

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**Design flexível de uma rede de comandos
regionais de operações de socorro**

Carlos Guilherme Moreira Neto Torres

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Major Automação

Orientador: Abílio Carlos Pereira Pacheco
Coorientador: António Miguel da Fonseca Fernandes Gomes

Junho de 2019

© Guilherme Torres, 2019

Resumo

Os incêndios ocorridos nos em especial nos anos de 2003, 2005 e 2017 em muito contribuem para compreender a cada vez maior importância atribuída a esta temática. Em particular, os fogos ocorridos nos concelhos de Pedrógão Grande, Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos e Ansião (em junho de 2017), e os ocorridos na serra de Monchique (em agosto de 2018) elucidam a sobeja importância que adquirem no panorama nacional e destacam o papel fulcral do planeamento e execução do combate. O foco desta dissertação foi entender se uma alteração à organização territorial atual contribui para uma melhoria na qualidade, prontidão e alocação de recursos no combate a incêndios. Procurou-se então encontrar uma solução que permitisse substituir os atuais Comandos Distritais de Operações de Socorro (CDOS) por Comandos Regionais de Operações de Socorro (CROS), compostos pela junção de NUTS III ou de Distritos.

Numa primeira fase, analisaram-se as ocorrências simultâneas para um intervalo de tempo definido. Esses valores seriam insuficientes, pois dependendo do distrito ou NUTS III em causa, o potencial de área ardida difere significativamente. Após a obtenção dos dados iniciais, obtiveram-se diferentes configurações, utilizando restrições de número máximo de NUTS III/Distritos por região, e distância máxima entre os seus centros. Devido à existência de níveis de NUTS, foi imposta a necessidade de apenas se agrupar NUTS III que pertencessem às mesmas NUTS II. A exceção ocorreu apenas na união das NUTS II do Alentejo, Algarve e Área Metropolitana de Lisboa, uma vez que, no caso das últimas duas, a sua designação de NUTS II era coincidente com a de NUTS III. A mesma divisão regional indicada foi feita para o caso dos Distritos, procurando distribuí-los pelas NUTS II onde se encontrasse a maioria da sua área.

Destaca-se como principal finalidade desta dissertação o contributo para um melhor balanceamento da carga ao nível do comando, bem como ao nível da alocação de recursos. Distingue-se ainda a sua utilidade enquanto ferramenta de apoio à decisão e à definição de políticas. Encontraram-se indícios de que se a alteração planeada da organização de comandos de operações de socorro não considerar a junção de NUTS III/Distritos pode inclusive criar uma maior desigualdade face ao caso atual. Assim ficou explícita a importância fulcral do planeamento e gestão ao nível do comando.

Palavras-chave: Flexibilidade, gestão de incêndios, incêndios, incerteza, particionamento.

Página em branco

Abstract

The fires that have occurred especially in the years of 2003, 2005 and 2017 have greatly contributed to recognize the increasing importance attributed to this issue. Specifically the devastating fires in the areas of Pedrógão Grande, Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos and Ansião (in June 2017), and later in Serra de Monchique (in August 2018) are illustrative of the enormous magnitude this calamities achieved in the national scenario and highlighted the essential role played by the planning and execution of its combat. This thesis aimed to work out whether a change in the existing territorial organization may contribute to an improvement of the quality, promptness, and allocation of resources in the fire fighting. Therefore, we attempted to find a solution that could make available the replacement of the current “Comandos Distritais de Operações de Socorro” (CDOS) by “Comandos Regionais de Operações de Socorro” (CROS), constituted by the NUTS III or districts junction.

In the first phase, the simultaneous occurrences for a defined time interval were analyzed. However, these values would be insufficient, because depending on the district or the NUTS III in question, the extension of the maximum burned area would differ significantly. After getting the initial data, different configurations were achieved, using restrictions of a maximum number of NUTS III/districts per region, and maximum distance between the centers of each NUTS III/districts. Due to the existence of NUTS levels, it was required to group NUTS III that just belonged to the same NUTS II. The exception occurred only in the joining together of NUTS II of Alentejo, Algarve, and Área Metropolitana de Lisboa, since, in the case of the last two, the designation of NUTS II coincided with that of NUTS III. The same mentioned regional division was worked out in the case of the districts, seeking to distribute them by NUTS II, where most of its area was located.

We emphasize that the main purpose of this dissertation is to contribute to a better load balancing at the command level, as well as to the level of resource allocation. Furthermore, it should be stressed its value as decision support and policy-making tool. We found indications that if the planned change of command organization of relief operations does not consider the NUTS III/Districts join can even create greater inequality in relation to the current case. This explains the central importance of planning and management at the command level.

Keywords: Fire management, fires, flexibility, partitioning, uncertainty.

Página em branco

Agradecimentos

Primeiramente, como não poderia deixar de ser, gostaria de agradecer ao professor Abílio Pereira Pacheco e ao professor António Miguel Gomes pela total disponibilidade e entrosamento com o projeto, pois sem as suas sugestões e diretrizes, claramente nada disto teria sido possível. Também gostaria de agradecer à instituição INESC TEC, particularmente pela disponibilização das salas para as reuniões de acompanhamento da dissertação. Também gostaria de fazer um especial agradecimento ao Engº Rui Almeida do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas pela disponibilização dos dados referentes à localização das corporações de bombeiros que se revelaram essenciais na elaboração do método desenvolvido nesta dissertação

Um agradecimento aos meus colegas João Silva e Afonso Moreira na elaboração do código de simultaneidade em que se baseia todo este projeto.

Em seguida, um agradecimento à minha família e amigos pelo apoio durante todo este período e em todas as fases importantes da minha vida. Neste grupo, um especial agradecimento aos meus pais pelo suporte durante todos estes anos, e por todos os valores e conhecimentos que me transmitiram; à minha irmã e ao meu cunhado por me presentear com uma afilhada linda, e a ela mesmo, por todos os dias me fazer perceber o quanto podemos aprender com as crianças.

Por fim, mas não menos especial, gostaria de agradecer à Mariana pela compreensão e por todo o apoio, tanto nesta fase como em todos os momentos compartilhados nestes últimos anos.

Página em branco

Índice

Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura da Dissertação	3
Capítulo 2	5
Enquadramento e revisão da literatura	5
2.1 Panorama geral dos incêndios florestais em Portugal	5
2.2 Gestão de incêndios florestais	7
2.2.1 Prevenção de incêndios	8
2.2.2 Combate a incêndios.....	8
2.2.3 Meios de Combate.....	8
2.3 Incerteza na gestão de incêndios.....	9
2.4 Flexibilidade na gestão de incêndios	10
2.5 Medidas de desigualdade.....	10
2.5.1 Coeficiente de Gini	11
2.5.2 Desvio Padrão	12
2.6 Divisão Territorial e Legislação	13
2.6.1 NUTS	13
2.6.2 Distritos	14
2.7 Organização anterior ao início da dissertação	15
2.7.1 Autoridade Nacional de Proteção Civil	15
2.7.2 Comandos Distritais de Operações de Socorro	16
2.8 Organização decretada no decorrer da dissertação.....	16
2.8.1 Alteração de ANPC para ANEPC	16
2.8.2 Alteração de comandos distritais para comandos regionais e sub-regionais de operações de socorro	16

Capítulo 3	17
Dados e Métodos	17
3.1. <i>Study Site</i>	17
3.2. Escolha dos parâmetros de análise	18
3.2.1 Período a analisar	18
3.2.2 Intervalo de simultaneidade	19
3.3. Restrições das regiões	19
3.4. Partições e adjacências	22
3.4.1 Número de Bell e partições válidas	22
3.4.2 Algoritmo de adjacências	23
3.5. Análise do risco de ocorrências simultâneas vs análise do potencial do risco de área ardida	24
3.6. Divisão do território por zonas	26
Capítulo 4	29
Resultados e Discussão	29
4.1. Definição do período a analisar	29
4.2. Definição do intervalo de simultaneidade	31
4.3. Cálculo dos valores de restrição de distância	33
4.4. Partições de NUTS III	34
4.4.1. Análise do risco de ocorrências simultâneas	35
4.4.2. Análise do potencial do risco de área ardida	39
4.5. Partições de Distritos	43
4.5.1. Análise do risco de ocorrências simultâneas	43
4.5.2. Análise do potencial do risco de área ardida	45
4.6. Resultados risco de ocorrências simultâneas	48
4.6.1 Distritos	48
4.6.2 NUTS III	50
4.7. Resultados potencial de risco de área ardida	52
4.7.1 Distritos	53
4.7.2 NUTS III	55
4.8. Combinações de resultados de zonas com diferentes restrições de distância	59
4.9. Dimensionamento de equipas de reforço do ataque ampliado	61
Capítulo 5	65
Conclusão	65
5.1. Limitações	65
5.2. Trabalho Futuro	66
Referências	67
Apêndices	71
Apêndice A.1 - Manual de utilização do código conjunto	72
Apêndice A.2 - Script pre_processamento.R	84

Apêndice A.3 - Script ciclo.R	96
Apêndice A.4 - Script área_ardida.R	101
Apêndice B.1 - Script partitions.R	105
Apêndice B.2 - Script adicionarfinal.R	108
Apêndice B.3 - Script adicionarfinal_Distrito.R	113
Apêndice C - Seleção de gráficos de ocorrências em NUTS III adjacentes.....	118
Apêndice D - Matrizes de Adjacências	123

Lista de figuras

Figura 2-1: Curva de Lorenz (Zheng et al. 2008).....	11
Figura 2-2: Cálculo do Coeficiente de Gini pela fórmula de Brown (Sankaran 2007).....	12
Figura 2-3: Mapa das NUTS em Portugal em 2013 (Instituto Nacional de Estatística 2015, 5) .	13
Figura 2-4: Mapa Distritos Portugal (GifeX)	14
Figura 3-1: Diferença nas ocorrências simultâneas para diferentes intervalos de simultaneidade	19
Figura 3-2: Mapa resultado inviável PRAA para NUTS III	20
Figura 3-3: Comparação grafo inicial NUTS III (as-is*) com o grafo de um resultado PRAA inviável.....	20
Figura 3-4: Exemplo de cálculo da distância entre unidades de análise da mesma região	21
Figura 3-5: Mapa da análise do ROS para Distritos com intervalo de simultaneidade de 24 horas.....	25
Figura 3-6: Mapa da análise do RAA para Distritos.....	25
Figura 3-7: Mapa da análise do PRAA para Distritos com intervalo de simultaneidade de 24 horas.....	26
Figura 3-8: Mapa usado para decidir Distritos pertencentes a cada zona	27
Figura 4-1: Matriz de Adjacências dos Distritos para a totalidade do território nacional	34
Figura 4-2: Distribuição das regiões por restrição de distância para análise do ROS para NUTS III.....	38
Figura 4-3: Distribuição das regiões por restrição de distância para análise do PRAA para NUTS III.....	42
Figura 4-4: Distribuição das regiões da análise do ROS para restrição de 80, 120 0 e iguais ou superiores a 172 Km	45

Figura 4-5: Distribuição das regiões da análise do PRAA para restrição de 80, 120 0 e iguais ou superiores a 172 Km	47
Figura 4-6: Comparação grafos da Zona Norte análise ROS para Distritos por restrição de Distância	49
Figura 4-7: Comparação grafos da Zona Centro análise ROS para Distritos por restrição de Distância	49
Figura 4-8: Comparação grafos da Zona Sul análise ROS para Distritos por restrição de Distância	50
Figura 4-9: Comparação grafos da Zona Norte análise ROS para NUTS III por restrição de Distância	51
Figura 4-10: Comparação grafos da Zona Centro análise ROS para NUTS III por restrição de Distância	51
Figura 4-11: Comparação grafos da Zona Sul análise ROS para NUTS III por restrição de Distância	52
Figura 4-12: Comparação grafos da Zona Norte análise PRAA para Distritos por restrição de Distância	53
Figura 4-13: Comparação grafos da Zona Centro análise PRAA para Distritos por restrição de Distância	54
Figura 4-14: Comparação grafos da Zona Sul análise PRAA para Distritos por restrição de Distância	54
Figura 4-15: Comparação dos coeficientes de Gini da zona Norte para análise do PRAA para NUTS III	55
Figura 4-16: Comparação dos coeficientes de Gini da zona Centro para análise do PRAA para NUTS III	56
Figura 4-17: Comparação dos coeficientes de Gini da zona Sul para análise do PRAA para NUTS III.....	56
Figura 4-18: Resultado da análise ROS para restrição maior ou igual a 160 Km para NUTS III na zona Norte	60
Figura 4-19: Mapa do novo resultado.....	60
Figura 4-20: Exemplo demonstrativo da diferença dos níveis de análise	62

Lista de tabelas

Tabela 3-1: Número de partições para Distritos por zona consoante as restrições de distância	22
Tabela 3-2: Número de partições para NUTS III por zona consoante as restrições de distância	23
Tabela 4-1: Rankings NUTS III para diferentes análises de 10 anos consecutivos	30
Tabela 4-2: Valor de ROS para diferentes intervalos de simultaneidade por NUTS III.....	32
Tabela 4-3: Partições válidas por restrição de distância por zona para NUTS III.....	34
Tabela 4-4: Análise do ROS, resultado para restrição de 40 Km para NUTS III	35
Tabela 4-5: Análise do ROS, resultado para restrição de 80 Km para NUTS III	36
Tabela 4-6: Análise do ROS, resultado para restrição de 120 Km para NUTS III	36
Tabela 4-7: Análise do ROS, resultado para restrição de 160 Km para NUTS III	37
Tabela 4-8: Análise do ROS, resultado para restrição igual ou superior a 197 Km para NUTS III.....	38
Tabela 4-9: Análise do PRAA, resultado para restrição de 40 Km para NUTS III.....	39
Tabela 4-10: Análise do PRAA, resultado para restrição de 80 Km para NUTS III	40
Tabela 4-11: Análise do PRAA, resultado para restrição de 120 Km para NUTS III	40
Tabela 4-12: Análise do PRAA, resultado para restrição de 160 Km para NUTS III	41
Tabela 4-13: Análise do PRAA, resultado para restrição igual ou superior a 197 Km para NUTS III.....	42
Tabela 4-14: Análise do ROS, resultado para restrição de 80 Km para Distritos	43
Tabela 4-15: Análise do ROS, resultado para restrição de 120 Km para Distritos.....	43
Tabela 4-16: Análise do ROS, resultado para restrição igual ou superior a 172 Km para Distritos	44

Tabela 4-17: Análise do PRAA, resultado para restrição de 80 Km para Distritos	45
Tabela 4-18: Análise do PRAA, resultado para restrição de 120 Km para Distritos	46
Tabela 4-19: Análise do PRAA, resultado para restrição igual ou superior a 172 Km para Distritos	47
Tabela 4-20: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do ROS para Distritos	48
Tabela 4-21: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do ROS para NUTS III	50
Tabela 4-22: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do PRAA para Distritos	53
Tabela 4-23: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do PRAA para NUTS III	55
Tabela 4-24: Indicadores do novo resultado	61
Tabela 4-25: Equipas de ataque ampliado e EIP para resultados da análise do PRAA para Distritos para restrição de distância de 120 Km	62
Tabela D-1: Matriz Adjacências NUTS III	123
Tabela D-2 - Matriz Adjacências NUTS III Zona Norte	124
Tabela D-3 - Matriz Adjacências NUTS III Zona Centro	124
Tabela D-4 - Matriz Adjacências NUTS III Zona Sul	125
Tabela D-5 - Matriz Adjacências Distritos	125
Tabela D-6 - Matriz Adjacências Distritos Zona Norte	126
Tabela D-7 - Matriz Adjacências Distritos Zona Centro	126
Tabela D-8 - Matriz Adjacências Distritos Zona Sul	126

Lista de Gráficos

Gráfico 2-1: Total de ocorrências por ano de 2001-2015, segundo os dados do ICNF	6
Gráfico 2-2: Total da área ardida por ano de 2001-2015, segundo os dados do ICNF	6
Gráfico 4-1: ROS por NUTS III da Zona Norte para intervalos de 10 anos.....	30
Gráfico 4-2: ROS por NUTS III da Zona Centro para intervalos de 10 anos	31
Gráfico 4-3: ROS por NUTS III da Zona Sul para intervalos de 10 anos	31
Gráfico 4-4: Valor do ROS por NUTS III para diferentes intervalos de simultaneidade	32
Gráfico 4-5: Partições válidas por zona para análise de NUTS III	33
Gráfico 4-6: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do ROS para Distritos por zona .	57
Gráfico 4-7: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do ROS para NUTS III por zona..	58
Gráfico 4-8: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do PRAA para Distritos por zona	58
Gráfico 4-9: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do PRAA para NUTS III por zona	59
Gráfico C-1: Ocorrências da NUTS III do Alto Minho e das suas NUTS III adjacentes.....	118
Gráfico C-2: Ocorrências da NUTS III do Alto Tâmega e das suas NUTS III adjacentes	119
Gráfico C-3: : Ocorrências da NUTS III da Área Metropolitana de Lisboa e das suas NUTS III adjacentes.....	120
Gráfico C-4: Ocorrências da NUTS III do Ave e das suas NUTS III adjacentes	121
Gráfico C-5: Ocorrências da NUTS III do Baixo Alentejo e das suas NUTS III adjacentes.....	122

Abreviaturas e Símbolos

AGIF	Agência para a Gestão Integrada de Fogos
ANPC/ANEPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil [anterior] / Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil [atual]
As-is	Organização dos comandos por Distritos (caso atual)
As-is*	Organização dos comandos por NUTS III (aprovado pelo decreto-lei 45/2019)
CDOS	Comando Distrital de Operações de Socorro
CNEFF	Comissão Especializada de Fogos Florestais
CNPCE	Conselho Nacional de Planeamento Civil de Emergência
CROS	Comando Regional de Operações de Socorro
CVaR	Conditional value-at-risk
DECIR	Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais
EMA	Empresa de Meios Aéreos
ha	Hectares
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
Km	Quilómetros
MAI	Ministério da Administração Interna
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> / OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte)
NUTS	<i>Nomenclature of Territorial Units for Statistics</i> / Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
PRAA	Potencial do risco de área ardida
RAA	Risco de área ardida
ROS	Risco de ocorrências simultâneas
SIOSP	Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro
SNB	Serviço Nacional de Bombeiros
SNBPC	Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil
SNPC	Serviço Nacional de Proteção Civil
UE	União Europeia

Capítulo 1

Introdução

Na base deste projeto de dissertação está a Resolução do Conselho de Ministros nº 157-A/2017 ([Resolução do Conselho de Ministros nº 157-A/2017 da Presidência do Conselho de Ministros 2017](#)) e a Resolução do Conselho de Ministros nº 159/2017 ([Resolução do Conselho de Ministros nº 159/2017 da Presidência do Conselho de Ministros 2017](#)). Nesses documentos é abordada toda a lógica de prevenção bem como a de combate a incêndios. Contudo, este projeto foca-se na organização territorial e numa possível reforma da organização de combate regional que permita uma maior resiliência face à estrutura atual. Este é um tema de sobeja importância quando relacionado com o laboratório colaborativo *ForestWISE* e com a “Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais” (AGIF). O *ForestWISE* foi criado no primeiro semestre do ano 2018 (entrando em funcionamento pleno no terceiro trimestre de 2019), com o objetivo de “desenvolver atividades de investigação, inovação e transferência de tecnologia, com vista a aumentar a competitividade do setor florestal português e a reduzir as consequências negativas dos incêndios rurais” (["Laboratório Colaborativo ForestWISE nasce amanhã no centro do país" 2018](#)). Por sua vez, a AGIF procura “coordenar de forma estratégica, integrada e transversal a implementação do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR) por parte das entidades responsáveis, designadamente a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, Guarda Nacional Republicana e o Instituto da Conservação da Natureza e Florestas” (["O que é a AGIF?" 2019](#)).

1.1. Motivação

Atualmente, a problemática dos incêndios tem sido desoladora no nosso país. Ano após ano, milhares de hectares do território nacional têm ardido e causado perdas tanto humanas como materiais gigantescas (tal como explicado na notícia do Jornal de Negócios ["Incêndios de 15 de Outubro causaram prejuízo de 360 milhões e afectaram 350 empresas" 2017](#)). As mudanças climáticas, principalmente quando se refletem em meses de fim da Primavera extremamente secos e meses de Verão quentes, propiciam a que o número de ocorrências e a sua extensão seja maior, tal como explica em entrevista o investigador do Departamento de Engenharia Florestal do Instituto Superior de Agronomia, José Miguel Cardoso Pereira ([Antena 2 2012](#)).

Também a falta de prevenção no que diz respeito à limpeza das matas e organização do território é um fator decisivo para que este flagelo aconteça, como referido pelo mesmo investigador ([Antena 2 2018](#)). Por fim, a falta de formação adequada aos profissionais que combatem os fogos, não sabendo por vezes utilizar os melhores métodos para evitar a sua propagação, tem mais um peso significativo nestas ocorrências ([Observatório Técnico Independente 2019](#); [Pacheco et al. 2015](#)). Falhando todas ou parte destas ações preditivas, é necessário que o combate seja mais organizado, estruturado e eficaz. Esse é o ponto fulcral do problema a tratar, destacando-se aí a motivação para explorar este tema.

Neste trabalho de investigação, que se insere na temática de ordenamento do território, estuda-se um método que permita que as oscilações de carga de gestão e comando das operações de combate sejam minimizadas.

1.2. Objetivos

Para este projeto é necessária a análise inicial da simultaneidade de ocorrências numa determinada área e num determinado intervalo de tempo, tendo como base as ocorrências históricas. Os dados utilizados incluem-se no período compreendido entre 2001 e 2015, e estão disponíveis no *website* do [Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas \(2016\)](#). Partindo desta análise estatística inicial, é possível perceber quais os centros de comando que terão maior dificuldade na gestão das ocorrências. Como ponto de partida, em termos de referência espacial, será considerada a “Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos” (NUTS - *Nomenclature of Territorial Units for Statistics*), na sua variante NUTS III. Importa saber que, ainda que haja 25 regiões, apenas serão consideradas 23, pois, para a análise de Portugal Continental, as Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores não são consideradas. Este ponto de partida espacial permite-nos reordenar o território nacional, de modo a que os atuais Comandos Distritais de Operações de Socorro (CDOS) possam ser transformados em Comandos Regionais de Operações de Socorro (CROS). Para essa alteração, podem ser testadas novas regiões resultantes de união de NUTS III ou Distritos adjacentes, de forma a equilibrar a carga tanto ao nível do comando como ao nível dos recursos necessários. Dessa forma, pode favorecer uma resposta a uma incidência mais rápida e organizada, e uma alocação de recursos mais equilibrada. Toda esta análise é fundamental para perceber se o modelo a implementar deve ser um modelo resiliente ou um modelo flexível (que possa ser alterado periodicamente), e ainda para comparar a performance desse modelo com o atualmente utilizado.

O objetivo final da dissertação proposta é o de encontrar uma solução, a todos os níveis acima referidos, mais viável e que permita uma melhor abordagem ao combate aos incêndios nas situações em que as ações preditivas não tenham sido suficientes.

No decorrer deste trabalho, foi decretada uma alteração ao nível da organização territorial de comandos de operações de socorro. O Decreto-lei 45/2019 ([Decreto-Lei nº 45 de 1 de Abril de 2019 do Ministério da Administração Interna 2019](#)) decretou uma alteração à organização na qual, inicialmente, esta dissertação foi baseada. Apesar de já ter sido decretada a alteração, esta ainda não foi implementada nem é espectável que o seja a curto prazo. Assim, torna-se essencial não só considerar a organização distrital como também a organização por NUTS III tanto para comparação com os resultados obtidos como para a base desses mesmos resultados.

1.3. Metodologia

A execução deste projeto iniciou-se com a elaboração dos *scripts* de pré-processamento dos dados disponíveis e de detecção de ocorrências simultâneas em conjunto com os colegas Afonso Moreira e João Silva. Seguidamente, elaborou-se um *script* de detecção de área ardida para um intervalo a definir (Apêndice A).

Após a primeira etapa conjunta, foram selecionadas as zonas de análise fazendo 3 análises justapostas respetivamente para o Norte, Centro e Sul. Seguidamente foram escolhidos os indicadores a usar. Neste caso importa salientar que quando considerada a simultaneidade de ocorrências procurou-se um equilíbrio ao nível do comando e quando foi adicionada a variável da extensão de área ardida focou-se num equilíbrio ao nível do esforço do comando. Este ponto explica-se com a diferença entre o número de ocorrências a dar resposta e os diferentes níveis de esforço entre as mesmas, pois uma ocorrência com maior duração e extensão terá possivelmente uma gestão de equipas diferente. A função objetivo do problema foi equilibrar estes indicadores de modo a facilitar a gestão dos diferentes comandos. Mais tarde, foram selecionadas todas as análises a ser feitas consoante as diferentes conjugações de variáveis possíveis. Neste ponto é importante ter em conta as restrições impostas. Inicialmente foi necessário criar matrizes de adjacências (Apêndice D) que validassem as partições de modo a que as regiões resultantes fossem contínuas e não fosse possível por exemplo, criar uma região onde se aglomerasse os Distritos do Porto e de Coimbra por estes não serem adjacentes. No entanto se essa região contivesse também Aveiro já seria válida pois esta faria a ligação entre os dois Distritos anteriores. Também ao nível das restrições foi necessário impor restrições de distância de modo a limitar a área de responsabilidade dos comandos para as regiões resultantes. Finalmente, foram feitas as diferentes análises, onde os resultados são discutidos com base nos mapas e grafos representativos das mesmas. Nesta última fase os mapas apresentam uma noção da distribuição dos comandos a nível nacional, mas necessitam do complemento dos grafos para mostrar o equilíbrio obtido ao nível das regiões resultantes.

1.4. Estrutura da Dissertação

A sequência deste documento apresenta, no Capítulo 2, uma revisão da literatura e enquadramento onde é abordado o panorama geral dos incêndios em Portugal, a gestão de incêndios florestais focando-se na prevenção, combate e meios disponíveis, explicados os conceitos de incerteza e flexibilidade, apresentadas os dois tipos de divisão territorial fundamentais para a obtenção de resultados e explicada a organização ao nível das entidades competentes para o período anterior e posterior ao início dos trabalhos. No Capítulo 3, é justificada a escolha dos parâmetros necessários para a análise dos dados, bem como explicado como obter as restrições às análises, a obtenção e validação das partições e a divisão por zonas do território. Também é explicada a diferença entre as duas análises desenvolvidas. O Capítulo 4 apresenta todos os resultados obtidos e também é onde esses resultados são discutidos e escrutinados. Por fim, as conclusões, no Capítulo 5, onde se apresentam as limitações e as sugestões de trabalho futuro.

Capítulo 2

Enquadramento e revisão da literatura

Neste capítulo apresenta-se a investigação realizada até ao momento acerca do assunto desta dissertação. Inicialmente, na secção 2.1, traça-se um panorama geral da atualidade dos fogos florestais em Portugal, em que se expõem dados de relevo para a compreensão da gravidade e consequente importância deste tema. Nesta secção são tidos em conta os dados dos anos a analisar, ou seja, de 2001 a 2015.

A secção 2.2, referente à gestão de incêndios, constitui um ponto chave para esta pesquisa, uma vez que alia um dos meios de prevenção indireta (organização dos CROS) à questão central do problema: o aumento da eficiência de todo o processo, que previsivelmente resultará numa maior eficácia no comando do combate. Ao longo desta secção é abordada a temática da prevenção e do combate de incêndios e explicados quais são os meios de combate disponíveis. É ainda exposto, relativamente ao caso nacional, o papel da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) em todo o processo de gestão de incêndios.

Nas secções 2.3 e 2.4 são abordados, respetivamente, os temas de incerteza e flexibilidade do sistema. Segue-se na secção 2.5 a explicação do que são medidas de desigualdade e é abordado o modo de cálculo do coeficiente de Gini e do desvio padrão. A secção 2.6 é dedicada à divisão territorial nacional em NUTS (subsecção 2.6.1) e em Distritos (subsecção 2.6.2), indispensáveis à boa compreensão deste projeto. Aí, é abordada a organização espacial das NUTS III em Portugal, bem como a sua lógica intrínseca no ordenamento do território, e é ainda comentada a sua alteração nas sucessivas revisões europeias.

Por fim na secção 2.7 e na secção 2.8, comenta-se a alteração ocorrida no que diz respeito à organização territorial e à mudança das nomenclaturas das entidades responsáveis, que ocorreu durante o decorrer desta dissertação.

2.1 Panorama geral dos incêndios florestais em Portugal

Nesta secção serão apresentados os dados do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) para os 15 anos considerados como base desta dissertação. O Gráfico 2-1 e o

Gráfico 2-2 apresentam, respetivamente, o número de ocorrências em cada um dos anos e o total de área ardida em hectares.

Gráfico 2-1: Total de ocorrências por ano de 2001-2015, segundo os dados do ICNF

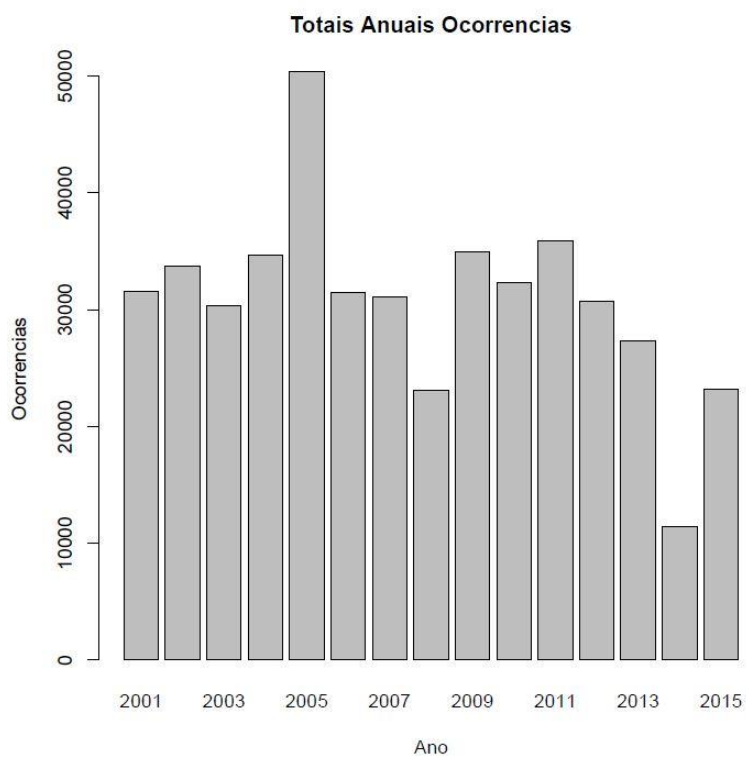
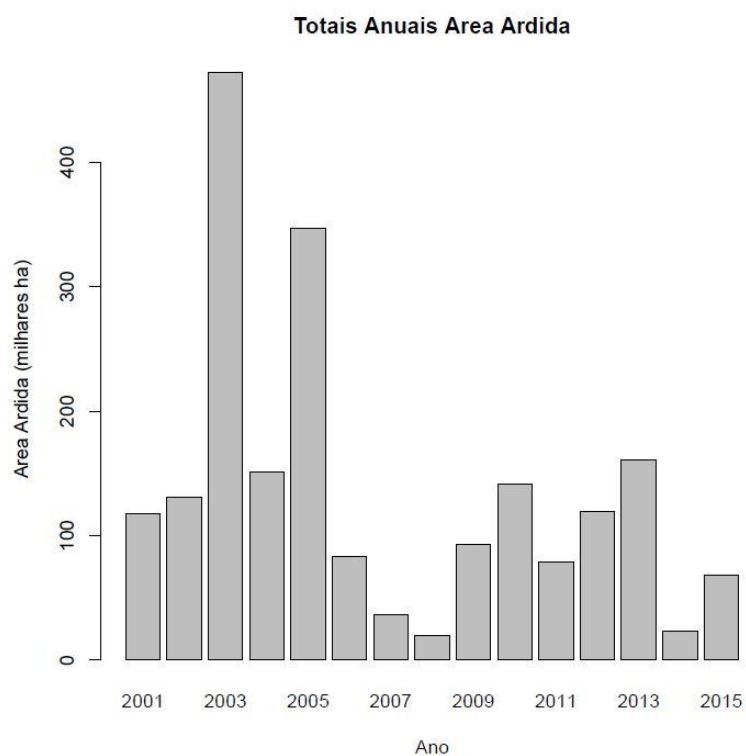


Gráfico 2-2: Total da área ardida por ano de 2001-2015, segundo os dados do ICNF



Como é possível verificar, ao nível do número de hectares ardidos, os anos mais críticos foram os de 2003 e 2005. Segundo [Lourenço \(2007\)](#) estes Incêndios não foram exclusivamente causados por condições meteorológicas favoráveis à propagação dos fogos. Mesmo tendo havido uma onda de calor na transição entre os meses de julho e agosto de 2003 e trovoadas secas nos dois primeiros dias do segundo mês ou mesmo considerando o ano de seca de 2005, estes fatores, apesar de bastante importantes, não foram decisivos. De igual ou superior importância, revelou-se o estado de abandono das matas e florestas registado à época e também a falta de formação dos combatentes, bem como a falta de coordenação e a seleção errónea de ferramentas e técnicas. Estes dois anos foram os anos mais críticos nas duas variáveis tidas em conta para este projeto. Enquanto o ano 2003 foi recordista em termos de total de área ardida, o ano de 2005 teve claramente um maior número de ocorrências registadas. Assim, estes anos mais catastróficos deixaram patente a necessidade de uma alteração tanto ao sistema de prevenção como ao de combate. Como o próprio autor reforça (*ibid.*), estes anos passaram a estar “longe na memória” até ao ocorrido no fatídico ano de 2017.

2.2 Gestão de incêndios florestais

De acordo com o [Glossary of Forest Fire Management Terms \(2003, 16\)](#), a gestão de incêndios florestais pode ser definida como: “as atividades relacionadas com a proteção de pessoas, propriedades, e áreas florestais dos incêndios e o uso de fogos controlados para a concretização da gestão florestal e outros objetivos de uso da terra, todos conduzidos segundo critérios ambientais, sociais e económicos”.¹ Ainda de acordo com este Glossário (*ibid.*), o sucesso da gestão de incêndios depende da eficácia dos processos de prevenção, deteção e pré-combate, e de uma capacidade de combate adequada, tendo em consideração as relações ecológicas.

Apesar dos constantes esforços para uma melhor gestão de incêndios florestais, todos os anos se continuam a perder milhares de hectares de floresta por toda a Europa ([Bonazountas et al. 2007](#)). Como explica [Angelstam \(1998\)](#), a ocorrência destes fogos está dependente de vários fatores, nomeadamente quanto ao clima, às características topográficas, à estrutura da vegetação e à presença e composição de fontes de ignição naturais ou antrópicas. As consequências são inúmeras, quer a nível biótico como abiótico ([Adámek et al. 2015](#)): verifica-se a perda de vidas, de bens, a destruição da vida selvagem e do seu habitat e ainda a erosão do solo ([Bonazountas et al. 2007](#)).

Torna-se, pois, de extrema importância aumentar a eficiência da gestão de incêndios, investindo em tecnologia de combate ao fogo, nomeadamente a nível da caracterização, prognóstico, modelação, planeamento e gestão (*ibid.*).

¹ Citação traduzida da original: “Fire Management: The activities concerned with the protection of people, property, and forest areas from wildfire and the use of prescribed burning for the attainment of forest management and other land use objectives, all conducted in a manner that considers environmental, social, and economic criteria.”

2.2.1 Prevenção de incêndios

De acordo com o [Glossary of Forest Fire Management Terms \(2003\)](#), a prevenção de incêndios consiste no “conjunto de atividades que previnam a ocorrência de fogos, as quais incluem educação pública, execução da lei, contacto pessoal, e redução da ameaça e do risco de fogos”. As formas mais usuais de prevenção são a prevenção comunitária e o tratamento do combustível ([Pacheco, Claro, e Oliveira 2014](#)). As políticas de redução do risco de ocorrências também são fundamentais para o sucesso da prevenção. No caso particular de Portugal, o Decreto-Lei n.º 124/2006 ([Decreto-Lei nº 124/2006 de 28 de Junho do Ministério da Administração Interna 2006](#)) e o Decreto-Lei n.º 10/2018 ([Decreto-Lei nº 10/2018 de 14 de Fevereiro do Ministério da Administração Interna 2018](#)) definem as atuais políticas de prevenção de incêndios, nomeadamente a política de limpeza das matas e a aplicação de coimas para os não cumpridores.

2.2.2 Combate a incêndios

As atividades que visam controlar ou extinguir um fogo contribuem para a definição de “Combate de incêndios” proposta no [Glossary of Forest Fire Management Terms \(2003\)](#). De acordo com a mesma obra (*ibid.*), existem vários métodos de combate ao fogo, que se traduzem em:

- “*Direct Attack*” - Um método pelo qual o fogo é atacado no local do combustível queimado;
- “*Parallel Attack*” - Um método onde é criada uma barreira de modo a que o fogo consuma apenas o combustível entre ele e a barreira de proteção. Para isso, é necessário que a chefia no terreno tenha experiência de combate e conhecimento do terreno. A este propósito, refere [Martell \(2001\)](#) que, da mesma forma que o planeamento da gestão de florestas deve variar em função da paisagem (terreno), a gestão de incêndios deve variar em tempo e em espaço.
- “*Indirect Attack*” - Método que usa as características do local e técnicas como o contrafogo para que o incêndio não passe um perímetro definido;
- “*Hot Spotting*” - No método de *hot spotting* são detetados os pontos críticos do incêndio, e esses são atacados com prioridade;
- “*Cold Trailing*” - Este método faz com que sejam arrefecidos os locais já ardidos e verificado se ainda podem ser fontes de calor, de modo a evitar reacendimentos.
- “*Mop-up*” - É o método de extinguir o fogo quando este já se encontra numa situação controlada.

2.2.3 Meios de Combate

Quando falamos em meios de combate a incêndios rurais é importante falar do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR). A Diretiva Operacional Nº2 - DECIR de 2018 ([Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil 2018](#)) apresenta as suas forças de

empenhamento permanente, sendo estas os Corpos de Bombeiros (CB), o Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro (GIPS) da Guarda Nacional Republicana (GNR), a Força Especial de Bombeiros (FEB) da ANPC, as Equipas de Intervenção Permanente (EIP) e os Grupos de Intervenção Permanente (GIPE).

