

# **AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DE DADOS ORIUNDOS DA ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO NA REGIÃO DA BACIA POTIGUAR E CEARÁ**

**Aluna: Caroline Boscarino Arab**

**Orientação: Adriana Haddad Nudi**

## **1. Introdução:**

A cada minuto, ambientes distintos, com diferentes funções biológicas são impactados por compostos químicos oriundos de atividades antrópicas. Dentre muitas regiões, encontram-se as marinhas que, em detrimento de resíduos industriais e residenciais, têm sua fauna e flora danificadas. Dentre as diversas atividades industriais, destaca-se a prática de perfuração de poços de petróleo, acentuando a inserção destes compostos nos ambientes estuarinos. À medida que o poluente é descartado no oceano por um eventual acidente de extração, sua persistência, toxicidade e quantidade ditarão os futuros danos (Peralba *et al.*, 2010).

Dentre muitos compostos descartados, estão as misturas complexas de compostos orgânicos, exemplificadas pelos HPAs (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos). Estes são originados de fontes petrogênicas ou pirolíticas e possuem um poder abusivo quando incorporados ao meio aquático (Souza, 2012). Quando oriundos de fontes petrogênicas, estes compostos de caráter hidrofóbico e baixa solubilidade (Kim *et al.*, 1999 *apud* Fontana *et al.*, 2007) tendem a se aderir a sedimentos, material particulado ou mesmo aos animais bentônicos (vivem no substrato) ou pelágicos (vivem na coluna d'água).

Dentre as ferramentas para avaliação das atividades de perfuração e extração de petróleo, insere-se a estatística na avaliação de tais impactos. A inferência estatística consiste então na formulação de hipóteses e na determinação de parâmetros capazes de descrever a natureza de uma população da qual se extraem os dados (Naghattini & Pinto, 2007).

De acordo com os tipos de perfuração e o modo como a amostragem foi realizada, é possível inferir, através de testes, o quão variante está a hipótese inicial do resultado obtido (Dalgaard, 2008). Com isso, a pergunta de que uma área controle (região utilizada como exemplo de valores de background) difere ou não das regiões de poços amostradas deve ser correlacionada à outra; na qual os níveis de HPAs e alquilados devem ou não retornar aos valores de estabilidade do ambiente, após

determinado período de tempo, seguindo GESAMP (1993). Para isso é preciso confrontar o tempo ao espaço, através da dependência ou não de dados quantitativos.

Neste caso, campos de perfuração foram implantados em duas bacias localizadas nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, nomeados Ceará e Potiguar, respectivamente. Nestas, atividades de extração petrolífera marinha foram instaladas em duas localidades: BM-POT-11 e BM-POT-13, sendo previstos sete poços em cada, divididos em duas plataformas auto-eleváveis (figura 1). Desde a implantação dos poços (em 2009), atividades de perfuração e um ano após perfuração (2011) estas regiões, associadas à área controle, foram monitoradas e os resultados, submetidos à várias estratégias estatísticas.

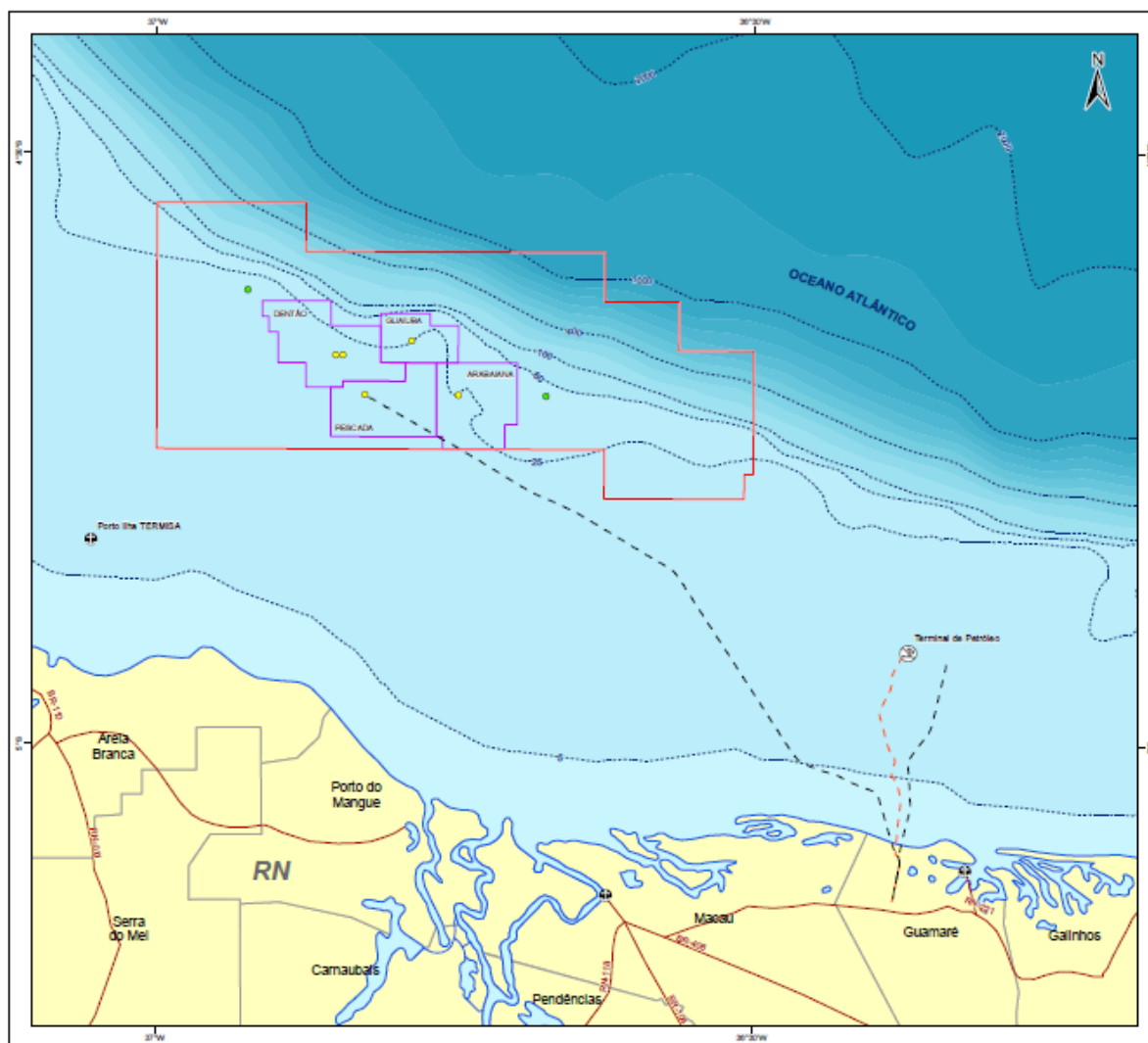


Figura1: Mapa da área geográfica do campo BM-POT-13. Área vermelha limita a região geográfica da Bacia Potiguar, que circunda quatro campos de produção (coloração arroxeadada). Adaptado de EIA/RIMA para atividade de perfuração marítima no bloco BMPOT-13, Bacia Potiguar, 2008.

## **2. Objetivo:**

O Laboratório de Estudos Marinhos e Ambientais (LABMAM) participa desde 2008 de projetos, em parceria com a PETROBRAS, da unidade do Rio Grande do Norte, na avaliação de impactos ambientais em áreas onde são realizadas atividades de produção e extração de petróleo, através de análises de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e alifáticos em amostras de água e sedimento.

O atual estudo tem como objetivo aplicar conceitos estatísticos na avaliação dos efeitos causados pela implantação dos novos poços de perfuração na Bacia Potiguar (RN), bem como monitorar a qualidade de água e sedimento dos Emissários submarinos a partir de determinações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (16HPA e 38 HPA), compostos alifáticos (n-Alcanos, Resolvidos e MCNR – Misturas Complexas não Resolvidas, Alifáticos Totais), alquilados e hidrocarbonetos totais (HTP). Os resultados variaram ao longo de diversas análises amostrais que uniram campanhas de 2008 a 2012, entre áreas controle e áreas de estudo. Foram avaliados dados de três projetos na região, como segue:

- Projeto de monitoramento ambiental dos emissários submarinos do polo industrial de Guamaré
- Projeto de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar e caracterização do talude
- Projeto de avaliação de impactos ambientais da atividade de perfuração na Bacia Potiguar (BMPOT11 e BMPOT13)

Além do estudo estatístico, estes dados são de extrema importância, pois são capazes de apontar quais as fontes precursoras de tais compostos e, paralelamente, ditar medidas que evitem futuros danos (EIA/RIMA da Bacia de Rovuma, 2008).

## **3. Metodologia:**

### **3.1 Materiais de coleta:**

Todos os dados de HPAs e alquilados e hidrocarbonetos alifáticos são originários da região da Bacia Potiguar e Ceará. Sedimentos e água foram coletados por meio de amostrador do tipo van Veen e coletores de água do tipo Niskin e Go-flo, seguido de armazenamento em frascos de alumínio e de vidro (âmbar), respectivamente. São equipamentos presos a cordas, despejados ao mar a fim de

atingir diferentes profundidades. Estes parâmetros foram primeiramente determinados pelo Laboratório de Estudos Marinhos e Ambientais – LABMAN (Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro) e após, agrupados em análises estatísticas.

### 3.2 Amostragens e estudos:

Os pontos de coleta foram estabelecidos em função do objetivo de cada projeto, como segue:

- **Projeto de monitoramento ambiental dos emissários submarinos do polo industrial de Guamaré:** tem o propósito de avaliar os efeitos do descarte de efluentes pelos emissários submarinos sobre os materiais de água e sedimento da porção marinha da Bacia Potiguar. Abaixo se encontra o desenho amostral utilizado nas sete campanhas realizadas no período de 2008 a 2012 (figura 2).

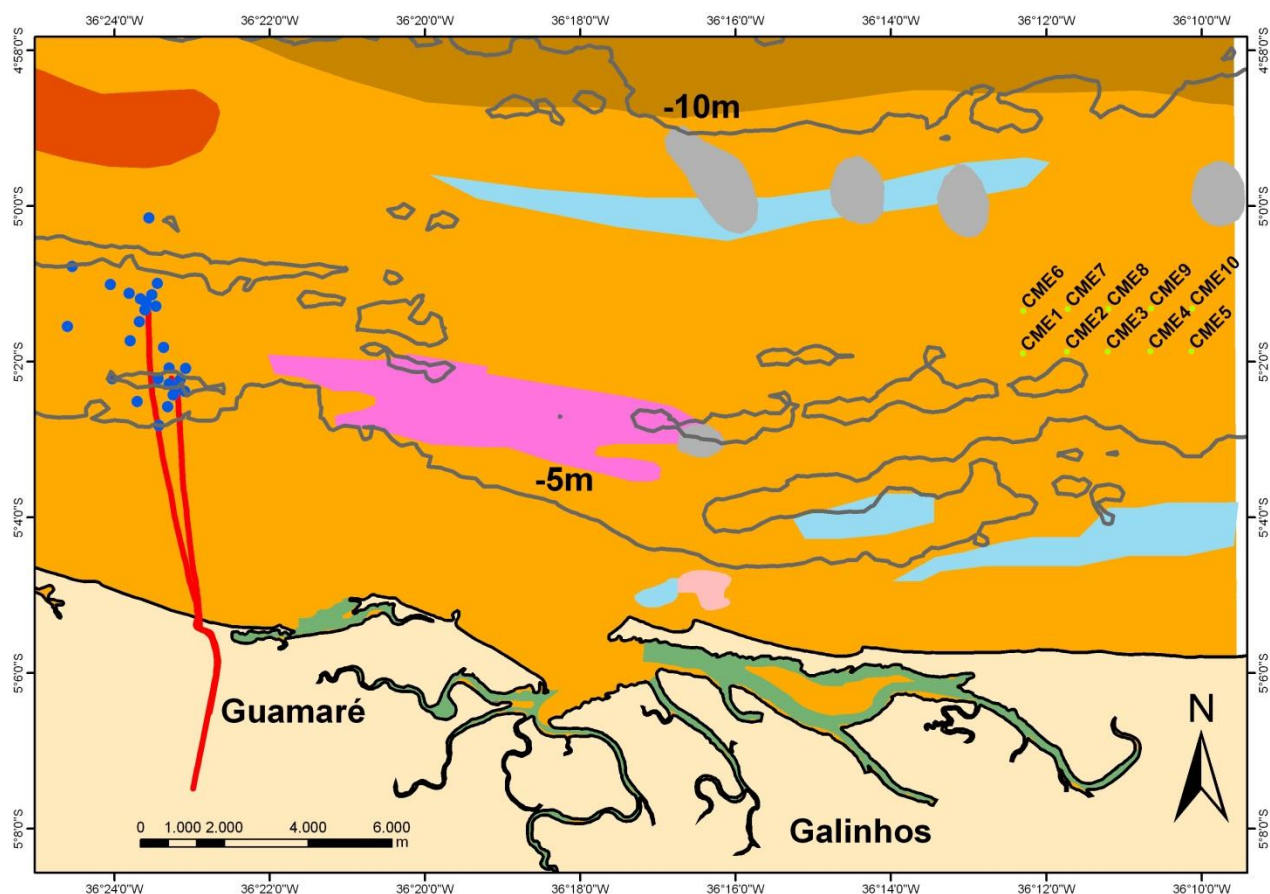


Figura 2: mapa da Bacia Potiguar mostrando a faciologia da região dentre os dois emissários submarinos e a localização das estações de monitoramento em torno dos difusores dos emissários (em azul) e controle, em verde à esquerda (Especificação técnica para elaboração de proposta de trabalho para a avaliação de compostos orgânicos em amostras ambientais nas Bacias Potiguar e Ceará, Petrobrás).

