

RAE – CEA 14P04

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:
“Variabilidade espaço-temporal da captura da raia branca, *Dasyatis guttata*, na
pesca artesanal da Baía de Todos os Santos, Bahia”**

**Professor Gilberto A. Paula
Gerson Hitoshi Kumagaia**

São Paulo, 11 de julho de 2014

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA CÓDIGO 14P04

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Variabilidade espaço-temporal da captura da raia branca, *Dasyattis guttata*, na pesca artesanal da Baía de Todos os Santos, Bahia”.

PESQUISADORA: Camila Marion

INSTITUIÇÃO: IO – Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo

FINALIDADE DO PROJETO: Doutorado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Professor Gilberto A. Paula
Gerson Hitoshi Kumagaia

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

PAULA, G. A.; KUMAGAIA, G. H. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Variabilidade espaço-temporal da captura da raia branca, *Dasyattis guttata*, na pesca artesanal da Baía de Todos os Santos, Bahia”**. São Paulo, IME-USP, 2014.

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIRANO, M. & LESSA, G. C. 2007. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25, 363-387.
- DIAS-NETO, J. & DORNELLES, L. C. C.. 1996. Diagnóstico da pesca marítima do Brasil. Brasília: IBAMA, 165 p. (Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca, 20).
- KATSANEVAKIS, K.; MARAVELIAS, C. D.; DAMALAS, D.; KARAGEORGIS, A. P.; TSITSIKA, E. V.; ANAGNOSTOU, C. & PAPACONSTANTINOU; C. 2009. Spatiotemporal distribution and habitat use of commercial demersal species in the eastern Mediterranean Sea. **Fisheries Oceanography** 18(6), 439–457.
- KROESE, M. & SAUER, W. H. 1998. Elasmobranch exploitation in Africa. **Marine and Freshwater Research**.
- LESSA, G.C.; CIRANO, M.; TANAJURA, C.A.S. & SILVA, R.R. Oceanografia Física. In: HATJE, V & ANDRADE, J. B (Org.). **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador: EDUFBA, 161-206.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. & BITTENCOURT. A. C. S. P. 1998. Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**; 70, 249-266.
- MENNI, R.C. & LESSA, R. P. T.1998. The chondrichthyan community of Maranhão (northeastern Brazil) II. Biology of Species. **Acta Zoológica lilloana** 44(1),69-89.
- YAMAZAKI, Y. & RAO, V. B. 1977. Tropical cloudiness over South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, 55, 205-207.
- Paula, G. A. e Oshiro, C. H. (2001). Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: *Análise de Captura por Unidade de Esforço do Peixe-Batata na Frota Paulista*. ERA-CEA0102, IME-USP.
- PAULA, G. A. (versão de 2013). **Modelos de Regressão com apoio computacional**.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

R versão 2.15.0;

Microsoft Excel para Windows (versão 2007);

Microsoft Word para Windows (versão 2007);

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Biológica (recursos pesqueiros)

Sumário

Resumo	6
1. Introdução.....	7
2. Descrição do estudo	9
3. Descrição das variáveis	10
4. Análise Descritiva	12
5. Análise Inferencial	16
5. Conclusões	24
Apêndice A - Figuras	25
Apêndice B - Gráficos da Análise Descritiva sob o uso da arraieira.....	30
Apêndice C - Gráficos da Análise Descritiva sob o uso da grozeira.....	53
Apêndice D - Gráficos da Análise Inferencial sob o uso da arraieira.....	77
Apêndice E - Gráficos da Análise Inferencial sob o uso da grozeira	81

Resumo

No Brasil, os peixes marinhos são capturados pelas atividades da pesca industrial, artesanal, esportiva, de subsistência e amadora. Dentre essas atividades, a pesca artesanal se destaca com uma quantidade considerável de desembarques, e é predominante no estado da Bahia, onde a produção marinha é oriunda principalmente da pesca artesanal. Entre os pescados capturados e comercializados, a arraia ou raia é a principal categoria de pescado tanto no litoral do estado quanto na Baía de Todos os Santos (BTS). A categoria constava nas estatísticas pesqueiras oficiais e em alguns trabalhos disponíveis, no entanto, em contraste com a importância regional desse recurso pesqueiro, praticamente inexistem ações de manejo e fiscalização das capturas. Ao lado dessa lacuna, não havia dados da capacidade de captura pelos petrechos empregados e informação de fatores determinantes nessa captura. No presente projeto, foi acompanhada a captura por dois petrechos utilizados na BTS. Arraieira (rede de espera) e grozeira (espinhel de fundo). Este estudo é uma análise preliminar que busca destacar as variáveis que têm uma maior influência no índice de captura das arraias. Os dados foram coletados durante 13 meses, no desembarque do pesqueiro. No total, foram 77 embarcações que utilizaram a arraieira e 231 que utilizaram a grozeira. A análise descritiva sugere que a temperatura e a precipitação são importantes fatores de pesca. A princípio, não há indícios de que a captura esteja associada com as demais variáveis analisadas. Foram ajustados modelos lineares generalizados com distribuição gama tendo como resposta a captura do pescado. Para a arraieira o modelo considera como variáveis explicativas a direção do vento e a temperatura mínima. Para a grozeira o modelo tem como variável explicativa o local, tipo de maré e estação do ano. O ajuste do primeiro modelo indica que espera-se uma captura maior com ventos ao sudeste e temperaturas menores. Já o segundo modelo sugere que o local 2, a maré de sizígia e estações diferentes do inverno favorecem na captura.

1. Introdução

Em âmbito mundial, a pesca de pequena escala (artesanal) representa porção considerável de desembarques de elasmobrânquios (tubarões e raias). Anualmente, no mundo, são reportados desembarques de aproximadamente 250.000 raias. No entanto, esses dados podem estar subestimados, visto que não incluem inúmeros registros de pesca de pequena escala e de descartes de espécies de baixo interesse comercial. Assim, o número real de elasmobrânquios desembarcados pode representar um número, pelo menos, duas vezes superior ao das estatísticas oficiais indicando que tal exploração elevada de elasmobrânquios vem reduzindo a abundância e o tamanho médio dos exemplares de espécies vulneráveis. Há também um decréscimo da captura por unidade de esforço (CPUE) resultante do aumento nas capturas e esforço pesqueiro.

Na Baía de Todos os Santos assim como em todo o estado da Bahia, a pesca é considerada de pequena escala, com registros de desembarque pesqueiro na ordem de 20.035 t ($\pm$ 5.961 t), dos quais 936,9 t (4,7%) são de raias. Em contraste com a importância regional desse recurso pesqueiro, praticamente inexistem ações de manejo, e a fiscalização das capturas é incipiente. Tal manejo deve levar em consideração a flutuação da distribuição e abundância relativa do recurso, a qual pode ser afetada pela captura e variações ambientais. Entre os fatores ambientais que podem influenciar a dinâmica das assembleias de peixes demersais, destacam-se: tipo de substrato, profundidade, salinidade e temperatura.

A relativa baixa produtividade biológica dos estoques, maturação tardia, ciclo de vida longo e elevada susceptibilidade à pesca caracterizam as raias como recursos vulneráveis a sobreexploração (exploração visando o comércio). No Brasil, são várias espécies ameaçadas de extinção. Além disso as raias ocupam posições elevadas na cadeia alimentar, sendo que o declínio dessas populações pode interferir na estrutura e função de todo o ecossistema marinho, causando problemas ecológicos e econômicos significantes.

O gênero *Dasyatis* apresenta seis espécies (cinco costeiras), sendo que a *Dasyatis guttata* apresenta a distribuição mais ampla ao longo de toda a costa do Brasil.

D. guttata é a espécie de raia comumente capturada pela frota artesanal costeira da região Nordeste do Brasil. A grande maioria das informações disponíveis dessa espécie se refere a aspectos biológicos, reprodução, alimentação, idade e crescimento.

Este trabalho é importante pois pouca atenção tem sido dada à distribuição espacial, captura e abundância da *D. guttata*. Assim, é possível que este estudo contribua para suprir essa carência, dando uma orientação aos pescadores não somente na otimização da pesca como também na preservação do pescado tão importante.

2. Descrição do estudo

Este estudo foi realizado na Baía de Todos os Santos, a segunda maior baía do Brasil, com área aproximada de 1.086 km², 200 km de linha de costa, e uma série de enseadas, cabos, penínsulas e praias, além de numerosas ilhas. Caracterizada como um típico estuário, a BTS possui substrato composto por areia siliciclástica com origem oceânica nos canais de Itaparica e Salvador (entrada da baía); areias carbonáticas, ao redor das ilhas (Ilha de Maré e Frades); lama (argila e silte), principalmente na porção norte da BTS. Cascalho e biodetritos são observados em forma de patches ao longo da baía. Manguezais são abundantes na porção norte ('fundo de baía'). A coleta dos dados de captura da raia-branca foi realizada durante 13 meses (janeiro de 2012 – janeiro de 2013).

As variáveis foram coletadas no momento do desembarque, por meio de entrevista com o pescador, onde a variável resposta era a massa total de raias desembarcada (houveram 77 desembarques de arraieira e 231 de grozeira).

3. Descrição das variáveis

As variáveis explicativas consideradas foram:

- Variáveis temporais:
 - Estação do ano, primavera, verão outono ou inverno;
 - Período, seco ou chuvoso;
 - Informação meteorológica, sol, nublado ou chuva;
- Variáveis espaciais:
 - Área de pesca, 1 a 4;
- Variáveis ambientais:
 - Velocidade do vento, (0 - 4,95 m/s);
 - Direção do vento, (1 - 4);
 - Maré, quadratura ou sizígia;
 - Fase da lua, minguante, nova, crescente ou cheia;
 - Precipitação, (0 - 61,2mm);
 - Temperatura;
 - Temperatura máxima, (23,2 – 34,3 °C);
 - Temperatura mínima, (18,8 – 24,8 °C);
 - Insolação, (0 - 9,6 hora.dia);
- Variáveis dos petrechos:
 - Tamanho da rede, (300 – 2300 metros);
 - Número de anzóis, (150 - 3000);
 - Tempo de imersão, (0,25 – 27 horas);
- Variáveis do pescador:
 - Número de pescadores, (1 a 6);
 - Tempo de esforço, (0 – 960 minutos);

A espacialidade foi delimitada em quatro áreas (1-4) (figura A1), de acordo com as condições fisiográficas e características oceanográficas do local da captura (figura A2). Na área 1 temos presença abundante de manguezais, substrato principalmente de lama e areia e aporte continental. A área 2 também possui um substrato de lama e um

aporte continental, mas possui também mosaicos de cascalho e locais com profundidade elevada. Na área 3 temos a presença de manguezais degradados, substrato principalmente de lama, areia e recifes de corais. A área 4 é composta por um substrato arenoso com lama. Os pesqueiros foram identificados por pescadores locais apresentando a eles cartas náuticas. Apenas pescadores com mais de 10 anos de atuação na pesca contribuíram na identificação dos pesqueiros. A variável área foi aplicada exclusivamente para dados de “grozeira”, uma vez que a captura pela “arraieira” ocorreu somente na área 1.

Os fatores meteorológicos foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Estação 83229 de Salvador e agrupados em categorias para sol, nublado ou chuva. Dados de precipitação evidenciam um período seco (baixa pluviosidade), que ocorre entre novembro e abril, e um período chuvoso (elevada pluviosidade) entre maio e outubro. As chuvas nesse período são provocadas pela interação de ventos de sul, associados com sistemas frontais e os alísios. Nesse mesmo período ocorreram os ventos com maiores velocidades (5 m/s), e podem estar associados à entrada de frentes frias. Periodicamente, no outono e inverno, uma frente Polar Atlântica gera ventos fortes proveniente do sudeste. Ventos de Nordeste são frequentes no verão, no inverno a maior frequência de ventos é de Sul e Sudeste. A variável direção do vento foi classificada em 22 categorias de acordo com os registros e o horário da pescaria. Posteriormente, foram agrupadas em 4 categorias (1º ao 4º quadrante do círculo trigonométrico), de modo a viabilizar nossa análise, e possivelmente facilitar a inclusão da variável na modelagem mais adiante no estudo. A variável número de pescadores também foi categorizada de modo a obter tamanhos amostrais maiores para a análise.

4. Análise descritiva

A análise descritiva deste estudo será dividida em 3 partes: caracterização dos perfis encontrados em cada evento, análise exploratória das variáveis e relações encontradas entre as variáveis.

4.1 Padronização da variável resposta

A CPUE, captura por unidade de esforço, é um índice comumente utilizado em estudos envolvendo a pesca artesanal. Este estudo realiza o cálculo da CPUE de duas maneiras, diferindo pelo tipo de petrecho utilizado. Para a arraieira a CPUE é calculada por:

$$CPUE = \frac{Produtividade(kg) \times 1000}{Tamanho\ da\ rede(m)}.$$

E para a grozeira o cálculo da CPUE é dado por:

$$CPUE = \frac{Produtividade(kg) \times 1000}{N^{\circ}\ de\ anzóis \times Tempo\ de\ imersão(horas)}.$$

Com a padronização houve perda de algumas observações. No início, eram 77 embarcações que utilizaram a arraieira e 231 que utilizaram grozeira, e feita a padronização o estudo ficou em 67 e 190 embarcações, respectivamente.

4.2 Caracterização da CPUE, por tipo de petrecho

Observando a figura B1, nota-se que, sob o uso da arraieira, a CPUE possui uma distribuição assimétrica à direita. Pela figura B2, notamos a presença apenas de uma observação discrepante.

Sob o uso da grozeira, a CPUE também possui uma distribuição assimétrica à direita (figura C1). Pela figura C2, nota-se que há algumas embarcações com valores discrepantes.

4.3 Análise exploratória das variáveis

4.3.1 Arraieira

Observando a figura B3, não há indícios de diferenças significativas na CPUE com o aumento do número de pescadores na embarcação. Com o aumento do número de pescadores parece haver uma diminuição da variabilidade da CPUE.

Pela figura B4, não há indícios de diferenças importantes na CPUE variando-se o tipo de maré. Há uma variabilidade maior sob a maré quadratura.

Observando a figura B5 percebe-se uma variabilidade maior sob as luas minguante e crescente. Há sensíveis diferenças entre as medianas, mas a diferença de tamanho amostral é muito grande entre as categorias.

Os valores medianos da CPUE na figura B6 não parecem diferir quanto a informação meteorológica. As variabilidades diferem um pouco sendo a maior delas sob tempo nublado.

Na figura B7 as medianas também parecem não diferir quanto a estação do ano. Todavia, as variabilidades mudam, sendo a maior delas no verão. Há uma observação discrepante no outono e uma no inverno.

Nota-se diferenças entre as medianas conforme varia-se a direção do vento, conforme mostra a figura B8. Entretanto, nota-se grandes variações nos tamanhos amostrais.

Na análise do boxplot da CPUE por período (figura B9), há indícios de diferenças nas medianas, indicando que perca-se mais em períodos secos do que em períodos chuvosos.

Pelo gráfico de dispersão (figura B10) não há indícios de associação entre o tempo de esforço e a CPUE.

Nota-se indícios de correlação linear entre insolação e a CPUE (figura B12), embora a observação discrepante exerça alta influência no valor da correlação (figura B13).

Pela figura B14, há um leve decréscimo na CPUE com o aumento da precipitação.

A figura B16 não traz indícios de associação entre o tempo de imersão e a CPUE.

Nota-se um leve aumento da CPUE com o aumento da temperatura máxima e temperatura mínima, respectivamente (figuras B18 a B21). Assim, essas variáveis podem ter alguma influência na variável resposta.

Parece haver uma leve relação não linear entre a CPUE e a velocidade do vento (figura B22).

4.3.2 Grozeira

A mediana da CPUE parece decrescer ligeiramente com o aumento do número de pescadores (figura C3). Nota-se também um decrescimento da variabilidade da CPUE com o aumento do número de pescadores.

Em geral não há indícios de diferenças importantes na mediana da CPUE com a mudança do tipo de maré (figura C4). Há uma variabilidade um pouco maior sob a maré sizígia.

Os valores medianos para a CPUE não parecem diferir com a fase da lua (figura C5). As variabilidades diferem um pouco sendo a maior delas sob a lua nova. Há embarcações com valores discrepantes sendo a maior delas sob a lua minguante.

As medianas não parecem diferir com o local (figura C6). Todavia, as embarcações que ficaram no local 2 apresentam uma maior variabilidade para a CPUE, com alguns valores sendo discrepantes.

Segundo a figura C7, a mediana da CPUE parece decrescer levemente com a condição de chuva. Sob sol ou tempo nublado, nota-se uma variabilidade maior.

A estação do ano parece causar algumas variações na mediana da CPUE (figura C8). Na primavera a mediana é ligeiramente maior e no inverno tem o menor valor. No verão temos uma variabilidade maior em relação às outras estações.

Não há indícios de variações importantes na CPUE em relação à direção do vento (figura C9). Observa-se altas variabilidades.

Observando a figura C10 percebe-se uma variabilidade maior da CPUE sob o período seco. Não há indícios de diferenças entre as medianas.

A CPUE diminui levemente com o aumento do tempo de esforço (figura C11).

Há indícios de que o aumento da insolação leva a um aumento da CPUE (figura C13).

Observa-se um leve decréscimo na CPUE com o aumento da precipitação (figura C15).

Novamente temos indícios de que o aumento das temperaturas máxima e mínima respectivamente (figuras C17 a C20) leva a um aumento na CPUE.

Não há indícios de aumento da CPUE com o aumento da velocidade do vento (figura C21).

4.4 Relações encontradas entre as variáveis

As variáveis que participaram da construção da padronização da captura foram retiradas da análise. Ainda assim, deve-se atentar à relação entre essas variáveis a outras variáveis explicativas do estudo.

Temos que o número de anzóis, que foi utilizado na padronização, é altamente correlacionado com o número de pescadores na embarcação (figura C23), devendo portanto ser retirada das análises.

5. Análise Inferencial

A análise inferencial neste projeto visa identificar quais das variáveis estudadas influenciam significativamente a captura do pescado. Com essa finalidade, foram utilizados modelos lineares generalizados com distribuição gama, que assemelha-se à distribuição da cpue (verificada na análise descritiva) para ambos os petrechos.

Antigamente os modelos lineares eram utilizados na tentativa de descrever a maioria dos fenômenos aleatórios. Todavia, possuía a limitação da necessidade de se efetuar alguma transformação quando a suposição de normalidade não se apresentasse de maneira razoável. Em 1972, propostos por Nelder e Wedderburn, os modelos lineares generalizados (MLGs) suprimiram essa limitação, dando maior flexibilidade aos ajustes.

Houveram embarcações cujo pescador não informou o local em que foi efetuado a pesca. Estas embarcações foram retiradas da análise inferencial, pois esses dados não podem ser considerados na estimação dos parâmetros e causariam problemas nos ajustes. Com isso, retiramos da análise 5 embarcações restando 67 embarcações que pescaram com a arraieira e 185 que pescaram com a grozeira.

5.1 Seleção do modelo

5.1.1 Arraieira

Tendo em vista os objetivos e suposições feitas no início da seção, foi ajustado um modelo considerando todas as variáveis explicativas. Utilizou-se a função implementada do R, stepAIC, que utiliza o critério de Akaike e retorna em geral um modelo com um número reduzido de variáveis e um bom ajuste.

A função retornou um modelo com as variáveis direção do vento e temperatura mínima.

Tabela 1. Estimativas, erros-padrão aproximados e valores-p do modelo selecionado.

Efeito	Estimativa	Erro padrão	Valor-P
Constante	-2,25	1,92	0,25
2º quadrante	-0,47	0,35	0,18
4º quadrante	0,58	0,22	0,01
Tmín	0,22	0,08	0,01

Da tabela 1, nota-se que, marginalmente, a CPUE média das embarcações que pescaram com vento na direção noroeste (2º quadrante do círculo trigonométrico) não é significativamente diferente da CPUE média das embarcações que pescaram com vento na direção nordeste (1º quadrante do círculo trigonométrico). Por isso juntou-se estas direções, e realizou-se um teste de razão de verossimilhanças para testar o novo modelo. O teste de razão de verossimilhanças foi de 1,0182, com um valor-p de 0,313 para 1 grau de liberdade, não nos dando indícios para rejeição do modelo com as duas direções do vento agrupadas.

Feito este primeiro ajuste, foram realizados testes de razão de verossimilhanças para verificar a significância da interação entre as duas variáveis explicativas no modelo. O teste retornou um valor de 0,9823, com um valor-p de 0,322, não nos levando à rejeição da hipótese de ausência de interação. As estimativas do modelo final são apresentadas na tabela 7.

5.1.2 Grozeira

Procedimento semelhante foi aplicado para selecionar um modelo para a grozeira. Utilizou-se o stepAIC para selecionar um modelo parcimonioso. A função retornou um modelo com as variáveis estação do ano, local, maré e o tempo de esforço.

Tabela 2. Estimativas, erros-padrão aproximados e valores-p do modelo selecionado.

Efeito	Estimativa	Erro padrão	Valor-P
Constante	2,934	0,347	0,000
Outono	0,056	0,186	0,762
Inverno	-0,566	0,165	0,001
Primavera	0,044	0,168	0,793
Local 2	0,699	0,144	0,000
Local 3	0,245	0,202	0,228
Local 4	0,632	0,235	0,001
Sizígia	0,235	0,122	0,055
Esforço	-0,001	0,000	0,054

Da tabela 2, temos que, marginalmente, a CPUE média das embarcações que pescaram no outono e na primavera não são significativamente diferentes da CPUE média das embarcações que pescaram no verão. A CPUE média do local 3 também parece não ser diferente do local 1. Assim, juntou-se os níveis não significativos das variáveis e realizou-se um teste de razão de verossimilhanças para testar o novo modelo. O teste de razão de verossimilhanças foi de 2,8716, com um valor-p de 0,090 para 1 grau de liberdade, não nos dando indícios para rejeição do novo modelo.

Após este ajuste, foram realizados testes de razão de verossimilhanças para verificar a existência de interações entre as variáveis explicativas do modelo. O teste retornou um valor de 2,8716 e um valor-p do teste de 0,090 para a interação entre estação e maré, que foi a única interação a ser incluída.

Contudo, como será mostrado mais à frente, o efeito da variável esforço foi induzido por uma embarcação discrepante, sendo essa variável retirada do modelo e com isso a interação entre estação e maré deixa de ser significativa. As estimativas do modelo final são apresentadas na tabela 8.

5.2 Qualidade do ajuste

5.2.1 Arraieira

A análise da qualidade do ajuste visa verificar se os modelos propostos se ajustam bem aos dados. Para isso, buscam-se indícios da quebra de suposições feitas pelo modelo, por exemplo para a distribuição da variável resposta. Outro objetivo é a procura por pontos influentes, que podem induzir ou mascarar o efeito de alguma variável.

Na Tabela 3, encontra-se a estimativa para o parâmetro de dispersão da distribuição gama, o erro-padrão aproximado, o desvio, os graus de liberdade e o valor-p da estatística de referência para o desvio. O modelo apresentou um desvio de 72,15, que corresponde a um valor-p de aproximadamente 0,22. Pelo valor-p, podemos dizer que o modelo está bem ajustado. O valor da estimativa de φ confirma a distribuição assimétrica à direita para a CPUE, observada na análise descritiva. O gráfico normal de probabilidades para os resíduos com uma banda aproximada de 95% para este modelo, segundo a figura D1, não traz indícios de afastamentos importantes com a distribuição adotada, no caso, a gama.

Tabela 3. Estimativa do parâmetro de dispersão, erro-padrão aproximado, desvio, graus de liberdade e valor-p da estatística de referência.

φ	2,12
Erro padrão	0,34
Desvio do modelo	72,15
Graus de liberdade	64
P-valor	0,22

Na investigação da existência de pontos influentes, nota-se que algumas observações apresentaram valores altos para a distância de Cook (Gráfico D3) em

relação aos demais, o que é um indício de influência. A tabela 4 também mostra uma grande diferença entre a CPUE obtida e a CPUE estimada para as observações mais discrepantes. O modelo foi ajustado sem cada uma dessas observações individualmente e conjuntamente e nenhuma mudança inferencial foi detectada. Portanto, o modelo foi mantido com as variáveis direção do vento e temperatura mínima.