Quanto à tipologia das forças e entidades do DECIR temos como meios terrestres:

- Equipa de Combate a Incêndios (ECIN);
- Equipa de Combate a Incêndios de Reforço (ECIN/Reforço);
- Equipa de Intervenção Permanente (EIP);
- Equipa Logística de Apoio ao Combate (ELAC);
- Equipa de Análise e Uso do Fogo (EAUF);
- Equipa de Sapadores Florestais (ESF);
- Equipa de Reconhecimento e Avaliação de Situação (ERAS);
- Brigada de Combate a Incêndios (BCIN);
- Grupo de Combate a Incêndios Florestais (GCIF);
- Grupo de Reforço para Incêndios Florestais (GRIF);
- Grupo de Reforço em Ataque Ampliado (GRUATA);
- Grupo Logístico de Reforço (GLOR);
- Companhia de Reforço a Incêndios Florestais (CRIF);
- Companhia de Reforço para Ataque Ampliado (CATA).

Já quando falamos em meios aéreos, estes dividem-se em:

- Equipas Helitransportadas de Ataque Inicial (EHATI);
- Brigada Helitransportada de Ataque Inicial (BHATI);
- Meios Aéreos de Reconhecimento, Avaliação e Coordenação (MARAC);
- Helicópteros de Ataque Inicial (HEATI);
- Helicópteros de Ataque Ampliado (HEATA);
- Aviões de Ataque Ampliado (AVATA);
- Reserva do dispositivo aéreo;
- Monitorização Aérea Armada (MAA).

2.3 Incerteza na gestão de incêndios

A temática dos incêndios florestais está diretamente ligada a eventos com um elevado nível de incerteza. A esse propósito, [Martell \(2001, 578\)](#) refere-se ao fogo como “um agente de perturbação estocástica que introduz uma enorme incerteza no planeamento da gestão da área florestal”². Por isso, tais gestores desenvolvem planos de contingência de modo a lidar com eventos que impeçam a correta aplicação do planeamento desenvolvido. [Fernandes \(2013\)](#) refere que a resposta da vegetação e do combustível presente no ambiente no que toca à sua decomposição, e o maior nível de CO² na atmosfera, podem ser fontes de incerteza. Alguns fatores de incerteza, tal como o clima, a eficácia e eficiência do combate, o comportamento do fogo, a sua propagação e efeitos, são a base da maioria das decisões a ser tomadas na gestão de incêndios ([Pacheco, Claro, e Oliveira 2014](#)). No que diz respeito à avaliação da propagação

² Citação traduzida da original: “Fire is a stochastic disturbance agent that introduces enormous uncertainty into forest land management planning.”

de fogos, esta está claramente limitada, pois requer muitas vezes dados que não estão disponíveis. Estas limitações adicionam novos níveis de incerteza ([Pacheco et al. 2015](#)). Também no que diz respeito à gestão do combustível, por exemplo, fazendo fogos controlados e corta fogos, bem como a preparação para o combate tendo em conta o recrutamento e formação dos intervenientes, os equipamentos disponíveis e os acordos de ajuda mútua, fazem parte da gestão de incêndios. As decisões de onde, quando e como aplicar o tratamento dos combustíveis podem estar diretamente ligados a fontes de incerteza, sejam estas de grande escala como a variabilidade climática entre os diferentes anos ou uma junção de pequenas alterações que, quando somadas, afetam de forma significativa o nível de incerteza das ocorrências ([Pacheco e Claro 2018](#)). [Thompson e Calkin \(2011\)](#) abordam fontes de incerteza, tais como a imprevisibilidade do comportamento dos incêndios, a imprecisão ou falta de dados importantes, a falta de documentos científicos que abordem a resposta ecológica aos fogos e as mudanças climáticas. Também é vista a incerteza na sua globalidade como o desafio decisivo para obter uma gestão de incêndios mais eficaz e que permita minimizar o valor das perdas geradas pelas ocorrências (*ibid.*).

2.4 Flexibilidade na gestão de incêndios

[Saleh, Mark, e Jordan \(2009\)](#) descrevem o conceito de flexibilidade como ainda muito subjetivo a nível académico, apesar da sua popularidade. No entanto, também é tido como um atributo crítico para um sistema que queira lidar com elevados níveis de incerteza. Estes autores definem este conceito como a capacidade de um sistema, organização ou processo se adaptar a um determinado evento ou conjunto de eventos não planeados. Também é encarado como crucial para o aumento da competitividade. A flexibilidade nos sistemas de engenharia disponibiliza ferramentas para lidar com a incerteza, porém é difícil definir onde e como aplicá-las, devido à existência, por vezes, de vários fatores de incerteza, e à possibilidade de interdependência entre os elementos ([Hu e Cardin 2015](#); [De Neufville e Scholtes 2011](#)). Também [Pacheco e Claro \(2018\)](#) definem a flexibilidade operacional como sendo de grande valor para lidar com as decisões da gestão de incêndios florestais na presença de incerteza. Ainda [Chod, Rudi, e Van Mieghem \(2010\)](#) definem este conceito como “a capacidade para se adaptar à mudança podendo assumir diversas formas”³.

2.5 Medidas de desigualdade

No âmbito desta dissertação será necessário ter uma medida que avalie os resultados. Assim, depois de obter todas as partições válidas, é necessário usar essa medida de modo a que seja feita a seriação das mesmas. Uma medida de dispersão adequada seria o coeficiente de Gini. Em [Hurley e Rickard \(2009\)](#) são definidos 6 critérios para obter a melhor medida de dispersão. São eles:

- retirar aos elementos de maior valor para adicionar aos de menor, equilibra o sistema;

³ Citação traduzida da original: “Flexibility is the ability to adapt to change and may take many forms.”

- multiplicar os valores dos elementos por uma constante mantém o valor da medida;
- adicionar uma constante aos valores dos elementos reduz o valor da medida;
- a dispersão não varia se houver um universo clone a analisar ou seja, havendo uma nova amostra sendo esta a soma de duas amostras iguais a sua dispersão é igual à da amostra inicial;
- se o valor de um elemento for extremamente elevado aumenta a medida;
- valores nulos de elementos aumentam a medida.

Avaliando todos os critérios definidos, a única medida que satisfaz todas as premissas é o Coeficiente de Gini, quando comparado por exemplo com a medida de Hoyer ([Hoyer 2004](#)). O desvio padrão não é referido, o que dá mais força à seleção do coeficiente de Gini.

2.5.1 Coeficiente de Gini

O Coeficiente de Gini é uma medida de desigualdade que foi desenvolvida e publicada em 1912, na obra “*Variabilità e mutabilità: Contributo allo studio delle distribuzioni e delle relazioni statistiche*” de [Gini \(1912\)](#). Inicialmente, foi desenvolvida com o intuito de medir a desigualdade da distribuição de riqueza, mas pode ser utilizada para medir a desigualdade de qualquer tipo de distribuição. É uma medida limitada entre os valores de 0 e 1 e independente da grandeza dos valores a ser analisados. Quanto mais próximo de 1 for o valor maior desigualdade existe, e quanto mais próximo de 0 a desigualdade será menor. O Coeficiente de Gini pode ser calculado de forma gráfica recorrendo à curva de Lorenz ou, de forma aritmética, pela fórmula de Brown. A curva de Lorenz representa a percentagem da renda total obtida por várias parcelas da população quando a população é ordenada pelo volume das suas rendas⁴ ([Gastwirth 1971](#)). A Figura 2-1 apresenta uma curva de Lorenz e explica qual a curva de igualdade absoluta e de desigualdade absoluta.

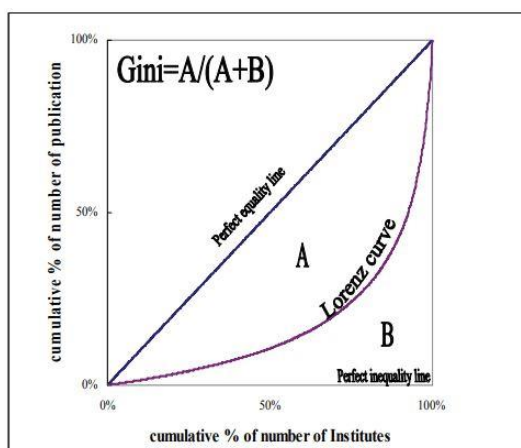


Figura 2-1: Curva de Lorenz ([Zheng et al. 2008](#))

⁴ Citação traduzida da original: “The Lorenz Curve plots the percentage of total income earned by various portions of the population when the population is ordered by the size of their incomes.”

A partir da curva de Lorenz, e considerando a área entre a curva e a linha de igualdade absoluta - a área A -, e a área entre a curva e a linha de desigualdade absoluta - a área B -, o cálculo do Coeficiente de Gini representado pela letra G pode ser dado pela equação (2.1):

$$G = \frac{A}{A + B} \quad (2.1)$$

De uma forma analítica simples, podemos fazer o cálculo do coeficiente utilizando a fórmula de Brown apresentada na Figura 2-2, onde $G(j)$ é o coeficiente de Gini para o universo j , X a proporção acumulada da população e Y a proporção acumulada da renda:

$$G_{(j)} = \left| 1 - \sum_{i=1}^n (\sigma X_{i-1(j)} - \sigma X_{i(j)}) (\sigma Y_{i-1(j)} + \sigma Y_{i(j)}) \right|$$

Figura 2-2: Cálculo do Coeficiente de Gini pela fórmula de Brown ([Sankaran 2007](#))

Por fim, importa clarificar que para este trabalho de investigação o coeficiente de Gini foi calculado no R recorrendo à função “gini” do package “reldist” ([Handcock 2016](#)).

2.5.2 Desvio Padrão

Segundo [Lunet, Severo, e Barros \(2006\)](#) “O desvio padrão é uma medida de dispersão e o seu valor reflete a variabilidade das observações em relação à média”. Esta medida caracteriza a dispersão dos valores face à média, e está diretamente relacionada com a variância sendo a sua raiz quadrada. A equação (2.2) e a equação (2.3) apresentam respetivamente as fórmulas de cálculo do desvio padrão para uma população⁵ e para uma amostra.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (2.2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2.3)$$

Para a equação (2.2), a letra “ σ ” representa o desvio padrão populacional, “ N ” é o número de elementos da população e “ μ ” a sua média. Já na equação (2.3), “ s ” representa o desvio padrão amostral, “ n ” o número de elementos da amostra e “ $\bar{x}$ ” a média amostral.

⁵ Esta formula apenas é aplicável a variáveis discretas e finitas

Para este trabalho de investigação, o desvio padrão foi calculado usando a função “sd” do package “stats” da base do R. Entre as medidas analisadas por [Hurley e Rickard \(2009\)](#) não consta o desvio padrão e também por este valor não ser limitado como o coeficiente de Gini não foi selecionado para as análises apesar de a sua utilização ser possível utilizando os scripts presentes nos Apêndices B.2 e B.3.

2.6 Divisão Territorial e Legislação

2.6.1 NUTS

“A Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos - NUTS foi criada pelo EUROSTAT (Gabinete de Estatísticas da União Europeia) com os Institutos Nacionais de Estatística dos diferentes países da União Europeia (UE) para efeitos de análise estatística de dados, com base numa divisão coerente e estruturada do território económico comunitário” ([Instituto Nacional de Estatística 2015, 3](#)). Esta designação é composta por três níveis (I, II e III), sendo a primeira a mais abrangente e a última a mais específica em termos de dimensão das suas divisões (*ibid.*). Em Portugal, foi instituída através da Resolução do Conselho de Ministros nº34/86 ([Resolução do Conselho de Ministros nº 34/86 da Presidência do Conselho de Ministros 1986](#)), e a última revisão à sua nomenclatura e limites foi feita em 2013. A partir do mapa visível na Figura 2-3 é possível conferir as unidades territoriais, as quais se verificam essenciais para os resultados desta dissertação.



Figura 2-3: Mapa das NUTS em Portugal em 2013 ([Instituto Nacional de Estatística 2015, 5](#))

Após a alteração de 2013, Portugal passou a contar com 3 regiões NUTS I, 7 regiões NUTS II e 25 regiões NUTS III ([Instituto Nacional de Estatística 2015](#)). As NUTS III e os Distritos serão o ponto de partida para a obtenção de resultados do novo design dos CROS, que é o objetivo final desta dissertação (lembrando a exclusão das Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores por não pertencerem ao território continental português). Após as revisões de 1989, 1998, 1999, 2001, 2002 e 2010, a versão final data de 2013 e, por essa razão, será essa a considerada. É ainda importante referir que em 2016 foi feita, a nível europeu, uma nova revisão das NUTS na qual o território português ficou inalterado ([Regulamento \(UE\) 2016/2066 Da Comissão de 21 de novembro de 2016. II 2016](#)).

2.6.2 Distritos

A divisão territorial administrativa do território nacional surge na quarta década do Séc. XIX, mais concretamente com o Decreto de 18 de julho de 1835 (["Decreto de 18 de Julho de 1835" 1835](#)), em que é deliberado que Portugal será dividido em Distritos que, por sua vez, serão subdivididos em concelhos e estes ainda subdivididos em freguesias. Existem atualmente 18 Distritos no território continental ([Instituto Nacional de Estatística](#)). O Artigo §263 da [Constituição da República Portuguesa \(1976\)](#) mantém a divisão em Distritos do território nacional e atribui a responsabilidade de exercer os poderes da tutela ao governador civil.



Figura 2-4: Mapa Distritos Portugal ([GifeX](#))

2.7 Organização anterior ao início da dissertação

2.7.1 Autoridade Nacional de Proteção Civil

Fundada em 2007, a ANPC nasceu com o intuito de substituir o Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil (SNBPC) que, por sua vez, resultou da fusão do Serviço Nacional de Proteção Civil (SNPC), do Serviço Nacional de Bombeiros (SNB) e da Comissão Nacional Especializada de Fogos Florestais (CNEFF).

Nos anos de 2012 e de 2014, a ANPC passou a ter um maior número de competências aquando da extinção do Conselho Nacional de Planeamento Civil de Emergência (CNPCE) e da Empresa de Meios Aéreos (EMA), sendo esta última até então responsabilidade do Ministério da Administração Interna (MAI) ([Autoridade Nacional de Proteção Civil 2019](#)).

No seguimento do procedimento de modernização da Administração Pública, descrita no Programa do Governo, a nova designação da ANPC veio substituir o SNBPC, após o Decreto-Lei n.º 203/2006 ([Decreto-Lei nº 203/2006 de 27 de Outubro do Ministério da Administração Interna 2006](#)). Assim, após a reforma do organismo associado ao MAI, este passou a deter instrumentos jurídicos e orgânicos que permitissem garantir a segurança das populações e a proteção do património.

Em março de 2007, o Decreto-Lei n.º 75/07 ([Decreto-Lei nº 75/2007 de 29 de Março do Ministério da Administração Interna 2007](#)) apresentou um novo modelo de organização que assegurava o exercício eficiente e oportuno das atribuições que lhe cumpriam: no âmbito da previsão, gestão de riscos, da atividade de proteção e socorro, das atividades dos bombeiros e em matéria do planeamento de emergência ([Autoridade Nacional de Proteção Civil 2019](#)).

Mais responsabilidades obteve a ANPC aquando da entrada em vigor da Lei n.º 27/2006 ([Decreto-Lei nº 27/2006 de 3 de Julho da Assembleia da República 2006](#)), passando a ser responsável pelo planeamento, coordenação e execução da política de proteção civil.

Com a implementação do Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOSP) após o Decreto-Lei n.º 134/2006 ([Decreto-Lei nº 134/2006 de 25 de Julho do Ministério da Administração Interna 2006](#)) foi definida a organização operacional sustentada na caracterização do território.

No ano de 2012, o Decreto-Lei n.º 73/2012 ([Decreto-Lei nº 73/2012 de 26 de Março do Ministério da Administração Interna 2012](#)) alterou o modelo de organização da ANPC, introduzindo ajustamentos orgânicos, de modo a aumentar os índices de eficácia e eficiência dos serviços pelos quais a autoridade designada era responsável. Assim, a partir de abril de 2012, a ANPC passou a ser a representação nacional no Comité de Planeamento Civil de Emergência da Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO). O documento também transferiu para a ANPC as responsabilidades do CNPCE, tendo estas o intuito de assegurar o planeamento e coordenação das necessidades nacionais na área do planeamento civil de emergência.

Dando seguimento ao objetivo de uma estrutura mais flexível e menos burocrática, foram integradas as competências que eram até então responsabilidade da EMA, entretanto extinta. O Decreto-Lei n.º 73/2013 ([Decreto-Lei nº 73/2013 de 31 de Maio do Ministério da Administração Interna 2013](#)) traduzia essa nova organização. No que diz respeito à estrutura operacional, a lógica passou a ser o agrupamento de Distritos em detrimento da total divisão entre os dezoito

comandos distritais. Assim, foram concebidos 5 agrupamentos distritais sendo estes os agrupamentos do norte, centro norte, centro sul, sul e Algarve.

2.7.2 Comandos Distritais de Operações de Socorro

Os Comandos Distritais de Operações de Socorro (CDOS) foram definidos no Decreto-Lei nº 75/2007 ([Decreto-Lei nº 75/2007 de 29 de Março do Ministério da Administração Interna 2007](#)) com a aprovação da lei orgânica da ANPC. Neste documento é decretado a criação do Comando Nacional de operações de socorro (CNOS) e de tantos CDOS quantos os Distritos do território nacional. É da competência de cada CDOS assegurar a articulação operacional permanente com o comandante operacional municipal e respeitando a hierarquia da entidade onde o comandante operacional distrital deve reportar ao comandante operacional nacional. O comandante operacional distrital é coadjuvado pelo 2º comandante operacional distrital e pelo adjunto de operações distrital.

2.8 Organização decretada no decorrer da dissertação

2.8.1 Alteração de ANPC para ANEPC

Após o início desta dissertação houve algumas alterações à legislação no que diz respeito ao tema abordado neste documento. O Decreto-Lei nº 45/2019 ([Decreto-Lei nº 45 de 1 de Abril de 2019 do Ministério da Administração Interna 2019](#)) aprova a orgânica da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC) passando assim da designação de ANPC para ANEPC. Para além disso, este documento altera a organização interna da entidade, passando esta a obedecer a uma estrutura hierarquizada, compreendendo a Direção nacional de Prevenção e Gestão de Riscos, a Direção Nacional de Administração de Recursos, a Direção Nacional de Bombeiros e a Inspeção de Serviços de Emergência e Proteção Civil.

2.8.2 Alteração de comandos distritais para comandos regionais e sub-regionais de operações de socorro

Também no que respeita às alterações promovidas pelo Decreto-Lei nº 45/2019 ([Decreto-Lei nº 45 de 1 de Abril de 2019 do Ministério da Administração Interna 2019](#)) foi projetada uma alteração à organização territorial dos até então CDOS, em que passaram a existir 5 comandos regionais de emergência e proteção civil. São estes: o Comando Regional do Norte, o Comando Regional do Centro, o Comando Regional de Lisboa e Vale do Tejo, o Comando Regional do Alentejo e o Comando Regional do Algarve, sendo que esta divisão foi criada respeitando as NUTS II. Passaram também a existir comandos sub-regionais, que se articulam diretamente com os comandos regionais nos quais estão inseridos. Neste caso dos subcomandos regionais, estes existem por cada entidade intermunicipal, ou seja, por cada NUTS III, totalizando 23 comandos sub-regionais.

Capítulo 3

Dados e Métodos

Neste capítulo serão abordados todos os métodos utilizados para a obtenção dos resultados, bem como o processamento dos dados disponíveis. Também será apresentado o território de análise em termos geográficos e demográficos. Será explicado como foram escolhidas cada uma das variáveis para as análises, as restrições impostas e a temática das partições, em que se foca a validação destas, respeitando as adjacências existentes tanto nas NUTS III como nos Distritos do território nacional. Será ainda explicada a diferença entre analisar o risco de ocorrências simultâneas (ROS) e o potencial do risco de área ardida (PRAA). Por fim, aborda-se a divisão do território em zonas, e como se decidiram os limites das mesmas.

3.1. *Study Site*

Portugal é um pequeno país localizado na extremidade Sudoeste do continente europeu. É composto pelo seu território continental e pelas regiões autónomas da Madeira e dos Açores. A área do seu território continental é de cerca de 89.000 Km², com uma zona fronteiriça de cerca de 2600 Km, dividida aproximadamente de igual forma entre fronteira terrestre e fronteira marítima. Este território está inserido na península ibérica, onde apenas faz fronteira com Espanha. A largura máxima do seu território entre os pontos mais a Oeste e mais a Este regista um valor de 286 Km, enquanto o seu comprimento, comparando o ponto mais a Norte com o ponto mais a Sul, regista 577 Km. O valor da população residente em Portugal no final de 2017 foi de 10.291.027 habitantes, havendo 75.480 pessoas ao serviço no setor do ambiente, sendo 28 308 destas, bombeiros ([Anuário Estatístico de Portugal 2017](#)).

Em termos da predominância da paisagem existe uma clara divisão entre o território a Norte e a Sul do rio Tejo. A Norte do rio, a paisagem apresenta-se mais montanhosa e com altitudes médias mais elevadas. O expoente máximo de altitude dessa porção de território é na cadeia montanhosa da Serra da Estrela, onde o seu ponto mais alto regista aproximadamente 2000 metros. Já na zona a Sul do Tejo predominam as planícies, sendo o território montanhoso de muito menor densidade, e sendo o seu ponto de maior altitude na cadeia montanhosa de São Mamede, presente no Alentejo, com pouco mais de 1000 metros de altitude (*ibid.*). Segundo o Inventário Florestal Nacional 6 - Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal

continental em 1995, 2005 e 2010 ([ICNF 2013](#)), o último a ser publicado, a floresta ocupa 35,4% do território nacional continental, valor próximo dos 37,6% da média dos países da UE. Este valor corresponde a 3.154.800 ha dos 8.908.893 ha do território continental. Em termos de espécies florestais, o Eucalipto, o Pinheiro-bravo e o Sobreiro são as mais significativas, representando respetivamente 26%, 23% e 23 % da superfície florestal. No que diz respeito à alteração das áreas das espécies florestais entre o ano inicial referido no documento e o final (respetivamente 1995 e 2010), a principal foi o decréscimo da área do Pinheiro-bravo de cerca de 263 mil ha. Em sentido contrário, existiu um aumento da área do Eucalipto de 95 mil ha.

O regime de propriedade dos terrenos florestais em Portugal é muito distinto dos restantes membros da EU, pois no caso português, cerca de 92% pertence a proprietários privados, aproximadamente 6% é propriedade comunitária e apenas cerca de 3% é detido por entidades públicas, um valor muito inferior aos 40% da média da EU ([Perfil Florestal 2018](#)).

3.2. Escolha dos parâmetros de análise

Para um trabalho de investigação em que seja necessário analisar dados é fundamental estes serem validados, selecionados e escolhidos os parâmetros, de forma à análise ser o mais robusta possível. Nesta seção são explicados os métodos usados para a escolha do período a analisar, pois apesar de existirem 15 anos de dados, existe a possibilidade de apenas escolher uma porção destes que possa representar a totalidade. Também a escolha do intervalo de simultaneidade é fulcral.

3.2.1 Período a analisar

No que respeita à escolha do período, esta baseia-se na observação dos resultados para diferentes análises. Essas diferentes análises podem ser totalmente independentes de maneira a que as somas de todos os intervalos analisados completem a totalidade dos dados, ou feita de modo a que partes do intervalo de uma análise estejam presentes na seguinte. Exemplificando com um caso mais simples, se tivermos 3 anos de dados disponíveis e quisermos definir qual intervalo a ser analisado, podemos perceber: o comportamento da globalidade dos 3 anos; em grupos de dois anos, usando, por exemplo, os dois primeiros e os dois últimos; e ainda cada um dos 3 anos individualmente. No caso dos incêndios florestais, porém, importa ter atenção às escolhas das análises, pois devido à sazonalidade inerente aos dados não seria compreensível escolher, por exemplo, um intervalo que contivesse duas vezes os meses estatisticamente mais críticos e uma vez os menos críticos, e outro que, em oposição, contivesse duas vezes os meses menos críticos e uma vez os mais críticos.

Após as análises parciais serem elaboradas, importa compará-las e perceber se existem fontes de grande variação entre os dados parciais. No caso de os dados apresentarem classes de dados diferentes, é também importante comparar estas análises na sua totalidade, bem como a comparação entre as suas classes. Na primeira secção do Capítulo 4, está apresentada a análise feita para o caso de estudo desta dissertação.

3.2.2 Intervalo de simultaneidade

Quanto à escolha do intervalo de simultaneidade, esta também é de vital importância pois quanto maior for o seu valor, maiores serão as ocorrências simultâneas dentro de cada intervalo. Para esta escolha é necessário então, tendo por base a totalidade dos dados, escolher alguns valores realistas que possam ser utilizados. Neste caso, não seria aceitável escolher um intervalo de 1 semana ou de 1 mês, pois estes valores seriam bastante superiores ao nível de grandeza da duração usual de uma ocorrência. Também valores inferiores a 1 hora, para além de serem demasiado baixos para a maioria dos casos, comprometeriam de uma forma bastante significativa o tempo de processamento dos dados considerando a mesma capacidade computacional. Assim, após a escolha de alguns valores possíveis a serem utilizados, importa perceber como se comportam os dados, comparando as diferentes classes. No caso em estudo estas classes são as regiões a ser analisadas (NUTS III ou Distritos). Após obter as análises para cada um dos intervalos de simultaneidade selecionados, é ainda necessário perceber se para cada um deles os valores se comportam sensivelmente da mesma forma entre si. Obtendo um gráfico que ordene as classes pelos valores da análise para o maior intervalo de simultaneidade de forma descendente, é necessário observar se as linhas resultantes se cruzam. Caso isto não aconteça por razões de tempo de processamento, opta-se por escolher, dentro dos intervalos previamente validados, o maior. A Figura 3-1 demonstra que existe diferença para o mesmo caso da utilização do intervalo de 1 hora, 3 horas ou 1 dia no que diz respeito aos eventos simultâneos. Assim fica notória a importância da definição deste parâmetro para as análises.

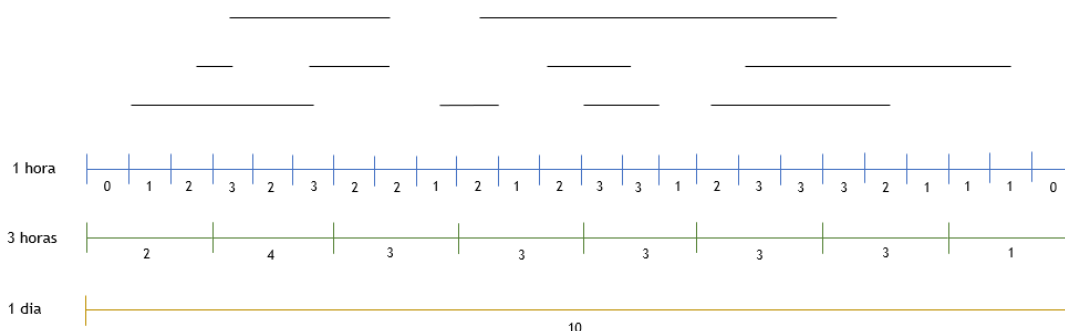


Figura 3-1: Diferença nas ocorrências simultâneas para diferentes intervalos de simultaneidade

3.3. Restrições das regiões

A metodologia implementada apesar de poder ter uma aplicação universal será ilustrada com o caso real português. Dessa forma, considerar apenas a função de equilibrar as regiões resultantes pode gerar uma solução inviável. O mapa apresentado na Figura 3-2 e o respetivo grafo da ilustrativo do lado direito da Figura 3-3 apresentam uma solução equilibrada ao nível da análise, mas não viável tanto pela distância entre unidades de análise da região como pelo número de unidades pertencentes a cada uma destas.

Como podemos observar na Figura 3-3, a solução apresenta um maior equilíbrio no que ao valor de cada região diz respeito. A área das esferas do grafo, que representam os seus nós,

são mais equilibradas comparativamente ao caso inicial. No entanto, como podemos reparar na Figura 3-3, mas principalmente na Figura 3-2, o número de unidades de análise pertencentes ao nó representado na parte inferior do grafo é claramente superior aos restantes. Também na Figura 3-2, podemos observar que a área de responsabilidade da região mais a sul do país torna-se inviável, pois esta agrupa unidades com distâncias superiores a metade da distância entre a fronteira Norte e a fronteira Sul do país.

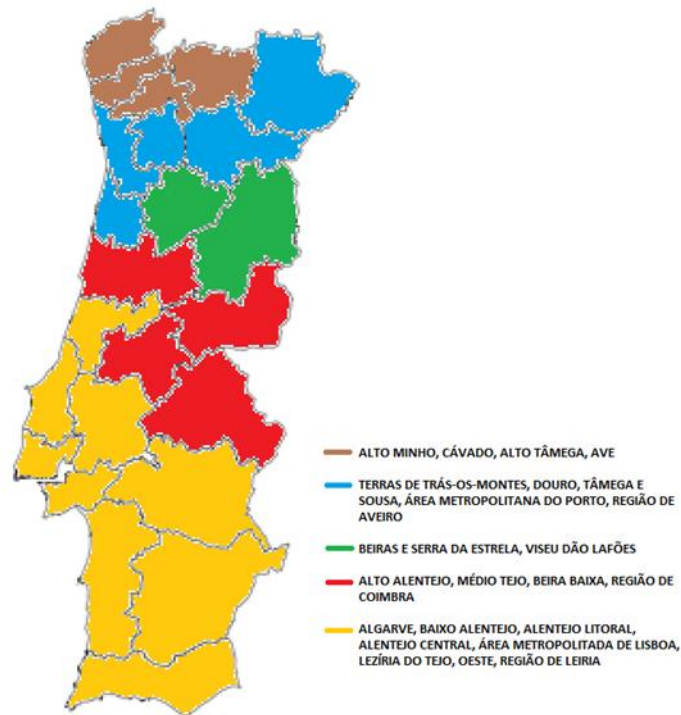


Figura 3-2: Mapa resultado inviável PRAA para NUTS III

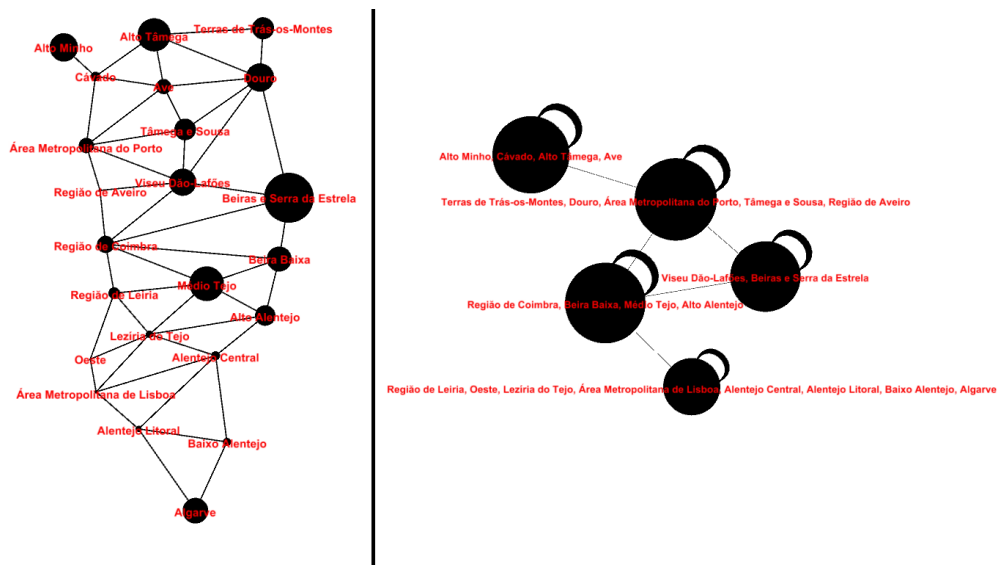


Figura 3-3: Comparação grafo inicial NUTS III (as-is*) com o grafo de um resultado PRAA inviável

Estas situações fizeram com que fosse de sobeja importância criar restrições para que, para além do equilíbrio das regiões, estas também fossem viáveis ao nível do comando. Assim, foi criada uma restrição que impedisse que as regiões fossem constituídas por mais de 3 unidades de análise. Este valor de 3 unidades por região foi deliberado para servir como uma primeira aproximação à restrição de distância impedindo a obtenção de regiões demasiado extensas e também no caso das NUTS III tem a vantagem de não aumentar exageradamente a diversidade socioeconómica. Ilustrando com o caso português e com a divisão planeada do território em 3 zonas (Norte, Centro e Sul) também podemos verificar que como estas ficam respetivamente com 8, 8 e 7 unidades constituintes, no melhor caso, obtemos 3 regiões em cada zona, totalizando 9 para todo o território e, assim, uma redução de 50% face ao caso atual (as-is).

Quanto à restrição de distância, foi necessário pensar numa forma de restringir partições válidas que ultrapassassem a distância definida. Com base nas coordenadas “xy”, disponíveis nos dados disponibilizados pelo Engº Rui Almeida, para cada corporação de bombeiros, foram feitas as suas médias por NUTS III e por Distritos, e calculados os pontos centrais de cada uma destas unidades de análise. Após obter esses valores, foi calculada a distância entre cada unidade de cada região. A Figura 3-4 demonstra um caso simples de como foram calculadas as distâncias.

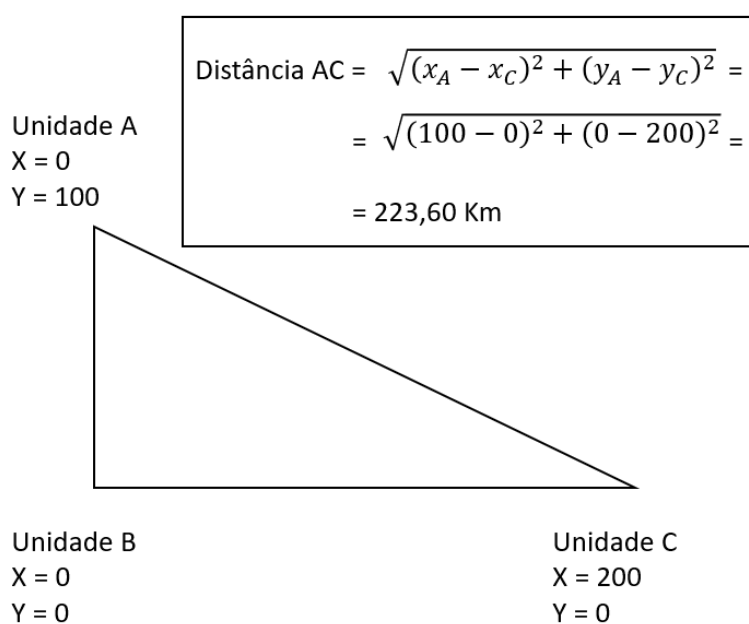


Figura 3-4: Exemplo de cálculo da distância entre unidades de análise da mesma região

Com este exemplo temos 3 distâncias calculadas entre as unidades de análise que compõe esta região sendo elas: 100 km, 200 Km e 223,6 Km. Para esta região ser válida e consequentemente a partição onde ela está inserida é necessário que a restrição de distância seja superior à maior das distâncias. Neste caso qualquer restrição de distância inferior a 223,6 Km tornaria a região e a respetiva partição inválida.

Para a seleção dos valores no que diz respeito à restrição de distância, foi elaborado um gráfico que representa as alterações ao nível do número total de partições válidas por valor de restrição de distância. Observando esse gráfico, foram selecionados alguns valores que tivessem diferentes números de partições válidas. Para o caso deste estudo esse gráfico está presente na secção 4.3.

A terminologia associada a estas divisões do território foi a seguinte:

- **Zonas:** Divisões do território em conjuntos de unidades de análise previamente definidas. Ilustrando com o caso nacional são elas a zona norte, a zona centro e a zona sul;
- **Regiões:** Porções do território resultantes das análises, compostas por mínimo de 1 e um máximo de 3 unidades de análise pertencentes à mesma zona;
- **Unidades de análise:** NUTS III ou Distritos, dependendo da análise, que formam regiões pertencentes a uma determinada zona. Ilustrando com o caso estudado podem ser por exemplo no caso das NUTS III a Área Metropolitana do Porto ou no caso dos Distritos o distrito de Santarém.

3.4. Partições e adjacências

3.4.1 Número de Bell e partições válidas

O número de partições existentes num *set* com n elementos e sem *subsets* vazios é representado pelo número de Bell B_n ([Mezo 2011](#)). A equação (3.1) representa a fórmula de cálculo deste valor.

$$B_n = \sum_{k=0}^n \left\{ \begin{matrix} n \\ k \end{matrix} \right\}. \quad (3.1)$$

Com a fórmula de cálculo deste valor importa, então, consoante o modelo planeado e as restrições estabelecidas na secção 3.3, perceber qual a diferença entre a totalidade de partições para o número de elementos a analisar (representadas pelo número de Bell), e qual a redução existente quando estas são válidas. Essa validação respeita, tanto o critério de adjacência ao qual o território está sujeito, como também a restrição de 3 unidades por região e as várias restrições de distância. A restrição de adjacência é fundamental para a elaboração deste método pois impede que sejam criadas regiões que não sejam contínuas. A título ilustrativo seria inválida uma região que fosse composta pelos Distritos do Porto e de Coimbra, mas quando adicionado Aveiro este passaria a ser válido pois a ligação entre os dois Distritos anteriores já estaria assegurada. A Tabela 3-1 e a Tabela 3-2 representam os valores do número de Bell e das partições válidas após aplicadas as restrições, respetivamente para Distritos e NUTS III.

Tabela 3-1: Número de partições para Distritos por zona consoante as restrições de distância

Zona	Unidades	Número de Bell	Partições				
			Máximo 3 unidades por região com adjacência				
			40 Km	80 Km	120 Km	160 Km	≥ 172 Km
Norte	5	52	2	12	13	16	16
Centro	6	203	1	20	51	57	64
Sul	7	877	1	6	45	75	85

Tabela 3-2: Número de partições para NUTS III por zona consoante as restrições de distância

Zona	Unidades	Número de Bell	Partições				
			Máximo 3 unidades por região com adjacência				
			40 Km	80 Km	120 Km	160 Km	≥ 197 Km
Norte	8	4140	8	184	263	321	321
Centro	8	4140	2	93	179	218	218
Sul	7	877	1	10	62	125	145

Após a observação destas tabelas, verifica-se que as restrições impostas reduzem substancialmente o número total de partições válidas, quando comparadas com o respetivo número de Bell. Tendo em conta o valor do número de Bell para a totalidade das 23 NUTS III e dos 18 Distritos, que é, respetivamente, 682.076.806.159 e 44.152.005.855.084.346, e também a capacidade computacional disponível, confirma-se a necessidade ao nível do processamento de dados da divisão do território em 3 zonas menores. Também na comparação entre as zonas do Norte e do Centro podemos observar que apesar de ambas partirem do mesmo número de Bell quando impostas as restrições o seu valor de partições válidas é diferente. Isto prende-se com o facto das suas matrizes de adjacências serem distintas e da distância entre as unidades de análise que as compõe também diferirem. Importa também ressaltar que quando comparada a zona Sul para Distritos e para NUTS III acontece o mesmo devido às razões supramencionadas.