Como visto na figura acima, a malha amostral está distribuída ao longo da Baía Potiguar, sendo ela dividida em 26 emissários e 10 controles, ao longo de sete campanhas. Dentro de uma análise de um emissário submarino pretende-se, pelo dimensionamento dos pontos, quantificar a dispersão da pluma que, em sua maioria, possui em sua composição de fluidos não-aquosos, como o naftaleno (Melton *et al.*, 2000 *apud* Peralba *et al.*, 2010).

De modo a representar o comportamento da pluma resultante dos emissários submarinos, círculos concêntricos, de raios crescentes a partir do centro de descarte (ponto de lançamento direto do efluente até áreas mais distantes) foram delimitados (figura 3). Nestes, a prioridade seria relatar, pela amostragem de dois emissários (36 estações divididas entre 10 controles e 26 emissários, em cada), a perturbação ocasionada pela área do difusor; sendo ela a mais crítica dentre os pontos.

Os raios têm 50m, 200m, 500m, 1000m e 2000m, desde a fonte do lançamento até o mais externo, respectivamente. Isso para o emissário I e, para o emissário II, serão todas as medidas, com exceção do raio de 2000m que não existiu.

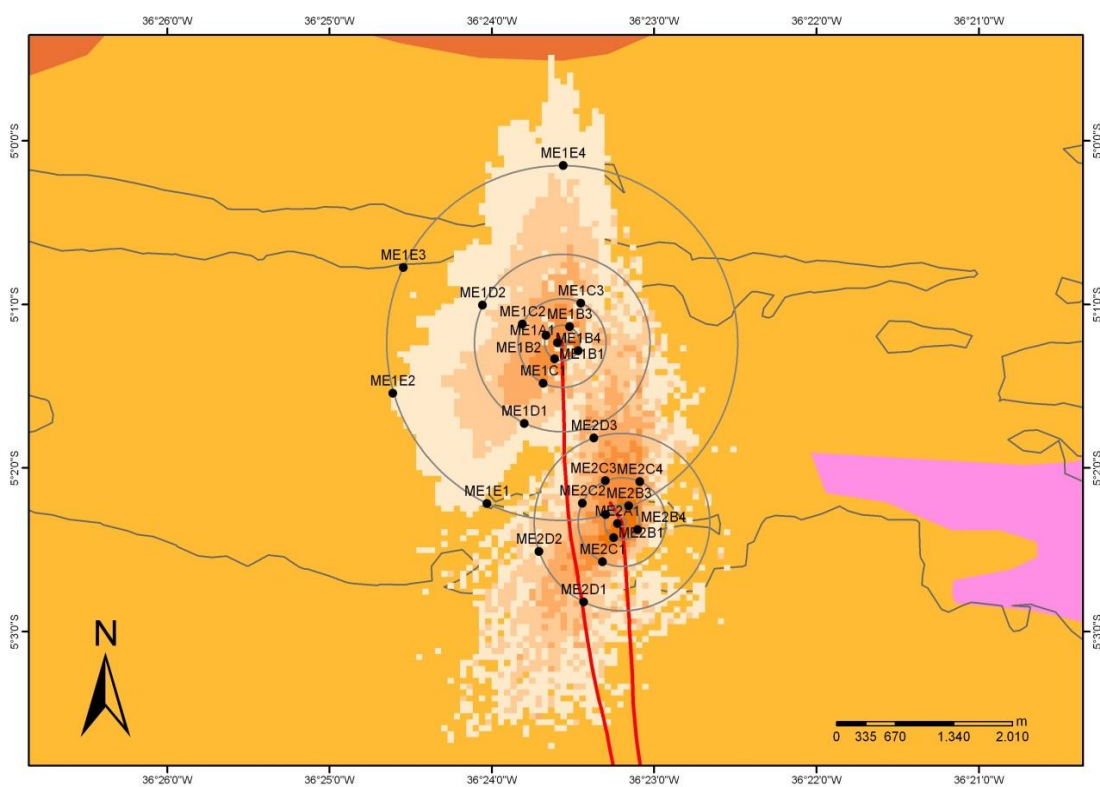


Figura 3: arranjo da malha de monitoramento dos emissários submarinos com a localização das estações de monitoramento. Os círculos concêntricos nos quais foram distribuídas as estações têm raios de 50, 200, 500, 1000 e 2000m, a partir dos pontos de descarte de cada um dos emissários (o emissário II não possui estações a 2000m de distância) - (Especificação técnica para elaboração de proposta de trabalho para a

avaliação de compostos orgânicos em amostras ambientais nas Bacias Potiguar e Ceará, Petrobrás).

Detectar a qualidade dos efluentes de água e sedimento descartados pelos emissários submarinos da Bacia Potiguar era fundamental. Para isto, primeiramente, o posicionamento ocorreu ao longo de raios decrescentes, da borda até a área do difusor. Alocar as estações, divididas em controles e emissários, também entrou no processo à medida que deve se estabelecer um valor de *background* (GESAMP,1993). Sete campanhas foram realizadas, em meses de escolha sistemática, desde abril de 2008 a junho de 2012, baseadas na distribuição amostral citada anteriormente.

Para início dos testes, a reunião dos dados foi feita no programa Excel 2007. Em função das triplicatas a média foi realizada de emissário para emissário; sendo ao todo 26 médias para emissários mais 10 valores dos controles. Tudo isso exigido somente para as coletas de sedimentos, nas quais continham triplicatas. É importante ressaltar que os testes estatísticos e agrupamento dos dados ocorreram separadamente para sedimento e água.

Dentro da análise estatística a medição do comportamento da população amostrada é baseada em formulações de premissas *a priori*, conhecidas como hipóteses. A validação ou não da hipótese de igualdade ( $H_0$ ) só será aceita após a compilação dos dados pelo uso do teste estatístico (Cryer & Chan, 2008).

Associando este fato ao estudo em questão, a hipótese elaborada para detecção de impactos do emissário sobre o ambiente marinho se deu pela comparação entre os valores de controle e emissário no decorrer do tempo e espaço; sendo duas análises distintas. A primeira delas baseou-se na comparação de dados relacionados ou dependentes (divergentes no tempo). Para isso o contraste ocorreu entre todos os controles das sete campanhas e todos os emissários das sete campanhas, para cada composto aromático (16HPA e SHPA) e alifático (N-Alcanos, MCNR, Resolvidos e Totais Alifáticos). Sendo assim, para os dados dependentes formulou-se a hipótese, com nível de significância ( $\alpha$ ) de 0.05:

- $H_0$ : dentre os sete controles ou sete emissários, todos são iguais.
- $H_1$ : dentre os sete controles ou emissários pelo menos um difere.

A partir de então é possível constatar, caso se rejeite a hipótese nula, que há diferença significativa entre os controles e/ou emissários, possibilitando uma ação direta sobre o ponto que apresentou valores mais altos.

O segundo teste estatístico foi elaborado para que existisse uma comparação entre os dados independentes, ou seja, que divergem no espaço. Neste, as hipóteses eram:

- $H_0$ : controles ou emissário são iguais.
- $H_1$ : controles ou emissários diferem em pelo menos um.

Com isso, entende-se que a validação da hipótese nula, para os dados independentes, aceita que os níveis de impacto dos emissários quando comparados aos do controle não são significativos a ponto de influenciar negativamente o ambiente marinho; no qual estão implantados. Por outro lado, a rejeição de  $H_0$  infere que os dados dos emissários estão destoando dos controles; o que gera a divergência entre eles por alguma razão.

Após o preparo dos dados e formulação das hipóteses foi preciso analisar os parâmetros de normalidade e homocedasticidade no software RStudio, versão 0.96.330 (2009-2011). O que irá ditar a normalidade será a distribuição de frequência dos dados em torno da média, ou seja, uma distribuição simétrica com a maior concentração no centro e um decaimento para os sentidos extremos; formando assim a curva de Gauss (Zar, 2009). Dados paramétricos também são fortemente influenciados pelo Teorema central do limite, no qual o aumento do tamanho da amostra pela utilização de réplicas ou na quantidade de indivíduos amostrados é capaz de se aproximar de uma distribuição normal, gerando maior confiabilidade no resultado final à medida que a variância diminui (Zar, 2009). Por isso a utilização de réplicas sob a forma de triplicatas.

- **Projeto de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar e caracterização do talude:** avaliar em escala regional os efeitos da extração de petróleo pela coleta de materiais bentônicos e pelágicos do talude continental da Bacia. Ou seja, relatar os impactos das atividades petrolíferas através de coletas de sedimento em diferentes profundidades e distâncias do continente. Tendo continuidade de 2009 a 2012.

A fim de relatar adequadamente os dados referentes aos taludes, uma extensa malha amostral foi delimitada (figura 4), sendo ao todo quatro profundidades (150m, 400m, 1500m e 2500m). Não somente pelo tamanho da plataforma continental, como também, pelas variações ambientais e sedimentológicas (Alvarenga, 1992).

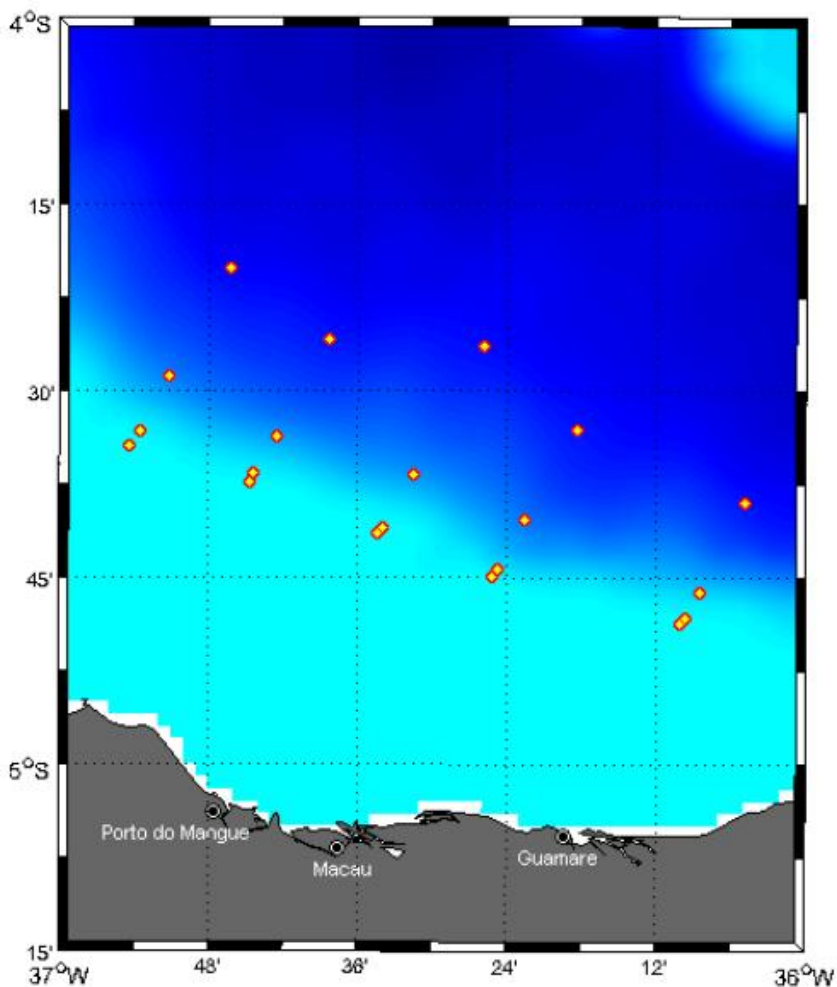
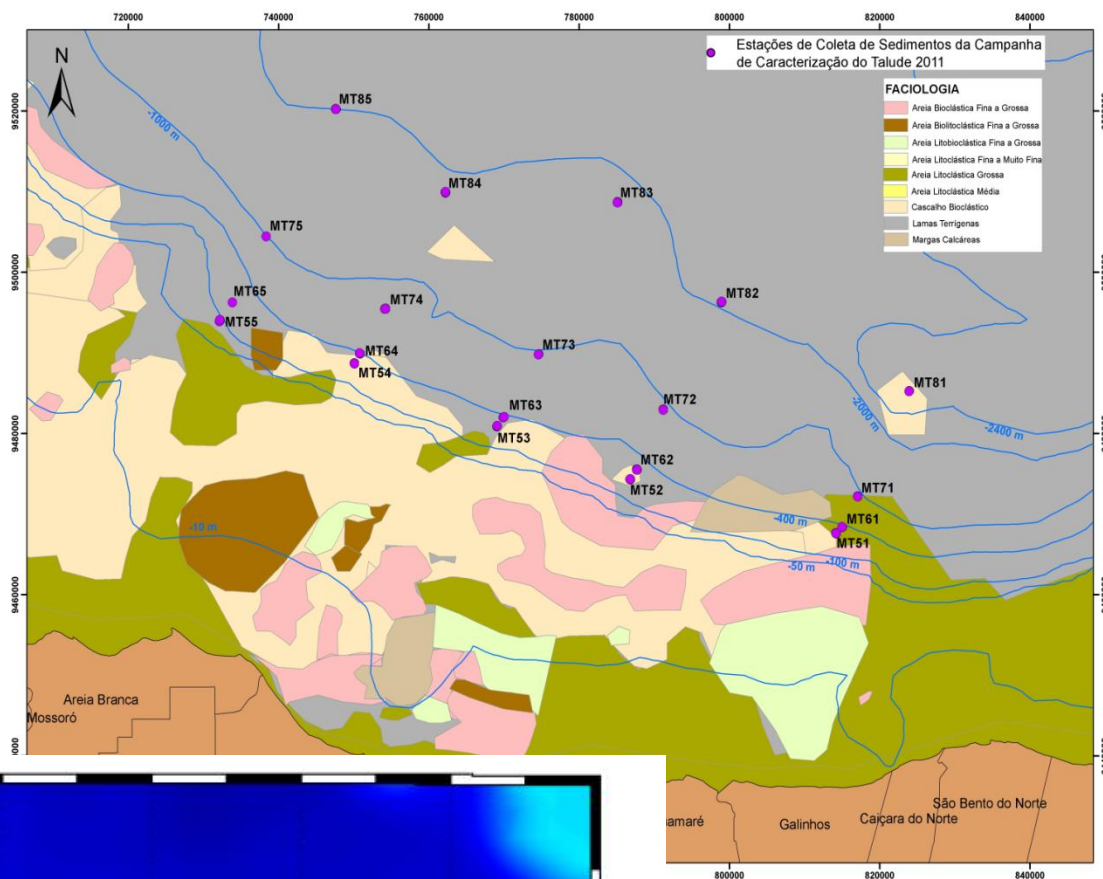


Figura 4: Desenho amostral das duas campanhas C1 e C2 do talude na Bacia Potiguar com a localização das cinco estações de coleta com quatro isóbatas cada, englobando as quatro profundidades de 150m, 400m, 1000m e 2500m (Especificação técnica para elaboração de proposta de trabalho para a avaliação de compostos orgânicos em amostras ambientais nas Bacias Potiguar e Ceará, Petrobrás).