Tabela 4. Valores das embarcações possivelmente influentes.

Embarcação	DV	Tmín	CPUE	CPUE estimada
2	1/3	23,2	26	15,23
67	4	23,8	114,5	32,13

5.2.2 Grozeira

Na Tabela 5, encontra-se a estimativa para o parâmetro de dispersão da distribuição gama, o erro-padrão aproximado, o desvio, os graus de liberdade e o valor-p da estatística de referência para o desvio. O modelo apresentou um desvio de 116,18, que corresponde a um valor-p de aproximadamente 0,103. Pelo valor-p, podemos dizer que o modelo está bem ajustado. Aqui também o valor da estimativa de φ confirma a distribuição assimétrica à direita para a CPUE, como já foi observado na análise descritiva. O gráfico normal de probabilidades para os resíduos com uma banda aproximada de 95%, segundo a figura E1, não traz indícios de que a suposição de distribuição gama para a CPUE esteja incorreta.

Tabela 5. Estimativa do parâmetro de dispersão, erro padrão aproximado, desvio, graus de liberdade e valor-p da estatística de referência.

ϕ	1,74
Erro padrão	0,17
Desvio do modelo	116,18
Graus de liberdade	78
P-valor	0,103

A seguir verificou-se a existência de pontos influentes. Foi encontrada apenas uma embarcação bem acima das demais, segundo o gráfico da distância de Cook (Gráfico E2). A tabela 6 mostra uma grande diferença entre a CPUE obtida e a CPUE estimada o que torna a embarcação 35 candidata a ponto influente. O modelo foi ajustado sem essa observação e houveram mudanças inferenciais, caracterizando a embarcação como ponto influente.

Tabela 6. Valores da embarcação possivelmente influente.

Embarcação	Estação	Local	Maré	CPUE	CPUE estimada
35	Não inverno	4	Sizígia	166,67	42,57

Esta embarcação tem como característica um tempo de esforço reduzido, e uma captura elevada (figuras C11 e C12), o que nos conduz a um modelo diferente. Portanto, deve-se retirar o efeito do tempo de esforço do modelo, a observação, contudo permanece no estudo. A interação entre estação e maré também fica não significativa devendo sair do modelo.

5.3 Interpretação dos resultados

5.3.1 Arraieira

Tabela 7. Estimativas, erros-padrão aproximados e valores-p dos coeficientes do modelo ajustado.

Coeficiente	Estimativa	Erro-padrão	Valor-p
Intercepto	-1,9987	1,9208	0,3020
4º Quadrante	0,6243	0,2162	0,0053
Tmín	0,2035	0,0855	0,0231

Na Tabela 7, encontram-se as estimativas, os erros-padrão aproximados e o valores-p dos coeficientes do modelo ajustado. A partir das estimativas, foram calculadas as capturas estimadas fixando as direções do vento.

Para a direção do vento no 1º e 2º quadrantes, temos uma CPUE estimada dada por:

$$\widehat{CPUE} = \exp(-1,99867 + 0,20254xTmín).$$

Para a direção do vento no 4º quadrante, temos:

$$\widehat{CPUE} = \exp(-1,99867 + 0,62431 + 0,20254xTmín).$$

A CPUE estimada também pode ser visualizada na figura D2, onde temos que a curva da captura estimada com a direção do vento no 4º quadrante é sempre superior, sob a mesma temperatura. Bandas de confiança de aproximadamente 95% são apresentadas para as curvas ajustadas e pode-se notar uma intersecção das bandas referentes aos quadrantes 1 e 2 e o quadrante 4 num intervalo intermediário para a temperatura mínima. Assim, as maiores diferenças entre as CPUEs estimadas desses quadrantes ocorrem em temperaturas mínimas menores ou maiores.

Pode-se notar também que, sob a mesma direção do vento, quando aumenta-se a temperatura mínima em 1°C, espera-se a seguinte variação na captura:

$$\frac{\widehat{CPUE}(T_{\text{mín}} + 1)}{\widehat{CPUE}(T_{\text{mín}})} = e^{0,20254} = 1,2245(22,45\%).$$

Portanto, ao aumentarmos a temperatura mínima em 1°C, espera-se um aumento de 22,45% na CPUE.

5.3.2 Grozeira

Tabela 8. Estimativas, erros-padrão aproximados e valores-p dos coeficientes do modelo ajustado.

Efeito	Estimativa	Erro padrão	Valor-P
Constante	2,5236	0,108	<0,001
Inverno	-0,6444	0,1354	<0,001
Local 2	0,5526	0,1231	<0,001
Local 4	0,4374	0,2051	0,0343
Sizígia	0,2625	0,1174	0,0266

Temos da tabela 8 as estimativas, erros-padrão aproximados e valores-p dos coeficientes do modelo. Nota-se que os locais 1 e 3 são os que espera-se uma menor captura, ao passo que no local 2 espera-se uma captura mais elevada. O inverno é a estação que em média traz CPUE's menores enquanto que na maré de sizígia espera-se uma captura maior (figura E3).

5. Conclusões

A análise descritiva mostrou que, em geral poucas embarcações têm uma captura elevada. A maioria das embarcações traz capturas baixas, quaisquer que seja o petrecho utilizado. Percebe-se também que embarcações com mais pescadores apresentam menor variabilidade, onde pescadores com mais experiência auxiliam os pescadores com menos experiência. Assim, a captura registrada pela embarcação fica menos suscetível a variações ocasionadas pela experiência do pescador.

Temos que as variáveis temperatura máxima e mínima podem estar associadas com a CPUE, enquanto que a precipitação parece atrapalhar a pesca. A princípio, não há indícios de que a CPUE esteja relacionada com as demais variáveis.

Para a arraieira, os ajustes dos modelos, indicam que as variáveis que melhor explicam a captura são a direção do vento e a temperatura mínima. Ventos na direção sudeste e temperaturas mínimas mais elevadas (no intervalo estudado) parecem favorecer a pesca.

Para a grozeira a análise inferencial concluiu que as variáveis estação do ano, local de pesca e tipo de maré são as que melhor explicam a captura da raia-branca. A localidade 2 e maré de sizígia são as que trazem uma CPUE estimada mais alta. A pesca no inverno parece trazer capturas menores.

Apêndice A

figuras

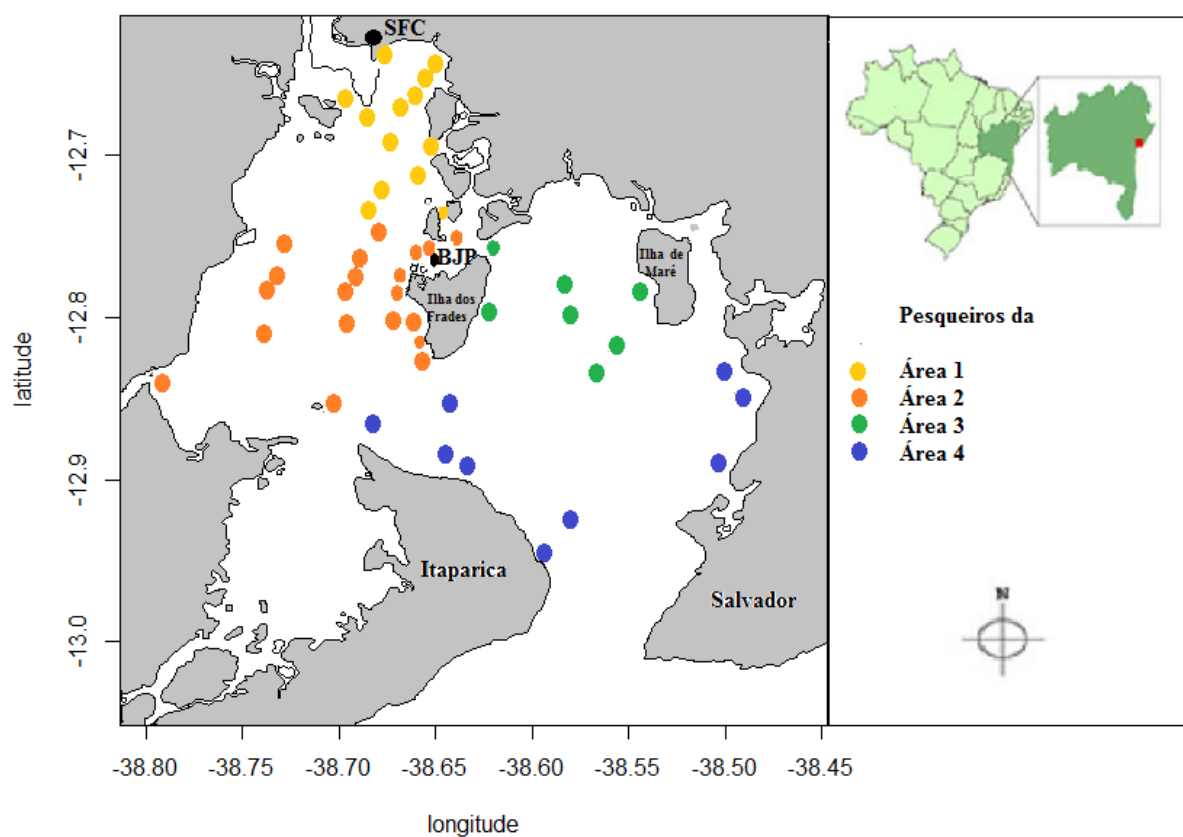


Figura A1 – Mapa da área de estudo com os pesqueiros indicados nos pontos. Pesqueiros da área; 1 em amarelo, 2 em laranja, 3 em verde, 4 em azul. SFC= São Francisco do Conde, BJP = Bom Jesus dos Passos (SOARES, L. H. S.; MARION, C. “Variabilidade espaço-temporal da captura da raia branca, *Dasyattis guttata*, na pesca artesanal da Baía de Todos os Santos, Bahia”).

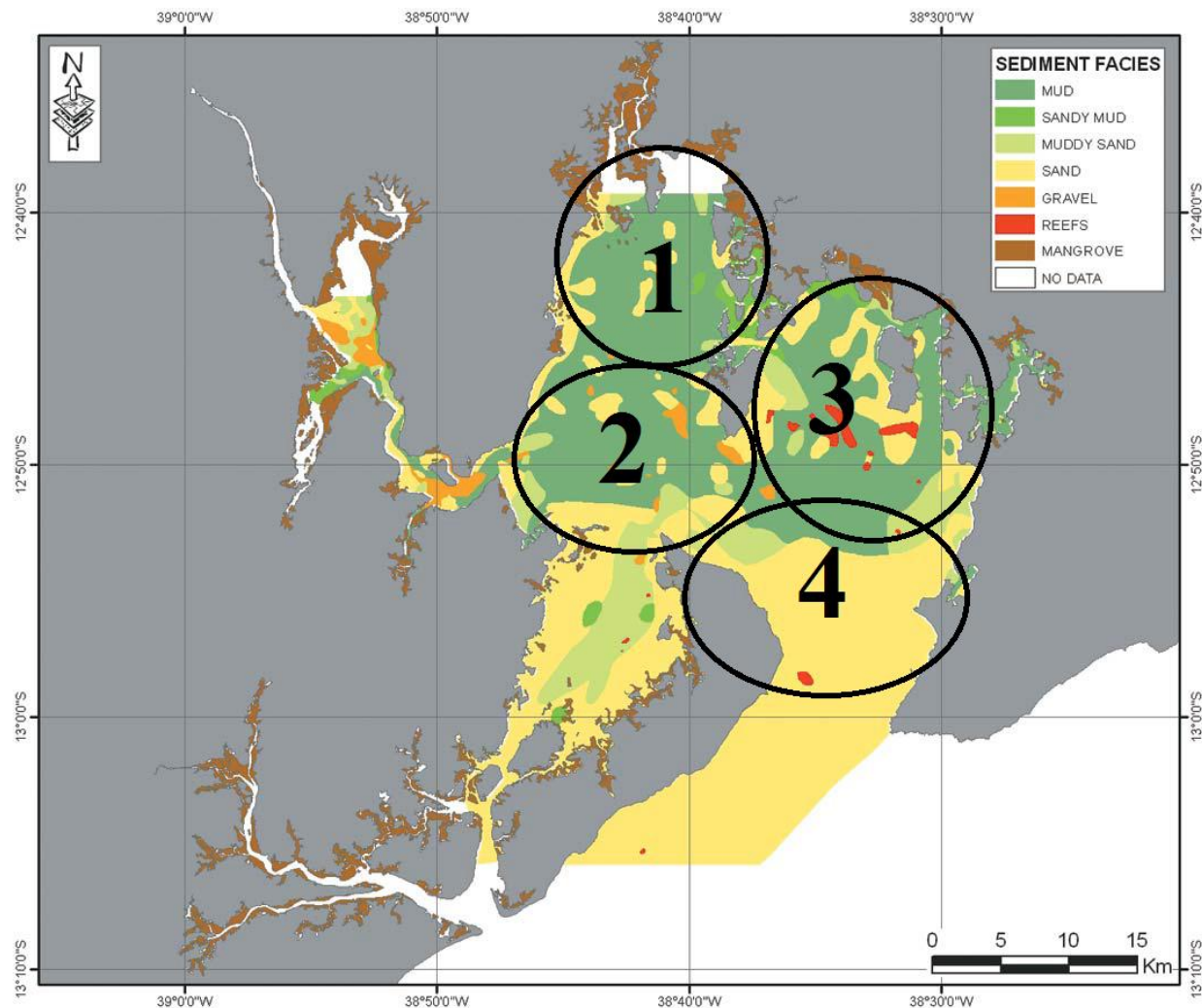


Figura A2 – Mapa da área de estudo com o tipo de sedimento predominante indicados nas cores (CIRANO, M. & LESSA, G. C.; 2007).

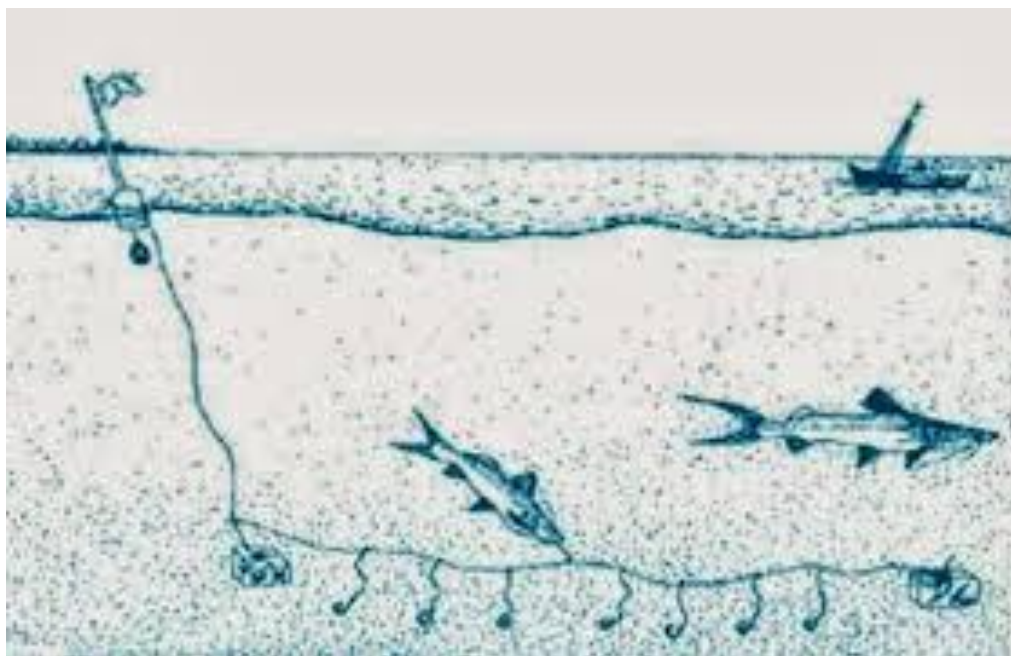


Figura A3 – Grozeira (<http://casteloroger.blogspot.com.br/2013/10/o-arpao-e-o-anzol-pescadores-da-vila-do.html>).

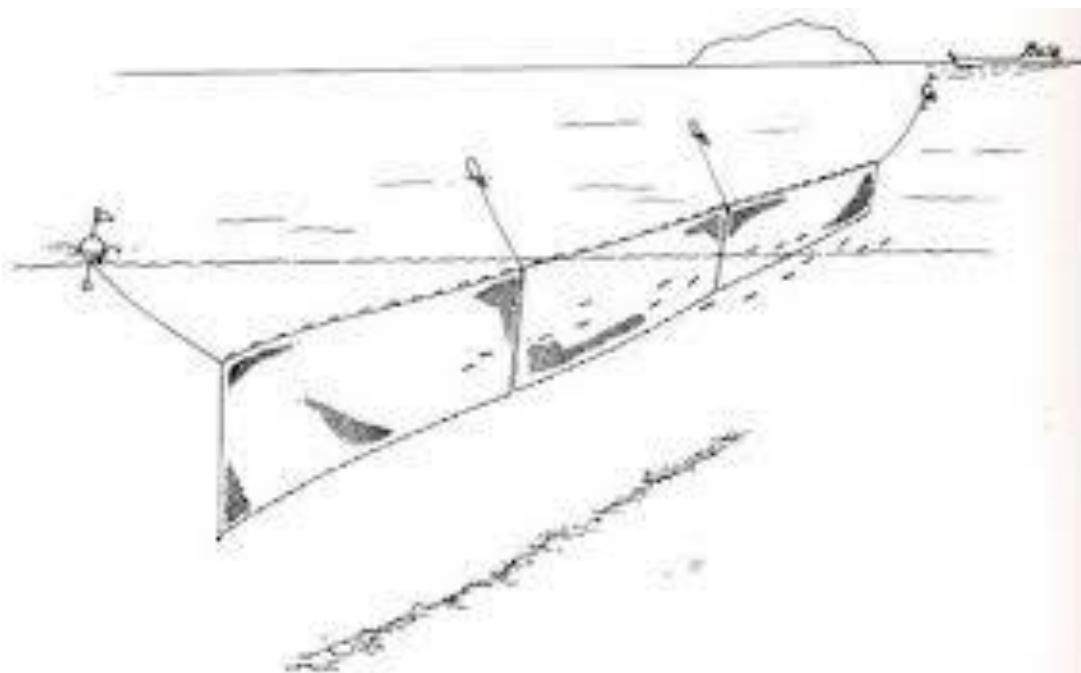


Figura A4 – Arraieira

(http://www.angra.rj.gov.br/secretaria_spe_principaisartes.asp).

Apêndice B

Gráficos da análise
descritiva, sob uso da
arraieira

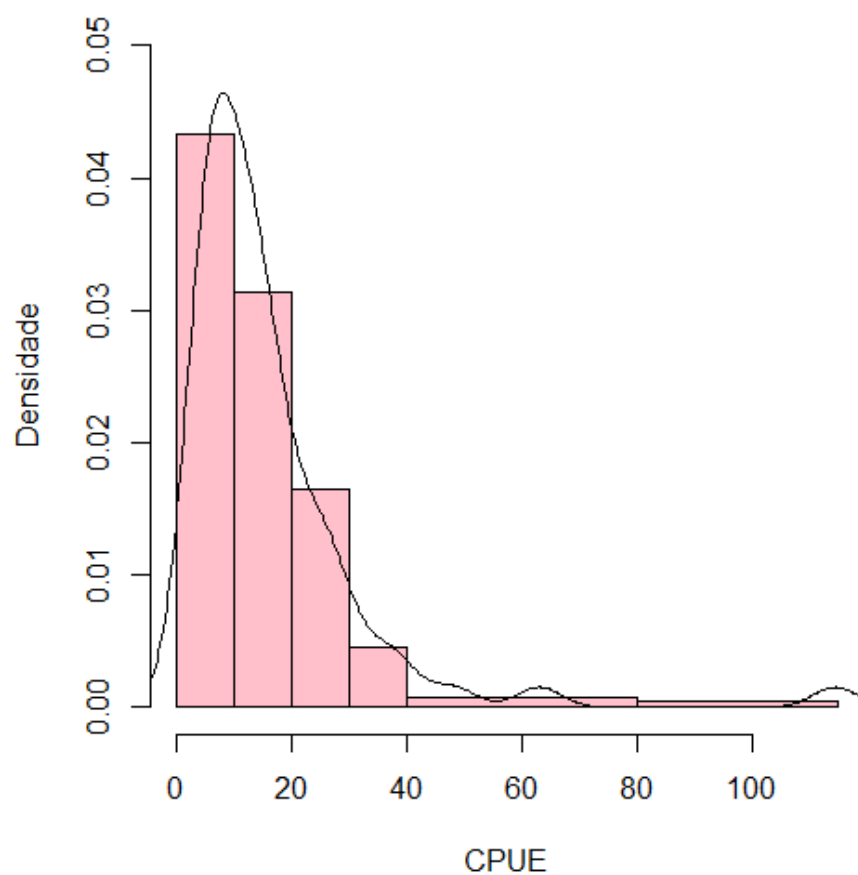


Figura B1 – Histograma da CPUE com a densidade aproximada, sob uso da arraieira

Tabela B2 – Medidas resumo da CPUE, sob uso da arraieira

	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
CPUE	67	16,290	16,650	1,022	1,880	114,500	6,140	20,200	12,000

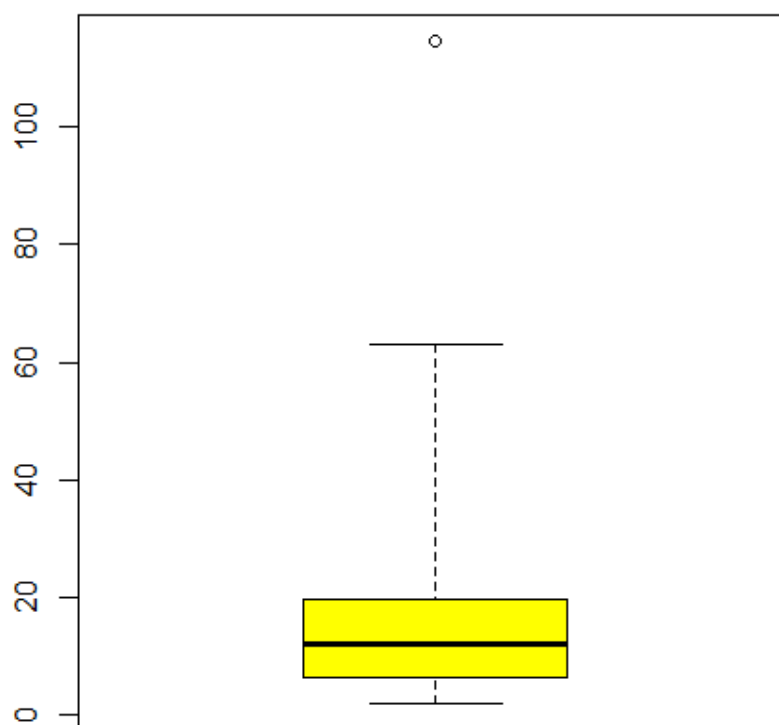
**Figura B2 – Boxplot da CPUE, sob uso da arraieira**

Tabela B3 – Medidas resumo da CPUE por número de pescadores, sob uso da arraieira

Número de pescadores	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
1	37	15,830	12,930	0,817	3,230	63,000	6,000	22,220	11,890
2 ou mais	30	16,850	20,560	1,220	1,880	114,500	6,510	18,930	12,500