O código que permite obter as partições e validá-las para obter os resultados do projeto encontra-se na íntegra no Apêndice B.1 - Script partitions.R. No que diz respeito às partições, a restrição de 3 unidades de análise por região foi garantida recorrendo ao package “*partitions*” ([Hankin 2006](#)) e às funções “*restrictedparts*”, “*conjugate*” e “*setparts*”. O trecho de código `setparts(conjugate(restrictedparts(unid,3)))` permite-nos obter as partições para um máximo de 3 unidades por partição, em que a variável “*unid*” representa o número de unidades da zona a analisar. De referir que, após obter as partições válidas é selecionada destas a que tiver um valor menor da medida de dispersão usada.

De forma a obter uma representação gráfica das regiões resultantes das partições selecionadas foram elaborados grafos em que os nós representavam as regiões resultantes e as arestas as suas regiões adjacentes. Para isso foi utilizado o software Gephi ([Bastian, Heymann, e Jacomy 2009](#)).

3.4.2 Algoritmo de adjacências

Para fazer o teste que valida a adjacência das unidades de análise pertencentes a cada região de cada partição e, assim, validar a partição, foi desenvolvido uma adaptação do algoritmo elaborado por [Torres \(2016\)](#). Primeiramente, foram elaboradas as matrizes de adjacências tanto para as NUTS III como para os Distritos para cada uma das 3 zonas. Obteve-se, então, para Norte, Centro e Sul respetivamente, para NUTS III uma matriz 8x8, uma 8x8 e uma 7x7 e para Distritos uma 5x5, uma 6x6 e uma 7x7. Estas matrizes são *booleanas*. Quando duas unidades são adjacentes apresenta o valor 1, e quando não são apresentam o valor 0. Após a obtenção dessas matrizes, foram feitas as condições para os 3 casos possíveis: região com 1,

2 ou 3 unidades. Para uma unidade, todas as regiões foram validadas, pois como não existe uma segunda unidade para fazer a comparação, e sendo esta coincidente com ela mesma, também é adjacente. Para o caso de regiões com 2 unidades foi verificado se na matriz de adjacências na interseção dessas duas unidades o valor era igual a 1. No último caso, foram testadas as adjacências parciais das unidades duas a duas, sendo que, se duas adjacências parciais de pelo menos uma das unidades não forem válidas (isto é, igual a 0), essa região também não é válida.

3.5. Análise do risco de ocorrências simultâneas vs análise do potencial do risco de área ardida

Para elaborar as análises, foi necessário decidir que indicadores dentro dos calculados a partir dos dados disponíveis seriam utilizados. Os indicadores calculados foram: o máximo, o mínimo, a média, a mediana, o desvio padrão, o VaR95, o VaR5 e o CVaR95. Vários desses indicadores estatísticos foram ponderados, começando pelo mais simples de utilizar - o máximo absoluto. Com este indicador poderia haver o problema um sobredimensionamento de alguma região causado por um evento esporádico. A medida de risco *Value-at-risk* 95 permite-nos afastar a sobrevalorização de um valor esporádico. No entanto, para o caso a analisar, a sua distribuição conta com uma cauda do lado direito muitas vezes bastante extensa, o que pode fazer com que vários valores significativos sejam ignorados. Dessa forma, a utilização do Conditional value-at-risk 95 (*CVaR* 95), que é a média dos valores da distribuição com valores iguais ou superiores ao *Value-at-risk* 95, permite obter um valor intermédio entre o máximo absoluto e o *Value-at-risk* 95.

Foi então tomado por base o valor do *CVaR* 95 das ocorrências simultâneas para a análise, renomeado para risco de ocorrências simultâneas e usada a sigla ROS para o caracterizar. Este indicador é utilizado de modo a obter um equilíbrio ao nível do comando considerando apenas os recursos mínimos necessários para dar resposta a uma ocorrência independentemente da sua extensão ou duração. No entanto, este indicador revela-se importante quanto ao número de ocorrências e ao número de equipas mínimas necessárias para dar resposta às ocorrências, mas não têm em conta o diferente esforço do comando quando existem ocorrências mais prolongadas que obriguem a uma logística e gestão de equipas mais difícil. De forma a colmatar este problema, calculou-se o *CVaR* 95 da área ardida por NUTS III e por Distritos, dependendo da análise, e renomeado para risco de área ardida (RAA). Este valor por si só tem pouca informação interessante para a análise do ponto de vista da melhoria ao nível do planeamento do comando e por isso apenas foi usado como auxiliar de cálculo. Importa destacar que para o cálculo deste indicador foram retirados os falsos alarmes, de modo a não obter demasiados valores nulos de área ardida que pudessem falsear os resultados. Foi então calculado um novo indicador multiplicando este auxiliar pelo ROS, o potencial do risco de área ardida, sendo a sua sigla definida como PRAA. Este indicador permite-nos tendo em consideração a duração e extensão das ocorrências, fazer a alocação de uma forma correta das equipas de apoio ao ataque ampliado. Ilustrando com o caso português da divisão por Distritos, os mapas da

Figura 3-5, da Figura 3-6 e da Figura 3-7 demonstram a existência de diferenças bastante significativas quando considerados cada um dos 2 indicadores e também do indicador auxiliar de cálculo.

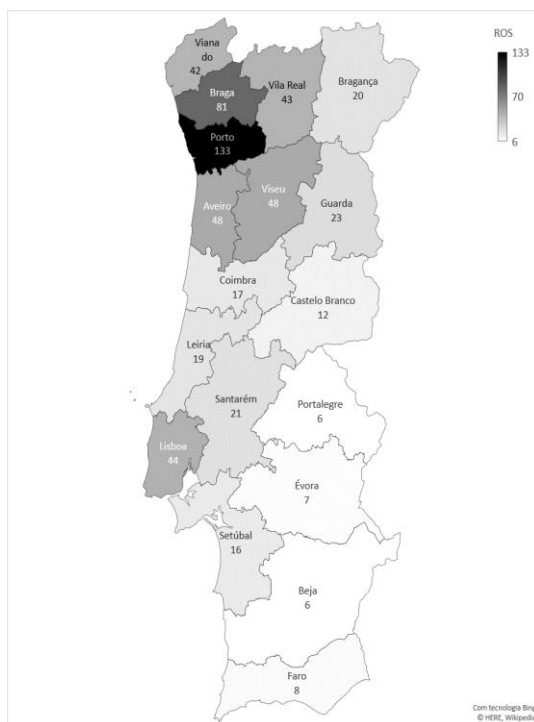


Figura 3-5: Mapa da análise do ROS para Distritos com intervalo de simultaneidade de 24 horas

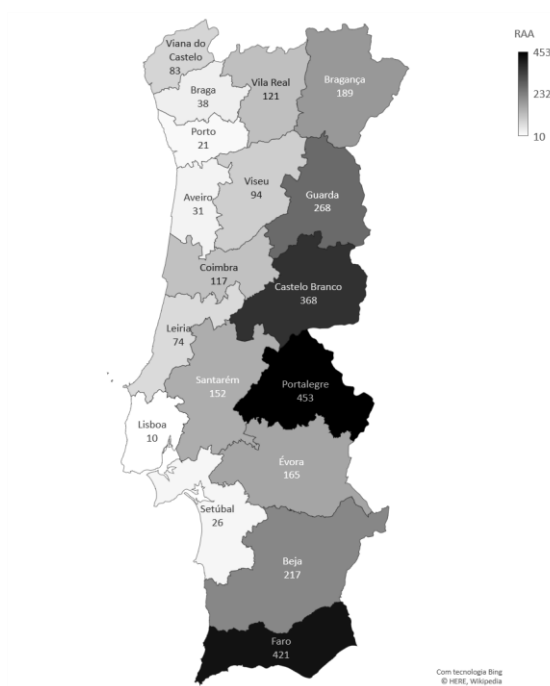


Figura 3-6: Mapa da análise do RAA para Distritos

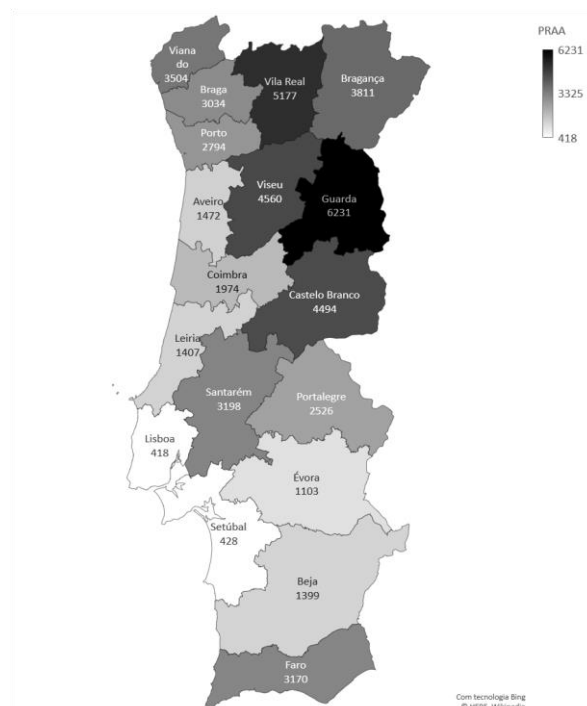


Figura 3-7: Mapa da análise do PRAA para Distritos com intervalo de simultaneidade de 24 horas

Podemos observar que quando consideramos o ROS o Distrito crítico é claramente o Distrito do Porto e que litoral Norte é claramente onde o seu valor é mais elevado. Quanto a análise passa a ser pelo PRAA já não existe um Distrito com valores tão superiores aos restantes e onde existe a maioria dos Distritos críticos passa a ser principalmente no interior Centro e Norte. Apesar do método poder ter uma aplicação universal, estas duas análises para alguns locais do mundo podem não ser cruciais caso exista uma igualdade evidente entre os dois indicadores e assim havendo apenas a necessidade de calcular o PRAA.

3.6. Divisão do território por zonas

Em alguns locais onde existir um número elevado de unidades de análise torna-se crucial que seja feita a divisão do território em zonas para que com a mesma capacidade computacional se possa obter tempos de processamento menores. Esta divisão deve ter em conta a criação de zonas sensivelmente com o mesmo número de unidades de análise.

No respeito à prévia divisão do território em zonas ilustrada com o caso nacional, de modo a conseguir equilibrá-las ao nível de unidades constituintes, para um dos casos essa divisão foi clara e óbvia. Visto que no caso das NUTS III elas foram divididas respeitando o seu nível superior NUTS II, as fronteiras das zonas e das suas unidades constituintes foram facilmente estabelecidas. Ficaram formadas então 3 zonas sendo elas:

- a zona Norte, constituída pela NUTS II com o mesmo nome, e tendo como suas unidades de análise as NUTS III do Alto Minho, Cávado, Ave, Área Metropolitana do Porto, Tâmega e Sousa, Alto Tâmega, Douro e Terras de Trás-os-Montes;

- a zona Centro, também constituída pela NUTS II com o mesmo nome, e à qual pertencem as NUTS III da Região de Aveiro, Viseu Dão-Lafões, Beiras e Serra da Estrela, Região de Coimbra, Beira Baixa, Região de Leiria, Médio Tejo e Oeste;
- a zona Sul, constituída pelas NUTS II do Algarve, Alentejo e Área Metropolitana de Lisboa à qual pertencem as NUTS III da Área Metropolitana de Lisboa, Lezíria do Tejo, Alto Alentejo, Alentejo Central, Alentejo Litoral, Baixo Alentejo e Algarve.

Em termos de número de NUTS III constituintes, as zonas ficaram equilibradas, tendo as duas primeiras 8 unidades e a última 7.

No caso dos Distritos, foi necessário fazer também uma divisão na qual as zonas coincidissem com as anteriores. Foi então necessário resolver o problema da não coincidência das fronteiras dos Distritos com as fronteiras das NUTS II. Deliberou-se que nos casos de Distritos que pertencessem a mais do que uma NUTS II, estes seriam colocados na zona que aparentemente tivesse uma maior porção da sua área. A Figura 3-8 apresenta a sobreposição do mapa dos Distritos com o mapa das zonas criadas anteriormente, e serviu como base da decisão a tomar.



Figura 3-8: Mapa usado para decidir Distritos pertencentes a cada zona

Após a observação do mapa ficaram definidas que as zonas seriam:

- a zona Norte - constituída pelos Distritos de Viana do Castelo, Braga, Porto, Vila Real e Bragança;
- a zona Centro - constituída pelos Distritos de Aveiro, Viseu, Guarda, Coimbra, Leiria e Castelo Branco; e
- a zona Sul - constituída pelos Distritos de Lisboa, Santarém, Portalegre, Setúbal, Évora, Beja e Faro.

Assim o número de unidades por zona fixou-se respetivamente em 5, 6 e 7.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos para as análises usando como função objetivo a minimização do coeficiente de Gini. Foram feitas duas análises distintas: uma, considerando o ROS das regiões, e outra o PRAA das mesmas. Também estão divididos os resultados dependendo das restrições de distância entre as unidades de análise da mesma região. De notar que os métodos para a seleção do período de análise e do intervalo de simultaneidade estão descritos na segunda secção do Capítulo 3.

É importante salientar que, como existiu uma mudança de legislação durante a elaboração do projeto, o caso atual está atualmente em processo de alteração. Por conseguinte, foi definido que, para fazer as comparações com o caso atual e o caso planeado, seriam dadas as nomenclaturas de as-is para distritos e as-is* para NUTS III. O as-is se refere à separação total por Distritos, e o caso as-is* já decretado refere-se à divisão total por NUTS III.

A interpretação será feita de duas formas: uma forma analítica, comparando o valor do Coeficiente de Gini da proposta apresentada com o mesmo coeficiente do as-is e do as-is*, e outra gráfica comparando os grafos resultantes das propostas com os grafos dos dois casos. Também é analisado se a distribuição espacial das regiões é feita de uma forma plausível, ou se haverá algum caso em que essa mesma distribuição possa não ser viável. Serão apresentadas, principalmente, as comparações individuais das zonas do Norte, Centro e Sul, mas também uma comparação para a totalidade do território nacional. Outro ponto que importa ressaltar é que é expectável que o valor do Coeficiente de Gini dos resultados obtidos seja minimizado face à organização atual e, assim, o seu valor esteja mais perto do 0, o que significa um maior equilíbrio entre as regiões.

4.1. Definição do período a analisar

Antes de considerar um período final de análise dentro dos 15 anos disponíveis nos dados fornecidos, foi necessário perceber se haveria uma diferença significativa quando estes fossem analisados com diferentes conjugações. Para isso, foram feitas análises englobando todos os 10 anos consecutivos presentes nos dados e analisada a variação do ROS para cada NUTS III. A Tabela 4-1 representa os resultados dessas análises. Também o Gráfico 4-1, o Gráfico 4-2 e o

Gráfico 4-3 mostram a análise efetuada para as 3 zonas de NUTS III definidas.

Tabela 4-1: Rankings NUTS III para diferentes análises de 10 anos consecutivos

NUTS III	01-10	02-11	03-12	04-13	05-14	06-15
Alentejo Central	20	18	19	19	19	19
Alentejo Litoral	23	22	23	23	23	23
Algarve	18	18	18	18	18	18
Alto Alentejo	20	21	21	20	21	22
Alto Minho	4	4	4	3	3	3
Alto Tâmega	8	8	7	6	7	6
A. M. Lisboa	5	5	4	5	5	4
A. M. Porto	1	1	1	1	1	1
Ave	3	3	3	4	4	5
Baixo Alentejo	22	22	22	22	21	20
Beira Baixa	18	18	19	20	20	20
Beiras e Serra da Estrela	10	11	11	11	11	10
Cávado	7	6	7	9	10	11
Douro	6	7	6	6	8	7
Lezíria do Tejo	17	17	17	17	17	16
Médio Tejo	15	14	14	14	14	16
Oeste	11	10	10	9	9	9
Região de Aveiro	13	12	12	12	12	12
Região de Coimbra	12	13	13	13	13	13
Região de Leiria	16	16	15	15	14	15
Tâmega e Sousa	2	2	2	2	2	2
Terras de Trás-os-Montes	14	15	15	15	14	14
Viseu Dão Lafões	8	9	7	6	6	7

Gráfico 4-1: ROS por NUTS III da Zona Norte para intervalos de 10 anos

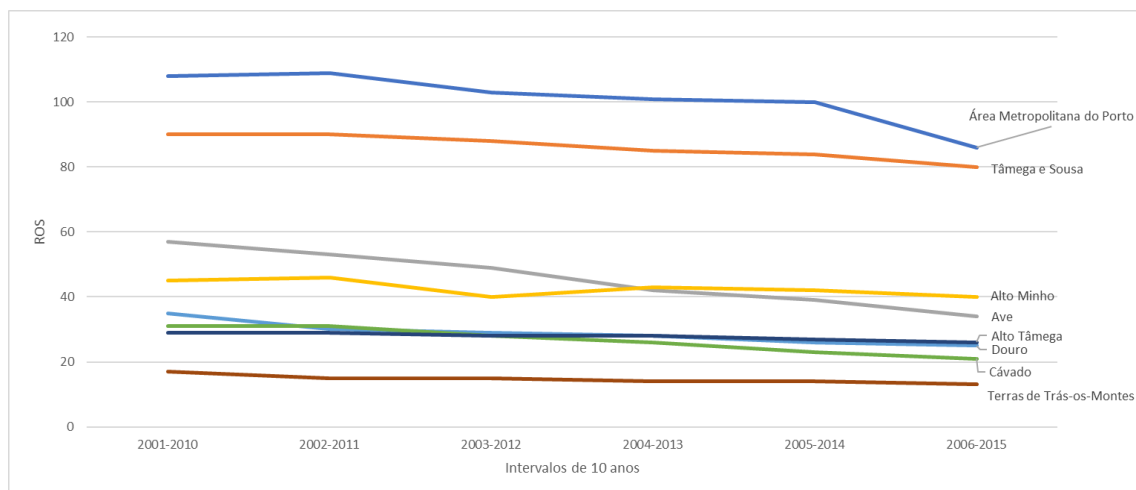


Gráfico 4-2: ROS por NUTS III da Zona Centro para intervalos de 10 anos

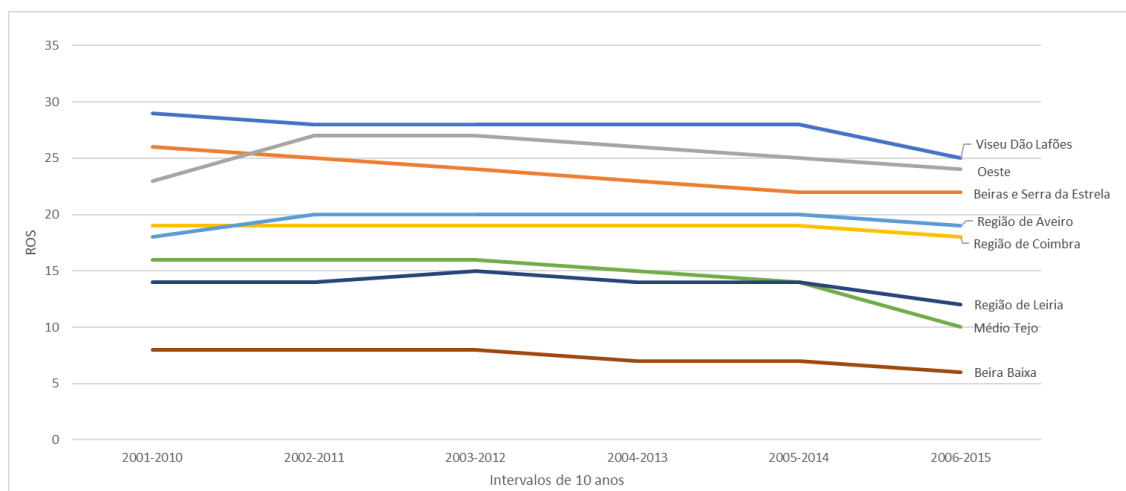
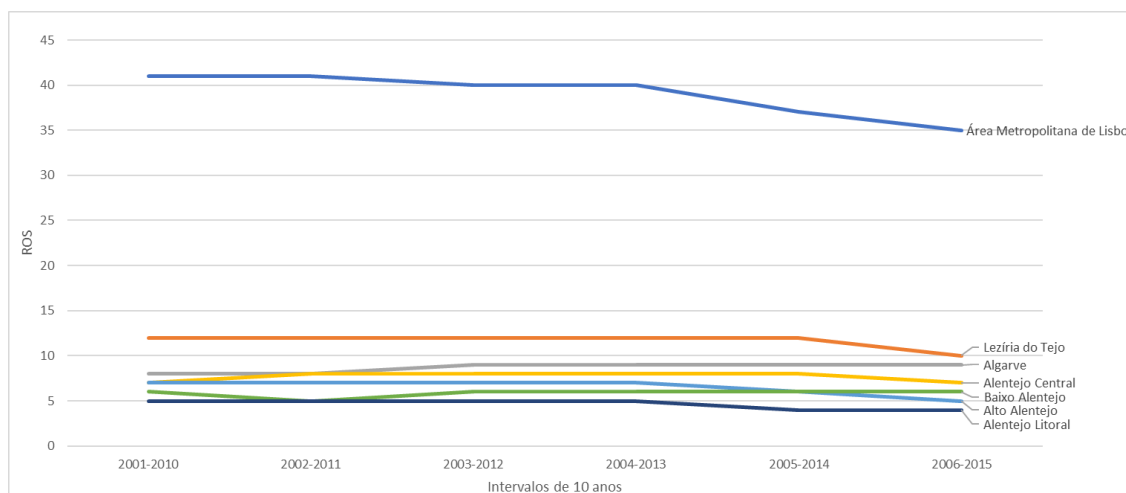


Gráfico 4-3: ROS por NUTS III da Zona Sul para intervalos de 10 anos



Apesar das análises não serem substancialmente diferentes, havia certos pontos onde se notava algumas alterações na ordem pela qual as NUTS III apareciam ordenadas principalmente nas regiões do Norte e Centro. Por isso, devido aos intervalos não se comportarem todos da mesma forma, usar alguma conjugação de anos como caso de análise poderia não ser a melhor solução e seria mais prudente utilizar a totalidade dos dados, ou seja, o intervalo compreendido entre 2001 e 2015.

4.2. Definição do intervalo de simultaneidade

Da mesma forma como foi necessário definir o intervalo a considerar, também foi necessário definir qual era o intervalo no qual as ocorrências seriam consideradas simultâneas. Então, foram testados os seguintes valores: 24 horas, 12 horas, 6 horas e 3 horas. A Tabela 4-2 demonstra a análise feita para perceber se a relação entre as NUTS III variava de forma significativa com a alteração deste valor.

Gráfico 4-4: Valor do ROS por NUTS III para diferentes intervalos de simultaneidade

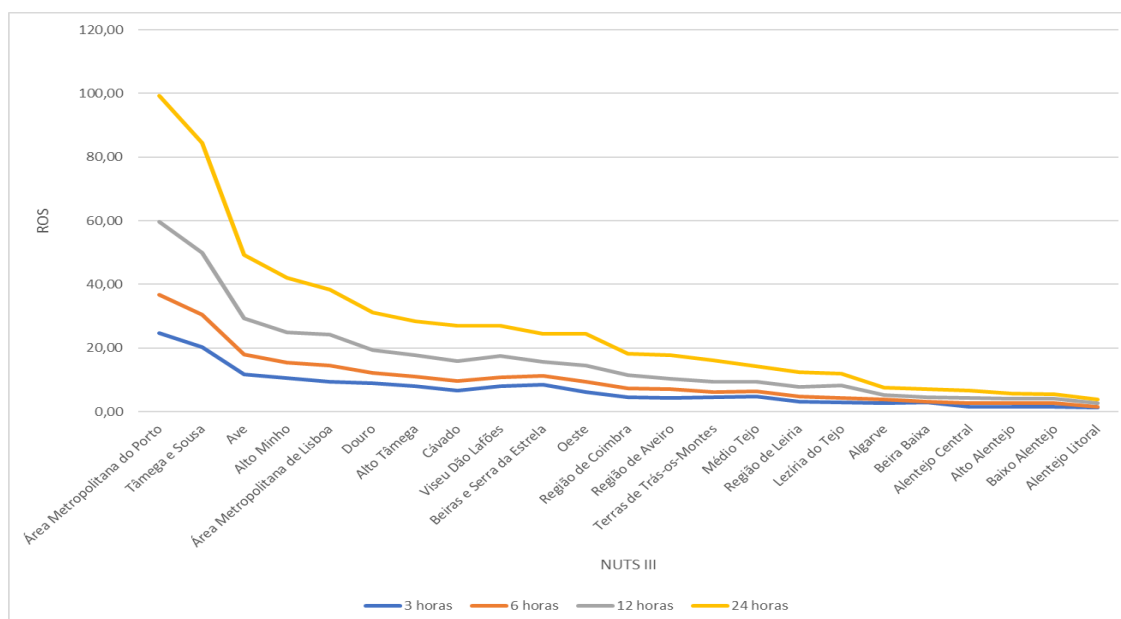


Tabela 4-2: Valor de ROS para diferentes intervalos de simultaneidade por NUTS III

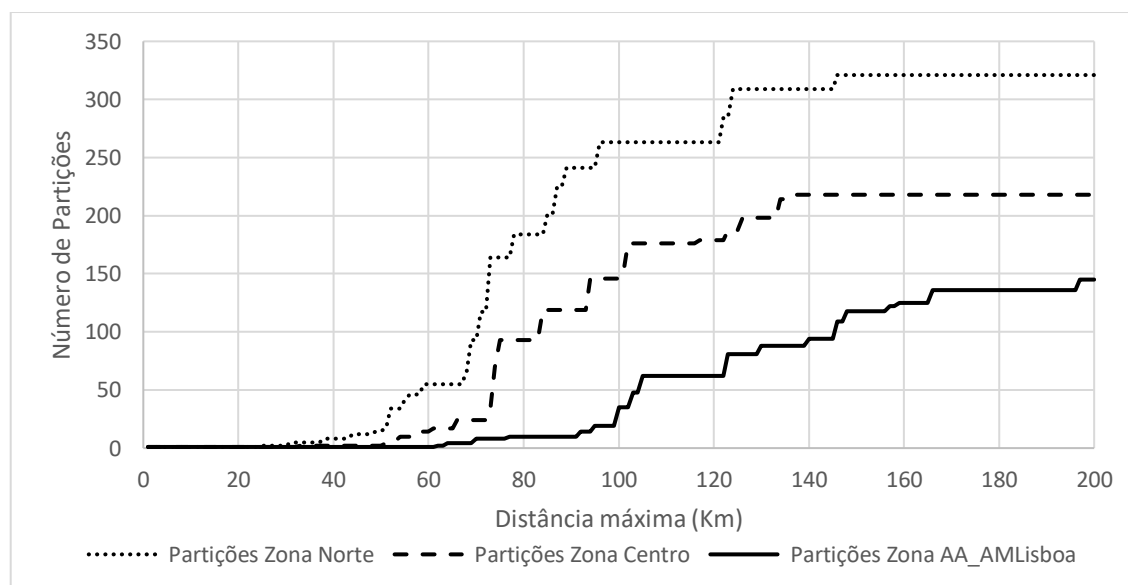
NUTS III	Intervalos de simultaneidade			
	3 horas	6 horas	12 horas	24 horas
Alentejo Central	1,46	2,76	4,26	6,69
Alentejo Litoral	1,30	1,42	2,69	3,94
Algarve	2,69	3,91	5,22	7,54
Alto Alentejo	1,43	2,72	4,09	5,57
Alto Minho	10,45	15,38	24,99	42,08
Alto Tâmega	7,98	11,06	17,73	28,31
Área Metropolitana de Lisboa	9,45	14,58	24,15	38,32
Área Metropolitana do Porto	24,64	36,80	59,59	99,26
Ave	11,77	18,06	29,26	49,13
Baixo Alentejo	1,41	2,65	4,05	5,46
Beira Baixa	2,94	3,12	4,59	7,15
Beiras e Serra da Estrela	8,57	11,27	15,74	24,41
Cávado	6,55	9,74	15,92	27,08
Douro	9,00	12,09	19,25	31,08
Lezíria do Tejo	2,98	4,40	8,29	11,88
Médio Tejo	4,76	6,30	9,40	14,18
Oeste	6,18	9,38	14,44	24,34
Região de Aveiro	4,40	7,15	10,31	17,65
Região de Coimbra	4,62	7,36	11,49	18,23
Região de Leiria	3,23	4,77	7,73	12,30
Tâmega e Sousa	20,31	30,58	49,92	84,56
Terras de Trás-os-Montes	4,62	6,20	9,38	16,08
Viseu Dão Lafões	8,01	10,86	17,43	26,92

Verificando o Gráfico 4-4 concluímos que quando observados os valores por NUTS III para os diferentes intervalos de simultaneidade ordenando estes valores essa mesma ordem se mantém sensivelmente inalterada (Apenas na NUTS III da Beira Baixa existe uma interceção entre as linhas das 3 de das 6 horas. Assim o critério de seleção utilizado foi a escolha do intervalo que permitisse melhores tempos de processamento de dados e menor custo computacional e aquele que representasse a dificuldade de comando durante a totalidade da jornada de trabalho. Assim foi escolhido como intervalo de simultaneidade as 24 horas.

4.3. Cálculo dos valores de restrição de distância

Para o cálculo das distâncias usadas como restrição, abordou-se as análises por zona do país respeitando as terminologias das NUTS III. Usando-se o valor máximo de 3 unidades de análise por região definido nos métodos, fez-se análises para vários valores de restrições de distâncias entre as unidades de análise. Para a escolha dos níveis das restrições de distâncias, foram analisadas o número total de partições válidas para todos os valores unitários em quilómetros entre 1 e 200 Km. O Gráfico 4-5 representa essas análises por zona.

Gráfico 4-5: Partições válidas por zona para análise de NUTS III



Após a observação do gráfico, decidiu-se que seriam analisadas as restrições de distância para intervalos de 40 quilómetros, começando no valor de 40 e acabando em 197 quilómetros⁶, pois nesse valor já todas as zonas teriam o número de partições restritas por distância igual ao número sem essa restrição. A Tabela 4-3 mostra o número de partições válidas para os valores de distância selecionados.

⁶ Este valor é de 172 Km quando são considerados os Distritos como base.

Tabela 4-3: Partições válidas por restrição de distância por zona para NUTS III

Partições válidas			
Distancia (Km)	Norte	Centro	Sul
40	8	2	1
80	184	93	10
120	263	179	62
160	321	218	125
197	321	218	145

De notar que a Tabela 4-3 apresenta as partições válidas considerando as restrições de distância, de 3 unidades de análise por região e de adjacência. No que diz respeito a esta última restrição para ela ser possível foram criadas matrizes de adjacências como a apresentada na Figura 4-1. Estas matrizes tiveram de ser elaboradas para a totalidade do território para NUTS III e para Distritos e também para cada uma das 3 zonas e são apresentadas na íntegra no Apêndice D.

Distritos	AVEIRO	BEJA	BRAGA	BRAGANCA	CASTELO BRANCO	COIMBRA	EVORA	FARO	GUARDA	LEIRIA	LISBOA	PORTALEGRE	PORTO	SANTAREM	SETUBAL	VIANA DO CASTELO	VILA REAL	VEISEU
AVEIRO	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
BEJA	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
BRAGA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
BRAGANCA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
CASTELO BRANCO	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
COIMBRA	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
EVORA	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
FARO	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUARDA	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LEIRIA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
LISBOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
PORTALEGRE	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
PORTO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
SANTAREM	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
SETUBAL	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
VIANA DO CASTELO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VILA REAL	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
VEISEU	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1

Figura 4-1: Matriz de Adjacências dos Distritos para a totalidade do território nacional

4.4. Partições de NUTS III

Para esta análise foi tomada como base a divisão do território nacional continental em NUTS III. Então, esta divisão conta com 23 unidades territoriais.

Após a obtenção dos valores das ocorrências por intervalo diário, foram obtidos indicadores estatísticos e, por fim, usados os valores do ROS calculado pelo *CVaR 95 das ocorrências simultâneas*, e o PRAA que resulta da multiplicação do indicador anterior pelo *CVaR 95 da área ardida em hectares por cada NUTS III*. A subsecção 4.4.1 trata da análise para o ROS, enquanto que a subsecção 4.4.2 demonstra todos os resultados obtidos quando se tomou por base o PRAA. A partir dos resultados obtidos após a execução do *script R*, foi selecionada, para cada uma das três zonas em que foi dividido o país, a partição para a qual o coeficiente de Gini fosse menor, ou seja, mais próximo de 0.

4.4.1. Análise do risco de ocorrências simultâneas

A Tabela 4-4, Tabela 4-5, Tabela 4-6, Tabela 4-7 e Tabela 4-8 representam os resultados obtidos, respetivamente, para restrições de distância de 40, 80, 120, 160 e valores maiores ou iguais a 197 Km, pois a partir deste valor obtemos resultados iguais a quando retiramos a restrição de distância. Por fim, a Figura 4-2 mostra todos estes resultados de uma forma gráfica no mapa de Portugal, sendo todas as novas regiões representadas pela mesma cor.

Tabela 4-4: Análise do ROS, resultado para restrição de 40 Km para NUTS III

Norte			ROS
Região 1	Alto Minho	Cávado	66,35
Região 2	Alto Tâmega		28,31
Região 3	Área Metropolitana do Porto		99,26
Região 4	Ave		49,13
Região 5	Douro		31,08
Região 6	Tâmega e Sousa		84,56
Região 7	Terras de Trás-os-Montes		16,08
Coeficiente de Gini			0,3029
Centro			ROS
Região 1	Médio Tejo	Região de Leiria	24,97
Região 2	Beira Baixa		7,15
Região 3	Beiras e Serra da Estrela		24,41
Região 4	Oeste		24,34
Região 5	Região de Aveiro		17,65
Região 6	Região de Coimbra		18,23
Região 7	Viseu Dão Lafões		26,92
Coeficiente de Gini			0,1593
Sul			ROS
Região 1	Alentejo Central		6,69
Região 2	Alentejo Litoral		3,94
Região 3	Algarve		7,54
Região 4	Alto Alentejo		5,57
Região 5	Área Metropolitana de Lisboa		38,32
Região 6	Baixo Alentejo		5,46
Região 7	Lezíria do Tejo		11,88
Coeficiente de Gini			0,4243

Podemos observar na Tabela 4-4 que devido ao baixo valor máximo da restrição de distância, os resultados são idênticos ao ponto de partida as-is*. Inclusive na zona Sul não verificamos nenhuma junção de NUTS III para formar uma nova região. Apenas temos duas novas regiões, uma na zona norte e outra na zona centro com as junções respetivamente do Alto Minho com o Cávado e do Médio Tejo com a Região de Leiria.

Tabela 4-5: Análise do ROS, resultado para restrição de 80 Km para NUTS III

Norte				ROS
Região 1	Alto Minho	Ave	Cávado	113,25
Região 2	Alto Tâmega	Douro	Terras de Trás-os-Montes	71,31
Região 3	Área Metropolitana do Porto			99,26
Região 4	Tâmega e Sousa			84,56
Coeficiente de Gini				0,0954
Centro				ROS
Região 1	Beira Baixa	Região de Coimbra		22,31
Região 2	Médio Tejo	Região de Leiria		24,97
Região 3	Beiras e Serra da Estrela			24,41
Região 4	Oeste			24,34
Região 5	Região de Aveiro			17,65
Região 6	Viseu Dão Lafões			26,92
Coeficiente de Gini				0,0645
Sul				ROS
Região 1	Alentejo Central	Alto Alentejo		10,69
Região 2	Alentejo Litoral	Baixo Alentejo		8,87
Região 3	Algarve			7,54
Região 4	Área Metropolitana de Lisboa			38,32
Região 5	Lezíria do Tejo			11,88
Coeficiente de Gini				0,3341

Com o aumento da distância máxima de restrição para 80 Km a Tabela 4-5 já demonstra mais formações de novas regiões em todas as zonas. De notar especial diminuição no valor do coeficiente de Gini da zona Norte que passa de um valor 0,3029 para 0,0954. Também nesta zona começam a ser formadas as primeiras regiões constituídas por 3 unidades de análise. Assim na totalidade das zonas passamos de 2 novas regiões criadas com a restrição de 40 Km para 6 com a restrição de 80 Km.

Tabela 4-6: Análise do ROS, resultado para restrição de 120 Km para NUTS III

Norte				ROS
Região 1	Alto Minho	Ave	Cávado	113,25
Região 2	Alto Tâmega	Douro	Terras de Trás-os-Montes	71,31
Região 3	Área Metropolitana do Porto			99,26
Região 4	Tâmega e Sousa			84,56
Coeficiente de Gini				0.0954

Centro				ROS
Região 1	Beira Baixa	Beiras e Serra da Estrela	Região de Coimbra	44,38
Região 2	Médio Tejo	Oeste	Região de Leiria	45,11
Região 3	Região de Aveiro	Viseu Dão Lafões		42,04
Coefficiente de Gini				0,0155
Sul				ROS
Região 1	Alentejo Central	Alto Alentejo	Lezíria do Tejo	20,22
Região 2	Alentejo Litoral	Algarve	Baixo Alentejo	13,73
Região 3	Área Metropolitana de Lisboa			38,32
Coefficiente de Gini				0,2268

Quando passamos para os resultados com a restrição de distância de 120 Km apresentados na Tabela 4-6, já nos deparamos com a formação de regiões de 3 unidades de análise constituintes para a totalidade das regiões. Também ao nível da totalidade de regiões das 3 zonas, comparando com o caso anterior onde a restrição era de 80 Km, passamos de 15 regiões para 10 regiões.

