimo de peso em relação ao peso inicial de 126,96 % correspondendo a 3605 gramas, mas uma redução em relação a primeira coleta da placa. As figuras abaixo demonstram a variação de peso desde a primeira coleta. Figura 31.

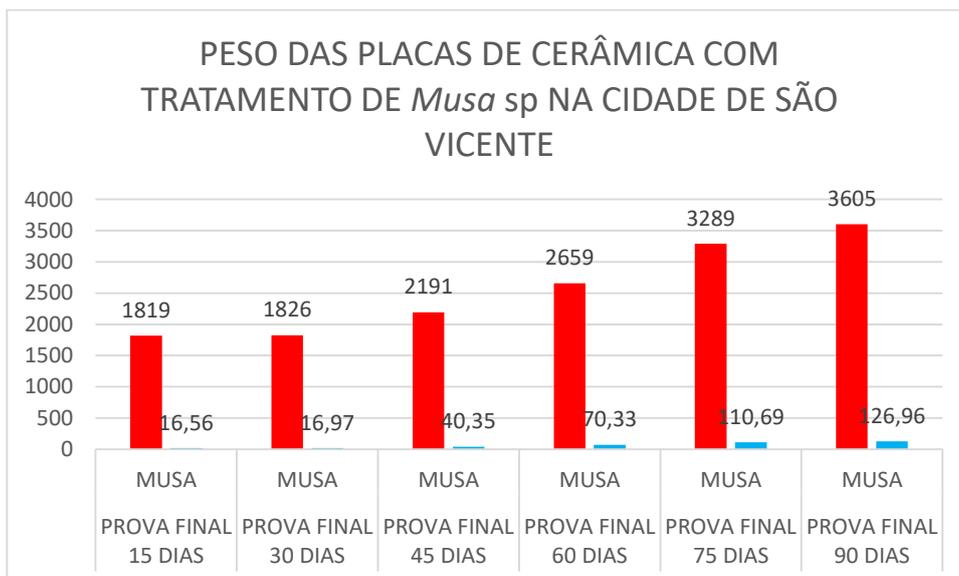


Figura 31 – Diferença de pesos em gramas (barras vermelhas) e em porcentual (barras azuis) da incrustação nas placas de cerâmica com tratamento de *Musa sp*. na cidade de São Vicente-SP

Comparando os tratamentos na cidade de São Vicente, observamos que o tratamento de Resina teve uma variação nos primeiros 45 dias entre 18 e 46 %. Com 60 dias essa variação chegou próximo a dobrar o seu peso, chegando a 93,72 %. Após 90 dias, a variação de peso voltou a ser quase o dobro da coleta anterior com pouco mais de 170 pontos percentuais. Após 90 dias, o aumento de peso continuou, contudo não tão significativo quanto das coletas anteriores, aumentando pouco menos de 40 pontos percentuais. Sendo assim, esse é o pior desempenho nessa localidade.

Observando o tratamento de *Musa sp* na cidade de São Vicente, observamos que o tratamento de *Musa sp* teve variação pouco significativa nos primeiros trinta dias, dentro dos 16 pontos percentuais. Após 45 dias a quantidade de massa mais do que dobrou, indo para mais de quarenta pontos percentuais. Com 60 dias, a placa de cerâmica teve aumento de peso significativo indo para 70,33 %. Após 75 dias, o peso foi para 110,69 pontos percentuais e na coleta de 90 dias, a quantidade de biomassa foi para 126,96 %. Sendo assim o tratamento com *Musa sp* teve ação anti-*fouling*, podendo ser uma opção para revestimento de superfícies artificiais imersas em água estuarinas.

Observando o tratamento do *T. catappa* na cidade de São Vicente verificamos que nas primeiras três coletas de dados, a variação de peso ficou por volta de 10 pontos percentuais de 15, 30 e 45 dias. Após 60 dias, a variação foi para 92,74 % e após 75 dias, aumentou de 50 pontos percentuais em peso, variação não tão grande quanto a placa de cerâmica com tratamento de Resina, mas maior que a com tratamento de *Musa* sp no mesmo período. Após 90 dias, seu peso caiu quase vinte pontos percentuais. Sendo assim, o tratamento com *T. catappa* e a *Musa* sp tiveram um desempenho similar como ação anti-*fouling*, podendo ser uma opção para revestimento de superfícies artificiais imersas em água estuarinas.

CONCLUSÕES

Do ponto de vista metodológico, quanto a preparação de “*coating*” de substratos artificiais, conclui-se que foi possível a mistura de substâncias vegetais repelentes misturados aos compostos de resina e endurecedores. Os resultados apontaram para a viabilidade do uso tanto de extratos isolados de folhas secas maceradas como de extratos triturados e usados *in natura*.

Os resultados experimentais apresentaram maior incremento de biomassa nas placas de cerâmica com recobrimento de Resina e daquelas que estavam recobertas com a mistura com extratos vegetais a base de taninos, folhas secas de *T. cattapa* e casca de *Musa* sp verde.

