



FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DE LISBOA

Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

ANÁLISE ESPACIAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

2010

JOÃO PAULO DELGADO VICENTE (FC 39449)

**Análise Espacial das acções de Busca e Salvamento Marítimo
(SRR Santa Maria)**



Motivação

O presente trabalho foi elaborado no âmbito do projecto da disciplina de Análise Espacial da Informação Geográfica, da qual o signatário é aluno proveniente do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica – Tecnologias e Aplicações. Do desafio lançado pela docente da disciplina para a elaboração de um projecto AEIG e da experiência profissional (Oficial da Marinha Portuguesa) do signatário, surgiu o tema da busca e salvamento marítimo.

Portugal é responsável por assegurar o serviço de busca e salvamento marítimo numa área imensa para a qual, e face aos poucos recursos, os mesmos devem estar criteriosamente distribuídos. Por outro lado, a área da Região de Busca e Salvamento de Santa Maria é das maiores a nível mundial. Assim, julga-se útil e importante a análise dos dados provenientes dos processos de busca e salvamento, sendo relevante, em termos operacionais, os resultados a obter.

Este trabalho é uma pretensa continuação do trabalho desenvolvido na disciplina de Sistemas de Informação Geográfica, do primeiro semestre, onde foi desenvolvida a temática “As áreas de busca e salvamento marítimo de Portugal” e, teve como objectivo, identificar a capacidade de Portugal para responder a um pedido de socorro no mar.

Este tema reúne ainda o interesse de o signatário poder partilhar um assunto sobre o qual a comunidade, em geral, tem pouco conhecimento. Deste modo surgiu a temática, à qual foi dada o nome de “As áreas de busca e salvamento marítimo de Portugal”.

Um agradecimento especial ao Centro de Coordenação de Busca e Salvamento Marítimo de Ponta Delgada, por permitir o acesso aos dados e o interesse partilhado na discussão destas matérias.

Fonte da imagem de capa adaptada de: www.bmtgroup.co.uk

Índice

Introdução	1
1. Metodologia	2
1.1. Aquisição, identificação e tratamento dos dados.....	3
1.2. Integração e integridade dos dados	4
1.3. Condicionantes e limitações	4
2. Conceitos abordados na análise da distribuição de padrões de pontos	5
3. Falsos alertas	7
4. Eventos na orla costeira	8
5. Evacuações médicas (MEDEVAC)	8
6. Outros eventos	10
7. Análise global	11
8. Considerações finais	12
9. Referências Bibliográficas	13
Anexo A – O SAR em Portugal.....	1
Anexo B – Visualização dos dados	1
Anexo C – Os falsos alertas	1
Anexo D – Eventos na orla costeira	1
Anexo E – As evacuações médicas	1
Anexo F – Os outros eventos	1
Anexo G – Análise Global	1
Anexo H – Análise conjunta com a cobertura SAR.....	1

Lista de Acrónimos

μ - Média

AED – Análise exploratória de dados

AEIG – Análise Espacial da Informação Geográfica

COSPAS – *Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov*

EPIRB – *Emergency Position-Indicating Radio Beacons*

ESRI – *Environmental Systems Research Institute*

IH – Instituto Hidrográfico

k – nº de eventos

MEDVAC – Evacuação Médica

MOB – *Man OverBoard*

MRCC - *Maritime Rescue Coordination Center*

S – Variância

SAR - *Search and Rescue*

SARSAT – Search and Rescue Satellite-aided Tracking

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRR – *Search Rescue Region*

VMR - *Variance to Mean Ratio*

Introdução

Em Portugal, a Busca e Salvamento (mais conhecida pela terminologia anglo-saxónica *Search and Rescue* e abreviadamente conhecida como SAR) é dirigida pelo Ministério da Defesa Nacional, estando no âmbito das missões atribuídas à Marinha a Busca e Salvamento Marítimo. Trata-se de um serviço responsável pelas acções de busca e salvamento, relativas a acidentes ocorridos com navios ou embarcações, nas áreas de responsabilidade nacional. Portugal aderiu em 1985 à Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimo (*International Convention on Maritime Search and Rescue*). Esta Convenção¹ visa o estabelecimento de um plano internacional de busca e salvamento de pessoas em perigo no mar. A Convenção estabelece, nomeadamente, as áreas de responsabilidade de cada Estado, cabendo a estes, a definição² das estruturas dos serviços e a disposição dos meios adequados para a vigilância e para a condução das operações de busca e salvamento.

Em Portugal existem dois Centros de Coordenação de Busca e Salvamento Marítimo, um em Oeiras e outro em Ponta Delgada e, designados *Maritime Rescue Coordination Center*, abreviadamente **MRCC Lisboa** e **MRCC Delgada**. Cada centro é responsável pela coordenação e emprego de meios com vista à prossecução das acções associadas a um sinistro ocorrido no mar, na sua área de responsabilidade, respectivamente, as *Search Rescue Region* de Lisboa e de Santa Maria, abreviadamente, SRR Lisboa e SRR Santa Maria (ilustradas no Anexo A).

Com base nas ferramentas de análise espacial da informação geográfica (AEIG), é objectivo do presente trabalho efectuar uma análise de padrões pontual dos processos de busca e salvamento na SRR Santa Maria durante os anos de 2007, 2008 e 2009. Pretende-se caracterizar e analisar os pedidos de socorro, identificados como pontos localizados no espaço e denominados processos pontuais. O interesse do trabalho é estudar a distribuição espacial daqueles pontos, avaliando a sua distribuição e causas sobre o padrão observado, nomeadamente, se é aleatório ou se apresenta aglomerados (*clusters*³). De acordo com Druck *et al.* (2004), o objecto de interesse deste tipo de estudos é a própria localização espacial dos

¹ Portugal é parte de diversas convenções internacionais relacionadas com o SAR, das quais se destacam a Convenção SOLAS de 1974 e a Convenção SAR de 1979. O Decreto-Lei 15/94, de 22 de Outubro define a estrutura nacional para responder a este tipo de situações, bem como, as competências de cada entidade interveniente no processo.

² A entrada em vigor da Convenção SAR obrigou Portugal à reestruturação no domínio do SAR, culminando com a criação dos Sistemas Nacionais de Busca e Salvamento Marítimo e Aéreo, Decretos-lei n.º 15/94, de 22 de Janeiro e 253/95, de 30 de Setembro, respectivamente. Estes diplomas, atribuíram responsabilidades ao Ministro da Defesa Nacional, enquanto autoridade nacional responsável pelo cumprimento da Convenção SAR – Autoridade SAR, e à Marinha e Força Aérea, enquanto coordenadores dos Serviços de Busca e Salvamento Marítimo e Aéreo, respectivamente. A estrutura auxiliar do Sistema Nacional de Busca e Salvamento, integra diversas entidades públicas e privadas, com meios e interesse, e que podem colaborar e cooperar com os respectivos serviços de Busca e Salvamento, como por exemplo, os Bombeiros e a Protecção Civil.

³ Um *cluster* é definido como um qualquer agregado de eventos, resultado de classificação onde se procura definir um agrupamento de “semelhantes”. Um *cluster* espacial é um agregado de eventos no espaço, ou a ocorrência de “taxas semelhantes” em áreas próximas.

eventos. Os mesmos autores referem que o tipo de dados nestes estudos consiste numa série de coordenadas de pontos dos eventos de interesse dentro da área de estudo. O termo evento refere-se a qualquer tipo de fenómeno localizável no espaço que, dentro de uma escala de investigação, possa estar associado a uma representação pontual. Catita (2010) enuncia as características de um Padrão Pontual:

- Atributos de interesse: localização geográfica do evento e/ou localização geográfica mais um atributo (designado neste caso como um processo pontual marcado)
- Nº de ocorrências (frequência) na área de estudo
- Os eventos são pontuais não tendo área associada
- Todas as entidades representadas por pontos na área de estudo têm a mesma qualidade
- Existe uma correspondência de um-para-um entre os objectos na área de estudo e os eventos do padrão em análise

Catita (2010) refere como objectivos de uma análise de padrões pontual, a quantificação da dispersão dos eventos numa área geográfica confinada, a estimação da variação de densidade dos eventos por toda a região de estudo e, a procura de modelos teóricos que representem a realidade.

Basicamente, tal como refere a autora, uma análise deste tipo tem por objectivo verificar se os eventos observados apresentam algum tipo de padrão sistemático (existência de tendências), ou se encontraram distribuídos aleatoriamente.

1. Metodologia

A metodologia utilizada, fundamentalmente, as ferramentas de análise espacial integradas no software ArcGIS⁴ Desktop versão 9.3. Em primeira instância foram introduzidas numa *Personal Geodatabase* as áreas SAR nacionais e os dispositivos aéreos e marítimos. De seguida, foram efectuadas as análises espaciais necessárias com vista à prossecução do objectivo proposto e, detalhadas nos capítulos seguintes. De acordo com Druck *et al.* (2004), uma análise de padrões pontual envolve três componentes:

- Visualização dos dados com o objectivo de identificar padrões espaciais de interesse. Envolve a representação espacial dos dados (georeferenciados) com o intuito de evidenciar (ir)regularidades espaciais dos fenómenos estudados (*outliers*), eventuais associações entre as variáveis estudadas.

⁴ O ArcGIS é caracterizado por ser um conjunto integrado de produtos (desenvolvido pela ESRI – *Environmental Systems Research Institute*) de software de SIG [Campos, 2009].

- Análise exploratória de dados (AED) com o objectivo de efectuar uma prospecção sistemática e rigorosa de eventuais padrões espaciais, bem como detectar e verificar associações espaciais entre as variáveis que caracterizam os fenómenos estudados.
- Modelação: envolve um conjunto diferenciado de ferramentas estatísticas, metodologicamente adaptadas às diferentes características dos dados em análise, envolvendo, na sua fase final, um teste estatístico de hipóteses. Tem por objectivo a explicação de padrões espaciais de interesse.

1.1. Aquisição, identificação e tratamento dos dados

Para a elaboração do projecto foram utilizados dados de contextualização, sendo exemplos as *shapefiles*⁵ do mapa-mundo, das áreas marítimas e das áreas SAR, disponíveis na internet na página do Instituto Hidrográfico⁶ (IH) e, informação cedida pelo MRCC Delgada inerente aos processos SAR.

Cada processo SAR, além da posição geográfica e da data, tem associado uma série de atributos dos quais se evidencia a classificação do tipo de sinistro (Tabela 1) e o tipo de embarcação envolvida.

Tipo de sinistro	Descrição
Abandono	Situação em que a guarnição de uma embarcação abandona a mesma, por falhas críticas de segurança para navegar
Afundamento	Afundamento de uma embarcação
Avaria/deriva	Avaria no governo da embarcação
Encalhe	Embate da embarcação numa rocha ou em fundos baixos
COSPAS/SARSAT ⁷	Pedido de socorro via satélite enviado, automática ou manualmente, por uma EPIRB (<i>Emergency Position-Indicating Radio Beacons</i>). Em regra, mais de 95% destes casos são considerados falsos alertas ⁸ .
Inundação	Entrada de água a bordo da embarcação
MEDEVAC	Evacuação médica de feridos ou pessoal doente
MOB	(<i>Man OverBoard</i>) queda de homem à água
OVERDUE	Embarcações desaparecidas, sem notícias (usualmente associadas a veleiros de pequeno porte que efectuam as travessias atlânticas)
Orla Costeira	Socorro nas praias e junto a costa

Tabela 1 – Tipos de sinistro (pedidos de socorro)

⁵ O formato *shapefile*, criado pela ESRI, armazena a informação geograficamente referenciada em vários ficheiros distintos: *.shp* (a geometria das entidades); *.dbf* (armazena a informação descritiva das entidades); *.shx* (armazena as ligações entre as entidades e a sua geometria); *.sbn* e *.sbx* (armazenam as ligações entre as entidades e a sua informação descritiva, estes ficheiros podem não existir se não tiver sido feita uma operação de análise espacial).

⁶ <http://www.hidrografico.pt/download-gratuito.php>

⁷ <http://www.cospas-sarsat.org/>: O COSPAS-SARSAT é um serviço de emergência SAR baseado em comunicações satélite. Uma EPIRB envia um sinal rádio (pedido de socorro associado a uma posição geográfica) para um satélite, cuja informação é reenviada para um Centro Coordenador e, seguidamente, disseminada para os Centros de Busca e Salvamento. COSPAS é o acrónimo russo de *Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov*, que significa em inglês *Space System for the Search of Vessels in Distress*. SARSAT é o acrónimo de *SAR Satellite-aided Tracking*.

⁸ Apesar da importância deste sistema, ao longo dos anos tem-se constatado algumas deficiências que, na maioria dos casos, é devida a uma má utilização dos equipamentos (EPIRBs), falhas de manutenção e sistemas antigos. Actualmente, tem havido uma diminuição considerável destes casos.

Existem vários tipos de embarcação e de navios, no entanto, referem-se apenas os tipos com informação consistente e, em nº suficiente para se poder considerar uma amostra. Assim. Consideram-se os seguintes tipos: embarcação de pesca, navio mercante, embarcação de recreio, embarcação à vela.

Foi ainda utilizada a seguinte informação disponibilizada pelo IH:

- Informação de estado do mar (altura da ondulação) com base nas previsões de modelos globais de circulação (apenas tem validade em zonas afastadas de costa) *Wave Watch 3 (WW3)*
- *Shapefile* das principais rotas marítimas

Por fim, a informação tratada no âmbito do projecto da disciplina de SIG do primeiro semestre foi reutilizada, da qual se destaca, as áreas de cobertura naval e aérea (tabelas 1 e 2 e, figuras 2, 3 e 4 do Anexo A).

1.2. Integração e integridade dos dados

A informação recolhida junto do MRCC Delgada (ficheiros MICROSOFT ACCESS e SHAPEFILES) apresentava várias incongruências, das quais se destacam:

- Utilização de designadores diferentes (consoante os anos) para o mesmo atributo
- Erros de ortografia, campos incompletos (eventos sem posição geográfica, sem identificação do tipo de embarcação)

Primeiro foi criada uma *Personal Geodatabase*. Seguidamente, os dados recolhidos foram importados para a *Geodatabase*, verificada a sua consistência e o sistema de coordenadas. Todos os dados se encontravam no sistema de coordenadas geográficas WGS84.

Foram criados campos adicionais nos dados, por exemplo, mês do ano (em valor inteiro), semestre e código de tipo de embarcação.

1.3. Condicionantes e limitações

Apesar do nº total de eventos ser considerável (909) existiu necessidade de efectuar alguma separação dos casos, em virtude da natureza das situações. Assim, foram analisados diferenciadamente os casos relativos ao COSPAS/SARSAT (doravante designados somente por COSPAS) por, na sua maioria se tratarem de falsos alertas e, os casos ocorridos na Orla Costeira, por terem uma distribuição e natureza completamente diferente em relação aos restantes.

Relativamente aos eventos MEDEVAC verifica-se a existência de aglomerados de dados junto aos portos principais dos Açores. Muitas vezes a necessidade de auxílio (quer seja por motivos de acidente ou de doença) sucedem muito longe de costa, no entanto, existe uma tendência natural para reportar estas

situações quando as embarcações ou navios se aproximam a costa, não permitindo os eventos registados qualquer tipo de relação com os restantes dados. Quanto muito, permitem identificar os portos com mais solicitações. Acresce ainda, que nestes casos são registados igualmente situações de emergência médica ocorrida a bordo dos navios mas estando estes atracados. Um outro facto que imediatamente se identifica é a existência de um elevado nº casos localizado dentro da área vizinha de coordenação do MRCC Norfolk, mas que por motivos de conveniência das rotas de navegação e de distância⁹, apesar de a coordenação estar a cargo daquele MRCC, na realidade o auxílio é prestado pelo MRCC Delgada.

A informação recolhida no IH do estado do mar (altura da ondulação) com base nas previsões de modelos globais de circulação apenas tem validade em zonas afastadas de costa sendo suficiente para inferir relações entre os eventos e o estado do mar mas, não pode ser utilizada nos eventos costeiros (em maior nº) por, nas ilhas dos Açores, existirem fenómenos de natureza local que afectam o estado do mar. O registo nos processos SAR do estado do mar e condições ambientais teria sido da maior utilidade.

2. Conceitos abordados na análise da distribuição de padrões de pontos

A visualização dos eventos espaciais envolve a descrição de parâmetros estatísticos básicos de caracterização dos dados espaciais. De acordo com Catita (2010) utiliza os seguintes descritores¹⁰ de padrões de pontos:

- Frequência (nº de eventos que ocorrem numa dada área) e densidade (frequência sobre a área)
- Centrografia e dispersão espacial (orientação): usada para determinar onde os eventos descritos (pelas suas posições geográficas) estão concentrados (centro geométrico¹¹) e para medir o grau de dispersão do conjunto de eventos (distância padrão¹²).

Adicionalmente, a concentração e dispersão espacial pode ser representada na forma de círculos ou elipses padrão¹³. O Anexo B efectua a caracterização sumária dos dados utilizados.

⁹ A fronteira entre os limites de coordenação do MRCC Norfolk e do MRCC Delgada ficam a 1500 e 500 milhas respectivamente.