Tabela 4-7: Análise do ROS, resultado para restrição de 160 Km para NUTS III

Norte				ROS
Região 1	Alto Minho	Alto Tâmega	Cávado	90,69
Região 2	Ave	Douro	Terras de Trás-os-Montes	91,40
Região 3	Área Metropolitana do Porto			99,26
Região 4	Tâmega e Sousa			84,56
Coefficiente de Gini				0,0306
Centro				ROS
Região 1	Beira Baixa	Beiras e Serra da Estrela	Região de Coimbra	44,38
Região 2	Médio Tejo	Oeste	Região de Leiria	45,11
Região 3	Região de Aveiro	Viseu Dão Lafões		42,04
Coefficiente de Gini				0,0155
Sul				ROS
Região 1	Alentejo Central	Alto Alentejo	Lezíria do Tejo	20,22
Região 2	Alentejo Litoral	Algarve	Baixo Alentejo	13,73
Região 3	Área Metropolitana de Lisboa			38,32
Coefficiente de Gini				0,2268

Observando a Tabela 4-7 e mais uma vez comparando-a com o resultado anterior começamos a perceber que a restrição de distância já pouco interfere com os resultados. Isto é visível quando reparamos que as regiões constituintes das zonas Centro e Sul permanecem inalteradas em comparação com o caso anterior. Apenas na zona Norte, apesar de manter as

mesmas 3 regiões, a alteração das NUTS III do Ave e do Alto Tâmega entre a Região 1 e a Região 2 têm uma resposta positiva ao nível da redução do coeficiente de Gini.

Tabela 4-8: Análise do ROS, resultado para restrição igual ou superior a 197 Km para NUTS III

Norte				ROS
Região 1	Alto Minho	Alto Tâmega	Cávado	90,69
Região 2	Ave	Douro	Terras de Trás-os-Montes	91,40
Região 3	Área Metropolitana do Porto			99,26
Região 4	Tâmega e Sousa			84,56
Coeficiente de Gini				0,0306
Centro				ROS
Região 1	Beira Baixa	Beiras e Serra da Estrela	Região de Coimbra	44,38
Região 2	Médio Tejo	Oeste	Região de Leiria	45,11
Região 3	Região de Aveiro	Viseu Dão Lafões		42,04
Coeficiente de Gini				0,0155
Sul				ROS
Região 1	Alentejo Central	Algarve	Baixo Alentejo	17,62
Região 2	Alentejo Litoral	Área Metropolitana de Lisboa		40,74
Região 3	Alto Alentejo	Lezíria do Tejo		16,12
Coeficiente de Gini				0,2204

Na última análise representada na Tabela 4-8 podemos então também verificar que a única alteração em relação ao resultado anterior é na organização das regiões da zona Sul. Apesar de haver uma diminuição do coeficiente de Gini nessa zona esta revela-se pouco significativa. As zonas do Norte e do Centro permanecem iguais às dos resultados para 160 Km de restrição de distância.

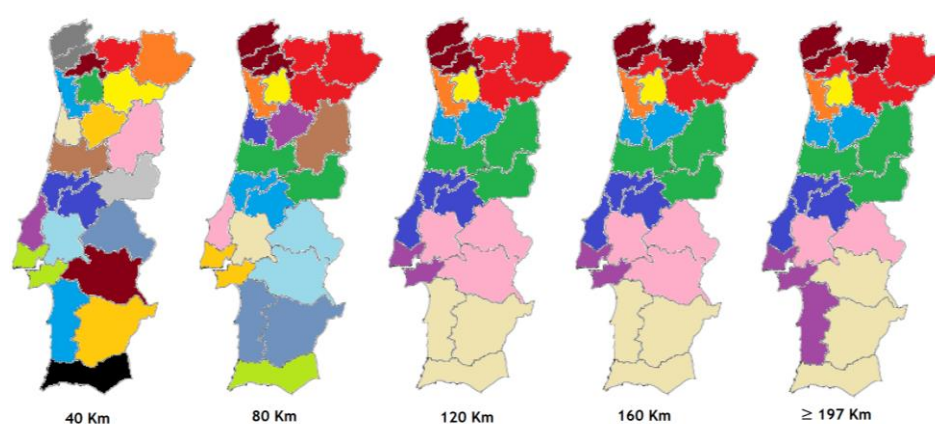


Figura 4-2: Distribuição das regiões por restrição de distância para análise do ROS para NUTS III

Fazendo uma análise à globalidade dos resultados importa referir que existem duas NUTS III que em nenhum dos casos são aglomeradas com outras e, portanto, nunca fazem parte de

uma nova região. Isto está relacionado com o valor do indicador usado para a análise ser muito elevado para estas unidades de análise. São elas a NUTS III da Área Metropolitana do Porto e a NUTS III do Tâmega e Sousa.

4.4.2. Análise do potencial do risco de área ardida

Nesta segunda análise, o procedimento foi idêntico ao da análise descrita na subsecção 4.4.1, apenas alterando o indicador a utilizar para o PRAA. Novamente, os resultados apresentados são relativos ao menor coeficiente de Gini dentro de todas as partições válidas por zona. A Tabela 4-9, Tabela 4-10, Tabela 4-11, Tabela 4-12 e Tabela 4-13 representam os resultados obtidos, respetivamente, para restrições de distância de 40, 80, 120, 160 e valores maiores ou iguais a 197 Km. A Figura 4-3 apresenta a representação espacial destas divisões para todas as restrições de distância.

Tabela 4-9: Análise do PRAA, resultado para restrição de 40 Km para NUTS III

Norte			PRAA
Região 1	Área Metropolitana do Porto	Tâmega e Sousa	4377,59
Região 2	Ave	Cávado	3038,91
Região 3	Alto Minho		3503,91
Região 4	Alto Tâmega		4095,22
Região 5	Douro		3495,38
Região 6	Terras de Trás-os-Montes		2727,51
Coeficiente de Gini			0,0897
Centro			PRAA
Região 1	Médio Tejo	Região de Leiria	5412,50
Região 2	Beira Baixa		3089,34
Região 3	Beiras e Serra da Estrela		6161,30
Região 4	Oeste		266,96
Região 5	Região de Aveiro		409,35
Região 6	Região de Coimbra		2132,79
Região 7	Viseu Dão Lafões		3358,44
Coeficiente de Gini			0,3966
Sul			PRAA
Região 1	Alentejo Central		1103,37
Região 2	Alentejo Litoral		766,55
Região 3	Algarve		3169,58
Região 4	Alto Alentejo		2525,70
Região 5	Área Metropolitana de Lisboa		376,24
Região 6	Baixo Alentejo		1007,03
Região 7	Lezíria do Tejo		912,87
Coeficiente de Gini			0,3503

Da mesma forma que nos resultados representados na Tabela 4-4 onde foi feita a análise para o ROS, nos resultados para restrição de distância de 40 Km para o PRAA, apresentados na Tabela 4-9, a alteração face ao as-is* é pequena. São formadas apenas 3 novas regiões, 2 delas

na zona Norte e 1 na zona Centro, ficando a zona Sul inalterada. Isto novamente se deve ao facto de os 40 Km de distância máxima impedir a formação de regiões com extensão superior às geradas. Na totalidade do território este resultado apresenta então 20 regiões.

Tabela 4-10: Análise do PRAA, resultado para restrição de 80 Km para NUTS III

Norte			PRAA
Região 1	Alto Minho	Cávado	4663,10
Região 2	Alto Tâmega	Ave	5669,36
Região 3	Área Metropolitana do Porto	Tâmega e Sousa	4377,59
Região 4	Douro	Terras de Trás-os-Montes	6067,73
Coeficiente de Gini			0,0731
Centro			PRAA
Região 1	Médio Tejo	Oeste Região de Leiria	4992,31
Região 2	Beira Baixa	Região de Coimbra	4297,50
Região 3	Região de Aveiro	Viseu Dão Lafões	3332,93
Região 4	Beiras e Serra da Estrela		6161,30
Coeficiente de Gini			0,1222
Sul			PRAA
Região 1	Alentejo Central	Alto Alentejo	3423,99
Região 2	Alentejo Litoral	Baixo Alentejo	1695,11
Região 3	Área Metropolitana de Lisboa	Lezíria do Tejo	1081,70
Região 4	Algarve		3169,58
Coeficiente de Gini			0,2268

Já quando analisados os resultados para a restrição de distância de 80 Km podemos observar uma diminuição significativa no número de regiões (de 20 no caso dos 40 Km para 12 neste caso). Aparecem também as primeiras regiões formadas por 3 unidades de análise e a zona com uma maior diminuição do coeficiente de Gini é a zona Centro onde passamos de 0,3966 para 0,1222. De notar que as duas únicas unidades de análise que permanecem sozinhas na sua região são a NUTS III do Algarve e a NUTS III das Beiras e Serra da Estrela.

Tabela 4-11: Análise do PRAA, resultado para restrição de 120 Km para NUTS III

Norte			PRAA
Região 1	Alto Minho	Ave Cávado	6455,31
Região 2	Área Metropolitana do Porto	Douro Tâmega e Sousa	7097,80
Região 3	Alto Tâmega	Terras de Trás-os-Montes	6389,04
Coeficiente de Gini			0,0237
Centro			PRAA
Região 1	Médio Tejo	Oeste Região de Leiria	4992,31
Região 2	Beira Baixa	Região de Coimbra	4297,50
Região 3	Região de Aveiro	Viseu Dão Lafões	3332,93
Região 4	Beiras e Serra da Estrela		6161,30
Coeficiente de Gini			0,1222

Sul				PRAA
Região 1	Alentejo Central	Alentejo Litoral	Baixo Alentejo	2410,73
Região 2	Área Metropolitana de Lisboa	Lezíria do Tejo		1081,70
Região 3	Algarve			3169,58
Região 4	Alto Alentejo			2525,70
Coefficiente de Gini				0,1736

Quando aumentamos a distância máxima da restrição de distância para 120 Km deparamo-nos com novas alterações. Estas alterações ocorrem na zona Norte e na zona Sul ficando apenas a zona Centro inalterada. Aparecem então as primeiras regiões nas zonas Norte e Sul com 3 unidades de análise. Em comparação com o caso anterior o Alto Alentejo passa também a estar sozinho na sua região visto que o Alentejo Central se junta com o Baixo Alentejo e com o Alentejo Litoral na formação de uma nova região.

Tabela 4-12: Análise do PRAA, resultado para restrição de 160 Km para NUTS III

Norte				PRAA
Região 1	Alto Minho	Ave	Cávado	6455,31
Região 2	Área Metropolitana do Porto	Douro	Tâmega e Sousa	7097,80
Região 3	Alto Tâmega	Terras de Trás-os-Montes		6389,04
Coefficiente de Gini				0,0237
Centro				PRAA
Região 1	Beira Baixa	Região de Aveiro	Região de Coimbra	4426,66
Região 2	Médio Tejo	Oeste	Região de Leiria	4992,31
Região 3	Beiras e Serra da Estrela			6161,30
Região 4	Viseu Dão Lafões			3358,44
Coefficiente de Gini				0,1185
Sul				PRAA
Região 1	Alentejo Central	Alentejo Litoral	Baixo Alentejo	2410,73
Região 2	Alto Alentejo	Área Metropolitana de Lisboa	Lezíria do Tejo	2638,82
Região 3	Algarve			3169,58
Coefficiente de Gini				0,0616

Neste resultado para 160 Km de restrição de distância acontecem alterações nas zonas Centro e Sul com a zona Norte a permanecer inalterada face ao resultado anterior. Na zona sul o Algarve volta a ser a única unidade de análise sozinho na sua região enquanto o Alto Alentejo se junta à Área Metropolitana de Lisboa e à Lezíria do Tejo para formar uma nova região. Já na zona centro especial destaque para a junção da Região de Aveiro à Região de Coimbra e à Beira Baixa na formação da nova região deixando Viseu Dão Lafões como única unidade de análise da sua região tal como as Beiras e Serra da Estrela.

Tabela 4-13: Análise do PRAA, resultado para restrição igual ou superior a 197 Km para NUTS III

Norte				PRAA
Região 1	Alto Minho	Ave	Cávado	6455,3108
Região 2	Área Metropolitana do Porto	Douro	Tâmega e Sousa	7097,8018
Região 3	Alto Tâmega	Terras de Trás-os-Montes		6389,0362
Coeficiente de Gini				0,0237
Centro				PRAA
Região 1	Beira Baixa	Região de Aveiro	Região de Coimbra	4426,6606
Região 2	Médio Tejo	Oeste	Região de Leiria	4992,3079
Região 3	Beiras e Serra da Estrela			6161,2966
Região 4	Viseu Dão Lafões			3358,4417
Coeficiente de Gini				0,1185
Sul				PRAA
Região 1	Alentejo Central	Baixo Alentejo	Lezíria do Tejo	2518,2216
Região 2	Alentejo Litoral	Algarve	Área Metropolitana de Lisboa	3161,9731
Região 3	Alto Alentejo			2525,7010
Coeficiente de Gini				0,0523

Para este último resultado apenas existe uma alteração na zona Sul, permanecendo as zonas do Norte e do Centro inalteradas. A zona Sul, apesar de continuar com as mesmas 3 regiões, a sua organização difere mantendo-se com duas regiões de 3 unidades de análise, mas sendo agora o Alto Alentejo a permanecer como única unidade de análise da sua região.

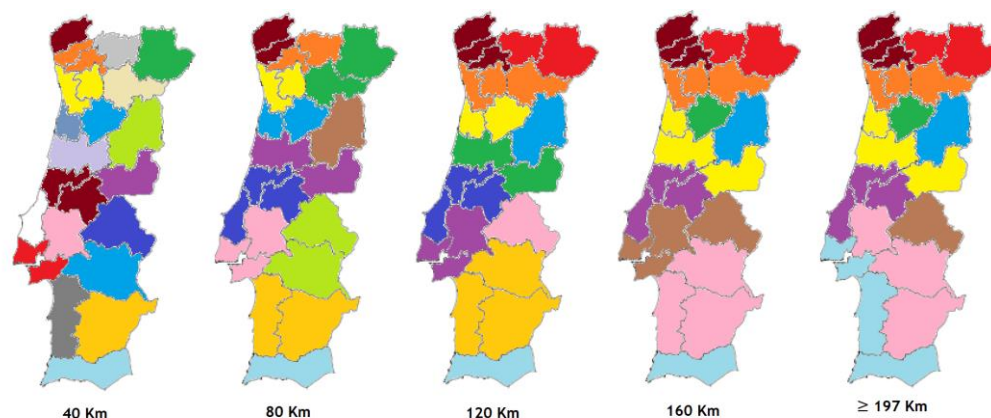


Figura 4-3: Distribuição das regiões por restrição de distância para análise do PRAA para NUTS III

Da mesma forma que na análise apresentada na subsecção 4.4.1, nesta também existe uma unidade de análise que em todos os casos permanece sozinha na sua região. Mais uma vez isto acontece devido ao valor do seu indicador se destacar, de uma forma bastante significativa, das outras unidades de análise da sua zona. Este é o caso da NUTS III das Beiras e Serra da Estrela.

4.5. Partições de Distritos

Inicialmente, com a finalidade de fazer análises mais intuitivas, visto que existe uma maior familiarização com a localização dos Distritos face às NUTS III, foram elaborados testes tendo por base a divisão do território nacional em Distritos. Esta secção apresenta alguns desses resultados, porém como o foco deste trabalho são as NUTS III, serão apenas apresentados os resultados para restrição de distância de 80 km, 120 Km e distância igual ou superior a 172 Km.

4.5.1. Análise do risco de ocorrências simultâneas

Nesta subsecção foi feita uma análise idêntica à da subsecção 4.4.1, com a alteração da divisão em NUTS III pela divisão por Distritos. A Tabela 4-14, Tabela 4-15 e a Tabela 4-16, e os mapas da Figura 4-4 apresentam os resultados obtidos.

Tabela 4-14: Análise do ROS, resultado para restrição de 80 Km para Distritos

Norte			ROS
Região 1	Braga	Viana do Castelo	119,03
Região 2	Bragança	Vila Real	60,61
Região 3	Porto		132,76
Coeficiente de Gini			0,1540
Centro			ROS
Região 1	Castelo Branco	Guarda	33,16
Região 2	Coimbra	Leiria	32,78
Região 3	Aveiro		48,19
Região 4	Viseu		48,44
Coeficiente de Gini			0,0954
Sul			ROS
Região 1	Évora	Portalegre	10,69
Região 2	Beja		6,44
Região 3	Faro		7,54
Região 4	Lisboa		43,73
Região 5	Santarém		21,08
Região 6	Setúbal		16,45
Coeficiente de Gini			0,3663

Neste primeiro resultado nota-se que em todas as zonas existe pelo menos a formação de uma nova região. No entanto também é possível observar que ainda não constam regiões com mais de 2 unidades de análise. Enquanto a alteração na zona Sul é apenas na formação da região resultante da junção de Évora com Portalegre no Norte e centro nota-se uma alteração significativa face ao as-is. Também tendo em conta o as-is existe uma redução de 18 para 13 regiões na totalidade do território.

Tabela 4-15: Análise do ROS, resultado para restrição de 120 Km para Distritos

Norte			ROS
Região 1	Braga	Viana do Castelo	119,03
Região 2	Bragança	Vila Real	60,61
Região 3	Porto		132,76
Coeficiente de Gini			0,1540

Centro			ROS
Região 1	Castelo Branco	Guarda	33,16
Região 2	Coimbra	Leiria	32,78
Região 3	Aveiro		48,19
Região 4	Viseu		48,44
Coeficiente de Gini			0,0954
Sul			ROS
Região 1	Beja	Faro	12,46
Região 2	Évora	Setúbal	21,82
Região 3	Portalegre	Santarém	24,79
Região 4	Lisboa		43,73
Coeficiente de Gini			0,2353

Já no segundo resultado para 120 Km de restrição de distância podemos notar que em comparação com o resultado anterior as únicas mudanças ocorrem na zona Sul, mantendo-se as zonas do Norte e do Centro inalteradas. Na zona Sul temos uma redução do coeficiente de Gini de 0,3663 para 0,2353 e uma redução de 6 para 4 regiões. Ainda não existem regiões com mais de duas unidades de análise e a região de Lisboa é a única região da zona Sul apenas com uma unidade de análise.

Tabela 4-16: Análise do ROS, resultado para restrição igual ou superior a 172 Km para Distritos

Norte				ROS
Região 1	Bragança	Porto	Vila Real	182,32
Região 2	Braga	Viana do Castelo		119,03
Coeficiente de Gini				0,1050
Centro				ROS
Região 1	Aveiro	Coimbra	Leiria	77,89
Região 2	Castelo Branco	Guarda	Viseu	76,52
Coeficiente de Gini				0,0044
Sul				ROS
Região 1	Beja	Faro	Setúbal	26,01
Região 2	Évora	Portalegre	Santarém	30,07
Região 3	Lisboa			43,73
Coeficiente de Gini				0,1183

Neste último resultado podemos observar que já existem regiões compostas por 3 unidades de análise sendo estas a maioria. Apenas no caso da região a que pertence Lisboa e na região resultante da junção de Braga e Viana do Castelo é que isso não se verifica. Em comparação

com as 18 regiões do as-is aqui podemos observar uma redução bastante significativa para um total de 7 neste caso.

A Figura 4-4 apresenta a comparação entre estes 3 resultados com base nos mapas resultantes. É importante sublinhar que estes gráficos foram gerados com a ferramenta de mapas do Microsoft Excel.

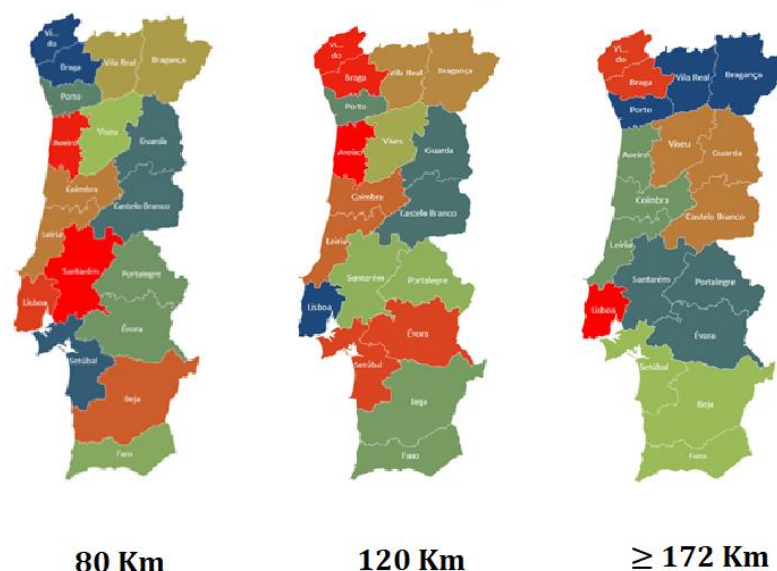


Figura 4-4: Distribuição das regiões da análise do ROS para restrição de 80, 120 0 e iguais ou superiores a 172 Km

Observando os mapas podemos analisar algumas situações que são comuns aos 3 resultados. Os distritos de Vila Real e Bragança em todos os resultados pertencem à mesma região, bem como os distritos da Guarda e de Castelo Branco, os distritos de Coimbra e Leiria e os distritos de Viana do Castelo e Braga. Lisboa é o único distrito que em todos os resultados aparece sozinho na sua região.

4.5.2. Análise do potencial do risco de área ardida

Na presente subsecção, tal como aconteceu na anterior, existe uma analogia com uma subsecção supramencionada, a subsecção 4.4.2. Assim, novamente foi utilizada como base a divisão do território em Distritos em vez das NUTS III, considerada a restrição de 3 unidades por região e as mesmas restrições de distância da subsecção 4.5.1. A Tabela 4-17, Tabela 4-18 e Tabela 4-19, e os mapas da Figura 4-5 apresentam os resultados obtidos.

Tabela 4-17: Análise do PRAA, resultado para restrição de 80 Km para Distritos

				PRAA
Norte				
Região 1	Braga	Porto	Viana do Castelo	8979,05
Região 2	Bragança	Vila Real		8667,43
Coeficiente de Gini				0,0088

Centro			PRAA
Região 1	Aveiro	Viseu	5464,26
Região 2	Coimbra	Leiria	3070,95
Região 3	Castelo Branco		4493,95
Região 4	Guarda		6231,44
Coeficiente de Gini			0,1357
Sul			PRAA
Região 1	Beja	Évora	2300,88
Região 2	Lisboa	Santarém	3822,82
Região 3	Faro		3169,58
Região 4	Portalegre		2525,70
Região 5	Setúbal		428,11
Coeficiente de Gini			0,2501

Obtidos os resultados para esta análise conseguimos perceber que logo para a restrição de 80 Km existe uma alteração substancial principalmente na zona Norte. Aí das 5 unidades de análise existentes formam-se logo duas regiões uma delas com 3 unidades e a outra com 2. Também nas zonas Centro e Sul existem formações de novas regiões ficando apenas sozinhos os distritos de castelo Branco, Guarda, Faro, Portalegre e Setúbal. Em comparação com o as-is passamos de 18 regiões para 11.

Tabela 4-18: Análise do PRAA, resultado para restrição de 120 Km para Distritos

Norte				PRAA
Região 1	Braga	Porto	Viana do Castelo	8979,05
Região 2	Bragança	Vila Real		8667,43
Coeficiente de Gini				0,0088
Centro				PRAA
Região 1	Castelo Branco	Coimbra	Leiria	7358,96
Região 2	Aveiro	Viseu		5464,26
Região 3	Guarda			6231,44
Coeficiente de Gini				0,0663
Sul				PRAA
Região 1	Lisboa	Santarém	Setúbal	3971,66
Região 2	Beja	Faro		4239,44
Região 3	Évora	Portalegre		3423,99
Coeficiente de Gini				0,0467

Nos resultados para 120 Km notamos que existe uma pequena alteração na zona Centro com a junção de Castelo Branco à região formada por Coimbra e Leiria. Já na zona Sul a alteração é enorme pois passam a existir 3 regiões e já nenhuma delas tem apenas uma unidade de

análise. A zona Norte permanece igual ao resultado anterior. Ao nível do número de regiões passamos a contar com 8 para a totalidade do território.

Tabela 4-19: Análise do PRAA, resultado para restrição igual ou superior a 172 Km para Distritos

Norte				PRAA
Região 1	Braga	Porto	Viana do Castelo	8979,05
Região 2	Bragança	Vila Real		8667,43
Coeficiente de Gini				0,0088
Centro				PRAA
Região 1	Castelo Branco	Coimbra	Leiria	7358,96
Região 2	Aveiro	Viseu		5464,26
Região 3	Guarda			6231,44
Coeficiente de Gini				0,0663
Sul				PRAA
Região 1	Beja	Faro	Setúbal	4131,43
Região 2	Évora	Portalegre		3423,99
Região 3	Lisboa	Santarém		3822,82
Coeficiente de Gini				0,0414

Nesta última análise tanto a zona Norte como a zona Centro permanecem sem alterações. Na zona Sul existe apenas uma pequena alteração desagregando-se Setúbal da região formada com Lisboa e Santarém e juntando-se à região de Faro e Beja. O número de regiões continua igual ao do resultado anterior.

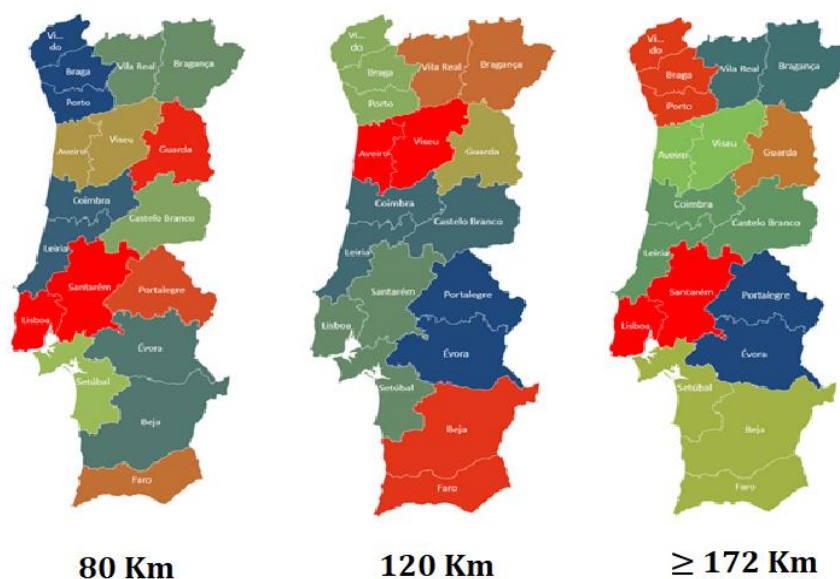


Figura 4-5: Distribuição das regiões da análise do PRAA para restrição de 80, 120 e iguais ou superiores a 172 Km

Nas comparações dos mapas dos 3 resultados observamos que existe uma diminuição do número de regiões com o aumento da distância máxima entre unidades da mesma região. Também conseguimos perceber que a zona Norte se mantém exatamente igual nos 3 resultados e ainda que a zona Centro tem apenas uma pequena alteração com a junção de Castelo Branco a Coimbra e Leiria. O distrito da Guarda é o único que em todos os resultados não forma com outro distrito uma nova região.

4.6. Resultados risco de ocorrências simultâneas

Nesta secção são discutidos os resultados quando considerado o ROS como base para o cálculo. São ainda apresentadas as análises, tendo por base as duas diferentes unidades de análise (Distritos e NUTS III). Em todos os casos são comparados os valores do coeficiente de Gini dos resultados com os do as-is e do as-is*.

De referir que a área dos nós dos grafos é representativa do valor do indicador, mas não pode ser feita a comparação da dimensão dessa área entre grafos diferentes servindo apenas para comparar nós do mesmo grafo.

4.6.1 Distritos

Tabela 4-20: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do ROS para Distritos

	Zona	as-is	as-is*	80 Km	120 Km	≥172 Km
Coeficiente de Gini	Norte	0,3314	0,3122	0,1540	0,1540	0,1050
	Centro	0,2768	0,1980	0,0954	0,0954	0,0044
	Sul	0,4080	0,4244	0,3663	0,2353	0,1183
	Portugal	0,4558	0,4443	0,4439	0,3600	0,3502
Número de Regiões	Norte	5	8	3	3	2
	Centro	6	8	4	4	2
	Sul	7	7	6	4	3
	Portugal	18	23	13	11	7
Dimensão do Comando	Norte	318 (53,6%)	378 (62,7%)	312 (53,8%)	312 (54,1%)	301 (54,2%)
	Centro	168 (28,3%)	145 (24,1%)	163 (28,0%)	163 (28,1%)	154 (27,8%)
	Sul	107 (18,1%)	79 (13,2%)	106 (18,2%)	103 (17,8%)	100 (18,0%)
	Portugal	594 (100,0%)	602 (100,0%)	581 (100,0%)	578 (100,0%)	556 (100,0%)



Figura 4-6: Comparação grafos da Zona Norte análise ROS para Distritos por restrição de Distância

Observando os quatro níveis de análise, sendo eles os das 3 zonas em que o país foi dividido mais a totalidade do território, podemos observar que, relativamente ao *as-is*, no que toca ao Norte, foi diminuído o coeficiente de Gini em mais de um terço, quando feita a análise considerando exclusivamente a restrição de 3 unidades de análise por região e para metade quando a restrição de distância era para valores de 80 e de 120 Km. No que toca aos grafos, podemos observar que passamos de 5 regiões para respetivamente 2 e 3 regiões. Quando comparado com o *as-is** as alterações foram idênticas, pois para esta análise o valor do coeficiente de Gini para o *as-is* e para o *as-is** são muito idênticos. Salienta-se que, nessa comparação, a redução do número de regiões é mais notória, pois inicialmente em vez de 5 temos 8 regiões. Também conseguimos perceber pela observação dos grafos, que o perímetro das bolas que representam as regiões ficaram mais equilibrados entre si com o aumento da distância máxima entre unidades, algo que se verifica para todas as análises.



Figura 4-7: Comparação grafos da Zona Centro análise ROS para Distritos por restrição de Distância

Já no que diz respeito à zona Centro, passamos de 6 regiões no *as-is* para 4 no caso de valores de restrição de distância de 80 e 120 Km, e para 2 quando esta restrição foi ignorada. Ao nível do coeficiente de Gini, no primeiro caso, este passou a ser cerca de um terço do valor inicial, e no segundo caso, atingiu um valor muito próximo da perfeita igualdade. Quando feita a comparação com o *as-is** a alteração passou a ser para 50% do valor inicial para os casos de 80 e 120 Km, e, mais uma vez, a redução no número de regiões mais notória, pois o caso com o qual a comparação é feita tem inicialmente 8 regiões.

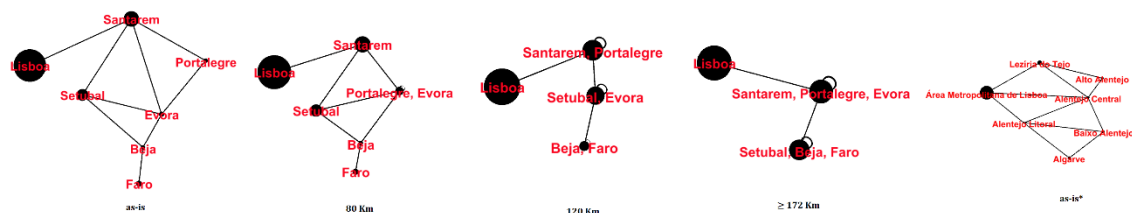


Figura 4-8: Comparação grafos da Zona Sul análise ROS para Distritos por restrição de Distância

Na zona Sul, o número de regiões alterou das iniciais 7 para 6, no caso dos 80 Km, para 4 nos 120 Km e para 3, quando retirada a restrição de distância. Relativamente ao coeficiente de Gini, comparando com o *as-is*, no primeiro caso reduziu para um valor de 90% do valor inicial, no segundo, passou a ser cerca de 57%, e no terceiro cerca de 29%. Já quando comparado com o *as-is**, essas alterações foram, respetivamente, para 86%, 55% e 28% do valor inicial.

Apesar da proposta feita neste projeto ser a de equilibrar as regiões por zona, seria interessante perceber as alterações existentes, quando observado o território como um todo. Nesse caso, mais uma vez, quanto maior foi a distância máxima permitida na formação das regiões, maior foi a redução do seu coeficiente de Gini. Obteve-se então, relativamente ao coeficiente de Gini do *as-is*, no primeiro caso uma alteração não significativa, no segundo passou a ser cerca de 79% do valor inicial, e no terceiro cerca de 77%. Quando comparado com o *as-is**, essas alterações foram, respetivamente, para 100%, 81% e 79%.

4.6.2 NUTS III

Tabela 4-21: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do ROS para NUTS III

	Zona	as-is	as-is*	40 Km	80 Km	120 Km	160 Km	≥ 197 Km
Coeficiente de Gini	Norte	0,3314	0,3122	0,3029	0,0954	0,0954	0,0306	0,0306
	Centro	0,2768	0,1980	0,1593	0,0645	0,0155	0,0155	0,0155
	Sul	0,4080	0,4244	0,4244	0,3341	0,2268	0,2268	0,2204
	Portugal	0,4558	0,4443	0,4575	0,4460	0,3091	0,291	0,2872
Número de Regiões	Norte	5	8	7	4	4	4	4
	Centro	6	8	7	6	3	3	3
	Sul	7	7	7	5	3	3	3
	Portugal	18	23	21	15	10	10	10
Dimensão do Comando	Norte	318 (53,6%)	378 (62,7%)	375 (62,7%)	368 (62,8%)	368 (64,4%)	366 (64,2%)	366 (64,0%)
	Centro	168 (28,3%)	145 (24,1%)	144 (24,0%)	141 (24,0%)	132 (23,0%)	132 (23,1%)	132 (23,0%)
	Sul	107 (18,1%)	79 (13,2%)	79 (13,3%)	77 (13,2%)	72 (12,6%)	72 (12,7%)	74 (13,0%)
	Portugal	594 (100,0%)	602 (100,0%)	598 (100,0%)	586 (100,0%)	572 (100,0%)	570 (100,0%)	572 (100,0%)

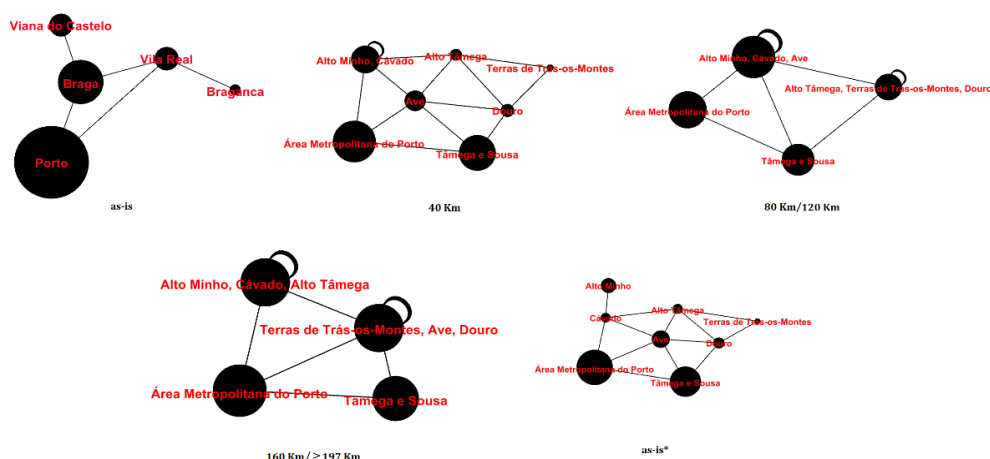


Figura 4-9: Comparação grafos da Zona Norte análise ROS para NUTS III por restrição de Distância

Relativamente à análise por NUTS III, foram adicionados os valores de 40 e 160 Km às restrições de distância, face ao apresentado para os Distritos. Isto prende-se com o facto da divisão por NUTS III tender a ser a utilizada no futuro e assim pretendeu-se fazer uma análise mais fina.

Na zona Norte, para o coeficiente de Gini, considerando o *as-is*, existiu uma diminuição relativamente ao valor inicial para 91%, para 40 km, 29% para 80 e 120 Km, e 9% para 160 Km e para a análise sem restrição de distância. Na análise do número de regiões, no *as-is* havia 5, sendo que para 40 Km obteve-se 7, para 80 Km e 120 Km 4 regiões, e para as últimas duas análises também 4, mas ordenadas de maneira diferente. Já no que respeita à comparação com o *as-is**, a alteração pela mesma ordem do coeficiente de Gini foi para 97% no primeiro caso, 31% nos dois seguintes, e 10% nos dois últimos. De notar que a redução ao número de regiões, mais uma vez, é mais significativa, pois o *as-is* tem 5, enquanto o *as-is** tem 8.

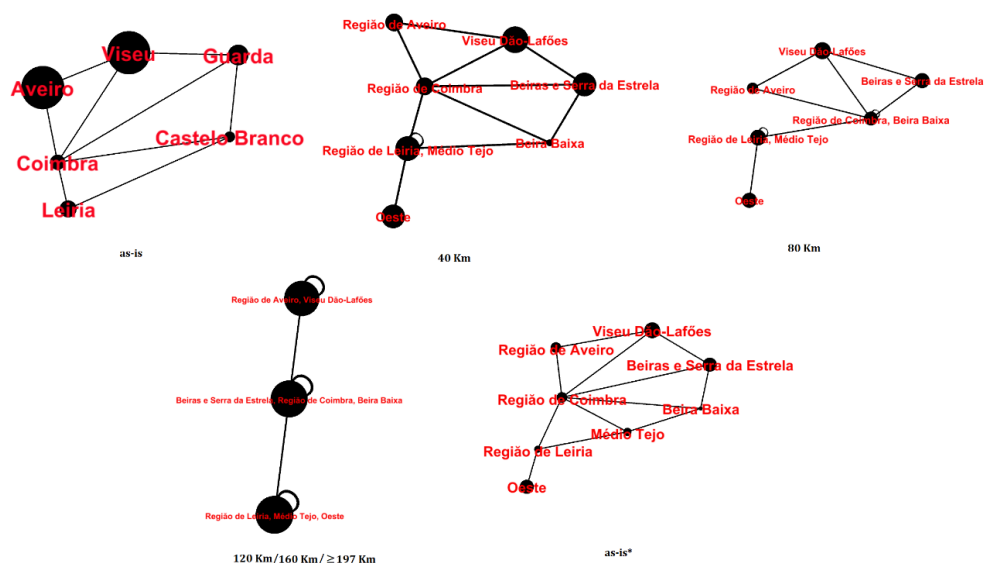


Figura 4-10: Comparação grafos da Zona Centro análise ROS para NUTS III por restrição de Distância

Na zona Centro, o valor do coeficiente de Gini passou a ser 58% do valor inicial com a restrição de 40 Km, 23% para 80 Km, e 6% para 120 Km, 160 Km e sem restrição de distância, quando comparados com o *as-is*. No que diz respeito ao número de regiões, passou-se de 6 no resultado original para 7 para 40 Km, 6 para 80 Km, e 3 para as restantes restrições. Já quando comparados com o *as-is**, essas alterações foram, respetivamente, para 80% no primeiro caso, 33% no segundo e 8% nos restantes. Mais uma vez, a diminuição do número de regiões é mais significativa, pois o caso a comparar tem 8, enquanto o *as-is* tem apenas 6.