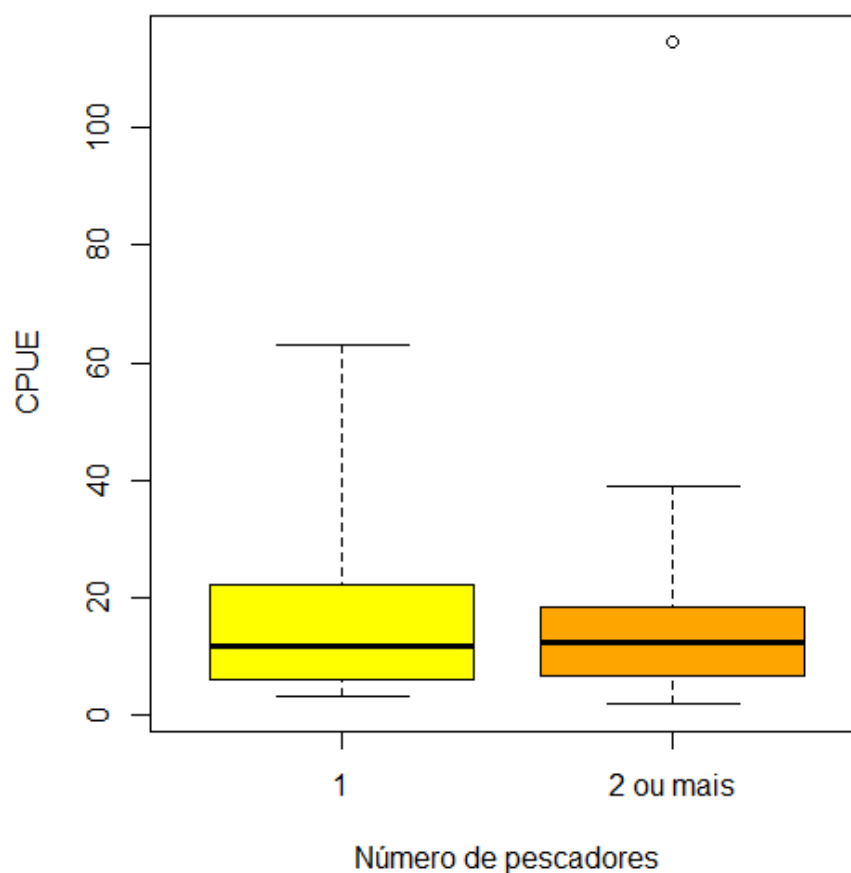


Figura B3 – Boxplot da CPUE por número de pescadores, sob uso da arraieira

Tabela B4 – Medidas resumo da CPUE por tipo de maré, sob uso da arraieira

Maré	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Quadratura	61	16,510	17,290	1,047	1,880	114,500	1,880	19,840	11,890
Sizígia	6	14,040	7,970	0,568	6,000	24,900	6,000	22,890	12,500

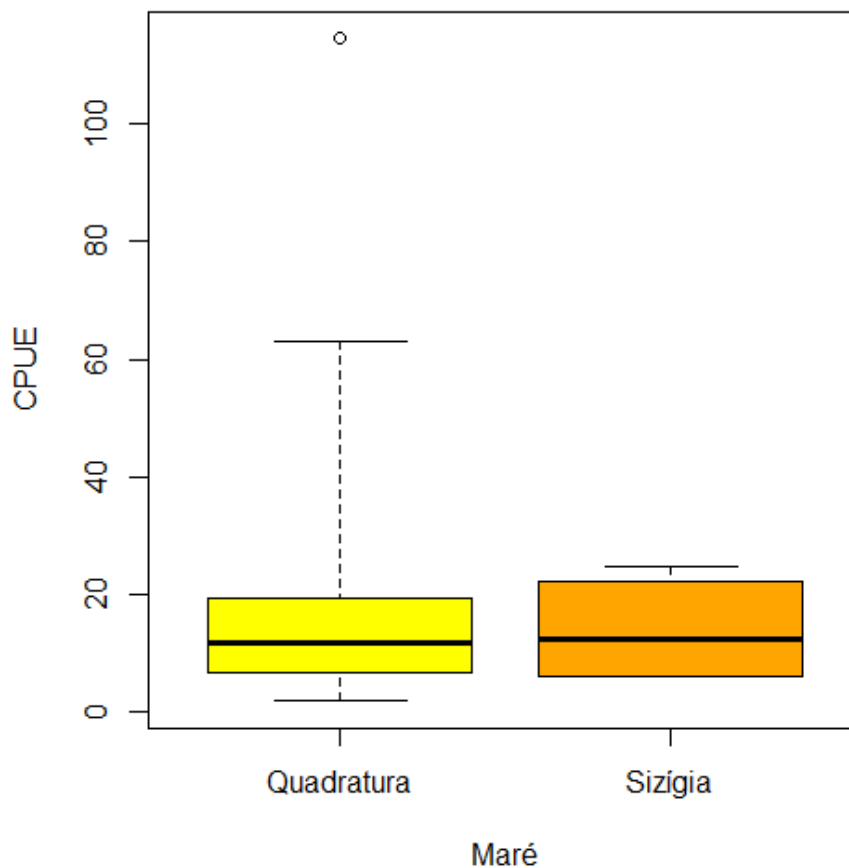
**Figura B4 – Boxplot da CPUE por tipo de maré, sob uso da arraieira**

Tabela B5 – Medidas resumo da CPUE por fase da lua, sob uso da arraieira

Fase da Lua	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Minguante	22	13,290	10,220	0,769	3,330	39,000	5,000	17,470	11,850
Nova	4	18,030	6,490	0,360	12,000	24,900	12,250	24,230	17,610
Crescente	39	18,320	20,130	1,099	1,880	114,500	7,400	22,220	12,930
Cheia	2	6,068	0,096	0,016	6,000	6,136	-	-	6,068

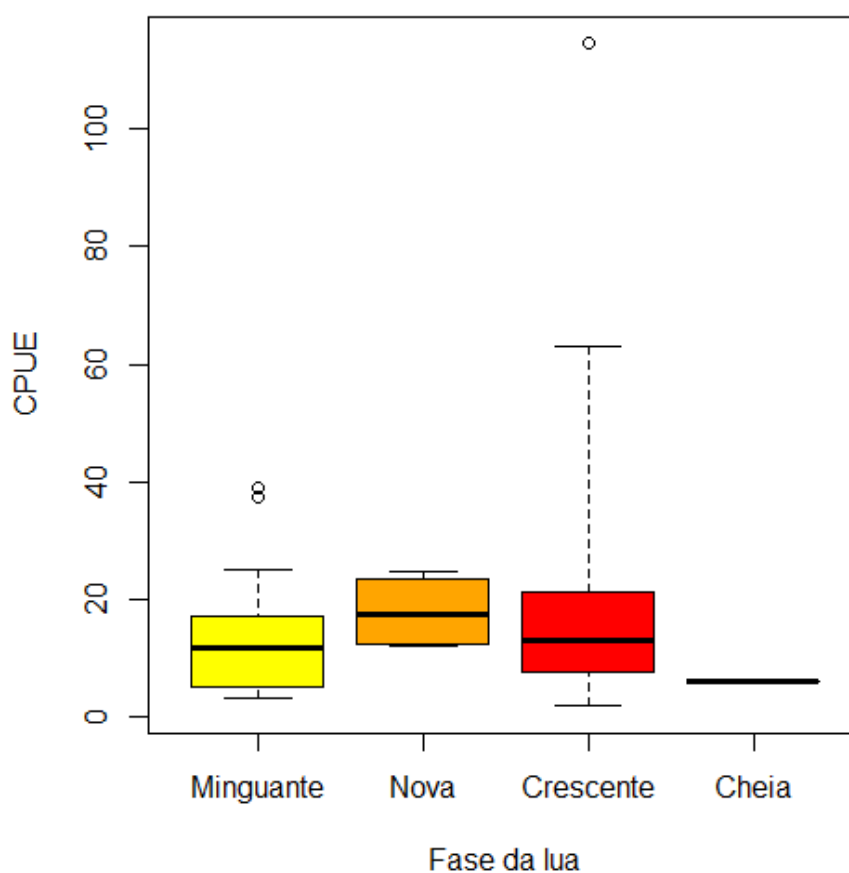
**Figura B5 – Boxplot da CPUE por fase da lua, sob uso da arraieira**

Tabela B6 – Medidas resumo da CPUE por informação metereológica, sob uso da arraieira

Informação metereológica	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Sol	36	15,930	12,840	0,806	3,230	63,000	7,300	20,210	13,160
Nublado	15	20,480	27,930	1,364	5,000	114,500	6,140	27,330	10,450
Chuva	16	13,150	8,870	0,675	1,880	34,350	5,450	18,900	11,940

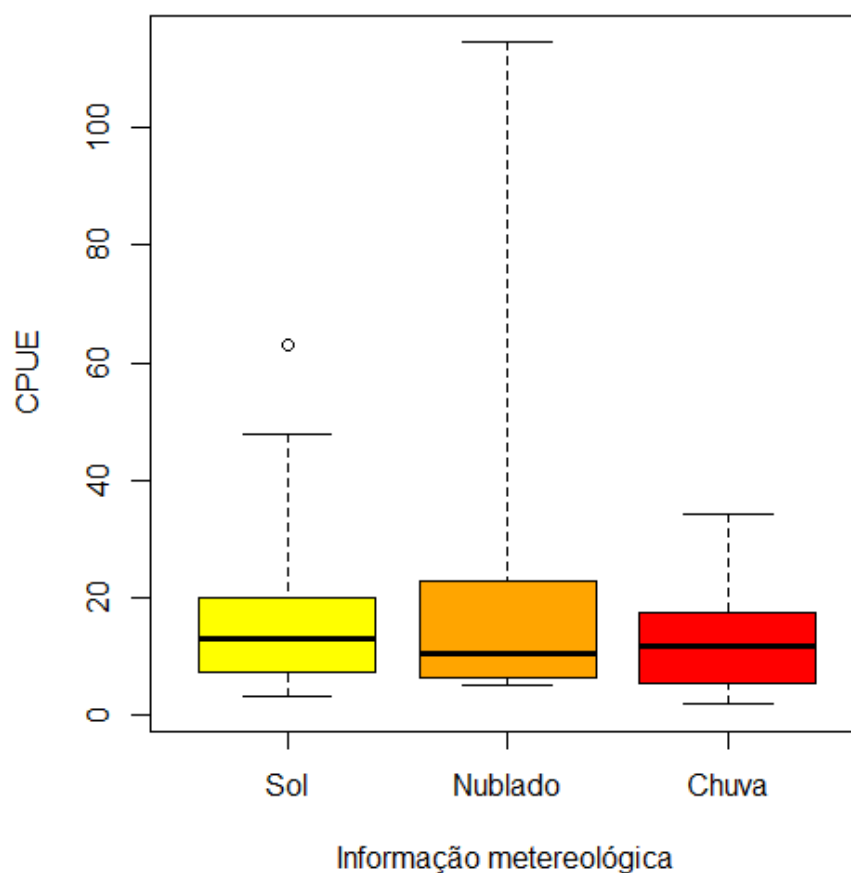


Figura B6 – Boxplot da CPUE por informação metereológica, sob uso da arraieira

Tabela B7 – Medidas resumo da CPUE por estação do ano, sob uso da arraieira

Estação do ano	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Primavera	11	9,620	3,470	0,361	5,000	15,000	6,640	12,930	9,800
Verão	29	17,240	13,090	0,759	1,880	63,000	7,530	25,500	14,000
Outono	18	19,970	25,470	1,275	3,230	114,500	5,430	22,220	13,330
Inverno	9	14,010	13,880	0,991	3,400	48,000	4,930	17,470	10,000

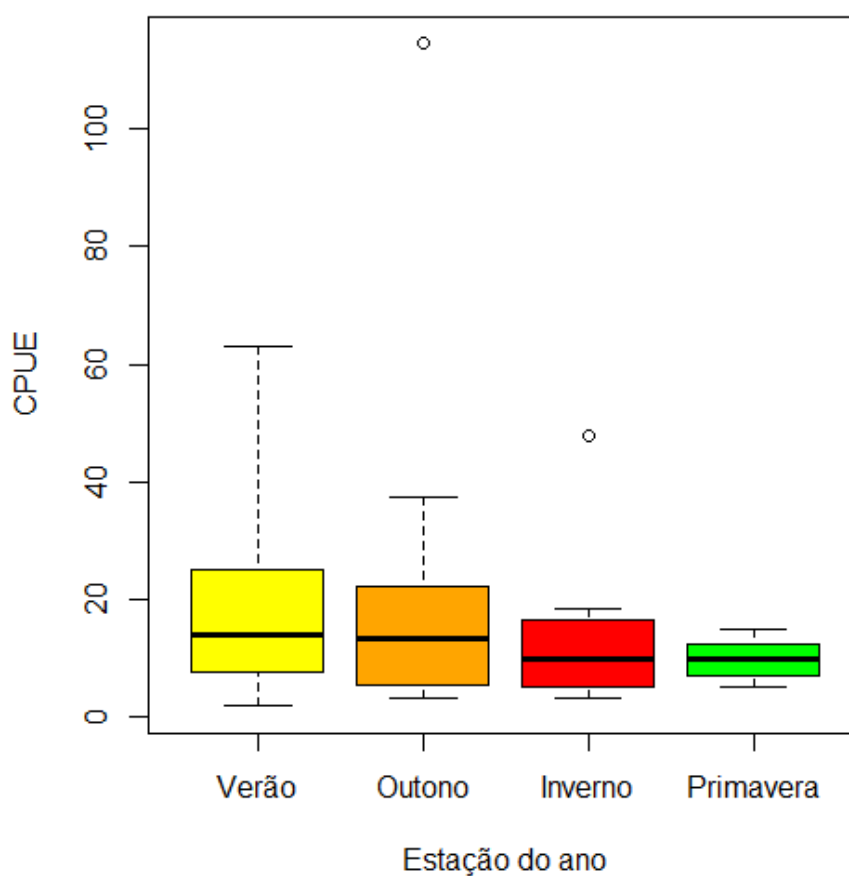
**Figura B7 – Boxplot da CPUE por estação do ano, sob uso da arraieira**

Tabela B8 – Medidas resumo da CPUE por direção do vento, sob uso da arraieira

Direção do vento	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
1º quadrante	41	13,580	10,770	0,793	3,400	63,000	6,390	16,340	11,670
2º quadrante	6	9,390	9,110	0,970	1,880	26,000	2,890	16,500	5,950
3º quadrante	0								
4º quadrante	20	23,900	24,590	1,029	3,330	114,500	7,500	29,650	18,990

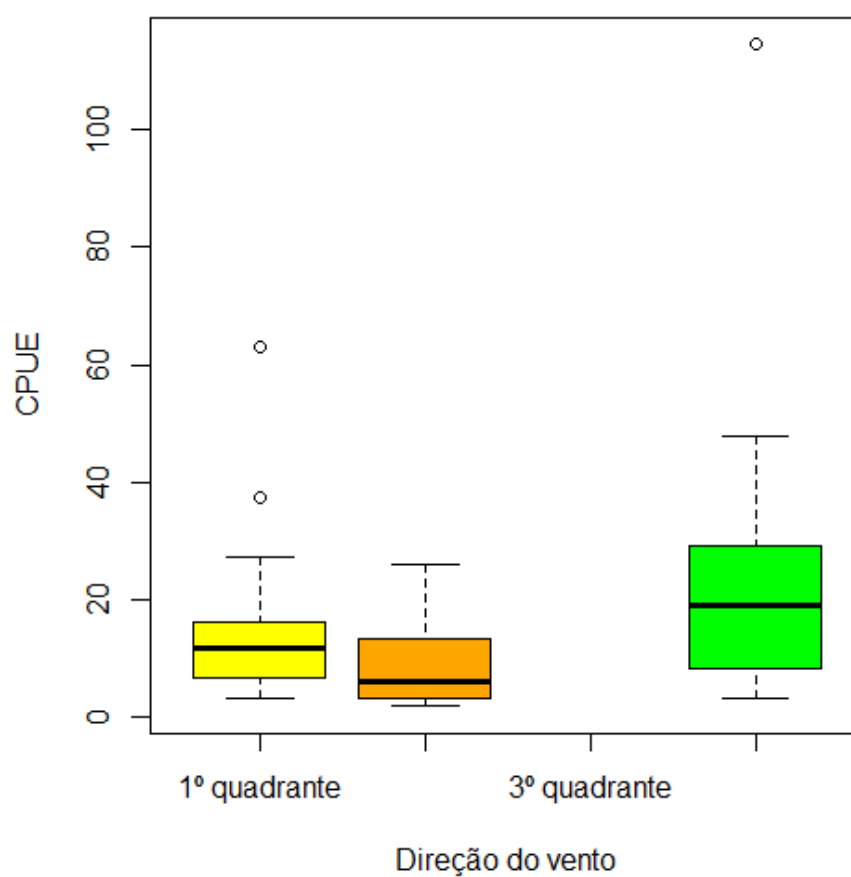
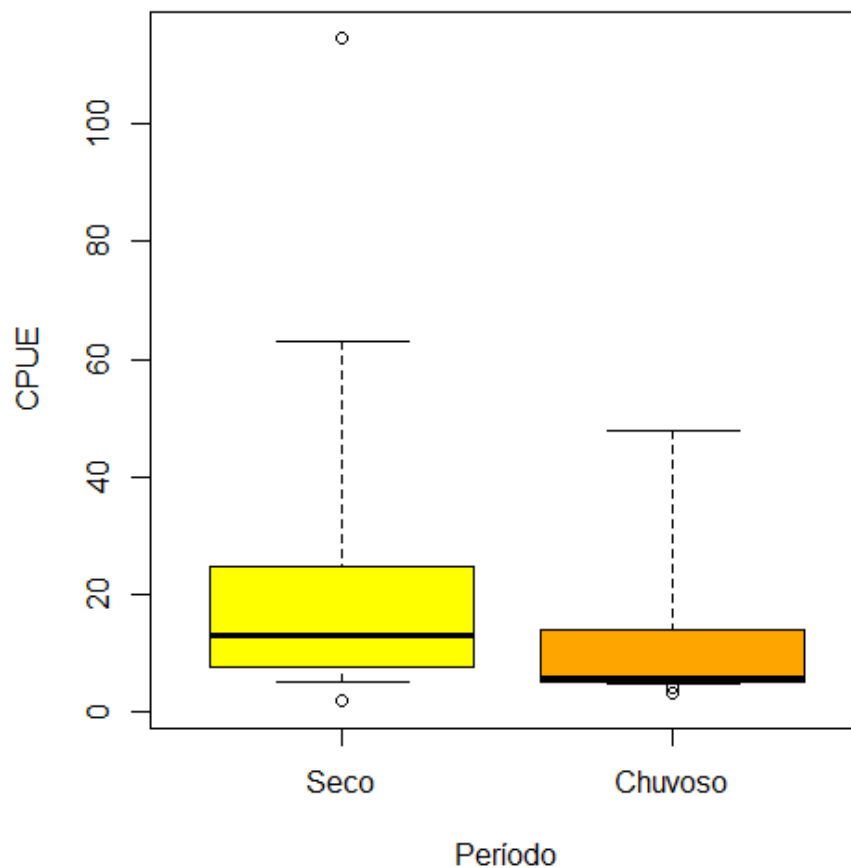
**Figura B8 – Boxplot da CPUE por direção do vento, sob uso da arraieira**

Tabela B9 – Medidas resumo da CPUE por período, sob uso da arraieira

Período	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Seco	46	18,800	18,490	0,984	1,880	114,500	7,720	24,920	13,170
Chuvoso	21	10,790	9,960	0,923	3,230	48,000	4,930	14,500	5,920

**Figura B9 – Boxplot da CPUE por período, sob uso da arraieira**

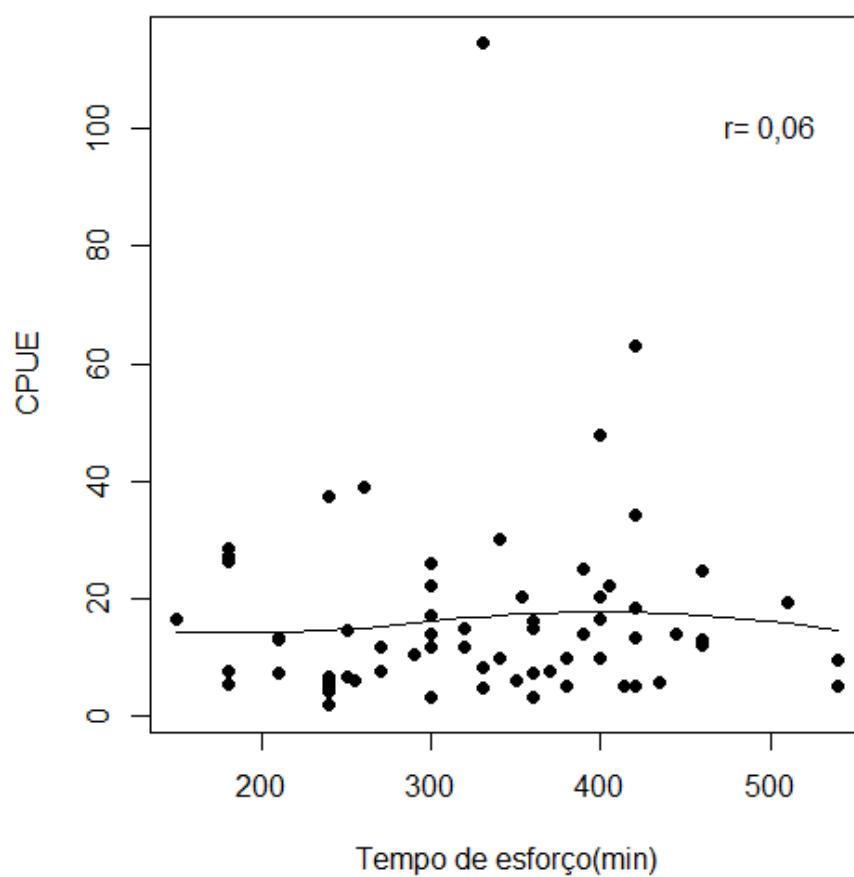


Figura B10 – Gráfico de dispersão da CPUE pelo tempo de esforço, sob uso da arraieira

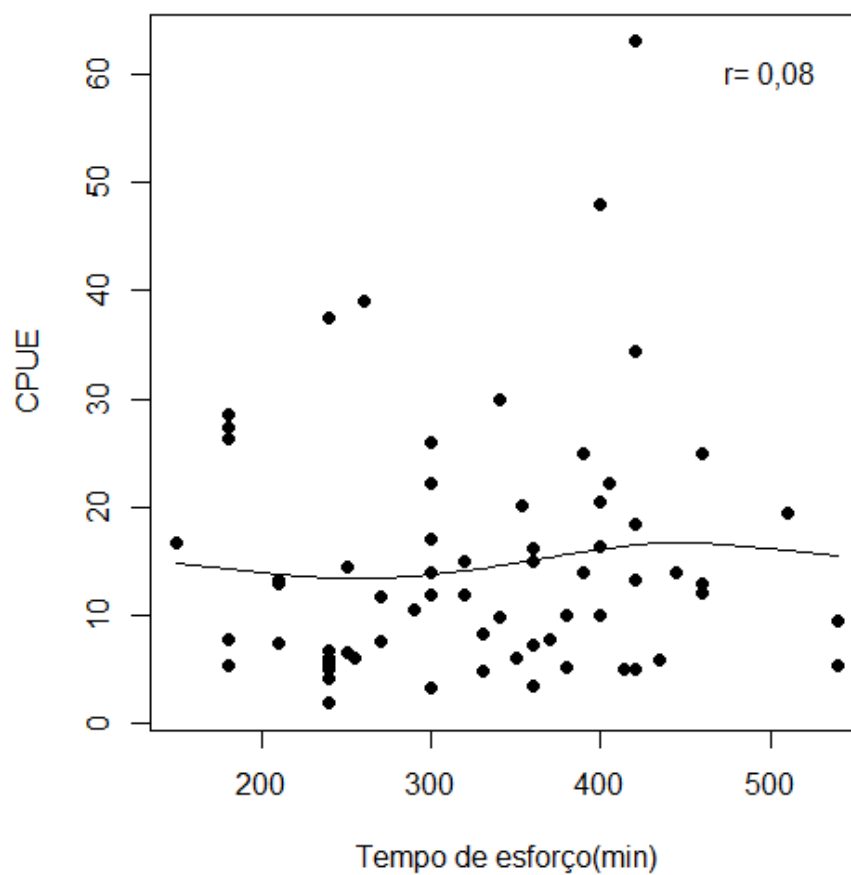


Figura B11 – Gráfico de dispersão da CPUE pelo tempo de esforço sem a observação discrepante, sob uso da arraieira