A malha amostral foi a mesma para as duas campanhas. Contudo, o arranjo estatístico utilizado para melhor ajuste dos dados alocou cada estação com quatro profundidades (linhas verticais, figura 4) e dentro delas, cinco réplicas (linhas horizontais, figura 4) que antes eram consideradas estações. Portanto, foi preciso formular hipóteses que incorporassem a diferença entre as campanhas, no caso das amostras dependentes, como segue:

- $H_0$ : campanhas C1 e C2 são significativamente iguais.
- $H_1$ : campanhas C1 e C2 são significativamente diferentes.

E com a finalidade de averiguar a distinção entre as profundidades do talude, as hipóteses foram:

- $H_0$ : profundidades são significativamente iguais.
  - $H_1$ : profundidades são significativamente diferentes, com pelo menos uma divergindo.
- 
- **Projeto de avaliação de impactos ambientais da atividade de perfuração na Bacia Potiguar (BMPOT11 e BMPOT13):** apontar os efeitos das atividades de perfuração ao longo do tempo. Levando em conta três campanhas diferentes que incluíram a fase pré (controle), pós-perfuração e um ano após (C1, C2 e C3), com a comparação entre os três raios de distância 50m, 100m e 250m do centro para cada campanha.

Em detrimento do impacto causado, atividades de implantação de poços petrolíferos podem eliminar fluidos e cascalhos durante a perfuração dos poços (Oliveira, 2007); o que pode interferir na qualidade da vida marinha. Por isso, a comparação entre controle e emissário ocorreu de acordo com o tempo e espaço.

A malha amostral deste projeto também foi determinada através de círculos concêntricos, porém com um único centro, que representava o ponto de descarte dos materiais, sendo o mais importante para a avaliação. Em seu entorno, conforme os raios aumentavam outras estações foram alocadas. Ao todo foram 16 estações alocadas nestes círculos, em dois poços nas áreas geográficas de BMPOT11 e BMPOT13 (figura 5), com triplicatas para cada ponto.

Visando um melhor aproveitamento do desenho amostral os dados de controle, pós-perfuração e um ano após foram comparados de acordo com as três distâncias de raio e rodados para cada composto; sendo eles: 16HPA, 38HPA, HTP, MCNR, Totais alifáticos, Resolvidos e n-Alcanos. Após o desenho ser esquematizado, formulou-se a hipótese:

- $H_0$ : dados de controle, pós-perfuração e um ano após não diferem entre si.
- $H_1$ : dados de controle, pós-perfuração e um ano após diferem entre si.

A partir desta hipótese se tem a noção de que a rejeição de  $H_0$  indica uma diferença significativa entre o controle e as duas campanhas após; o que infere em situações ocasionais: variação nas concentrações dos compostos que determina o não-equilíbrio, após o tempo de um ano e meio (referente a duas coletas trimestrais de controle e pós e um ano após). E que, possivelmente, resultaria em impactos sobre a biota marinha como consequência das emissões de fluidos e cascalhos oriundos da perfuração.

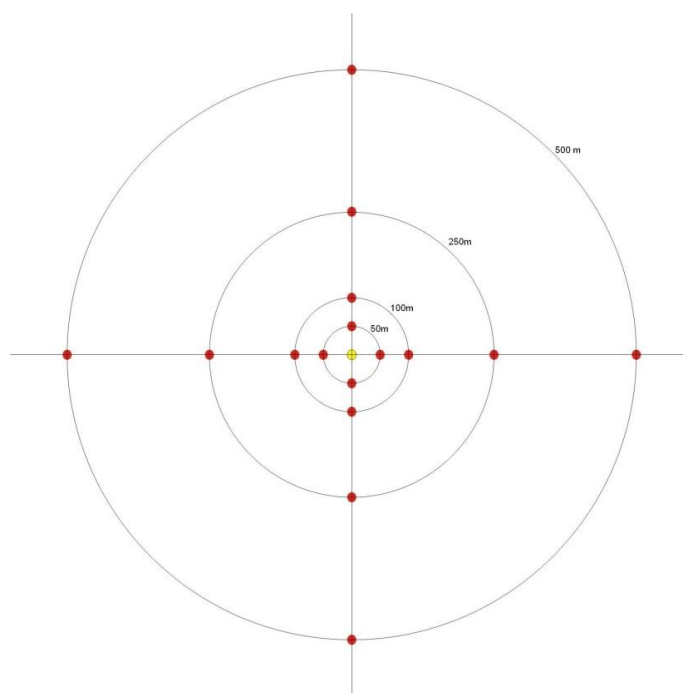


Figura 5: diagrama esquemático dos pontos amostrais, no qual 16 pontos foram alocados em raios de 50m, 100m e 250 m do centro de descarte. O mesmo utilizado para as três campanhas de controle (pré-perfuração), pós e um ano após a perfuração (Especificação técnica para elaboração de proposta de trabalho para a avaliação de compostos orgânicos em amostras ambientais nas Bacias Potiguar e Ceará, Petrobrás).

#### **4. Resultados e Discussões:**

Devido à três metodologias distintas, esquematizadas de acordo com os tipos de atividade petrolíferas, os resultados, seguindo esta mudança, apresentarão variações desde o processamento dos dados até a escolha do teste estatístico mais eficaz. Por isso, os resultados são o desfecho das metodologias sob a forma de avaliações estatísticas como um meio de validação dos dados e fonte para a extrapolação dos mesmos, com uma maior confiabilidade.

Em cada projeto utilizou-se uma análise estatística diferente conforme os desenhos amostrais e o objetivo de cada um. Para isso, iniciou-se a apuração do teste a partir do processamento dos dados, como visto acima; no qual a distribuição da amostra (normalidade) associada ao tipo (amostras dependentes ou independentes) são parâmetros preparatórios para a sua escolha.

O desenvolvimento dos dados foi realizado no software RStudio, versão 0.96.330 (2009-2011) seguido pela designação do teste estatístico, no mesmo programa. Os resultados foram agrupados em gráficos de Box-plot, com o objetivo de proporcionar um entendimento imediato de dados específicos, visto que nele se expressam: dispersão, simetria e dado discrepante, caso exista (Figura 6), conforme Logan (2010). Em função da presença de dados discrepantes, que influenciam no ajuste da distribuição e na homogeneidade das variâncias, foram utilizadas escalas logarítmicas e transformação de dados pelo método Box-Cox (somente nas amostras dependentes dos emissários); no intuito de agrupar os dados em uma escala mais ajustável e possibilitar uma melhor distribuição, segundo Zar (2009) e Box & Cox (1964).

Ainda no programa R, a normalidade foi expressa pelo teste de Shapiro-Wilk enquanto a variância se deu por testes de variância (para duas amostras) e Bartlett Test para mais de duas amostras (Zar, 2009).

Além desta ferramenta, os resultados foram organizados em tabelas do Excel a partir de medidas de dispersão (variância, desvio padrão) e medidas de localização, como: média aritmética e mediana; além da normalidade e do tamanho da amostra. O mesmo procedimento ocorreu para os três projetos (anexo 1).

##### **4.1. Projeto de monitoramento ambiental dos emissários submarinos do pólo industrial de Guamaré:**

Pela divisão de acordo com os tipos de amostras, existiram resultados distintos que seguem clarificados nos gráficos abaixo e em anexo.

#### 4.11 Resultados dos dados independentes – sedimento (anexos 1 e 2):

Em cada campanha, a diferença entre controle e emissário, pela análise de compostos alifáticos e aromáticos ocorreu pelo teste de Mann-Whitney (Mann & Whitney, 1947 *apud* Zar, 2009). Este teste é caracterizado por duas amostras independentes e não-normais. Associado a estes, estão os valores discrepantes de variância e desvio-padrão, entre o controle e emissário, que fortalecem os resultados não-paramétricos (anexos 1 e 2).

Seguindo essas duas premissas, alguns resultados expressaram divergência entre controles e emissários, através da rejeição de  $H_0$ , sendo C3 e C5 as campanhas mais relevantes quanto à rejeição, pois aparecem em 16HPA, SHPA e Resolvidos (anexos 1 e 2).

De acordo com os box-plots (Figura 6), constata-se que não existem valores discrepantes entre C3 e E3, na maioria das variáveis, quando comparados com as outras campanhas. O que realmente influenciou neste resultado foi a diferença entre as medianas, como visto nos gráficos abaixo que tendeu a seguir este padrão, na maioria dos compostos.

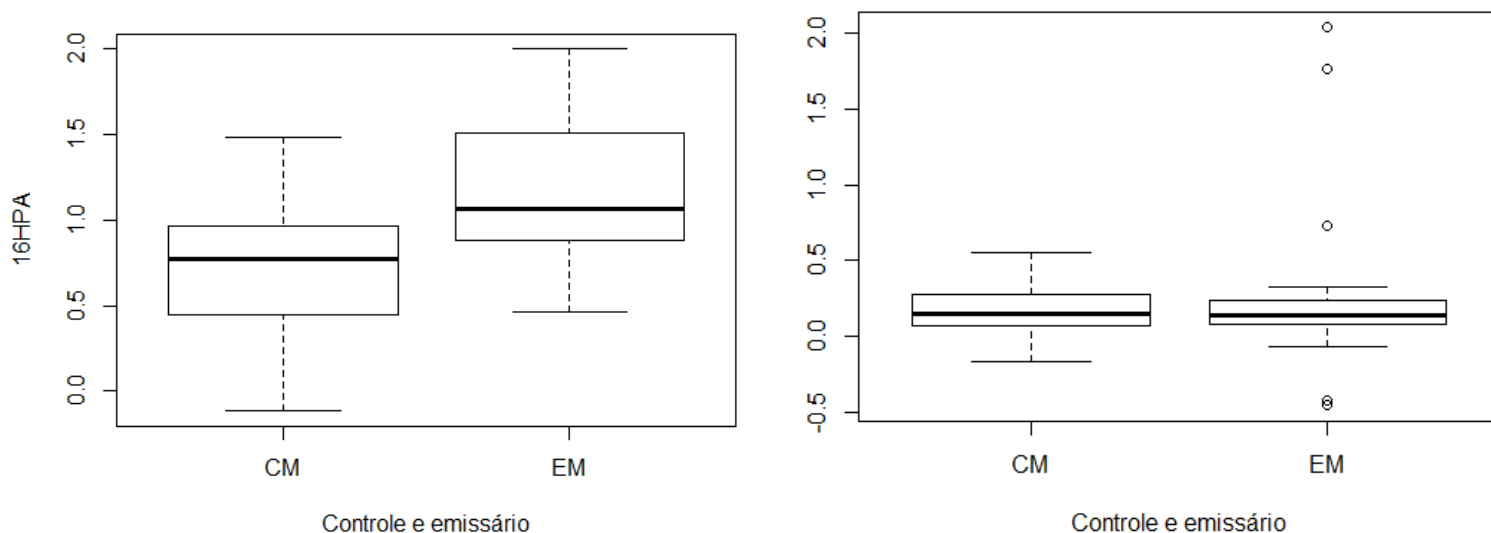


Figura 6: Box-plots medindo o composto aromático de 16HPA, da campanha C3 (à esquerda) contrastada com a campanha C1 (à direita). Evidenciando a diferença entre controle e emissário na C3 simplesmente pela mediana, com ausência de dados discrepantes, como visto na C1, (anexo 1).

#### **4.12 Resultados dos dados dependentes – sedimento (anexo 3):**

Para estes foi utilizado o teste de Friedman (Zar, 2009), para três ou mais amostras relacionadas e não-paramétricas, com teste de Bonferroni *a posteriori* (Crawley, 2007). Diferente dos resultados apresentados nas amostras independentes existiu diferença significativa dentro dos grupos controles (C1 a C7) e emissários (E1 a E7), de forma que todos rejeitaram H<sub>0</sub>. Dentro dos controles, ao longo das sete campanhas, C3 evidencia-se como a mais expressiva na análise dos compostos aromáticos e alifáticos, por apresentar picos, como visto nos box-plots do anexo 3. Entretanto, percebe-se que todos os compostos tendem a se estabilizar, observado pelo decréscimo das medianas, até chegar à última campanha, C7.