¹⁰ Com vista à percepção rápida de como é que os pontos se distribuem no espaço, (i.e. variação e orientação espacial).

¹¹ O centro geométrico (ou centro médio, ou média espacial) identifica a localização de maior concentração de pontos e calcula-se pela média das coordenadas de localização X e Y.

¹² A distância padrão (ou dispersão espacial) mede a dispersão dos eventos em torno do seu centro geométrico. Conceptualmente, é similar ao desvio padrão na estatística clássica, mas a distância padrão expressa-se em unidades de distância.

¹³ O círculo (elipse) padrão usa a distância padrão como raio de um círculo centrado no centro geométrico do conjunto dos eventos. Se a distância padrão é calculada separadamente para cada eixo (x e y) representam-se elipses em vez de círculos. Delimitam o espaço no qual tendem a estar concentrados 68% das observações (um sigma, considerando uma distribuição normal).

A AED usa detectores de padrões de pontos para o reconhecimento e medição do padrão de uma distribuição de pontos, ou seja, se consiste num padrão aleatório, disperso ou aglomerado. Um processo estocástico¹⁴ pode ser caracterizado por efeitos de 1ª¹⁵ e 2ª¹⁶ ordem. Assim, as técnicas mais comuns utilizadas na AED para estudar os efeitos de 1ª ordem são o método da contagem por quadrantes¹⁷ e o estimador de densidade¹⁸ (*kernel density estimation*). Já os métodos baseados na medição de distâncias entre pontos (vizinho mais próximo¹⁹, Função G, Função F, e a Função K) exploram os efeitos de 2ª ordem.

Na análise por quadrantes, a área de estudo é dividida em sub-áreas (quadrantes). Sobre cada quadrante é determinado o nº de eventos e obtidos vários indicadores estatísticos, dos quais se realçam a média (μ) que corresponde ao nº de pontos a dividir sobre o nº de quadrantes, a variância (S) que corresponde à média dos quadrados dos desvios (usada como medida de dispersão) e a *Variance to Mean Ratio* (VMR) que corresponde à variância sobre a média. De acordo com Catita (2010), se a VMR for superior a 1 o padrão é de *clusters*, ou seja, existem conjuntos de dados agrupados e existem áreas extensas sem pontos (variabilidade espacial grande). Se a VMR for inferior a 1 o padrão é regularmente disperso, ou seja, os eventos estão distribuídos regularmente (variabilidade espacial pequena). Se VMR for igual a 1 o padrão é aleatório, ou seja, os dados não tendem nem para o aglomerado nem para a dispersão.

Uma das questões mais importantes na definição dos quadrantes é a selecção da melhor dimensão da grelha. Catita (2010) refere que a dimensão da grelha pode ser calculada como a divisão de duas vezes a área de estudo pelo nº de eventos, fórmula que foi utilizada como aproximação média, tendo em consideração a utilização do tipo de coordenadas e sistema de projecção usado no ArcGIS.

Para além da análise efectuada foi determinado o valor-p (*p-value*) através do EXCELL, usando a função CHIDIST. Seguidamente, foram criados gráficos da distribuição qui-quadrado. Esta mede a probabilidade de um grupo de eventos serem devidos a um processo estocástico. O *p-value*²⁰ está relacionado com o nível de significância da análise efectuada, sendo que o nível de significância, em percentagem, se obtém com a seguinte fórmula: $(1-(p-value)) \times 100$.

¹⁴ Processo que gera aleatoriamente pontos no espaço.

¹⁵ Os efeitos de 1ª Ordem são considerados globais ou de grande escala. Correspondem a variações no valor médio do processo. Neste caso, estamos interessados na densidade do processo.

¹⁶ Os efeitos de 2ª Ordem denominados locais ou de pequena escala. Representam a dependência espacial no processo e corresponde ao cálculo da co-variância entre duas variáveis aleatórias.

¹⁷ Este método envolve a simples contagem de eventos em cada quadrante.

¹⁸ O método consiste em converter o conjunto dos eventos pontuais numa superfície contínua que represente a densidade, para tal ajusta-se uma função uni(bi)-dimensional sobre os eventos considerados, cujo valor será proporcional à densidade das amostras por unidade de área. Esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência (círculo ou esfera), ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse.

¹⁹ Procura as distâncias entre eventos do padrão de pontos. É o método mais directo para descrever as propriedades de 2ª ordem de um processo pontual. Pode ser materializado com suporte de várias funções estatísticas.

²⁰ <http://www.stat.tamu.edu/~west/applets/chisqdemo.html>

De acordo com Catita (2010), o método do vizinho mais próximo estima a função de distribuição cumulativa a partir das distâncias mínimas entre dois eventos na região de estudo. A função K, por outro lado, é baseada nas distâncias entre todos os eventos da região.

O índice de Moran (I) mede a autocorrelação espacial baseado simultaneamente nos valores das variáveis e nas suas localizações. Autocorrelação positiva indica a existência de aglomerado, ou seja, os eventos mais próximos são mais parecidos, negativa indica a presença de um padrão disperso e próxima de nulo indica um padrão aleatório.

3. Falsos alertas

De acordo com a figura 1 do Anexo B, os falsos alertas representam cerca 52% dos eventos (481 de 909), dos quais a grande maioria provém de alarmes COSPAS. Realça-se o elevado decréscimo no decorrer dos anos (48% em 2007, 33% em 2008 e 19% em 2009). A justificação, de acordo com informação obtida junto do MRCC Delgada, prende-se com um esforço de consciencialização junto da comunidade marítima sobre a correcta utilização das EPIRBs, assim como, um investimento na aquisição de equipamentos mais modernos e mais fiáveis.

Muitos destes eventos não possuíam posição geográfica ou aparecem localizados em zonas distantes da área de coordenação do MRCC Delgada. Eliminando estes casos, a maioria relativos ao ano de 2007, sobraram 308 eventos sobre os quais foi efectuada a AED ilustrada e comentada no Anexo C.

A figura 1 do anexo C ilustra a contagem por quadrantes evidenciando um claro aglomeramento nas zonas em redor das ilhas, assim como, um maior nº de eventos nas imediações das principais rotas de navegação, mais pronunciado nas rotas a norte das ilhas (de maior densidade de navegação). Esta mesma conclusão é realçada na figura 2, que ilustra o estimador de densidade.

Quer a análise pelo vizinho mais próximo (figura 3) quer a função K (figura 4) indicam a presença de fortes aglomerados. No entanto, foi interessante verificar que, se diferenciarmos a análise por tipo de embarcação (figura 5) passamos a obter uma classificação de padrões aleatória. Por outro lado, a AED tendo em consideração a data do evento, indica igualmente não haver autocorrelação (figura 6).

Por fim, na figura 7, é possível verificar a centrografia dos eventos, sendo especialmente interessante a elipse padrão, cuja orientação indica claramente uma maior dispersão na direcção nordeste-sudoeste, fruto do desenho físico da área de interesse e, conseqüentemente, dos eventos registados, em maior numero junto das ilhas (tendo estas uma orientação aproximada de sudoeste-nordeste).

A AED dos falsos alertas, e como conclusão, realça a sua própria natureza, estando aglomerada em torno das ilhas e sobre as rotas de maior navegação, sendo transversal a todos os tipos de embarcações e a todas as épocas do ano. Claramente realçada a tendência de diminuição de nº de casos.

4. Eventos na orla costeira

De acordo com a figura 1 do Anexo B, os alertas na orla costeira (incidentes com pessoas nas arribas e praias) representam cerca 15% dos eventos (135 de 909), realçando-se o elevado acréscimo no decorrer do ano de 2009 (superior a 400% em relação a 2008). A justificação, de acordo com informação obtida junto do MRCC Delgada, prende-se com um registo efectivo dos eventos. Antes de 2009, muitos eventos nem chegavam a ser comunicados ao MRCC pelos vigias das praias. A partir de 2009, durante a formação dos nadadores salvadores, houve uma comunicação intensa para registar e comunicar a informação de todos os eventos, justificando-se desta forma, a discrepância de nº de registos em 2007 e 2008 e, em 2009.

Desta forma a AED passível de ser efectuada passou a ser muito limitada face à incoerência dos registos (Anexo D).

A figura 1 do anexo D ilustra a contagem por quadrantes evidenciando um claro aglomeramento nas ilhas de S. Miguel, Faial e Terceira, resultado da maior densidade de população nestas ilhas, assim como, de maior nº de zonas balneares.

A contagem por quadrantes na ilha de S. Miguel (Figura 2) ilustra conclusões idênticas, registando-se uma elevada concentração de casos na zona compreendida entre Ponta Delgada e a Lagoa e, a norte, na área envolvente à Ribeira Grande. Ambas as zonas são mais povoadas, assim como, possuem um maior número de estâncias balneares. A contagem por meses, evidencia mais uma vez os costumes das populações, sendo os meses de Julho e Agosto, os que registam maior número de casos.

Infelizmente, os eventos não possuem atributos qualificadores do tipo de socorro prestado, por exemplo, afogamento, queda de arriba, ferimentos causados por quedas ou queimaduras de águas vivas. Seria interessante relacionar as queimaduras de águas vivas com factores ambientais e, prever as zonas de maior concentração, as quais necessitam claramente, de medidas restritivas mais apuradas.

5. Evacuações médicas (MEDEVAC)

De acordo com a figura 1 do Anexo B, os MEDEVAC representam cerca de 20% dos eventos (180 de 909) e, não apresentam variação significativa com o decorrer dos anos.

Reiteram-se as condicionantes referidas no capítulo 2, nomeadamente, a existência de aglomerados de dados junto aos portos principais dos Açores. Muitas vezes a necessidade de auxílio (quer seja por motivos de acidente ou de doença) sucedem muito longe de costa, no entanto, existe uma tendência natural para reportar estas situações apenas quando as embarcações ou navios se aproximam a costa, não permitindo os eventos registados qualquer tipo de relação com os restantes dados. Quanto muito, permitem identificar os portos com mais solicitações (Ponta Delgada e Horta). Acresce ainda, que nestes casos são registados igualmente situações de emergência médica ocorrida a bordo dos navios atracados.

Identifica-se ainda um elevado nº casos localizado dentro da área vizinha de coordenação do MRCC Norfolk mas, por motivos de conveniência das rotas de navegação e de distância, o auxílio é prestado pelo MRCC Delgada.

Assim, foram eliminados da análise os casos localizados nas imediações dos portos, contemplando a AED efectuada (Anexo E) apenas 68 eventos.

A figura 1 do anexo E ilustra a contagem por quadrantes evidenciando um claro aglomeramento nos quadrantes que abrangem as ilhas, nomeadamente, o grupo central (maior nº de ilhas). Com a eliminação de casos efectuada, realça-se ainda a importância acrescida das Flores com uma taxa de eventos idêntica a S. Miguel, resultado de possuir o hospital mais próximo da área de navegação a oeste.

Esta mesma conclusão é realçada na figura 2, que ilustra o estimador de densidade. Esta figura ilustra uma franja a noroeste da ilha das Flores, em consonância com a figura 2 e 4 do Anexo H, que salienta a cobertura do helicóptero de salvamento. As evacuações médicas, em regra, são efectuadas nas imediações dos portos ou através de helicóptero. Nestes casos, os navios vindos da América mantêm a sua rota de navegação, e quando se aproximam do raio de alcance do helicóptero, este efectua a necessária operação de auxílio.

Um fenómeno interessante é a análise pelo vizinho mais próximo (figura 3) que, contrariamente ao suposto pela contagem por quadrantes, decide-se por uma distribuição aleatória. Este facto realça a importância de, em estatística, termos sempre presente a forma como tiramos conclusões e a necessidade de avaliarmos os parâmetros utilizados. O carácter aleatório produzido pela análise do vizinho mais próximo é resultado da menor distância considerada pelo método, em relação à utilizada na definição dos quadrantes.

A centrografia (figura 3) ilustra uma orientação idêntica à dos falsos alertas mas, claramente com uma dispersão inferior (semi-eixos da elipse menores), assim como, um grande deslocamento do centro médio para sudoeste das Flores. No entanto, a mesma figura, ilustra uma maior densidade de casos próximo das principais rotas de navegação.

Se diferenciarmos a análise do vizinho mais próximo por tipo de embarcação, passamos a obter uma classificação de padrões dispersa, mais pronunciada para as embarcações de pesca (figura 4) e, quase-aleatória para os navios mercantes.

A AED dos MEDEVAC, e como conclusão, realça a sua própria natureza, estando aglomerada em torno das ilhas, nomeadamente do Grupo Central e, nas zonas envolventes às principais rotas de navegação que integram o perímetro do alcance do helicóptero SAR.

Apesar da concentração referida, quando analisamos os dados existe uma tendência para padrões dispersos e aleatórios, conforme o tipo de embarcação.

6. Outros eventos

De acordo com a figura 1 do Anexo B, os restantes eventos, excepto os falsos alertas, os eventos na orla costeira e as evacuações médicas representam cerca de 20% dos eventos (113 de 909) e, não apresentam variação significativa com o decorrer dos anos. Após a eliminação dos registos com falta de atributos, nomeadamente, os de cariz geográfico, sobraram para AED 79 eventos.

A junção deste tipo de eventos faz sentido pela fraca ocorrência de alguns tipos de sinistros. Julga-se conveniente, em situações futuras, o englobamento destes sinistros em menos classes. Pela natureza dos sinistros faria sentido diferenciar os casos de OVERDUE dos restantes mas, tal como referido, o nº de eventos a analisar seria pouco significativo. Dos 47 eventos de OVERDUE apenas 17 foram considerados para análise. Destes, cerca de 2/3 estão relacionados com embarcações à vela e mais de metade ocorre em Finais de Maio, Junho e Julho. Outro pormenor interessante é que cerca de metade dos casos sucede juntos aos portos dos Açores e, os restantes sucedem para lá das 200 milhas. Esta situação dá a entender que as embarcações se movimentam sem darem notícias às autoridades, pelo que se infere que, ou encontram-se atracadas nos portos estando o alerta em acção ou, de facto, as embarcações se encontram longe dos portos, sem comunicações e sem forma de se saber o seu estado. Dos 8 eventos analisados de afundamento, 5 aconteceram no período compreendido entre Abril e Setembro, com boas condições de mar. Metade dos casos, sucederam junto a costa, nas ilhas do Faial e do Pico.

Relativamente a situações de avaria/deriva, realça-se a maior concentração junto da ilha do Faial e Santa Maria e, na zona compreendida entre S. Miguel e a Terceira.

Um factor curioso não deixa de ser a não existência de correlação entre o estado do mar (vaga e ondulação) com situações como o MOB, Inundação, Encalhe e Avaria. Da mesma forma, o período de maior ocorrência daqueles eventos é, interessantemente, entre Abril e Setembro. Uma das razões possíveis é existirem mais navegantes neste período e, além disso, os navegantes arriscarem mais, uma vez que não temem tanto o mar.

A figura 1 do anexo F ilustra a contagem por quadrantes evidenciando um claro aglomeramento nos quadrantes que abrangem as ilhas. Esta mesma conclusão é realçada na figura 2, que ilustra o estimador de densidade.

As restantes análises serão efectuadas no capítulo 7, por se ter optado, adicionar a estes as situações de MEDEVAC. Desta forma, far-se-á uma análise global de todas as acções SAR com excepção dos falsos alertas e das situações ocorridas na orla costeira, pelo facto de possuírem uma natureza e impacto completamente distinto.

7. Análise global

No seguimento do último parágrafo do capítulo anterior, foram analisados 146 eventos sob coordenação do MRCC Delgada.

A figura 1 do anexo G ilustra a contagem por quadrantes evidenciando um claro aglomeramento nos quadrantes que abrangem as ilhas, nomeadamente, o grupo central (maior número de ilhas). A elipse de dispersão encontra-se numa orientação quase normal ao perímetro de alcance dos principais meios (ver figuras 1 e 2 do anexo H), o que permite concluir que, de um modo geral, a disposição dos meios SAR se encontra de acordo com a maior concentração de eventos.

Regressando ao Anexo G, o estimador de densidade além da informação anterior, umas franjas de eventos a oeste e a noroeste das Flores e, a norte, das ilhas dos Grupos Central e Oriental. Revela ainda a mesma dispersão ilustrada pela elipse padrão (figura 1).

A análise pelo vizinho mais próximo (figura 3) evidencia o padrão *cluster* dos eventos. No entanto, a função K (figura 4), ao analisar diversas bandas de distância (na figura em graus), superiores à do vizinho mais próximo, decide-se por uma padrão maioritariamente disperso. Mais uma vez, este facto realça a importância de, em estatística, termos sempre presente a forma como obtemos conclusões e a necessidade de avaliarmos os parâmetros utilizados.

Seguidamente efectuaram-se histogramas de ocorrências. A figura 5 revela que a grande maioria de casos sucede com mar, geralmente, bom (altura de ondulação inferior a 3 metros). A figura 6 revela ainda que idêntica maioria de eventos sucede com vento, geralmente, de pouca intensidade (velocidade inferior a 2m/s). Estas situações revelam, tal como já referido, uma maior probabilidade para ocorrência de eventos SAR em épocas de bom tempo, fruto da maior densidade de navegação e, provavelmente um maior facilitismo dos navegantes.