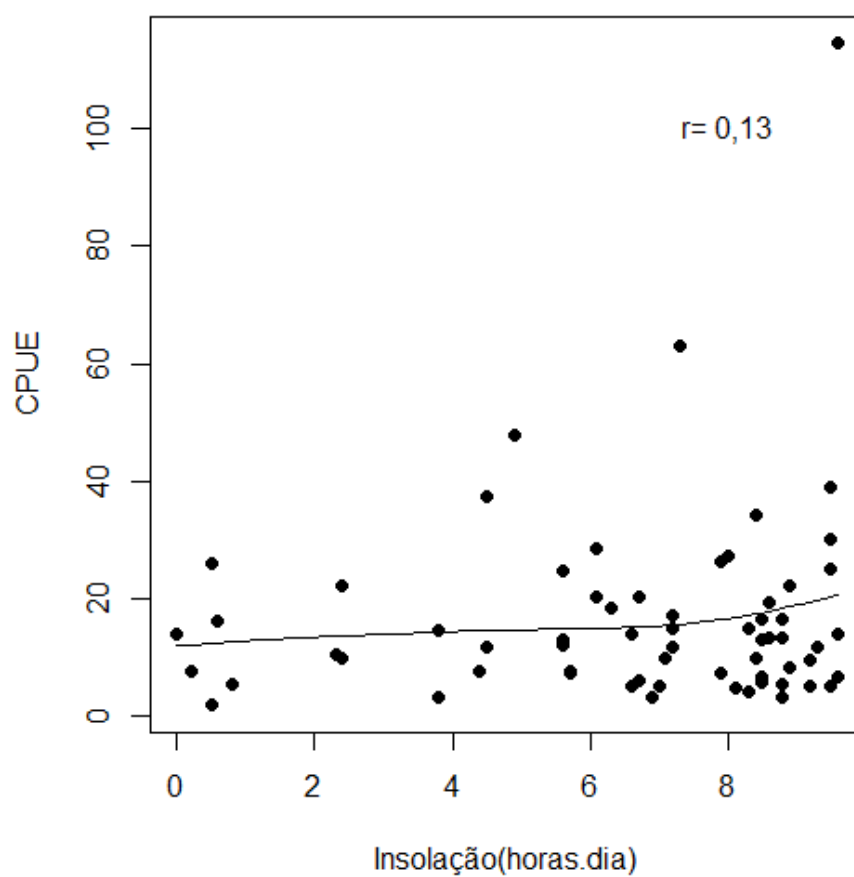


Figura B12 – Gráfico de dispersão da CPUE pelo tempo de esforço sem a observação discrepante, sob uso da arraieira

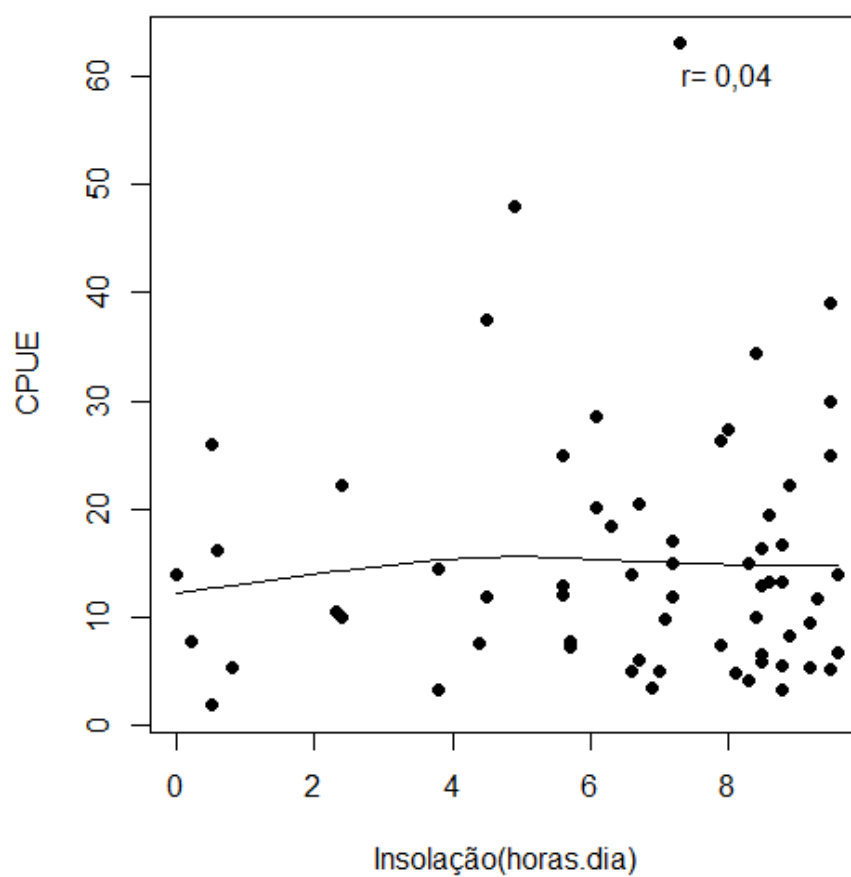


Figura B13 – Gráfico de dispersão da CPUE pelo tempo de esforço sem a observação discrepante, sob uso da arraieira

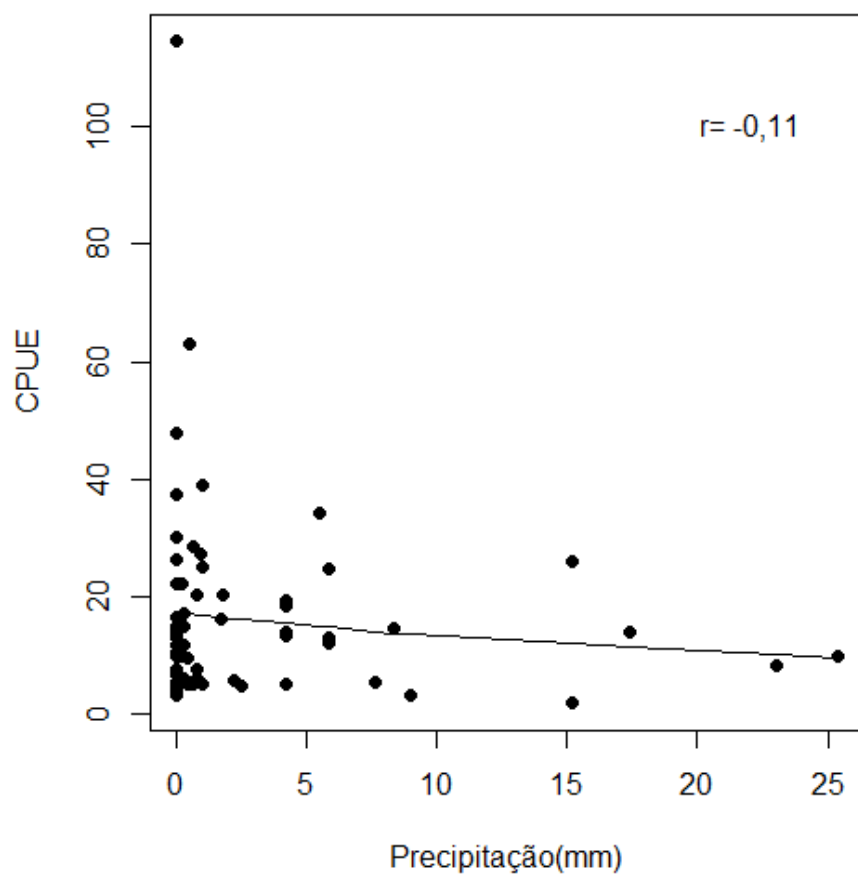


Figura B14 – Gráfico de dispersão da CPUE pela precipitação, sob uso da arraieira

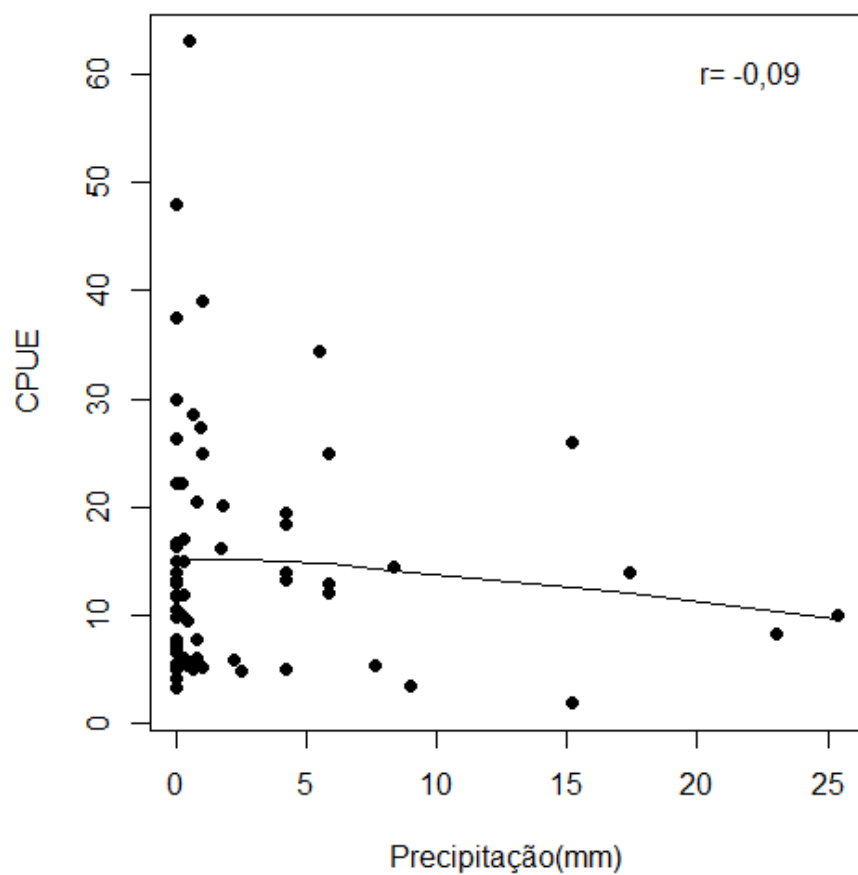


Figura B15 – Gráfico de dispersão da CPUE pela precipitação sem a observação discrepante, sob o uso da arraieira

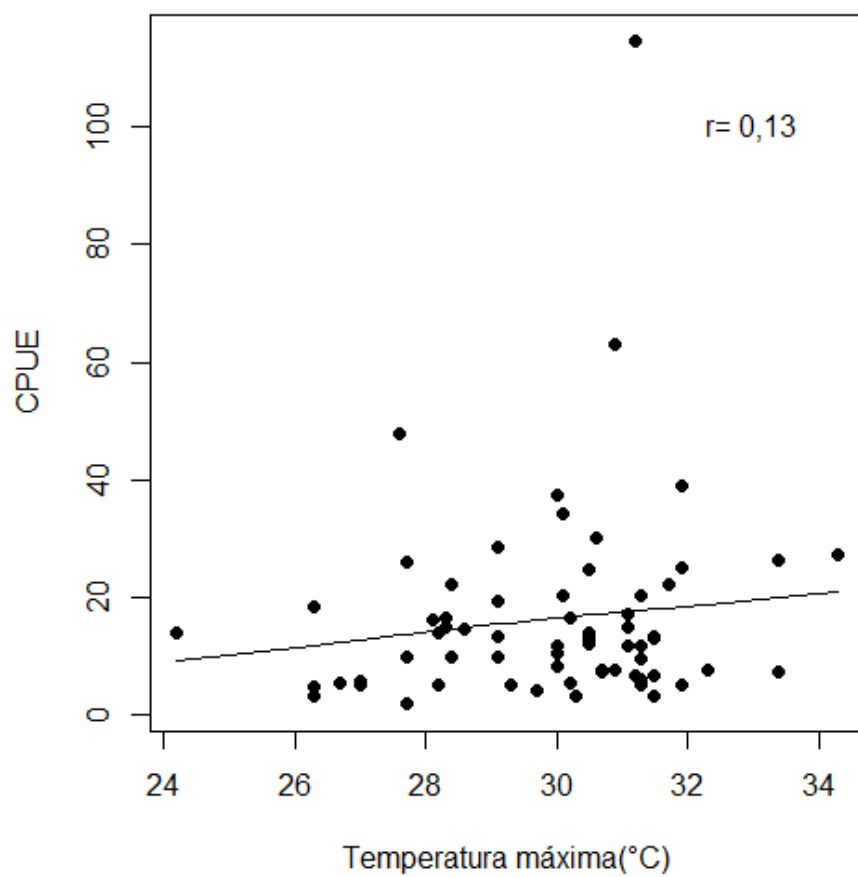


Figura B17 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura máxima, sob o uso da arraieira

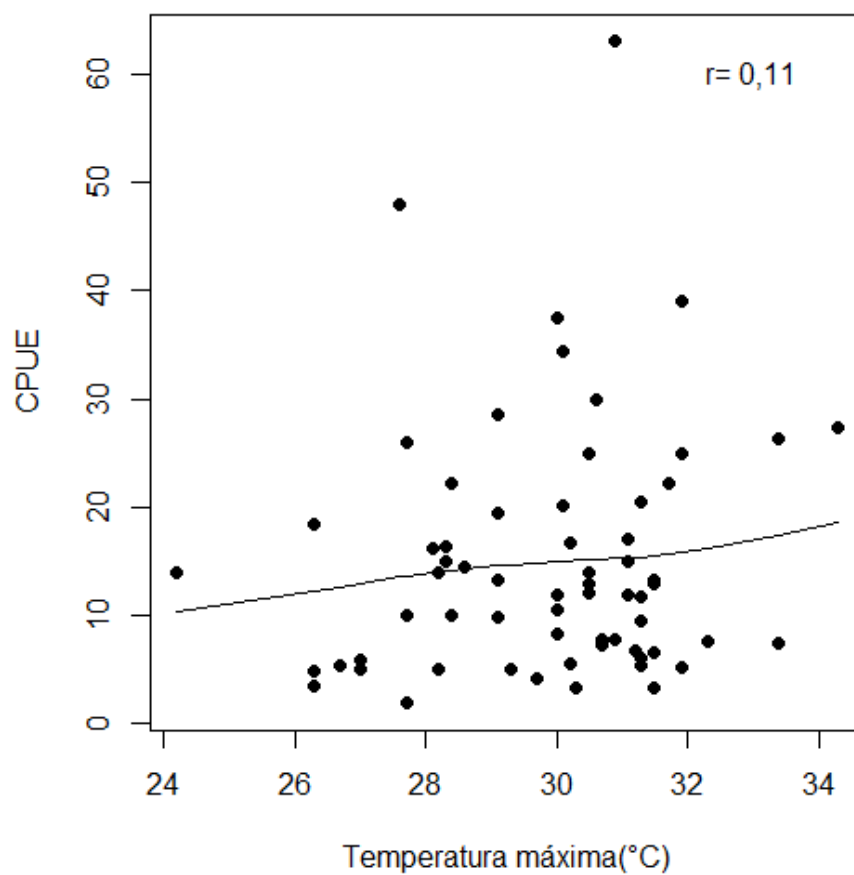


Figura B18 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura máxima sem a observação discrepante, sob o uso da arraieira

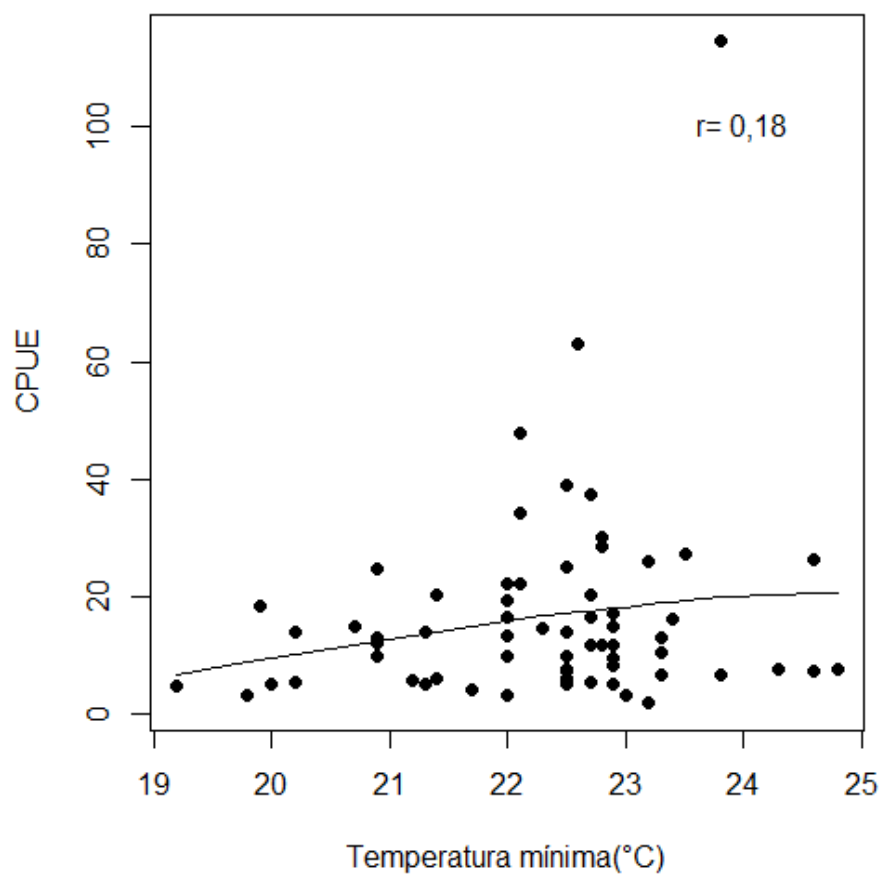


Figura B19 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura mínima, sob o uso da arraieira

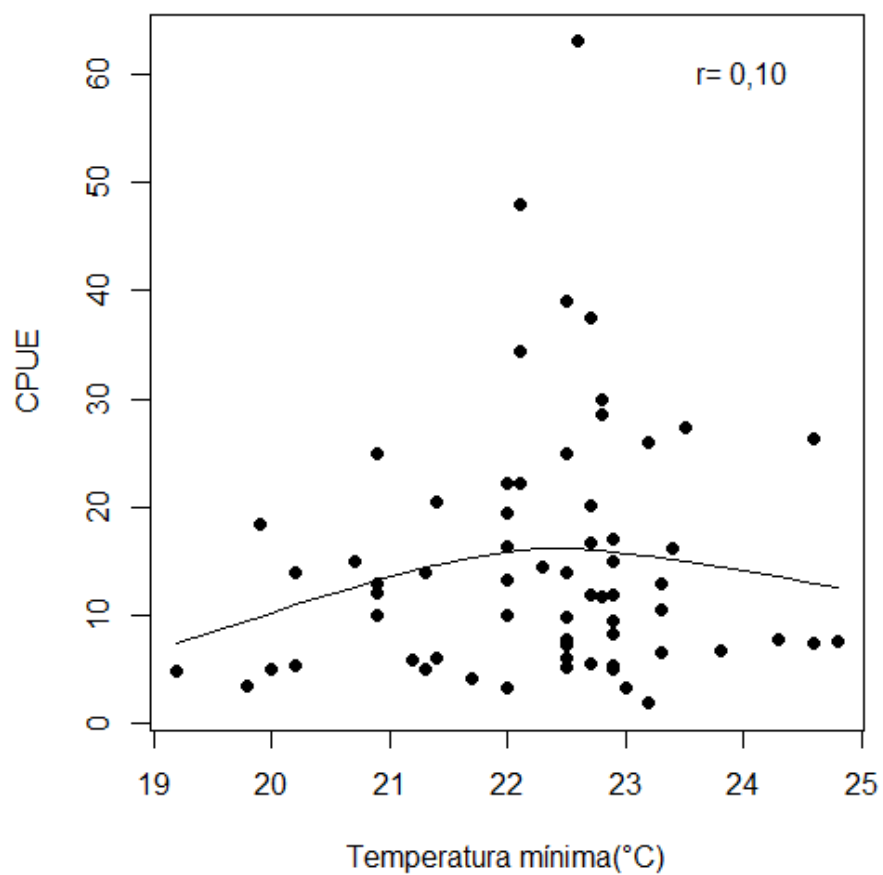


Figura B20 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura mínima sem a observação discrepante, sob o uso da arraieira

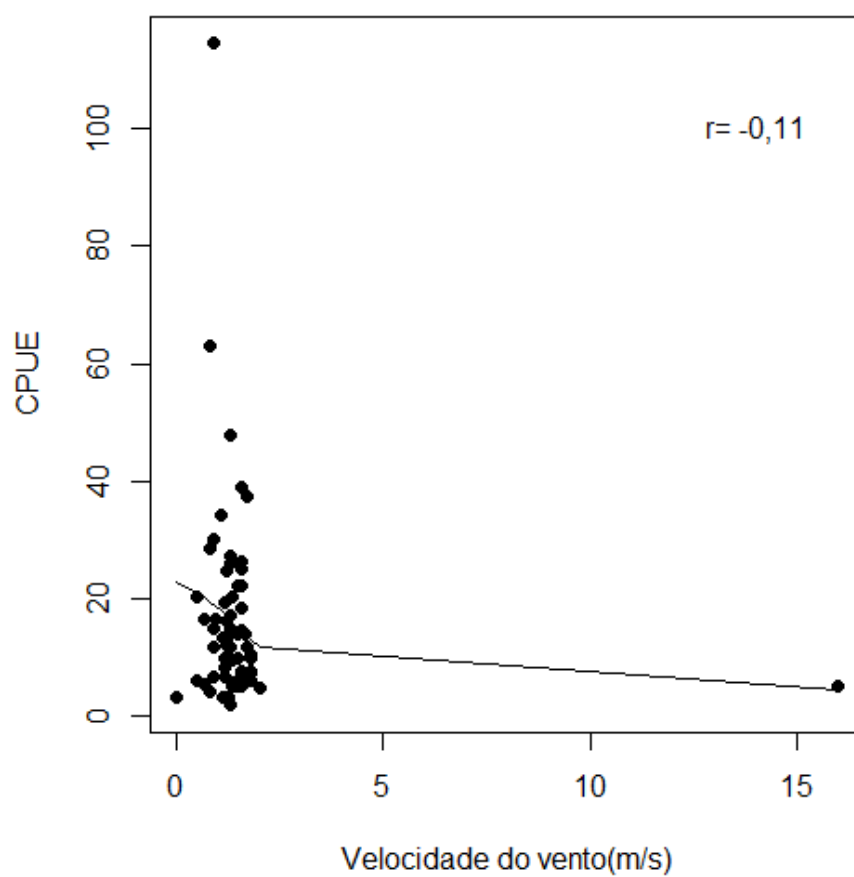


Figura B21 – Gráfico de dispersão da CPUE pela velocidade do vento, sob o uso da arraieira

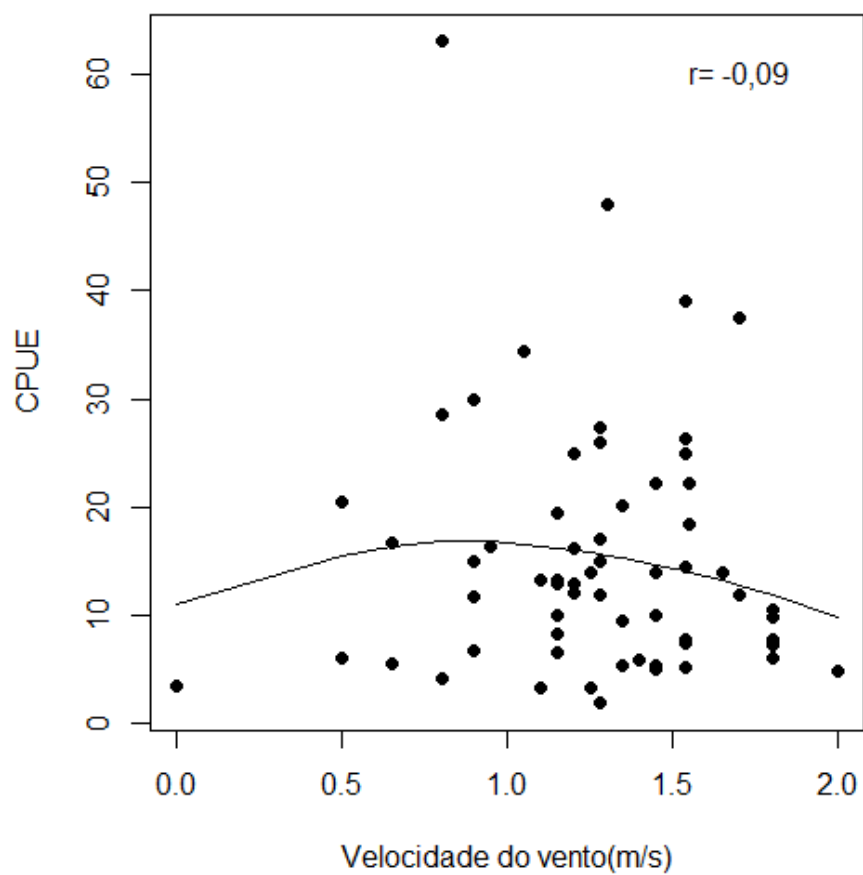


Figura B22 – Gráfico de dispersão da CPUE pela precipitação sem as observações discrepantes, sob o uso da arraieira

