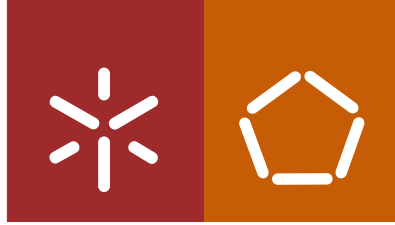




Fernando Afonso Peixoto Juncá Sottomayor Bourbon

**Estudo da evolução da estrutura urbana
da região Norte de Portugal recorrendo à
Análise Espacial**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Fernando Afonso Peixoto Juncá Sottomayor Bourbon

**Estudo da evolução da estrutura urbana
da região Norte de Portugal recorrendo à
Análise Espacial**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui António Rodrigues Ramos

AGRADECIMENTOS

Este Trabalho teve a orientação do Prof. Doutor Rui António Rodrigues Ramos, a quem expresso uma enorme gratidão pela sua supervisão, estímulo e disponibilidade sempre presente no esclarecimento de dúvidas, demonstradas no decorrer de todo este trabalho, aconselhando-me e encorajando-me sempre da melhor maneira no domínio dos instrumentos necessários à realização deste trabalho.

Expresso a minha gratidão a todos os colegas do Laboratório de Planeamento do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho em Braga, ao Doutor Fernando Fonseca, à Marina de Jesus, à Paula Neto, à Carla Oliveira, aos meus colegas e amigos de curso, Bruno Mendes, Luís Gonçalves, Hélder de Castro, e à Maria Pereira, a quem expresso publicamente a minha gratidão pela força e ajuda ao longo desta etapa, e a todos os professores que fazem parte deste departamento.

Por fim, agradeço, aos meus pais, à minha irmã, à minha avó paterna, e aos avós que já partiram que tive o privilégio de os conhecer, aos meus tios maternos, a todos eles o meu muito Obrigado.

Estudo da evolução da estrutura urbana da região Norte de Portugal recorrendo à Análise Espacial

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise espacial que visa efetuar a caracterização da estrutura urbana da região Norte de Portugal, tendo por base os dados dos Censos de 1991, 2001 e 2011.

Este tema e a metodologia proposta são pertinentes e atuais, face ao crescimento das zonas urbanas a nível internacional e à importância na respetiva caracterização, tendo em vista melhorar os modelos de governação e de definição estratégica para o desenvolvimento dos territórios.

A modelação proposta explora duas subáreas da Análise Espacial: a Estatística Espacial e a Modelação Espacial. Serão adotadas ferramentas de Estatística Espacial para identificar as características locais da estrutura urbana da região, que depois de combinadas com a utilização de uma Rede Neural permitem construir um modelo de previsão para a Modelação Espacial. A análise implementada, recorre a ferramentas de *Exploratory Spatial Data Analyses*, dados dos censos e previsão de evolução populacional apresentada pelo Instituto Nacional de Estatística, permitindo um reconhecimento de agrupamentos de zonas urbanas com características semelhantes e a sua articulação a nível regional no Norte de Portugal.

O presente estudo mostra-nos que existe uma região Norte de Portugal Continental pouco uniforme, uma zona litoral dinâmica em termos de densidade populacional, com zonas densamente povoadas, em contraste com um Alto Minho e um interior com muito menor concentração demográfica.

Palavras chave: Estatística Espacial, Modelação Espacial, Sistemas de Informação Geográfica, Planeamento Urbano, Região Norte de Portugal.

A spatial analysis approach for the study of the urban structures of the North of Portugal

ABSTRACT

The objective of this work is to present a Spatial Analysis that aims to characterize the urban structure of the northern region of Portugal based on censuses data from 1991, 2001 and 2011.

This theme and the proposed methodology are pertinent and actual topics for the characterization of the growth and consolidation of urban areas at international level. That will be helpful to improve the models of governance and strategic definition for the development of the territories.

The proposed model explores two fields of Spatial Analysis: The Spatial Statistics and the Spatial Modelling. Spatial Statistics tools will be used to identify the local characteristics of the urban structure of the region which will then be combined with a Neural Network in order to build a predictive model for the spatial modelling. The analysis was conducted using Geographic Information Systems which uses Exploratory Spatial Data Analysis (censuses data and forecast of population growth published by the National Institute of Statistics) allowing the recognition of groupings of urban areas with similar characteristics and their articulation at regional level at the North of Portugal.

The present study shows that there is a relatively uniform North Portugal region, a dynamic coastal zone in terms of population density, with densely populated areas, in contrast to a Alto Minho and an interior with much lower demographic concentration.

The present study shows that there is a relatively uniform North Portugal region, a dynamic coastal zone in terms of population density, with densely populated areas, in contrast to a Alto Minho and an interior with much lower demographic concentration.

Keywords: Spatial Statistics, Spatial Modeling, Geographical Information Systems, Urban Management, Portugal North Region.

Índice

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Enquadramento	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Estrutura do Documento	4
2. ESTADO DA ARTE	9
2.1. Análise Espacial	9
2.1.1 Primeiras Abordagens À Análise Espacial	11
2.1.2. Representação Computacional de Dados Espaciais	15
2.1.3. A importância dos Sistemas de Informação Geográfica	16
2.1.4. História do Sistema de Informação Geográfica	19
2.1.5. Análise Espacial - Auto correlação Espacial	21
2.2. Nomenclatura de Unidades Territoriais para Fins estatísticos	24
2.3. Sistema Urbano Regional de Portugal Continental	25
2.3.1. Evolução das Divisões e Organização Administrativa	26
2.3.2. Evolução Demográfica	35
3. METODOLOGIA E MODELO DE AVALIAÇÃO	45
3.1. Metodologia de Avaliação	45
3.1.1. Auto Correlação Espacial	50
3.2. Modelo de Avaliação	51
4. CASO DE ESTUDO	57
4.1. Reorganização dos Limites das Freguesias após 2001	57
4.2. Auto Correlação - <i>I Moran</i>	65
4.3. Estudo da Evolução Urbana da Região Norte de Portugal Continental	68
4.4. Estudo Comparativo com o Modelo Implementado através das Redes Neurais Artificiais	76

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	119
5.1 Conclusões Gerais.....	119
5.2 Trabalhos Futuros	122
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

Índice de Figuras

Figura 1 - John Snow, imagem retirada do sítio, Independência (2013).....	12
Figura 2 - Mapeamento elaborado por John Snow para sanar o surto de cólera, imagem retirada do sítio, Independência (2013)	12
Figura 3 - Relação entre análise espacial e as teorias disciplinares, figura adaptada de Freitas (2012)	14
Figura 4 - Camadas de informação associadas a uma única localização, imagem retirada do Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática de Barbosa (2002).....	18
Figura 5 - Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica, imagem adaptada da apresentação de Cláudio de Souza Baptista	21
Figura 6 - Representação das NUTS em Portugal, imagem retirada do sítio, PORDATA.....	25
Figura 7 - Área Metropolitana do Porto	28
Figura 8 - Hierarquia Rodoviária da cidade do Porto, imagem retirada do sítio da Porto (2012)	29
Figura 9 - Representação do quadrilátero urbano.....	30
Figura 10 - Eixo que liga Viana do Castelo ao Porto e a Vigo	31
Figura 11 - Eixo Urbano do Douro - “Douro Alliance”	33
Figura 12 - Divisão territorial da Região NUT II do Norte: NUT III e Municípios, imagem retirada do sítio, CCDR-N (2016)	35
Figura 13 - Quadrantes do Gráfico de <i>Moran</i>	49
Figura 14 - Construção do gráfico de espalhamento de <i>Moran</i> , baseado em Neves et al. (2001)	50
Figura 15 - Esquema do Modelo de Avaliação	53
Figura 16 - Alterações espaciais das freguesias de Santa Maria e São Salvador de 2001 para 2011	58
Figura 17 - Fotomapa da freguesia Boavista dos Pinheiros	59
Figura 18 - Fotomapa da freguesia Boavista dos Pinheiros	59
Figura 19 - Alterações espaciais da freguesia de Águas Vivas de 2001 para 2011	60