As figuras 7 e 8 revelam um maior número de eventos entre os meses de Abril e Setembro, fruto, uma vez mais da maior densidade de navegação, sobretudo de embarcações de pesca locais, embarcações de recreio e veleiros de pequeno porte (responsáveis pela maior taxa de OVERDUE).

A figura 9 diferencia a estimação de densidade de eventos por diversos atributos.

A figura 9A (embarcações à vela) mostra a maior densidade de eventos nos grupos Oriental e Central (onde se localizam as principais marinas) mas, também, franjas assinaláveis em redor e a oeste das Flores, resultantes das rotas de navegação de e para a América.

A figura 9B (embarcações de pesca) ilustra, por um lado uma elevada concentração em torno do eixo Grupo Central – Grupo Oriental e, por outro lado a existência mais dispersa de casos na faixa Este-Oeste da área de estudo.

A figura 9C (navios mercantes) ilustra uma significativa dispersão de eventos, relativamente à situação anterior, com uma pequena concentração no grupo central (com maior número de portos comerciais). Revela ainda um maior número de eventos na faixa a norte do Arquipélago.

A figura 9D (eventos ocorridos em Abri-Set) em contraponto à figura 9E (eventos ocorridos entre Out-Mar) revela uma vez mais uma das conclusões mais interessantes deste estudo, ou seja, a existência de maior número de casos na Primavera e no Verão, sendo neste período extensível a todo o Arquipélago.

A figura 9D é fundamental para avaliar a cobertura dos meios SAR a realizar no capítulo 8.

De forma igualmente muito interessante, verifica-se que a densidade de eventos ocorridos com ondulação superior a 4 metros é, especialmente concentrada na área envolvente ao Grupo Central, centrada no Canal do Faial (figura 9F). Tal como referido nas condicionantes ao trabalho, esta conclusão deve ser sujeita a reavaliação futura por os dados de ondulação terem sido obtidos a partir de modelos globais. Caso se venha a verificar esta situação com outros elementos de estado do mar, julga-se que a justificação poderá ter a ver por os navegadores naquela zona (Canal do Faial e áreas adjacentes) arriscarem mais, julgando-se mais protegidos por se encontrarem perto de costa e de portos de abrigo em várias direcções. Esta informação, a confirmar-se, poderá ser muito útil para fins de planeamento e disposição de meios SAR.

As figuras 10 e 11 são o resultado do cálculo do Índice de Moran, ilustrando a quase não existência de autocorrelação dos eventos, considerando a altura da ondulação, e a autocorrelação positiva considerando o tipo de incidente. Esta última conclusão verifica a maior semelhança de casos mais próximos.

Por fim, a figura 12 ilustra a sobreposição dos eventos com as principais rotas de navegação. Considerando uma *Buffer* de 30 milhas náuticas, exceptuando a zona envolvente às ilhas, verifica-se que 20% dos eventos se encontram dentro das rotas marítimas. Este facto vem dar uma nova atenção a estas zonas.

8. Considerações finais

Foi objectivo do presente trabalho efectuar uma análise de padrões pontual dos processos de busca e salvamento na SRR Santa Maria durante os anos de 2007, 2008 e 2009. Pretendeu-se caracterizar e analisar os pedidos de socorro, identificados como pontos localizados no espaço e denominados processos pontuais. O interesse do trabalho foi estudar a distribuição espacial daqueles pontos, avaliando a sua distribuição e causas sobre o padrão observado, nomeadamente, se aleatório ou se apresentava aglomerados.

Na análise dos dados foi necessário estabelecer algumas condicionantes face às limitações apresentadas pelos dados. Dos atributos guardados, realça-se a necessidade de reavaliar a classificação do tipo de incidentes, a guarda das condições ambientais no momento da ocorrência dos eventos, a guarda de outros atributos julgados necessários, mas de uma forma em que seja possível estabelecer uma função matemática que os caracterize. Apenas assim é possível materializar uma modelação com vista à previsão de acidentes, objectivo não alcançado no presente trabalho.

Contrariamente ao que seria suposto, é nas épocas de melhor tempo e estado do mar que sucedem mais casos de pedido de auxílio, dispersando-se também numa área maior. Por outro lado, em épocas de mau tempo, a tendência é a concentração de eventos na área envolvente ao Grupo Central. Deveras interessante é a autocorrelação espacial positiva dos eventos e a existência de maior densidade nas rotas mais concorridas por navios e embarcações.

Muitas das possíveis considerações sobre a análise conjunta dos eventos SAR com a disposição e alcance dos meios SAR já foi tecida por Vicente (2010) e evidenciada ao longo do trabalho.

Salienta-se o facto de o perímetro de alcance ser semelhante à zona de maior concentração de eventos, nomeadamente, no período de Abril a Setembro. Preferencialmente, face aos apoios logísticos, a Ilha Terceira constitui-se, provavelmente, como a melhor base. Nos períodos de mau tempo, o grupo Central merece uma maior atenção. A posição geográfica das Flores merece igualmente ser referida, nomeadamente, por incrementar o raio de alcance de meios aéreos.

Acima de tudo, o presente trabalho constitui-se como uma exercício extremamente interessante, proporcionando ao signatário um melhor conhecimento das ferramentas de análise espacial de informação geográfica e, também, porque este trabalho pode servir de plataforma de lançamento a uma nova abordagem dos eventos SAR.

No futuro poderá mesmo servir como factor de planeamento de disposição dos meios, assim existam modelos de previsão estatisticamente fiáveis.

9. Referências Bibliográficas

Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (2004): "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

Textos não publicados:

Catita, C. (2010): "Apontamentos das aulas teóricas e praticas da disciplina de AEIG", FCUL, DEGGE, 2010.

Campos, A. (2009): "Apontamentos das aulas teóricas e praticas da disciplina de SIG", FCUL, DEGGE, 2009.

Vicente, J. (2010): "As áreas de busca e salvamento marítimo de Portugal", FCUL, DEGGE, Disciplina de SIG, 2010.

Anexo A – O SAR em Portugal

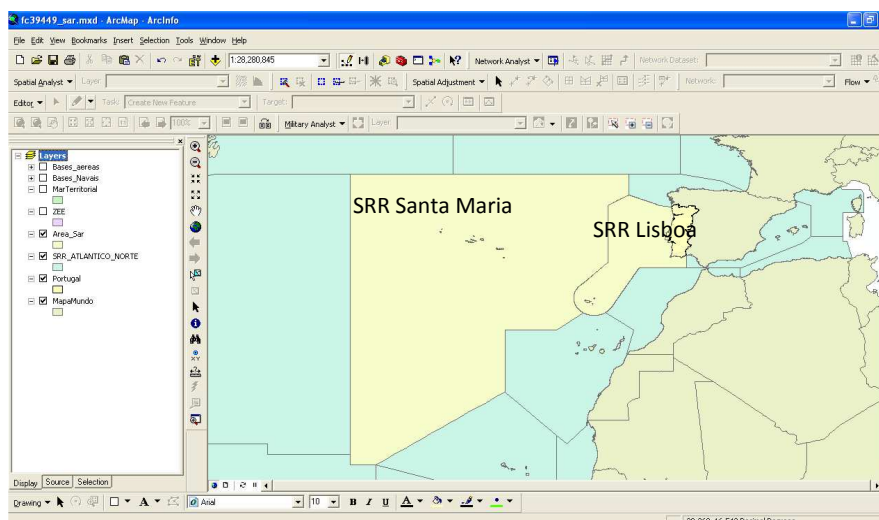


Figura 1 – Áreas SAR da responsabilidade de coordenação de Portugal

As tabelas e figuras seguintes ilustram os meios navais e aéreos à disposição dos Centros Coordenados de Portugal e a respectiva cobertura SAR, de acordo com Vicente (2010).

Meios	Operação	Alcance ²¹	Base Aérea	Código
Avião C-130	Força Aérea	2000	Montijo	C130
Avião P3P	Força Aérea	1500	Beja	P3P
Avião C-212	Força Aérea	200	Tancos, Sintra, Porto Santo, Lajes	C212
Helicóptero EH-101	Força Aérea	160	Montijo, Porto Santo, Lajes	EH101
Helicóptero Alouette	Força Aérea	80	Montijo, Ovar	Alouette
Helicóptero Mesa	Protecção Civil	100	Loulé, Sta Combadão	Mesa

Tabela 1: Tabela de meios aéreos à disposição dos Centros Coordenadores SAR

Meios	Base	Alcance ²²	Código	
Corveta	Lisboa, Ponta Delgada	2500	Corveta	
Patrulha	Leixões, Funchal	300	Patrulha	
Lancha	Sesimbra, Portimão, Faro	100	Lancha	
Salva-vidas	W. Hobotter, Waveney	P. Varzim, Leixões, Nazaré, Olhão, Tavira, VRS António	50	SV50
	Vigilante, Rainha D. Amélia	V. Castelo, Douro, Aveiro, F. da Foz, Peniche, P. Arcos, Cascais, Sines, Sagres, Funchal, P. Delgada, Horta	25	SV25
	Tsunami, Atlantic, Searib, Avon	Esposende, Vila do Conde, Ericeira, Portimão, Fuzeta, Porto Santo, Ponta Delgada, Terceira, Horta, Flores	12	SV12
	X-rib's, Valiant	Sesimbra, VNM Fontes	6	SV6

Tabela 2: Tabela de meios navais à disposição dos Centros Coordenadores SAR

²¹ No caso dos meios aéreos, o alcance corresponde à distância máxima percorrida por uma aeronave, que lhe permita permanecer no local do sinistro durante pelo menos 30 minutos e regressar em segurança à sua base com cerca de 20% de combustível nos tanques.

²² No caso dos meios navais, o alcance é a distância máxima que um meio pode percorrer e regressar à sua base em segurança (cerca de 20% de combustível nos tanques). No caso dos meios navais, deve-se considerar ainda um coeficiente, associado ao tempo de permanência no local, maior quanto maior a autonomia do meio.

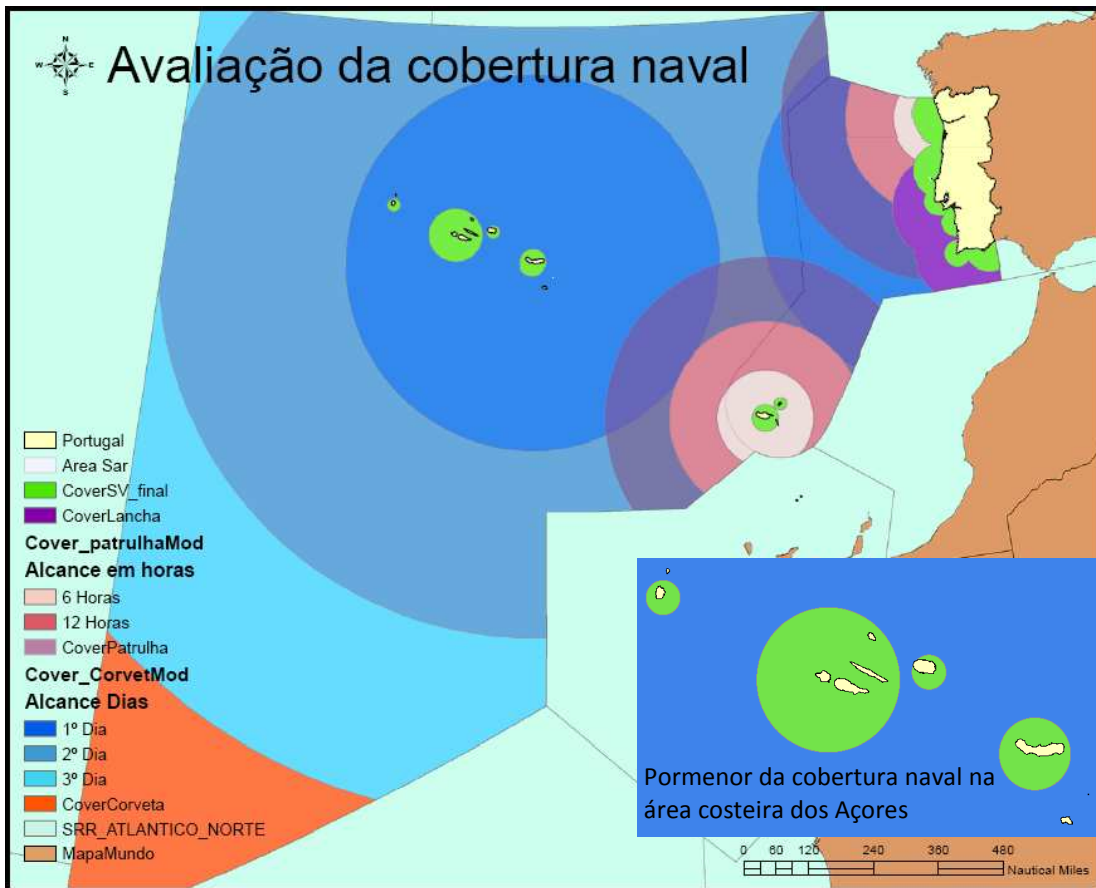


Figura 2: Cobertura dos meios navais [Vicente, 2010].

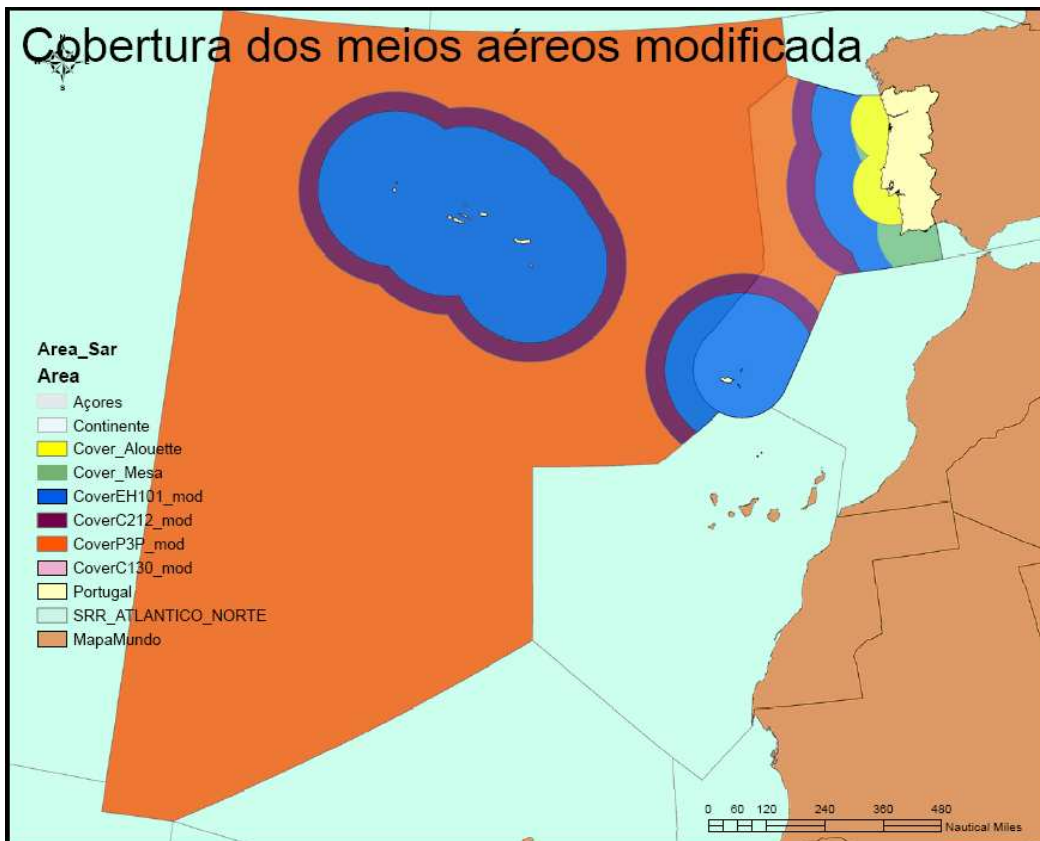


Figura 3: Cobertura dos meios aéreos modificada [Vicente, 2010].