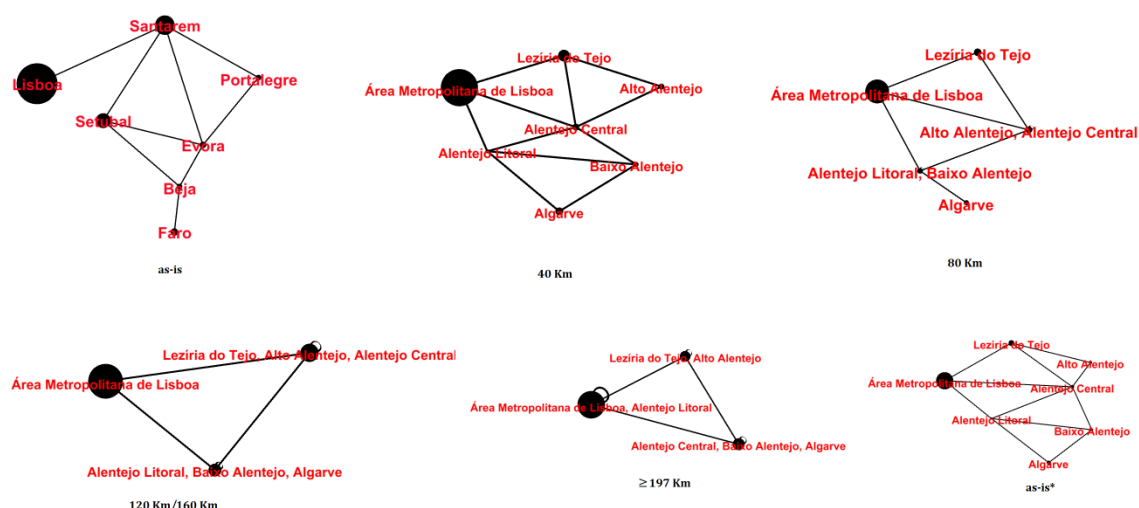


Figura 4-11: Comparação grafos da Zona Sul análise ROS para NUTS III por restrição de Distância

Na zona Sul, para o *as-is*, e devido a esta análise ser baseada nas NUTS III, ocorreu um aumento do coeficiente de Gini para 104% do valor inicial para 40 Km. Já para 80 Km, 120 Km e 160 Km, e para a análise em que foi excluída a restrição de distância, o valor do coeficiente passou a ser, respetivamente, 82%, 56% e 54% do valor inicial. Para as mesmas análises, as 7 regiões iniciais para 40 Km de restrição mantiveram-se, passaram a 5 para 80 Km, e para 3 nas restantes análises. Quando comparadas com o *as-is**, o valor da análise para 40 Km manteve-se e reduziu para 79%, 53% e 52% respetivamente para os casos de 80 Km, 120 e 160 Km e sem restrição de distância. A comparação da redução do número de regiões é similar à feita para o *as-is**, pois nos dois casos o valor inicial é de 7 regiões.

Por último, a nível nacional, o valor do coeficiente manteve-se sensivelmente igual para 40 Km, e reduziu para 98% para 80 Km, 68% para 120 Km, 64% para 160 Km, e 63% quando retirada a restrição de distância. Considerando o *as-is**, estes valores foram de 103%, 100%, 70% e 65%, respetivamente para 40 Km, 80 Km, 120 Km, e 160 Km e sem restrição de distância.

4.7. Resultados potencial de risco de área ardida

Nesta secção, todas as análises são feitas considerando o PRAA como base para os cálculos.

4.7.1 Distritos

Tabela 4-22: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do PRAA para Distritos

	Zona	as-is	as-is*	80 Km	120 Km	≥172 Km
Coeficiente de Gini	Norte	0,1210	0,1952	0,0088	0,0088	0,0088
	Centro	0,2971	0,3978	0,1357	0,0663	0,0663
	Sul	0,3558	0,3503	0,2501	0,0467	0,0414
	Portugal	0,3212	0,3568	0,3161	0,1875	0,1912
Número de Regiões	Norte	5	8	2	2	2
	Centro	6	8	4	3	3
	Sul	7	7	5	3	3
	Portugal	18	23	11	8	8
Dimensão do Comando	Norte	36,1%	40,9%	35,9%	36,5%	36,7%
	Centro	39,7%	40,3%	39,2%	39,4%	39,6%
	Sul	24,1%	18,8%	24,9%	24,1%	23,7%
	Portugal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%



Figura 4-12: Comparação grafos da Zona Norte análise PRAA para Distritos por restrição de Distância

Observando os valores obtidos nesta análise, temos que para a zona norte, os resultados para 80 Km, 120 Km e análise sem restrição de distância, os valores são iguais. Assim, obtemos uma diminuição para o coeficiente de Gini para 7% do valor inicial nestas condições, quando temos como comparação o *as-is*. No que diz respeito ao número de regiões, a diminuição é de 5 regiões no *as-is* para 2 nos restantes casos. Já na comparação com o *as-is**, esse valor passa dos 7% da primeira comparação para 5% nesta. Relativamente ao número de regiões no *as-is*, este valor fixa-se nos 5 e no *as-is** nas 8 unidades.

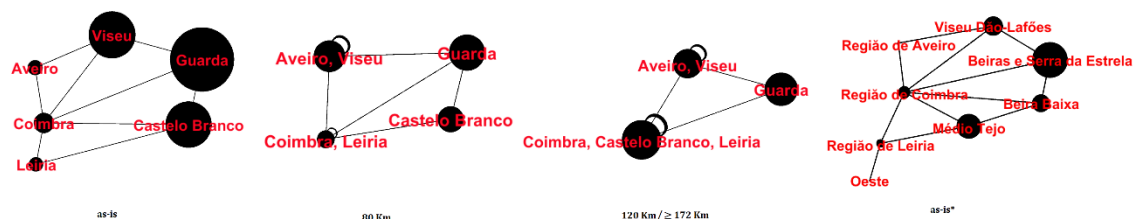


Figura 4-13: Comparação grafos da Zona Centro análise PRAA para Distritos por restrição de Distância

Na zona centro, obtemos também uma igualdade neste caso para 120 Km e para a análise sem restrição de distância. No que respeita ao coeficiente de Gini, a diminuição deste valor é para 46% do valor inicial para 80 Km, e 22% para os restantes casos, para a comparação com o *as-is*, e de 34% no primeiro caso e 17% nos restantes, para a comparação com o *as-is**. Já no que ao número de regiões diz respeito, passamos de 6 no *as-is* e 8 no *as-is**, para 4 no caso de 80 Km, e para 3 nos restantes casos.

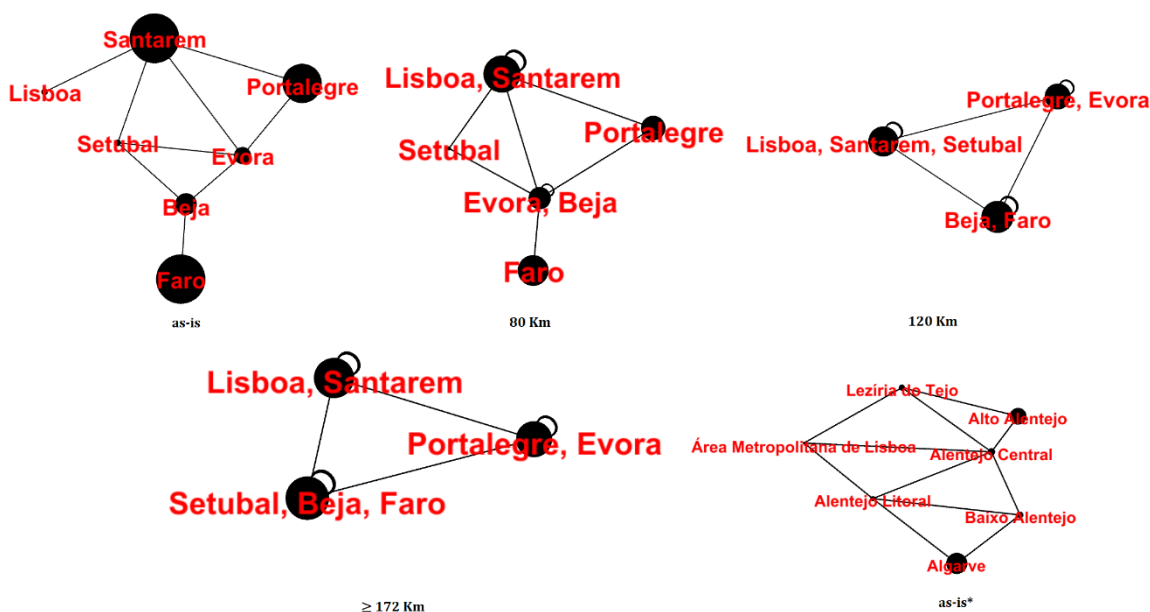


Figura 4-14: Comparação grafos da Zona Sul análise PRAA para Distritos por restrição de Distância

Na zona sul, todos os resultados são independentes apesar dos valores das duas últimas análises serem bastante similares. Para 80 Km, temos um valor do coeficiente de 70% do valor inicial, para 120 Km de 13%, e para a análise sem restrição de distância de 12% do valor inicial, para o *as-is*. Estes valores passam para 71%, 13% e 12%, quando comparados com o *as-is**. Respetivamente, os números de regiões passam de 7, tanto no *as-is* como no *as-is**, para 5 no caso de 80 Km, e 3 nos restantes casos

Por fim, considerando a totalidade do território continental nacional, temos uma ligeira diminuição do coeficiente de Gini para 80 Km, em que o seu valor é de 98% do valor base. Para 120 Km este valor fixa-se nos 58%, e para a análise sem restrições nos 60%, na comparação com o *as-is*. Já na comparação com o *as-is**, estes valores são, respetivamente, de 89%, 53% e 54%. Nesta análise é importante salientar que a diminuição do coeficiente de Gini das zonas não implica obrigatoriamente a mesma diminuição, quando se tem por base a totalidade do território. Isso pode verificar-se, comparando as análises com 120 Km de restrição de distância

e sem restrição de distância, em que, apesar dos resultados das zonas serem melhores para o segundo caso, o primeiro caso tem um coeficiente mais baixo para a globalidade do território nacional.

4.7.2 NUTS III

Tabela 4-23: Comparação dos coeficientes de Gini, números de regiões e dimensão dos comandos de cada zona para análise do PRAA para NUTS III

	Zona	as-is	as-is*	40 Km	80 Km	120 Km	160 Km	≥197 Km
Coeficiente de Gini	Norte	0,1210	0,1952	0,0897	0,0731	0,0237	0,0237	0,0237
	Centro	0,2971	0,3978	0,3966	0,1222	0,1222	0,1185	0,1185
	Sul	0,3558	0,3503	0,3503	0,2268	0,1736	0,0616	0,0523
	Portugal	0,3212	0,3568	0,3604	0,2126	0,2485	0,1995	0,1993
Número de Regiões	Norte	5	8	6	4	3	3	3
	Centro	6	8	7	4	4	4	4
	Sul	7	7	7	4	4	3	3
	Portugal	18	23	20	12	11	10	10
Dimensão do Comando	Norte	36,1%	40,9%	40,9%	42,5%	41,6%	42,3%	42,4%
	Centro	39,7%	40,3%	40,1%	38,4%	39,2%	40,2%	40,2%
	Sul	24,1%	18,8%	19,0%	19,1%	19,2%	17,5%	17,4%
	Portugal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

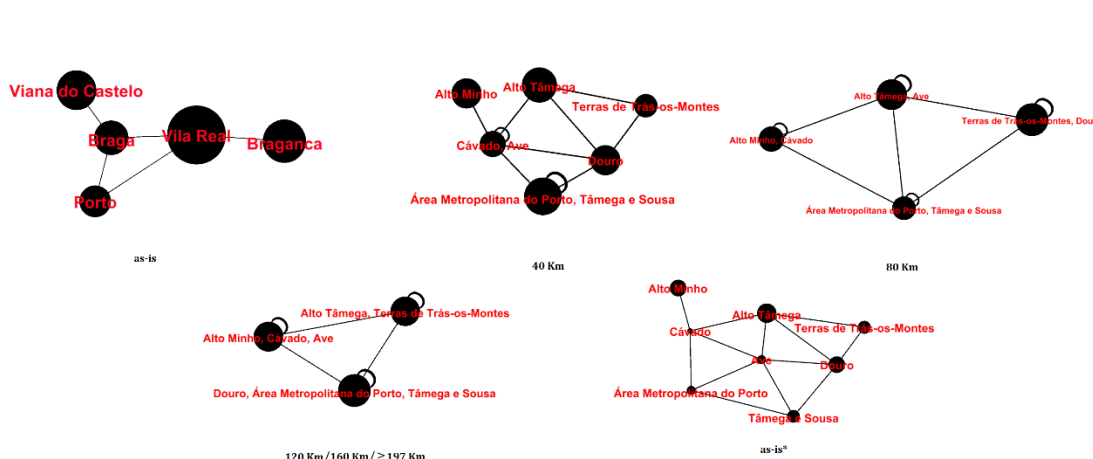


Figura 4-15: Comparação dos coeficientes de Gini da zona Norte para análise do PRAA para NUTS III

Por último, temos a análise do PRAA para NUTS III, que foi considerada a análise mais importante das quatro apresentadas. Esta ideia prende-se com o facto de o estudo baseado na divisão do território em NUTS III, devido a existirem 23 NUTS III e apenas 18 Distritos, poder ser mais minuciosa, e pelo facto do PRAA englobar as ocorrências e a área ardida nessas mesmas ocorrências, o que não acontece com o ROS.

Relativamente à zona norte, obteve-se uma melhoria ao nível de igualdade entre regiões, representada pela diminuição do coeficiente de Gini para 74% do valor inicial, quando a

restrição de distância era de 40 Km, 60% para 80 Km, e 20 % tanto para 120 Km como para 160 Km e para uma análise sem restrições de distância, quando comparado com o *as-is*. Na comparação com o *as-is**, estes valores foram de 46%, 37% e 12%, respetivamente. Ao nível do número de regiões, passou-se de um valor inicial de 5 no *as-is*, e de 8 no *as-is**, para 6 com restrição de 40 Km, 4 com 80 Km, e 3 para as restantes análises.

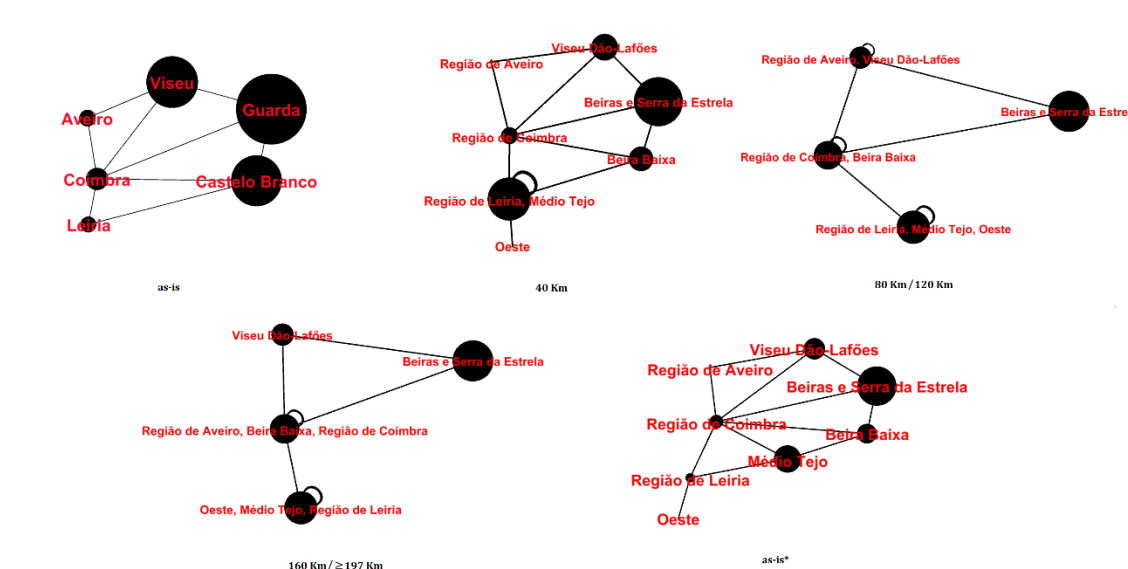


Figura 4-16: Comparação dos coeficientes de Gini da zona Centro para análise do PRAA para NUTS III

Na zona Centro, na comparação com o *as-is*, houve um aumento do coeficiente de Gini, no caso da restrição de 40 Km para 133% do valor inicial. Nas restantes análises, verificou-se que para 80 e 120 Km o valor passou a ser 41% do valor inicial, e para 160 Km e análise sem restrição de distância 40 %. No que diz respeito à comparação com o *as-is**, estes valores passaram a ser de 100% para 40 Km, 31% para 80 e 120 Km, e 30% para os restantes casos. No que diz respeito ao número de regiões, em que o valor inicial é 6 para o *as-is*, e 8 para o *as-is**, para 40 Km esse valor passou para 7, e nas restantes análises fixou-se nas 4 regiões.

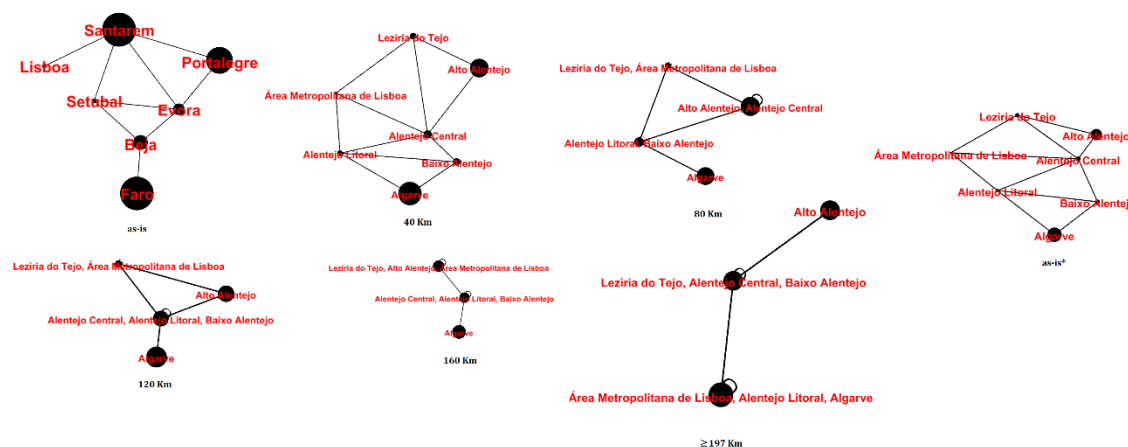


Figura 4-17: Comparação dos coeficientes de Gini da zona Sul para análise do PRAA para NUTS III

Na zona Sul, o coeficiente de Gini reduziu para 98% do valor base, quando considerados 40 Km de restrição, 64% para 80 Km, 49% para 120 Km, 17% para 160 Km, e 15% para a análise sem restrições de distância, isto quando comparado com o *as-is*. Para o *as-is**, estes valores estabeleceram-se, respetivamente, nos 100%, 65%, 50%, 18% e 15%. Ao nível do número de regiões, passou-se de um total de 7, tanto no *as-is* como no *as-is**, para os mesmos 7 quando restritos a uma distância de 40 Km, 4 para restrição de 80 e 120 Km, e 3 para restrição de 160 Km e para a análise sem restrição de distância.

Finalmente, observa-se mais uma vez, que a minimização do coeficiente de Gini em cada uma das zonas não se comporta da mesma forma que a minimização do mesmo, quando considerado a totalidade do território. Assim, para 40 Km, observou-se um aumento do coeficiente para 112% do valor inicial; para 80 Km uma redução para 66%; para 120 Km uma redução para 77 %; para 160 Km uma redução para 62%; e para a última análise também para 62%, quando comparados com o *as-is*. Feita a comparação com o *as-is**, estes valores foram de 101%, 60%, 70% e 56% nos dois últimos casos.

Os Gráfico 4-6, Gráfico 4-7, Gráfico 4-8 e Gráfico 4-9 permitem obter uma melhor compreensão de como varia o coeficiente de Gini com as várias análises, bem como as suas diferentes restrições de distância por zona.

Gráfico 4-6: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do ROS para Distritos por zona

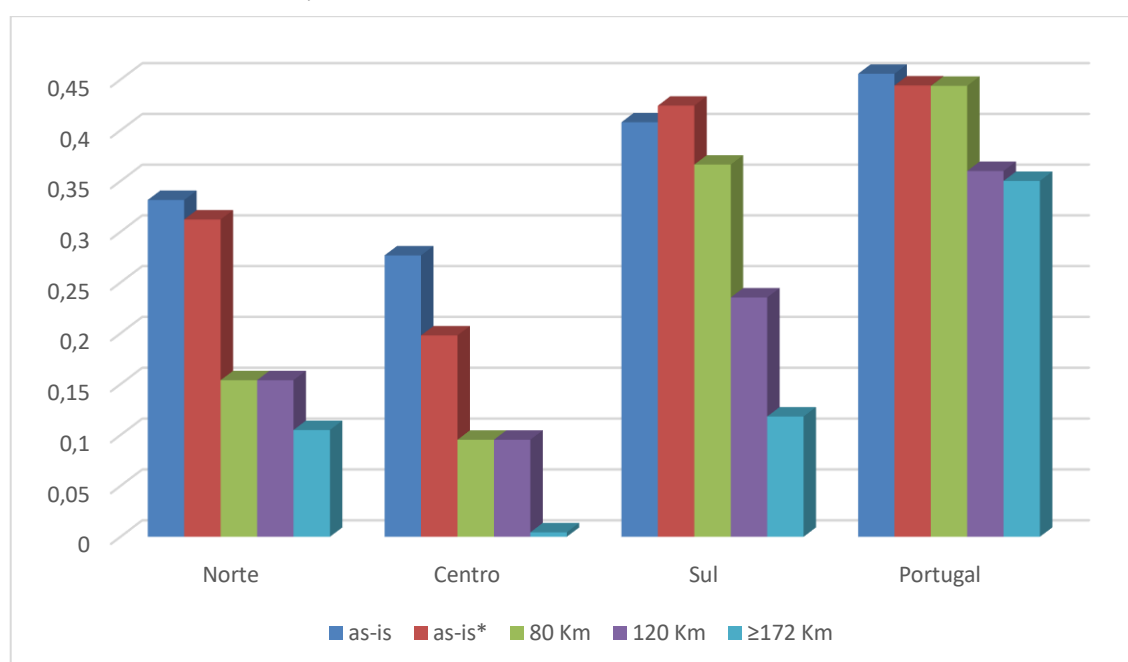


Gráfico 4-7: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do ROS para NUTS III por zona

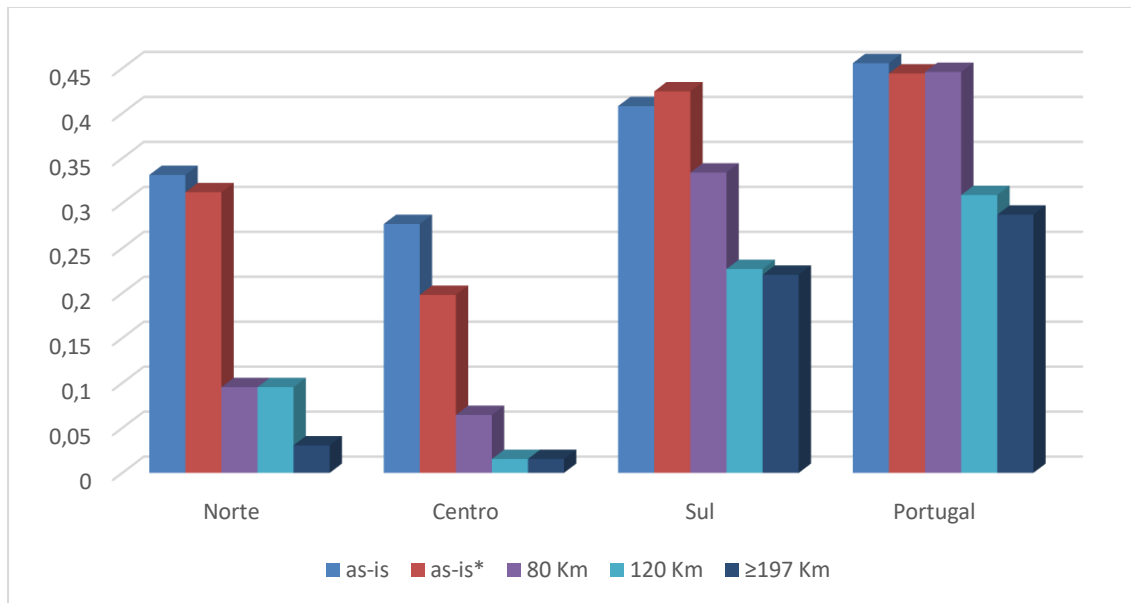


Gráfico 4-8: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do PRAA para Distritos por zona

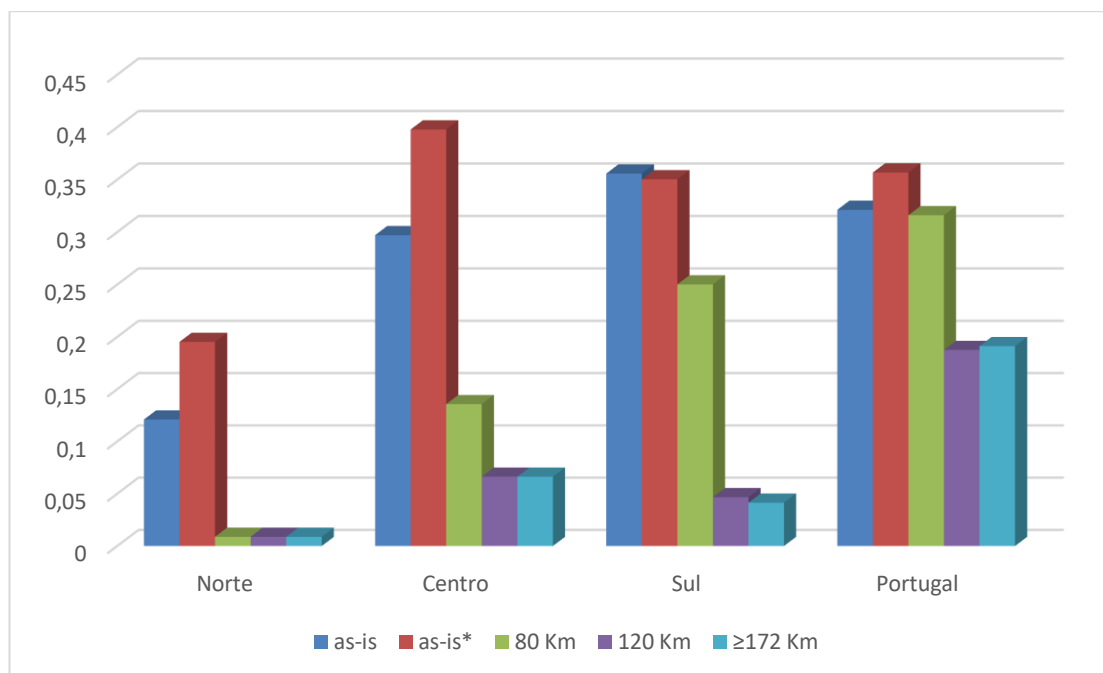
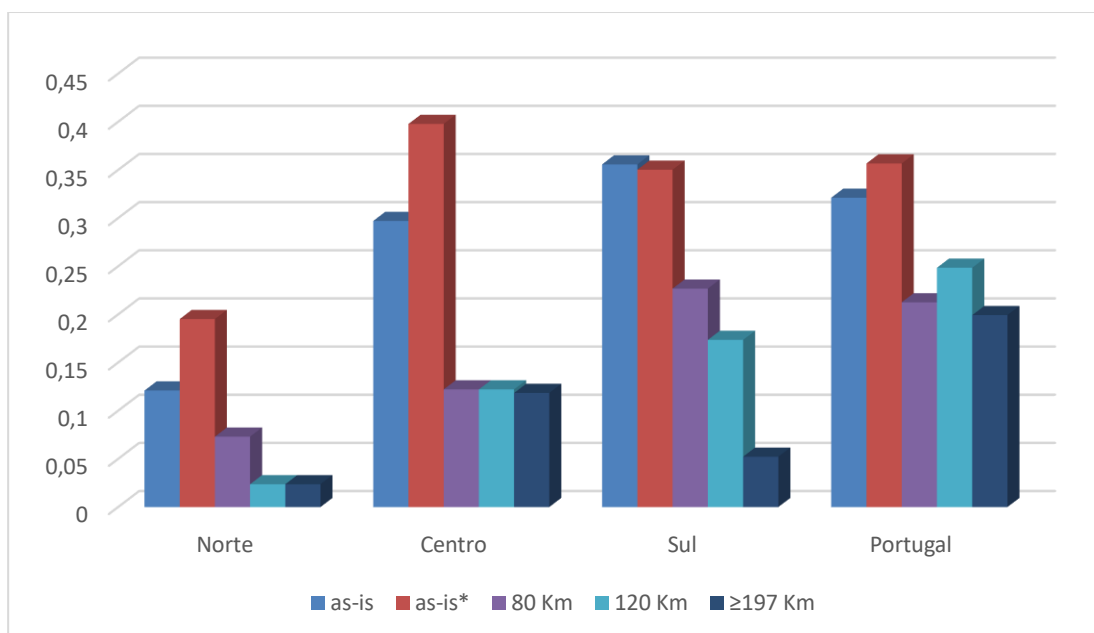


Gráfico 4-9: Diferenças do coeficiente de Gini para análises do PRAA para NUTS III por zona



Com a observação dos gráficos confirmamos que, à exceção de algumas análises para a totalidade do território, o coeficiente de Gini diminui à medida que se aumentava a distância máxima possível entre unidades de análise de uma região. Também se pode constatar que, apesar de o as-is* ter sido decretado para substituir o as-is, quanto é feita a análise do PRAA este apresenta um pior resultado no que ao coeficiente de Gini diz respeito. Por fim é interessante perceber que existem resultados em que a diminuição do coeficiente de Gini é quase nula comparativamente com a restrição de distância anterior. Isso pode ser observado por exemplo no Gráfico 4-9 na zona Centro nos resultados para 120 Km e para valores maiores ou iguais a 197 Km. Quando estes resultados acontecem podemos inclusive adotar uma combinação de resultados de zonas com restrições de distância diferentes como será explicado na próxima secção.

4.8. Combinações de resultados de zonas com diferentes restrições de distância

Para concluir este capítulo, é importante mostrar alguns resultados que, apesar de estarem presentes neste capítulo e terem sido comentados, podem ser ajustados pela observação do mapa representativo. São estas as análises do ROS para NUTS III, para a zona Norte com restrição de 160 Km, e sem restrição de distância. A razão destas análises serem ajustadas, prende-se com facto de a região representada a vermelho na Figura 4-18 ter um dos seus NUTS III constituintes com uma maior distância de fronteira com qualquer uma das outras 3 regiões, do que com a sua própria. O mesmo acontece com um dos NUTS III constituintes da região representada a castanho.

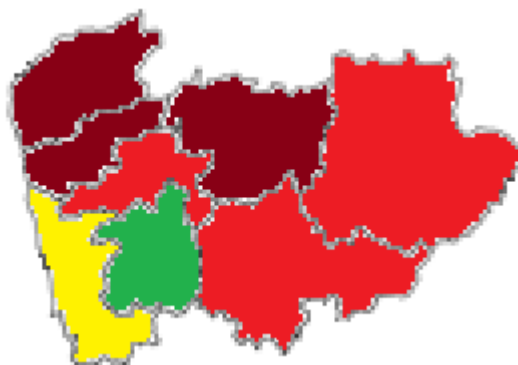


Figura 4-18: Resultado da análise ROS para restrição maior ou igual a 160 Km para NUTS III na zona Norte

Esta alteração permite optar por duas soluções. Pode considerar-se apenas a última restrição de distância que permite validar o mapa resultante, ou só alterar a partição da zona norte para a restrição de 120 Km e continuar com as partições respetivas para as zonas do centro e do sul. O primeiro caso apresenta-se nos resultados, mas esta segunda opção implica que sejam recalculados os indicadores. Assim, no mapa da Figura 4-19 e na Tabela 4-24, estão representadas as distribuições das regiões pelo território e os indicadores para esta solução.

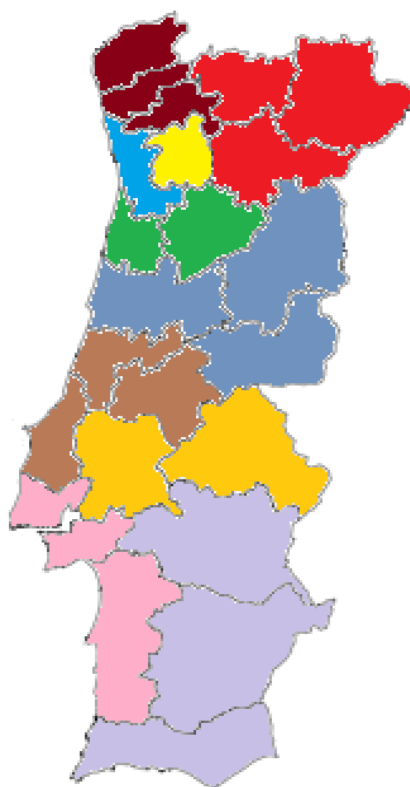


Figura 4-19: Mapa do novo resultado

Tabela 4-24: Indicadores do novo resultado

	Zona	≥197 Km
Coeficiente de Gini	Norte	0,0954
	Centro	0,0155
	Sul	0,2204
	Portugal	0,3052
Número de Regiões	Norte	4
	Centro	3
	Sul	3
	Portugal	10
Dimensão do Comando	Norte	368 (64,1%)
	Centro	132 (23,0%)
	Sul	74 (12,9 %)
	Portugal	574 (100,0%)

A possibilidade de trabalhar com os dados tal como se fez para este novo resultado, faz com que exista um elevado número de combinações no caso de se querer impor diferentes distâncias máximas para as diferentes zonas. Esta análise permite-nos conseguir uma última validação da viabilidade do resultado obtido que faz com que este seja mais robusto do ponto de vista operacional.

4.9. Dimensionamento de equipas de reforço do ataque ampliado

Tendo como base os valores do PRAA das análises feitas e a percentagem da dimensão do comando obtidas é possível dimensionar equipas de intervenção para as regiões resultantes. Essas equipas por estarem centralizadas e não associadas a uma corporação de bombeiros não fariam o ataque inicial, mas serviriam como um segundo nível de meios para dar resposta a ocorrências que não fossem resolvidas no ataque inicial. Tendo por base a Diretiva Operacional N°2 - DECIR de 2018 ([Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil 2019](#)) onde podemos saber o número total nacional das EIP para o caso dos meses mais críticos pensou-se em dimensionar uma força regional com a mesma dimensão desta. Assim, foi considerando o caso mais equilibrado o da análise do PRAA para a restrição de distância de 120 Km. Esta escolha prendeu-se com o facto de se considerar esta distância máxima como minimamente aceitável para a deslocação das equipas a dimensionar ao local da ocorrência. Assim quando as equipas responsáveis pelo ataque inicial não conseguissem extinguir o fogo nesse período uma segunda força seria chamada ao local de modo a ajudar nos procedimentos.

Com base nos resultados do PRAA da Tabela 4-18 e distribuindo as equipas de forma proporcional a esses valores obteve-se a Tabela 4-25. Nesta tabela também são representados

os valores das EIP para cada uma destas regiões como sendo a soma do total de EIP dos distritos pelos quais as regiões são compostas.

Tabela 4-25: Equipas de ataque ampliado e EIP para resultados da análise do PRAA para Distritos para restrição de distância de 120 Km

Regiões	Distritos			PRAA	EIP	Equipas de reforço do ataque ampliado
Região 1	Braga	Porto	Viana do Castelo	8979,05	62	62
Região 2	Bragança	Vila Real		8667,43	40	60
Região 3	Castelo Branco	Coimbra	Leiria	7358,96	56	51
Região 4	Aveiro	Viseu		5464,26	56	38
Região 5	Guarda			6231,44	19	43
Região 6	Lisboa	Santarém	Setúbal	3971,66	54	28
Região 7	Beja	Faro		4239,44	21	30
Região 8	Évora	Portalegre		3423,99	23	24
Total				48336,23	331	336

Observando a Tabela 4-25 percebemos que existe uma discrepância considerável quando comparadas estas novas equipas projetadas com as atuais EIP, no entanto não podemos concluir que exista um dimensionamento deficiente destas pois os dois dispositivos seriam planeados para níveis diferentes de ação. Enquanto umas estariam presentes ao nível das corporações as outras estariam a um nível regional o que implica valores diferentes de simultaneidade de ocorrências. Também de referir que para obter um valor inteiro com os valores do PRAA deste caso as 331 equipas seriam aumentadas para 336. Observando o caso simples descrito pela Figura 4-20 percebemos a diferença de necessidades de equipas quando os casos são analisados a diferentes níveis.



Figura 4-20: Exemplo demonstrativo da diferença dos níveis de análise

Neste caso temos corporações de C1 a C4 todas pertencentes ao mesmo distrito. As linhas horizontais representam a duração de cada ocorrência. Para conseguir dar resposta a todas as ocorrências é necessário ter no mínimo tantas equipas quanto o valor máximo de ocorrências simultâneas. Assim analisando para o caso do distrito seriam necessárias 3 equipas para dar resposta à situação crítica marcada pela linha vermelha tracejada. Já quando esta análise é

feita tendo por base um nível diferente, neste caso o das corporações as necessidades são vistas para cada uma das corporações precisando de 3 equipas para C1, 1 equipa para C2, 2 equipas para C3 e 1 equipa para C4 totalizando 7 equipas. Esta diferença no nível da análise é o que nos leva, apesar da discrepância apresentada na Tabela 4-25, a não poder assumir a distribuição das EIP como incorreta. O estudo da análise ao nível das corporações considerando também a sua entreaajuda pode ser consultada na dissertação de [Silva \(2019\)](#).