Em relação aos emissários, entende-se que nenhuma das campanhas foi suficientemente relevante quanto às concentrações dos compostos. Contudo é importante ressaltar que pelos box-plots das análises de alifáticos Resolvidos há uma diferença no emissário E7 que se manifesta pelo não-equilíbrio após o tempo (anexo 3). Fato este que indica uma possível permanência deste composto no ambiente após o período de amostragem.

#### **4.13 Resultados dos dados independentes – água (anexo 4):**

Quanto aos dados independentes, com duas amostras e não-normais, o teste de Mann-Whitney foi o escolhido. Enquanto para as amostras normais, utilizou-se o Teste t de Student. Neles, a maioria resultou em hipótese nula e, nos casos contrários, as campanhas C1, C4 e C5 foram aquelas em que mais se rejeitou H<sub>0</sub> (anexo 4).

#### **4.14 Resultados dos dados dependentes – água (anexo 5):**

O teste de Friedman também foi utilizado para a análise dos dados de água das amostras dependentes, pois nenhum deles apresentou aderência quanto à distribuição normal, além de constituírem mais de três amostras.

Em seus resultados, observa-se que os controles da campanha C1 até a C7 tendem a se estabilizar nesta última para todos os compostos testados; fato este que confere a tendência esperada de decaimento. Contudo, na análise dos emissários ao longo do tempo, é notável que o pico natural alcançado nas campanhas intermediárias (E3, E4 e E5) tende a continuar nas campanhas E6 e E7, ao invés de reduzir (visto pelos box-plots presentes no anexo 5) – figura 7. Ainda assim é importante ressaltar a presença de valores discrepantes, tanto nos controles quanto nos emissários, o que pode ter provocado tal diferença.

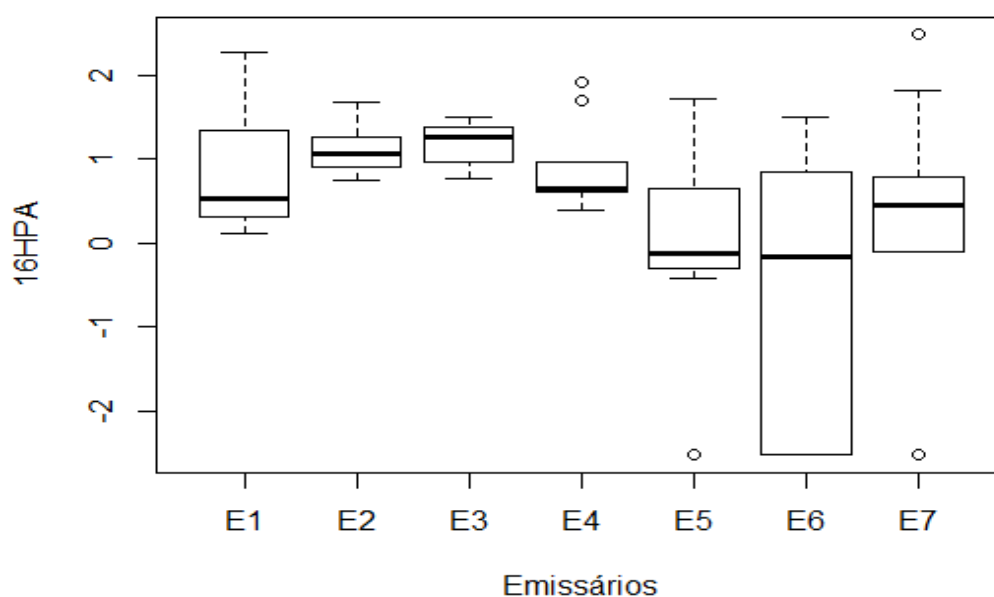


Figura 7: Box-plots das sete campanhas, da análise de amostras dependentes, relatando a ocorrência da não estabilização do emissário E7. Fato este que ocorreu majoritariamente para todas as análises dos poluentes em questão (anexo 5).

#### 4.2. Projeto de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar e caracterização do talude:

##### 4.2.1 Resultados dos dados independentes (anexo 6):

Para estes, o teste estatístico utilizado foi Kruskal-Wallis para três ou mais amostras independentes e não-paramétricas (Kruskal & Wallis, 1952 *apud* Zar, 2009). Os dados de caracterização do talude apresentaram variações. Houve diferença entre as quatro profundidades (150m, 400m, 1000m e 2500m) somente na campanha C2,

onde se rejeitou H<sub>0</sub> nos N-Alcanos, diferindo a profundidade de 150m (anexo 6). Fato este fortemente influenciado pela maior proximidade com o continente. Ressalva-se a tendência de valores mais altos na profundidade de 1000m da costa, como pode ser gradualmente observado nos box-plots do mesmo anexo.

#### **4.22 Resultados dos dados dependentes (anexo 7):**

As duas campanhas foram comparadas pelo teste U de Wilcoxon (Zar, 2009) característico de amostras relacionadas e não-normais e pelo teste t de Student, quando normais. Nele, alguns de seus resultados apresentaram diferenças entre C1 e C2, rejeitando-se H<sub>0</sub>. Todavia, a diferença entre controle e estações se encontra dentro dos padrões desejados, mesmo com a presença de discrepantes na amostra (anexo 7).

#### **4.3. Projeto de avaliação de impactos ambientais da atividade de perfuração na Bacia Potiguar (BMPOT11 e BMPOT13):**

##### **4.31 Resultados dos dados – sedimento (anexo 8):**

Visando o objetivo de constatar o impacto causado pelo novo poço de perfuração na Bacia Potiguar, foram avaliadas, ao mesmo tempo, as diferentes campanhas e posicionamentos quanto à proximidade com a fonte do descarte e suas discrepâncias ao longo do tempo. Para isso, o teste em questão foi o teste ANOVA two-way, quando amostras normais, e Friedman quando não-normais. O teste de ANOVA two-way consiste em uma análise de variância a partir de fatores que exercem influência sobre uma variável dependente (Cryer & Chan, 2007). Neste caso, os fatores seriam o tempo e as distâncias que atuam sobre as concentrações (variável dependente) dos compostos no ambiente amostrado.

Sendo assim, os resultados para ambos os testes apresentaram-se de forma que mesmo com a rejeição de H<sub>0</sub>, todos os níveis dos compostos tenderam a se estabilizar ao longo das campanhas, como visto nos box-plots (anexo 8). Ressaltando apenas os níveis dos aromáticos 16HPA e totais de petróleo (HTP) que apresentaram níveis mais altos nos controles (figura 8).

### Estações Jan11 - Out11 - Out12

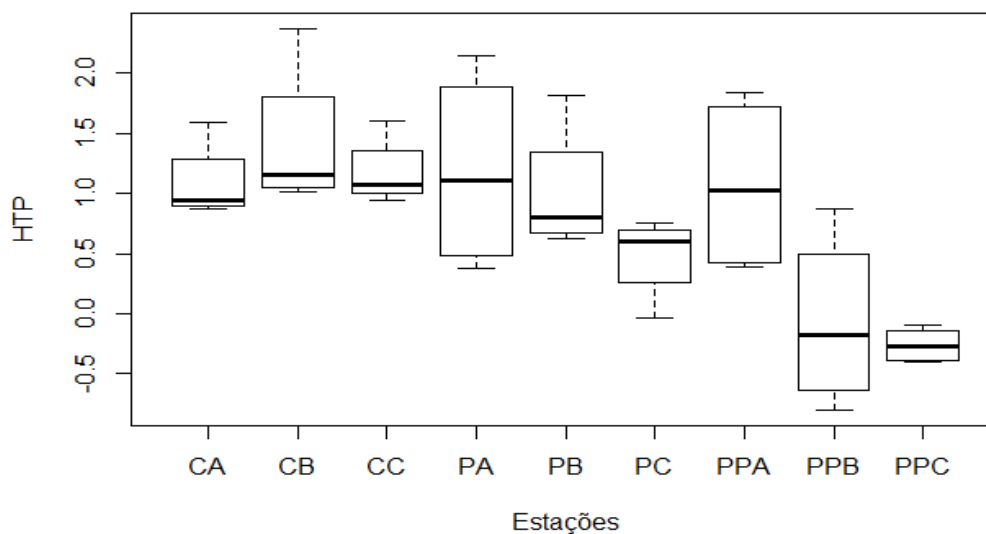


Figura 8: Box-plots referentes aos Totais de petróleo amostrados ao longo das campanhas C1, C2 e C3. A sequência mostra o resultado imprevisto nos quais controles apresentaram maiores níveis de HTP. Os três primeiros representam os raios de controle, três raios de pós-perfuração e três raios um ano após a perfuração, respectivamente (anexo 8).

#### 5. Conclusão:

Nos três projetos de atividades petrolíferas distintas observou-se que muitos dos testes executados, tanto para amostras dependentes quanto para independentes seguiram a hipótese alternativa, ou seja, existiu diferença entre os dados amostrados. Fato este muitas vezes consequente de dados discrepantes, evidenciados pelos valores altos de desvios-padrão e muitas distribuições não-paramétricas.

No caso dos emissários submarinos, os box-plots para as análises de sedimento e dependentes comprovaram que realmente houve uma estabilização após o tempo de sete campanhas para os hidrocarbonetos 16HPA, SPA, N-Alcanos, MCNR e Alifáticos Totais, com exceção dos Resolvidos. Diferentemente das coletas de água para o mesmo projeto, na quais apresentaram resultados diferentes do que se esperava: valores dos compostos não decaíram com o passar das campanhas; o que pode exigir uma próxima campanha para medição e constatação do problema.

As atividades relacionadas aos poços de perfuração também apresentaram valores satisfatórios quanto à estabilização do ambiente após o impacto, como medido nos testes de ANOVA two-way e Friedman para os grupos das estações. E, ao contrário do esperado evidenciaram níveis de controles mais oscilantes. Quanto aos taludes, os resultados seguiram padrões de normalidade estatística.

Portanto, o presente estudo ressalva que análises de poluentes e, conseqüentemente, de medidas de manejo exigem diferentes ferramentas estatísticas. O contraste entre os resultados numéricos (tabelas com medidas de localização e dispersão) e gráficos (box-plots) é de extrema importância, pois consegue reunir o que é preciso para se estabelecerem medidas futuras.

## 7. Bibliografia:

ADRIOTTI, J. L. Interpretação de dados de prospecção geoquímica com o auxílio de estatística. 2010. 75 f. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - Ministério de Minas e Energia. CPRM, Porto Alegre.

ALVARENGA, C.; SAES, G. Estratigrafia e sedimentologia do Proterozóico Médio e Superior da região Sudeste do Cráton Amazônico. 1992. 7f. Revista Brasueir de Geociências. Departamento de Geologia Geral, UFMT, Cuiabá.

BOULOUBASSI, I.; SALIOT, A. Investigation of anthropogenic and natural organic inputs in estuarine sediments using hydrocarbon markers (NAH, LAB, PAH). 1993. Oceanologica Acta. Vol. 16, n. 2.

CRAWLEY, M.J. The R Book. 2007. 949f, cap. 11, p. 482-485. Editora Wiley, England.

CRYER, J. & CHAN, K. Time series analysis with applications in R. 2008. 501f. 2ª ed. Editora Springer, Estados Unidos.

DALGAARD, P. Introductory Statistics with R. 2008. 369f. 2ª ed. Editora Springer, Estados Unidos.

EIA/RIMA para Atividade de Perfuração Marítima no bloco BMPOT-13 e nos Campos Arabaiana, Guaiúba, Dentão, Pescada, Norte Pescada, Área do poço 1 – BRSA-64-RNS- Bacia Potiguar.

Especificação Técnica para elaboração de proposta de trabalho para a avaliação de compostos orgânicos em amostras ambientais nas Bacias de Potiguar e Ceará. 2008, 20f. Projeto de Monitoramento Ambiental, Petrobrás.

FERNANDES, L. Petróleo e Gás Natural, Departamento Nacional de Produção Mineral, 2010.

FONTANA, L.; LAUT, L.; FIGUEIREDO, A. Distribuição de hidrocarbonetos aromáticos em sedimentos do manguezal de Suruí, Baía de Guanabara, RJ, Brasil. 2007, 7f. PDPETRO Campinas, São Paulo.

GESAMP – Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. 1993. 74p. UNESCO-IOC. Anthropogenic influences on sediment discharge to the coastal zone and environmental consequences.

KAIPPER, B. Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos aromáticos em aquíferos contaminados por óleo diesel. 2003. 199 f. Tese de Pós-Graduação em Química (Química Analítica), UFSC, Florianópolis.

LOGAN, M. Biostatistical Design and Analysis using R. 2010. 577f, p. 119-125, cap. 5  
Editora Willey-Blackwell.

NAGHETTINI, M. & PINTO, E. Hidrologia Estatística. CPRM, 2007. Cap. 1, 2 e 7, 600f.

OLIVEIRA, D.S.; BAISCH P.R.M. Degradação do petróleo em ambientes estuarinos da Lagoa dos Patos através de um derrame induzido. 2007. 7f. PDPETRO, Campinas, São Paulo.

PERALBA, M.; POZEBON, D.; SANTOS, J. H. Z; MAIA, S. M.; Metal and hydrocarbon behavior in sediments from Brazilian shallow waters drilling activities using nonaqueous drilling fluids (NAFs). 2005. 167f. Environ. Monit. Assess.