Figura 20 - Alterações espaciais da freguesia de Gândaras de 2001 para 2011	61
Figura 21 - Freguesia de Caxias	62
Figura 22 - Alterações espaciais das freguesias de Agualva, Cacém, Mira-Sintra e São Marcos de 2001 para 2011	63
Figura 23 - Alterações espaciais da freguesia de Santa Cruz / Trindade de 2001 para 2011 ...	64
Figura 24 - Alterações espaciais das freguesias do Alvão de 2001 para 2011	64
Figura 25 - Alterações espaciais da freguesia de Corvite de 2001 para 2011	65
Figura 26 - Gráfico <i>Univariate Moran</i> para a densidade populacional relativa ao ano de 1991	66
Figura 27 - Gráfico <i>Univariate Moran</i> para a densidade populacional relativa ao ano de 2001	67
Figura 28 - Gráfico <i>Univariate Moran</i> para a densidade populacional relativa ao ano de 2011	67
Figura 29 - Auto correlação positiva	69
Figura 30 - Auto correlação negativa	70
Figura 31 - Análise aos quadrantes do gráfico <i>I de Moran</i> - freguesia e respetiva densidade populacional	71
Figura 32 - Mapa gerado no <i>ArcGis</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários - quadrantes 1991	72
Figura 33 - Mapa gerado no <i>ArcGis</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários - quadrantes 2001	73
Figura 34 - Mapa gerado no <i>ArcGis</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários - quadrantes 2011	75
Figura 35 - Barra de Ferramentas do programa GeoDa	77
Figura 36 - Importação da Base Geográfica de Informação.....	77
Figura 37 - Base de Dados Importada	78
Figura 38 - Gerente de Pesos.....	78
Figura 39 - Criação do ficheiro para fazer auto correlação para cada um dos anos dos censos em análise	79
Figura 40 - Opção de cálculo tendo em conta a média da densidade populacional das freguesias vizinhas.....	80

Figura 41 - Base de dados criada.....	80
Figura 42 - Cálculo do coeficiente de auto correlação <i>I de Moran</i>	81
Figura 43 - Gerar os mapas.....	81
Figura 44 - Mapas da auto correlação <i>I de Moran</i> com base nos censos de 1991	82
Figura 45 - Mapas da auto correlação <i>I de Moran</i> com base nos censos de 2001	83
Figura 46 - Mapas da auto correlação <i>I de Moran</i> com base nos censos de 2011	84
Figura 47 - Análise dos resultados obtido entre a Rede Neural Artificial e os dados provenientes dos registos censitários, para 2001 com recurso ao programa <i>ArcGIS</i>	99
Figura 48 - Análise dos resultados obtido entre a Rede Neural Artificial e os dados provenientes dos registos censitários, para 2011 com recurso ao programa <i>ArcGIS</i>	101
Figura 49 - Mapa gerado no <i>ArcGIS</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 1	103
Figura 50 - Mapa gerado no <i>ArcGIS</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 2.	105
Figura 51 - Mapa gerado no <i>ArcGIS</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 3	106
Figura 52 - Mapa gerado no <i>ArcGIS</i> para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 3	107
Figura 53 - Conceitos dos Quadrantes da Correlação <i>I de Moran</i>	109
Figura 54 - Evolução da Estrutura Urbana a nível dos registos censitários ao longo de 1991, 2001 e 2011	121
Figura 55 - Mapa obtido no programa <i>ArcGis</i> , Análise Espacial da região Norte de Portugal, com recurso aos registos censitários.....	122

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Alto Minho	36
Tabela 2 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Cávado.....	37
Tabela 3 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Ave	38
Tabela 4 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a área Metropolitana do Porto.....	38
Tabela 5 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Alto Tâmega	39
Tabela 6 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Tâmega e Sousa.....	39
Tabela 7 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Douro.....	40
Tabela 8 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região das Terras de Trás-os-Montes.....	41
Tabela 9 - Quadro resumo dos dados censitários de 2001 e 2011 ao nível da região Norte de Portugal Continental.....	41
Tabela 10 - Quadro resumo das alterações de auto correlação da Região Norte de Portugal de 1991 para 2001	74
Tabela 11 - Quadro Resumo das alterações de auto correlação da Região Norte de Portugal de 1991 para 2011	76
Tabela 12 - Definição do índice de auto correlação <i>I de Moran</i> para os quadrantes que não sofreram alteração entre os resultados obtidos entre as Redes Neurais Artificiais e os Registos Censitários.....	85

Tabela 13 - Definição do índice de auto correlação <i>I de Moran</i> para os quadrantes que transitaram do quadrante 1 para o quadrante 2 e deste para o quadrante 1	86
Tabela 14 - Definição do índice de auto correlação <i>I de Moran</i> para os quadrantes que transitaram do quadrante 1 para o quadrante 3 e deste para o quadrante 1	86
Tabela 15 - Definição do índice de auto correlação <i>I de Moran</i> para os quadrantes que transitaram do quadrante 1 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 1	87
Tabela 16 - Definição do índice de auto correlação para os quadrantes que transitaram do quadrante 2 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 2	87
Tabela 17 - Definição do índice de auto correlação <i>I de Moran</i> para os quadrantes que transitaram do quadrante 2 para o quadrante 3 e deste para o quadrante 2	88
Tabela 18 - Definição do índice de auto correlação <i>I de Moran</i> para os quadrantes que transitaram do quadrante 3 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 3	88
Tabela 19 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Viana do Castelo	90
Tabela 20 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Braga	90
Tabela 21 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito do Porto	91
Tabela 22 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Vila Real	93
Tabela 23 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Bragança	94
Tabela 24 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para as freguesias do distrito de Aveiro pertencentes à região Norte de Portugal Continental	95
Tabela 25 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para as freguesias do distrito de Viseu pertencentes à região Norte de Portugal Continental	96

Tabela 26 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para as freguesias do distrito da Guarda pertencentes à região Norte de Portugal Continental.....	97
Tabela 27 - Síntese do coeficiente de auto correlação, entre as Redes Neurais Artificiais e o calculado com base nos registos censitários.....	98
Tabela 28 - Resumo das alterações dos coeficientes de auto correlação <i>I de Moran</i> para os registos censitários de 1991, 2001 e 2011	108
Tabela 29 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> , nos quadrantes em que uma freguesia de mantém constante de 1991 a 2011.....	110
Tabela 30 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> da passagem do quadrante 1 para o quadrante 3	111
Tabela 31 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> da passagem do quadrante 2 para o quadrante 1	112
Tabela 32 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> da passagem do quadrante 2 para o quadrante 3	112
Tabela 33 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> da passagem do quadrante 2 para o quadrante 4	113
Tabela 34 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> da passagem do quadrante 2 para o quadrante 3 e deste para o quadrante 1	113
Tabela 35 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> da passagem do quadrante 2 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 1	114
Tabela 36 - Definição da auto correlação <i>I de Moran</i> do quadrante 2 para o 4 e deste para o quadrante 2	114

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Este tema e a metodologia proposta são pertinentes e atuais, face ao crescimento das zonas urbanas a nível internacional e à importância na respetiva caracterização, tendo em vista melhorar os modelos de governação e de definição estratégica para o desenvolvimento dos territórios.

Como exemplo, na região Norte de Portugal Continental, temos a Área Metropolitana do Porto, embora o Porto como cidade seja o centro, o local onde por excelência se localiza os principais serviços, no entanto devido à saturação quer habitacional quer de certa forma económica, esta alargou-se para os municípios vizinhos. Tal facto permitiu criar um conjunto de serviços que de certa forma se complementam entre si e que estão espalhados por um território mais vasto e com um espalhamento da área urbana, de maior densidade populacional, aumentando a interatividade entre territórios e desta forma promovendo um maior dinamismo.