Assim, conclui-se que as placas de cerâmica com recobrimento com substâncias a base de taninos foram efetivamente mais repelentes da incrustação do *fouling*, do que as placas sem qualquer tipo de recobrimento.

Conclui-se também que esta ação *anti-fouling* é mais acentuada no início do recrutamento da sucessão ecológica, indicando que se trata de uma alternativa sustentável e menos agressiva ao meio aquático, e cuja utilização para combater a incrustação em curto prazo foi considerada eficiente, comparativamente aos prazos maiores que 45 dias.

Do ponto de vista técnico conclui-se que é possível a mistura de substâncias vegetais repelentes misturados em compostos de resina e endurecedores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.; DIAMANTINO, T. C.; DE SOUSA, O.; Marine paints: The particular case of antifouling paints. *Prog. Org. Coat.* 59, 2, 2007.
- ALZIEU, C.; HERAL, M.; THIBAUD, Y. et al. Influence des peintures antisalissures à base d'organostanniques sur la calcification de la coquille de l'huître *Crassostrea gigas*. *Rev. Inst. Pêches Maritime* 45, 101, 1982.
- ALZIEU, C. Impact of Tributyltin on Marine Invertebrates. *Ecotoxicology* 9, 71-76, 2000.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, São Paulo, 1999.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Sistema Estuarino Santos e São Vicente, São Paulo, 2001.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.
- CLOERN, J.E. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v.210, p.223-253, 2001.
- FERNANDEZ, M. A.; PINHEIRO, F.; *INT. J. ENVIRON. Health* 1, 427, 2007.
- DA GAMA, B.A.P., CARVALHO, A.G.V., WEIDNER, K., SOARES, A.R., COUTINHO, R., FLEURY, B.G., TEIXEIRA, V.L., PEREIRA, R.C. Antifouling activity of natural products from Brazilian seaweeds. *Botanica Marina*, vol. 51, p. 191-201. 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – dados da Baixada Santista disponível em <http://cidades.ibge.gov.br> acesso em 27 de maio de 2017.
- KETATA, I.; DENIER, X.; HAMZA-CHAFFAI, A.; et al. Endocrine-related reproductive effects in molluscs. *Comp. Biochem. Physiol., Part C: Toxicol. Pharmacol.*, 147:261-270. 2008
- KOTRIKLA, A. Environmental management aspects for TBT antifouling wastes from the shipyards. *Journal of Environmental Management.* 90, 77–85, 2009.
- LIVINGSTONE, D. R. The fate of organic xenobiotics in aquatic ecosystems: quantitative and qualitative differences in biotransformation by invertebrates and fish. *Comp. Biochem. Physiol.* v.120A, p.43-49, 1998.

PEREIRA, C. D. S., ABESSA, DMDSBAINY, A. C. D.; ZARONI, L. P.; GASPARRO, M. R.; BICEGO, M. C.; TANIGUCHI, S.; FURLEY, T. H. e de SOUSA, E. C. M. Integrated assessment of multilevel biomarker responses and chemical analysis in Mussels from Sao Sebastiao, Sao Paulo, Brazil. *Environ Toxicol Chem.* 26: 462-46. 2007.

SILVA, A.K.P.; Estudo qualitativo da sucessão ecológica, recrutamento e do tratamento “anti-fouling” convencional em organismos incrustantes, na região portuária de Suape – Pernambuco, Brasil. Tese Doutorado - Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, 103 p. 2003.

SIMMONDS, N.W.; WHEATHERUP, T.C. The taxonomy and origins of cultivated bananas (*Musa*) *New Phytologist*, v.115, p.567-571, 1990.

SOARES, H. M. V. M.; BOAVENTURA, R. A.; MACHADO, A. A. S. C.; et al. Sediments as monitors of heavy metal contamination in the Ave river basin (Portugal): multivariate analysis of data. *Environ. Pollut.* 105, 311. 1999.

VOULVOULIS, N., SCRIMSHAW, M.D. and LESTER, J.N. Analytical methods for the determination of 9 antifouling booster biocides in estuarine water samples, *Chemosphere*, Vol. 38, pp.3503–3516. 1999.

WAHL, M. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v. 58. p. 175-189. 1989.

YEBRA, D. M.; KIIL, S.; DAM-JOHANSEN, K. Antifouling Technology – Past, Present and Future Steps Towards Efficient and Environmentally Friendly Antifouling Coatings. *Prog. Org. Coat.* 50, 75-104, 2004.

ZÜNDDT, C. Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação de rede urbana regional e metropolização. In: CUNHA, J. M. P. (Org.) *Novas Metrôpoles Paulistas - População, Vulnerabilidade e Segregação*. Campinas, Núcleo de Estudos da População Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Cap. 1. p. 305-336. 2006.