Capítulo 5

Conclusão

Com base nos resultados estatísticos e na possibilidade de reduzir o valor do coeficiente de Gini, tanto a nível das 3 zonas analisadas como à totalidade do território nacional continental, prova-se que existe um alto nível de desigualdade entre os atuais CDOS, que pode ser reduzido. Não deixando de ter em conta o alto nível de incerteza relacionado com os fenómenos naturais, podemos constatar que, mesmo quando analisados períodos diferentes, os meses críticos tanto para o número de ocorrências como para a extensão de área ardida, se mantêm minimamente fixos. Existe ainda um padrão que se mantém quase inalterado, quando se compara a ordem de grandeza dos valores observados por unidade de análise. Isso permite concluir que, apesar de haver sempre uma percentagem aleatória nas ocorrências, é possível minimizar a componente fixa dessas mesmas ocorrências.

Torna-se evidente também a necessidade de o dispositivo ter a capacidade de comando, salas de operações capazes de dar resposta às ocorrências das respetivas áreas de responsabilidade, mas também a alocação equilibrada dos meios necessários no local. A organização deve ser feita por camadas não dando apenas prioridade ao nível do ataque inicial, mas também aos dispositivos de ataque e reforço ao ataque ampliado. Como foi demonstrado o dimensionamento dos diferentes *tiers* pode não ser proporcional e seria interessante que o dispositivo de reforço ao ataque ampliado estivesse centralizado dentro de cada região. Aí também se centra a necessidade das restrições de distância de modo a ser viável o tempo de deslocação necessário para existir o reforço quando necessário nos locais das ocorrências.

Por fim conclui-se que apesar de recentemente ter sido decretada uma alteração à organização dos comandos de operações de socorro esta continua a não ser baseada em dados estatísticos. Sendo assim, se esta nova organização não for feita com cuidado tendo por base um estudo intensivo dos dados dos últimos anos pode, no limite, piorar a situação atual e aumentar a desigualdade do esforço de comando atual.

5.1. Limitações

A primeira limitação deste trabalho prende-se com a análise do território ser feita restringindo os resultados a 3 zonas pré-definidas. Este ponto impede a criação de regiões que, apesar da validação de adjacências das suas unidades de análise ser válida, por não

pertencerem à mesma zona, não possam ser formados. Daí, poderiam resultar regiões que gerassem um coeficiente de Gini menor. Esta limitação associa-se ao facto de o número de partições por elemento crescer de uma forma muito acentuada com a adição de unidades à zona a analisar, e haver um impedimento ao nível do processamento de dados para esta ser viável sem recorrer a heurísticas.

Outra limitação foca-se no algoritmo de validação de partições, pois este só está desenvolvido para funcionar até 3 unidades por partição, impedindo a formação de regiões com mais de 3 unidades.

Por fim, as incongruências dos dados disponíveis e as alterações necessárias para a sua validação são uma limitação à perfeita correção dos dados. Nos dados utilizados como base deste projeto foram encontrados, por exemplo, valores de duração de ocorrências superiores a 1 ano, bem como ocorrências em que a data de extinção era anterior à data de alerta.

5.2. Trabalho Futuro

Como trabalho futuro, fica a sugestão de arranjar um método para analisar o território como um todo, excluindo tanto a restrição de zona, bem como a restrição de 3 unidades de análise por região. Uma possível alternativa seria a utilização de métodos heurísticos que possam levar à obtenção de uma aproximação à solução ótima.

Sugere-se ainda a possibilidade de atribuir pesos aos valores de ocorrências simultâneas e aos valores de área ardida, de forma a que o PRAA calculado neste documento possa ter valores diferentes e, consequentemente, gerar resultados diferentes.

Outra sugestão seria fazer uma análise idêntica à elaborada, mas desta vez considerando apenas o período crítico que se estende entre Junho e Outubro.

Por fim, seria interessante perceber se, aplicando estes mesmos métodos a casos próximos ao português, tais como os casos de Espanha, Itália ou Grécia, surgiriam também resultados positivos.

Referências

- Adámek, Martin, Přemysl Bobek, Veroslava Hadincova, Jan Wild, and Martin Kopecký. 2015. "Forest fires within a temperate landscape: A decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe." *Forest Ecology and Management* 336: 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.10.014>.
- Angelstam, Per K. 1998. "Maintaining and Restoring Biodiversity in European Boreal Forests by Developing Natural Disturbance Regimes." *Journal of Vegetation Science* 9 (4): 593-602. <https://doi.org/10.2307/3237275>.
- Antena 2. 2012. "Entrevista a José Miguel Cardoso Pereira." *Antena 2 Ciência*. <https://www.rtp.pt/play/p783/e84487/antena2-ciencia>.
- . 2018. "Incêndios: Mitos e Factos - 1º Andamento. Entrevista a José Miguel Cardoso Pereira." *Antena 2 Ciência*. <https://www.rtp.pt/play/p783/e367024/antena2-ciencia>.
- Anuário Estatístico de Portugal. 2017. Instituto Nacional de Estatística, IP https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=350241294&att_display=n&att_download=y.
- Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. 2018. Diretiva Operacional Nacional nº 2 - DECIR. <https://www.bps.pt/2018/04/19/don-para-o-decir-2018/>.
- . 2019. Diretiva Operacional Nacional nº 2 - DECIR. http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/OUTROSNORMATIVOS/DIRETIVAS/Documents/ANEPC_DON_2_DECIR_2019_www.pdf.
- Autoridade Nacional de Proteção Civil. 2019. "História da ANEPC." Accessed 20/06/19. <http://www.prociv.pt/pt-pt/PROTECAOCIVIL/ANPC/HISTORIA/Paginas/default.aspx>.
- Bastian, Mathieu, Sebastien Heymann, and Mathieu Jacomy. 2009. "Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks." International AAAI conference on weblogs and social media. <http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154>.
- Bonazountas, Marc, Despina Kallidromitou, Pavlos Kassomenos, and Nikos Passas. 2007. "A decision support system for managing forest fire casualties." *Journal of environmental management* 84. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.06.016>.
- Chod, Jiri, Nils Rudi, and Jan A Van Mieghem. 2010. "Operational flexibility and financial hedging: Complements or substitutes?" *Management Science* 56 (6): 1030-1045. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1137>.
- Constituição da República Portuguesa. 1976. Constituição da República Portuguesa. <https://www.parlamento.pt/Parlamento/Documents/CRP1976.pdf>.
- De Neufville, Richard, and Stefan Scholtes. 2011. *Flexibility in engineering design*. MIT Press.
- Decreto-Lei nº 10/2018 de 14 de Fevereiro do Ministério da Administração Interna. 2018. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/114685734>.
- Decreto-Lei nº 27/2006 de 3 de Julho da Assembleia da República. 2006. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/file/a/537897>.
- Decreto-Lei nº 45 de 1 de Abril de 2019 do Ministério da Administração Interna. 2019. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/121748967>.
- Decreto-Lei nº 73/2012 de 26 de Março do Ministério da Administração Interna. 2012. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/553925>.
- Decreto-Lei nº 73/2013 de 31 de Maio do Ministério da Administração Interna. 2013. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/513609>.
- Decreto-Lei nº 75/2007 de 29 de Março do Ministério da Administração Interna. 2007. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/520461>.
- Decreto-Lei nº 124/2006 de 28 de Junho do Ministério da Administração Interna. 2006. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/358491>.
- Decreto-Lei nº 134/2006 de 25 de Julho do Ministério da Administração Interna. 2006. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/conteudo/539218>.

- Decreto-Lei nº 203/2006 de 27 de Outubro do Ministério da Administração Interna. 2006. Diário da República: 1.ª Série. <https://dre.pt/application/file/a/545675>.
- "Decreto de 18 de Julho de 1835." 1835. 40-61. <https://www.fd.unl.pt/Anexos/Investigacao/7520.pdf>.
- Fernandes, Paulo M. 2013. "Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change." *Landscape and Urban Planning* 110: 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.014>.
- Gastwirth, Joseph L. 1971. "A general definition of the Lorenz curve." *Econometrica* 39 (6): 1037-1039. <https://doi.org/10.2307/1909675>.
- GifeX. "Map of Portugal with its Districts." Accessed 1/06/2019. https://www.gifex.com/detail-en/2009-09-17-2408/Map_of_Portugal_with_its_Districts.html.
- Gini, Corrado. 1912. *Variabilità e mutabilità: Contributo allo studio delle distribuzioni e delle relazioni statistiche*. Vol. 1. Edited by Tipografia di Paolo Cuppin. Bologna: Cuppini. http://www.byterfly.eu/islandora/object/librib:680892/datastream/PDF/content/librib_680892.pdf.
- Glossary of Forest Fire Management Terms. 2003. Winnipeg, Canada: Canadian Interagency Forest Fire Centre. https://www.salmonarmmuseum.org/docs/2003_fire_glossary.pdf.
- Handcock. 2016. *Relative Distribution Methods*. Version 1.6-6. <https://cran.r-project.org/web/packages/reldist/index.html>.
- Hankin, R. K. S. 2006. "Additive integer partitions in R." *Journal of Statistical Software, Code Snippets* 16 (1).
- Hoyer, Patrik O. 2004. "Non-negative Matrix Factorization with Sparseness Constraints." *Journal of Machine Learning Research* 5 (5): 1457-1469. <http://www.jmlr.org/papers/volume5/hoyer04a/hoyer04a.pdf>.
- Hu, Junfei, and Michel-Alexandre Cardin. 2015. "Generating flexibility in the design of engineering systems to enable better sustainability and lifecycle performance." *Research in Engineering Design* 26 (2): 121-143. <https://doi.org/10.1007/s00163-015-0189-9>.
- Hurley, Niall, and Scott Rickard. 2009. "Comparing Measures of Sparsity." *IEEE Transactions on Information Theory* 55 (10). <https://doi.org/10.1109/TIT.2009.2027527>.
- ICNF. 2013. *IFN6 - Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal Continental em 1995, 2005 e 2010*. Edited by I.P. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. V1.1 ed. <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/doc/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>.
- "Incêndios de 15 de Outubro causaram prejuízo de 360 milhões e afectaram 350 empresas." 2017. *Jornal de Negócios*, 2017. <https://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/incendios-de-15-de-outubro-causaram-prejuizo-de-360-milhoes-e-afectaram-350-empresas>.
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. 2016. "Estatísticas." Accessed 08/02/2019. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc/estat-sgif>.
- Instituto Nacional de Estatística. "Divisão Administrativa." Accessed 08/02/2019. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_cont_inst&INST=6251013&xlang=pt.
- . 2015. "NUTS 2013 - As Novas Unidades Territoriais Para Fins Estatísticos." [http://www.poci-competite2020.pt/admin/images/NUTS2013_\(1\).pdf](http://www.poci-competite2020.pt/admin/images/NUTS2013_(1).pdf).
- "Laboratório Colaborativo ForestWISE nasce amanhã no centro do país," 2018, <http://www.forestwise.pt/pt/comunicacao/notas-de-imprensa/memorando-de-entendimento-entre-a-fct-e-o-colab-2/?lang=pt>.
- Lourenço, Luciano. 2007. "Incêndios florestais de 2003 e 2005. Tão perto no tempo e já tão longe na memória!" *Actas das VI Jornadas Nacionais do Prosepe*. https://www.researchgate.net/publication/298305626_INCENDIOS_FLORESTAIS_DE_2003_E_2005_TAO_PERTO_NO_TEMPO_E_JA_TAO_LONGE_NA_MEMORIA
- Lunet, Nuno, Milton Severo, and Henrique Barros. 2006. "Desvio padrão ou erro padrão." *Arquivos de Medicina* 20 (1-2): 55-59. https://www.researchgate.net/publication/277229911_Desvio_padrao_ou_erro_padrao.

- Martell, David L. 2001. "Forest Fire Management: Behavior and Ecological Effects." In *Forest Fires*, edited by Edward A. Johnson and Kiyoko Miyanishi, 527-583. San Diego: Academic Press. <http://doi.org/10.1016/B978-012386660-8/50017-9>.
- Mezo, István. 2011. "The r-Bell numbers." *Journal of Integer Sequences* 14 (11). <https://cs.uwaterloo.ca/journals/JIS/VOL13/Mezo/mezo8.pdf>.
- "O que é a AGIF?". 2019. Accessed 15/06/2019. <https://www.agif.pt/>.
- Observatório Técnico Independente. 2019. *Avaliação do Incêndio de Monchique*. Assembleia da República (Lisboa). <https://www.parlamento.pt/Documents/2019/maio/FINAL-Relatorio-Monchique.pdf>.
- Pacheco, Abílio Pereira, and João Claro. 2018. "Operational flexibility in forest fire prevention and suppression: a spatially explicit intra-annual optimization analysis, considering prevention, (pre)suppression, and escape costs." *European Journal of Forest Research* 137 (6): 895-916. <https://doi.org/10.1007/s10342-018-1147-7>.
- Pacheco, Abílio Pereira, João Claro, Paulo M. Fernandes, Richard de Neufville, Tiago M. Oliveira, José G. Borges, and José Coelho Rodrigues. 2015. "Cohesive fire management within an uncertain environment: A review of risk handling and decision support systems." *Forest Ecology and Management* 347: 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.02.033>.
- Pacheco, Abílio Pereira, João Claro, and Tiago Oliveira. 2014. "Simulation analysis of the impact of ignitions, rekindles, and false alarms on forest fire suppression." *Canadian Journal of Forest Research* 44 (1): 1-11. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0257>.
- Perfil Florestal. 2018. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ppf/estatisticas-oficiais/resource/doc/ICNF-Perfil-Florestal-v08nov2018.pdf>.
- Regulamento (UE) 2016/2066 Da Comissão de 21 de novembro de 2016. II. 2016. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2066&from=EN>.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 34/86 da Presidência do Conselho de Ministros. 1986. <https://dre.pt/application/file/227476>.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 157-A/2017 da Presidência do Conselho de Ministros. 2017. <https://dre.pt/application/conteudo/114109966>.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 159/2017 da Presidência do Conselho de Ministros. 2017. <https://dre.pt/application/conteudo/114123459>.
- Saleh, Joseph H., Gregory Mark, and Nicole C. Jordan. 2009. "Flexibility: a multi-disciplinary literature review and a research agenda for designing flexible engineering systems." *Journal of Engineering Design* 20 (3): 307-323. <https://doi.org/10.1080/09544820701870813>.
- Sankaran, Chandini. 2007. "An Analysis of Inequality Measures and Common Datasets." *Proceedings of the Academy of Business Economics*, Stevens Point. <https://www.usi.edu/media/3654811/Analysis-of-Inequality.pdf>.
- Silva, João Lourenço. 2019.
- Thompson, Matthew P., and Dave E. Calkin. 2011. "Uncertainty and risk in wildland fire management: A review." *Journal of Environmental Management* 92 (8): 1895-1909. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.015>.
- Torres, Hugo. 2016. "Flexible design of a helipad network for a fleet of forest firefighting helicopters." *Dissertação de Mestrado*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Zheng, Ma, Yuan Junpeng Su, Cheng Hu, Zhiyu Yu, Zhenglu Pan Yuntao, and Yishan Wu. 2008. "Using Lorenz Curve and Gini Coefficient to Reflect the Inequality Degree of S&T Publications: An Examination of the Institutional Distribution of Publications in China and other Countries." *Proceedings of WIS*, Berlin. <https://www.semanticscholar.org/paper/Using-Lorenz-Curve-and-Gini-Coefficient-to-Reflect-Zheng-Su/fe268290b71c25804c0ceaac32ddb51f212a3ed>

Apêndices

Os apêndices apresentados em A foram elaborados em colaboração com os colegas João Silva e Afonso Moreira, pois também irão servir de base para as análises a serem feitas nas suas dissertações. Nos apêndices B são apresentados os *scripts* elaborados pelo autor para a análise de resultados. No apêndice C estão alguns gráficos selecionados de um total de 345 gráficos de ocorrências para uma NUTS III e suas adjacências. E no apêndice D são apresentadas as matrizes de adjacências utilizadas tanto por zona como para a totalidade do território nacional continental.

Apêndice A.1 - Manual de utilização do código conjunto

Análise de ocorrências simultâneas e da área ardida

Manual de utilização dos scripts

Guilherme Torres¹, João Silva¹, Afonso Moreira¹

Orientador: Prof. Abílio Pereira Pacheco



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

2019-05-03

¹ INESC TEC e FEUP, guilhermetorres.cgmnt@gmail.com, joao.jals.silva@gmail.com, afonsomoreira_123@hotmail.com

Conteúdo

1. Pré-Processamento	2
1.1– Como está dividido?	2
1.2– Como funciona?	2
1.3– Que variáveis posso alterar?	6
1.4 – Como são guardados os dados?	6
2. Ciclo Simultaneidade	7
2.1 – Como está dividido?	7
2.2 – Como funciona?	7
2.3 – Que variáveis posso alterar?	8
2.4 – Como são guardados os dados?	9
3. Área Ardida	9
3.1 – Como está dividido?	9
3.2 – Como funciona?	10
3.3 – Que variáveis posso alterar?	10
3.4 – Como são guardados os dados?	11
4. Como correr os scripts	11

1. Pré-Processamento

1.1– Como está dividido?

Este ficheiro está dividido em:

- Importação das bibliotecas e definição dos diretórios;
- Definição das funções a utilizar;
- Importação das tabelas de NUTS3 por Concelho e Corporações de Bombeiros por INE;
- Importação dos dados relativos aos 15 anos;
- Normalização das colunas para juntar todos os dados numa única dataframe;
- Normalização das variáveis espaciais (todos os nomes em maiúsculas e sem acentos);
- Correção das durações incoerentes e imputação de novas durações baseado nas classes de área ardida;
- Ordenação da dataframe por data de ocorrência;
- Adição das colunas das NUTS3 e das Corporações;
- Conversão em fator das variáveis espaciais, com o intuito de poder efetuar uma análise agrupada por fatores;
- Criação de dataframes de correção de erros;
- Exportação dos dados para os formatos .xlsx e RDS

1.2– Como funciona?

- Instalação e inicialização dos packages:
 - para instalar fazer `install.packages("<nome_do_package>")`
 - para inicializar fazer `library(<nome_do_package>)`
- Definição das funções:
 - função `acentos`

```
acentos <- function(x) iconv(x,from= "UTF-8", to = "ASCII//TRANSLIT")
```

- função `imputar`

```

imputar <- function(y) { #funcao para imputar data e hora de extincao a entradas com as mesmas invalidas
  x<-Lista_Total$`AA_Total` (pov+mato+agric) (ha)`[y]
  if(x==0){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+0.0368 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>0 && x<=1){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+0.0569 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>1 && x<=10){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+0.1465 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>10 && x<=100){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+0.3180 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>100 && x<=1000){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+0.8420 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>1000 && x<=2000){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+1.5489 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>2000 && x<=10000){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+3.8881 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  if(x>10000 && x<=30000){
    z<-Lista_Total$DataAlerta[y]+Lista_Total$HoraAlerta[y]+5.9375 # Data extincao final (dia mais hora)
  }
  return(z)
}

```

Divididas as durações das ocorrências por área ardida em 8 classes;

Feita a mediana dos valores de duração de cada intervalo;

- Importação das tabelas de NUTS3 e Corporações de bombeiros a partir dos ficheiros Excel presentes na pasta "Import/". No caso das NUTS3 estas foram obtidas a partir do nome dos Concelhos enquanto relativamente às Corporações foram obtidas a partir do código INE contendo a tabela também informações relativas à corporação de FreguesiaCB, ConcelhoCB, DistritoCB, INECB, LocalidadeCB, xCB, yCB, NomeCB e CodCB, INE.
- Importação dos dados:

```

#----- < 2015 > -----
Lista_Incendios_2015 <- read_excel("Dados/Lista_Incendios_2015.xlsx",
  col_types = c("numeric", "text", "numeric",
    "text", "text", "text", "text", "text",
    "numeric", "numeric", "numeric",
    "text", "text", "numeric", "numeric",
    "numeric", "numeric", "numeric",
    "numeric", "text", "text", "numeric",
    "numeric", "numeric", "numeric",
    "numeric", "numeric", "numeric",
    "numeric", "text", "text", "text",
    "text", "text", "text"))

```

Usada a função read_excel e replicada a ação para todos os 15 anos.

- Normalização das colunas:
Para a normalização foi usada como base os nomes que existiam no ano de análise mais recente (2015). São eles:

- Ano	- NUT
- Codigo SGIF	- AA_Povoamento (ha)
- Codigo_ANPC	- AA_Mato (ha)
- Tipo	- AA_Agricola (ha)
- Distrito	- AA_EspacosFlorestais
- Concelho	(pov+mato)(ha)
- Freguesia	- AA_Total (pov+mato+agric) (ha)
- Local	- Reacendimentos
- INE	- Queimada
- x	- Falso Alarme
- y	- Fogacho
- lat	- Incendio
- lon	- Agricola
- DataAlerta	- Perimetro
- HoraAlerta	- APS
- DataExtincao	- Causa
- HoraExtincao	- TipoCausa
- Data1Intervencao	- Regiao PROF
- Hora1Intervencao	- UGF
- FonteAlerta	

Como apenas os anos de 2015 e 2014 tinham todos estes valores, nos restantes foram incluídos com valores NA ou “NULL” dependendo se a variável era numérica ou texto.

```
colnames(Lista_Incendios_2002) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tip
Lista_Incendios_2002["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2002["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2002["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2002["Regiao PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2002["UGF"]<-c("NULL")
```

- Junção numa única dataframe:
Para a junção numa única dataframe e como anteriormente foram normalizados todos os nomes das colunas foi apenas necessário utilizar a função rbind() de modo a juntar todas as linhas.
- Normalização das variáveis espaciais:
 - Utilização da função acentos() para retirar todos os acentos;
 - Utilização da função toupper() para converter todas as letras em maiúsculas;
 - Correção dos erros de escrita dos concelhos de “Freixo de Espada à Cinta e “Sobral de Monte Agraço”
- Correção das durações incoerentes e imputação de novas durações:

Baseado na análise dos dados presente no documento “Relatório Código.docx” foram consideradas incoerentes todas as durações superiores a 26 dias e inferiores a 0 dias.

A todos os dados que se encontravam nesta situação foi feita a imputação definida na função imputar valores estes que também estão descritos no documento acima indicado.

- Ordenação por data de ocorrência:

```
Lista_Total <- arrange(Lista_Total, DataAlerta, HoraAlerta)
```

- Criação de uma dataframe apenas com dados do distrito do porto:

```
linhas_lista2 <- as.numeric(nrow(Lista_snull)) #total de linhas da lista
Lista_porto <- Lista_snull
for(i in 1:linhas_lista2){
  if(Lista_porto$Distrito[i] != "PORTO"){
    Lista_porto$Distrito[i] <- NA
  }
}
```

Retiradas apenas as ocorrências referentes ao Distrito do Porto

- Adição das colunas das NUTS3 e das Corporações

```
Lista_porto_CB <- join(Lista_porto, imputacao_CB_filtrado, by = "INE", type = "left")
```

```
Lista_snull <- join(Lista_snull, imputacao_nuts, by = "Concelho", type = "left")
```

- Conversão para fator das variáveis espaciais:

```
Lista_snull$Distrito <- as.factor(Lista_snull$Distrito)
Lista_snull$Concelho <- as.factor(Lista_snull$Concelho)
Lista_snull$Freguesia <- as.factor(Lista_snull$Freguesia)
Lista_snull$NUTS3 <- as.factor(Lista_snull$NUTS3)
Lista_snull$Ano <- as.factor(Lista_snull$Ano)

Lista_porto_CB$Distrito <- as.factor(Lista_porto_CB$Distrito)
Lista_porto_CB$Concelho <- as.factor(Lista_porto_CB$Concelho)
Lista_porto_CB$Freguesia <- as.factor(Lista_porto_CB$Freguesia)
Lista_porto_CB$NomeCB <- as.factor(Lista_porto_CB$NomeCB)
```

Fatorizam-se as variáveis espaciais, com o intuito de poder efetuar uma análise agrupada por fatores;

- Criação de dataframes de correção de erro:

```

erro1_resultados_distrito<-as.data.frame(levels(Lista_snull$Distrito))
colnames(erro1_resultados_distrito)[1]<-"Distrito"

erro1_resultados_concelho<-as.data.frame(levels(Lista_snull$Concelho))
colnames(erro1_resultados_concelho)[1]<-"Concelho"

erro1_resultados_freguesia<-as.data.frame(levels(Lista_snull$Freguesia))
colnames(erro1_resultados_freguesia)[1]<-"Freguesia"

erro1_resultados_NUTS3<-as.data.frame(levels(Lista_snull$NUTS3))
colnames(erro1_resultados_NUTS3)[1]<-"NUTS3"

erro1_resultados_CB<-as.data.frame(levels(Lista_porto_CB$NomeCB))
colnames(erro1_resultados_CB)[1]<-"CB"

```

De modo a corrigir o erro de termos um step inicial sem ocorrências foram criadas estas dataframes de base para colocar o nome das variáveis espaciais e a suas entradas a 0.

1.3– Que variáveis posso alterar?

Não existem variáveis passíveis de alteração, porém ao código podem ser adicionados novos dados anuais e novas regiões de análise.

1.4 – Como são guardados os dados?

Como output do script são gerados quatro pares de ficheiros:

Como ficheiros **.xlsx** foram guardados os seguintes:

Lista_Original.xlsx
 Lista_Total.xlsx
 Lista_snull.xlsx
 Lista_porto_CB.xlsx

Como ficheiros **.rds** foram guardados os seguintes:

Lista_Original.rds
 Lista_Total.rds
 Lista_snull.rds
 Lista_porto_CB.rds

2. Ciclo Simultaneidade

2.1 – Como está dividido?

Este ficheiro está dividido em:

- Importação das bibliotecas e definição dos diretórios
- Remoção de variáveis referentes a análises anteriores
- Definição das variáveis do ciclo de simultaneidade
- Execução do ciclo de simultaneidade
- Cálculo dos dados estatísticos
- Exportação dos dados para os formatos .xlsx e .pdf

2.2 – Como funciona?

O funcionamento em cada parte do código é o seguinte:

- Instalação e inicialização dos packages:
 - para instalar fazer `install.packages("<nome_do_package>")`
 - para inicializar fazer `library(<nome_do_package>)`
- Ciclo simultaneidade:
 - ciclo while controla se os valores estão dentro do step;
 - ciclo for percorre as linhas da lista que contém todos os anos;
- Correção de erros:
 - as data frames `erro1_resultados_<regiao>` permitem que seja escrito uma linha completa a zeros no caso de não haver ocorrências no primeiro step do ciclo
- Cálculo de estatísticas:
 - é calculado o Máximo dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `max()`;
 - é calculado o Mínimo dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `min()`;
 - é calculada a Média dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `rowMeans()`;
 - é calculado o Desvio Padrão dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `sd()`;
 - são calculados o VaR 95, VaR 5 e Mediana (VaR 50) dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `quantile(x, probs)` onde x é o array de valores e o probs é o valor do VaR respectivamente 0.95, 0.05 e 0.50.
 - é calculado o Conditional VaR 95 fazendo a média dos valores maiores ou iguais ao seu respectivo VaR 95.

2.3 – Que variáveis posso alterar?

- **Perl** – Software que permite guardar os dados em formato .xlsx sem recorrer ao Java. Necessário fazer o seu download em strawberryperl.com. A variável perl representa o diretório onde foi instalado o perl que por defeito está em:

```
7 perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"
```

- **Base_dir** – Variável que representa o caminho para a pasta onde está guardado o script R. Necessário alterar sempre que se alterar o computador onde se está a correr o script;
- **Base_export** – Representa o caminho para a pasta para onde serão feitas as exportações. Por definição é uma pasta dentro do Base_dir e por isso é criado o caminho a partir deste.

```
base_export<-paste0(base_dir, "Export/")
```

Nota: A pasta para onde é definido o Export tem de existir pois o R não irá criá-la e se assim for retornará um erro;

- **Regiao** – Variável de extrema importância pois irá controlar toda a parte espacial da análise. Ter extremo cuidado a escrever o nome desta variável. Os seus valores possíveis são:
 - Distrito
 - Concelho
 - Freguesia
 - NUTS3
 - NomeCB
- **Variáveis temporais do ciclo** – Todas as variáveis temporais do ciclo como:
 - dia_inicio, h_inicio, min_inicio – Representam o dia e a hora de início da análise
 - dia_fim, h_fim, min_fim – Representam o dia e a hora de fim da análise
 - minutos_step – Define o tamanho de cada intervalo onde é estudada a simultaneidade de ocorrências. Tem por norma os valores de múltiplos de 60 minuto e como valores mais usuais 1440 (1 dia), 720 (12 horas) e 360 (6 horas).

```
dia_inicio <- "2011-01-01"      #ALTERAR AQUI DATA DE INICIO
h_inicio <- 0                   #ALTERAR AQUI HORAS DE INICIO
min_inicio <- 0                 #ALTERAR AQUI MINUTOS DE INICIO
dia_inicio<-as.Date(dia_inicio)
d_inicio<- ((as.numeric(dia_inicio)+25569)*86400) + (h_inicio*3600) + (min_inicio*60)

dia_fim <- "2016-01-01"        #ALTERAR AQUI DATA DE FIM
h_fim <-0                       #ALTERAR AQUI HORAS DE FIM
min_fim <- 0                    #ALTERAR AQUI MINUTOS DE FIM
dia_fim <- as.Date(dia_fim)
d_fim <- ((as.numeric(dia_fim)+25569)*86400) + (h_fim*3600) + (min_fim*60)
```

```
minutos_step<-60*6
```

2.4 – Como são guardados os dados?

Como output do script são gerados dois ficheiros:

1. Um ficheiro **.xlsx** com o nome definido pelas variáveis espaciais e temporais. Assim a estrutura do seu nome é:

`<regiao>_<dia_inicio>_<dia_fim>_<step>horas.xlsx`

Isto permite não escrever por cima de outro ficheiro com o mesmo nome e perder dados de análises anteriores.

Este ficheiro guarda os valores relativos às ocorrências simultâneas por step e por região definida (Distrito, Concelho, Freguesia, NUTS3) e também os dados estatísticos por região. Estes dados estatísticos são:

- | | |
|------------------|-----------------------|
| - Máximo; | - Mediana; |
| - Mínimo; | - VaR 95; |
| - Média; | - VaR 5; |
| - Desvio Padrão; | - Conditional VaR 95. |

2. Um ficheiro **.pdf** com o nome definido pelas variáveis espaciais e temporais. Assim a estrutura do seu nome é:

`<regiao>_<dia_inicio>_<dia_fim>_<step>horas.pdf`

Este ficheiro guarda os gráficos relativos à variação temporal das ocorrências simultâneas para cada região de análise.

3. Área Ardida

3.1 – Como está dividido?

Este ficheiro está dividido em:

- Importação das bibliotecas e definição dos diretórios
- Remoção de variáveis referentes a análises anteriores
- Definição das variáveis do ciclo de área ardida
- Execução do ciclo de área ardida
- Cálculo dos dados estatísticos
- Exportação dos dados para o formato .xlsx

3.2 – Como funciona?

O funcionamento em cada parte do código é o seguinte:

- Instalação e inicialização dos packages:
 - para instalar fazer `install.packages("<nome_do_package>")`
 - para inicializar fazer `library(<nome_do_package>)`
- Ciclo de área ardida:
 - ciclo for percorre as linhas da lista que estão contidas dentro do intervalo de análise escolhido;
- Cálculo de estatísticas:
 - é calculado o Máximo dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `max()`;
 - é calculada a Média dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `rowMeans()`;
 - são calculados o VaR 95 e Mediana (VaR 50) dos valores obtidos no ciclo por região recorrendo à função `quantile(x, probs)` onde `x` é o array de valores e o `probs` é o valor do VaR respectivamente 0.95 e 0.50.
 - é calculado o Conditional VaR 95 fazendo a média dos valores maiores ou iguais ao seu respectivo VaR 95.

3.3 – Que variáveis posso alterar?

- **Perl** – Software que permite guardar os dados em formato .xlsx sem recorrer ao Java. Necessário fazer o seu download em strawberryperl.com. A variável `perl` representa o diretório onde foi instalado o perl que por defeito está em:

```
7 perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"
```

- **Base_dir** – Variável que representa o caminho para a pasta onde está guardado o script R. Necessário alterar sempre que se alterar o computador onde se está a correr o script;
- **Base_export** – Representa o caminho para a pasta para onde serão feitas as exportações. Por definição é uma pasta dentro do `Base_dir` e por isso é criado o caminho a partir deste.

```
base_export<-paste0(base_dir, "Export/")
```

Nota: A pasta para onde é definido o Export tem de existir pois o R não irá criá-la e se assim for retornará um erro;

- **Regiao** – Variável de extrema importância pois irá controlar toda a parte espacial da análise. Ter extremo cuidado a escrever o nome desta variável. Os seus valores possíveis são:
 - Distrito
 - Concelho
 - Freguesia
 - NUTS3
 - NomeCB
- **Variáveis temporais do ciclo** – Todas as variáveis temporais do ciclo como:
 - `dia_inicio`, `h_inicio`, `min_inicio` – Representam o dia e a hora de inicio da análise
 - `dia_fim`, `h_fim`, `min_fim` – Representam o dia e a hora de fim da análise

```

dia_inicio <- "2011-01-01"      #ALTERAR AQUI DATA DE INICIO
h_inicio <- 0                   #ALTERAR AQUI HORAS DE INICIO
min_inicio <- 0                 #ALTERAR AQUI MINUTOS DE INICIO
dia_inicio<-as.Date(dia_inicio)
d_inicio<- ((as.numeric(dia_inicio)+25569)*86400) + (h_inicio*3600) + (min_inicio*60)

dia_fim <- "2016-01-01"        #ALTERAR AQUI DATA DE FIM
h_fim <-0                       #ALTERAR AQUI HORAS DE FIM
min_fim <- 0                    #ALTERAR AQUI MINUTOS DE FIM
dia_fim <- as.Date(dia_fim)
d_fim <- ((as.numeric(dia_fim)+25569)*86400) + (h_fim*3600) + (min_fim*60)

```

3.4 – Como são guardados os dados?