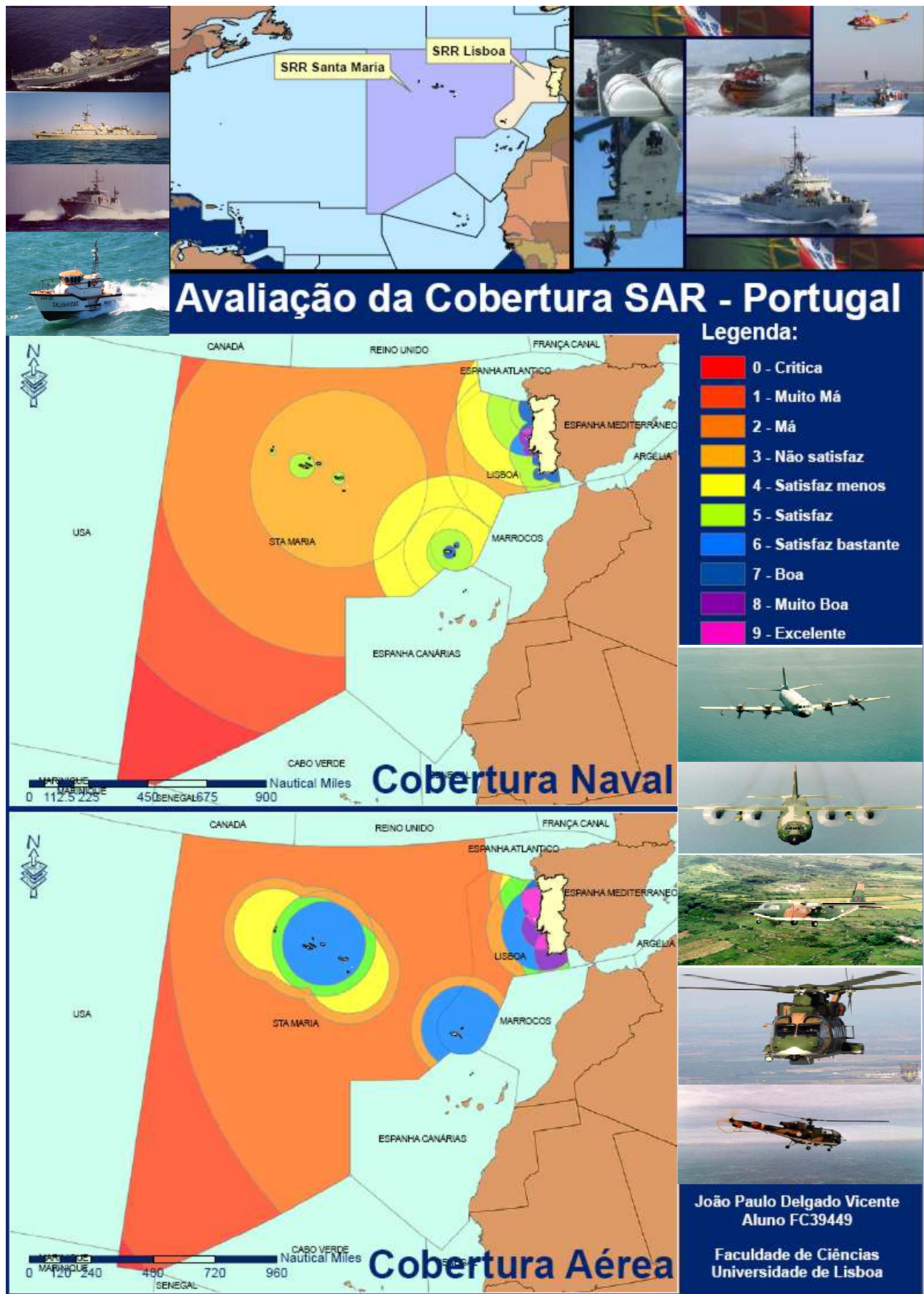


Figura 4: Layout do projecto SIG [Vicente, 2010]

Anexo B – Visualização dos dados

2007: 359 eventos

Symbol	Value	Label	Count
	Abandono	Abandono	1
	Afundamento	Afundamento	3
	Avaria/Deriva	Avaria/Deriva	12
	Encalhe	Encalhe	1
	Falso Alerta	COSPAS	232
	Inundação	Inundação	3
	MEDEVAC	MEDEVAC	61
	MOB	MOB	4
	OVERDUE	OVERDUE	17
	Orla Costeira	Orla Costeira	25

2008: 272 eventos

Symbol	Value	Label	Count
	<all other values>	<all other values>	0
	<Heading>	Legenda1	272
	Afundamento	Afundamento	5
	Avaria/Deriva	Avaria/Deriva	16
	Encalhe	Encalhe	2
	Falso Alerta	COSPAS	157
	MEDEVAC	MEDEVAC	54
	MOB	MOB	3
	OVERDUE	OVERDUE	14
	Orla Costeira	Orla Costeira	21

2007: 278 eventos

Symbol	Value	Label	Count
	<all other values>	<all other values>	0
	<Heading>	Legenda1	278
	Afundamento	Afundamento	1
	Avaria/Deriva	Avaria/Deriva	10
	Encalhe	Encalhe	1
	Falso Alerta	COSPAS	92
	MEDEVAC	MEDEVAC	65
	MOB	MOB	4
	OVERDUE	OVERDUE	16
	Orla Costeira	Orla Costeira	89

Total de eventos: 909 eventos

Symbol	Value	Label	Count
	Abandono	Abandono	1
	Afundamento	Afundamento	9
	Avaria/Deriva	Avaria/Deriva	38
	Encalhe	Encalhe	4
	Falso Alerta	COSPAS	481
	Inundação	Inundação	3
	MEDEVAC	MEDEVAC	180
	MOB	MOB	11
	OVERDUE	OVERDUE	47
	Orla Costeira	Orla Costeira	135

Figura 1: Caracterização dos eventos por tipo de sinistro²³

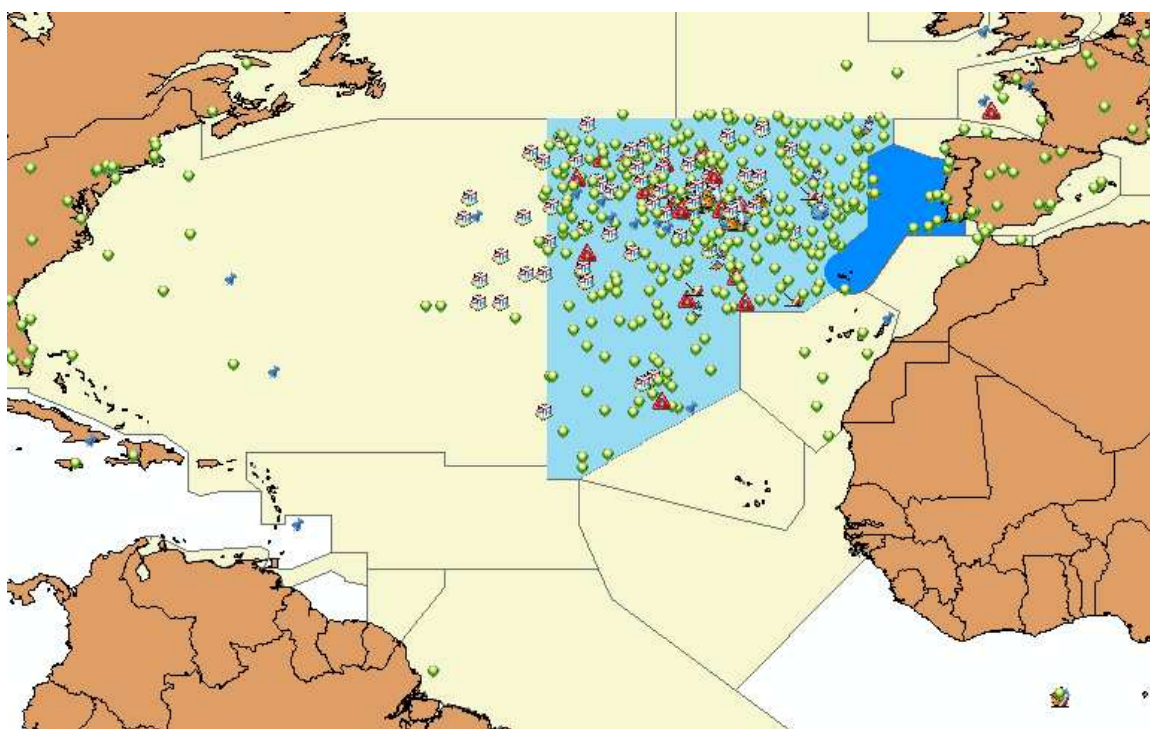
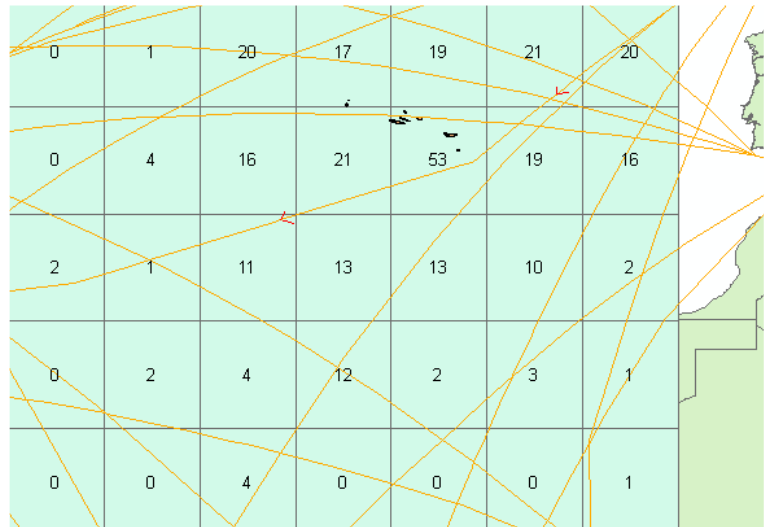
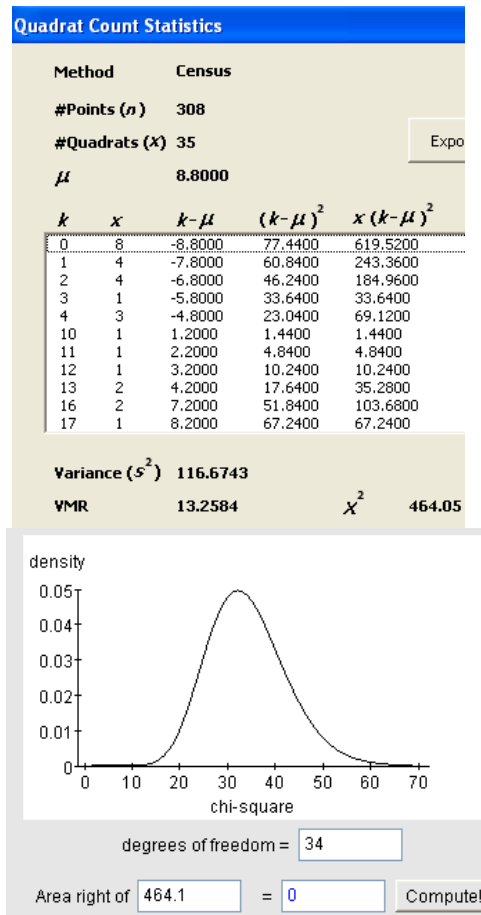


Figura 2: Distribuição espacial dos eventos

²³ Por lapso do signatário, os falsos alertas estão catalogados (*label*) como sendo todos COSPAS. Embora estatisticamente não seja relevante, na realidade, existem casos em que tal não acontece, apesar da maior parte assim ser.

Anexo C – Os falsos alertas



Analisados 308 casos na área adjacente à SRR Santa Maria respeitantes aos anos de 2007, 2008 e 2009, é observável a elevada concentração de eventos nos quadrantes junto das ilhas. Uma *Variance to Mean Ratio* (VMR) superior a 13 indica claramente, a não existência de um padrão aleatório., fruto da concentração de eventos onde existe mais navegação e embarcações, ou seja, junto das ilhas.

A probabilidade de termos um padrão aleatório é dado pelo *p-value* = 6.18932E-77, ou seja, podemos considerar zero.

Figura 1: Contagem por quadrantes²⁴

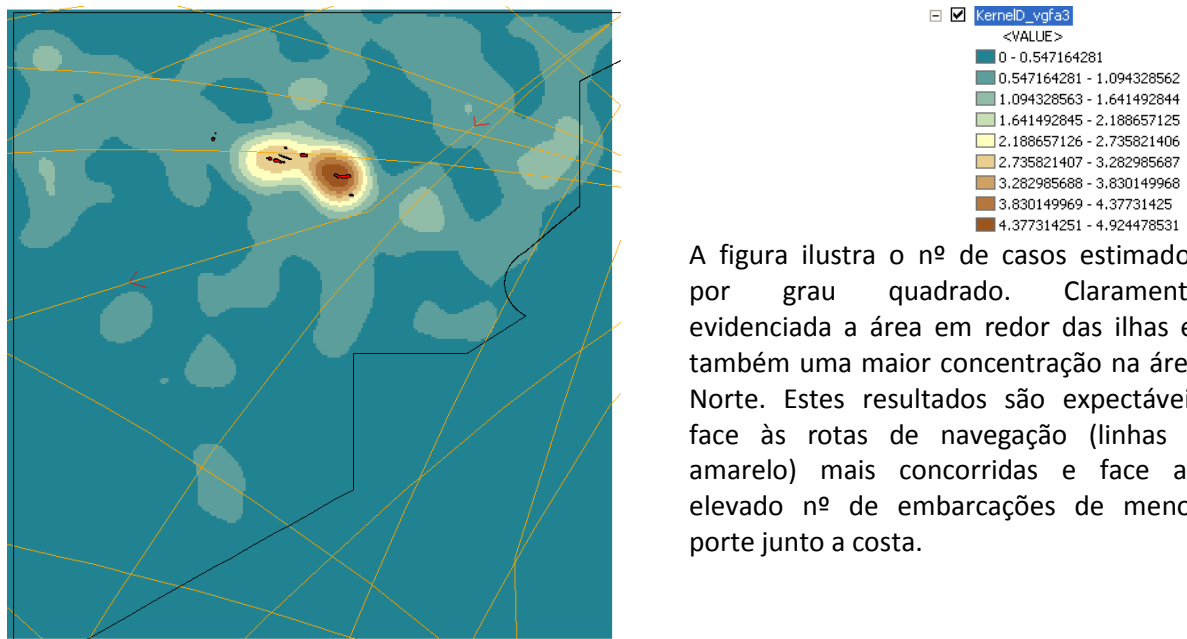


Figura 2: Estimador de densidade

²⁴ O gráfico qui-quadrado foi obtido em <http://www.stat.tamu.edu/~west/applets/chisqdemo.html>

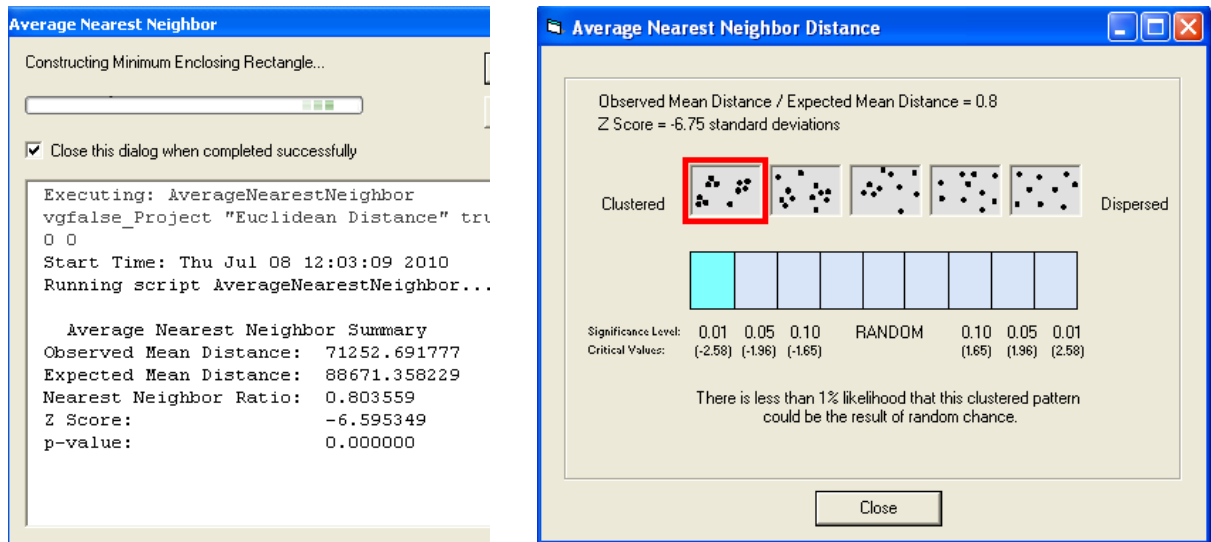


Figura 3: Vizinho mais próximo

A análise do vizinho mais próximo indica, uma vez mais, a distribuição em aglomerados dos falsos alertas.