Perfuração de poços de pesquisa de hidrocarbonetos em águas profundas na Área 1 da Bacia Rovuma, Moçambique. Anadarko - Estudo de Impacto Ambiental. 2008. Vol. II, 358 f, p 238.

RESENDE, L. Monitoramento de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos e n-alcanos em amostras de água e tecidos de peixe da Baía de Guanabara- RJ. 2012. 33f. Departamento de Química, LABMAM, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SOUZA, M. Avaliação do ciclo de vida dos constituintes dos fluidos de perfuração de poços de petróleo. 2012. 173 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção) – Setor de Engenharia, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro.

ZAR, H. J. Biostatistical Analysis. 2009. 947f, p. 72-74, 103, 220-224, 277-280. 5ª ed. Pearson, New Jersey.

## **8. Agradecimentos:**

Agradeço ao CNPq pelo suporte financeiro, ao laboratório LABMAM (PUC-Rio) e, imensamente, aos meus orientadores por todo o apoio e ensinamentos.

Pontifícia Universidade Católica – PUC RIO  
Departamento de Química  
LABMAM – Laboratório de Estudos Marinhos e Ambientais  
ANEXO 1

	16HPA													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26
<b>Média</b>	1.646	7.872	1.765	24.257	7.959	25.422	4.016	17.185	0.087	7.687	4.614	7.042	2.567	5.447
<b>Mediana</b>	1.405	1.387	1.657	1.882	6.247	11.652	3.557	4.153	0.002	0.408	1.828	3.825	1.855	0.899
<b>Variância</b>	9,33E-09		< 2.2e-16		0.00133		1,58E-04		< 2.2e-16		0.8756		0.0001731	
<b>DesvPad</b>	0.894	23.630	0.820	109.578	8.534	26.482	3.155	28.074	0.137	26.498	9.299	9.121	2.567	10.212
<b>Normalidade</b>	0.1767	6,84E-07	0.6221	9,08E-08	0.00224	3,53E-02	0.1866	1,28E-03	8,46E-02	4,94E-07	1,56E-03	1,54E-03	0.03322	2,51E-04
<b>Normalidade</b>	sim	não	sim	não	não	não	sim	não	não	não	não	não	não	não
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.9861		0.4972		0.01342		0.7944		0.008247		0.03097		0.3746	
<b>Teste</b>	não diferem		não diferem		diferem		não diferem		diferem		diferem		não diferem	

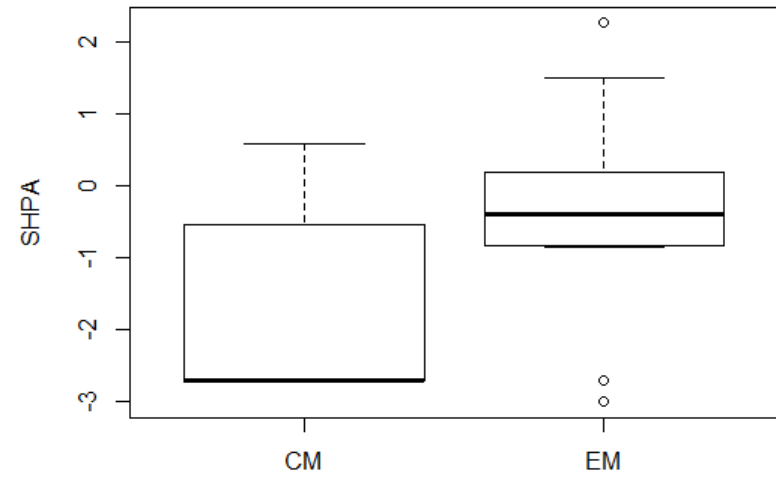
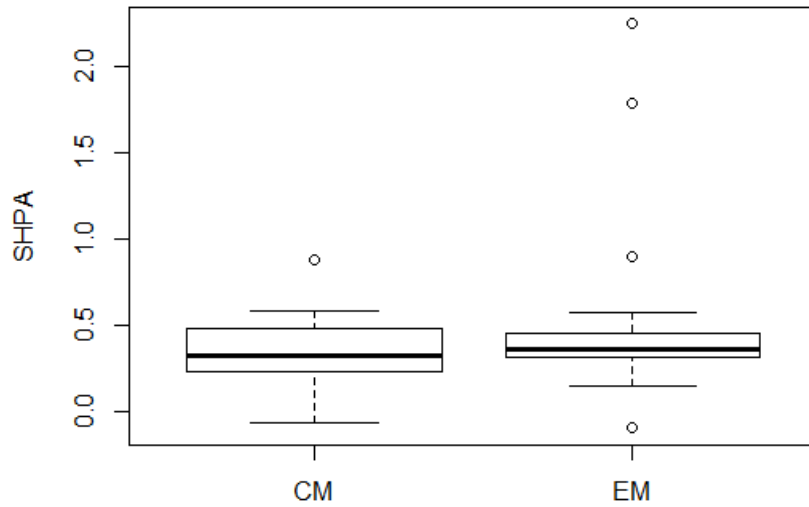
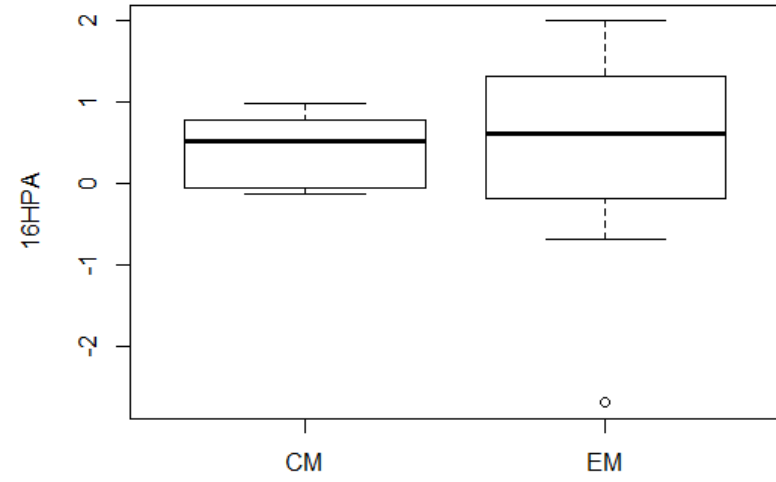
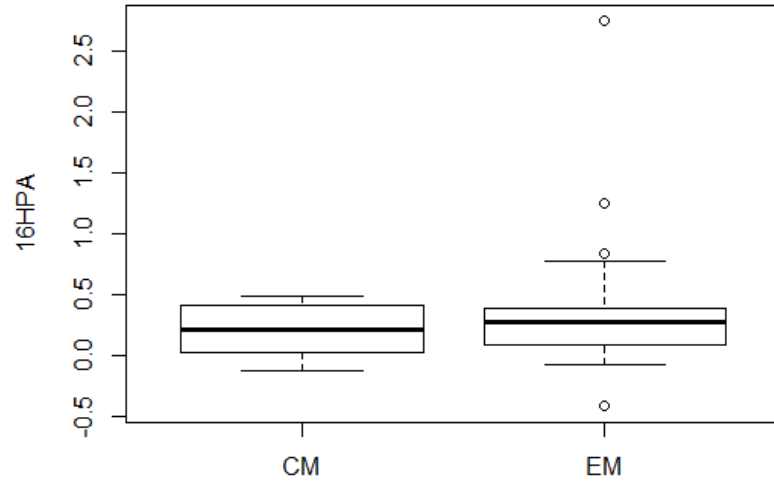
	SHPA													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26
<b>Média</b>	2.672	11.408	4.162	563.619	10.654	32.825	12.354	34.284	0.550	9.969	9.311	10.331	2.808	7.270
<b>Mediana</b>	2.125	2.292	3.13	2.48	9.650	16.843	10.289	8.940	0.002	0.408	4.215	6.007	2.62	1.41
<b>Variância</b>	2,56E-07		< 2.2e-16		0.0001821		2,34E-02		2,84E-09		0.3219		1,09E-03	
<b>DesvPad</b>	1.938	35.412	2.600	262.579	7.781	30.762	10.510	52.879	1.207	36.422	15.398	12.065	2.135	15.284
<b>Normalidade</b>	0.006886	4,44E-07	0.1431	8,63E-08	0.05711	9,59E-02	0.1301	1,34E-03	1,02E-02	3,65E-07	1.95e-06	1,40E-03	0.5748	6,04E-05
<b>Normalidade</b>	não	não	sim	não	sim	não	sim	não	não	não	não	não	sim	não
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.5196		0.6085		0.008792		0.6639		0.07223		0.3371		0.3492	
<b>Teste</b>	não diferem		não diferem		diferem		não diferem		não diferem		não diferem		não diferem	

	N-alcenos													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26
<b>Média</b>	0.090	0.230	0.027	0.450	0.821	1.033	1.296	2.642	0.03	0.05	0.385	0.586	0.224	0.187
<b>Mediana</b>	0.006	0.028	0.002	0.002	0.067	0.414	1.093	0.535	0.143	0.124	0.105	0.355	0.156	0.065
<b>Variância</b>	1.87e-05		4.97e-13		0.8631		0.000324		0.3479		0.5067		0.09062	
<b>DesvPad</b>	0.161	0.835	0.049	1.809	2.070	2.002	1.485	5.480	0.328	0.260	0.710	0.606	0.221	0.382
<b>Normalidade</b>	0.0001715	2,32E-07	0.0001594	1,87E-07	1,35E-03	2,20E-03	0.02878	3,88E-05	1,58E-03	1,69E-05	4,81E-02	0.001827	0.03926	1,41E-05
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.6641		0.2654		0.3747		0.8184		0.9003		0.1003		0.1244	
<b>Teste</b>	não diferem		não diferem		não diferem		não diferem		não diferem		não diferem		não diferem	

	Resolvidos													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26	10	26
<b>Média</b>	0.082	0.160	0.900	0.857	9.793	3.445	0.745	1.918	0.217	0.416	5.384	3.980	5.874	7.622
<b>Mediana</b>	0.033	0.0207	0.301	0.231	1.478	1.804	0.394	0.770	0.139	0.237	0.580	1.855	7.158	7.731
<b>Variância</b>	4.49e-05		0.6513		9,56E-03		0.0004896		0.02273		0.001738		1,10E-02	
<b>DesvPad</b>	0.119	0.558	1.607	1.876	15.266	5.005	0.880	3.088	0.264	0.564	12.343	5.627	3.116	1.029
<b>Normalidade</b>	0.002685	2,80E-07	8,26E-03	7,79E-06	0.00025	1,12E-03	0.02083	6,14E-04	1,98E-02	2,92E-05	3,62E-03	3,27E-03	0.00135	0.05233
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	sim
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.829		0.3552		0.6085		0.289		0.04793		0.3552		0.06841	
<b>Teste</b>	não diferem		não diferem		não diferem		não diferem		diferem		não diferem		não diferem	

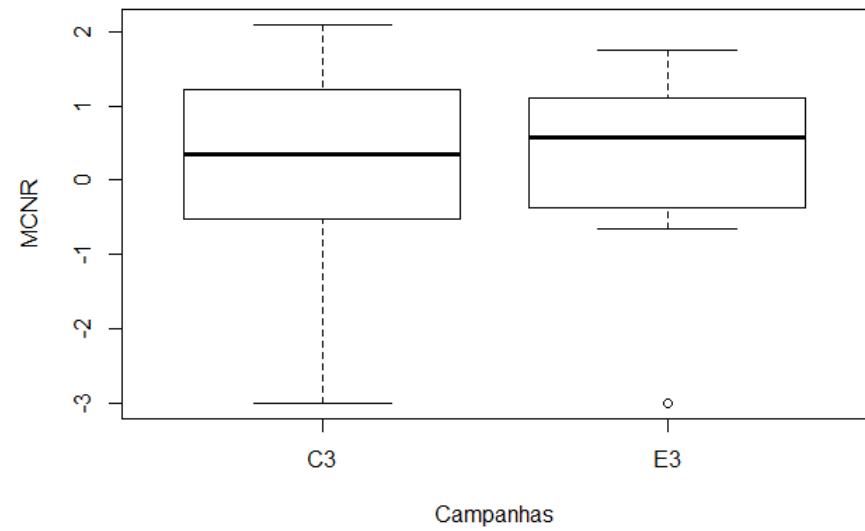
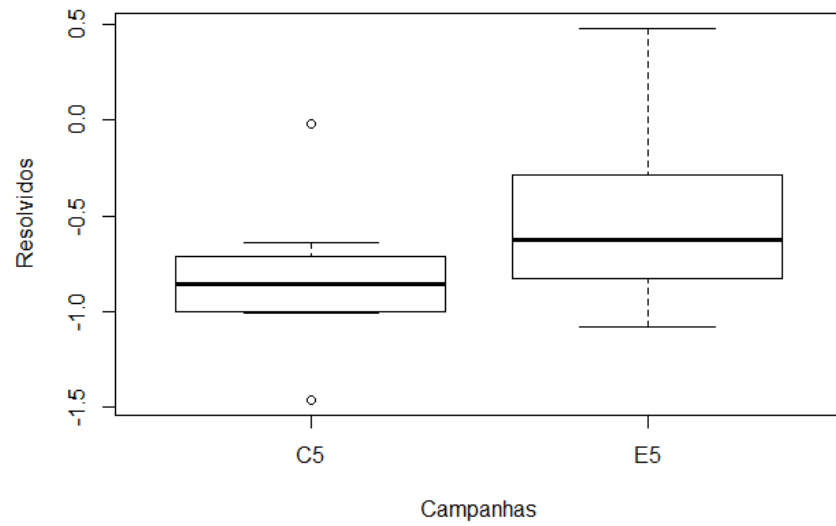
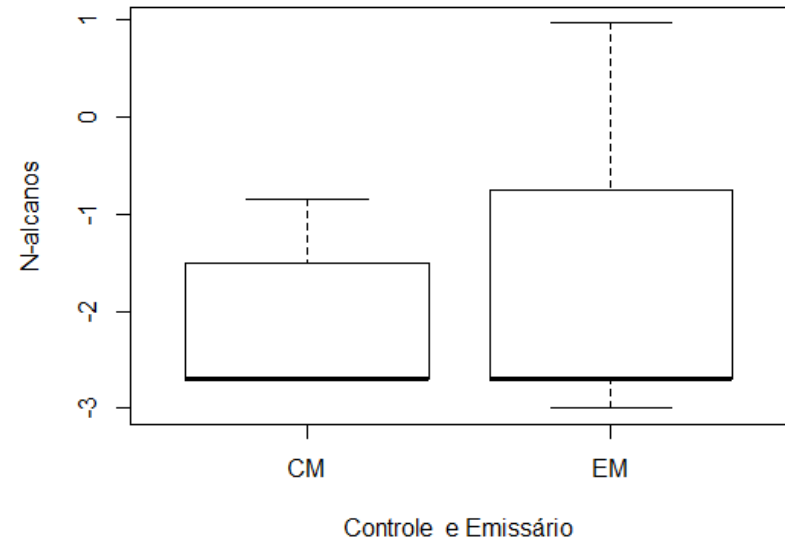
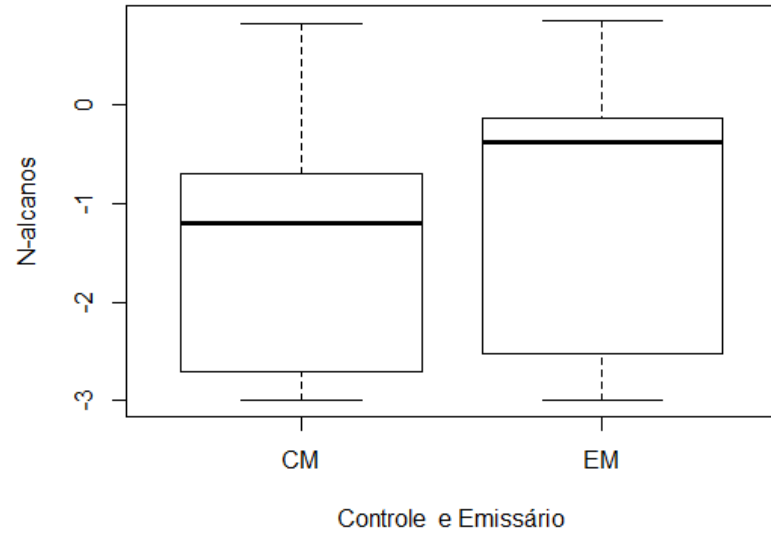


