

## III-456 - USO DE ECOBARCOS PARA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS FLUTUANTES (LIXO MARINHO) NA BAÍA DE GUANABARA: PROJETO BAÍA SEM LIXO

### **Vinícius Pinheiro Palermo<sup>(1)</sup>**

Oceanógrafo pela UERJ. Mestre em Engenharia Ambiental pelo PEAMB-UERJ. Consultor da Prooceano Serviço Oceanográfico e Ambiental e membro da diretoria do Instituto Ambiente em Movimento.

### **Bruna Vieira de Medeiros<sup>(2)</sup>**

Bióloga pela UFRJ. Consultora da Prooceano Serviço Oceanográfico e Ambiental e membro da diretoria do Instituto Ambiente em Movimento

### **Tiago Cardoso Miranda<sup>(3)</sup>**

Oceanógrafo pela UERJ. Mestre em Geoquímica pela UFF. Consultor e gerente de projetos da Prooceano Serviço Oceanográfico e Ambiental .

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Rio Branco, 311 - Centro, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20040-009- Brasil - Tel: (21) 2532-5666- e-mail: [contato@prooceano.com.br](mailto:contato@prooceano.com.br)

### **RESUMO**

O termo Lixo Marinho - tradução de *marine debris* ou *marine litter* – por definição é todo e qualquer material sintético produzido pelo homem, que de alguma forma, direta ou indiretamente, se acumula nos oceanos ou região costeira. Parte desses resíduos podem afundar ou flutuar (Resíduos Sólidos Flutuantes - RSF) e assim derivar e/ou se acumular em enseadas costeiras, praias, estuários e costões rochosos. A Baía de Guanabara (BG) é considerada uma das maiores baías do litoral brasileiro e recebe, através de seus 143 rios e córregos contribuintes, uma grande quantidade de resíduos mal descartados e coletados dos 15 municípios que fazem parte de sua bacia hidrográfica. Em um esforço para cumprir as metas prometidas de despoluição da BG para os Jogos Olímpicos Rio 2016, o Governo do Estado RJ (GERJ), implementou alguns projetos pontuais para a coleta de RSF, envolvendo Ecobarreiras a Ecobarcos. Em 2015, a Secretaria do Estado do Ambiente (SEA-RJ) iniciou projeto para incluir uma gestão e supervisão das operações destes Ecobarcos. O presente estudo relata a experiência da coordenação destas operações englobando também uma análise crítica sobre o uso de Ecobarcos para coleta de RSF na BG. Em uma conclusão inicial as operações dos Ecobarcos atenderam às expectativas em relação ao período das olimpíadas. Entretanto, os custos por tonelada de RSF coletado em ações cotidianas tornaram-se um tanto questionáveis, mas não pelos altos custos envolvidos na gestão e operação dos Ecobarcos, mas principalmente pelo retorno do investimento aplicado, uma vez que a coleta em si não trabalha na raiz do problema. Os RSF são parte de um problema global - Lixo Marinho - um tema complexo e amplo, mas improvável de ser reduzido a soluções temporárias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixo Marinho, Ecobarcos, Ecobarreiras, Baía de Guanabara, Resíduos Sólidos Flutuantes.

### **INTRODUÇÃO**

O termo Lixo Marinho - tradução de *marine debris* ou *marine litter* – por definição é todo e qualquer material sintético produzido pelo homem, que de alguma forma, direta ou indiretamente, se acumula nos oceanos ou região costeira. Parte desses resíduos podem afundar ou flutuar (Resíduos Sólidos Flutuantes - RSF) e assim derivar e/ou se acumular em enseadas costeiras, praias, estuários e costões rochosos. O Lixo Marinho é um dos problemas de poluição que mais afeta os oceanos (UNEP, 2009).

Existem inúmeras fontes de Lixo Marinho que podem ser originadas de atividades tanto em terra como no mar. Fontes terrestres incluem resíduos sólidos inadequadamente coletado e descartado, além de vazadouros (lixões) próximos a corpos hídricos, que podem ser carreados pelo escoamento superficial pluvial direto para rios, córregos e canais de drenagem tendo o mar como sua destinação final. Nas fontes baseadas no mar, os resíduos incluem apetrechos de pesca, resíduos sólidos provenientes de navios, barcos de lazer, além das plataformas de perfuração e exploração de petróleo em alto mar (ALLSOPP, 2006).