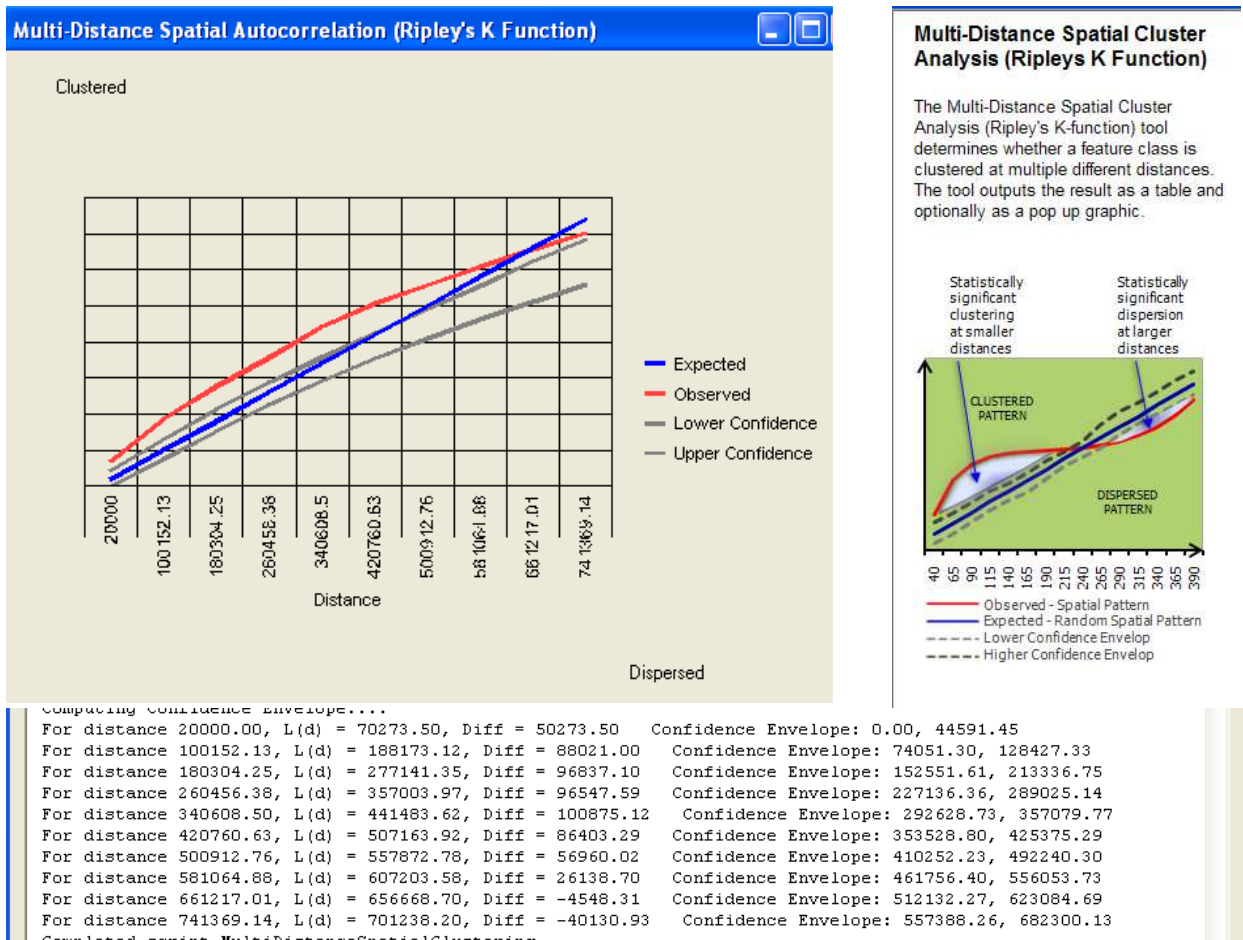
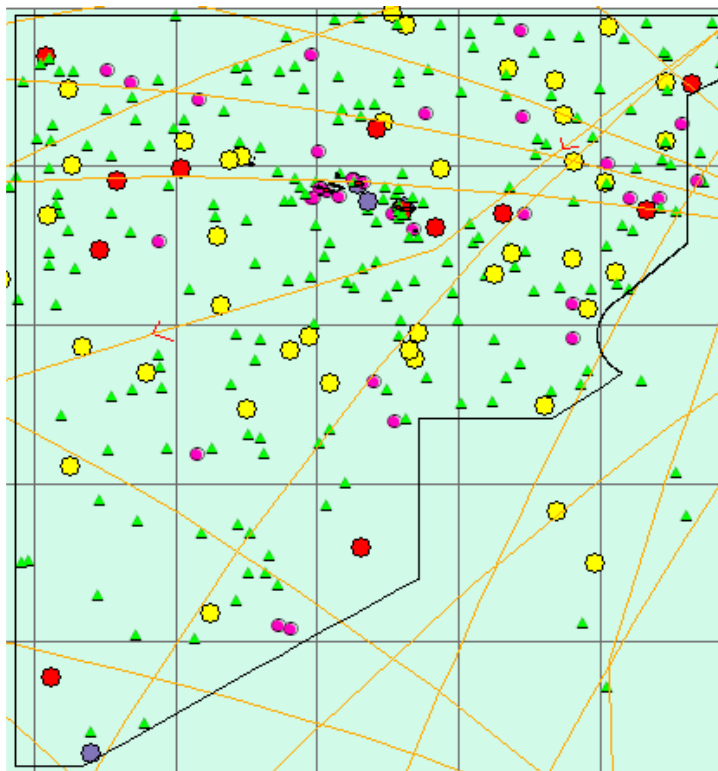


Figura 4: Função K

A função K efectua uma análise idêntica à do vizinho mais próximo, mas considera diferentes escalas. Do gráfico verifica-se que para distâncias inferiores a 600 km, o padrão é claramente aglomerado. Imagem da direita: ARCGis versão 9.3 Help

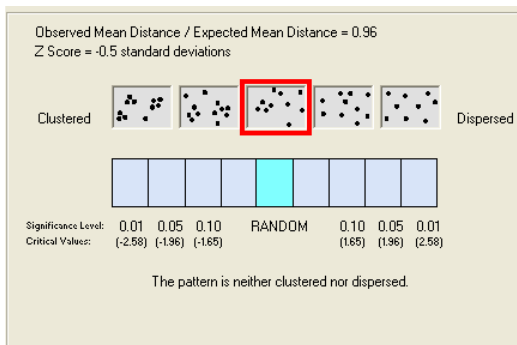


<Heading>	TipoEmb	308
0	0	213
1	1	36
2	2	42
3	3	5
4	4	12

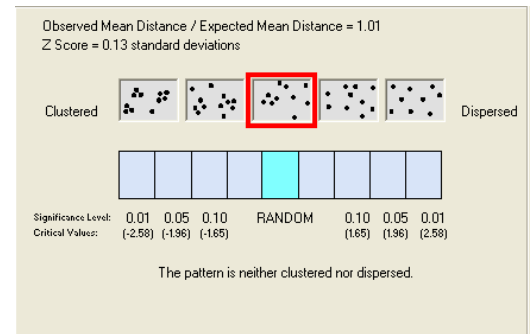
Legenda dos códigos:

- 0 – Não identificado
- 1 – Embarcações de pesca
- 2 – Navios mercantes
- 3 – Embarcações de recreio
- 4 - Embarcações de pesca

Quando consideramos os falsos alertas no seu todo obtemos claramente um padrão *cluster*. No entanto, efectuando a análise de forma diferenciada, mediante o tipo de embarcação obtemos resultados diferentes.

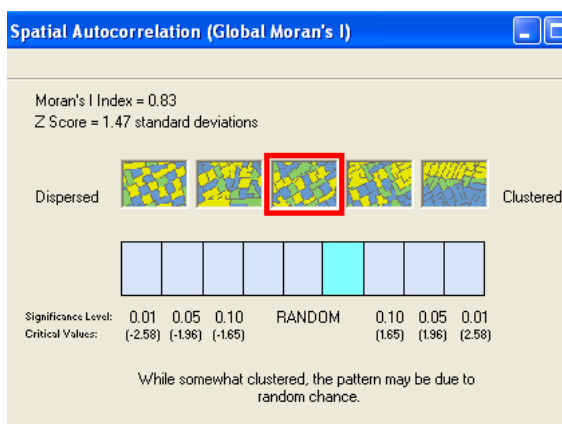


Resultado da análise considerando apenas os navios mercantes (código 2)



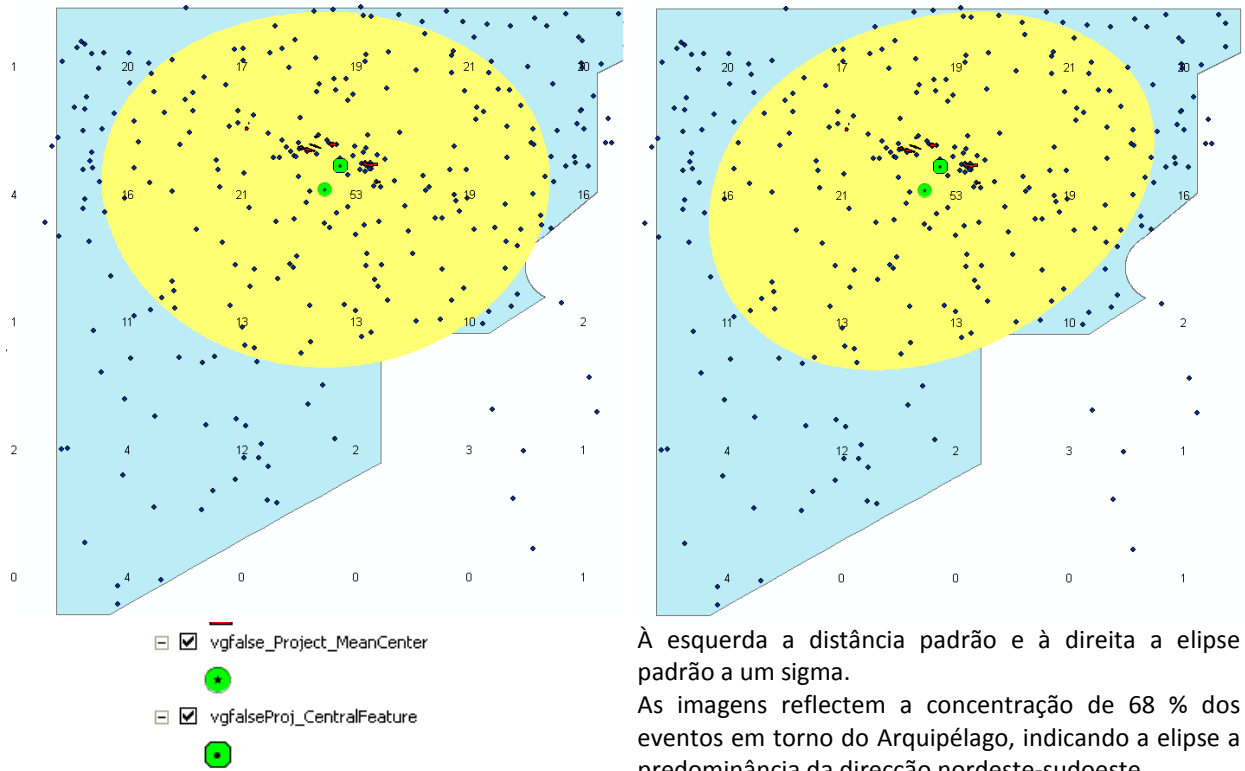
Resultado da análise considerando as embarcações (códigos 1,3 e 4)

Figura 5: Função K, diferenciada por tipo de embarcação



Global Moran's I Summary	
Moran's Index:	0.833078
Expected Index:	-0.003257
Variance:	0.323055
Z Score:	1.471439
p-value:	0.141172

Figura 6: Índice de Moran considerando como variável o semestre



Anexo D – Eventos na orla costeira

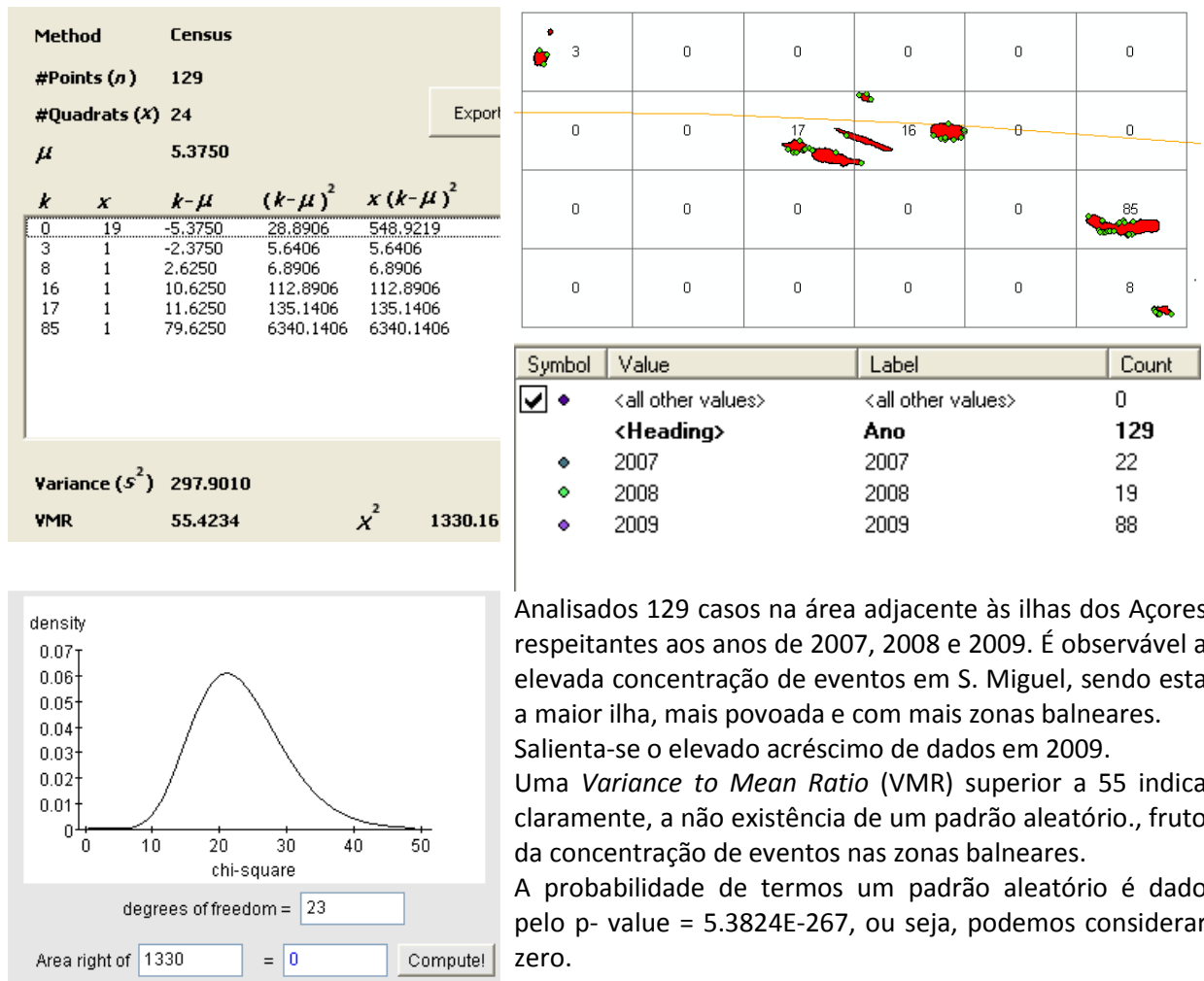
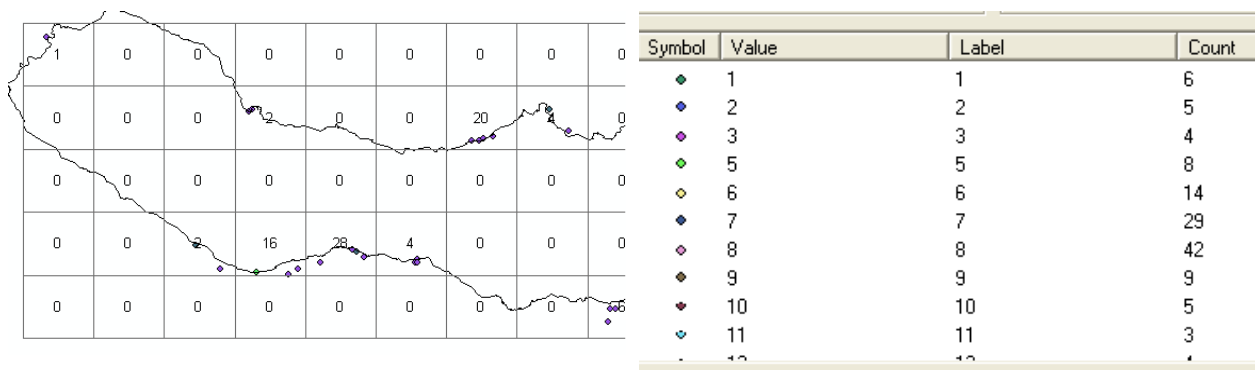


Figura 1: Contagem por quadrantes²⁵



Dos 85 eventos registados em S. Miguel salienta-se a elevada concentração em Ponta Delgada e na costa adjacente até à Lagoa e, na ribeira Grande (zona a norte). Por outro lado, visualizamos na direita, o elevado registo de eventos durante os meses de Julho (*Label* 7) e Agosto (*Label* 8), situação perfeitamente normal face aos hábitos das populações durante os meses de Verão.