ANEXO 2 - Box-plots contendo os resultados de algumas campanhas (C1, C3 e C5) e compostos.



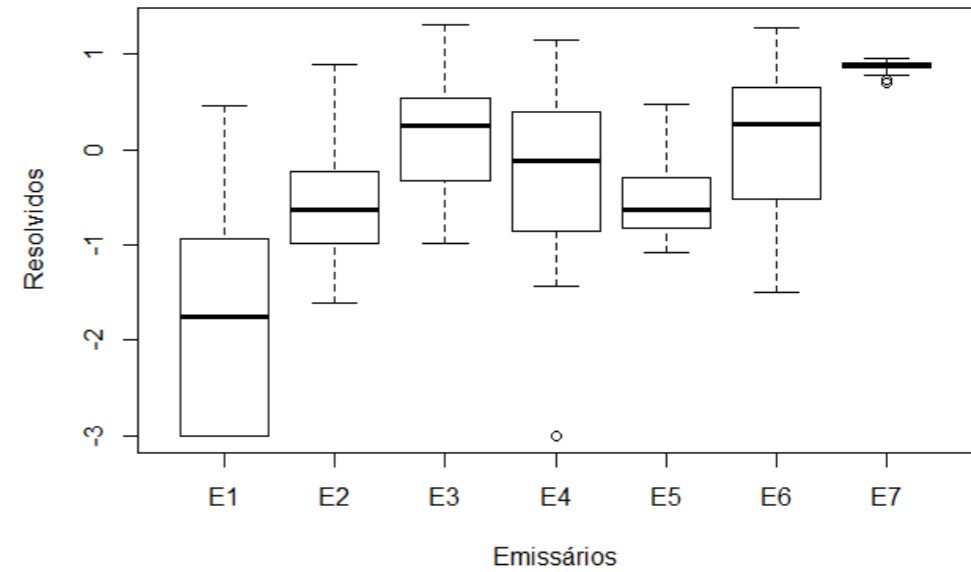
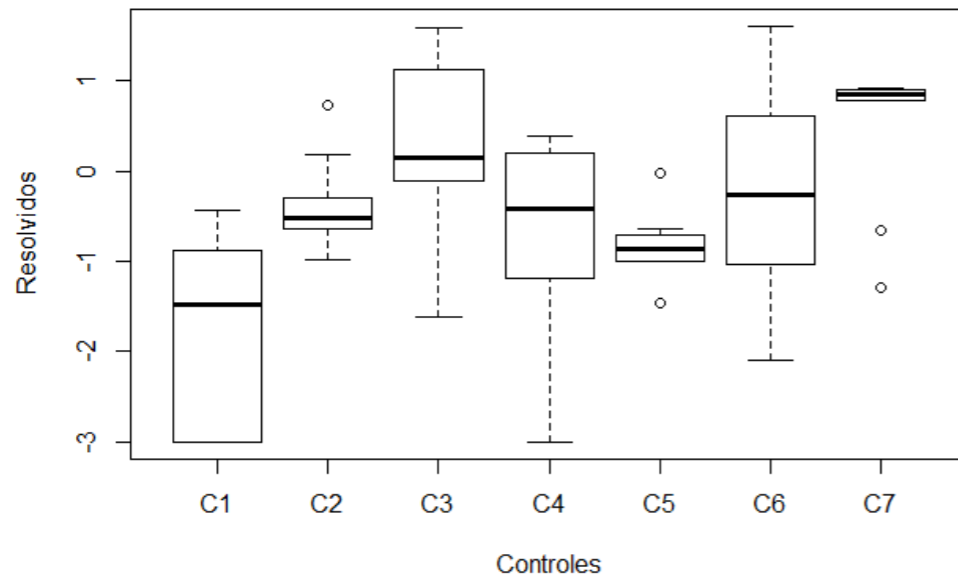
Controle e emissário

Controle e emissário

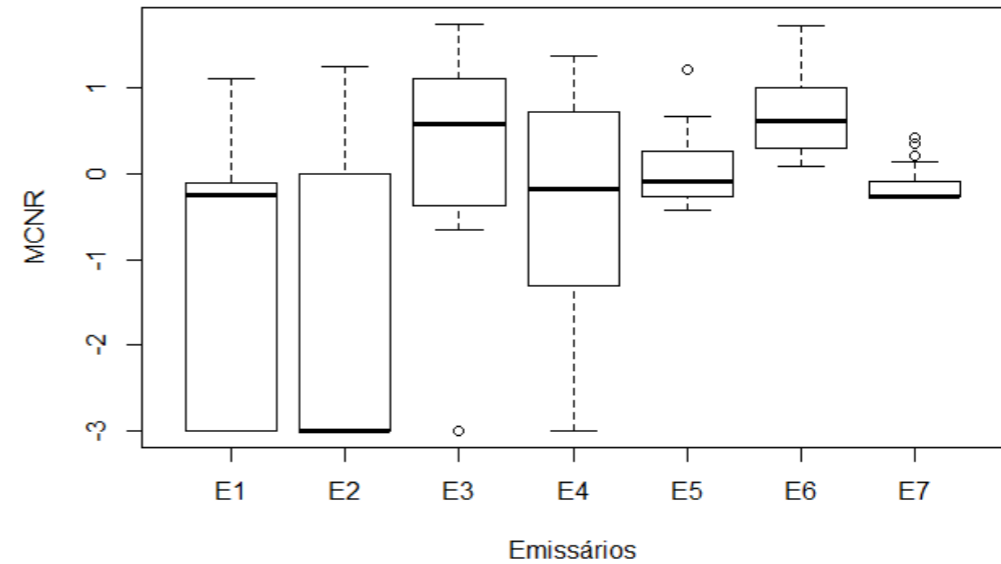
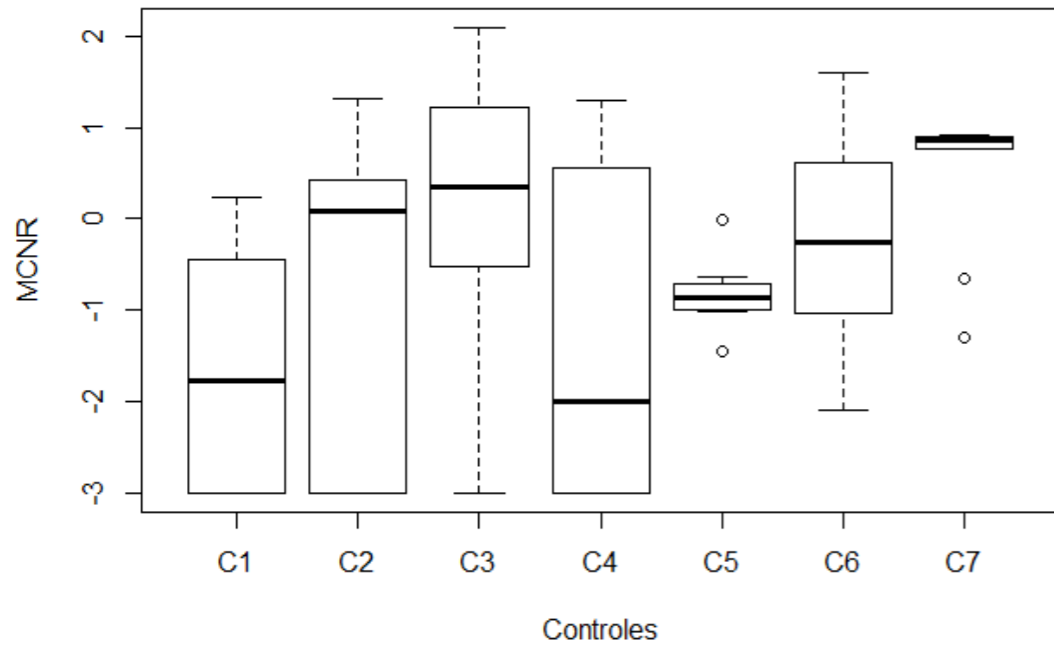




	Resolvidos													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
<b>n</b>	10	10	10	10	10	10	10	26	26	26	26	26	26	26
<b>Média</b>	0.082	0.900	9.793	0.745	0.217	5.385	5.874	0.160	0.857	3.445	1.918	0.416	3.980	7.622
<b>Mediana</b>	0.033	0.301	1.478	0.394	0.139	0.580	7.158	0.020	0.231	1.804	0.770	0.237	1.855	7.731
<b>Variância</b>	< 2.2e-16							< 2.2e-16						
<b>DesvPad</b>	0.119	1.607	15.266	0.880	0.264	12.343	3.116	0.558	1.876	5.005	3.088	0.564	5.627	1.029
<b>Normalidade</b>	0.002695	8,26E-03	0.0002566	0.02089	0.019	0.003623	0.001351	0.0002802	0.000007786	0.01122	6,14E-04	2,92E-05	3,27E-03	0.05233
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	sim
<b>Teste</b>	Friedman							Friedman						
<b>Teste</b>	6,97E-02							2.2e-16						
<b>Teste</b>	<b>Rejeito H0, pelo menos uma difere</b> C3 difere das demais							<b>Rejeito H0, pelo menos uma difere</b> E7 difere das demais						



		MCNR															
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7		
<b>n</b>		10	10	10	10	10	10	10	26	26	26	26	26	26	26		
<b>Média</b>		0.382	3.003	20.821	3.104	0.217	5.385	5.874	1.017	2.263	9.952	4.291	1.880	8.891	0.817		
<b>Mediana</b>		0.143	1.206	2.693	0.050	0.139	0.580	7.158	0.555	0.001	3.787	0.678	0.811	4.059	0.531		
<b>Variância</b>					< 2.2e-16						< 2.2e-16						
<b>DesvPad</b>		0.593	6.276	39.345	6.381	0.264	12.343	3.116	2.495	4.831	15.665	6.750	3.184	11.887	0.562		
<b>Normalidade</b>		0.001148	4.31e-06	7,71E-02	3,43E-02	0.01982	3,62E-03	0.001351	1,71E-06	5,89E-05	0.001889	4.09e-06	1,02E-05	1,35E-03	2.26e-07		
<b>Normalidade</b>		não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não		
<b>Teste</b>					Friedman						Friedman						
<b>Teste</b>					0.004927						1,7E-05						
<b>Teste</b>				<b>Rejeito H0, pelo menos uma difere</b>									<b>Rejeito H0, pelo menos uma difere</b>				
				C3 difere das demais									E2 difere das demais				



ANEXO 4 – Resultados independentes das coletas de água dos emissários submarinos. Expostos somente os compostos que obtiveram maiores diferenças.