A Baía de Guanabara (BG) é considerada uma das maiores baías do litoral brasileiro, com uma área total de 346 km<sup>2</sup> de espelho d'água e uma bacia hidrográfica contribuinte ocupando cerca de 4.000 km<sup>2</sup> - onde residem cerca de 11 milhões de pessoas (CENSO 2010) nos 15 municípios que fazem parte de sua bacia. O escoamento superficial dessa região acaba por carrear uma grande quantidade de resíduos sólidos - descartados inadequadamente ou mal coletados - para os 143 rios e córregos contribuintes a BG (PINHEIRO, 2005). Transformando-a num grande receptor de RSF.

A partir de 2007 e dentro do contexto para receber os Jogos Panamericanos de 2007, onde a Baía de Guanabara seria o local para as competições náuticas, o Governo do Estado do Rio de Janeiro (GERJ) criou o programa conhecido como Projeto Ecobarreira, colocando barreiras flutuantes em pontos estratégicos de alguns rios, ou seja, em locais próximos às desembocaduras para conter os RSF (COELHO, 2007).

Em um esforço para cumprir as metas prometidas de despoluição da BG para os Jogos Olímpicos *Rio 2016*, em 2011, o GERJ incluiu no plano estratégico das Olimpíadas o Projeto Ecobarreira 2016, tendo como compromisso reduzir a poluição, removendo e reciclando os RSF de rios, baías e lagoas do Estado com a expansão das Ecobarreiras para um total de 26 unidades até 2016 (PGERJ, 2011).

Em 2013, fortalecendo o esforço para cumprir as metas prometidas de despoluição, o GERJ lança o Plano Guanabara Limpa, que incluiria 12 ações de intervenção desde a instalação de Unidades de Tratamento de Rios (UTR) na foz de rios que deságuam na Baía de Guanabara até o lançamento de dez barcos, chamados de Ecobarcos, para coleta de RSF no seu espelho d'água (PGL, 2014).

No ano seguinte, 2014, o Plano Guanabara Limpa acaba se transformando em um novo projeto - Projeto Baía Sem Lixo. Este novo projeto, entretanto, focou-se em duas frentes estratégicas: uma no aprimoramento e ampliação do projeto das Ecobarreiras, aperfeiçoando sua tecnologia; e outra no projeto de Ecobarcos com a supervisão e coordenação de um sistema desenvolvido para a gestão de suas operações (PGSSE, 2016).

O desenvolvimento desse sistema de gestão foi uma demanda da Secretaria do Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA-RJ). O sistema teria como objetivo monitorar, supervisionar, gerar dados, além de tornar mais eficiente as operações dos Ecobarcos. Para isso foi pensado em uma plataforma virtual, que concentraria as informações geradas para processamento e disponibilização no formato de um website com acesso restrito.

Dentro dessa plataforma virtual, que adotou o nome de Central Virtual de Operações (CVO), concentraram-se as informações para auxiliar e sugerir os locais para operação dos Ecobarcos, incluindo a previsão de condições meteoceanográficas e os resultados da modelagem numérica com a provável concentração de resíduos na BG. As orientações repassadas pela CVO seriam validadas em campo por uma embarcação de supervisão dedicada também à aferição dos resultados da modelagem e auxílio na coordenação das operações. Através do website haveria o acompanhamento da localização das embarcações por meio de rastreadores satelitais instalados em cada um dos Ecobarcos contratados.

O presente artigo visa relatar a experiência na coordenação das operações dos Ecobarcos ao longo do período de outubro de 2015 a outubro de 2016, englobando também uma análise crítica sobre o uso de Ecobarcos para coleta de RSF na Baía de Guanabara.

## **METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste estudo, que inclui uma exposição e análise sobre as operações dos Ecobarcos na BG, buscou-se utilizar todas as informações armazenadas no banco de dados da plataforma virtual – CVO, utilizada no sistema de gestão dos Ecobarcos. Dentro dessa plataforma virtual concentravam-se todos os dados e informações como quantitativo (em peso) de RSF coletado, áreas de atuação, fotos, além do rastreamento dos Ecobarcos e previsões das condições meteoceanográficas na BG.

Utilizou-se como base para esta investigação o documento: Plano de Gestão do Serviço de Supervisão dos Ecobarcos (PGSSE, 2016) elaborado para a SEA-RJ, assim como a pesquisa publicada no artigo: Influência das Condições Meteoceanográficas Sobre a Dinâmica dos Resíduos Flutuantes na Baía de Guanabara – Raias

Olímpicas (REY, 2016) somados a todas as observações empíricas na coordenação das operações dos Ecobarcos.