Figura 2: Contagem por quadrantes em S. Miguel e nº de eventos mensal

²⁵ O gráfico qui-quadrado foi obtido em <http://www.stat.tamu.edu/~west/applets/chisqdemo.html>

Anexo E – As evacuações médicas

Quadrat Count Statistics

Method: Census

#Points (n): 68

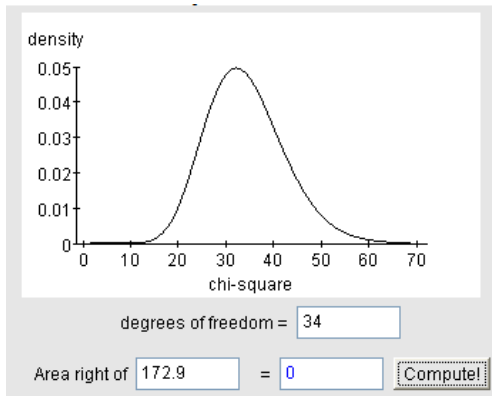
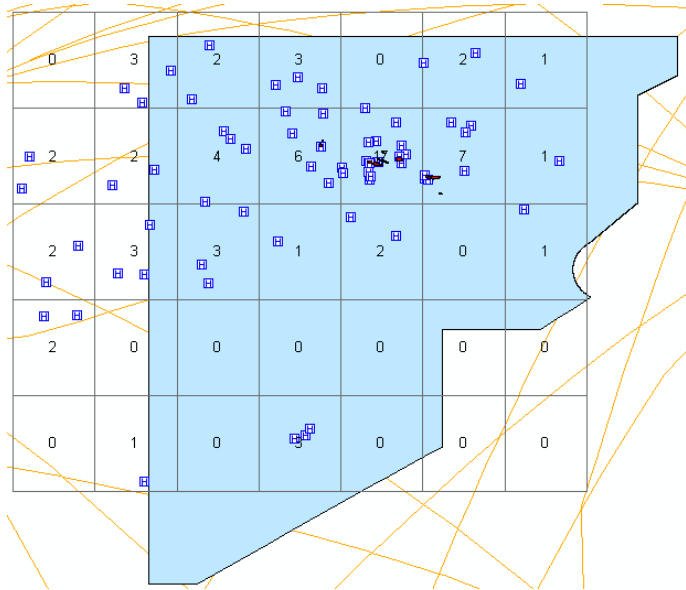
#Quadrats (x): 35

μ : 1.9429

k	x	k- μ	(k- μ) ²	x(k- μ) ²
0	14	-1.9429	3.7747	52.8457
1	5	-0.9429	0.8890	4.4449
2	7	0.0571	0.0033	0.0229
3	5	1.0571	1.1176	5.5878
4	1	2.0571	4.2318	4.2318
6	1	4.0571	16.4604	16.4604
7	1	5.0571	25.5747	25.5747
17	1	15.0571	226.7176	226.7176

Variance (s²): 9.5967

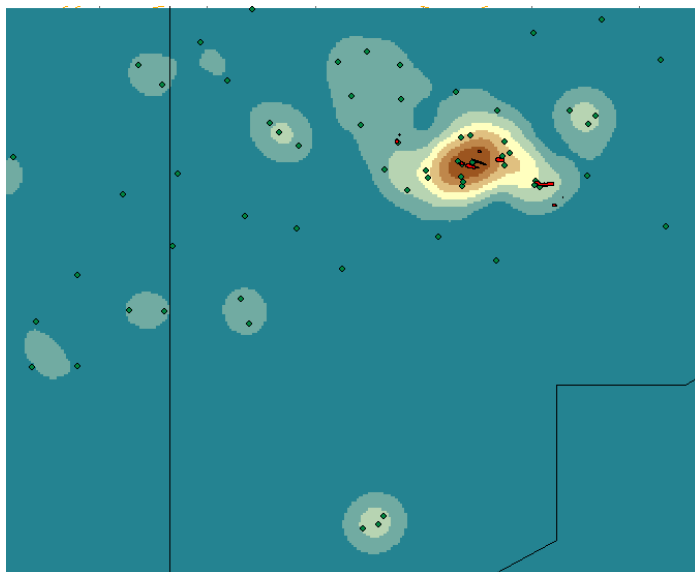
VMR: 4.9395 χ^2 : 172.88



Dos 180 casos iniciais foram apenas analisados 68 casos na área adjacente à área de coordenação do MRCC Delgada respeitantes aos anos de 2007, 2008 e 2009. É observável a elevada concentração de eventos em torno do Arquipélago dos Açores. Os restantes eventos foram eliminados por estarem localizados fora da área de interesse ou localizados nas zonas portuárias.

Uma *Variance to Mean Ratio* (VMR) de aproximadamente 5 indica a não existência de um padrão aleatório. A probabilidade de termos um padrão aleatório é dado pelo p -value = 1.63661E-20, ou seja, podemos considerar zero.

Figura 1: Contagem por quadrantes²⁶



A figura ilustra o nº de casos estimados por grau quadrado. Claramente evidenciada a área em redor das ilhas (nomeadamente, no grupo central).

Figura 2: Estimador de densidade

²⁶ O gráfico qui-quadrado foi obtido em <http://www.stat.tamu.edu/~west/applets/chisqdemo.html>

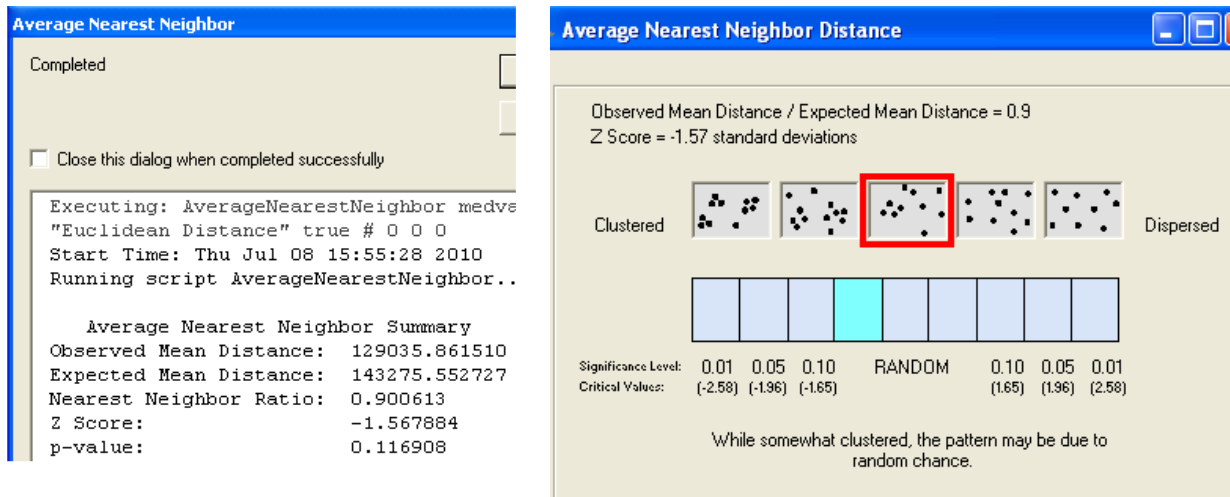


Figura 3: Vizinho mais próximo

A análise do vizinho mais próximo indica, por sua vez, uma distribuição quase aleatória das evacuações médicas. Esta conclusão advém de se considerar a distância entre eventos ao invés do nº de eventos por quadrantes que, manifestamente, pode conduzir a resultados menos realistas em razão do nº de quadrantes seleccionados.

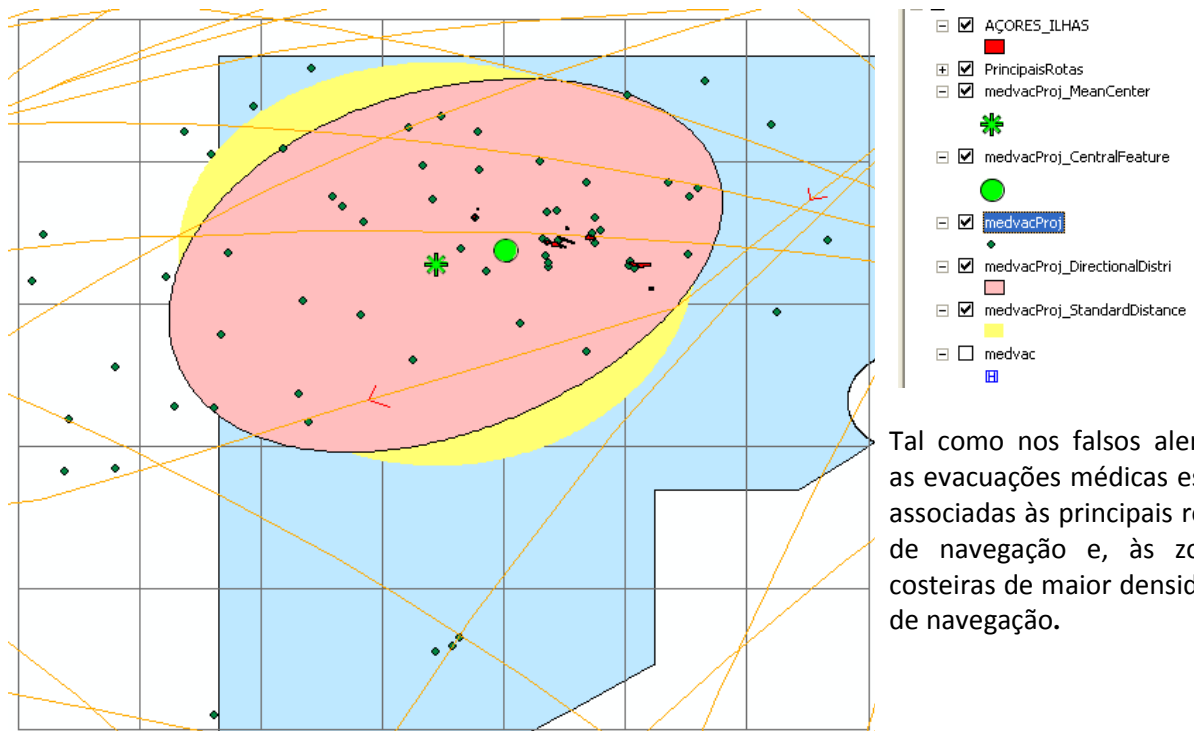


Figura 3: Centrografia

Tal como nos falsos alertas, as evacuações médicas estão associadas às principais rotas de navegação e, às zonas costeiras de maior densidade de navegação.

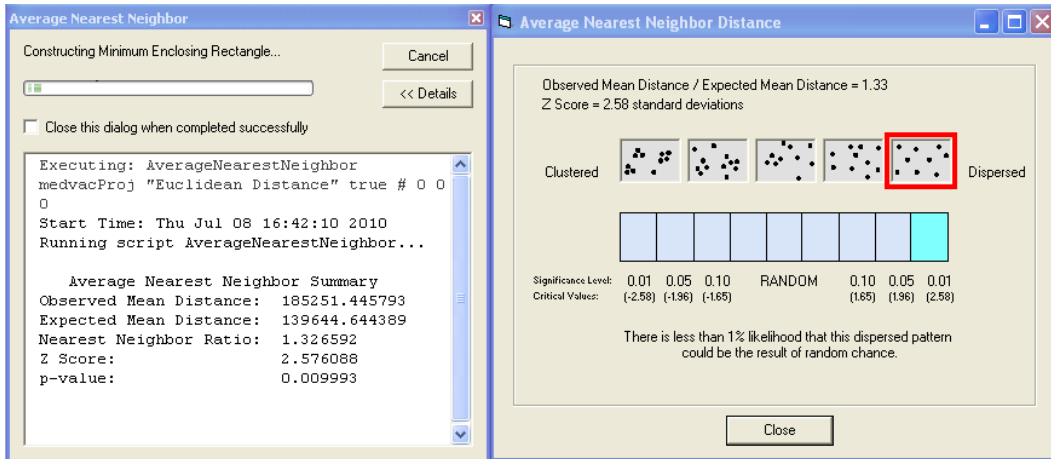


Figura 4: Vizinho mais próximo considerando apenas os casos relativos às embarcações de pesca.

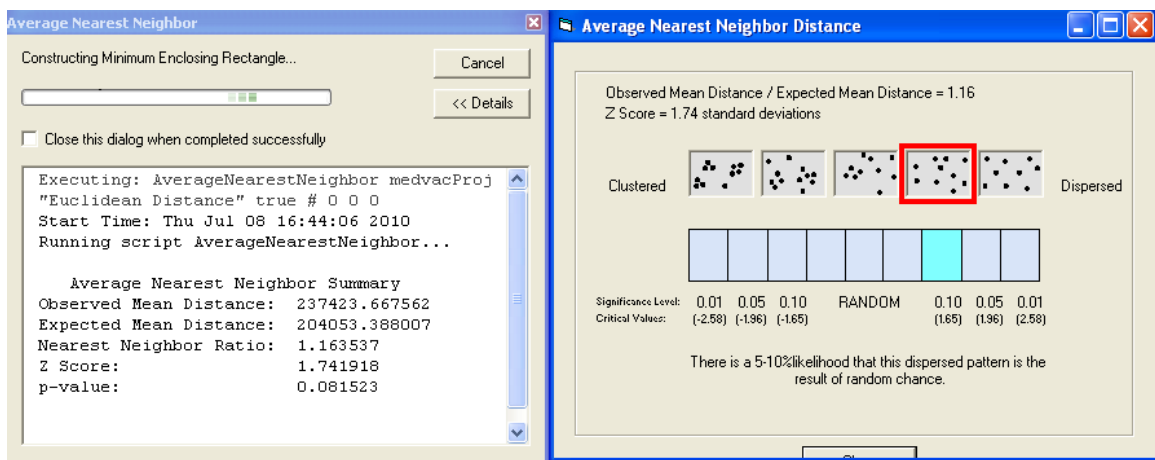
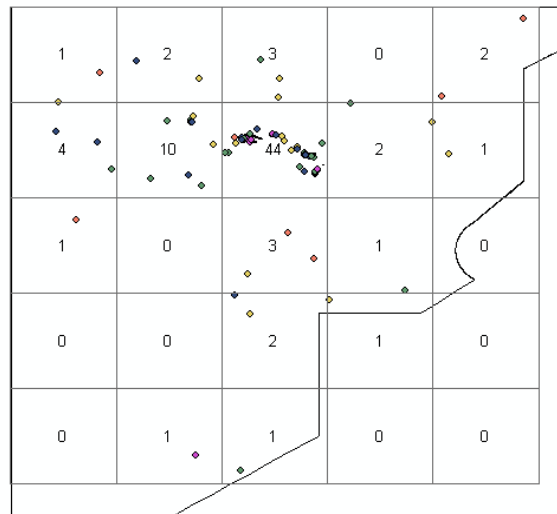
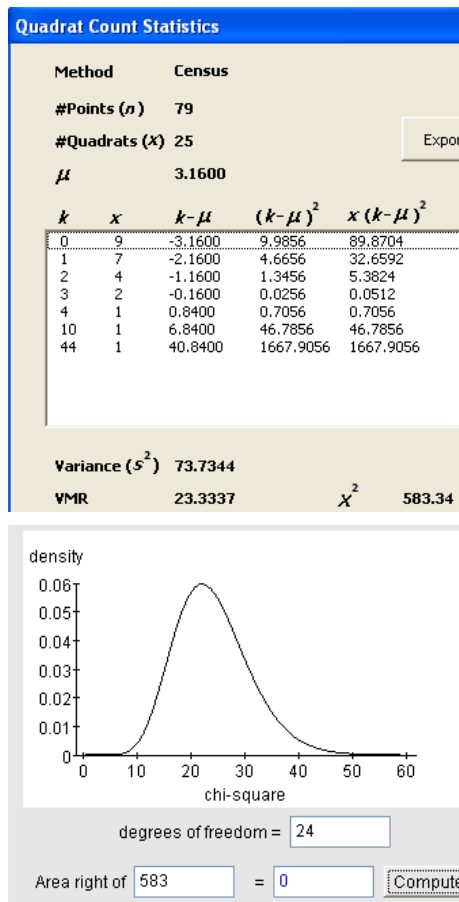


Figura 5: Vizinho mais próximo considerando apenas os casos relativos aos navios mercantes.

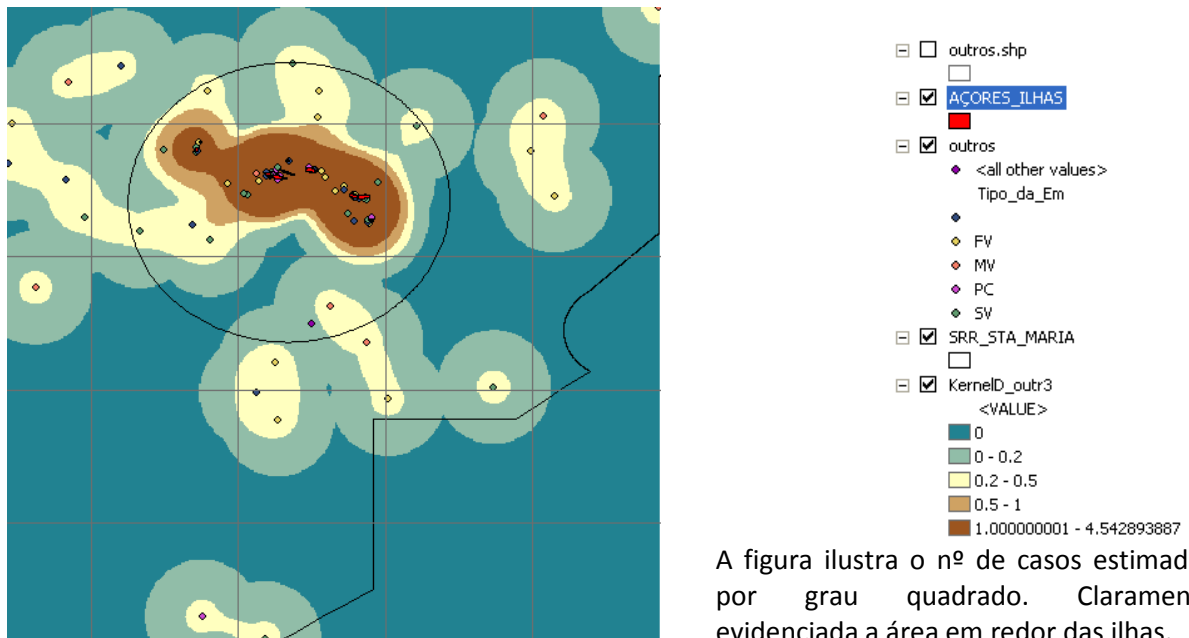
Anexo F – Os outros eventos



Foram analisados 79 casos na área adjacente à área de coordenação do MRCC Delgada respeitantes aos anos de 2007, 2008 e 2009 e, relativos a todos os tipos de incidentes, excepto os falsos alertas, os eventos na orla costeira e as evacuações médicas. É observável a elevada concentração de eventos em torno do Arquipélago dos Açores, nomeadamente nos Grupos Central e Oriental.