Em termos de organização do território e do planeamento decorrente das reformas que têm acontecido ao longo dos anos assistimos à extinção, anexação ou desanexação de freguesias. Várias freguesias que perderam interesse ou municípios que ficaram reduzidos, ou amputados, têm como resultado a perda de receitas devido a um conjunto de fatores, sociais e económicos que estão na base destas decisões. Assim, efetuando a análise à escala da freguesia também é possível ter uma melhor perceção dos fenómenos do espalhamento das zonas mais densamente povoadas fugindo às limitações administrativas impostas pelos concelhos.

1.2 Objetivos

O primeiro objetivo deste estudo, é comparar o modelo estudado e os dados dos Censos de 2001 e de 2011 com as projeções que foram efetuadas em estudos anteriores através de redes neurais artificiais e também recorrendo à análise espacial tendo como base os registos censitários.

O segundo objetivo deste trabalho é apresentar uma análise espacial que visa efetuar a caracterização da estrutura urbana da região Norte de Portugal, tendo por base os dados dos Censos de 1991, 2001 e 2011.

Nesse sentido é pertinente estudar a evolução da estrutura urbana tendo como variável a densidade da população por freguesia, para os anos de 1991, 2001 e 2011.

Este estudo tem como modelo a Análise Exploratória de Dados Espaciais (*Exploratory Spatial Data Analyses – ESDA*), que através dos coeficientes de auto correlação de *I'Moran* classifica as freguesias em 4 classes e utiliza como padrão a média da densidade da população das freguesias a nível nacional.

1.3 Estrutura do Documento

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. Apresenta-se de seguida o resumo de cada um dos capítulos.

O Capítulo 1 apresenta uma breve introdução referindo a importância e o interesse do tema desta dissertação e apresenta os principais objetivos.

No Capítulo 2, referente ao Estado da Arte, faz-se uma breve apresentação dos conceitos da análise espacial, e dos programas de Modelação Espacial inseridos em Sistemas de Informação Geográfica.

No Capítulo 3 é abordado a metodologia seguida no presente estudo e é detalhado o respetivo modelo de avaliação.

No Capítulo 4 é apresentado o Caso de Estudo. Os subcapítulos estão estruturados da seguinte forma, Reorganização dos Limites das Freguesias após 2001, onde se sobrepôs a Base Geográfica de Referenciação de Informação de 2001 com a de 2011; Auto Correlação *I de Moran*; onde são apresentados os resultados relativos à densidade populacional para os anos de 1991, 2001 e 2011; Estudo da Evolução Urbana da Região Norte de Portugal Continental, neste subcapítulo é feito o estudo da evolução urbana da região Norte de Portugal Continental, o último subcapítulo é destinado ao Estudo Comparativo com o Modelo Implementado através das Redes Neurais Artificiais.

O Capítulo 5 sumariza as conclusões decorrentes dos resultados obtidos no estudo, e apresenta algumas propostas de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2
ESTADO DA ARTE

2. ESTADO DA ARTE

Ao longo deste capítulo serão abordados os conceitos da análise espacial, a sua importância e história, será também feita uma análise à organização da estrutura territorial nacional e segundo a nomenclatura de unidades territoriais para fins estatísticos (NUTS), e à estrutura territorial e demográfica da região Norte de Portugal Continental.

2.1. Análise Espacial

Compreender a distribuição espacial de dados ocorrida no espaço, constitui um desafio para a clarificação de questões pertinentes em diversas áreas do conhecimento, tais como na saúde, em áreas relacionadas com o ambiente, geologia, comportamentos sociais, entre outros.

Estes estudos, são cada vez mais frequentes, devido à disponibilização de Sistemas de Informação Geográfica, SIG, cujas ferramentas se caracterizam como sendo de baixo custo e com ambientes gráficos amigáveis. Os programas SIG são ferramentas de apoio à decisão que permitem uma visualização espacial de variáveis, cujos índices podem estar relacionados por exemplo com o ruído, poluição, população, doenças, numa determinada área do espaço. A análise que se pode realizar, tendo como suporte os mapas gerados por estes programas, são uma mais valia quer pela fácil interpretação, através de padrões, cores com que o gráfico é apresentado, quer pela forma rápida de tomar decisões, no sentido de atuar sobre um determinado problema.

Mais importante que a perceção visual da distribuição espacial é a sua interpretação. É necessário compreender os padrões e o foco do problema. Câmara et al. (2004a) destaca os seguintes exemplos:

- No caso dos cientistas, investigadores e pessoas ligadas à saúde, é extremamente importante possuir uma base de dados com referência para ocorrências de problemas idênticos. Desta forma poderá o estudo correlacionar ou não com o espaço e com características dos meios semelhantes e tentar compreender a sua evolução e propagação;
- Investigar a concentração de assaltos numa determinada zona. Interpretar o porquê destas zonas serem vulneráveis a nível espacial bem como as características socioeconómicas destas zonas.
- Os estudos de determinados minerais numa jazida, tais como as quantidades encontradas a partir de uma pequena amostra, permitindo estimar as quantidades a nível da região.
- Pretende-se analisar um terreno agrícola, a nível de características do solo, para que dele se dê a melhor rendibilidade. Por exemplo, como escolher as variáveis: solo, vegetação, geomorfologia, e determinar a percentagem que cada uma dessas variáveis contribui para definir em que local o tipo de cultura é mais adequado.

Todos esses problemas fazem parte da análise espacial de dados geográficos.

Uma região é constituída por pessoas, vias de comunicação, telecomunicação, pela interação que existe com ela, pelo tráfego gerado, ruído criado e pelos poluentes que são emitidos. Todos estes elementos são de interesse para o estudo do território enquanto espaço e sua envolvente.

Planear implica conhecer o espaço enquanto território de forma a se conseguir analisar como um todo e não em partes distintas. Uma vez que as partes se relacionam entre si, fazendo com que uma parcela desse terreno tenha características únicas, as quais são equacionadas por forma a tomarem-se as melhores ações.

No caso do estudo do território, a análise espacial torna-se uma ferramenta essencial. Partindo do pressuposto que um determinado espaço físico é o sítio onde há concentração de pessoas, interação entre as mesmas e o meio, onde tudo se movimenta e em que há um conjunto de fenómenos a serem criados. É imprescindível estudar estes comportamentos para que resulte um melhor planeamento e ordenamento do território. Serão as futuras gerações a agradecer o tempo despendido em torno destas questões

2.1.1 Primeiras Abordagens À Análise Espacial

Um caso de sucesso da aplicação da análise espacial remonta à segunda metade do século XIX, ano de 1854. Este exemplo é apresentado em seguida como forma de demonstrar que a ocorrência de fenómenos com incidência territorial é intrínseca à própria existência da atividade humana que a concentração dessa atividade em aglomerados é também relevante para o estudo dos fenómenos espaciais. Naturalmente que no contexto atual, face às ferramentas disponíveis, o estudo deste problema evoluiu, mas os fenómenos continuam a estar relacionados com as atividades e sua localização no espaço.

Nessa época, as principais cidades da Europa sofreram um surto de cólera; doença que até então era desconhecida da maioria das pessoas e dos profissionais ligados à área da saúde. Esta doença é proveniente de uma bactéria que se manifesta de forma rápida, afetando apenas os seres humanos. Atualmente sabe-se que esta doença é transmitida a partir de excrementos por ingestão da via oral, tais como a ingestão de água, e foi através deste elemento que John Snow, Figura 1, descobriu um surto da doença em 1854, no bairro de Soho em Londres.

John Snow, relacionou as mortes que ocorreram no bairro, com as fontes de água que ali havia, cartografou as variáveis, e chegou à origem do problema, ver Figura 2.

Naquela época, existiam apenas duas companhias de abastecimento de água canalizada em Londres, a primeira recolhia a água do rio Tamisa, a jusante de um esgoto, a segunda recolhia

a montante do esgoto.