O período analisado neste estudo refere-se a outubro de 2015 até outubro de 2016, cobrindo desde o início da implementação do sistema de gestão até o final de todas as competições olímpicas e paraolímpicas. Para construir gráficos e contribuir na análise deste banco de dados foram empregados os programas Matlab e Python.

## **RESULTADOS**

Para uma primeira descrição, na Tabela 1 são apresentadas as características gerais de cada um dos Ecobarcos em um comparativo com vantagens e desvantagens do ponto de vista operacional. Na Tabela 2 é exposta uma das conclusões básicas enfatizadas no PGSSE, refere-se a duas particularidades sobre as operações dos Ecobarcos, uma tendo como natureza a atividade cotidiana, definida como de caráter sistemático e outra de cunho emergencial, definida como de caráter contingencial.





No período de abrangência desta análise - de outubro de 2015 a outubro de 2016 - as áreas de atuação dos Ecobarcos em caráter sistemático foram divididas em três regiões em específico - Rio de Janeiro, Ilha do Governador e Niterói. A abrangência dessa divisão foi definida de acordo com a distância relativa às bases de apoio operacionais, que incluem local para abrigo e atracação e/ou para o desembarque dos resíduos. A Figura 1 evidencia essas três regiões de abrangência com destaque em verde para a região do Rio de Janeiro, Laranja para a região da Ilha do Governador e Azul para a de Niterói. A Figura 2 apresenta uma cópia do grid utilizado para auxiliar as operações em um caráter contingencial, quando os Ecobarcos ficaram a disposição ao longo do dia e posicionados em pontos estratégicos, nas proximidades das raiais de competição a vela, durante o período olímpico e paraolímpico na Rio 2016.

Os dados sobre a coleta dos RSF são apresentados na Figura 3 no formato de um gráfico contendo valores mensais, em peso (toneladas), para a soma da coleta de todos os Ecobarcos envolvidos nas operações. O total coletado de RSF na abrangência dos 13 meses (outubro/15 a outubro/16) foi de 563 toneladas. No período de outubro de 2015 a julho de 2016, anterior as olimpíadas (caráter sistemático), operavam um total de dez Ecobarcos, sendo seis do modelo de pequeno porte – BPs, três do modelo de médio porte – Ecoboat e um de grande porte – Acqua. A partir de agosto de 2016 as operações contaram com reforço de outros dois Ecobarcos de médio porte – um Ecoboat e um Brissoneau I. Nos meses de agosto e setembro de 2016, as operações ocorreram também em caráter contingencial devido aos jogos olímpicos. Na Figura 4 é apresentado uma estimativa média do quantitativo (em toneladas) de RSF coletado diariamente quando a operação se encontra como sistemática e em comparação com o período olímpico – atuação contingencial.

Importante ressaltar que os dados referentes ao peso do RSF coletado pelos Ecobarcos não foram medidos por uma balança ou dinamômetro, mas estimados e incluídos nos relatórios diários das operações. Utilizaram-se como parâmetro o peso de uma sacola de 100L com RSF que pesaria cerca de 30kg. Esses valores podem estar superestimados, uma vez que não houve uma aferição, entretanto podem ser utilizados para um comparativo em relação a períodos com maior ou menor coleta de RSF.

A partir dos dados totais de RSF coletados, mesmo levando em consideração a carência de uma aferição, foi possível construir a Tabela 3. Essa, apresenta uma estimativa para o custo da tonelada de RSF coletado pelos Ecobarcos, tanto no período sistemático, como contingencial. O cálculo foi feito baseado na soma total dos custos mensais (parcelas contratuais), cerca de R\$590.000,00 - o que inclui as duas operadoras de Ecobarcos somados à gerenciadora das operações.