Como output do script é gerado um ficheiro **.xlsx** com o nome definido pelas variáveis espaciais. Assim a estrutura do seu nome é:

<regiao>_AA.xlsx

Este ficheiro guarda os valores relativos à área ardida por região definida (Distrito, Concelho, Freguesia, NUTS3, NomeCB) e também os dados estatísticos por região. Estes dados estatísticos são:

- | | |
|------------------|-----------------------|
| - Máximo; | - Mediana; |
| - Mínimo; | - VaR 95; |
| - Média; | - VaR 5; |
| - Desvio Padrão; | - Conditional VaR 95. |

4. Como correr os scripts

Alguns scripts necessitam de inputs que são outputs de outros scripts. Assim, este ponto explica a ordem pela qual devem ser corridos os scripts:

1º - pre_processamento.R

2º - ciclo.R

3º - área_ardida.R


```

"text"),
"text"))

Lista_Incendios_2010[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2010[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2010[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2010[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2009 > -----

Lista_Incendios_2009 <- read_excel("Datos/Lista Incendios_2009_2010.xlsx",
sheet = "2009", col_types = c("numeric",
"text",
"text", "text", "text",
"text",
"numeric", "numeric", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "text",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "text", "text",
"text"))

Lista_Incendios_2009[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2009[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2009[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2009[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2008 > -----

Lista_Incendios_2008 <- read_excel("Datos/Lista Incendios_2007_2008.xlsx",
sheet = "2008", col_types = c("numeric",
"text",
"text", "text", "text",
"text",
"numeric", "numeric", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "text",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "text", "text",
"text"))

Lista_Incendios_2008[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2008[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2008[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2008[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2007 > -----

```



```

"numeric", "text", "text",
"numeric", "numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric", "text", "text",
"text"))

Lista_Incendios_2005[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2005[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2005[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2005[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2004 > -----

Lista_Incendios_2004 <- read_excel("Datos/Lista Incendios_2003_2004.xlsx",
sheet = "2004", col_types = c("numeric",
"text",
"text", "text", "text",
"text",
"numeric", "numeric", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "text",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric", "text", "text",
"text"))

Lista_Incendios_2004[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2004[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2004[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2004[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2003 > -----

Lista_Incendios_2003 <- read_excel("Datos/Lista Incendios_2003_2004.xlsx",
sheet = "2003", col_types = c("numeric",
"text",
"text", "text", "text",
"text",
"numeric", "numeric", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "text",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric", "text", "text",
"numeric",

```

```

"text"))
"text",
"text"))

Lista_Incendios_2003[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2003[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2003[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2003[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2002 > -----

Lista_Incendios_2002 <- read_excel("Dados/Lista Incendios_2001_2002.xlsx",
sheet = "2002", col_types = c("numeric",
"text",
"text", "text", "text",
"text",
"numeric", "numeric", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "text",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "text", "text",
"text"))

Lista_Incendios_2002[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2002[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2002[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2002[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < 2001 > -----

Lista_Incendios_2001 <- read_excel("Dados/Lista Incendios_2001_2002.xlsx",
sheet = "2001", col_types = c("numeric",
"text",
"text", "text", "text",
"text",
"numeric", "numeric", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "numeric",
"text",
"numeric", "text", "text",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "numeric",
"numeric",
"numeric", "text", "text",
"text"))

Lista_Incendios_2001[, c(11,13,15)] <- sapply(Lista_Incendios_2001[,
c(11,13,15)], as.Date)

Lista_Incendios_2001[,c(11,13,15)] <- Lista_Incendios_2001[,c(11,13,15) ] +
25569

#----- < NORMALIZAR NOMES DAS COLUNAS > -----

```

```
colnames(Lista_Incendios_2015) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Codigo_ANPC",
"Tipo", "Distrito", "Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "lat",
"lon", "DataAlerta", "HoraAlerta", "DataExtincao", "HoraExtincao",
"DatalIntervencao", "HoralIntervencao", "FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento
(ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola (ha)", "AA_EspacosFlorestais
(pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric) (ha)", "Reacendimentos",
"Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio", "Agricola", "Perimetro",
"APS", "Causa", "TipoCausa", "Regiao PROF", "UGF")
```

```
colnames(Lista_Incendios_2014) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Codigo_ANPC",
"Tipo", "Distrito", "Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "lat",
"lon", "DataAlerta", "HoraAlerta", "DataExtincao", "HoraExtincao",
"DatalIntervencao", "HoralIntervencao", "FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento
(ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola (ha)", "AA_EspacosFlorestais
(pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric) (ha)", "Reacendimentos",
"Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio", "Agricola", "Perimetro",
"APS", "Causa", "TipoCausa", "Regiao PROF", "UGF")
```

```
colnames(Lista_Incendios_2013) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DatalIntervencao", "HoralIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa", "Regiao PROF", "UGF")
Lista_Incendios_2013["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2013["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2013["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
```

```
colnames(Lista_Incendios_2012) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DatalIntervencao", "HoralIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa", "Regiao PROF", "UGF")
Lista_Incendios_2012["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2012["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2012["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
```

```
colnames(Lista_Incendios_2011) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DatalIntervencao", "HoralIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa", "Regiao PROF", "UGF")
Lista_Incendios_2011["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2011["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2011["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
```

```
colnames(Lista_Incendios_2010) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DatalIntervencao", "HoralIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2010["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2010["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2010["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2010["Regiao PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2010["UGF"]<-c("NULL")
```

```

colnames(Lista_Incendios_2009) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2009["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2009["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2009["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2009["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2009["UGF"]<-c("NULL")

```

```

colnames(Lista_Incendios_2008) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2008["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2008["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2008["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2008["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2008["UGF"]<-c("NULL")

```

```

colnames(Lista_Incendios_2007) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2007["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2007["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2007["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2007["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2007["UGF"]<-c("NULL")

```

```

colnames(Lista_Incendios_2006) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2006["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2006["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2006["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2006["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2006["UGF"]<-c("NULL")

```

```

colnames(Lista_Incendios_2005) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato) (ha)", "AA_Total (pov+mato+agric)
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2005["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2005["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2005["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2005["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2005["UGF"]<-c("NULL")

```

```

colnames(Lista_Incendios_2004) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",

```

```

"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato)(ha)", "AA_Total (pov+mato+agric
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2004["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2004["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2004["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2004["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2004["UGF"]<-c("NULL")

colnames(Lista_Incendios_2003) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato)(ha)", "AA_Total (pov+mato+agric
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2003["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2003["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2003["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2003["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2003["UGF"]<-c("NULL")

colnames(Lista_Incendios_2002) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato)(ha)", "AA_Total (pov+mato+agric
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2002["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2002["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2002["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2002["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2002["UGF"]<-c("NULL")

colnames(Lista_Incendios_2001) <- c("Ano", "Codigo SGIF", "Tipo", "Distrito",
"Concelho", "Freguesia", "Local", "INE", "x", "y", "DataAlerta", "HoraAlerta",
"DataExtincao", "HoraExtincao", "DataIntervencao", "HoraIntervencao",
"FonteAlerta", "NUT", "AA_Povoamento (ha)", "AA_Mato (ha)", "AA_Agricola
(ha)", "AA_EspacosFlorestais (pov+mato)(ha)", "AA_Total (pov+mato+agric
(ha)", "Reacendimentos", "Queimada", "Falso Alarme", "Fogacho", "Incendio",
"Agricola", "Perimetro", "APS", "Causa", "TipoCausa")
Lista_Incendios_2001["lat"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2001["lon"]<-c(NA)
Lista_Incendios_2001["Codigo_ANPC"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2001["Regiao_PROF"]<-c("NULL")
Lista_Incendios_2001["UGF"]<-c("NULL")
#----- < JUNTAR TODOS OS ANOS NUMA UNICA DATAFRAME >-----

Lista_Total<-rbind(Lista_Incendios_2015, Lista_Incendios_2014,
Lista_Incendios_2013, Lista_Incendios_2012, Lista_Incendios_2011,
Lista_Incendios_2010, Lista_Incendios_2009, Lista_Incendios_2008,
Lista_Incendios_2007, Lista_Incendios_2006, Lista_Incendios_2005,
Lista_Incendios_2004, Lista_Incendios_2003, Lista_Incendios_2002,
Lista_Incendios_2001)

Lista_Total$DataIntervencao<- as.numeric(Lista_Total$DataIntervencao)
#conversao para numerico
Lista_Total$HoraIntervencao<- as.numeric(Lista_Total$HoraIntervencao)
#conversao para numerico

#----- < ORDENACAO TEMPORAL DE OCORRENCIAS > -----

Lista_Total$HoraAlerta[25457]<-0 # unico valor sem hora alerta passa a ter
hora alerta = 0

```

```

Lista_Original<-Lista_Total

linhas_lista <- as.numeric(nrow(Lista_Total)) #total de linhas da lista

write.xlsx(Lista_Original, 'Export/Listas/Lista_Original.xlsx')      #guardar
em excel
saveRDS(Lista_Original, file = "Export/Listas/lista_original.rds")  #guardar
em formato RDS

for(i in 1:linhas_lista)
{
  Lista_Total$Distrito[i] <- accents(Lista_Total$Distrito[i]) #retirar acentos
e cedilhas dos nomes dos Distritos
  Lista_Total$Concelho[i] <- accents(Lista_Total$Concelho[i]) #retirar acentos
e cedilhas dos nomes dos concelhos
  Lista_Total$Freguesia[i] <- accents(Lista_Total$Freguesia[i]) #retirar
acentos e cedilhas dos nomes das freguesias

  Lista_Total$Distrito[i] <- toupper(Lista_Total$Distrito[i]) #nomes dos
Distritos todos em maiusculas
  Lista_Total$Concelho[i] <- toupper(Lista_Total$Concelho[i]) #nomes dos
concelhos todos em maiusculas
  Lista_Total$Freguesia[i] <- toupper(Lista_Total$Freguesia[i]) #nomes dos
freguesias todos em maiusculas

  if(Lista_Total$Concelho[i]=="FREIXO ESPADA A CINTA"){      #correcao dos dois
erros de escrita na base de dados
    Lista_Total$Concelho[i]<-"FREIXO DE ESPADA A CINTA"
  }

  if(Lista_Total$Concelho[i]=="SOBRAL MONTE AGRACO"){      #correcao dos dois
erros de escrita na base de dados
    Lista_Total$Concelho[i]<-"SOBRAL DE MONTE AGRACO"
  }

  if(!is.na(Lista_Total$DataAlerta[i]) && !is.na(Lista_Total$HoraAlerta[i]) &&
!is.na(Lista_Total$DataExtincao[i]) && !is.na(Lista_Total$HoraExtincao[i]))
  {
    if( (((Lista_Total$DataExtincao[i]+Lista_Total$HoraExtincao[i]) -
(Lista_Total$DataAlerta[i]+Lista_Total$HoraAlerta[i])) < 0) ||
(((Lista_Total$DataExtincao[i]+Lista_Total$HoraExtincao[i]) -
(Lista_Total$DataAlerta[i]+Lista_Total$HoraAlerta[i])) > 26))
    {
      Lista_Total$DataExtincao[i] <- NA
      Lista_Total$HoraExtincao[i] <- NA
    }
  }

  if(is.na(Lista_Total$DataExtincao[i]) || is.na(Lista_Total$HoraExtincao[i])
){ #se data ou hora de extincao nao existirem correr funcao de imputacao com
parametro de area total ardida e linha a imputar
  #imputar(i)

  Lista_Total$DataExtincao[i]<- imputar(i) %/% 1 #divisao inteira
  Lista_Total$HoraExtincao[i]<- imputar(i) %% 1 #resto da divisao inteira
}
}

Lista_Total <- arrange(Lista_Total,DataAlerta,HoraAlerta) #Ordenacao por Data
e Hora de Alerta

Lista_snull <- Lista_Total

Lista_snull <- Lista_snull[!is.na(Lista_snull$DataAlerta),]      # Excluir NAs
de DataAlerta
Lista_snull <- Lista_snull[!is.na(Lista_snull$HoraAlerta),]      # Excluir NAs
de HoraAlerta

```



```

Lista_snull <- Lista_snull[!is.na(Lista_snull$DataExtincao),] # Excluir NAs
de DataExtincao
Lista_snull <- Lista_snull[!is.na(Lista_snull$HoraExtincao),] # Excluir NAs
de HoraExtincao

# 1,4% de NAs removidos

#----- < FAZER IMPUTACAO DOS NUTS 3 ATRAVES DO CONCELHO > -----

Lista_snull<-join(Lista_snull, imputacao_nuts, by = "Concelho", type = "left")

#----- < CONVERTER DISTRITO, CONCELHO, FREGUESIA PARA FACTOR > -----

Lista_Total$Distrito<-as.factor(Lista_Total$Distrito)
Lista_Total$Concelho<-as.factor(Lista_Total$Concelho)
Lista_Total$Freguesia<-as.factor(Lista_Total$Freguesia)

Lista_snull$Distrito<-as.factor(Lista_snull$Distrito)
Lista_snull$Concelho<-as.factor(Lista_snull$Concelho)
Lista_snull$Freguesia<-as.factor(Lista_snull$Freguesia)
Lista_snull$NUTS3<-as.factor(Lista_snull$NUTS3) #NUTS 3
Lista_snull$Ano<-as.factor(Lista_snull$Ano)

#-----< CRIAR VARIAVEIS UNICAS DE ALERTA E EXTINCAO EM SEGUNDOS >-----

Lista_snull$Alerta_seg<-NA
Lista_snull$Extincao_seg<-NA

for(t in 1:nrow(Lista_snull)){

  Lista_snull$Alerta_seg[t]<-
(Lista_snull$DataAlerta[t]+Lista_snull$HoraAlerta[t])*86400 # 86400 = 24horas
* 60minutos *60segundos
  Lista_snull$Extincao_seg[t]<-
(Lista_snull$DataExtincao[t]+Lista_snull$HoraExtincao[t])*86400
}

#Conversao feita para nao se perderem valores nos arredondamentos de dizimas
infinitas

#----- < RESOLUCAO DE ERROS > -----

errol_resultados_distrito<-as.data.frame(levels(Lista_snull$Distrito))
colnames(errol_resultados_distrito)[1]<-"Distrito"

errol_resultados_concelho<-as.data.frame(levels(Lista_snull$Concelho))
colnames(errol_resultados_concelho)[1]<-"Concelho"

errol_resultados_freguesia<-as.data.frame(levels(Lista_snull$Freguesia))
colnames(errol_resultados_freguesia)[1]<-"Freguesia"

errol_resultados_NUTS3<-as.data.frame(levels(Lista_snull$NUTS3))
colnames(errol_resultados_NUTS3)[1]<-"NUTS3"

#Dataframes vazias para quando o primeiro step da análise não tem ocorrencias

#----- < EXPORTAR DADOS PARA EXCEL > -----

write.xlsx(Lista_Total, 'Export/Listas/Listas_Total.xlsx') #guardar em
excel
write.xlsx(Lista_snull, 'Export/Listas/Listas_SNull.xlsx') #guardar em
excel
saveRDS(Lista_Total, file = "Export/Listas/lista_total.rds") #guardar em
formato RDS
saveRDS(Lista_snull, file = "Export/Listas/lista_snull.rds") #guardar em
formato RDS

```

Apêndice A.3 - Script ciclo.R

```
#CASO NAO ESTEJAM INSTALADOS INSTALAR AS 3 BIBLIOTECAS USANDO ->
install.packages("nome_da_biblioteca")

#Possivel ter que instalar o perl a partir do site strawberryperl.com para
usar WriteXLS

#PATH do perl

perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"

library(dplyr)
library(gtools)
library(WriteXLS)
library(readxl) #biblioteca para ler excel
library(xlsx)   #biblioteca para criar excel
library(lubridate) #biblioteca para usar data como data + HH:MM:SS
library(chron)   #biblioteca para converter para horas e minutos
library(PerformanceAnalytics) #biblioteca para analise estatistica do VaR
(Value at Risk)
library(plyr)
library(R.utils)
library(expss)

setwd("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo")

base_dir<-"C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/"

base_export<-paste0(base_dir, "Export/")

#----- < REMOVER VARIAVEIS DE ANALISES ANTERIORES > -----

if(exists("resultados")){ # remover resultados anteriores se estes ainda
existirem no workspace
  rm(resultados)
}
if(exists("resultados_final")){ # remover resultados anteriores se estes
ainda existirem no workspace
  rm(resultados_final)
}
if(exists("resultados_estatisticas")){
  rm(resultados_estatisticas)
}
if(exists("resultados_geral")){
  rm(resultados_geral)
}
if(exists("aux")){
  rm(aux)
}
if(exists("aux2")){
  rm(aux2)
}
if(exists("estatisticas")){
  rm(estatisticas)
}
if(exists("base_res")){
  rm(base_res)
}
if(exists("total_colunas")){
  rm(total_colunas)
}

#----- < CODIGO SIMULTANEIDADE (VARIAVEIS)> -----

regiao<-"NUTS3" #ins Escolher entre Distrito, Concelho, Freguesia ou NUTS3
ATENCAO AOS ERROS DE TYPING!!!!
```

```

Data_Inicio <- c() #Para dar nomes as linhas

Lista_snull$freq<-1

base_res<-Lista_snull[0,]

#CICLO

minutos_step<-60*12 #ALTERAR AQUI O STEP (EM MINUTOS) < 1 hora = 60 > <
1 dia = 1440 > < 1 semana = 10080 >

step<-(minutos_step*60) #Multiplicar por 60 para dar o valor step em segundos

sobre_step<-0 #Colocar aqui percentagem de atraso do step. Exemplo: 5

linhas_total <- as.numeric(nrow(Lista_snull)) # total de linhas do Excel

#----- < INSERIR DATA INICIO E DATA FIM NO FORMATO (AAAA-MM-DD) , HORAS E
MINUTOS> -----

dia_inicio <- "2001-01-01" #ALTERAR AQUI DATA DE INICIO
h_inicio <- 0 #ALTERAR AQUI HORAS DE INICIO
min_inicio <- 0 #ALTERAR AQUI MINUTOS DE INICIO
dia_inicio<-as.Date(dia_inicio)
d_inicio<- ((as.numeric(dia_inicio)+25569)*86400) + (h_inicio*3600) +
(min_inicio*60)

dia_fim <- "2016-01-01" #ALTERAR AQUI DATA DE FIM
h_fim <-0 #ALTERAR AQUI HORAS DE FIM
min_fim <- 0 #ALTERAR AQUI MINUTOS DE FIM
dia_fim <- as.Date(dia_fim)
d_fim <- ((as.numeric(dia_fim)+25569)*86400) + (h_fim*3600) + (min_fim*60)

#fator de correcao da contagem = 25569
#----- < CICLO SIMULTANEIDADE> -----

d_in_step <- d_inicio

while((d_in_step+step) <= d_fim){

  resultados_geral <- base_res

  d_fim_step <- d_in_step + step
  contador<-0

  for(i in 1:linhas_total){

    if(!((Lista_snull$Alerta_seg[i] >= d_fim_step) |
(Lista_snull$Extincao_seg[i] <= d_in_step))){

      resultados_geral<-rbind(resultados_geral, Lista_snull[i,])

    }

  }

  Data_Inicio <- append(Data_Inicio,as.POSIXct(d_in_step, origin = "1899-12-
30", tz = "GMT") , after = length(Data_Inicio))

  teste_seg<-d_in_step

  if(minutos_step!=120)
  {
    if(teste_seg%%1 != 0)
    {

```

```

    teste_seg<-(teste_seg+1)%/%1
  }
}

intervalo<-as.POSIXct(teste_seg, origin = "1899-12-30", tz = "GMT")
intervalo<-as.character(intervalo)

if(nrow(resultados_geral)!=0){

  if(regiao=="Distrito"){
    aux<- xtabs(formula=freq~Distrito + freq, data=resultados_geral)
  }

  if(regiao=="Concelho"){
    aux<- xtabs(formula=freq~Concelho + freq, data=resultados_geral)
  }

  if(regiao=="Freguesia"){
    aux<- xtabs(formula=freq~Freguesia + freq, data=resultados_geral)
  }

  if(regiao=="NUTS3"){
    aux<- xtabs(formula=freq~NUTS3 + freq, data=resultados_geral)
  }

  aux<- as.data.frame(aux)

  ifelse(exists("resultados"),resultados<-cbind(resultados, aux$Freq),
resultados<-aux)
}

if(nrow(resultados_geral)==0){
  if(!exists("resultados")){

    #FAZER IMPORT DESTAS DATA.FRAMES DE CORRECAO DE ERRO PARA O CASO DO
PRIMEIRO INTERVALO SER VAZIO

    if(regiao=="Distrito"){
      resultados<-errol_resultados_distrito
    }

    if(regiao=="Concelho"){
      resultados<-errol_resultados_concelho
    }

    if(regiao=="Freguesia"){
      resultados<-errol_resultados_freguesia
    }

    if(regiao=="NUTS3"){
      resultados<-errol_resultados_NUTS3
    }
  }

  resultados$freq<-0
}

colnames(resultados)[ncol(resultados)] <- intervalo

d_in_step <- d_fim_step-(step*sobre_step)

if(exists("aux")){
  rm(aux)
}
}

```

```

#-----< CALCULAR DADOS ESTATISTICOS >-----
estatisticas<-resultados
total_colunas<-ncol(resultados)

resultados_estatisticas <- data.frame(t(estatisticas[-1])) #Transpor a
dataframe (Colunas passam a linhas e vice-versa)
colnames(resultados_estatisticas) <- estatisticas[, 1]

resultados$Maximo<- NA
resultados$Minimo<- NA
resultados$Media<- NA
resultados$'Desvio Padrao'<- NA
resultados$Mediana <- NA
resultados$'VaR 95' <- NA
resultados$'VaR 5' <- NA
resultados$'CVaR 95' <- NA

for(t in 1:nrow(resultados))
{
  resultados$Maximo[t]<-max(resultados[t,2:total_colunas])
  resultados$Minimo[t]<-min(resultados[t,2:total_colunas])
  resultados$Media[t]<-as.numeric(rowMeans(resultados[t,2:total_colunas]))
  resultados$'Desvio Padrao'[t]<- sd(resultados[t,2:total_colunas])
  resultados$Mediana[t] <- quantile(resultados[t,2:total_colunas], 0.5)
  resultados$'VaR 95'[t] <- quantile(resultados[t,2:total_colunas], 0.95)
  resultados$'VaR 5'[t] <- quantile(resultados[t,2:total_colunas], 0.05)
}

resultados_final <- data.frame(t(resultados[-1])) #Transpor a dataframe
(Colunas passam a linhas e vice-versa)
colnames(resultados_final) <- resultados[, 1]

ind_var<-nrow(resultados_final) #numero linhas do resultado

#ciclo para calculo do CVaR 95

for(z in 1:ncol(resultados_final)){

  max_var<-as.numeric(resultados_final[nrow(resultados_final)-2,z]) #Valor de
VaR 95 para o calculo do CVaR 95

  x<-(resultados_final[1:(nrow(resultados_final)-8),z])
  x<-unlist(x, use.names = FALSE)
  x<-as.numeric(x)
  x<-x[x>=max_var]
  aux_cvar<-mean(x)
  resultados_final[ind_var,z]<-aux_cvar #escrever o valor na data.frame

  rm(aux_cvar)
  rm(x)
}

#----- < EXPORTAR DADOS> -----

nomexls<-paste0(regiao,"_",as.Date(dia_inicio, origin = "1899-12-
30"),"_",as.Date(dia_fim, origin = "1899-12-30"),"_",minutos_step/60, "horas")
# Criar nome do ficheiro

WriteXLS(resultados_final, paste0(base_export,nomexls,".xlsx"), perl = perl,
row.names = TRUE) # guardar em excel
saveRDS(resultados_final, file =
paste0(base_export,"resultados_final",nomexls,".rds")) #guardar em rds
saveRDS(resultados_estatisticas, file =
paste0(base_export,"resultados_estatisticas",nomexls,".rds")) #guardar em rds

```

```
#-----< CRIAR E EXPORTAR OS GRAFICOS >-----

pdf(file=paste0(base_export,nomexls,".pdf")) #guardar em pdf

for(d in 1:ncol(resultados_estatisticas))
{
  if(exists("aux2")){
    rm(aux2)
  }
  aux2<-data.frame("Ocorrencias"=(resultados_estatisticas[d])[,1],
"Intervalos" = as.Date(rownames(resultados_estatisticas)))
  plot(aux2$Intervalos,aux2$Ocorrencias, main =
colnames(resultados_estatisticas)[d], type = "l", xlab = "Intervalos", ylab =
"Ocorrencias")
}

dev.off()
```

Apêndice A.4 - Script área_ardida.R

```
#CASO NAO ESTEJAM INSTALADOS INSTALAR AS 3 BIBLIOTECAS USANDO ->
install.packages("nome_da_biblioteca")

#Possivel ter que instalar o perl a partir do site strawberryperl.com para
usar WriteXLS

#PATH do perl

perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"

library(dplyr)
library(gtools)
library(WriteXLS)
library(readxl) #biblioteca para ler excel
library(xlsx)   #biblioteca para criar excel
library(lubridate) #biblioteca para usar data como data + HH:MM:SS
library(chron)   #biblioteca para converter para horas e minutos
library(PerformanceAnalytics) #biblioteca para analise estatistica do VaR
(Value at Risk)
library(plyr)
library(R.utils)
library(expss)
library(data.table)

base_dir<-"C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/"

setwd(base_dir)

#----- < REMOVER RESULTADOS ANTERIORES > -----

if(exists("resultados_geral")){
  rm(resultados_geral)
}
if(exists("base_res")){
  rm(base_res)
}
if(exists("resultados_aa")){
  rm(resultados_aa)
}

#----- < CODIGO SIMULTANEIDADE (VARIAVEIS)> -----

regiao<-"Distrito" # Escolher entre Distrito, Concelho, Freguesia ou NUTS3
ATENCAO AOS ERROS DE TYPING!!!!

if(regiao=="Distrito"){
  base_res<- data.frame("Distrito"= character(), freq=double())
}
if(regiao=="Concelho"){
  base_res<- data.frame("Concelho"= character(), freq=double())
}
if(regiao=="Freguesia"){
  base_res<- data.frame("Freguesia"= character(), freq=double())
}
if(regiao=="NUTS3"){
  base_res<- data.frame("NUTS3"= character(), freq=double())
}

colnames(base_res)[2]<-"AA_Total (pov+mato+agric) (ha)"

linhas_total <- as.numeric(nrow(Lista_snull)) # total de linhas do Excel

#--<INSERIR DATA INICIO E DATA FIM NO FORMATO (AAAA-MM-DD) , HORAS E MINUTOS>--
```

```

d_inicio <- "2001-01-01"      #ALTERAR AQUI DATA DE INICIO
h_inicio <- 0                 #ALTERAR AQUI HORAS DE INICIO
min_inicio <- 0               #ALTERAR AQUI MINUTOS DE INICIO
d_inicio<-as.Date(d_inicio)
d_inicio<- as.numeric(d_inicio)+25569 + h_inicio/24 + min_inicio/(24*60)

d_fim <- "2016-01-01"        #ALTERAR AQUI DATA DE FIM
h_fim <-0                     #ALTERAR AQUI HORAS DE FIM
min_fim <- 0                  #ALTERAR AQUI MINUTOS DE FIM
d_fim <- as.Date(d_fim)
d_fim <- as.numeric(d_fim)+25569 + h_fim/24 + min_fim/(24*60)

resultados_geral <- base_res
#----- < CICLO AREA ARDIDA> -----

for(i in 1:linhas_total) {
  if(regiao=="Distrito"){
    ifelse( test = (( Lista_snulldataAlerta[i]+Lista_snulldataHoraAlerta[i])
> d_fim ) | ( Lista_snulldataExtincao[i] + Lista_snulldataHoraExtincao[i] <
d_inicio ) | (Lista_snulldata`Falso Alarme`[i]==1)), contador<-contador ,
resultados_geral<-rbind(resultados_geral, Lista_snulldata[i,c(5,26)]) )
  }

  if(regiao=="Concelho"){
    ifelse( test = (( Lista_snulldataAlerta[i]+Lista_snulldataHoraAlerta[i])
> d_fim ) | ( Lista_snulldataExtincao[i] + Lista_snulldataHoraExtincao[i] <
d_inicio ) | (Lista_snulldata`Falso Alarme`[i]==1)), contador<-contador ,
resultados_geral<-rbind(resultados_geral, Lista_snulldata[i,c(6,26)]) )
  }

  if(regiao=="Freguesia"){
    ifelse( test = (( Lista_snulldataAlerta[i]+Lista_snulldataHoraAlerta[i])
> d_fim ) | ( Lista_snulldataExtincao[i] + Lista_snulldataHoraExtincao[i] <
d_inicio ) | (Lista_snulldata`Falso Alarme`[i]==1)), contador<-contador ,
resultados_geral<-rbind(resultados_geral, Lista_snulldata[i,c(7,26)]) )
  }

  if(regiao=="NUTS3"){
    ifelse( test = (( Lista_snulldataAlerta[i]+Lista_snulldataHoraAlerta[i])
> d_fim ) | ( Lista_snulldataExtincao[i] + Lista_snulldataHoraExtincao[i] <
d_inicio ) | (Lista_snulldata`Falso Alarme`[i]==1)), contador<-contador ,
resultados_geral<-rbind(resultados_geral, Lista_snulldata[i,c(39,26)]) )
  }
}

colnames(resultados_geral)[2]<-"freq"

#-----< CALCULAR DADOS ESTATISTICOS >-----

if(regiao=="Distrito"){
  area_ardida_stat<-
ddply(resultados_geral,~Distrito,summarise,Maximo=max(freq),
Media=mean(freq),Mediana=median(freq), Var95=quantile(freq,0.95),
Total=sum(freq))
}
if(regiao=="Concelho"){
  area_ardida_stat<-
ddply(resultados_geral,~Concelho,summarise,maximo=max(freq),media=mean(freq),m
ediana=median(freq), Var95=quantile(freq,0.95), Total=sum(freq))
}
if(regiao=="Freguesia"){
  area_ardida_stat<-
ddply(resultados_geral,~Freguesia,summarise,maximo=max(freq),media=mean(freq),
mediana=median(freq), Var95=quantile(freq,0.95), Total=sum(freq))
}

```



```

if(regiao=="NUTS3"){
  area_ardida_stat<-
ddply(resultados_geral,~NUTS3,summarise,maximo=max(freq),media=mean(freq),medi
ana=median(freq), VaR95=quantile(freq,0.95), Total=sum(freq))
}

#-----< CALCULAR CVaR 95 >-----

for(t in 1:nrow(resultados_geral)){
  if(regiao=="Distrito"){
    aux<-xtabs(formula=freq~Distrito + freq, data=resultados_geral[t,])
  }
  if(regiao=="Concelho"){
    aux<-xtabs(formula=freq~Concelho + freq, data=resultados_geral[t,])
  }
  if(regiao=="Freguesia"){
    aux<-xtabs(formula=freq~Freguesia + freq, data=resultados_geral[t,])
  }
  if(regiao=="NUTS3"){
    aux<-xtabs(formula=freq~NUTS3 + freq, data=resultados_geral[t,])
  }

  aux<- as.data.frame(aux)

  t_aux <- transpose(aux)

  colnames(t_aux) <- rownames(aux)
  rownames(t_aux) <- colnames(aux)
  rownames(t_aux)[2]<-as.character(t)

  aux<-t_aux

  ifelse(exists("resultados_aa"),resultados_aa<-rbind(resultados_aa, aux[2,]),
resultados_aa<-aux)
}

saveRDS(resultados_aa, file =
paste0(base_dir,"Export/AA/Resultados_Todos_",regiao,"_AA.rds")) #guardar em
rds

area_ardida_stat$CVaR95<-NA

for(z in 1:ncol(resultados_aa)){
  max_var<-area_ardida_stat$VaR95[z] #Valor de VaR 95 para o calculo do CVaR
95

  x<-(resultados_aa[2:nrow(resultados_aa),z])
  x<-unlist(x, use.names = FALSE)
  x<-as.numeric(x)
  x<-x[x]>=max_var]
  aux_cvar<-mean(x)

  area_ardida_stat$CVaR95[z]<-aux_cvar

  rm(aux_cvar)
  rm(x)
}

#----- < EXPORTAR DADOS> -----

WriteXLS(area_ardida_stat,
paste0(base_dir,"Export/AA/Resultados_",regiao,"_AA.xlsx"), perl = perl,
row.names = FALSE)
saveRDS(area_ardida_stat, file =
paste0(base_dir,"Export/AA/Resultados_",regiao,"_AA.rds")) #guardar em rds

```

```
saveRDS(resultados_geral, file =  
paste0(base_dir,"Export/AA/Resultados_",regiao,"_AA_Lista.rds")) #guardar em  
rds
```

Apêndice B.1 - Script partitions.R

```

library(readxl)
library(partitions)
library(WriteXLS)
library(xlsx)

perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"

setwd("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo")

base_dir<-"C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/"

base_export<-paste0(base_dir, "Export/Particoes/")

#-----
regiao<-"Distrito" #Escolher entre Distrito, Concelho, Freguesia ou NUTS3
ATENCAO AOS ERROS DE TYPING!!!!

Zona<-"AA_AMLisboa" #Escolher entre Norte, Centro ou AA_AMLisboa

distancia_quilometros<-0

Max_dist<-distancia_quilometros*1000 #Distância máxima entre pontos de grupo
(em metros)

if(exists("particoes_validas")){
  rm(particoes_validas)
}

#-----< Obtencao de todas as particoes com restricao de maximo de 3
elementos por grupo >-----

if(regiao=="NUTS3"){
  if(Zona=="Norte"){
    elem<-8
  }
  if(Zona=="Centro"){
    elem<-8
  }
  if(Zona=="AA_AMLisboa"){
    elem<-7
  }
}

if(regiao=="Distrito"){
  if(Zona=="Norte"){
    elem<-5
  }
  if(Zona=="Centro"){
    elem<-6
  }
  if(Zona=="AA_AMLisboa"){
    elem<-7
  }
}

jj<-restrictedparts(elem,3)
particoes<-setparts(conjugate(jj))
particoes<-as.matrix(particoes)
particoes<-as.data.frame(particoes)

#-----< Validacao de particoes >-----
if(regiao=="NUTS3"){
  if(Zona=="Norte"){

```

```

    matriz_part <- read_excel("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Import/Matriz
adjacencias/NUTS2/Particoes/Zona1.xlsx")
    nuts_posicao <- read_excel("Import/nuts_posicao_zonaNorte.xlsx")
  }
  if(Zona=="Centro"){
    matriz_part <- read_excel("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Import/Matriz
adjacencias/NUTS2/Particoes/Zona2.xlsx")
    nuts_posicao <- read_excel("Import/nuts_posicao_zonaCentro.xlsx")
  }
  if(Zona=="AA_AMLisboa"){
    matriz_part <- read_excel("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Import/Matriz
adjacencias/NUTS2/Particoes/Zona3.xlsx")
    nuts_posicao <- read_excel("Import/nuts_posicao_zonaAAAMLisboa.xlsx")
  }
}

if(regiao=="Distrito"){
  if(Zona=="Norte"){
    matriz_part <- read_excel("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Import/Matriz
adjacencias/Distrito/Particoes/Zona1.xlsx")
    nuts_posicao <- read_excel("Import/distrito_posicao_zonaNorte.xlsx")
  }
  if(Zona=="Centro"){
    matriz_part <- read_excel("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Import/Matriz
adjacencias/Distrito/Particoes/Zona2.xlsx")
    nuts_posicao <- read_excel("Import/distrito_posicao_zonaCentro.xlsx")
  }
  if(Zona=="AA_AMLisboa"){
    matriz_part <- read_excel("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Import/Matriz
adjacencias/Distrito/Particoes/Zona3.xlsx")
    nuts_posicao <- read_excel("Import/distrito_posicao_zonaAAAMLisboa.xlsx")
  }
}

matriz_part <- matriz_part[,-1]
rownames(matriz_part) <- colnames(matriz_part)

for(i in 1:ncol(particoes)){ #percorrer particoes (ou seja colunas)
  flag<-1

  for(t in 1:elem){ #percorrer numero de grupos da particao
    aux<-(1:elem)*0

    pos1<-0 #posicoes nos grupos
    pos2<-0
    pos3<-0

    for(h in 1:nrow(particoes)){ #percorrer total de elementos da particao

      if(particoes[h,i]==t){
        aux[h]<-1

        if(pos1==0){ #guardar indice da posicao 1 do grupo
          pos1<-h
        }
        else if(pos1!=0 & pos2==0){ #guardar indice da posicao 2 do grupo
          pos2<-h
        }
        else { #guardar indice da posicao 3 do grupo
          pos3<-h
        }
      }
    }

    if(sum(aux)==1){ #grupo com 1 elemento
      flag<-flag*1
    }
  }
}

```

```

    if(sum(aux)==2){ #grupo com 2 elementos
      flag<-flag*matriz_part[pos1,pos2]
      dist1<-as.numeric(sqrt((nuts_posicao[pos1,2]-
nuts_posicao[pos2,2])^2+(nuts_posicao[pos1,3]-nuts_posicao[pos2,3])^2))

      if(dist1>Max_dist){ #se a distancia for maior que distancia maxima
        flag<-0
      }
    }

    if(sum(aux)==3){ #grupo com 3 elementos
      gr3_aux<-
(matriz_part[pos1,pos2]+matriz_part[pos1,pos3])*(matriz_part[pos2,pos1]+matriz
_part[pos2,pos3])*(matriz_part[pos3,pos1]+matriz_part[pos3,pos2])

      if(gr3_aux==0){
        flag<-0
      }
      if(gr3_aux!=0){
        flag<-flag
      }

      dist1<-as.numeric(sqrt((nuts_posicao[pos1,2]-
nuts_posicao[pos2,2])^2+(nuts_posicao[pos1,3]-nuts_posicao[pos2,3])^2))
      dist2<-as.numeric(sqrt((nuts_posicao[pos1,2]-
nuts_posicao[pos3,2])^2+(nuts_posicao[pos1,3]-nuts_posicao[pos3,3])^2))
      dist3<-as.numeric(sqrt((nuts_posicao[pos2,2]-
nuts_posicao[pos3,2])^2+(nuts_posicao[pos2,3]-nuts_posicao[pos3,3])^2))

      if(max(dist1,dist2,dist3)>Max_dist){ #se distancia maxima entre cada um
dos 3 pontos maior que max distancia, particao invalida
        flag<-0
      }
    }
  }

  if(flag==1){

    if(exists("particoes_validas")){
      particoes_validas<-cbind(particoes_validas, particoes[,i])
    }
    if(!exists("particoes_validas")){
      particoes_validas<-particoes[,i]
    }
  }
}

particoes_validas<-as.matrix(particoes_validas)
particoes_validas<-as.data.frame(particoes_validas)
row.names(particoes_validas)<-row.names(matriz_part)

WriteXLS(particoes_validas,
paste0(base_export,"Particoes_",regiao,"_",Zona,"_",
distancia_quilometros,"km.xlsx"), perl = perl, row.names = TRUE, col.names =
FALSE) # guardar em excel
saveRDS(particoes_validas, file =
paste0(base_export,"Particoes_",regiao,"_",Zona,"_",
distancia_quilometros,"km.rds")) #guardar em rds

```

Apêndice B.2 - Script adicionarfinal.R

```

library(dplyr)
library(gtools)
library(WriteXLS)
library(readxl) #biblioteca para ler excel
library(xlsx)   #biblioteca para criar excel
library(plyr)
library(R.utils)
library(reldist)

perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"

setwd("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo")

base_dir<-"C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/"

base_export<-paste0(base_dir, "Export/Resultados/")

ign_aa<-1 #se 1 apenas considerar as ignicoes se 2 considerar ignicoes+aa

indice_nuts <- function(x) {

  if(x=="ALENTEJO CENTRAL"){
    val<-1
  }
  if(x=="ALENTEJO LITORAL"){
    val<-2
  }
  if(x=="ALGARVE"){
    val<-3
  }
  if(x=="ALTO ALENTEJO"){
    val<-4
  }
  if(x=="ALTO MINHO"){
    val<-5
  }
  if(x=="ALTO TAMEGA"){
    val<-6
  }
  if(x=="AREA METROPOLITANA DE LISBOA"){
    val<-7
  }
  if(x=="AREA METROPOLITANA DO PORTO"){
    val<-8
  }
  if(x=="AVE"){
    val<-9
  }
  if(x=="BAIXO ALENTEJO"){
    val<-10
  }
  if(x=="BEIRA BAIXA"){
    val<-11
  }
  if(x=="BEIRAS E SERRA DA ESTRELA"){
    val<-12
  }
  if(x=="CAVADO"){
    val<-13
  }
  if(x=="DOURO"){
    val<-14
  }
}

```

```

    }
    if(x=="LEZIRIA DO TEJO"){
      val<-15
    }
    if(x=="MEDIO TEJO"){
      val<-16
    }
    if(x=="OESTE"){
      val<-17
    }
    if(x=="REGIAO DE AVEIRO"){
      val<-18
    }
    if(x=="REGIAO DE COIMBRA"){
      val<-19
    }
    if(x=="REGIAO DE LEIRIA"){
      val<-20
    }
    if(x=="TAMEGA E SOUSA"){
      val<-21
    }
    if(x=="TERRAS DE TRAS-OS-MONTES"){
      val<-22
    }
    if(x=="VISEU DAO LAFOES"){
      val<-23
    }
  }

  return(val)
}

if(exists("melhor_dp")){
  rm(melhor_dp)
}

if(exists("melhor_gini")){
  rm(melhor_gini)
}

#alterar para analise a usar de ocorrencias simultaneas
ocorrencias_totais<-readRDS("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Export/Final 15
anos/restultados_finalNUTS3_2001-01-01_2016-01-01_24horas.rds")
#alterar para analise a usar de area ardida (lista com nuts e valor)
area_ardida_calculo<-readRDS("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Export/AA/Finais
15 anos/Resultados_NUTS3_AA_Lista.rds")
#alterar para analise a usar de area ardida (estatisticas)
area_ardida_final<-readRDS("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Export/AA/Finais 15
anos/Resultados_NUTS3_AA.rds")

for(m in 1:ncol(ocorrencias_totais)){          #passa os valores das colunas
para numerico para se poder somar
  ocorrencias_totais[,m]<-as.numeric(ocorrencias_totais[,m])
}
ocorrencias<-ocorrencias_totais[-(nrow(ocorrencias_totais)-
7):nrow(ocorrencias_totais)],] #remover estatisticas

resultados_finais<-particoes_validas

DesvioPadrao<-c()
Coe_Gini<-c()

for(l in 1:ncol(resultados_finais)){ #percorrer todas as particoes

  vetor_aux<-c()

  for(g in 1:max(resultados_finais[,1])){ #percorrer todos os grupos