Figura 1 - John Snow, imagem retirada do sítio, Independência (2013)



Figura 2 - Mapeamento elaborado por John Snow para sanar o surto de cólera, imagem retirada do sítio, Independência (2013)

John Snow, a partir dos elementos cartografados, relacionou as mortes com a proveniência da água que bebiam. Com esta análise verificou que a causa deste surto estava relacionada com a ingestão de água proveniente da recolha a jusante do esgoto. Este caso, talvez pioneiro na aplicação da análise espacial revela a importância da análise espacial enquanto metodologia para resolver os problemas.

No seguimento da previsão do Modelo Territorial construiu-se uma proposta metodológica. A proposta tem por base três abordagens: morfológica, funcional e relacional. Nestas três abordagens inclui-se a abordagem dinâmica da Estrutura Regional de Proteção e Valorização Ambiental, ERPVA, das componentes biofísicas do território, nomeadamente as principais massas de relevo, os declives e a rede hidrográfica, bem como as áreas de maior periculosidade relativamente a movimentos de vertente e cheias. (CCDR-N, 2009)

A prospetiva do território deverá ser entendida igualmente *“como uma reflexão sobre o futuro”, mas que “saiba resistir à tentação da utopia, que tome em conta o peso das inércias e das tendências espontâneas, e procure de uma maneira realista as margens de manobra utilizáveis para inflectir as evoluções no sentido dos objetivos que nos fixamos, uma tal iniciativa implica muita humildade ante os factos e rigor na reflexão. Ela não exclui em nada a vontade de ação mas, bem pelo contrário, organiza-a em bases sólidas.”* (Lacaze, 1998)

Quanto à legislação em Portugal, em termos de planeamento e ordenamento do território temos vindo a assistir a sérias mudanças, mas ainda estamos longe de ver aplicadas na sua plenitude, sejam eles o Plano Pormenor (PP), Planos Diretores Municipais (PDM), Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT), entre outros. A análise espacial permite fazer a ponte entre o domínio cartográfico e as áreas da análise aplicada, nomeadamente no campo das hipóteses, estatística, e a na criação de modelo que apoie no sentido de validar a teoria quando recorre aos Sistemas de Informação Geográfica, SIG, ver Figura 3.

Deste modo, a aprendizagem de conceitos de análise espacial permite-nos uma compreensão na definição de escala, sistemas de coordenadas, projeções cartográficas, entre outras.

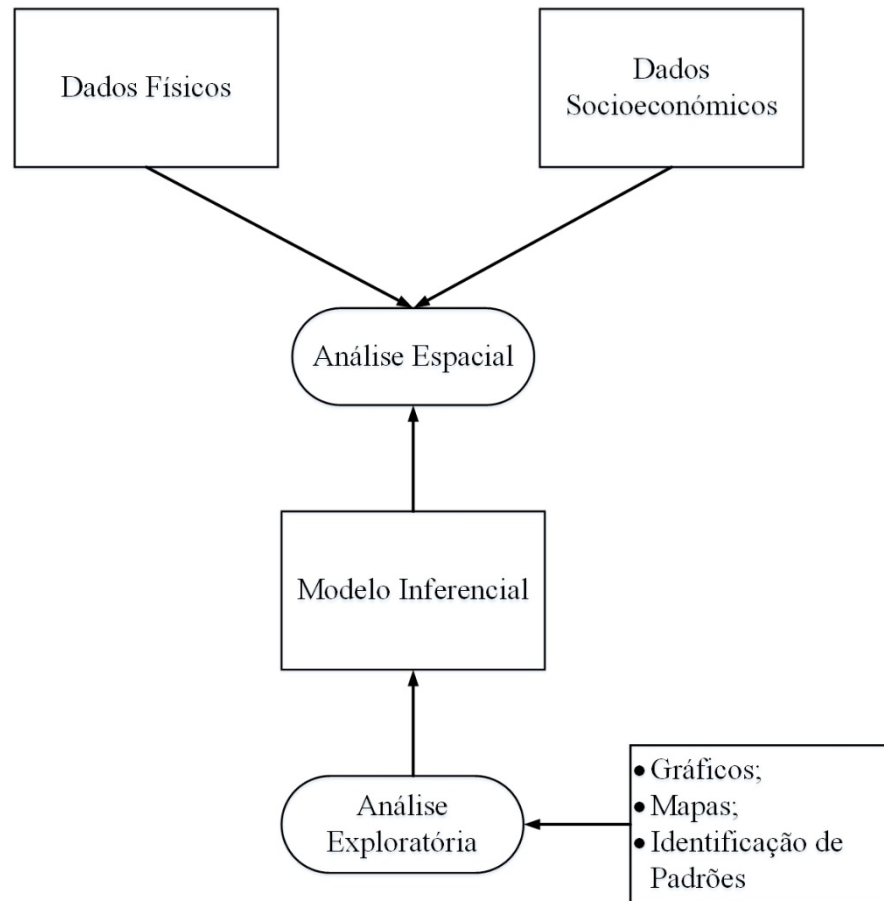


Figura 3 - Relação entre análise espacial e as teorias disciplinares, figura adaptada de Freitas (2012)

A definição de análise espacial está associada à Geografia correspondendo ao estudo da distribuição espacial de qualquer fenómeno à procura de padrões espaciais, o que permite fazer a ligação entre o meio cartográfico e as áreas de análise aplicada, estatística e criação de modelos, permitindo desta forma combinar variáveis georreferenciadas e a partir destas criar e analisar novas variáveis.

Existem diferentes formas de definir os tipos de dados em Análise Espacial. Câmara et al. (2004a), menciona no seu estudo, análise espacial de dados geográficos, que os problemas de análise espacial se enquadram fundamentalmente em três tipos, sendo estes, eventos ou padrões pontuais; superfícies contínuas e áreas com contagens; e taxas agregadas,

- Eventos ou Padrões Pontuais, que estão relacionados com ocorrências expressas no espaço como é exemplo de zonas de crime, ocorrência de doenças, fontes de ruído, etc.;
- As Superfícies Contínuas, que estão relacionadas com as amostras que se recolhem *in situ*. Estimadas a partir de um conjunto de amostras, podendo estar distribuídas de forma regular ou irregular;
- Áreas com Contagens e Taxas Agregadas, que estão associados a tratamentos de dados tais como censos e levantamentos populacionais, estatísticas, estudos que se referem a pontos específicos no espaço.

Como se pode constatar os problemas da análise espacial trabalham fundamentalmente com dados ambientais e socioeconómicos. Perante estes parâmetros, a análise espacial é constituída por um conjunto de procedimentos ligados, que tem como finalidade a escolha de um modelo de análise que pondere explicitamente os relacionamentos espaciais presentes no fenómeno. Normalmente, o processo de construção do modelo é antecedido por uma fase de análise exploratória, onde se trabalha os dados, em que geralmente há uma apresentação visual dos dados sob a forma de gráficos e mapas, onde se identificam padrões de dependência espacial no parâmetro em estudo.

2.1.2. Representação Computacional de Dados Espaciais

Almeida (2017) define Sistema de Informação Geográfica – SIG como um conjunto de programas e *hardwares* capazes de produzir, armazenar, processar, analisar e representar inúmeras informações sobre o espaço geográfico, um dos possíveis resultados do

processamento dos dados é a obtenção de mapas temáticos, imagens de satélite, gráficos e tabelas. Estes produtos são importantes, no âmbito da análise de evoluções espaciais e temporárias de um fenómeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenómenos espaciais.