	16HPA													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9
<b>Média</b>	5.398	36.749	11.042	17.353	18.814	17.723	3.954	18.450	0.598	7.822	12.271	7.193	1.153	42.260
<b>Mediana</b>	4.157	3.364	8.92	11.36	22.649	17.789	4.72	4.80	0.003	0.818	0.003	0.680	0.003	2.760
<b>Variância</b>	5,65E-06		0.9118		0.3945		6,88E-05		5,01E-06		0.01972		5,83E-11	
<b>DesvPad</b>	4.436	63.684	13.913	14.399	12.734	9.337	2.610	28.303	1.156	16.832	29.034	11.916	1.920	99.111
<b>Normalidade</b>	0.007109	0.000305	0.0005251	0.01509	0.3676	0.5101	0.7308	0.0001703	7,67E-02	1.39e-05	4,87E-03	0.0006666	0.0006587	7,68E-03
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	sim	sim	sim	não	não	não	não	não	não	não
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Teste T		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.9048		0.2428		0.9048		0.7944		0.0274		0.4954		0.06816	
<b>Teste</b>	não diferem		não diferem		não diferem		não diferem		diferem		não diferem		não diferem	

	38HPA													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9
<b>Média</b>	11.120	108.086	25.652	56.252	36.124	65.397	4.439	185.690	0.686	52.984	30.437	26.845	3.436	259.858
<b>Mediana</b>	9.617	10.012	22.950	33.445	36.863	72.568	4.72	5.57	0.003	3.203	0.003	9.530	0.003	15.146
<b>Variância</b>	1,26E-08		0.01766		0.4015		< 2.2e-16		< 2.2e-16		0.1278		7.02e-15	
<b>DesvPad</b>	6.491	184.247	22.220	52.927	26.561	35.581	2.974	368.507	1.401	135.165	59.894	34.125	8.894	580.820
<b>Normalidade</b>	0.2413	0.0004789	0.1193	0.01427	0.4408	0.2827	0.6292	4.73e-05	3,83E-02	1,53E-03	6,44E-02	0.01105	9.25e-07	1,56E-02
<b>Normalidade</b>	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	não	não	não	não	não	não	não
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Teste T		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.6607		0.1333		0.1128		0.1307		0.005117		0.3773		0.007032	
<b>Teste</b>	não diferem		não diferem		não diferem		não diferem		diferem		não diferem		diferem	

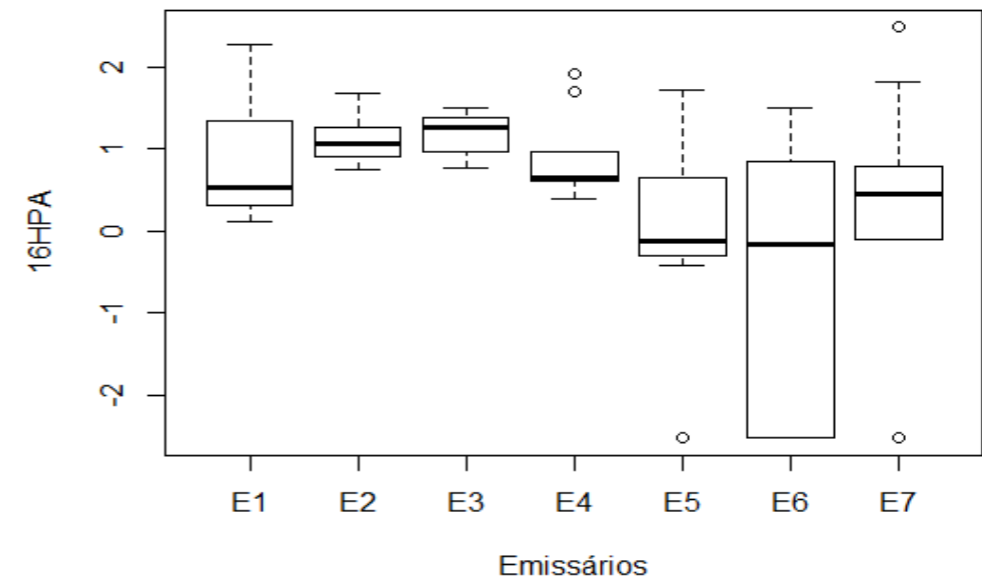
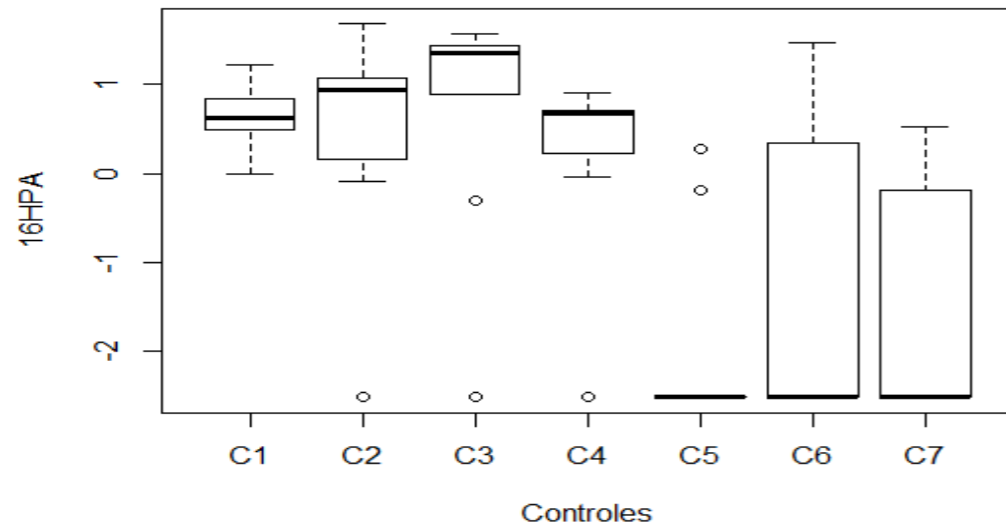
Pontifícia Universidade Católica – PUC RIO  
Departamento de Química  
LABMAM – Laboratório de Estudos Marinhos e Ambientais

	N-Alcanos													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9
<b>Média</b>	0.609	1.395	4.985	6.475	33.963	12.105	0.002	1.449	0.155	0.780	8.116	17.621	4.158	15.620
<b>Mediana</b>	0.061	0.741	1.049	0.759	2.261	2.883	0.003	0.080	0.061	0.189	0.988	0.850	0.001	1.960
<b>Variância</b>	0.382		0.1481		0.01016		< 2.2e-16		4,81E-03		0.1897		0.00206	
<b>DesvPad</b>	1.308	1.774	9.435	15.750	68.476	25.340	0.00031	2.889	0.210	1.407	16.361	25.994	11.989	38.458
<b>Normalidade</b>	7,77E-03	0.004042	2,18E-02	1,37E-03	2,22E-02	2,55E-02	1,00E-04	7,18E-02	0.001242	2,64E-02	2,49E-02	0.0006655	3,08E-04	3,00E-03
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.01721		0.6607		0.7802		0.01806		0.02468		0.8421		0.06982	
<b>Teste</b>	diferem		não diferem		não diferem		diferem		diferem		não diferem		não diferem	

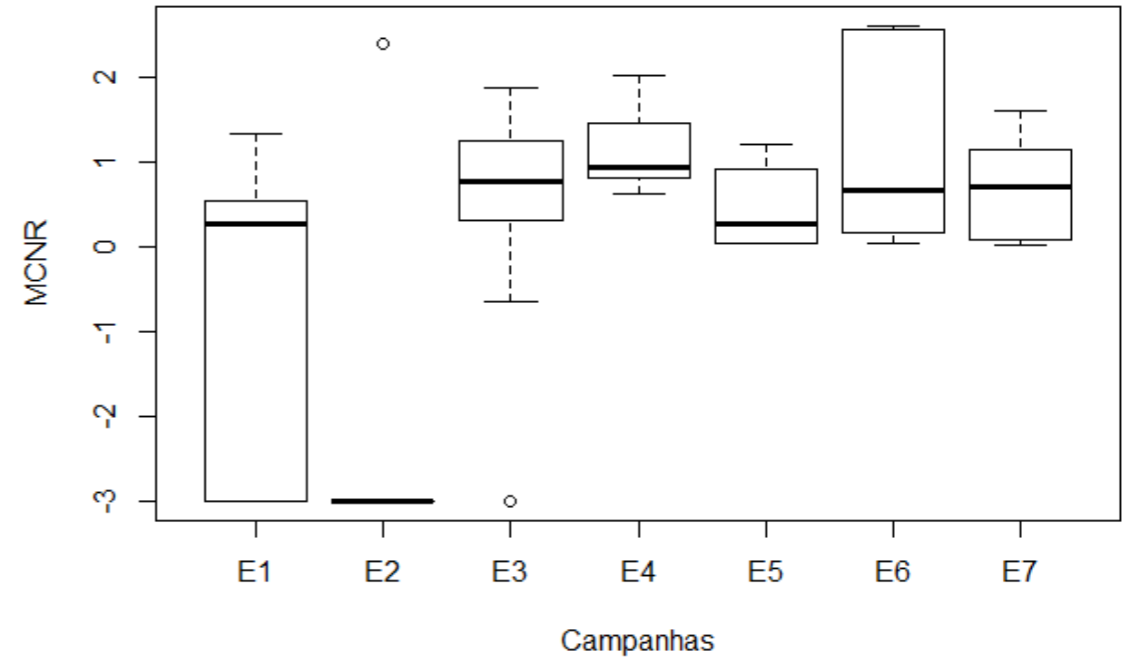
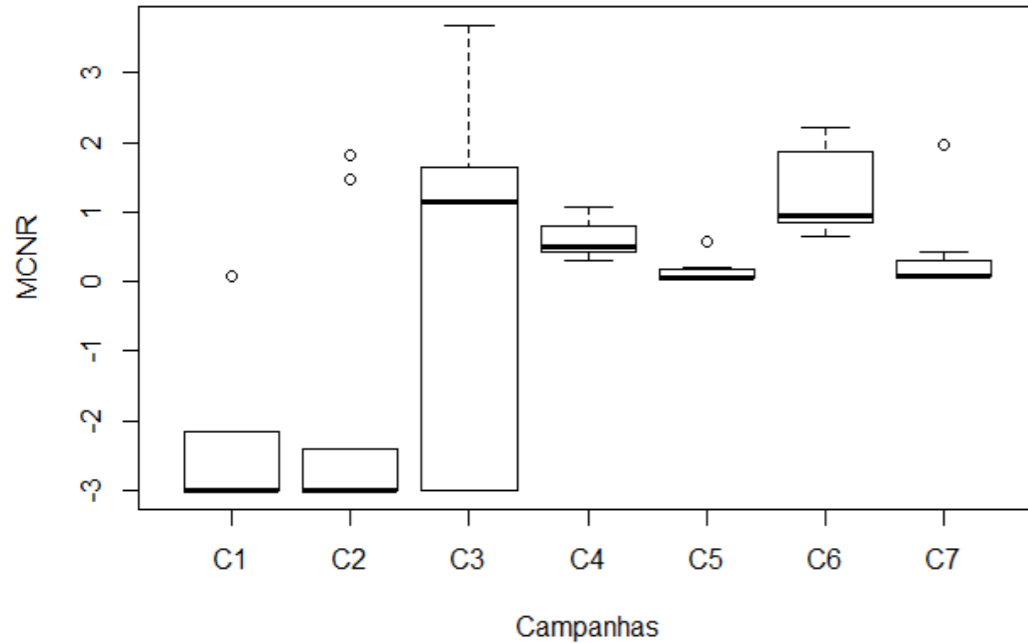
	Resolvidos													
	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6	C7	E7
<b>n</b>	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9
<b>Média</b>	0.673	1.693	7.980	8.398	189.206	9.983	2.511	11.226	0.430	1.828	10.943	40.731	7.864	3.761
<b>Mediana</b>	0.144	0.606	1.95	3.10	4.298	2.524	2.256	4.282	0.166	1.384	1.969	7.151	0.006	2.857
<b>Variância</b>	0.06657		0.4162		5,09E-07		1,90E-06		0.004209		0.006322		1,36E-02	
<b>DesvPad</b>	1.284	2.492	12.735	16.902	424.734	17.471	0.728	11.819	0.591	1.725	17.589	48.529	23.479	3.507
<b>Normalidade</b>	8,54E-03	0.0003089	9,35E-02	2,51E-03	8,58E-03	0.000172	0.01047	0.005303	0.003118	0.07337	0.0006863	0.009867	2,00E-04	0.288
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	não	não	não	não	não	sim	não	não	não	sim
<b>Teste</b>	Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney		Mann-Whitney	
<b>Teste</b>	0.01721		0.9682		0.6607		0.0004114		0.008951		0.3154		0.0768	
<b>Teste</b>	diferem		não diferem		não diferem		diferem		diferem		não diferem		não diferem	

ANEXO 5 – Resultados relacionados da coleta de água dos emissários submarinos. Expostos somente os compostos que obtiveram maiores diferenças.