```

```

vec_guardar_col<- c() #vetor para escolha de colunas
vec_guardar_col_names<- c()
for(c in 1:nrow(resultados_finais)){ #percorrer todos os elementos
  if(resultados_finais[c,1]==g){
    vec_guardar_col <-
append(vec_guardar_col,indice_nuts(rownames(resultados_finais)[c]) , after =
length(vec_guardar_col)) #guarda o indice da coluna no vetor
    vec_guardar_col_names <- append(vec_guardar_col_names,
rownames(resultados_finais)[c] , after =length(vec_guardar_col_names))
#guarda o nome da coluna no vetor
  }
}

if(length(vec_guardar_col)>1){
  vec_x<-ocorrencias[,vec_guardar_col] #seleciona colunas de interesse

#----- CALCULO DO CVAR95 DAS OCORRENCIAS -----

  vec_x$soma<-rowSums(vec_x)
  var_95 <- as.numeric(quantile(as.numeric(as.vector(vec_x$soma)), 0.95))

  aux_cvar<-unlist(vec_x$soma)
  aux_cvar<-as.numeric(aux_cvar)
  aux_cvar<-aux_cvar[aux_cvar>=var_95]
  cvar95_ocorrencias<-mean(aux_cvar)

  rm(aux_cvar)
  rm(var_95)

#-----

#----- CALCULO DO CVAR95 DA AREA ARDIDA -----

  if(ign_aa==2){
    vec_aa_guardar<- c()

    for(i in 1:nrow(area_ardida_calculo))
    {
      if(length(vec_guardar_col_names)>2){ #grupo de 3 elementos
        if(area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[1] |
area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[2] |
area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[3]){
          vec_aa_guardar<-append(vec_aa_guardar, area_ardida_calculo[i,2],
after = length(vec_aa_guardar))
        }
      }
      else{ #grupo de 2 elementos
        if(area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[1] |
area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[2]){
          vec_aa_guardar<-append(vec_aa_guardar, area_ardida_calculo[i,2],
after = length(vec_aa_guardar))
        }
      }
    }

    var_95 <- as.numeric(quantile(as.numeric(vec_aa_guardar), 0.95))

    aux_cvar<-vec_aa_guardar
    aux_cvar<-as.numeric(aux_cvar)
    aux_cvar<-aux_cvar[aux_cvar>=var_95]
    CVAR95_AA<-mean(as.numeric(aux_cvar))

    rm(aux_cvar)
    rm(var_95)
  }

#-----
  if(ign_aa==2){

```



```

        CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)*as.numeric(CVar95_AA)
      }
      if(ign_aa==1){
        CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)
      }
    }
    if(length(vec_guardar_col)==1){

      cvar95_ocorrencias<-
      as.numeric(ocorrencias_totais[nrow(ocorrencias_totais),vec_guardar_col])
      #CALCULO DO CVAR95 DAS OCORRENCIAS
      if(ign_aa==2){
        CVar95_AA<-
        as.numeric(area_ardida_final[vec_guardar_col,ncol(area_ardida_final)])
        #CALCULO DO CVAR95 DA AREA ARDIDA
      }
      if(ign_aa==2){
        CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)*as.numeric(CVar95_AA)
      }
      # CALCULO DO CVAR95 TOTAL
    }
    if(ign_aa==1){
      CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)
    }
  }
  vetor_aux<-append(vetor_aux,CVar95_total , after = length(vetor_aux))
}

dp<-sd(vetor_aux)
DesvioPadrao<-append(DesvioPadrao, dp , after = length(DesvioPadrao))

ginic<-gini(vetor_aux)
Coe_Gini<-append(Coe_Gini, ginic , after = length(Coe_Gini))

#----- MELHOR GINI E MELHOR DESVIO PADRAO -----
if(!exists("melhor_dp")){ #Para desvio padrao
  melhor_dp<-dp
  melhor_aux_dp<-vetor_aux
  tamanho_dp<-length(vetor_aux)
}
else{
  if(dp<melhor_dp){
    melhor_dp<-dp
    melhor_aux_dp<-vetor_aux
    tamanho_dp<-length(vetor_aux)
  }
}

if(!exists("melhor_gini")){
  melhor_gini<-ginic
  melhor_aux_gini<-vetor_aux
  tamanho_gini<-length(vetor_aux)
}
else{
  if(ginic<melhor_gini){
    melhor_gini<-ginic
    melhor_aux_gini<-vetor_aux
    tamanho_gini<-length(vetor_aux)
  }
}

#-----

}

valores_gini<- data.frame("Grupos" =1:tamanho_gini, "CVar95
Total"=melhor_aux_gini)
valores_dp<- data.frame("Grupos" =1:tamanho_dp, "CVar95 Total"=melhor_aux_dp)

```

```

desv<-as.data.frame(DesvioPadrao)
desv<-t(desv)
c.gini<-as.data.frame(Coe_Gini)
c.gini<-t(c.gini)

res_final<-particoes_validas
colnames(desv)<-colnames(res_final)
res_final<-rbind(res_final, desv)

colnames(c.gini)<-colnames(res_final)
res_final<-rbind(res_final, c.gini)

WriteXLS(res_final,
paste0(base_export,"Resultados_",Zona,"_",distancia_quilometros,"km.xlsx"),
perl = perl, row.names = TRUE, col.names = FALSE) # guardar em excel

WriteXLS(valores_gini,
paste0(base_export,"Gini_",Zona,"_",distancia_quilometros,"km.xlsx"), perl =
perl) # guardar em excel gini
WriteXLS(valores_dp,
paste0(base_export,"DesvPad_",Zona,"_",distancia_quilometros,"km.xlsx"), perl
= perl) # guardar em excel desvio padrao

```

Apêndice B.3 - Script adicionarfina_Distrito.R

```

library(dplyr)
library(gtools)
library(WriteXLS)
library(readxl) #biblioteca para ler excel
library(xlsx)   #biblioteca para criar excel
library(plyr)
library(R.utils)
library(expss)
library(reldist)

perl <- "C:/strawberry/perl/bin/perl.exe"

setwd("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo")

base_dir<-"C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/"

base_export<-paste0(base_dir, "Export/Resultados/")

ign_aa<-1 #se 1 apenas considerar as ignicoes se 2 considerar ignicoes+aa

indice_nuts <- function(x) {

  if(x=="AVEIRO"){
    val<-1
  }
  if(x=="BEJA"){
    val<-2
  }
  if(x=="BRAGA"){
    val<-3
  }
  if(x=="BRAGANCA"){
    val<-4
  }
  if(x=="CASTELO BRANCO"){
    val<-5
  }
  if(x=="COIMBRA"){
    val<-6
  }
  if(x=="EVORA"){
    val<-7
  }
  if(x=="FARO"){
    val<-8
  }
  if(x=="GUARDA"){
    val<-9
  }
  if(x=="LEIRIA"){
    val<-10
  }
  if(x=="LISBOA"){
    val<-11
  }
  if(x=="PORTALEGRE"){
    val<-12
  }
  if(x=="PORTO"){
    val<-13
  }
  if(x=="SANTAREM"){
    val<-14
  }
  if(x=="SETUBAL"){

```

```

    val<-15
  }
  if(x=="VIANA DO CASTELO"){
    val<-16
  }
  if(x=="VILA REAL"){
    val<-17
  }
  if(x=="VISEU"){
    val<-18
  }

  return(val)
}

if(exists("melhor_dp")){
  rm(melhor_dp)
}

if(exists("melhor_gini")){
  rm(melhor_gini)
}

#alterar para analise a usar de ocorrencias simultaneas
ocorrencias_totais<-readRDS("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Export/Final 15
anos/restultados_finalDistrito_2001-01-01_2016-01-01_24horas.rds")
#alterar para analise a usar de area ardida (lista com nuts e valor)
area_ardida_calculo<-readRDS("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Export/AA/Finais
15 anos/Resultados_Distrito_AA_Lista.rds")
#alterar para analise a usar de area ardida (estatisticas)
area_ardida_final<-readRDS("C:/Users/guilh/Desktop/Codigo/Export/AA/Finais 15
anos/Resultados_Distrito_AA.rds")

for(m in 1:ncol(ocorrencias_totais)){          #passa os valores das colunas
para numerico para se poder somar
  ocorrencias_totais[,m]<-as.numeric(ocorrencias_totais[,m])
}

ocorrencias<-ocorrencias_totais[-((nrow(ocorrencias_totais)-
7):nrow(ocorrencias_totais)),] #remover estatisticas

resultados_finais<-particoes_validas

DesvioPadrao<-c()
Coe_Gini<-c()

for(l in 1:ncol(resultados_finais)){ #percorrer todas as particoes

  vetor_aux<-c()

  for(g in 1:max(resultados_finais[,l])){ #percorrer todos os grupos

    vec_guardar_col<- c() #vetor para escolha de colunas
    vec_guardar_col_names<- c()

    for(c in 1:nrow(resultados_finais)){ #percorrer todos os elementos
      if(resultados_finais[c,l]==g){
        vec_guardar_col <-
append(vec_guardar_col,indice_nuts(rownames(resultados_finais)[c]) , after =
length(vec_guardar_col)) #guarda o indice da coluna no vetor
        vec_guardar_col_names <- append(vec_guardar_col_names,
rownames(resultados_finais)[c] , after =length(vec_guardar_col_names))
#guarda o nome da coluna no vetor
      }
    }

    if(length(vec_guardar_col)>1){

```

```

vec_x<-ocorrencias[,vec_guardar_col] #seleciona colunas de interesse

#----- CALCULO DO CVAR95 DAS OCORRENCIAS -----
vec_x$soma<-rowSums(vec_x)
var_95 <- as.numeric(quantile(as.numeric(as.vector(vec_x$soma)), 0.95))

aux_cvar<-unlist(vec_x$soma)
aux_cvar<-as.numeric(aux_cvar)
aux_cvar<-aux_cvar[aux_cvar>=var_95]
cvar95_ocorrencias<-mean(aux_cvar)

rm(aux_cvar)
rm(var_95)

#-----

#----- CALCULO DO CVAR95 DA AREA ARDIDA -----
if(ign_aa==2){
  vec_aa_guardar<- c()

  for(i in 1:nrow(area_ardida_calculo))
  {
    if(length(vec_guardar_col_names)>2){ #grupo de 3 elementos
      if(area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[1] |
area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[2] |
area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[3]){
        vec_aa_guardar<-append(vec_aa_guardar, area_ardida_calculo[i,2],
after = length(vec_aa_guardar))
      }
    }
    else{ #grupo de 2 elementos
      if(area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[1] |
area_ardida_calculo[i,1]==vec_guardar_col_names[2]){
        vec_aa_guardar<-append(vec_aa_guardar, area_ardida_calculo[i,2],
after = length(vec_aa_guardar))
      }
    }
  }

  var_95 <- as.numeric(quantile(as.numeric(vec_aa_guardar), 0.95))

  aux_cvar<-vec_aa_guardar
  aux_cvar<-as.numeric(aux_cvar)
  aux_cvar<-aux_cvar[aux_cvar>=var_95]
  CVar95_AA<-mean(as.numeric(aux_cvar))

  rm(aux_cvar)
  rm(var_95)
}

#-----
if(ign_aa==2){
  CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)*as.numeric(CVar95_AA)
}
if(ign_aa==1){
  CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)
}
}
if(length(vec_guardar_col)==1){

  cvar95_ocorrencias<-
as.numeric(ocorrencias_totais[nrow(ocorrencias_totais),vec_guardar_col])
#CALCULO DO CVAR95 DAS OCORRENCIAS
  if(ign_aa==2){
    CVar95_AA<-
as.numeric(area_ardida_final[vec_guardar_col,ncol(area_ardida_final)])
#CALCULO DO CVAR95 DA AREA ARDIDA

```

```

    }

    if(ign_aa==2){
      CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)*as.numeric(CVar95_AA)
# CALCULO DO CVar95 TOTAL
    }
    if(ign_aa==1){
      CVar95_total<-as.numeric(cvar95_ocorrencias)
    }
  }
  vetor_aux<-append(vetor_aux,CVar95_total , after = length(vetor_aux))
}

dp<-sd(vetor_aux)
DesvioPadrao<-append(DesvioPadrao, dp , after = length(DesvioPadrao))

ginic<-gini(vetor_aux)
Coe_Gini<-append(Coe_Gini, ginic , after = length(Coe_Gini))

#----- MELHOR GINI E MELHOR DESVIO PADRAO -----
if(!exists("melhor_dp")){ #Para desvio padrao
  melhor_dp<-dp
  melhor_aux_dp<-vetor_aux
  tamanho_dp<-length(vetor_aux)
}
else{
  if(dp<melhor_dp){
    melhor_dp<-dp
    melhor_aux_dp<-vetor_aux
    tamanho_dp<-length(vetor_aux)
  }
}

if(!exists("melhor_gini")){
  melhor_gini<-ginic
  melhor_aux_gini<-vetor_aux
  tamanho_gini<-length(vetor_aux)
}
else{
  if(ginic<melhor_gini){
    melhor_gini<-ginic
    melhor_aux_gini<-vetor_aux
    tamanho_gini<-length(vetor_aux)
  }
}

#-----

}

valores_gini<- data.frame("Grupos" =1:tamanho_gini, "CVar95
Total"=melhor_aux_gini)
valores_dp<- data.frame("Grupos" =1:tamanho_dp, "CVar95 Total"=melhor_aux_dp)

desv<-as.data.frame(DesvioPadrao)
desv<-t(desv)
c.gini<-as.data.frame(Coe_Gini)
c.gini<-t(c.gini)

res_final<-particoes_validas
colnames(desv)<-colnames(res_final)
res_final<-rbind(res_final, desv)

colnames(c.gini)<-colnames(res_final)
res_final<-rbind(res_final, c.gini)

```

```
WriteXLS(res_final,
paste0(base_export,"Resultados_",Zona,"_",distancia_quilometros,"km.xlsx"),
perl = perl, row.names = TRUE, col.names = FALSE) # guardar em excel

WriteXLS(valores_gini,
paste0(base_export,"Gini_",Zona,"_",distancia_quilometros,"km.xlsx"), perl =
perl) # guardar em excel gini
WriteXLS(valores_dp,
paste0(base_export,"DesvPad_",Zona,"_",distancia_quilometros,"km.xlsx"), perl
= perl) # guardar em excel desvio padrao
```

Apêndice C - Seleção de gráficos de ocorrências em NUTS III adjacentes

Gráfico C-1: Ocorrências da NUTS III do Alto Minho e das suas NUTS III adjacentes

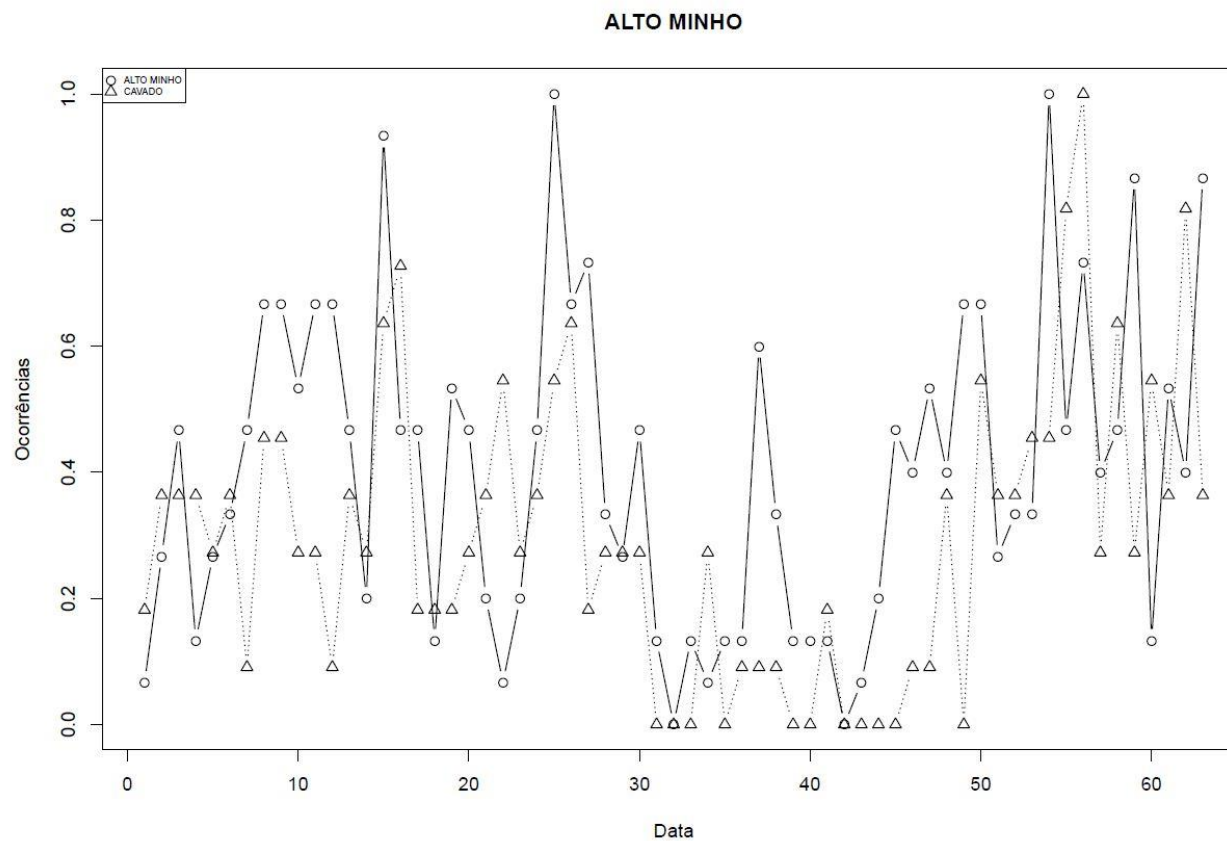


Gráfico C-2: Ocorrências da NUTS III do Alto Tâmega e das suas NUTS III adjacentes

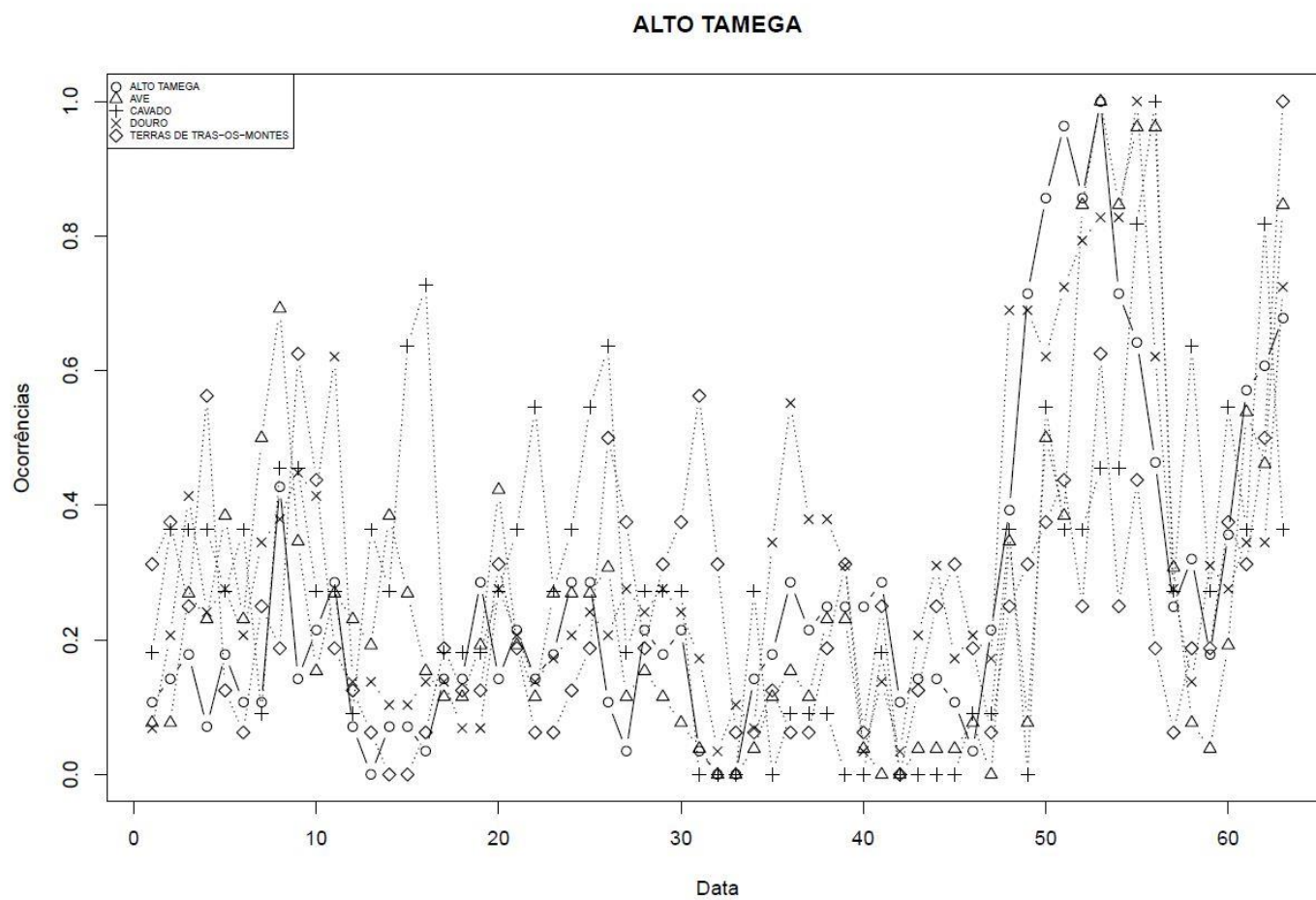


Gráfico C-3: : Ocorrências da NUTS III da Área Metropolitana de Lisboa e das suas NUTS III adjacentes

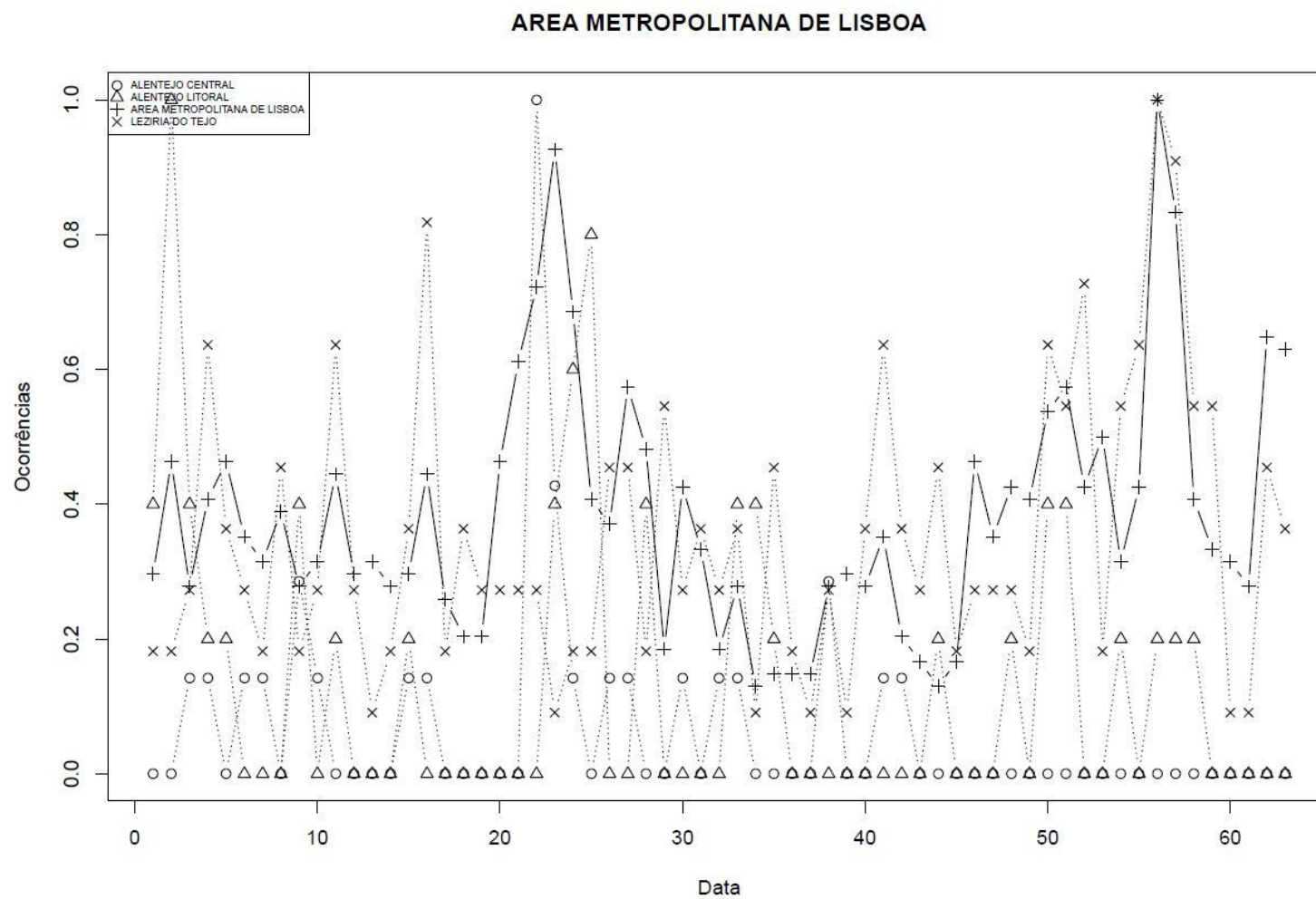


Gráfico C-4: Ocorrências da NUTS III do Ave e das suas NUTS III adjacentes

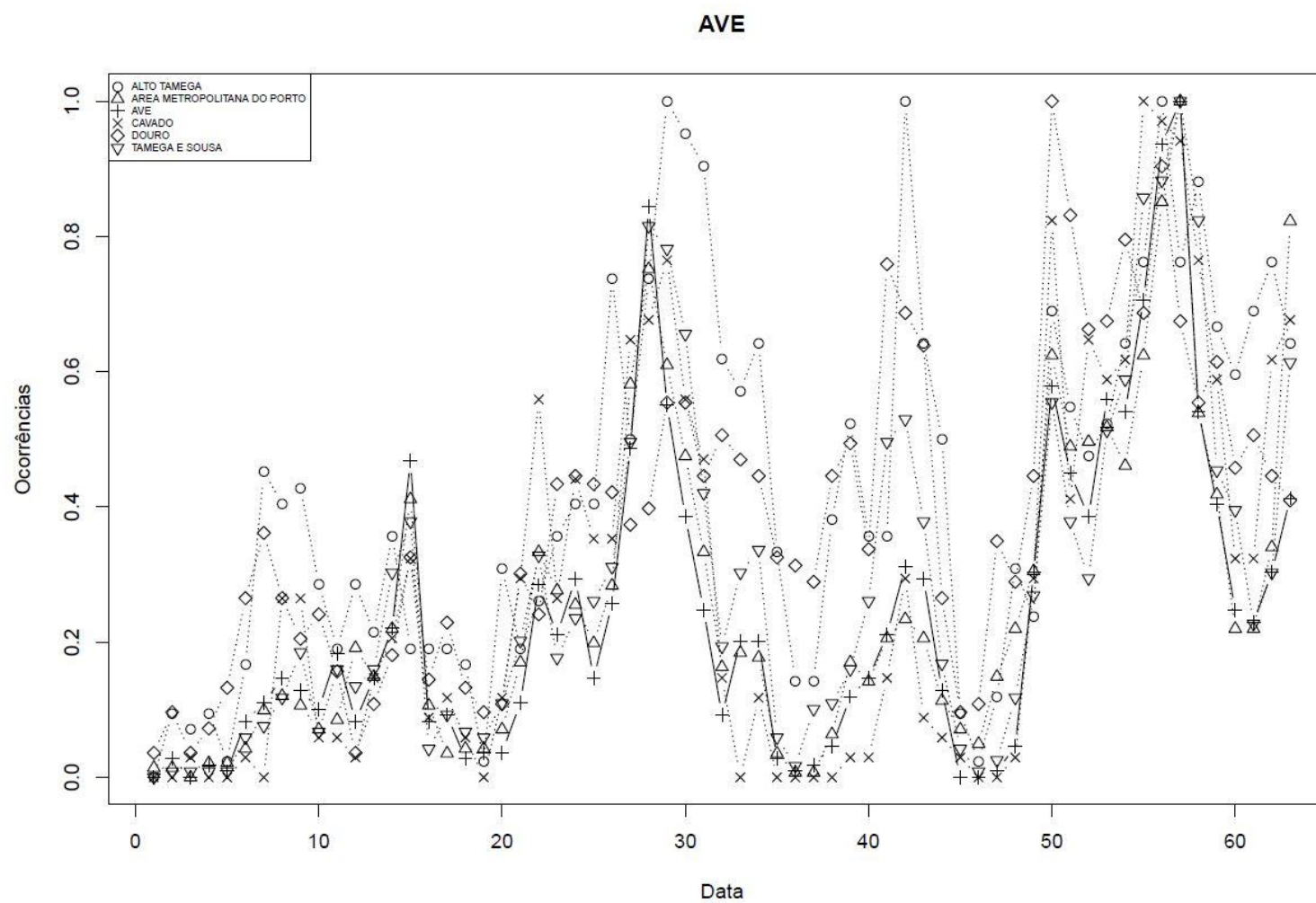
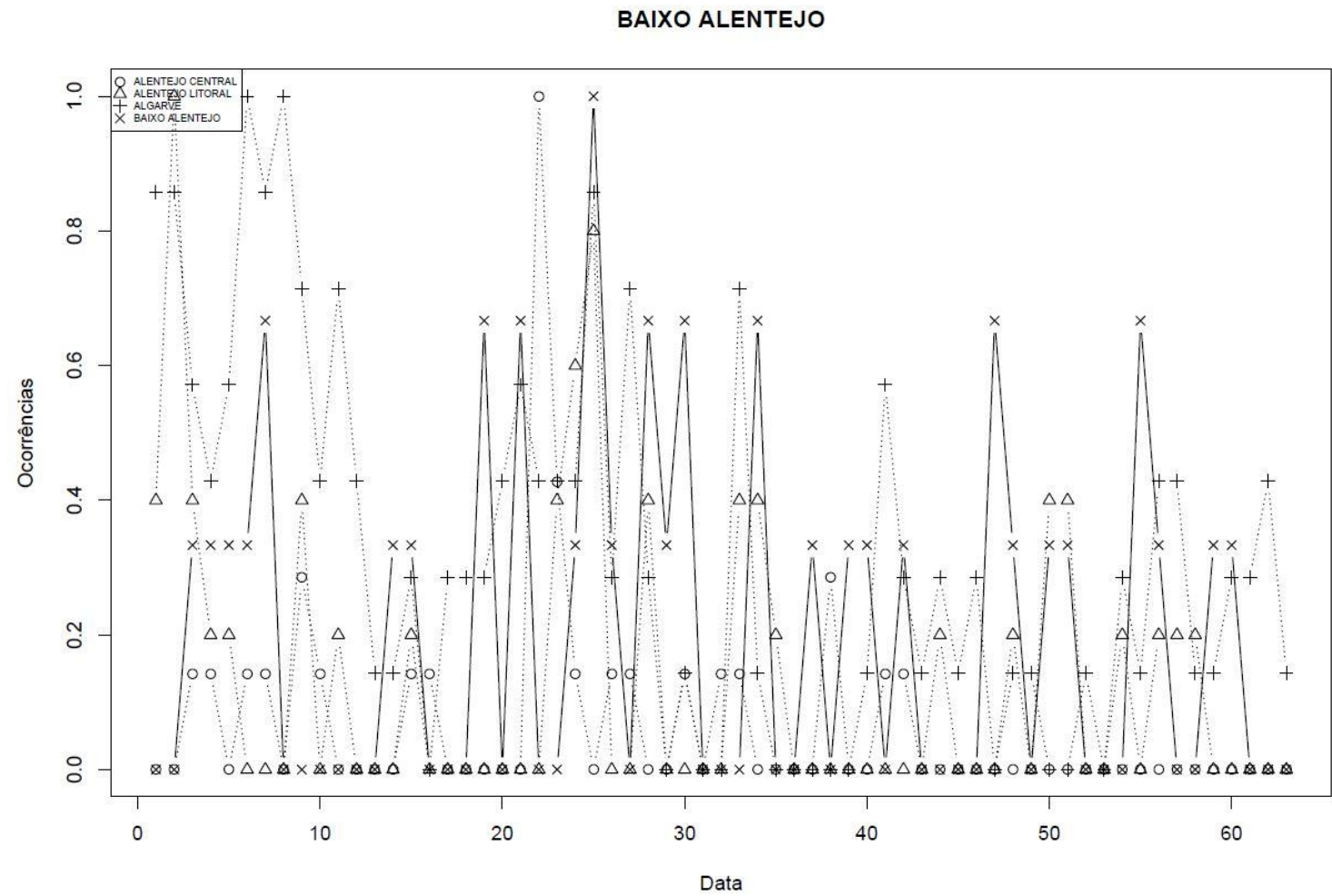


Gráfico C-5: Ocorrências da NUTS III do Baixo Alentejo e das suas NUTS III adjacentes



Apêndice D - Matrizes de Adjacências

Tabela D-1: Matriz Adjacências NUTS III

NUTS3	ALENTEJO CENTRAL	ALENTEJO LITORAL	ALGARVE	ALTO ALENTEJO	ALTO MINHO	ALTO TAMEGA	AREA METROPOLITANA DE LISBOA	AREA METROPOLITANA DO PORTO	AVE	BAIXO ALENTEJO	BEIRA BAIXA	BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	CAVADO	DOURO	LEZIRIA DO TEJO	MEDIO TEJO	OESTE	REGIAO DE AVEIRO	REGIAO DE COIMBRA	REGIAO DE LEIRIA	TAMEGA E SOUSA	TERRAS DE TRAS-OS-MONTES	UISEU DAO LAFOES
ALENTEJO CENTRAL	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ALENTEJO LITORAL	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALGARVE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO ALENTEJO	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
ALTO MINHO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO TAMEGA	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
AREA METROPOLITANA DE LISBOA	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
AREA METROPOLITANA DO PORTO	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
AVE	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
BAIXO ALENTEJO	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BEIRA BAIXA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
CAVADO	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DOURO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
LEZIRIA DO TEJO	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
MEDIO TEJO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
OESTE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
REGIAO DE AVEIRO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
REGIAO DE COIMBRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
REGIAO DE LEIRIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
TAMEGA E SOUSA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
TERRAS DE TRAS-OS-MONTES	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
UISEU DAO LAFOES	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1

Tabela D-2 - Matriz Adjacências NUTS III Zona Norte

NUTS3	ALTO MINHO	ALTO TAMEGA	AREA METROPOLITANA DO PORTO	AVE	CAVADO	DOURO	TAMEGA E SOUSA	TERRAS DE TRAS-OS-MONTES
ALTO MINHO	0	0	0	0	1	0	0	0
ALTO TAMEGA	0	0	0	1	1	1	0	1
AREA METROPOLITANA DO PORTO	0	0	0	1	1	0	1	0
AVE	0	1	1	0	1	1	1	0
CAVADO	1	1	1	1	0	0	0	0
DOURO	0	1	0	1	0	0	1	1
TAMEGA E SOUSA	0	0	1	1	0	1	0	0
TERRAS DE TRAS-OS-MONTES	0	1	0	0	0	1	0	0

Tabela D-3 - Matriz Adjacências NUTS III Zona Centro

NUTS3	BEIRA BAIXA	BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	MEDIO TEJO	OESTE	REGIAO DE AVEIRO	REGIAO DE COIMBRA	REGIAO DE LEIRIA	UISEU DAO LAFOES
BEIRA BAIXA	0	1	1	0	0	1	0	0
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	1	0	0	0	0	1	0	1
MEDIO TEJO	1	0	0	0	0	0	1	0
OESTE	0	0	0	0	0	0	1	0
REGIAO DE AVEIRO	0	0	0	0	0	1	0	1
REGIAO DE COIMBRA	1	1	0	0	1	0	1	1
REGIAO DE LEIRIA	0	0	1	1	0	1	0	0
UISEU DAO LAFOES	0	1	0	0	1	1	0	0

Tabela D-4 - Matriz Adjacências NUTS III Zona Sul

NUTS3	ALENTEJO CENTRAL	ALENTEJO LITORAL	ALGARVE	ALTO ALENTEJO	AREA METROPOLITANA DE LISBOA	BAIXO ALENTEJO	LEZIRIA DO TEJO
ALENTEJO CENTRAL	0	1	0	1	1	1	1
ALENTEJO LITORAL	1	0	1	0	1	1	0
ALGARVE	0	1	0	0	0	1	0
ALTO ALENTEJO	1	0	0	0	0	0	1
AREA METROPOLITANA DE LISBOA	1	1	0	0	0	0	1
BAIXO ALENTEJO	1	1	1	0	0	0	0
LEZIRIA DO TEJO	1	0	0	1	1	0	0

Tabela D-5 - Matriz Adjacências Distritos

Distritos	AVEIRO	BEJA	BRAGA	BRAGANCA	CASTELO BRANCO	COIMBRA	EVORA	FARO	GUARDA	LEIRIA	LISBOA	PORTALEGRE	PORTO	SANTAREM	SETUBAL	VIANA DO CASTELO	VILA REAL	WISEU
AVEIRO	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
BEJA	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
BRAGA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
BRAGANCA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
CASTELO BRANCO	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
COIMBRA	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
EVORA	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
FARO	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUARDA	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LEIRIA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
LISBOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
PORTALEGRE	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
PORTO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
SANTAREM	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
SETUBAL	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
VIANA DO CASTELO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VILA REAL	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
WISEU	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1

Tabela D-6 - Matriz Adjacências Distritos Zona Norte

Distritos	BRAGA	BRAGANCA	PORTO	VIANA DO CASTELO	VILA REAL
BRAGA	1	0	1	1	1
BRAGANCA	0	1	0	0	1
PORTO	1	0	1	0	1
VIANA DO CASTELO	1	0	0	1	0
VILA REAL	1	1	1	0	1

Tabela D-7 - Matriz Adjacências Distritos Zona Centro

Distritos	AVEIRO	CASTELO BRANCO	COIMBRA	GUARDA	LEIRIA	UISEU
AVEIRO	1	0	1	0	0	1
CASTELO BRANCO	0	1	1	1	1	0
COIMBRA	1	1	1	1	1	1
GUARDA	0	1	1	1	0	1
LEIRIA	0	1	1	0	1	0
UISEU	1	0	1	1	0	1

Tabela D-8 - Matriz Adjacências Distritos Zona Sul

Distritos	BEJA	EVORA	FARO	LISBOA	PORTALEGRE	SANTAREM	SETUBAL
BEJA	1	1	1	0	0	0	1
EVORA	1	1	0	0	1	1	1
FARO	1	0	1	0	0	0	0
LISBOA	0	0	0	1	0	1	0
PORTALEGRE	0	1	0	0	1	1	0
SANTAREM	0	1	0	1	1	1	1
SETUBAL	1	1	0	0	0	1	1