Silva et al. (2004, p.18) diz o seguinte: *“Um SIG inclui funções de software e hardware, criando uma base de dados sobre os quais é possível efetuar inúmeras, tais como: aquisição, verificação, manipulação, compilação, armazenamento, atualização, alteração, gerenciamento, apresentação, combinação ou análise. Independentemente de suas inúmeras definições e finalidades, os SIG apresentam como característica comum a capacidade de tratar e armazenar as relações topológicas entre os objetos permitindo sua apresentação em diferentes sistemas de coordenadas e diferenciando-se, portanto, de um CAD (Computer Aided Design).”*

Neste sentido, o desenvolvimento tecnológico torna os programas com base em *SIG* mais robustos e úteis na exploração e análise de dados geográficos, dentro das várias técnicas que vão sendo incorporadas nestes sistemas, destacam-se as técnicas de estatística espacial. Estas técnicas aliadas com as funções de visualização, contribuem na descrição e visualização das distribuições espaciais do fenómeno, bem como da existência de associação espacial entre eles. (Marques et al., 2010)

2.1.3. A importância dos Sistemas de Informação Geográfica

De uma forma sintética podemos definir os Sistemas de Informação Geográfica, *SIG*, como um meio que permite interagir entre dois tipos de dados diferentes, a representação física do território, quando se recorre aos mapas, às cartas militares ou até mesmo às plantas topográficas, e a representação numérica ou descritiva.

A vantagem de usar este tipo de plataformas prende-se com a sua capacidade de através delas

podemos analisar fotografias aéreas, fotomapas, imagens de satélite, elaborar mapas, criar os nossos modelos, fazer pesquisas e analisar uma grande quantidade de dados.

Este tipo de plataformas prima-nos pela sua capacidade de processamento, no sentido em que nos apresenta várias alternativas, de forma a serem avaliadas com uma certa rapidez. Deste modo, os programas com tecnologia SIG são bastante usados como uma ferramenta de apoio à decisão na ótica do utilizador.

Os Sistemas de Informação Geográfica usam referências geográficas para armazenar e aceder à informação. A análise é feita pela sobreposição de mapas, sendo uma forma explícita de se poder comparar as diferentes alternativas.

Na verdade, um SIG é um conjunto de informações que são gerados sobre uma determinada região, utilizando um conjunto de mapas temático, em que cada um deles representa uma característica dessa região, densidade populacional, vias de comunicação, rotas de transportes públicos, localização de mobiliário urbano, postos de centros de saúde, hospitais, comércio, empresas, etc.

Na literatura, podemos encontrar as seguintes definições para Sistemas de Informação Geográfica:

- *“Armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos.”(Burrough, 1989)*
- *“Sistemas de apoio à decisão que integra dados referidos espacialmente num ambiente de resolução de problemas.” (Cowen, 1988)*
- *“SIG são sistemas cujas principais características são integrar, numa única base de dados, informações espaciais, provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; combinar as várias informações, Através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da*

base de dados geocodificados.” (Câmara, 1993)

- *“Um conjunto organizado de hardware, software, dados geográficos e pessoal, destinados a eficientemente obter, armazenar, atualizar, manipular, analisar e exibir todas as formas de informação geograficamente referenciados.” (ESRI, 1998)*
- *“O conceito de Informação Geográfica não se limita à informação cartográfica; ele deverá ser entendido num sentido lato que engloba todo o tipo de dados directamente materializáveis sobre a representação cartográfica, mais a informação de índole quantitativa e / ou qualitativa georeferenciável, representado cerca de 80 a 90% do universo da informação existente.”(Julião, 2013: p.100)*

Outra vantagem do Sistema de Informação Geográfica é a possibilidade de estudar determinada área de forma isolada, relativamente às áreas vizinhas, deste modo é permitido uma análise mais pormenorizada, esquema representado na Figura 4.

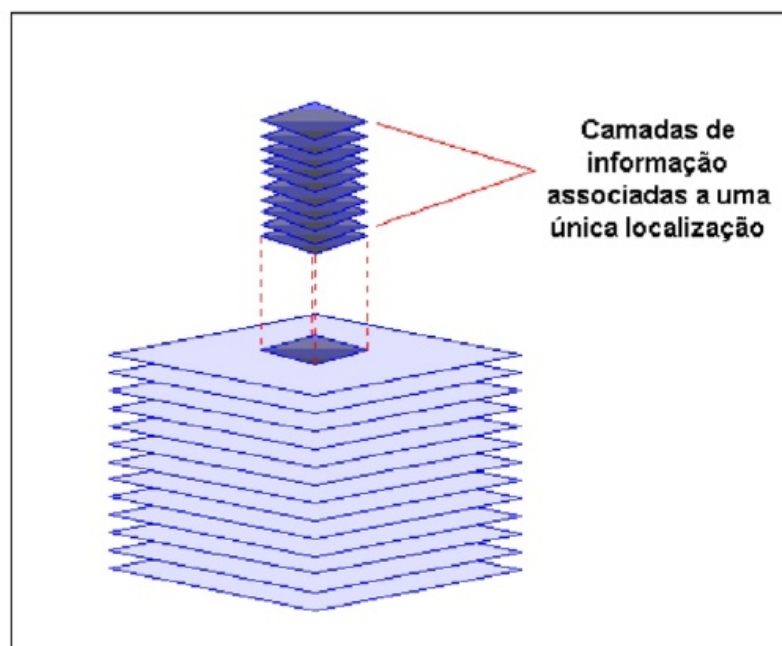


Figura 4 - Camadas de informação associadas a uma única localização, imagem retirada do Projeto da Licenciatura em Engenharia Informática de Barbosa (2002)

2.1.4. História do Sistema de Informação Geográfica

O Sistema de Informação Geográfica, SIG, terá nascido no Canadá em 1964 pelas mãos do Dr. Roger Tomlinson, que construiu os módulos básicos do programa, impulsionando o desenvolvimento do programa e do *hardware* elaborou uma complexa base de dados.

A finalidade do programa, encomendado a pedido do *Canadian Agriculture and Development Act*, era produzir mapas das colheitas que determinadas áreas pudessem produzir, bem como mapear zonas de florestas, com base no tipo de solo, clima, irrigação e características físicas do solo. Deste modo, a construção da base de dados foi efetuada tendo sido classificadas as áreas de acordo com o potencial da vida selvagem, tendo em conta as vantagens e desvantagem para as espécies em estudo.

A dificuldade da elaboração de um projeto desta natureza, prende-se com o fator escala, se caminharmos de uma situação micro para uma macro, a dificuldade aumenta, por outro lado, a dificuldade em se manter todos os dados atualizados, dependendo do que estamos a estudar, as variáveis de interesse a um determinado estudo, podem variar com mais ou menos frequência, nesse sentido é importante ter uma base de dados constantemente atualizada, quer para o trabalho a ser desenvolvido atualmente, quer para futuras investigações que venham a ser desenvolvidas com base nos dados recolhidos deste trabalho de campo, e por outro lado a área enquanto território onde estamos a fazer a colheita dos dados.

A área do Canadá e o grande volume de dados, justificaram a adoção da abordagem utilizada. Em 1971 o primeiro programa com base em Sistema de Informação geográfica ficou operacional. Para se ter uma ideia, o CGIS, *Canada Geografic Information System*, conseguiu realizar em dias, a tarefa de comparar 6000 mapas, que de outra forma necessitaria de 1650 pessoas/ ano, deste modo podemos ter uma ideia da importância que representa hoje em dia na realização de tarefas relacionadas com o ordenamento e planeamento do território entre outras.

Embora os programas SIG simplifiquem a nossa vida, o código que o define é um sistema complexo, que na base do desenvolvimento tem disciplinas distintas Geografia, Engenharia Civil, Estatística, Ciência da Computação, Investigação Operacional, Inteligência Artificial, Demografia, entre outras. Por isso se diz que os SIG têm unido várias tecnologias discretas num todo, que é maior do que a soma das partes. Em termos de práticos, podemos utilizar esta ferramenta na monitorização, no planeamento e ordenamento do território.