Uma *Variance to Mean Ratio* (VMR) superior a 23 indica a não existência de um padrão aleatório. A probabilidade de termos um padrão aleatório é dado pelo p-value = 7.2213E-108, ou seja, podemos considerar zero.

Figura 1: Contagem por quadrantes²⁷

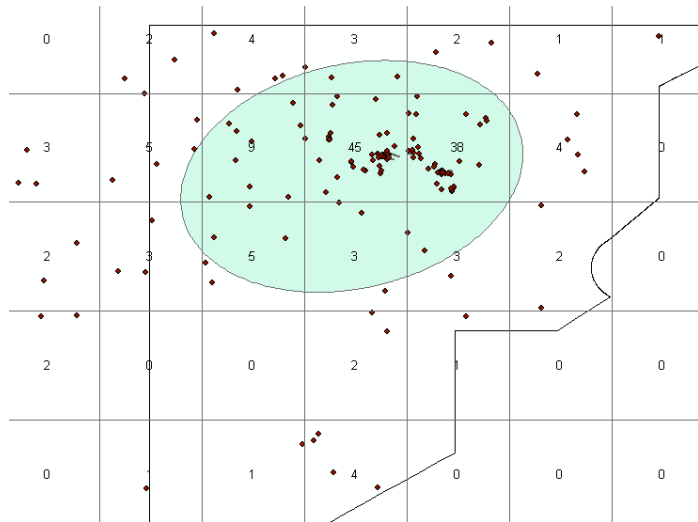
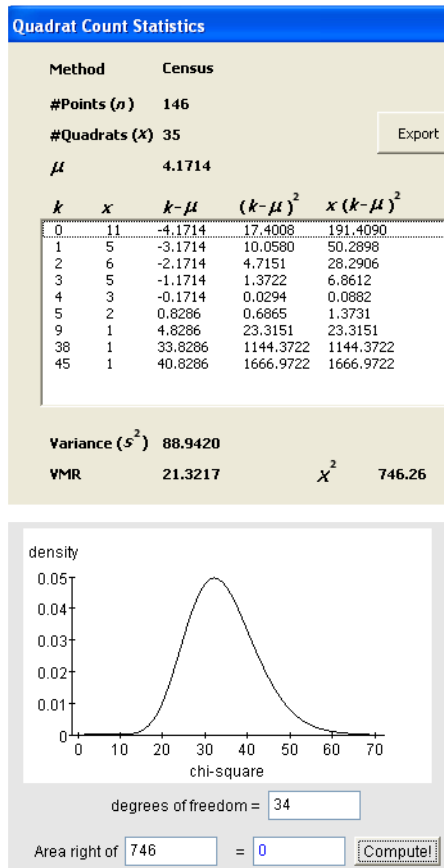


A figura ilustra o nº de casos estimados por grau quadrado. Claramente evidenciada a área em redor das ilhas.

Figura 2: Estimador de densidade

²⁷ O gráfico qui-quadrado foi obtido em <http://www.stat.tamu.edu/~west/applets/chisqdemo.html>

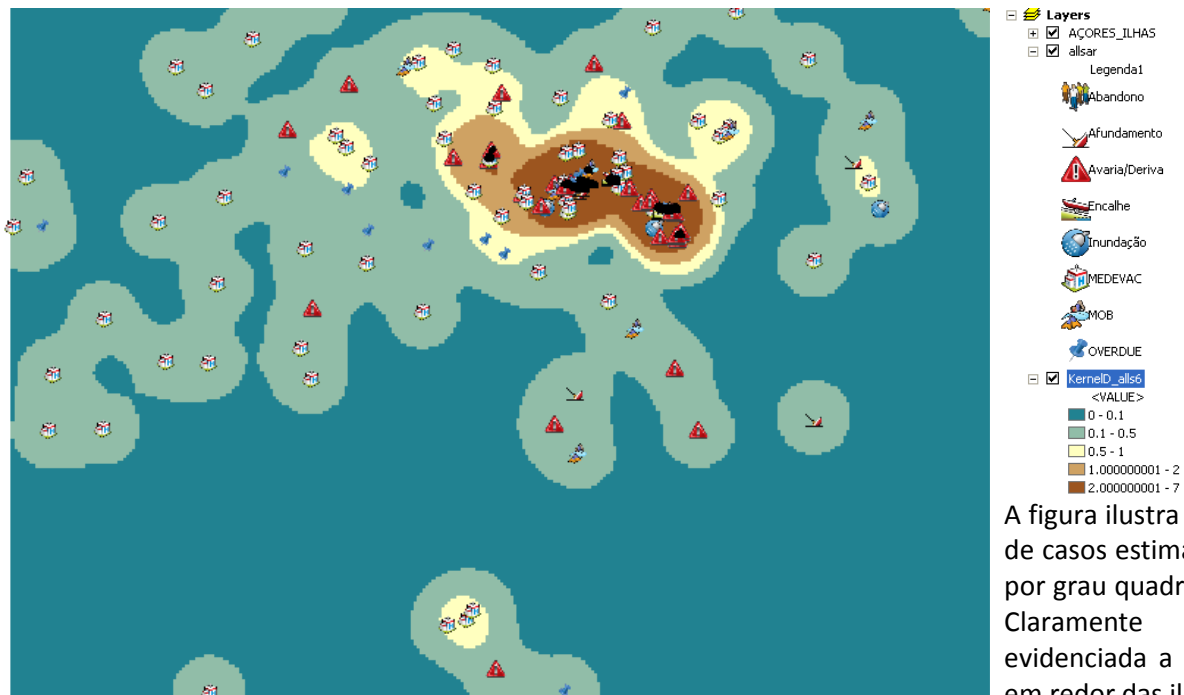
Anexo G – Análise Global



Foram analisados 146 casos na área adjacente à área de coordenação do MRCC Delgada respeitantes aos anos de 2007, 2008 e 2009 e, a todos os tipos de incidentes, excepto os falsos alertas e os eventos na orla costeira. É observável a elevada concentração de eventos em torno do Arquipélago dos Açores, nomeadamente nos Grupos Central e Oriental.

Uma *Variance to Mean Ratio* (VMR) superior a 21 indica a não existência de um padrão aleatório. A probabilidade de termos um padrão aleatório é dado pelo p-value = 6.307E-135, ou seja, podemos considerar zero.

Figura 1: Contagem por quadrantes²⁸



A figura ilustra o nº de casos estimados por grau quadrado. Claramente evidenciada a área em redor das ilhas.

Figura 2: Estimador de densidade

²⁸ O gráfico qui-quadrado foi obtido em <http://www.stat.tamu.edu/~west/applets/chisqdemo.html>



Figura 3: Vizinho mais próximo.

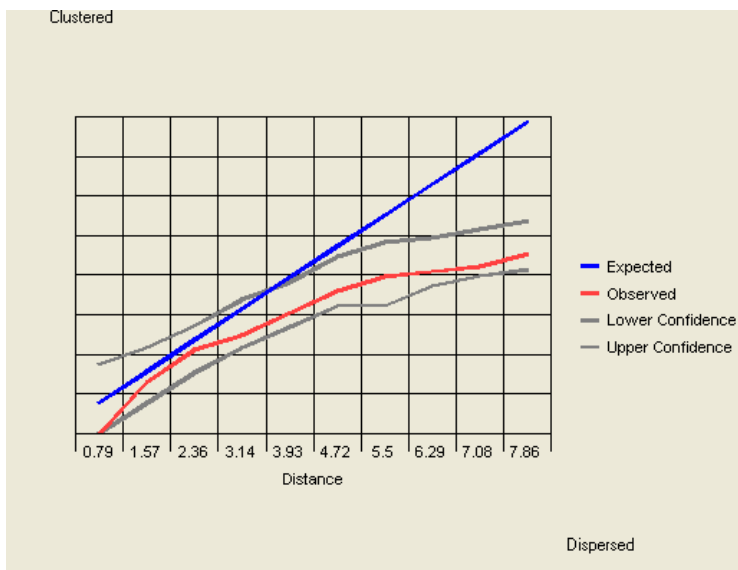


Figura 4: Função K ilustra que para distâncias maiores o padrão observado pode ser considerado disperso.

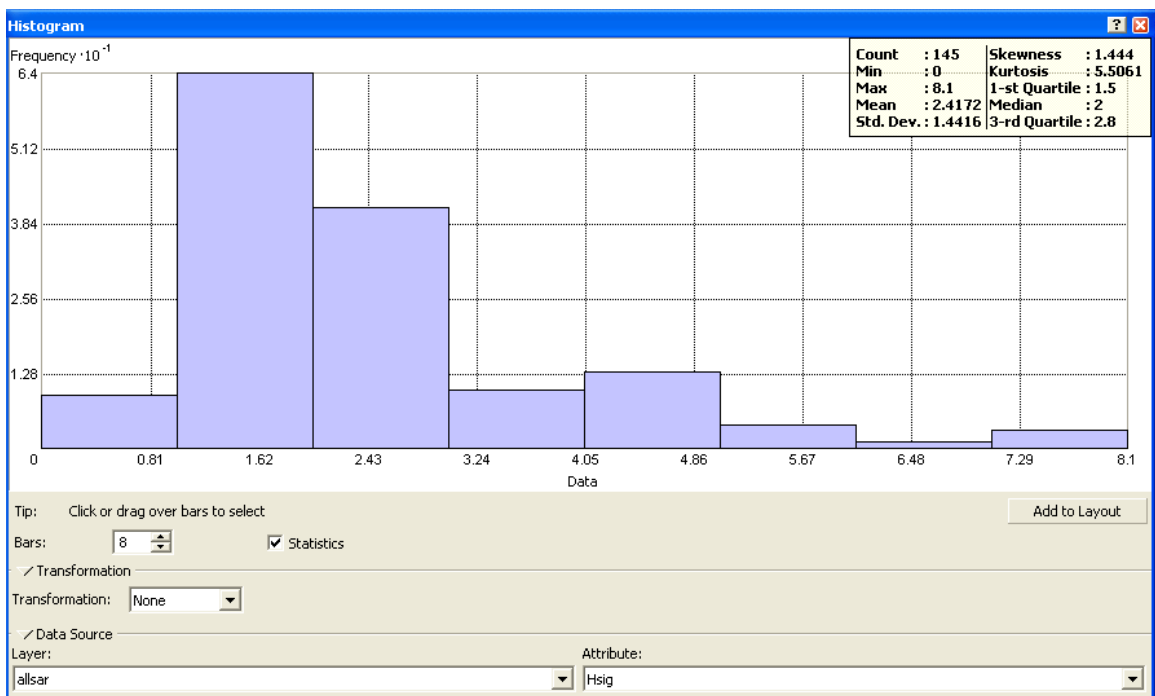


Figura 5: Histograma de eventos por altura da ondulação (m)

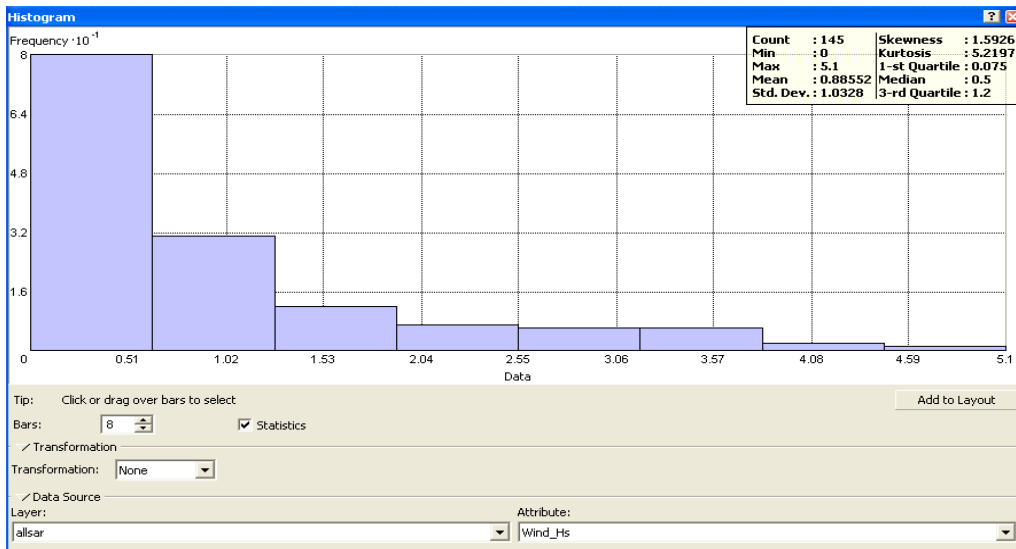


Figura 6: Histograma de eventos por intensidade do vento (m/s)