Apêndice C

Gráficos da análise descritiva, sob uso da grozeira

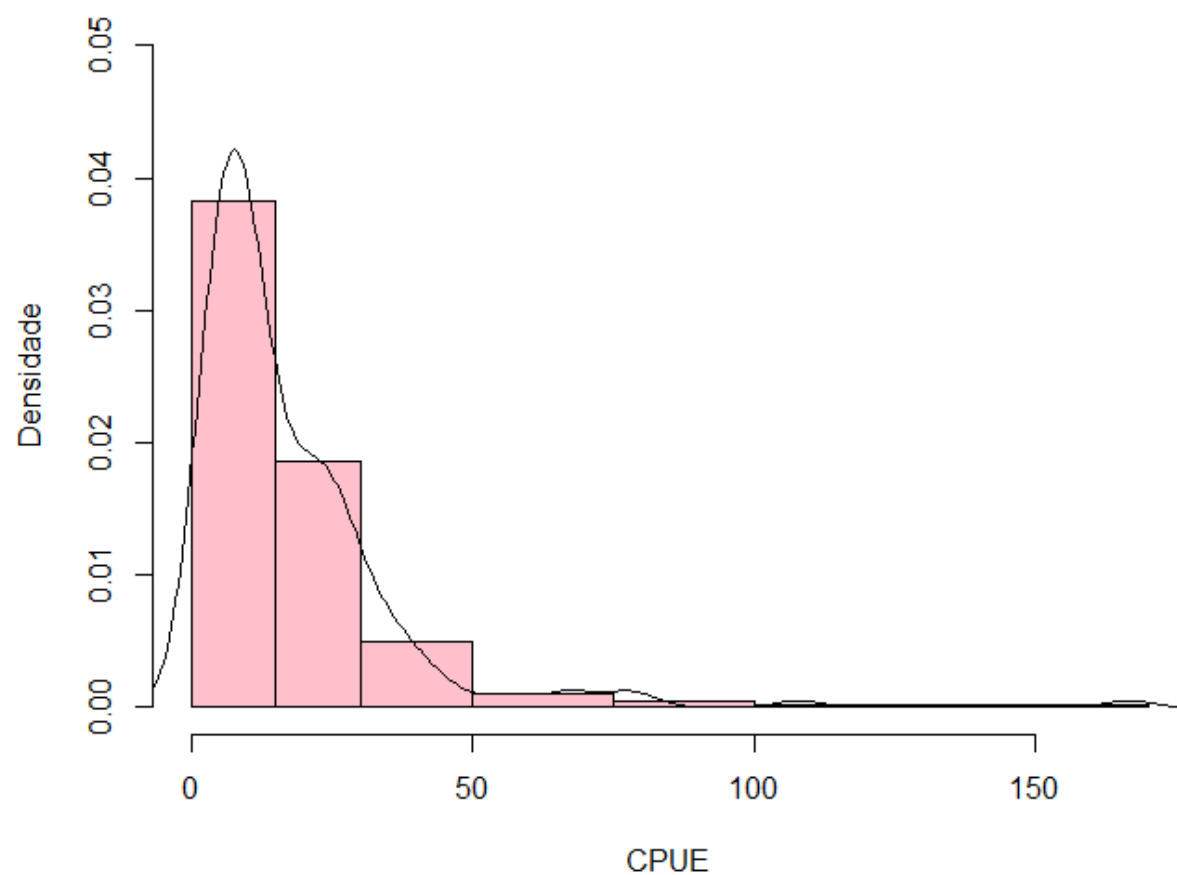


Figura C1 – Histograma da CPUE com a densidade aproximada, sob uso da grozeira

Tabela C2 – Medidas resumo da CPUE, sob uso da grozeira

	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
CPUE	190	17,790	19,390	1,090	0,000	166,670	6,490	23,760	11,110

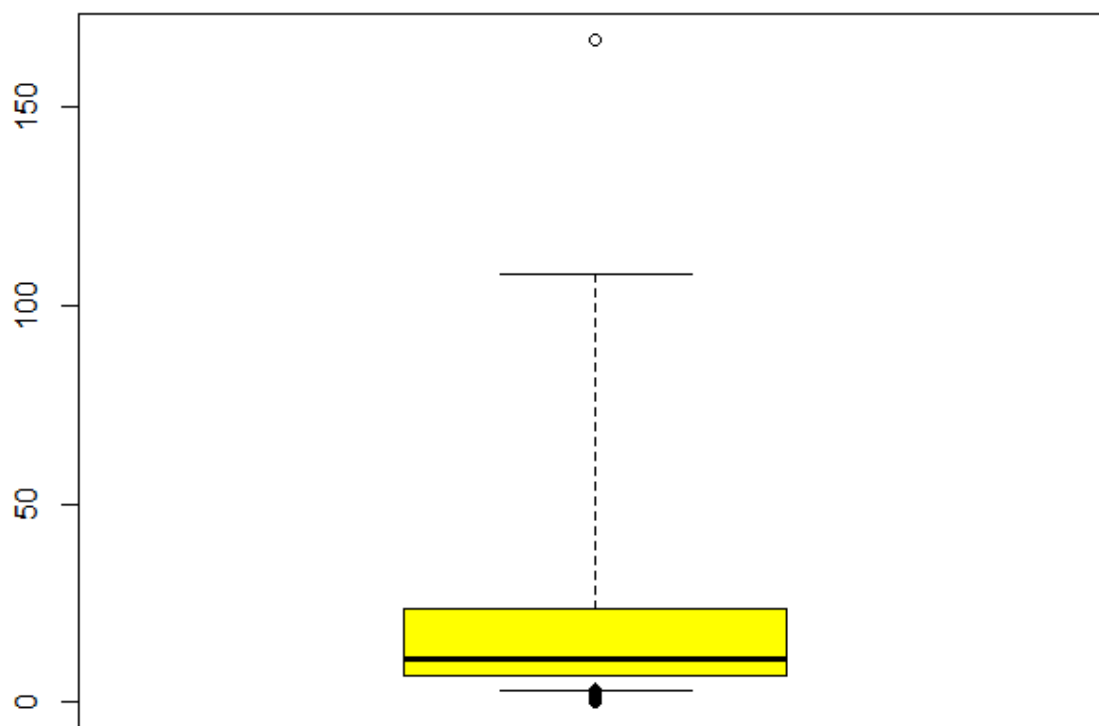


Figura C2 – Boxplot da CPUE, sob uso da grozeira

Tabela C3 – Medidas resumo da CPUE pelo número de pescadores, sob uso da grozeira

Número de pescadores	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
2	116	18,730	22,540	1,203	0,600	166,670	7,570	22,450	11,910
3	51	17,960	13,710	0,763	0,000	55,000	5,750	27,500	11,500
4 ou mais	23	12,680	10,610	0,837	1,770	40,000	4,590	20,000	8,600

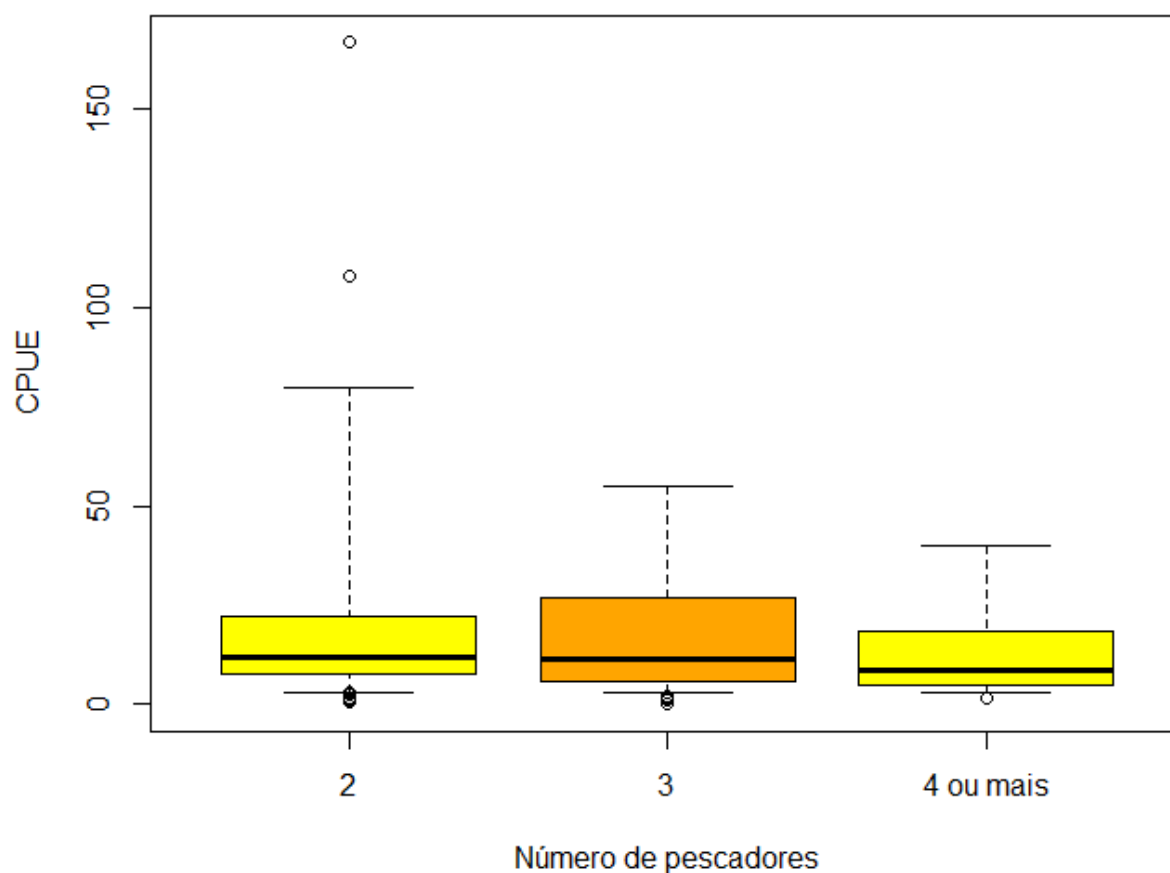


Figura C3 – Boxplot da CPUE pelo número de pescadores, sob uso da grozeira

Tabela C4 – Medidas resumo da CPUE pela maré, sob uso da grozeira

Maré	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Quadratura	104	14,940	12,240	0,819	1,190	80,000	6,380	20,900	10,800
Sizígia	86	21,230	25,150	1,185	0,000	166,670	6,630	26,960	11,950

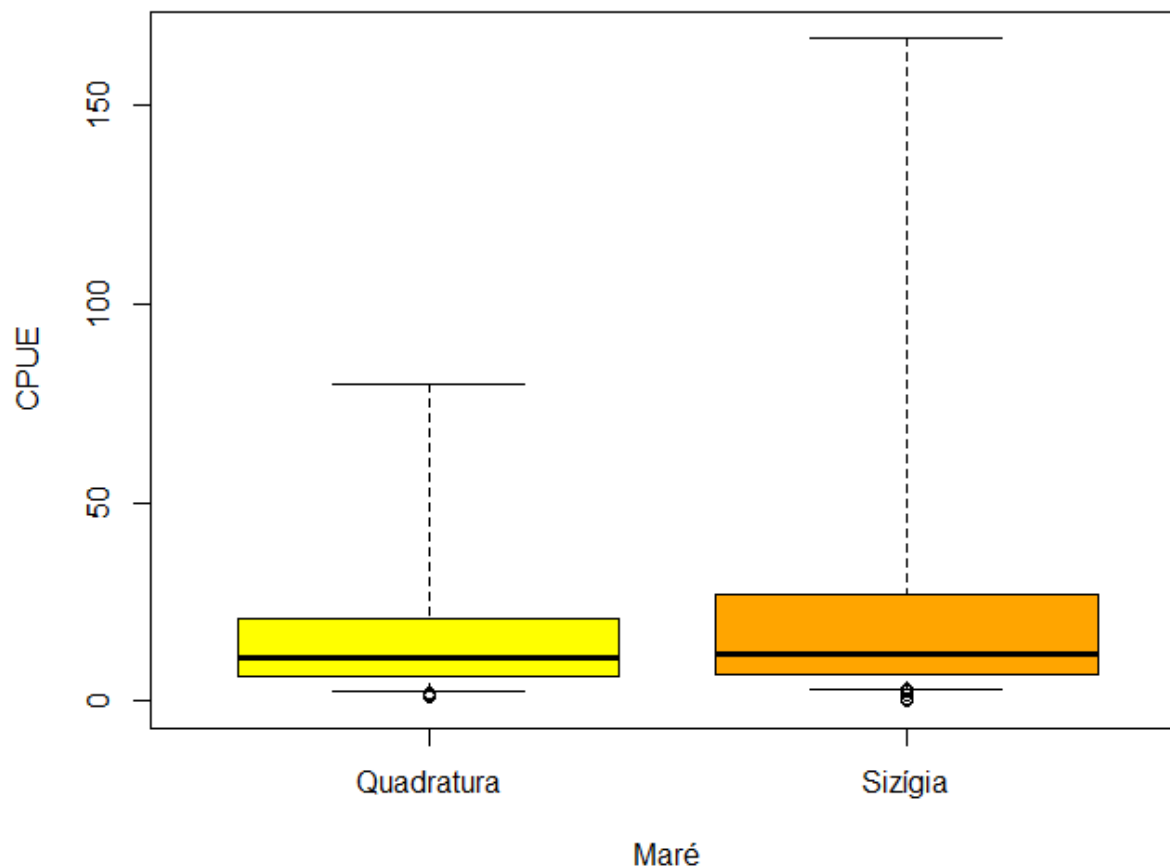
**Figura C4 – Boxplot da CPUE pela maré, sob uso da grozeira**

Tabela C5 – Medidas resumo da CPUE pela fase da lua, sob uso da grozeira

Fase da lua	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Minguante	49	16,180	14,150	0,875	1,190	80,000	6,170	23,200	12,570
Nova	39	23,250	30,690	1,320	0,000	166,670	4,380	32,000	10,710
Crescente	55	13,850	10,240	0,739	1,500	55,000	6,380	20,000	10,000
Cheia	47	19,550	19,600	1,003	0,710	107,910	7,790	26,220	12,590

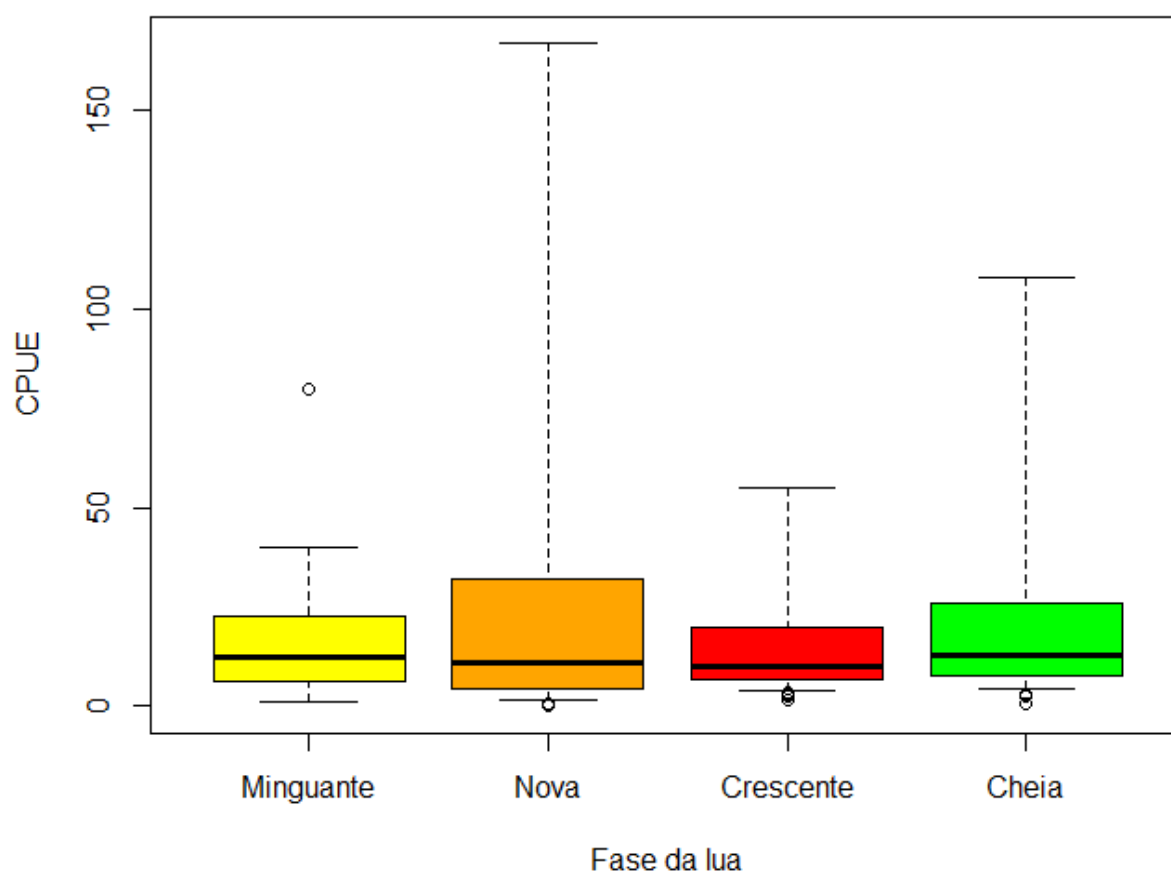
**Figura C5 – Boxplot da CPUE pela fase da lua, sob uso da grozeira**

Tabela C6 – Medidas resumo da CPUE pelo local, sob uso da grozeira

Local	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
1	54	9,890	9,170	0,927	0,600	38,000	3,960	11,500	6,980
2	86	22,210	24,130	1,086	0,000	166,670	8,710	25,930	16,530
3	28	17,340	14,670	X	1,250	66,670	6,640	24,770	13,460
4	19	22,070	17,750	0,804	1,500	66,670	9,830	31,480	15,450

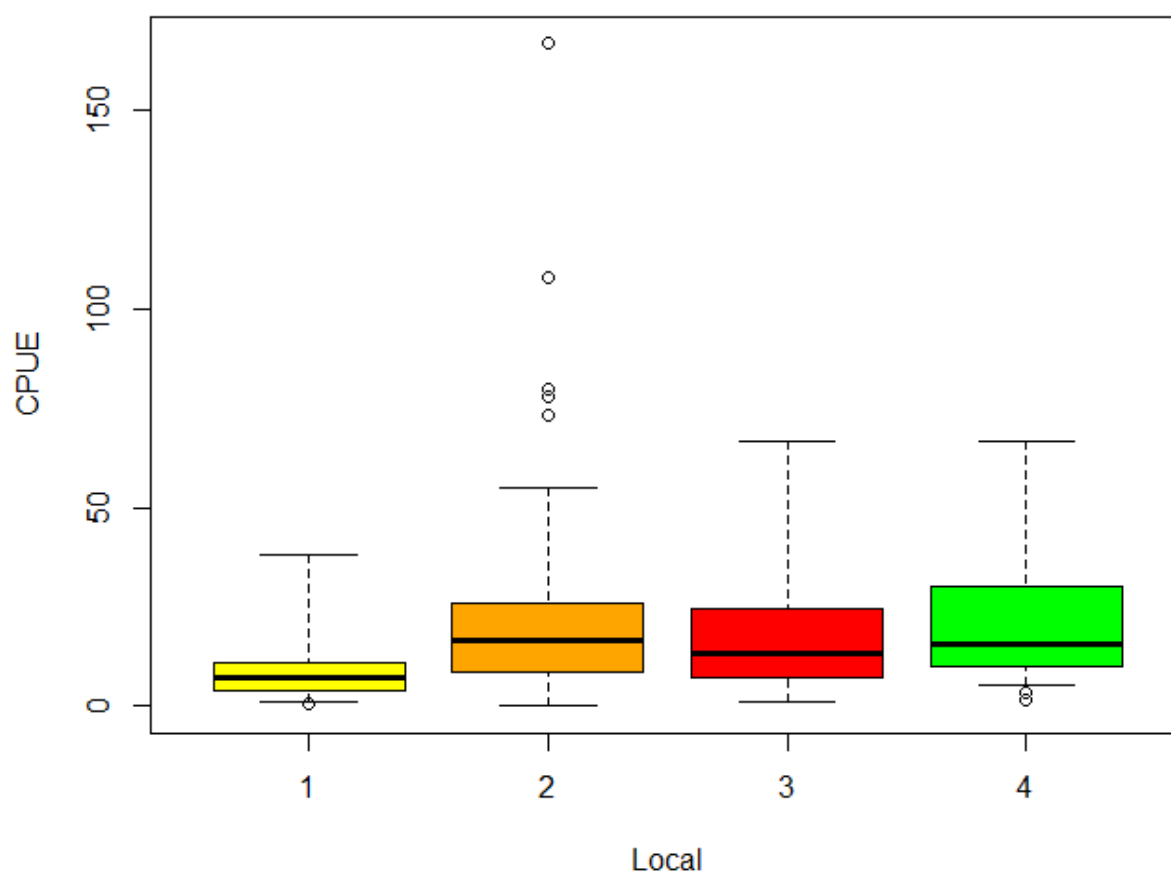
**Figura C6 – Boxplot da CPUE pelo local, sob uso da grozeira**

Tabela C7 – Medidas resumo da CPUE por informação metereológica, sob uso da grozeira

Informação metereológica	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Sol	138	19,110	20,810	1,089	0,000	166,670	6,490	26,050	13,580
Nublado	16	23,130	22,330	0,965	3,840	80,000	10,000	27,810	11,270
Chuva	36	10,350	6,670	0,644	0,710	24,440	5,250	16,270	8,280