O Sistema de Informação Geográfica tem os seguintes componentes:

- *Hardware* (computador, estações de trabalho, etc.);
- *Software* (programas de Sistemas de Informação geográfica, desenho, estatística, etc);
- Dados / informação (2 vezes superior ao custo do equipamento);
- Utilizadores (*Liveware*).

Algumas das tecnologias relacionadas com o Sistema de Informação Geográfica são as seguintes:

- Métodos ou Procedimentos
- CAD – Desenho Assistido por Computador;
- Cartografia numérica;
- Sistemas de Gestão de Bases de Dados (*SGBF*);
- Deteção remota

A Figura 5, representa um esquema de estratégia de implementação em *SIG* do estilo dual, composto por um sistema de gestão de banco de dados (*SGBD*) e por arquivos normais para a componente espacial dos objetos.

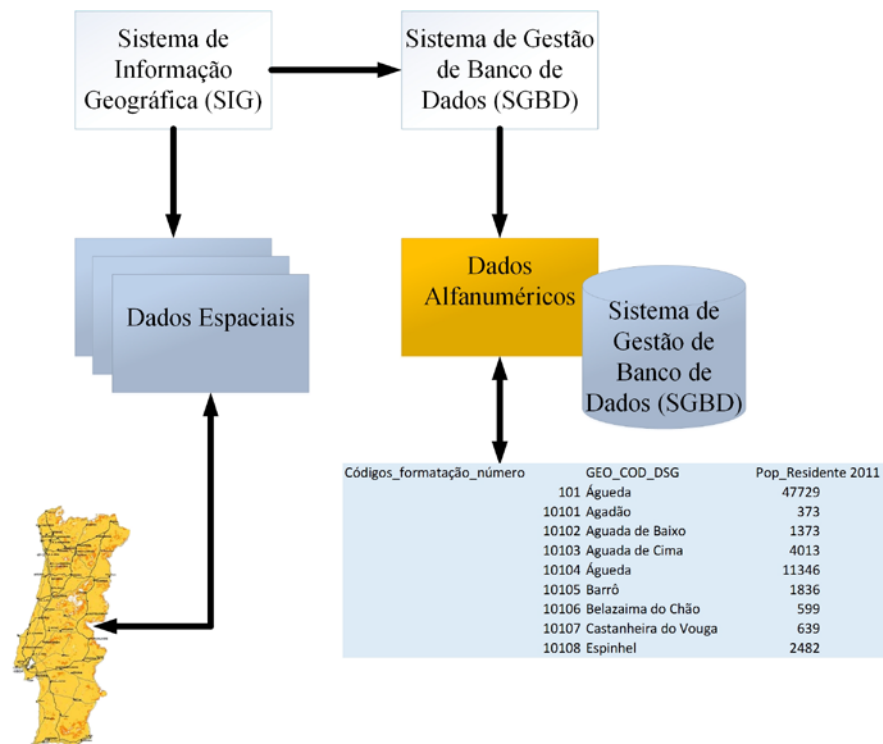


Figura 5 - Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica, imagem adaptada da apresentação de Cláudio de Souza Baptista

2.1.5. Análise Espacial - Auto correlação Espacial

Como refere Câmara et al. (2004a), um fenómeno chave na compreensão e análise dos fenómenos espaciais é a dependência espacial. Referido por Waldo Tobler na primeira lei da geografia: “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”, enquanto Noel Cressie diz o seguinte: “a dependência espacial está presente em todas as direções e fica mais fraca à medida que aumenta a dispersão na localização dos dados”. Por outras palavras se um vírus for detetado num determinado curso de água, a rede que é abastecida a partir deste nó, ou seja, o que está a jusante desse ponto poderá estar infetado com este mesmo vírus.

Um aspecto fundamental da análise exploratória espacial é a caracterização da dependência espacial, mostrando como os valores estão correlacionados no espaço.

A dependência espacial é uma característica inerente à representação de dados através de subdivisões territoriais, dito de outra forma, o valor associado a uma determinada localização assemelha-se mais ao valor de suas amostras vizinhas do que das restantes. O conceito de vizinhança pode ser entendido com base na sua proximidade, zonas fronteiriças, distâncias, como a tempos de viagem, número de viagens, entre outras situações.

O conceito que está por detrás da dependência espacial é a auto correlação espacial, este termo deriva do conceito estatístico de correlação, utilizado para calcular o relacionamento entre duas variáveis aleatórias. A preposição “auto” indica que a medida de correlação foi realizada com a mesma variável aleatória, medida em locais distintos do espaço.

A auto correlação pode-se medir recorrendo a diferentes indicadores, todos baseados no mesmo princípio, verificar como varia a dependência espacial, a partir da comparação entre os valores de uma amostra e de seus vizinhos. Os indicadores de auto correlação espacial são casos particulares de uma estatística de produtos cruzados do tipo:

$$\Gamma(d) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \xi_{ij} \quad (1)$$

A equação (1), expressa a relação entre diferentes variáveis aleatórias como um produto de duas matrizes. Dada uma distância d , a matriz w_{ij} representa a relação de vizinhança entre as variáveis aleatórias z_i e z_j . A matriz ξ_{ij} fornece uma medida de correlação entre as variáveis aleatórias, que pode ser o produto destas variáveis, como no caso do índice de *Moran* para áreas.

A expressão para o cálculo do indicador considerando a matriz de proximidade de ordem 1

segue a proposta apresentada por Marques et al. (2010):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (2)$$

onde n representa o número de áreas; z_i o valor do atributo considerado na área i ; \bar{z} o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial.

A interpretação do valor do índice de *Moran* é semelhante à interpretação dada ao valor de correlação entre duas variáveis aleatórias. O índice varia de -1 a $+1$. Valores iguais a zero indicam a inexistência de auto correlação espacial. Enquanto valores próximos a zero correspondem a auto correlação espacial não significativa entre o valor do atributo e o valor médio do atributo de seus vizinhos.

Todavia, os valores obtidos devem ser comparados com os valores produzidos no caso de não haver associação espacial entre as variáveis. Valores significativos de índices de auto correlação.

Marques et al. (2010), sugere que seja realizada a determinação da significância, para verificar se os valores medidos pelo índice, I , apresentam correlação espacial. A significância é medida com base na distribuição estatística, como por exemplo na distribuição normal.

Um dos métodos disponíveis para o cálculo da associação espacial local, é o indicador de *Moran Local*. A estatística local de *Moran* para cada área i a partir dos valores normalizados z_i é dada pela equação 3.

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2} \quad (3)$$

A significância do uso do índice de *Moran* local, I_i , é calculada de forma igual ao índice global, desta forma para cada área, é calculado o índice local, posteriormente permuta-se de forma aleatória o valor das restantes áreas, até se obter uma pseudo-distribuição para a qual possamos calcular os parâmetros de significância. (Câmara et al., 2004b)

2.2. Nomenclatura de Unidades Territoriais para Fins estatísticos

A Nomenclatura das Unidades Territoriais, NUTS, foi criada pelo EUROSTAT em 1970, visando a recolha composição e divulgação de estatísticas regionais, até então a execução e atualização da classificação NUTS era gerida por uma série de “acordo de cavalheiros” entre os Estados – Membros e o Eurostat, no caso português, Portugal adota esta nova nomenclatura a partir de 1986.

As NUTS I passam a ser as três grandes regiões naturais do país: Portugal Continental, Arquipélagos dos Açores e Arquipélagos da Madeira. Os Açores e a Madeira constituem, cada qual, também uma NUTS I e uma NUTS II. No Continente, as áreas de atuação das comissões de coordenação regional, CCR, passam a constituir as NUTS II. Dentro das NUTS II são criadas 28 NUTS III, cada uma, agrupando vários concelhos, ver Figura 6.

Com a publicação do Regulamento (CE) n°1059/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de maio, relativo à instituição de uma Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais Estatísticas, as alterações às unidades territoriais portuguesas para fins estatísticos passaram a processar-se sob enquadramento legal europeu, presente regulamento entrou em vigor em julho de 2003.