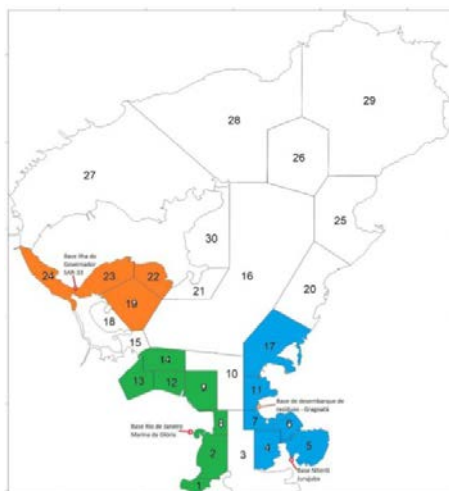
**Tabela 1 - Vantagens e desvantagens de cada um dos modelos de Ecobarcos utilizados no Projeto Baía Sem Lixo.**

	ECOBARCOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ECOBOAT		Grande capacidade de carga, agilidade e eficiência na coleta de resíduos concentrados (formato de língua e etc.); Coleta automatizada;	Deslocamento lento e dispendioso para coleta de resíduos muito espalhados, impossibilidade de operar muito próximo a linha de costa (Cais, Costão e etc.);
BPs (Brisseaneau)		Agilidade no deslocamento e na coleta de resíduos espalhados em pequenas ocorrências, próximo à cais, linha de costa e difícil acesso para barcos médios.	Baixa capacidade para coleta de resíduos concentrados e grandes quantidades; Coleta manual e onerosa para os operadores;
ACQUA (Brisseaneau)		Base móvel para desembarque de resíduos dos Barcos Pequenos;	Deslocamento muito lento; alto consumo de combustível; baixo potencial de coleta para resíduos espalhados e concentrados;
BRISSENEAU I		Deslocamento rápido; Grande capacidade de carga e agilidade na coleta de resíduos concentrados (língua e etc.); Coleta automatizada;	Dispendioso para coleta de resíduos muito espalhados, impossibilidade de operar muito próximo a linha de costa (Cais, Costão e etc.);

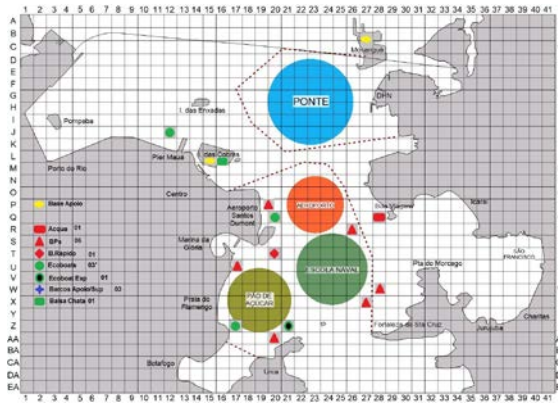
**Tabela 2 - Caracterização das operações em caráter Sistemático e Contingencial.**

Operação Sistemática (cotidiano)	Operação Contingencial (Olimpíadas)*
Operação nas áreas de maior acúmulo de lixo	Operação concentrada em área estratégica (raias de competição)
Comunicação via mensagem (whatsapp)	Uso de Rádio para comunicação direta
Áreas de atuação mais abrangentes	Uso de grid para localização dos Ecobarcos
Coordenação da operação à distância	Coordenação da operação à distância e em campo
Contingente de embarcações por escala	Contingente máximo de embarcações
Menor carga horária de atuação	Maior carga horária de atuação

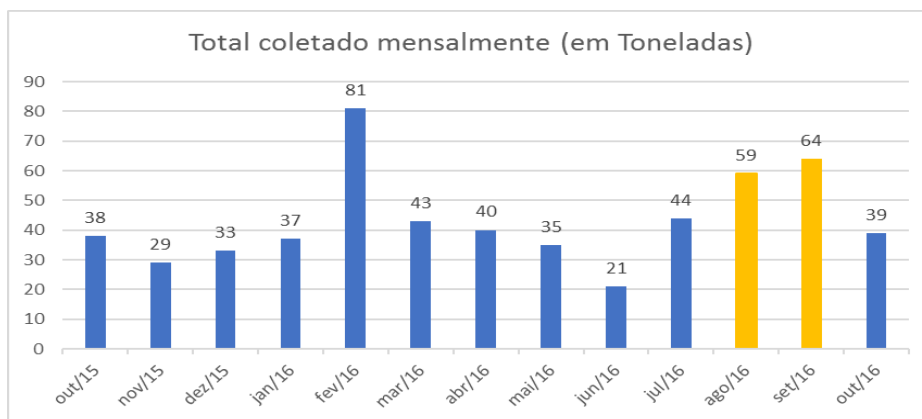
\*Durante as olimpíadas as operações em caráter contingencial dispunham de melhor infraestrutura nas bases operacionais para a descarga dos resíduos, o que otimizava as operações (reduzindo o tempo entre as coletas).