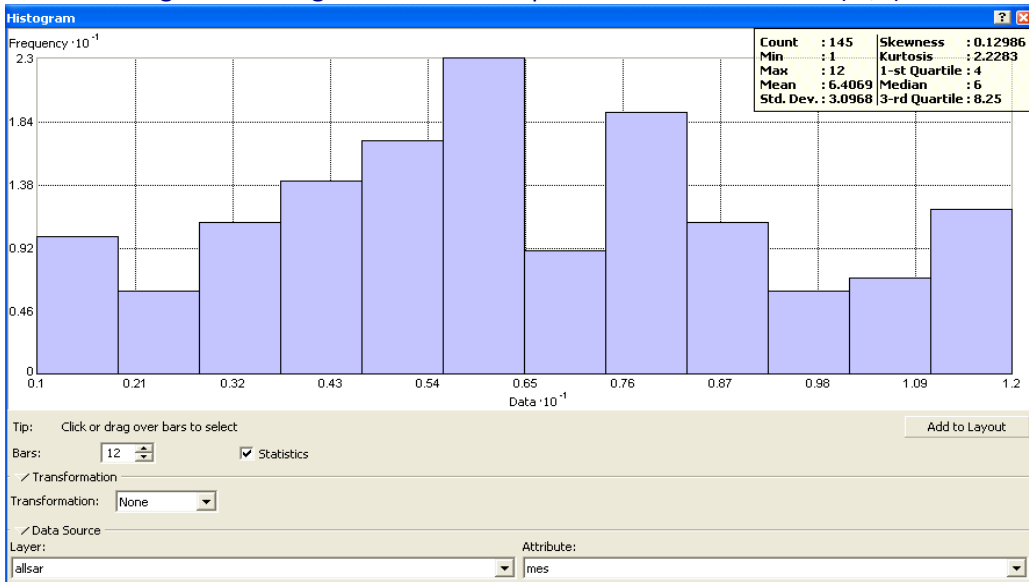


Figura 7: Histograma de eventos por mês

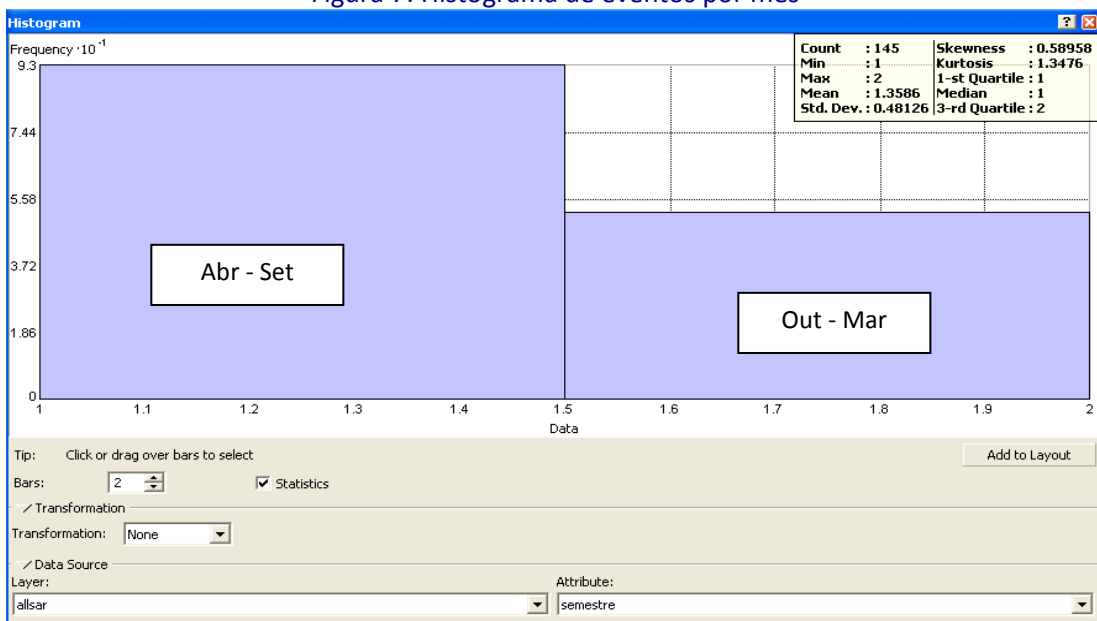


Figura 8: Histograma de eventos por semestre

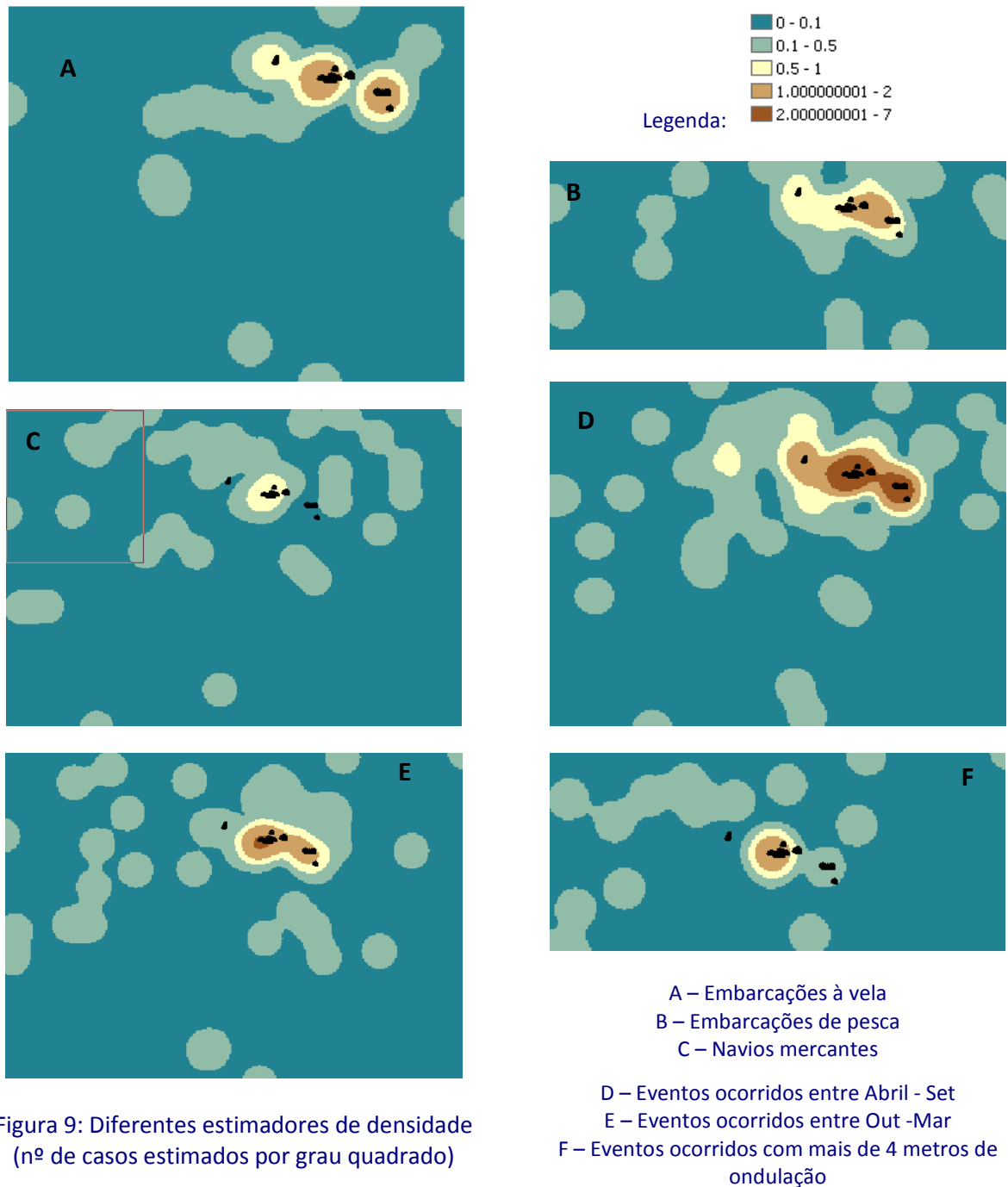


Figura 9: Diferentes estimadores de densidade (nº de casos estimados por grau quadrado)

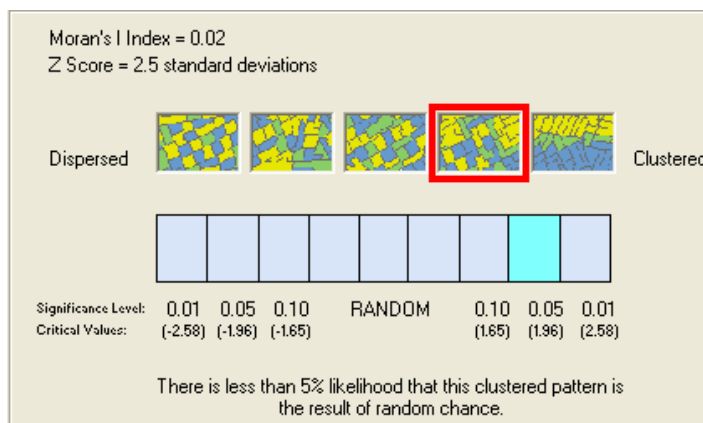


Figura 10: Índice de Moran com a altura de ondulação

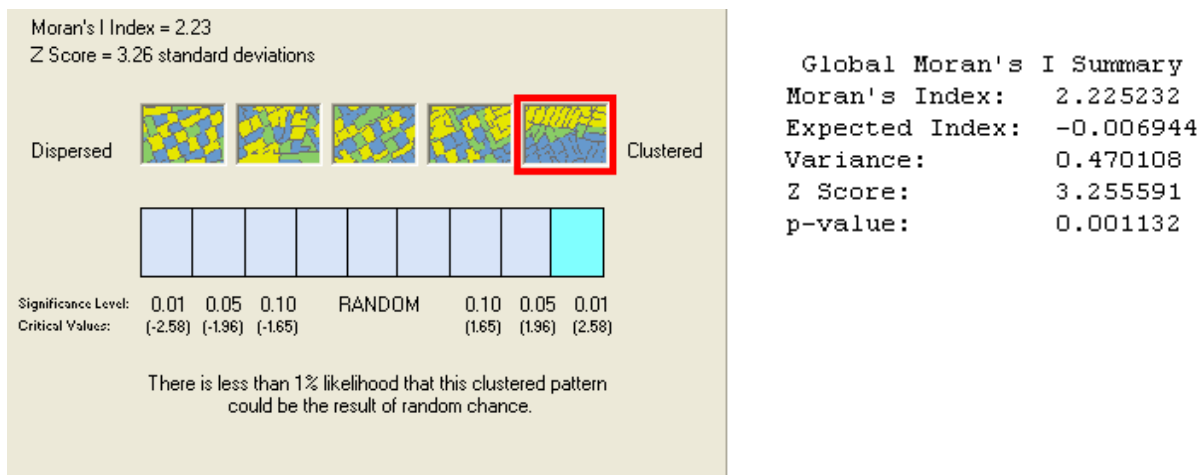


Figura 11: Índice de Moran com o tipo de incidente

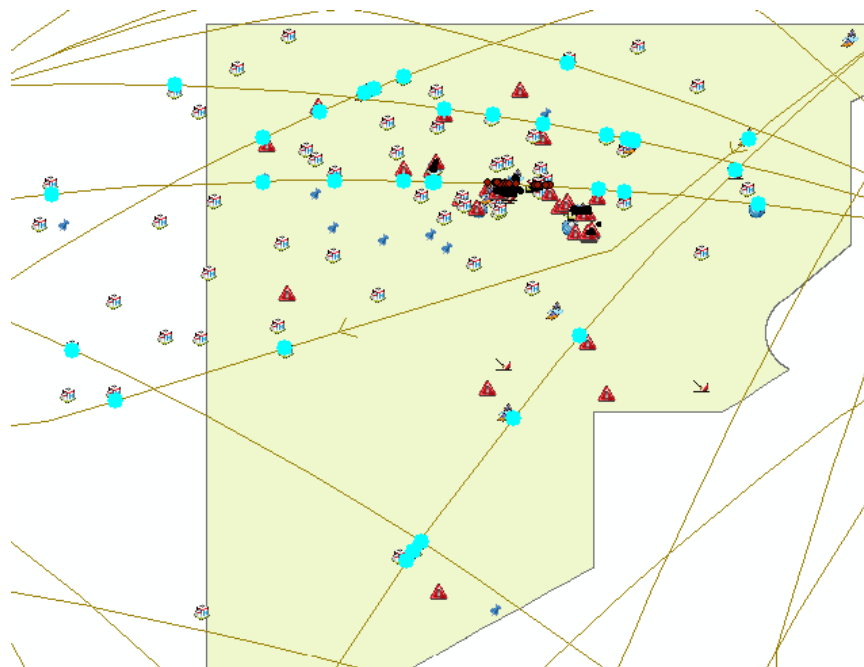


Figura 12: Relação dos eventos com as rotas de navegação (cerca de 20% dos eventos localizam-se a menos de 30 milhas das principais rotas de navegação, com realce para as localizadas a norte das ilhas)

Anexo H – Análise conjunta com a cobertura SAR

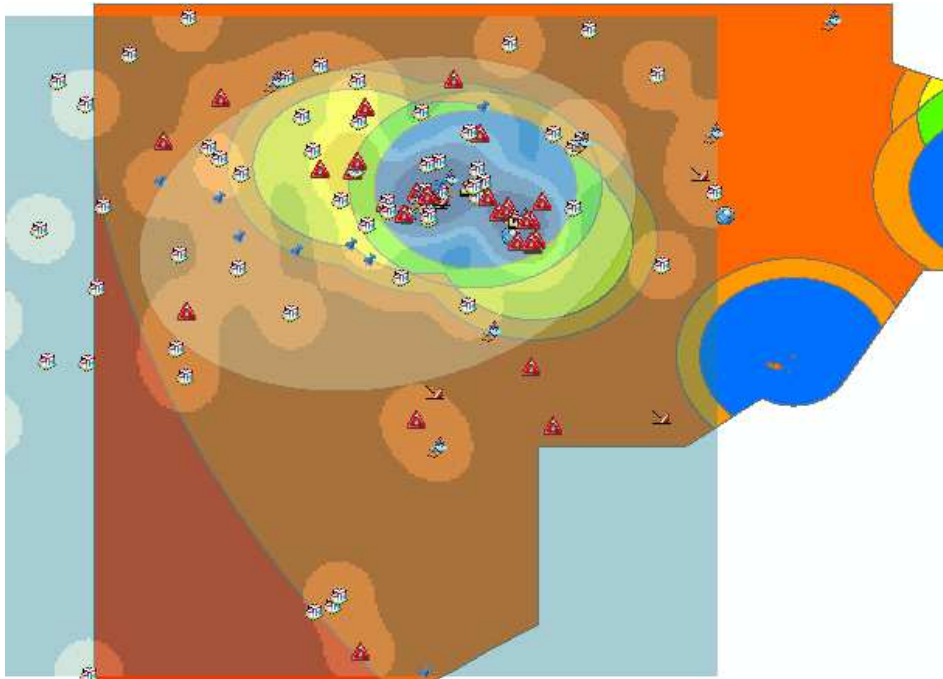


Figura 1: Sobreposição eventos do período de Abr-Set (mais disperso) sobre a cobertura aérea

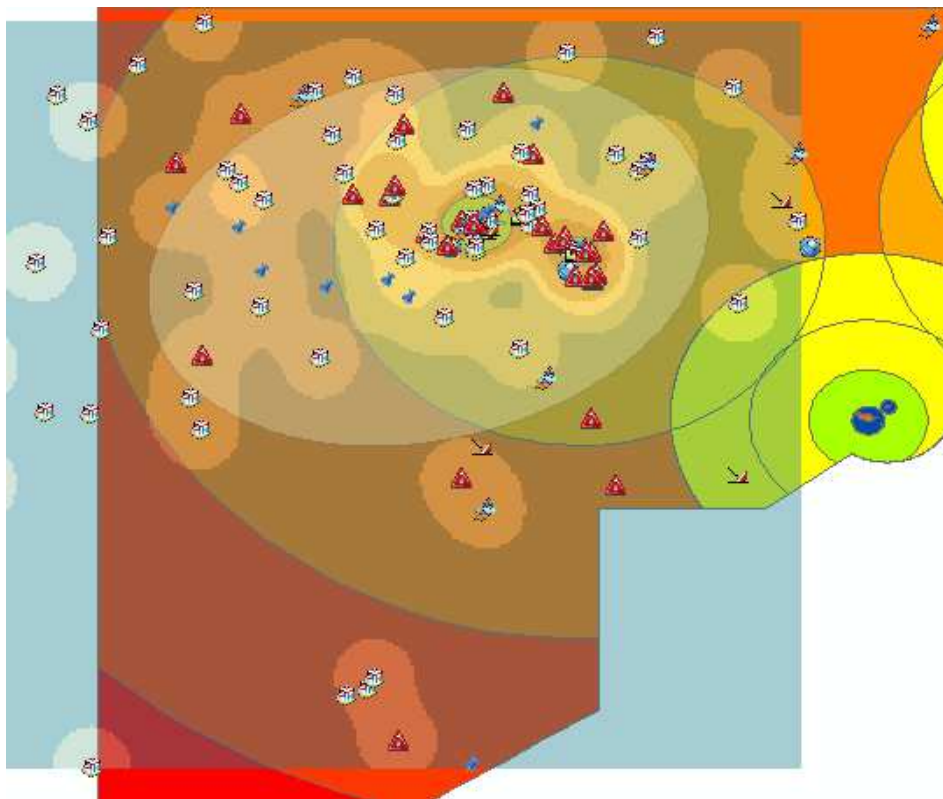


Figura 2: Sobreposição eventos do período de Abr-Set (mais disperso) sobre a cobertura naval



Figura 3: Sobreposição eventos do período de Abr-Set (mais disperso) sobre a cobertura naval

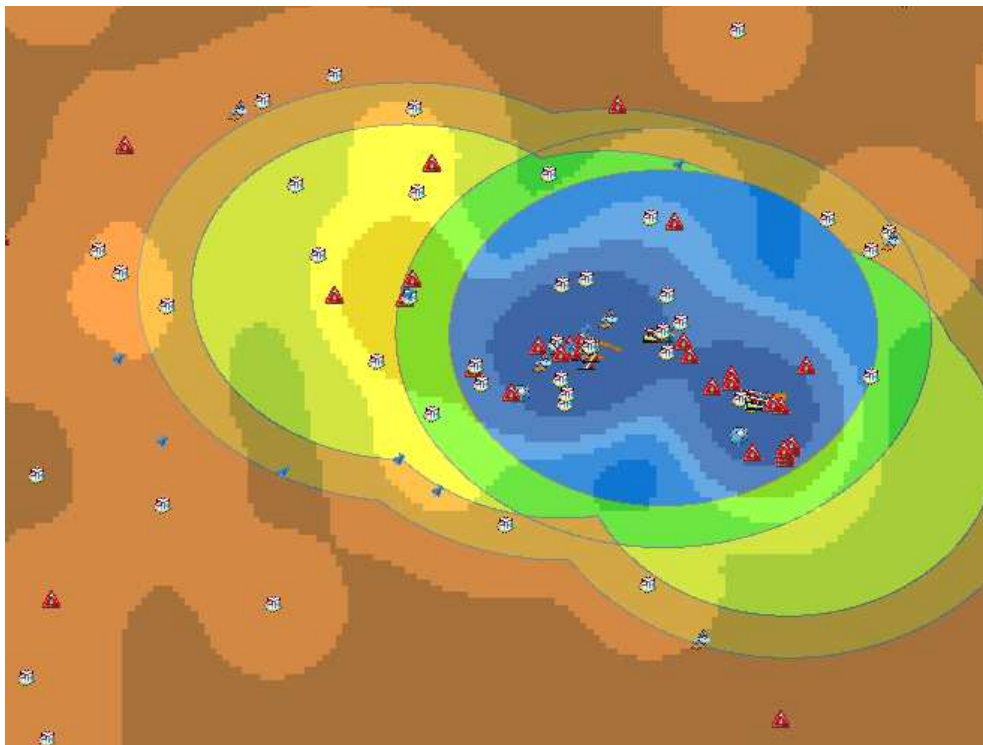


Figura 4: Sobreposição eventos do período de Abr-Set (mais disperso) sobre a cobertura aérea