Este regulamento especifica a estabilidade da classificação por um período de 3 anos. Sendo importante esta estabilidade, de forma a garantir que os dados se referem à mesma unidade regional para um determinado período de tempo. Sendo importante para estudos de estatísticas que envolvam séries temporais.

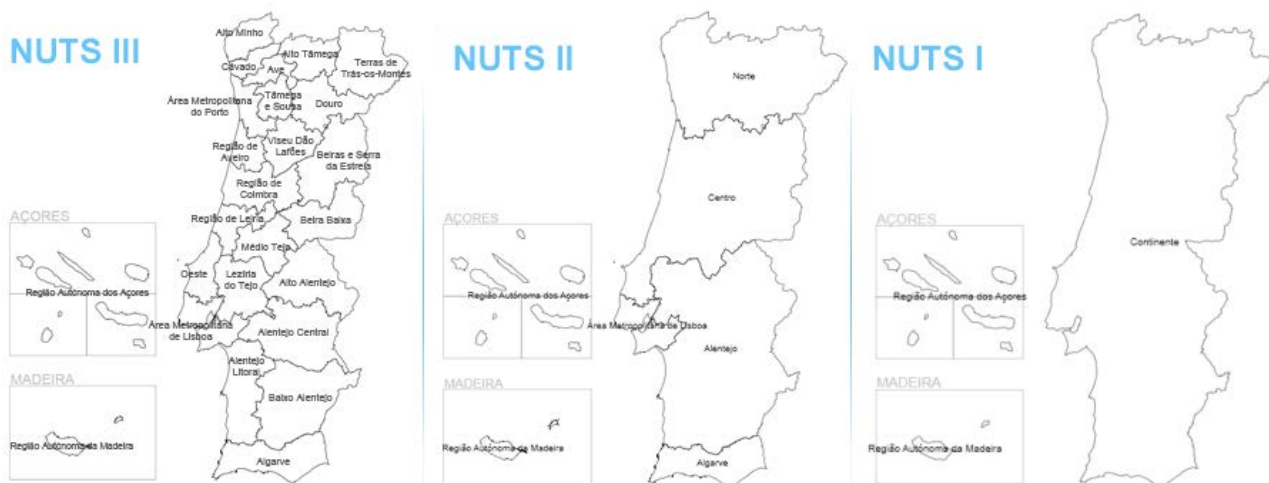


Figura 6 - Representação das NUTS em Portugal, imagem retirada do sítio, PORDATA

2.3. Sistema Urbano Regional de Portugal Continental

A análise do sistema urbano regional é assente em três conceitos, analítica, urbana prospetiva e numa rede de relacionamentos interurbanos.

A abordagem analítica no caso da análise da Região Norte de Portugal Continental assenta em dois padrões de ocupação do território, de um lado temos uma região metropolitana litoral onde residem 3,4 milhões de habitantes, uma região com características empreendedoras, uma estrutura densa de infraestruturas físicas e de serviços e uma forte densidade urbana, no lado oposto encontra-se um território de baixa densidade. Trás-os-Montes e Alto Douro, uma região pouco populosa, com uma população envelhecida, com um forte potencial ambiental e turístico e uma fraca densidade urbana e de infraestruturas.

O segundo conceito refere-se à abordagem urbana prospetiva, em que se define a tipologia de centros urbanos com níveis e funcionalidades diferenciadas, associadas a uma malha de fluxos

e conectividades distintas em que somam movimentos casa-trabalho e casa-escola, movimentos dirigidos ao consumo comercial, à cultura e ao lazer e trocas entre produtos e serviços interempresas. Nesse sentido, o sistema urbano estrutura-se tendo em conta a aglomeração metropolitana de nível nacional, de um grupo restrito de cidades de equilíbrio regional, de com conjunto de nove idades / conjuntos de cidades regionais, de treze estruturantes sub-regionais e de um número mais elevado de centros estruturantes municipais. A rede urbana caracteriza-se por fluxos e interconexões urbanas de vários tipos e intensidades que ligam e constroem uma malha urbana que dá consistência e organização ao sistema urbano regional, esses fluxos podem ser de intensidade muito elevada, intensidade elevada, intensidade média intensidade baixa.

O terceiro diz respeito a prospectiva de relacionamento externo, em que duas dimensões emergem no relacionamento interurbano com os territórios de proximidade, entre a Região do Norte de Portugal Continental e a Região Centro

2.3.1. Evolução das Divisões e Organização Administrativa

No período de 2004 a 2005, ao mesmo tempo que se adotava a divisão em distritos e em NUTS, foi criado um outro tipo de unidades administrativas, a área urbana.

As áreas urbanas designam-se como agrupamentos de municípios, que associam por sua iniciativa, com órgãos próprios, para a gestão de assuntos de interesse Intermunicipal.

Estas duas áreas subdividem-se em três grupos, dependendo do número de população, poderá ser do tipo i) grande área metropolitana, GAM, com mais de 350.000 habitantes, ii) comunidade urbana, ComUrb, entre 150.000 habitantes e 350.000 habitantes, iii) intermunicipal, ComInter, menos de 150.000 habitantes.

O Decreto Lei 10/2003 de 13 de Maio, veio substituir o Decreto Lei 44/91, estabelecendo um

novo regime de criação, de atribuições, competências e funcionamento dos órgãos das áreas Metropolitanas.

Com este diploma, as áreas metropolitanas passam a ser de dois tipos:

- Grandes Áreas Metropolitanas (GAM's);
- Comunidades Urbanas (ComUrb's)

Os requisitos da sua criação, segundo a Lei, são, exclusivamente territoriais, administrativas e demográficos:

- O requisito territorial restringe-se ao nexo de continuidade do território;
- Os requisitos administrativos e demográficos exigem que as GAM's compreendam, obrigatoriamente, um mínimo de nove municípios com pelo menos 350.000 habitantes, e que as ComUrb's tenham, um mínimo de três municípios com pelo menos 150.000 habitantes.

O Decreto-Lei 11/2003 de 13 de maio estabelece o regime de criação, o quadro de atribuições e o modo de funcionamento das Comunidades Intermunicipais, distinguindo dois tipos:

- Comunidades intermunicipais de fins gerais;
- Associações de Municípios de fins específicos.

Em meados de 2005 o País encontrava-se “administrativamente reorganizado” com 7 Grandes Áreas Metropolitanas, 11 Comunidades Urbanas e 3 Comunidades Intermunicipais. Enquanto isto vigorou, tínhamos 23 novas divisões administrativas. Grande parte delas absolutamente inativas ou sem nunca terem chegado a “abrir as portas”, por ausência de meios financeiros, técnicos e humanos. A criação de áreas metropolitanas e comunidades urbanas sem “massa crítica” necessária, a prevalência do interesse político (conjuntural) na configuração administrativa, criando entidades onde prevalecia a lógica da homogeneidade política em detrimento da lógica das dinâmicas urbanas, e das dependências funcionais.

Tudo isto redundava numa “sobreposição de mapas”, fragmentando o território e agravando o isolamento de alguns municípios.

“A cidade do Porto é uma cidade relativamente pequena, se for vista nos 41,5 Km² da sua dimensão administrativa corresponde a menos de metade de Lisboa, 84,6 Km², e é inferior a qualquer dos municípios que a rodeiam, sendo que no caso de Vila Nova de Gaia chega a ser cerca de 45 vezes menor”. (Fernandes, 2003)

A nível demográfico, o município do Porto, caracteriza-se como sendo densamente urbanístico povoado, a nível económico expande-se pela faixa litoral, ultrapassando a sua área administrativa. Na vertente cultural, é dotado de um complexo universitário de grande prestígio, quer a nível nacional quer a nível internacional, com destaque para a nível da saúde.

A área Metropolitana do Porto, Figura 7, a nível de infraestruturas rodoviárias, Figura 8, é servida pelas principais vias de comunicação, com destaque para o porto de Leixões, para o aeroporto Francisco Sá Carneiro e num futuro para a linha férrea de alta velocidade de transportes, permitindo a sua internacionalização a nível europeu e atlântico.