	16HPA													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
n	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9
Média	5.398	11.042	18.814	3.954	0.287	3.563	0.598	36.749	17.353	17.723	16.865	8.475	7.193	42.260
Mediana	4.157	8.920	22.649	4.720	0.003	0.003	0.003	3.364	11.360	17.789	4.528	0.751	0.680	2.760
Variância					2.99e-16						4.34e-13			
DesvPad	4.436	13.913	12.734	2.610	0.645	9.373	1.156	63.684	14.399	9.337	27.151	17.872	11.916	99.111
Normalidade	0.007109	0.0005251	0.3676	0.7308	1,59E-02	8,83E-04	7,67E-02	0.000305	0.01509	0.5101	4,62E-02	4,12E-02	0.0006666	7,68E-03
Normalidade	não	não	sim	sim	não	não	não	não	não	sim	não	não	não	não
Teste					Friedman						Friedman			
Teste					5,03E-03						0.01654			
Teste			Rejeito H0, pelo menos uma difere							Rejeito H0, pelo menos uma difere				
			C5 difere das demais							E7 difere das demais				



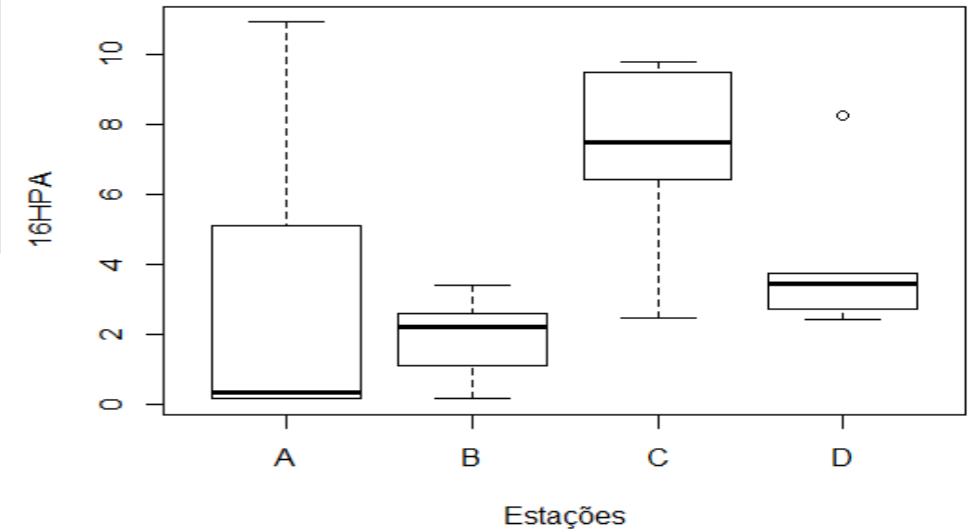
	MCNR													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
<b>n</b>	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9
<b>Média</b>	0.240	9.671	656.395	5.033	1.474	40.613	10.609	5.265	27.542	17.040	26.501	5.366	146.957	10.599
<b>Mediana</b>	0.001	0.001	16.957	3.239	1.100	9.122	1.194	1.850	0.001	5.815	8.428	1.866	4.596	5.051
<b>Variância</b>				< 2.2e-16							< 2.2e-16			
<b>DesvPad</b>	0.502	22.256	154.407	3.504	0.802	54.764	29.027	8.284	82.625	24.661	32.874	5.448	183.414	12.857
<b>Normalidade</b>	5,09E-03	6,75E-03	4,85E-03	0.01308	1,03E-02	0.001232	1,39E-04	0.0007723	3,22E-04	0.004048	0.003092	0.02809	0.003694	0.01299
<b>Normalidade</b>	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não
<b>Teste</b>				Friedman							Friedman			
<b>Teste</b>				7,96E-03							0.003956			
<b>Teste</b>			<b>Rejeito H0, pelo menos uma difere</b>							<b>Rejeito H0, pelo menos uma difere</b>				
				C6 difere das demais							E2 difere das demais			



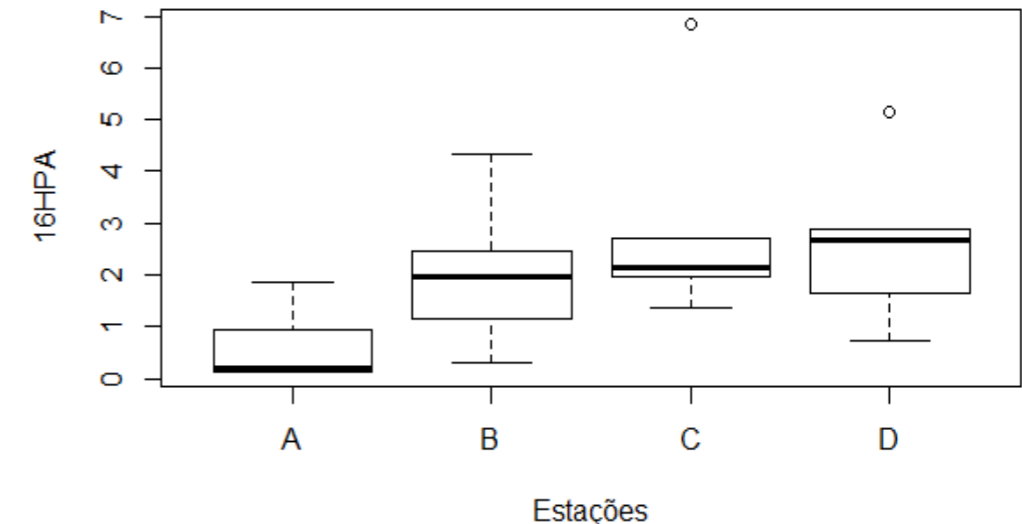
ANEXO 6 – Dados da caracterização dos taludes mais significantes, C1 e C2, respectivamente.

	16HPA			
	A	B	C	D
<b>n</b>	5	5	5	5
<b>Média</b>	3.319	1.873	7.111	4.099
<b>Mediana</b>	0.329	2.178	7.469	3.42
<b>Variância</b>			0.129	
<b>DesvPad</b>	4.744	1.276	2.953	2.361
<b>Normalidade</b>	0.05172	0.9103	0.3908	0.03063
<b>Normalidade</b>	sim	sim	sim	não
<b>Teste</b>	Kruskal-Wallis			
<b>Teste</b>	0.1014			
<b>Teste</b>	Aceito H0			

**Legenda :**  
**A - 150m**  
**B - 400m**  
**C - 1000m**  
**D - 2500m**



	16HPA			
	A	B	C	D
<b>n</b>	5	5	5	5
<b>Média</b>	0,65	2.042	3.006	2.620
<b>Mediana</b>	0,21	1,95	2,16	2,69
<b>Variância</b>			0,3077	
<b>DesvPad</b>	0,750	1,529	2,202	1,645
<b>Normalidade</b>	0,07046	0,8729	0,03433	0,7578
<b>Normalidade</b>	sim	sim	não	sim
<b>Teste</b>	Kruskal-Wallis			
<b>Teste</b>	0.05072			
	Não diferem, aceito H0.			



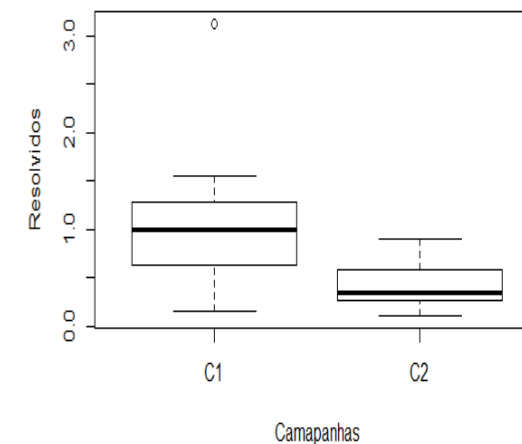
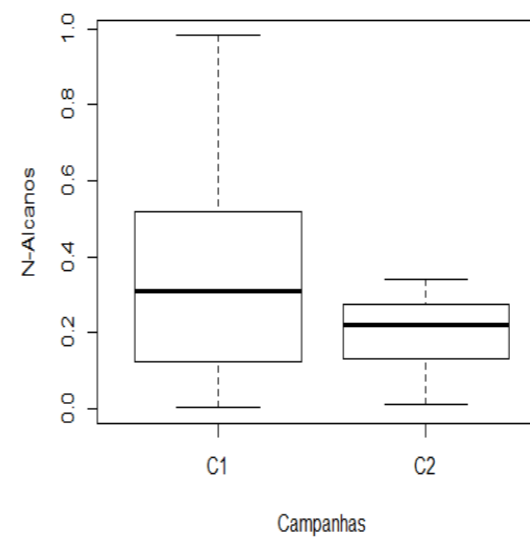
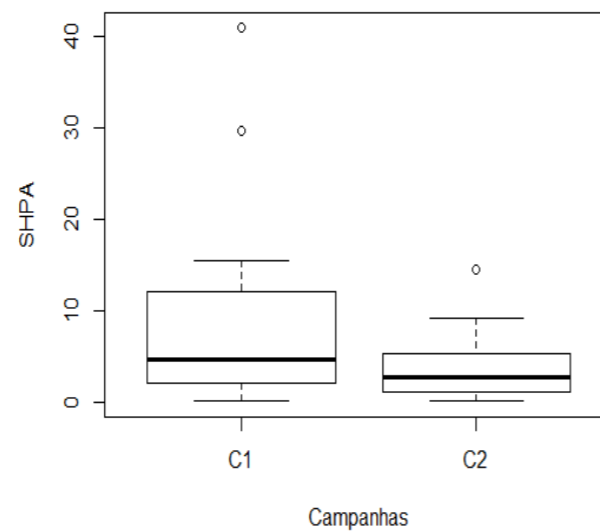
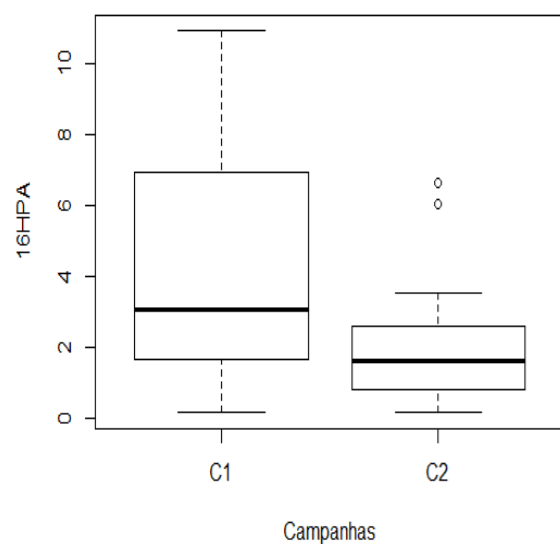
ANEXO 7- Resultados dependentes ocorridos no projeto de caracterização do talude. As quatro análises mais significativas.

	16HPA	
	C1	C2
<b>n</b>	20	20
<b>Média</b>	4.100	1.999
<b>Mediana</b>	3.051	1.595
<b>Variância</b>	0.00575	
<b>DesvPad</b>	3.455	1.779
<b>Normalidade</b>	0.03811	0.005436
<b>Normalidade</b>	não	não
<b>Teste</b>	Wilcoxon	
<b>Teste</b>	0.01208	
<b>Teste</b>	<b>Rejeito H0</b>	

	SHPA	
	C1	C2
<b>n</b>	20	20
<b>Média</b>	8.348	3.792
<b>Mediana</b>	4.711	2.763
<b>Variância</b>	1,84E-02	
<b>DesvPad</b>	10.475	3.563
<b>Normalidade</b>	0.000108	0.006797
<b>Normalidade</b>	não	não
<b>Teste</b>	Wilcoxon	
<b>Teste</b>	0.05317	
<b>Teste</b>	<b>Aceito H0</b>	

	N - Alcanos	
	C1	C2
<b>n</b>	20	20
<b>Média</b>	0.354	0.207
<b>Mediana</b>	0.309	0.221
<b>Variância</b>	1,51E-02	
<b>DesvPad</b>	0.278	0.093
<b>Normalidade</b>	0.1363	0.5518
<b>Normalidade</b>	sim	sim
<b>Teste</b>	Teste t	
<b>Teste</b>	0.03484	
<b>Teste</b>	<b>Rejeito H0</b>	

	Resolvidos	
	C1	C2
<b>n</b>	20	20
<b>Média</b>	1.044	0.418
<b>Mediana</b>	0.995	0.355
<b>Variância</b>	0.4837	
<b>DesvPad</b>	0.627	0.243
<b>Normalidade</b>	0.004809	0.02125
<b>Normalidade</b>	não	não
<b>Teste</b>	Wilcoxon	
<b>Teste</b>	0.0002613	
<b>Teste</b>	<b>Rejeito H0</b>	



ANEXO 8 – Resultados dos testes de ANOVA two-way e Friedman mais significantes.

	16HPA								
	Controle			Pós-perfuração			1 ano pós-perfuração		
	50m	100m	250m	50m	100m	250m	50m	100m	250m
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	0.213	0.279	0.264	0.192	0.177	0.163	0.133	0.118	0.104
Mediana	0.200	0.238	0.236	0.192	0.178	0.163	0.133	0.119	0.104
Variância	6.33e-15								
DesvPad	0.09853	0.1858	0.14498	0.00465	0.004787	0.004787	0.00465	0.004787	0.00516
Normalidade	0.1806	0.2727	0.6304	0.9976	0.9254	0.9254	0.9976	0.9254	0.9719
Normalidade	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Teste	Anova two-way								
Teste	2,075								
Teste	Aceito H0								

	n-Alcanos								
	Controle			Pós-perfuração			1 ano pós-perfuração		
	50m	100m	250m	50m	100m	250m	50m	100m	250m
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	0.551	0.280	0.195	1.943	1.446	0.559	0.328	0.051	0.051
Mediana	0.202	0.302	0.189	0.671	0.621	0.591	0.252	0.035	0.044
Variância	4.86e-12								
DesvPad	0.8258	0.0736	0.1212	2.960	1.889	0.336	0.362	0.0464	0.0497
Normalidade	0.04552	0.3007	0.9551	0.03943	0.0281	0.8543	0.2749	0.2285	0.2206
Normalidade	não	sim	sim	não	não	sim	sim	sim	sim
Teste	Friedman								
Teste	0.01675								
Teste	Rejeito H0, pós-perfuração em 250m difere dos demais								