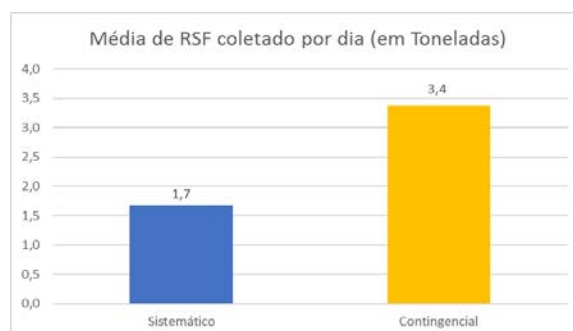
**Figura 1 – Figura representativa do espelho d’água da BG dividido em polígonos. As áreas coloridas representam as regiões de atuação sistemática dos Ecobarcos para período analisado. (Fonte: PGSSE)**



**Figura 2 - Grid utilizado durante as olimpíadas e paraolimpíadas Rio 2016 para região de atuação dos Ecobarcos, com destaque para as raiais de competição e posicionamento estratégico dos Ecobarcos. Período de operações em caráter contingencial (Fonte: PGSSE).**



**Figura 3 - Total de RSF coletados (em Toneladas) mensalmente ao longo do período de outubro/15 a outubro/16. Destaque em azul para meses exclusivamente em caráter sistemático e em amarelo para meses com período sistemático e contingencial (olimpíadas e paraolimpíadas).**



**Figura 4 - Quantitativo da média diária de RSF coletados (em Toneladas) pelos Ecobarcos em caráter sistemático e contingencial.**



**Tabela 3 - Total coletado em caráter sistemático e contingencial (olimpíadas) e estimativa de cálculo em relação ao custo por tonelada de RSF coletado pelos Ecobarcos.**

	Total de resíduos coletados (Ton) Período de 13 meses (out/2015 a out/2016)	Total de dias trabalhados	Custo por Tonelada*
Período em caráter sistemático	563	359	R\$ 13.623,45
Período em caráter contingencial (olimpíadas)	33,8	10	R\$ 7.934,37
*Custo total mensal	R\$ 590.000,00		

\*(baseado nos contratos com a soma das duas operadoras de Ecobarcos e da gerenciadora)

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As operações em caráter sistemático e contingencial apresentam propósitos distintos. A atuação em caráter contingencial durante o período olímpico possuiu maior eficiência. O que pode ser justificada pelo maior esforço em campo - maior carga horária de trabalho focado na cobertura de uma área em específico, somados a uma menor distância para bases de apoio e principalmente a um melhor apoio logístico às operações com uma infraestrutura adequada para o desembarque dos RSF.

No caso das operações sistemáticas, estas sofrem forte influência de alguns fatores como: número reduzido de bases de apoio para o desembarque de resíduos, o que amplia a distância a percorrer para coleta e desembarque dos RSF; carência de uma infraestrutura adequada nas bases de apoio, ou seja, local para atracação da embarcação com facilidade para uso de pau de carga e guincho elétrico no transbordo dos RSF, além de banheiros e vestiários para os operadores. Nestas condições, o tempo destinado para a coleta dos RSF passa a ser praticamente o mesmo despendido apenas para o transporte e desembarque dos RSF em terra.

Outros fatores que influenciam fortemente na coleta de RSF na BG estariam relacionados com a dinâmica das correntes de maré junto a intensidade e direção dos ventos, além da pluviosidade (aumento do escoamento superficial nas bacias contribuintes). Na análise realizada por Rey (2016) em relação a influência das condições meteoceanográficas sobre os RSF coletados pelos Ecobarcos na BG, a pluviosidade não seria o único fator determinante desta dinâmica. O percentual de vento no quadrante norte incidente e a altura de maré possuem correlação positiva de mesma ordem, indicando que podem, mesmo em situações de baixa pluviosidade, serem responsáveis pela disponibilização dos RSF. Estas observações apontam para a complexidade de avaliar e entender os fenômenos meteoceanográficos atuantes na BG para a previsão da deriva e o adequado dimensionamento das ações de coleta dos RSF.

Essa intensa dinâmica dos RSF na BG que tem direta relação com uma maior ou menor eficiência na coleta realizada pelos Ecobarcos, acaba por tornar essa operação náutica em caráter sistemático, um tanto complexa e onerosa para um planejamento operacional.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em uma conclusão inicial observa-se que as operações dos Ecobarcos em caráter contingencial atenderam às expectativas em relação a manutenção de excelentes condições das raias (Figura 2) para as competições a vela dos jogos olímpicos e paraolímpicos na BG. No entanto, a médio e longo prazo, em caráter sistemático, esta alternativa mostra-se pouco eficiente. Para aumentar esta eficiência seria minimamente necessário melhorar a logística de descarga dos Ecobarcos, aumentando a quantidade de bases e fornecendo melhor infraestrutura para as já existentes.