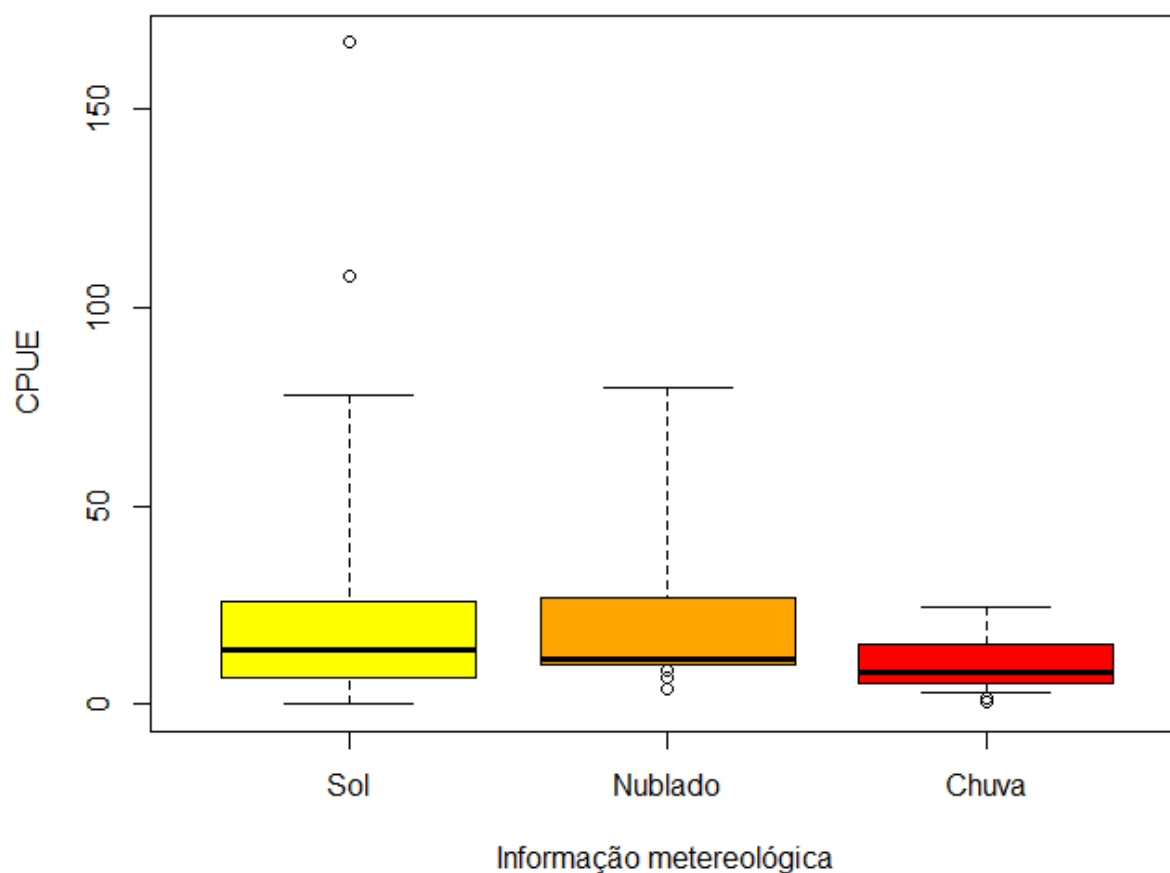


Figura C7 – Boxplot da CPUE por informação metereológica, sob uso da grozeira

Tabela C8 – Medidas resumo da CPUE por estação do ano, sob uso da grozeira

Estação do ano	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Primavera	56	20,770	16,440	0,792	1,250	78,000	8,580	26,830	17,400
Verão	52	21,090	29,240	1,386	0,000	166,670	5,490	23,790	11,000
Outono	34	18,370	13,150	0,716	9,110	66,670	9,110	26,420	15,290
Inverno	48	10,320	8,120	0,787	0,710	38,860	4,850	12,460	7,820

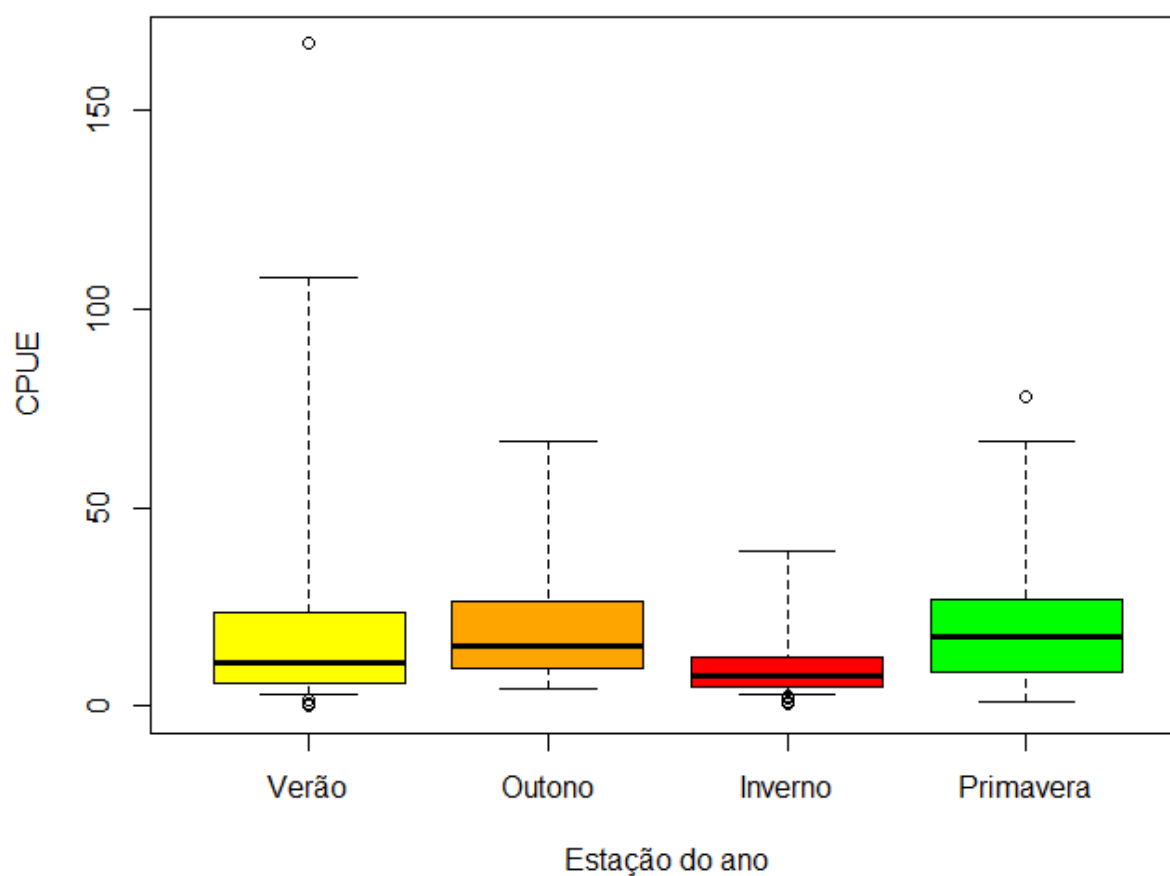
**Figura C8 – Boxplot da CPUE por estação do ano, sob uso da grozeira**

Tabela C9 – Medidas resumo da CPUE por direção do vento, sob uso da grozeira

Direção do vento	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
1º quadrante	102	17,990	20,560	1,143	0,000	166,670	6,210	25,410	11,270
2º quadrante	20	21,930	26,410	1,204	1,500	107,910	5,590	27,500	12,380
3º quadrante	7	17,040	9,700	X	3,250	27,000	9,720	27,000	15,630
4º quadrante	61	16,180	15,290	0,945	2,030	80,000	6,760	21,490	11,070

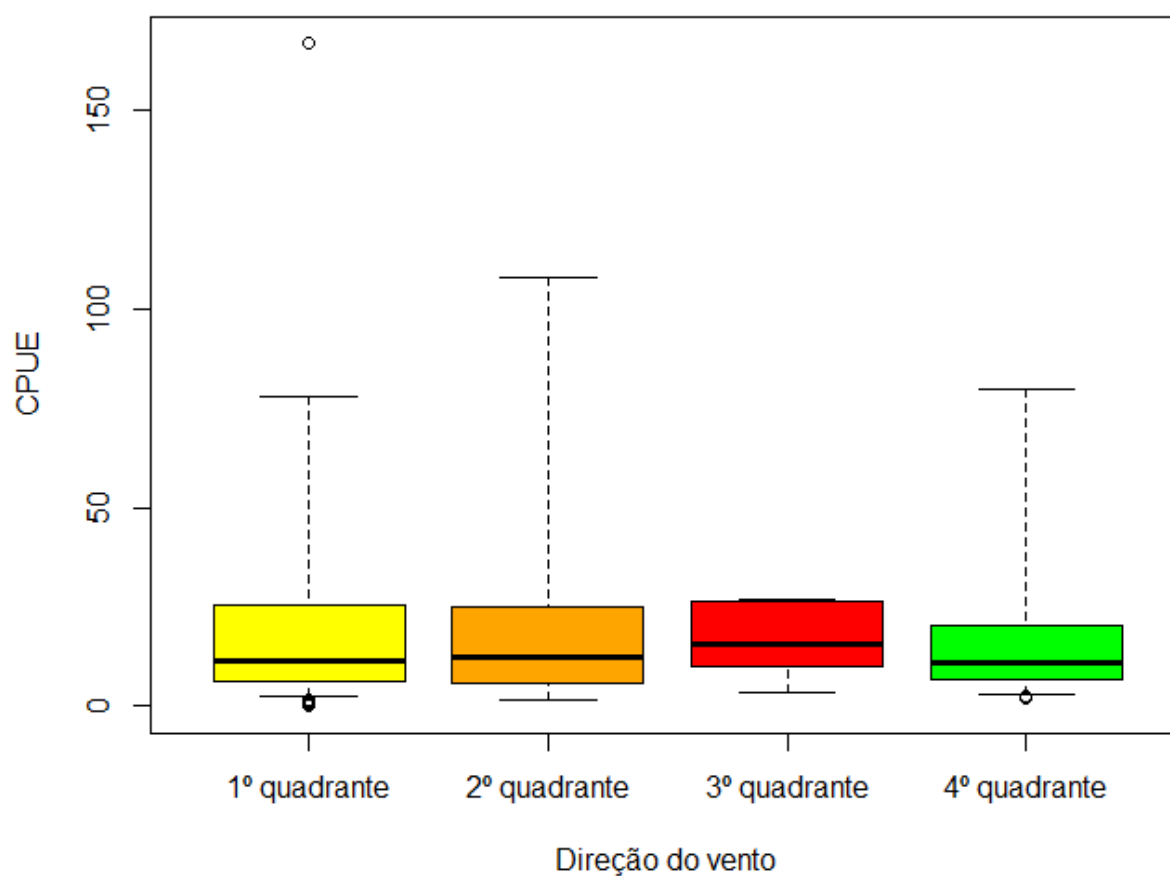
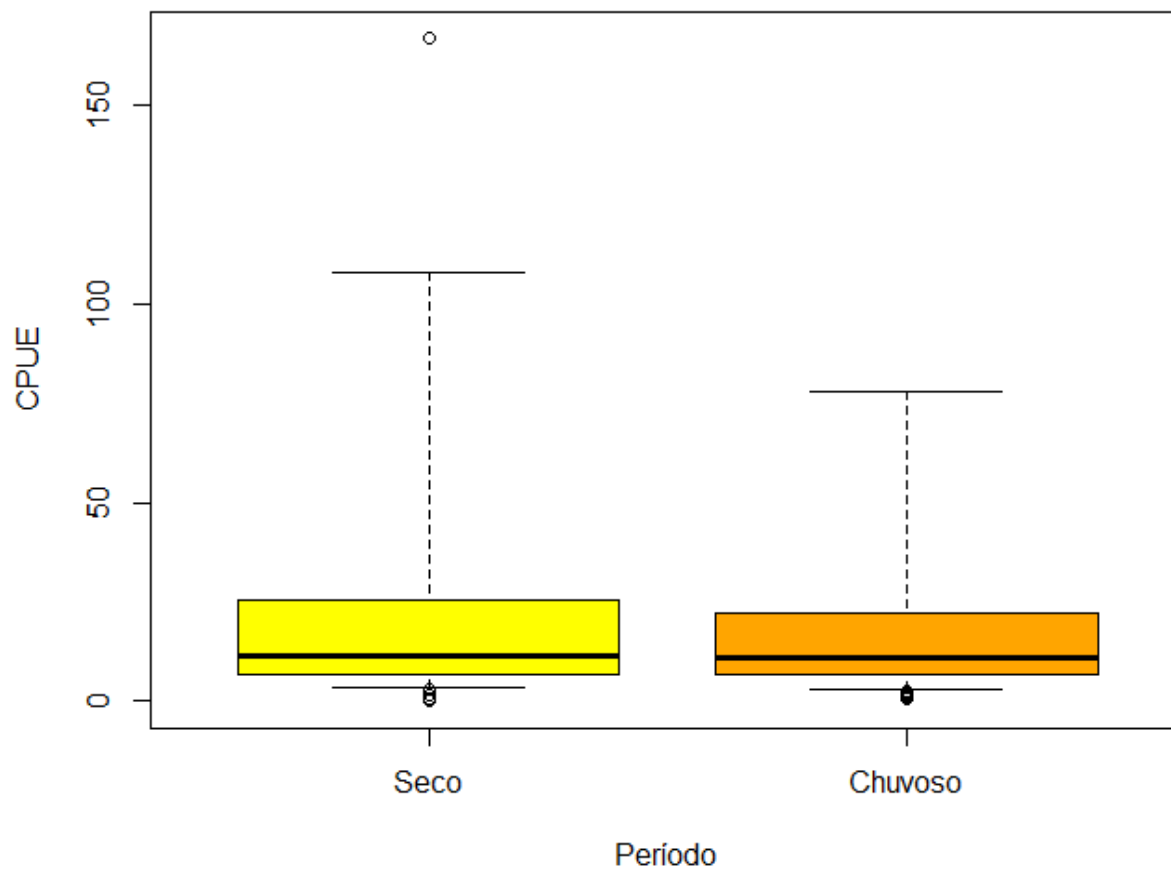
**Figura C9 – Boxplot da CPUE por direção do vento, sob uso da grozeira**

Tabela C10 – Medidas resumo da CPUE por período, sob uso da grozeira

Período	n	Média	D.P	C.V	Min	Max	Q1	Q3	Mediana
Seco	95	19,710	23,360	1,185	0,000	166,670	6,400	25,910	11,430
Chuvoso	95	15,870	14,230	0,897	0,710	78,000	6,500	22,650	10,830

**Figura C10 – Boxplot da CPUE por período, sob uso da grozeira**

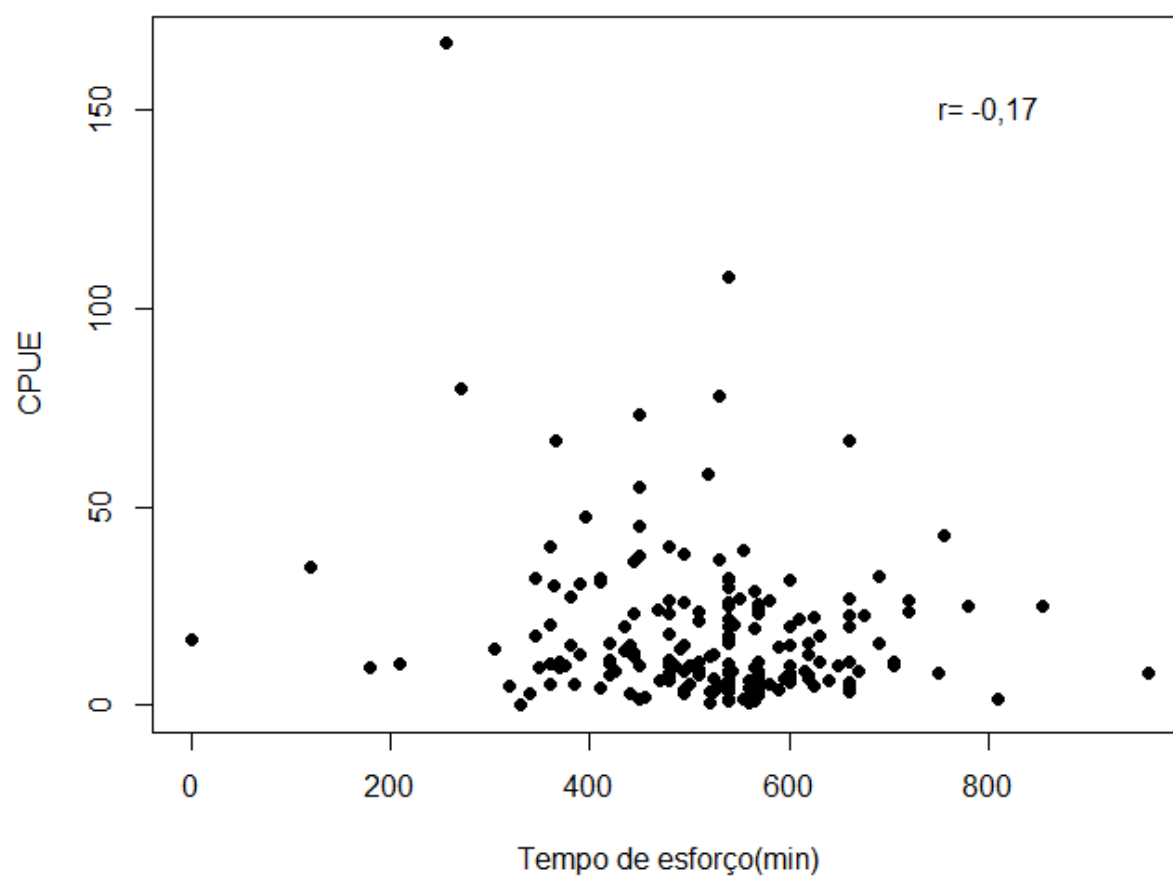


Figura C11 – Gráfico de dispersão da CPUE pelo tempo de esforço, sob uso da grozeira

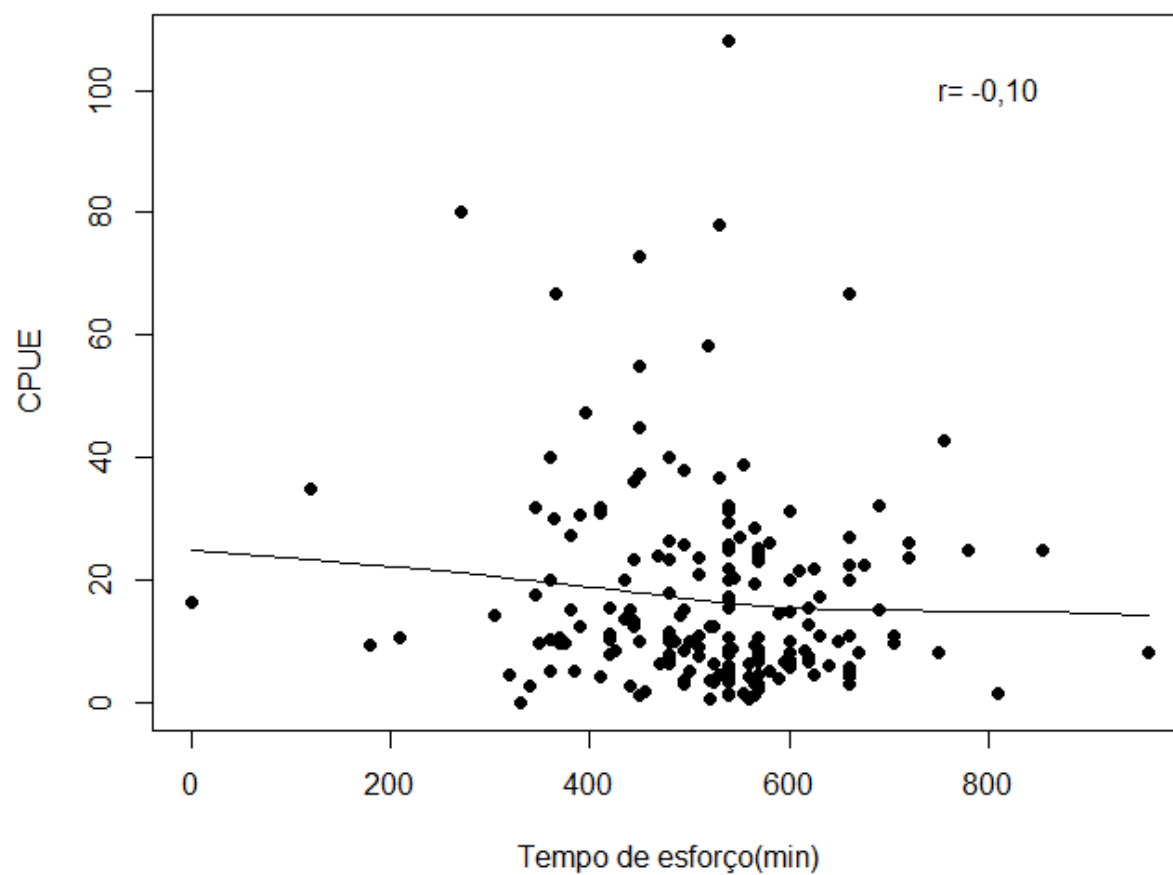


Figura C12 – Gráfico de dispersão da CPUE pelo tempo de esforço sem a observação discrepante, sob uso da grozeira

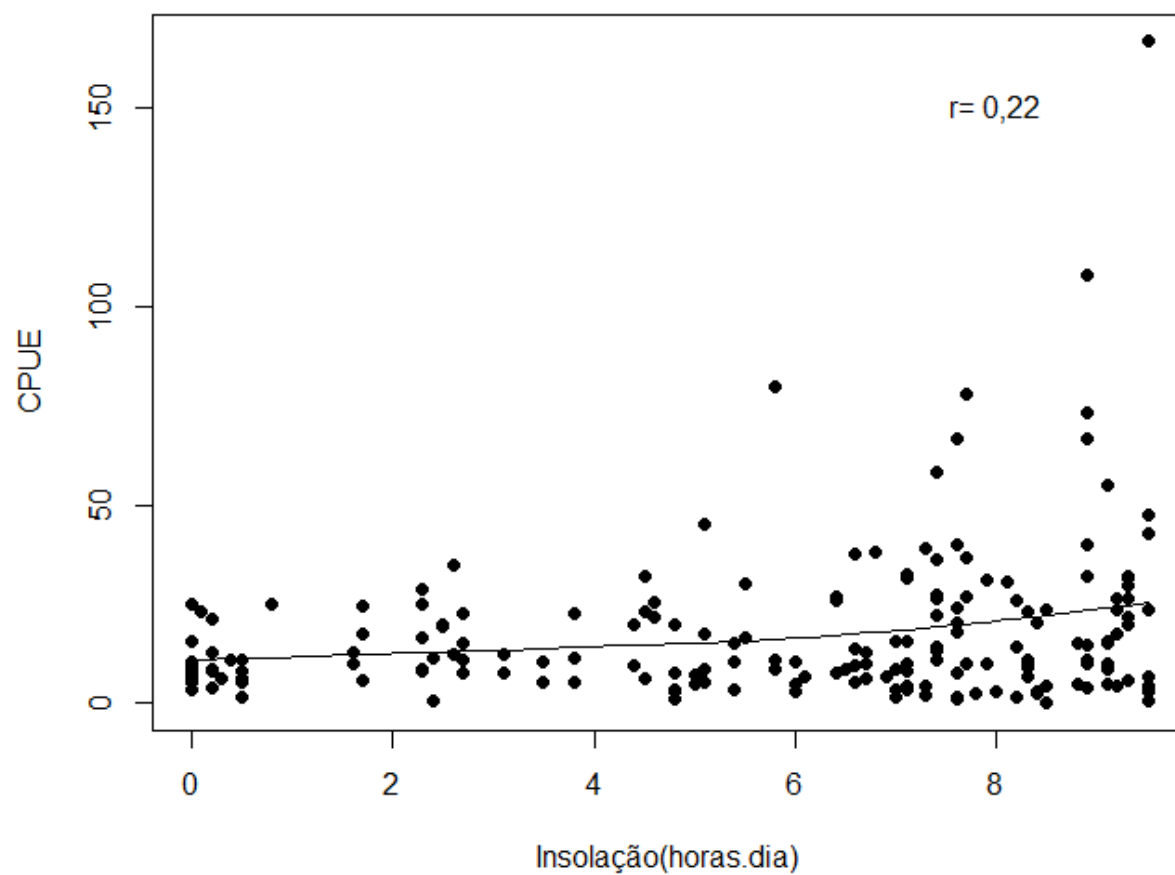


Figura C13 – Gráfico de dispersão da CPUE pela insolação, sob uso da grozeira

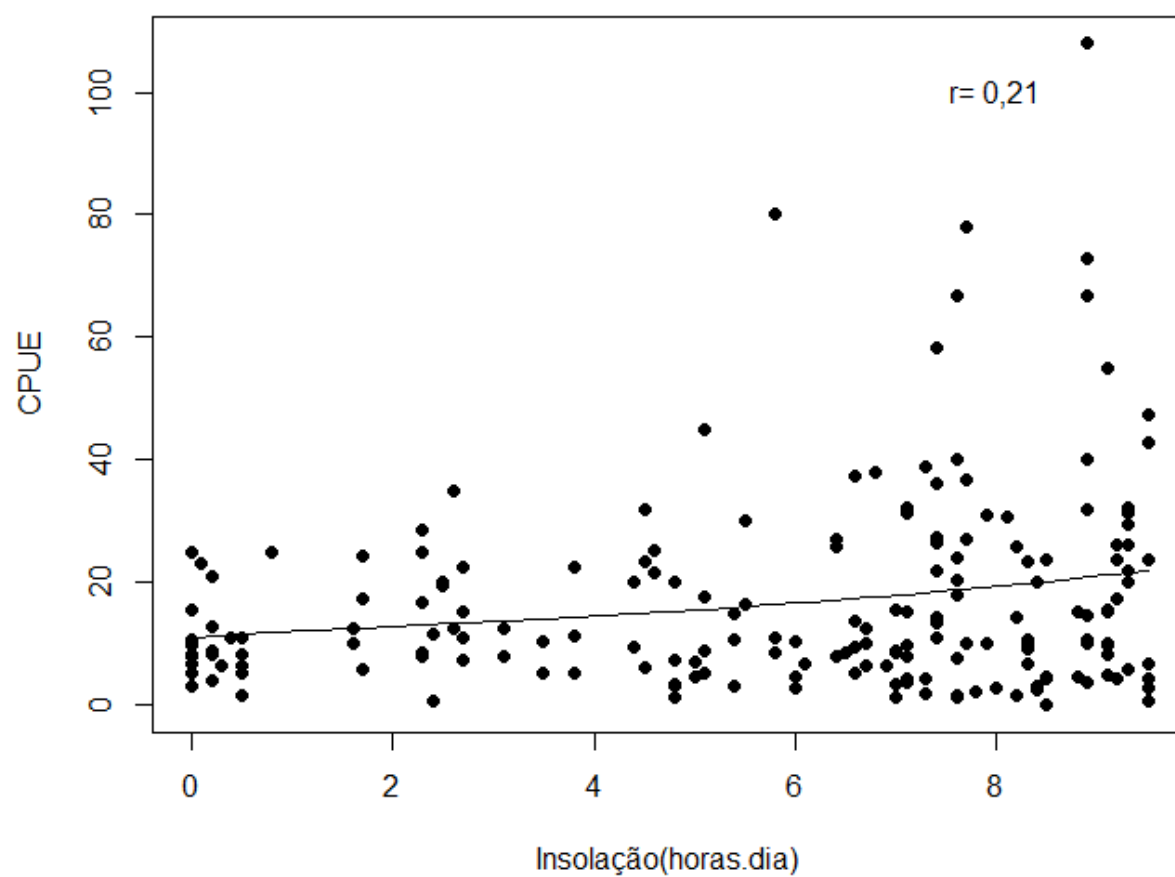


Figura C14 – Gráfico de dispersão da CPUE pela insolação sem a observação discrepante, sob uso da grozeira