No comparativo com os custos da tonelada de RSF coletados nas Ecobarreiras, que segundo Ramos (2016) é estimado em cerca de R\$300, este fato, acaba por tornar os valores apresentados na Tabela 3 - cerca de R\$13.600 por tonelada de RSF coletado pelos Ecobarcos nas operações sistemáticas - um tanto questionável, mas não pelos altos custos envolvidos na gestão e operação dos Ecobarcos, mas principalmente pelo retorno do investimento aplicado, uma vez que a coleta em si não trabalha na raiz do problema.

Neste cenário pode ser mais justificável um maior investimento em ações preventivas ao invés da manutenção destas operações sistemáticas. O que em um curto prazo poderia ser uma transferência de investimento para a implantação de novas Ecobarreiras e melhoria das já existentes.

Para um planejamento de ações preventivas de médio e longo prazo haveria a necessidade de incluir as origens dos resíduos sólidos flutuantes na BG. O que envolveria uma maior compreensão sobre a ocupação territorial de todas as suas bacia e sub-bacias contribuintes (região com uma área de 4000km<sup>2</sup> e 15 municípios) integrada ao conhecimento em relação aos locais e ou regiões carentes de uma adequada gestão de resíduos sólidos.

A complexidade desse tema precisa ser integrada a políticas públicas que estimulem uma gestão integrada de resíduos, principalmente nas áreas periféricas e mais carentes de uma coleta e correta destinação dos resíduos sólidos. Há necessidade de implementação e maior fiscalização das políticas já existentes, a exemplo da logística reversa (Responsabilidade Estendida ao Produtor), bem como um maior incentivo para a redução da geração de resíduos sólidos. Os RSF são parte de um problema global - Lixo Marinho - um tema complexo e amplo, mas improvável de ser reduzido a soluções temporárias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLSOPP, M. W. 2006. Plastic Debris in the World's Oceans. Holanda: Greenpeace. [http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2007/8/plastic\\_ocean\\_report.pdf](http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2007/8/plastic_ocean_report.pdf) (acessado em maio de 2017)
2. COELHO, Victor M. B. Baía de Guanabara: Uma História de Agressão Ambiental – Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007.
3. PGERJ (Portal do Governo do Estado do Rio de Janeiro)– Estado já tem 13 ecobarreiras – Imprensa/RJ, atualizado em 30/06/2011 por Ascom do Inea - <http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=517765> (acessado em novembro, 2015).
4. \_\_\_\_\_.Três Ecobarcos Passam a Recolher Lixo Flutuante das Águas da Baía de Guanabara – Imprensa/RJ, atualizado em 03/01/2014 por Ascom SEA - <http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=1912230> (acessado em novembro, 2015).
5. PINHEIRO, ELIANE C. F. Baía de Guanabara: Biografia de uma Paisagem. Andrea Jakobsson Estúdio – Rio de Janeiro, 2005.
6. PGSSE -Plano de Gestão dos Serviços de Supervisão dos Ecobarcos , Baía de Guanabara. Prooceano, Palermo,V.P.; Miranda,T.C.; Carvalho,G.V. et al. Preparado para a Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro, 2016.
7. RAMOS, C. Relato do Engenheiro do INEA, responsável pela fiscalização do contrato das Ecobarreiras entre INEA e Construtora Matos Teixeira. Reunião realizada com a gestora do Projeto dos Ecobarcos – Prooceano, na sede do INEA- Av Sacadura Cabral, 103 – Saúde – Rio de Janeiro- RJ, em 5/01/2016.
8. REY,D. et al, Influência das Condições Meteorológicas Sobre a Dinâmica dos Resíduos Flutuantes na Baía de Guanabara – Raias Olímpicas . Congresso Nacional de Oceanografia. Apresentação em pôster. 2016.
9. UNEP (2009). Marine Litter: A Global Challenge. Nairobi: UNEP. 232 pp. <http://oceansandplastics.info/wp-content/uploads/2015/09/OAP-UNEP-2009-Marine-Litter.pdf> (acessado em maio, 2017).