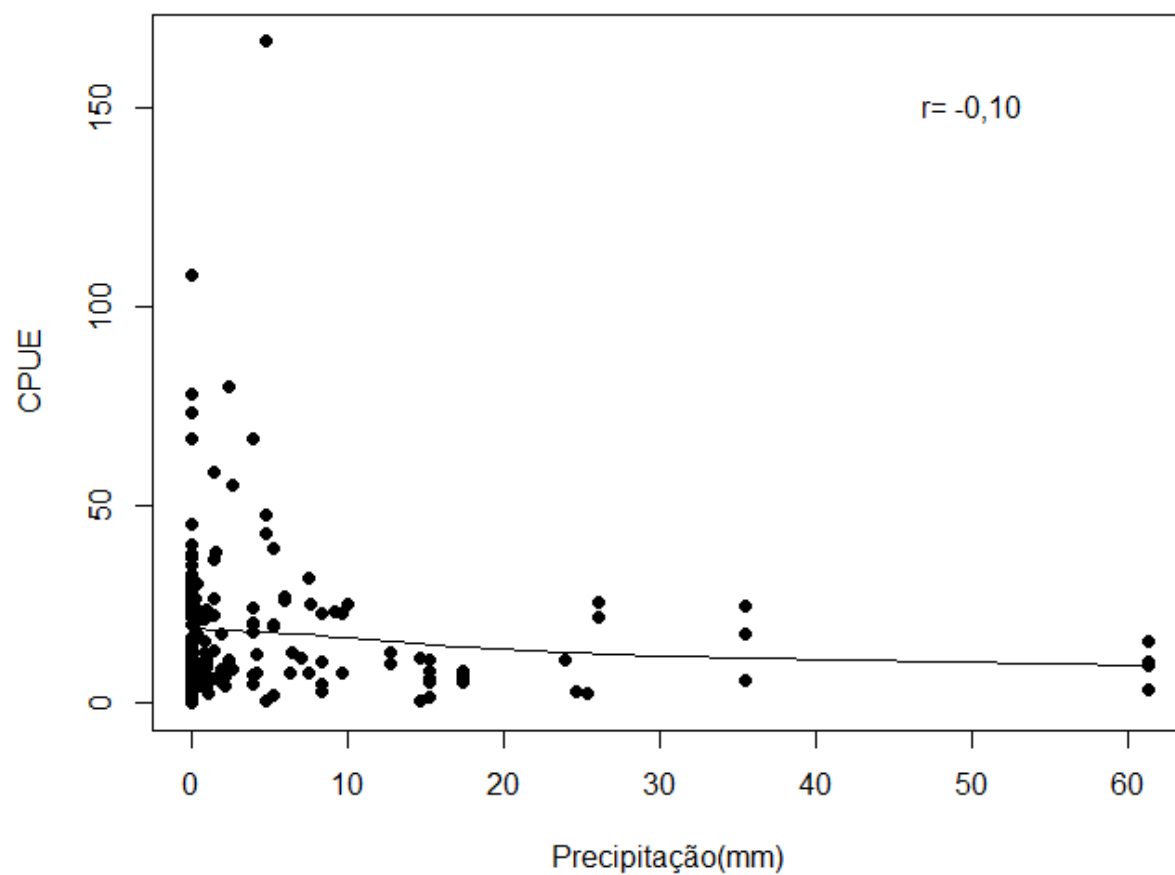


Figura C15 – Gráfico de dispersão da CPUE pela precipitação, sob uso da grozeira

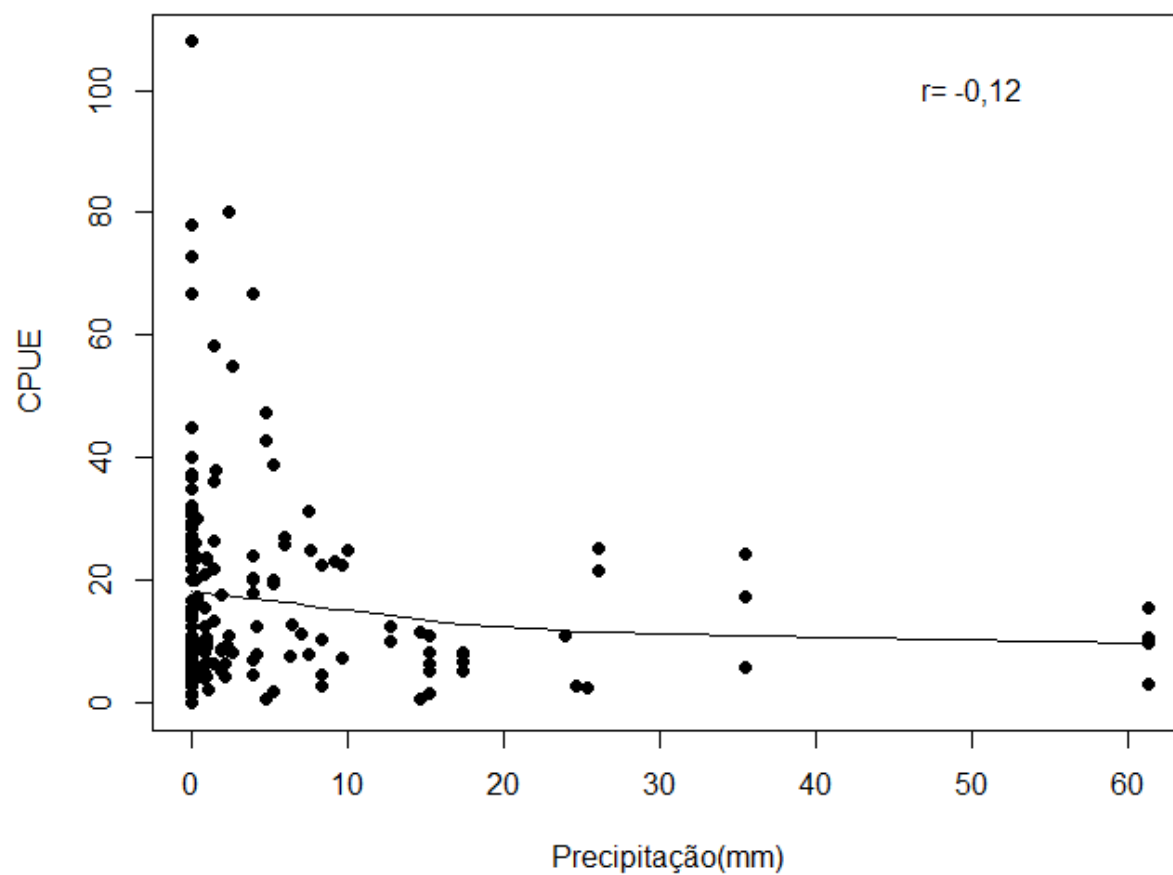


Figura C16 – Gráfico de dispersão da CPUE pela precipitação sem a observação discrepante, sob uso da grozeira

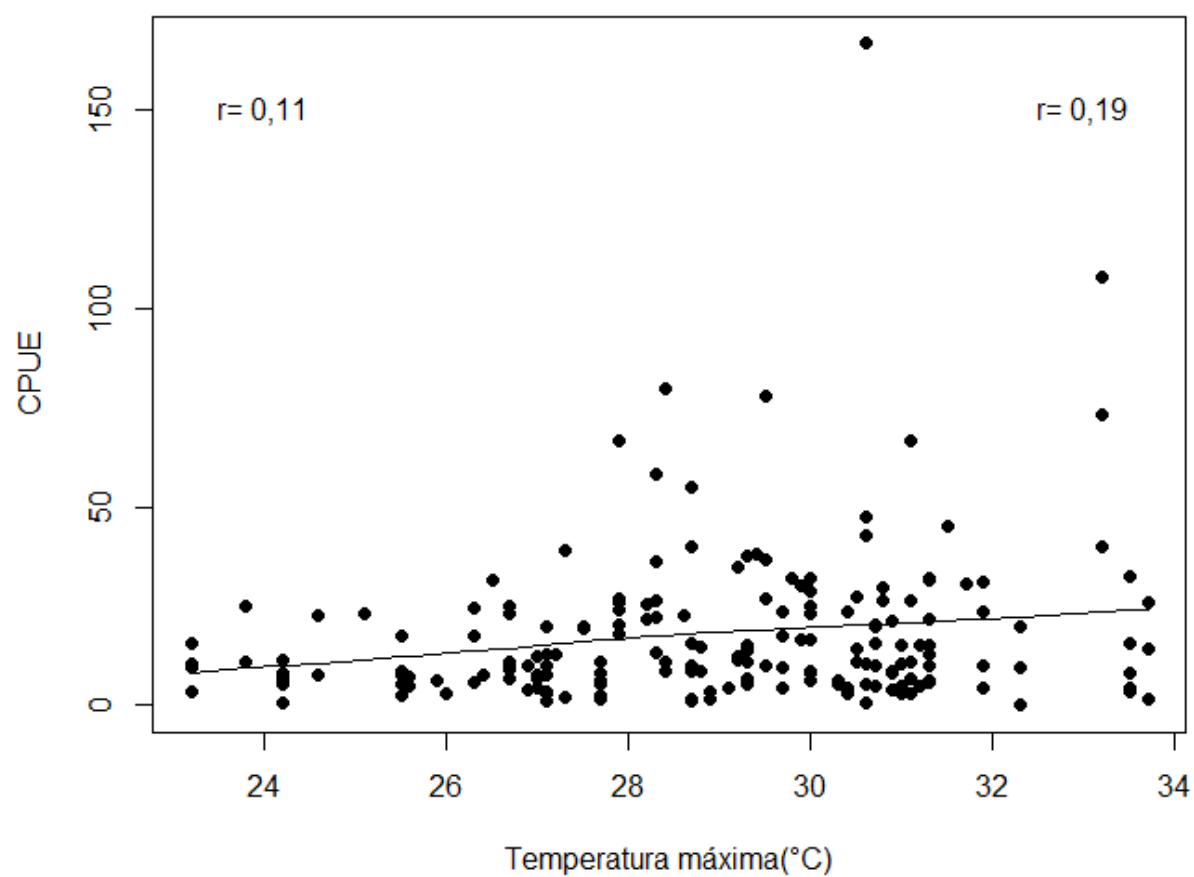


Figura C17 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura máxima, sob uso da grozeira

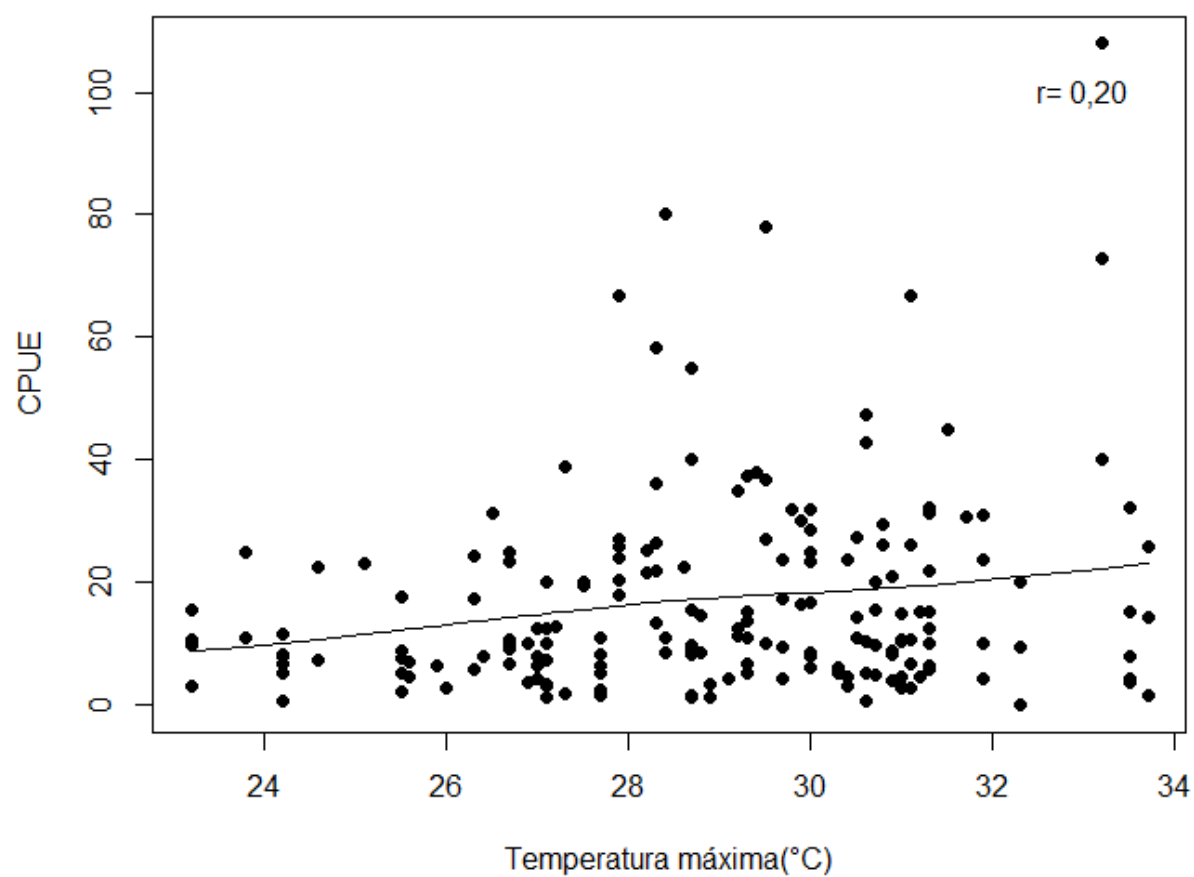


Figura C18 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura máxima sem a observação discrepante, sob uso da grozeira

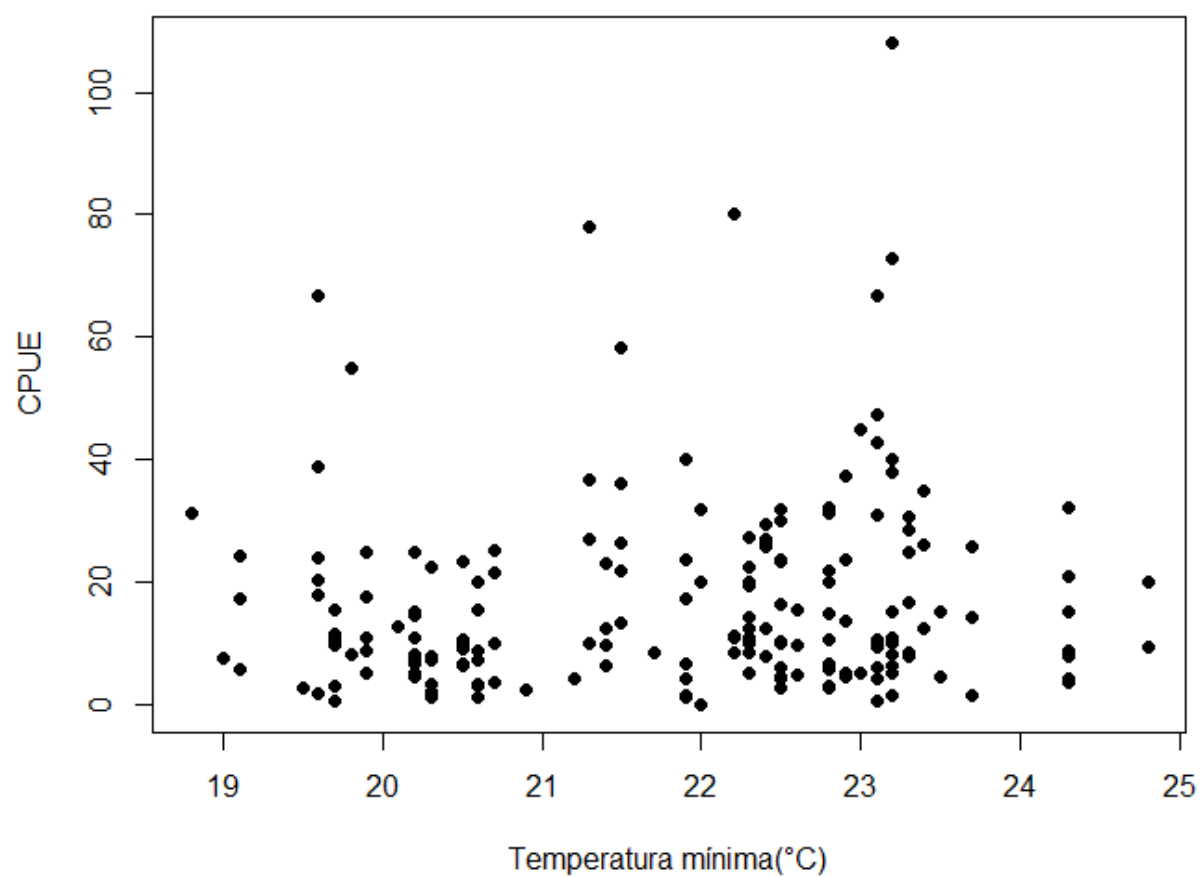


Figura C19 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura mínima, sob uso da grozeira

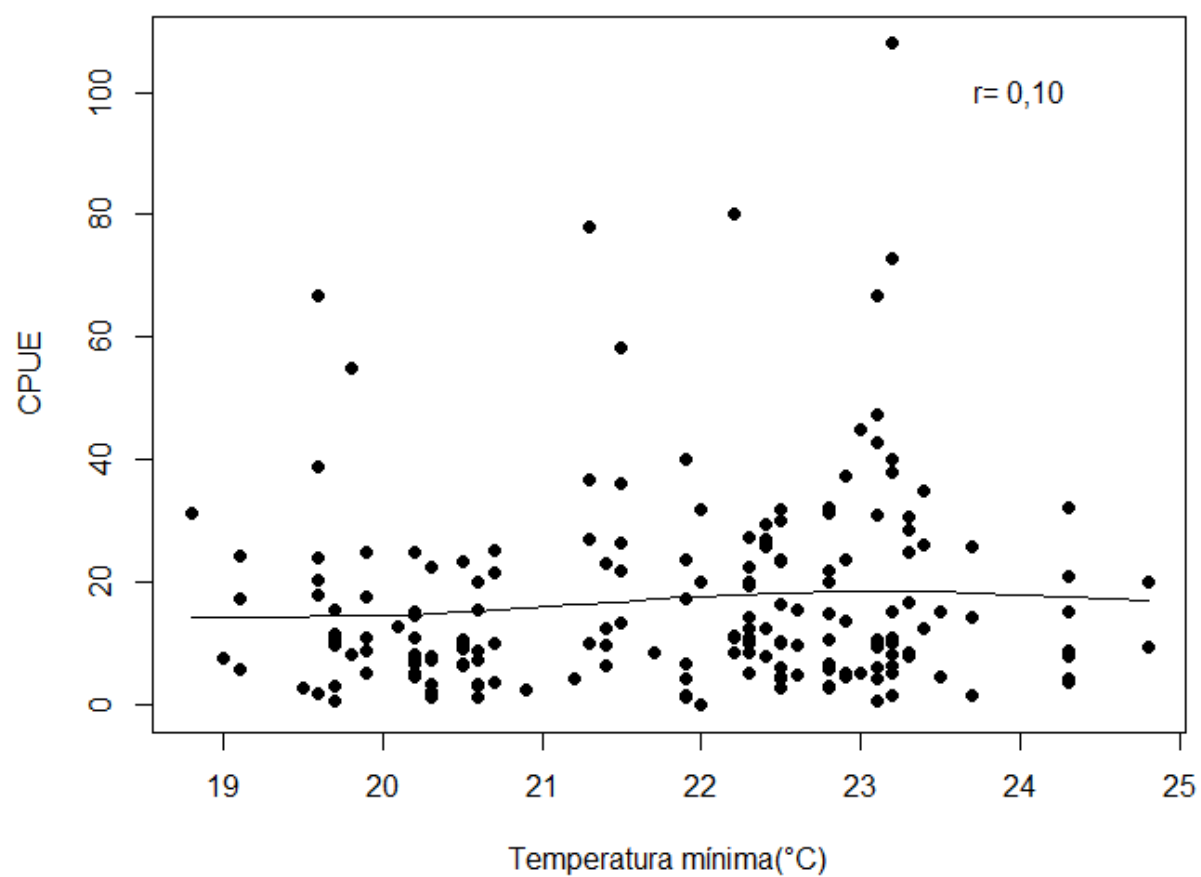


Figura C20 – Gráfico de dispersão da CPUE pela temperatura mínima sem a observação discrepante, sob uso da grozeira

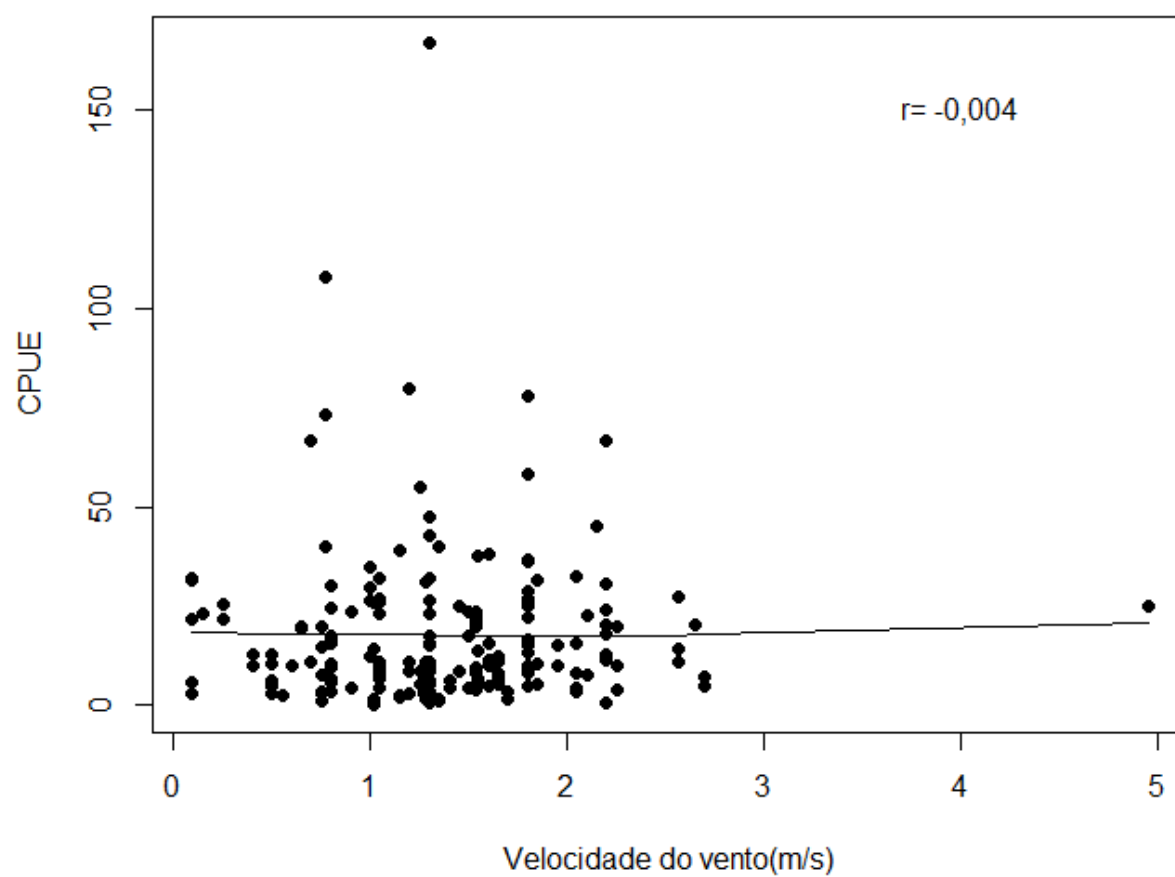


Figura C21 – Gráfico de dispersão da CPUE pela velocidade do vento, sob uso da grozeira

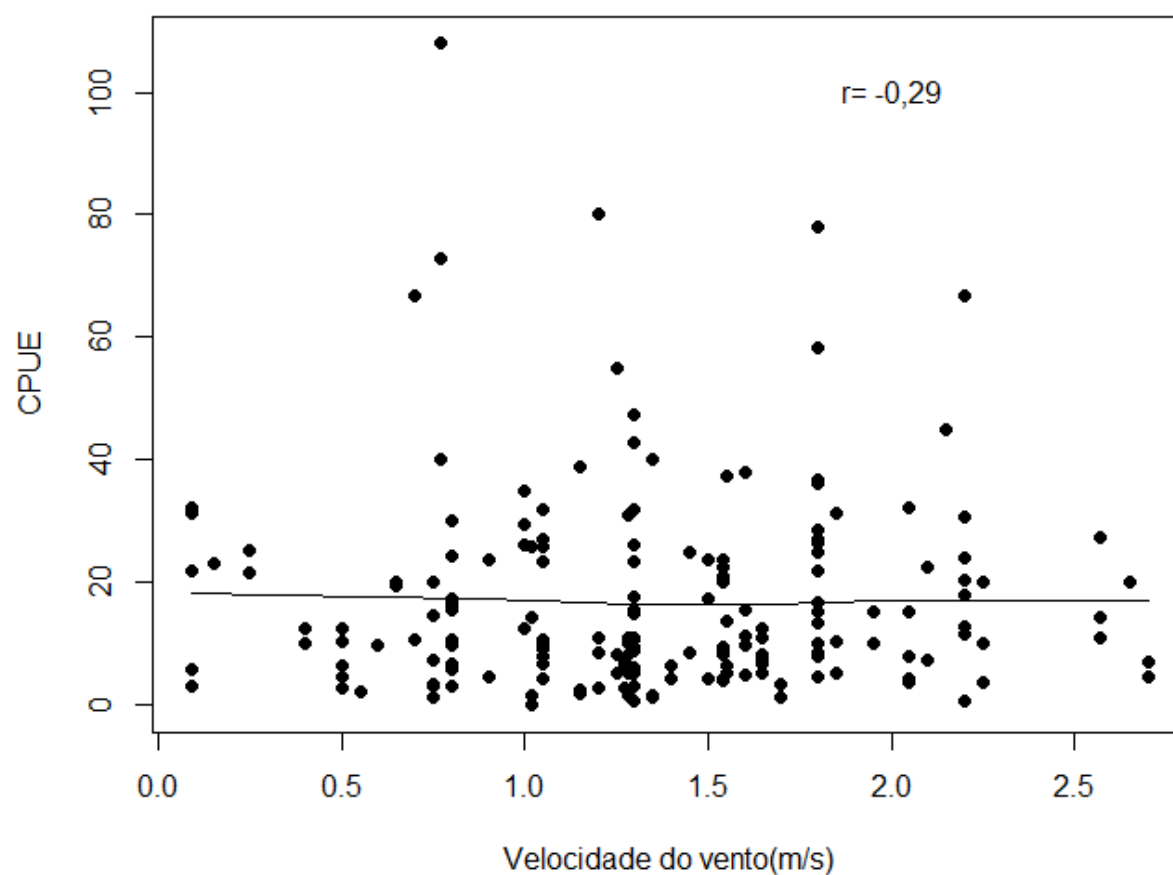


Figura C22 – Gráfico de dispersão da CPUE pela velocidade do vento sem pontos discrepantes, sob uso da grozeira

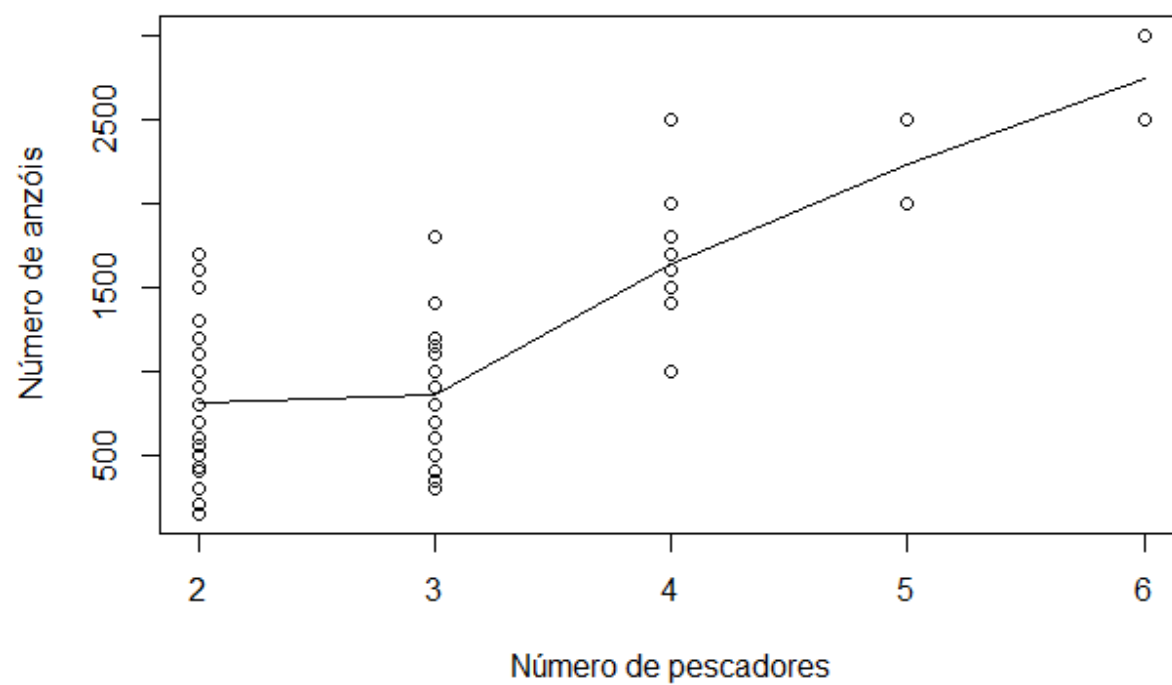


Figura C23 – Gráfico do número de anzóis pelo número de pescadores

Apêndice D

Gráficos da análise
inferencial, sob uso
da arraieira

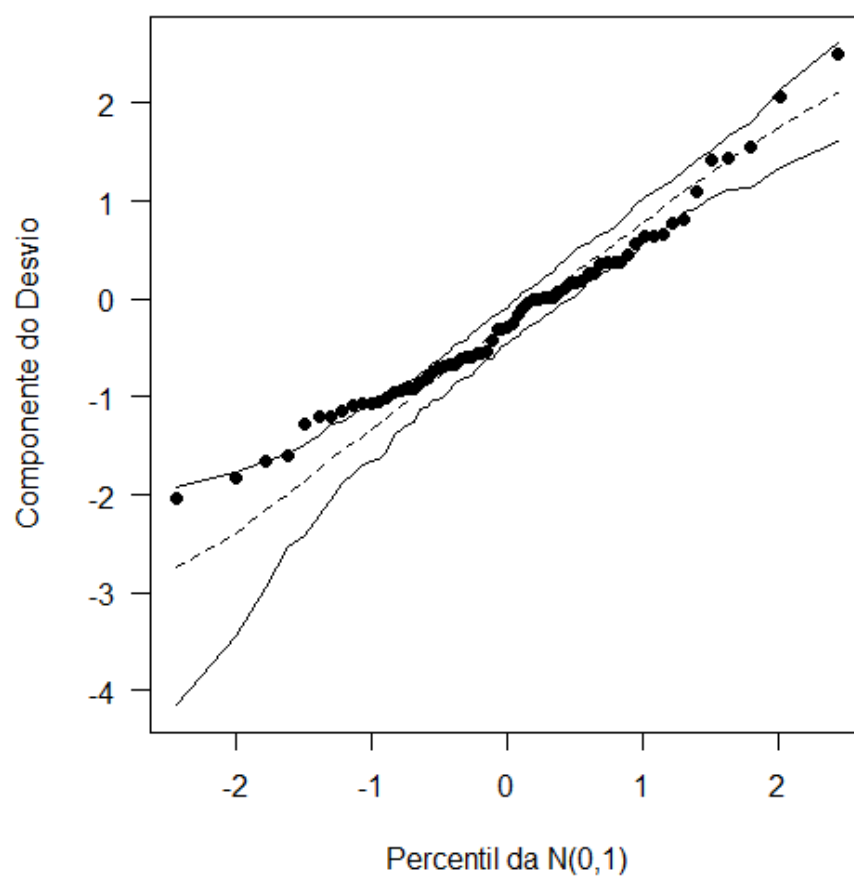


Figura D1 – Gráfico da análise de resíduos do ajuste do modelo para a arraieira

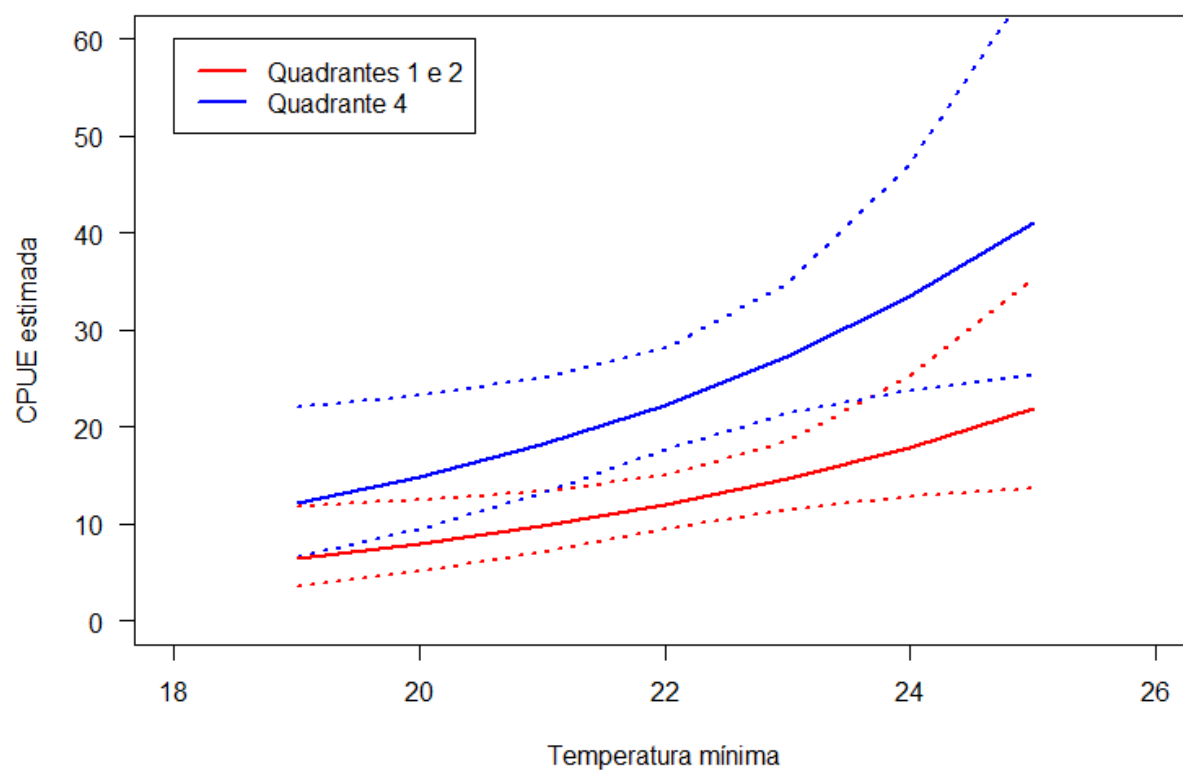


Figura D2 – Gráfico da CPUE estimada pela temperatura mínima, com as respectivas bandas de confiança

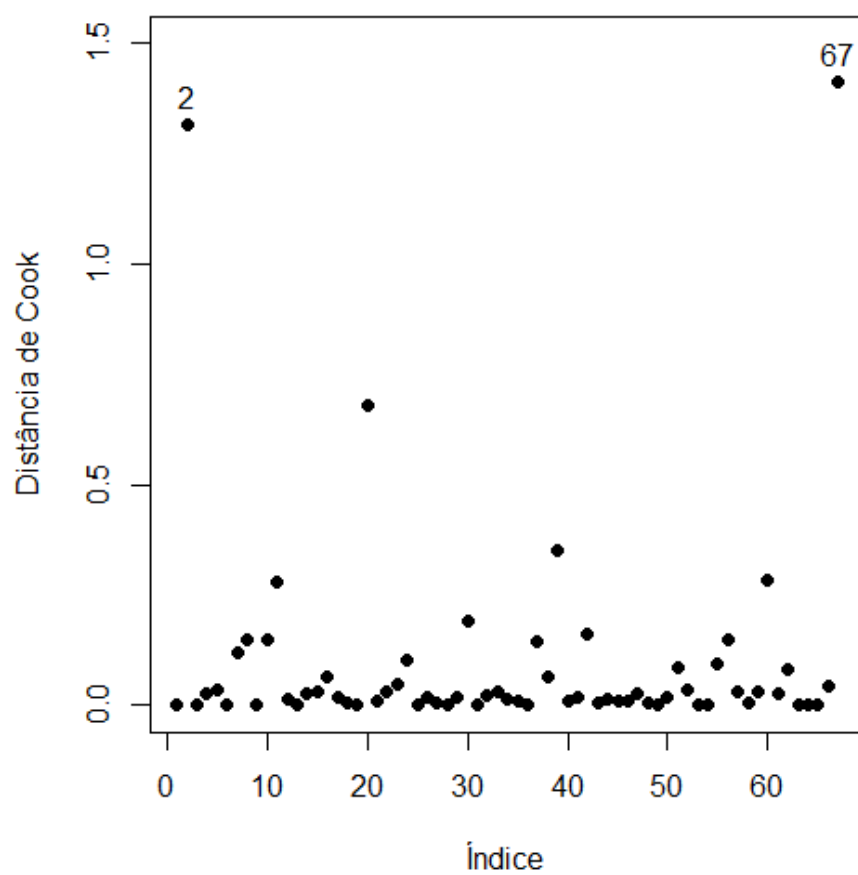


Figura D3 – Gráfico da distância de Cook, para identificação de pontos influentes

Apêndice E

Gráficos da análise inferencial, sob uso da grozeira

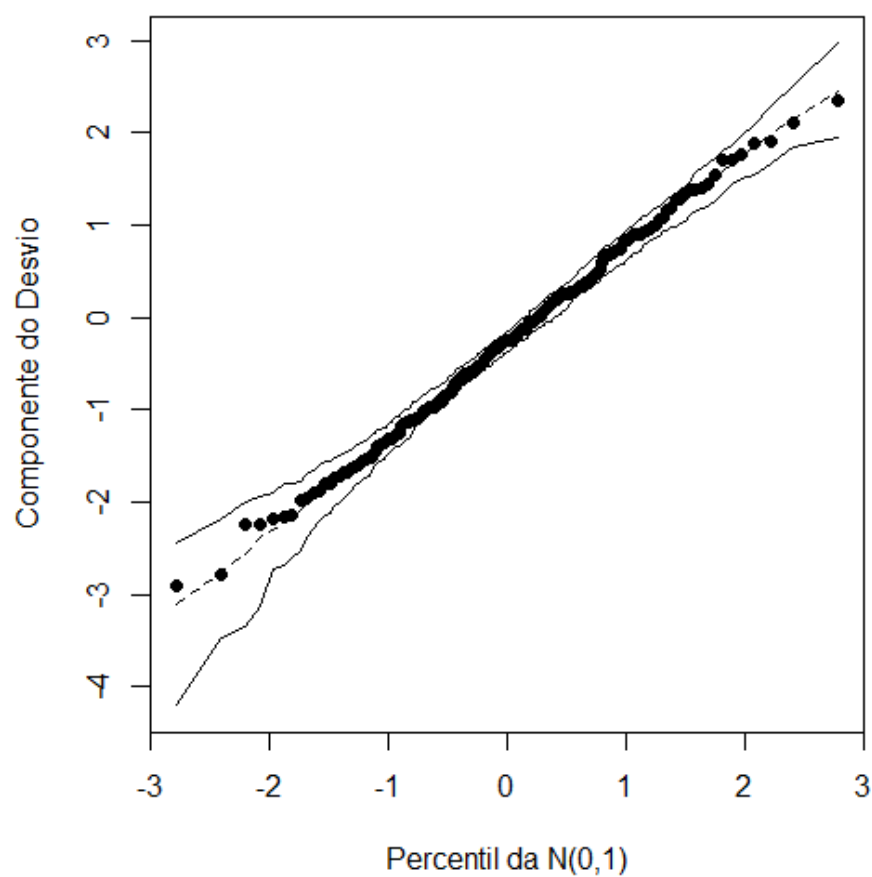


Figura E1 – Gráfico da análise de resíduos do ajuste do modelo para a grozeira

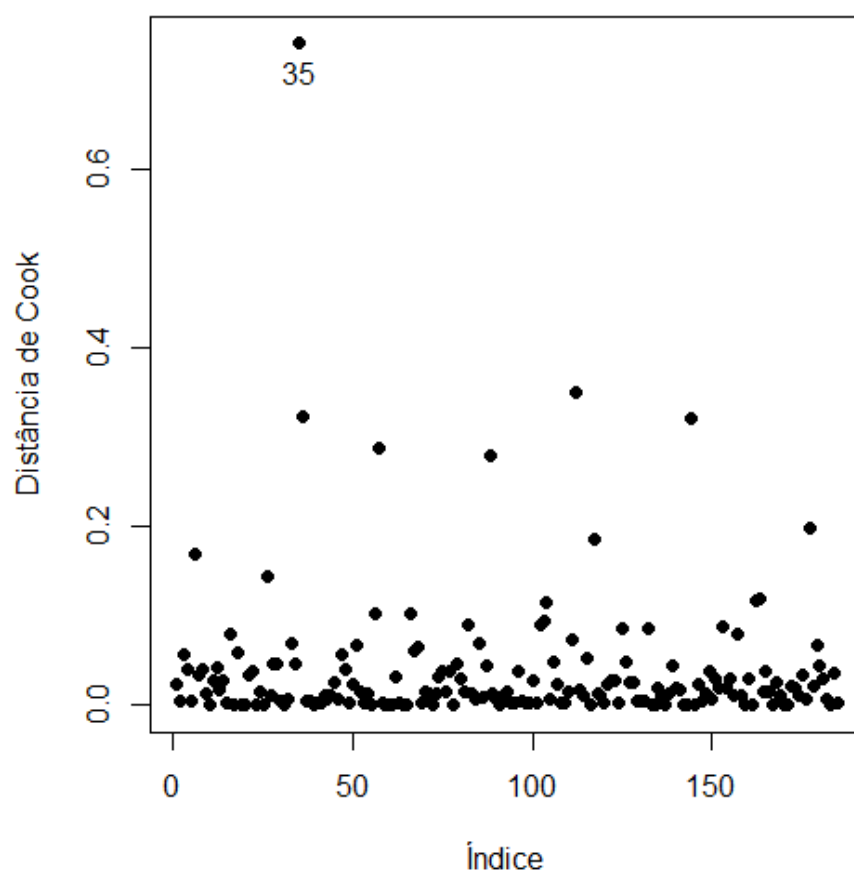


Figura D2 – Gráfico da distância de Cook, para identificação de pontos influentes

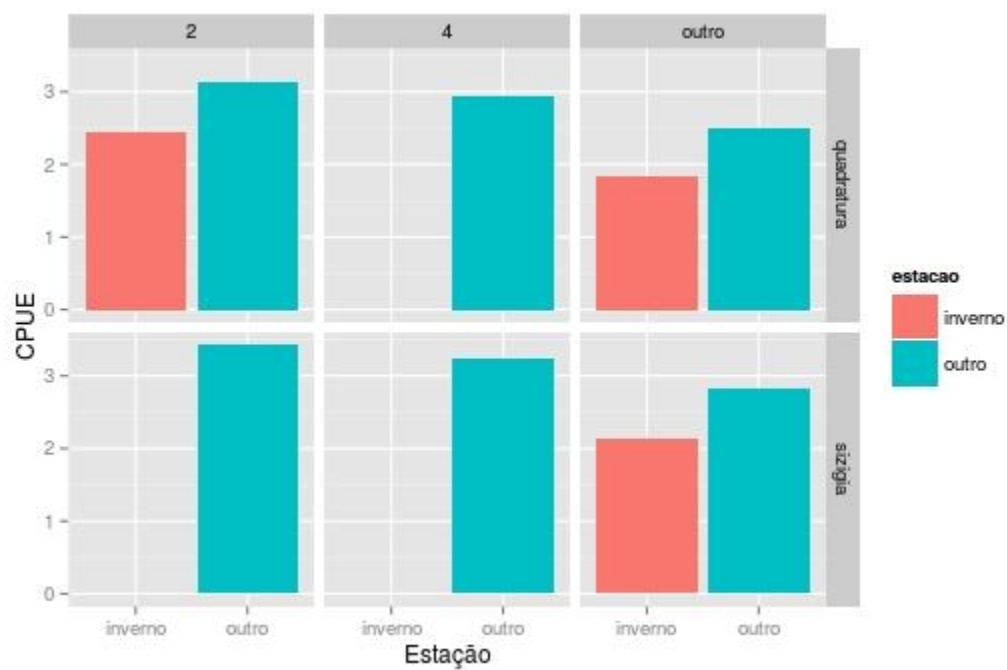


Figura E3 – Gráfico de barras da CPUE estimada