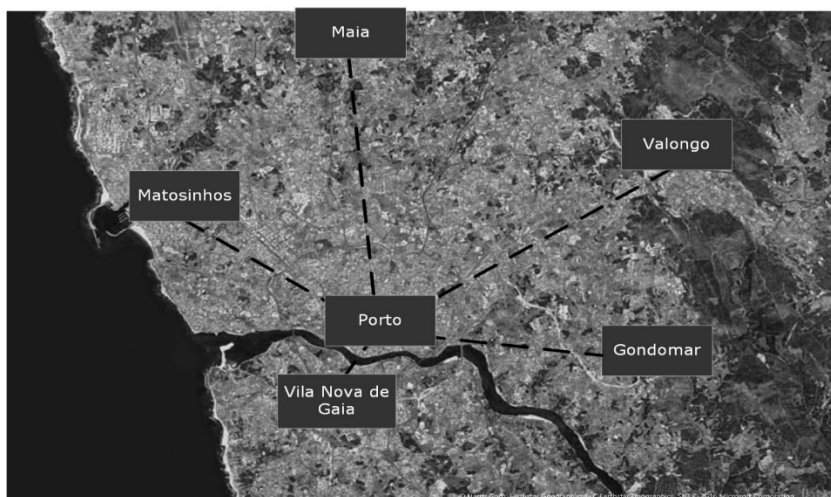


Figura 7 - Área Metropolitana do Porto

No campo cultural, a arte contemporânea, arquitetura e música, a cidade do Porto tem vindo a ganhar grande atratividade, quer na arte contemporânea, na música quer na arquitetura, reforçando desta forma a integração e conectividade a nível europeu e mundial.



Figura 8 - Hierarquia Rodoviária da cidade do Porto, imagem retirada do sítio da Porto (2012)

Mais a Norte, no Minho, fica Braga, pertencendo ao Quadrilátero Urbano, constituído pelos municípios de Braga, Guimarães, Vila Nova de Famalicão e Barcelos, ver Figura 9. O Quadrilátero Urbano localiza-se na região Norte de Portugal Continental, mais propriamente

na região Noroeste, abrangendo uma área de 1,06 Km² e uma população de 600.000 habitantes. Estes municípios têm assumido um modelo de política de desenvolvimento forte, onde se destacam parcerias importantes, entre os vários agentes que se localizam em torno destes municípios.

De destacar a cidade de Braga, onde tem vindo a ganhar importância nos últimos anos, caracterizando-se como uma zona onde existe um grande dinamismo populacional e económico-social e com a valorização científica trazida pela Universidade do Minho e pelo laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia.

Os acessos rodoviários principais que suportam esta conectividade são a A3 (Espanha - Valença do Minho - Porto), a A11 (Guimarães - Braga - Esposende), a A28 (Porto - Viana do Castelo - Espanha) e a A7 / A 24 (Vila do Conde - Famalicão - Chaves).

“O Município de Braga é, na atualidade o terceiro maior aglomerado urbano do território nacional. Com um papel central do ponto de vista administrativo, académico e no âmbito dinamização económica no território do Minho, constituído pelos distritos de Braga e Viana do Castelo detém uma missão específica no desenvolvimento e na afirmação regional”.
(Braga, 2015).

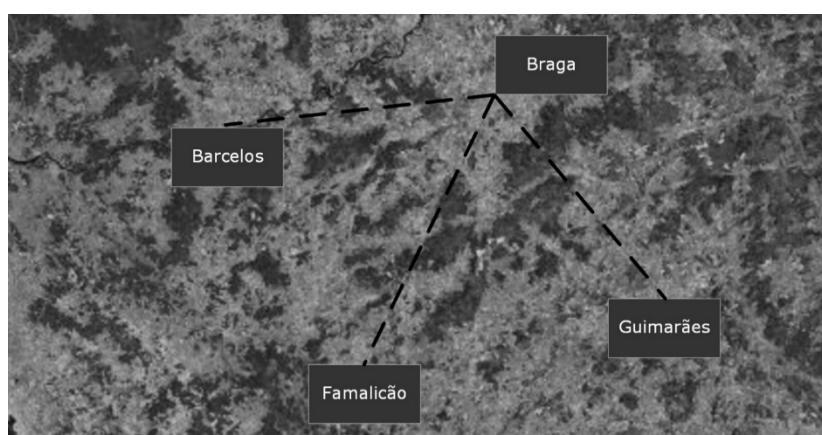


Figura 9 - Representação do quadrilátero urbano

No Alto Minho, a cidade Viana do Castelo, ver Figura 10, assume-se como o indiscutível centro regional que assegura a ligação entre as áreas metropolitanas do Porto e de Vigo, sem prejuízo da sua articulação num sistema com centros urbanos estruturantes de nível inferior. Viana do Castelo está localizado a noroeste de Portugal, na rota Atlântica, o porto desenvolve as suas valências em ambas as margens do rio Lima.



Figura 10 - Eixo que liga Viana do Castelo ao Porto e a Vigo

“A posição de fronteira do Alto Minho imprime à análise deste território a percepção do seu posicionamento no contexto das regiões envolventes que, no quadro de Portugal, abrange as NUTS III do Ave, Cávado e Alto-Trás-os-Montes, no contexto mais alargado da região Norte, e que, no quando de Espanha, abrangem as províncias de Corunha, Lugo, Ourense e Pontevedra, no contexto mais alargado da região da Galiza. Esta posição de fronteira é realçada no Programa da política e Ordenamento do Território (PNPOT), que caracteriza o território do Alto Minho como um “espaço intermédio entre a região urbano -metropolitana do Noroeste e a Galiza”, sendo uma região de transição entre as áreas metropolitanas de Porto e Vigo, podendo este “efeito costura” ser responsável por uma contenção no seu desenvolvimento.” (Associados, 2013, p.19)

Para Nascente da linha de montanhas de Peneda/ Gerês / Alvão / Marão / Montemuro / Arada, o sistema de povoamento é menos denso e a estrutura urbana mais concentrada dando origem a uma polarização bem definida.

Outra área metropolitana que se mencionou logo de início foi a Douro Alliance, Eixo Urbano do Douro, constituída por 3 municípios, Vila Real, Peso da Régua e Lamego, ver Figura 11.

Esta eixo tem como ponto chave a proximidade territorial, permitindo assim desenvolver uma cooperação ativa e duradoura que permita ganhar dimensão, de forma a reforçar a competitividade e inovação. Neste sentido Comunidade Urbana pretende afirmar-se como uma grande Urbe da região do Douro e do Norte Interior.

No modelo territorial proposto, a cidade de Vila Real destaca-se pela sua localização estratégica, no cruzamento dos eixos do IP3 (Coimbra / Viseu / Chaves / Ourense) e do IP4 (Porto / Vila Real / Bragança / Zamora), pela relativa proximidade aos transportes do Grande Porto e pelo desenvolvimento de uma “massa-Crítica” humana ligada à Universidade.



Figura 11 - Eixo Urbano do Douro - “Douro Alliance”

Considerando ainda que a cidade de Vila Real representa a cabeça de um eixo urbano que se prolonga pelo Peso da Régua e Lamego, constituindo a “porta” do Douro Vinhateiro e uma aglomeração com potencialidades de desenvolvimento integrado, parece oportuno atribuir a Vila Real a hierarquia de cidade de equilíbrio territorial com polarização para a sub-região de Trás-os-Montes e Alto Douro, ainda que a atual dimensão exija um esforço voluntarista para afirmar essa posição.

Bragança, situada no Nordeste Transmontano, numa localização aparentemente periférica relativamente à Região do Norte, deixa de ter essa característica de excentricidade quando considerada no âmbito das regiões vizinhas e mesmo no todo peninsular. As suas relações de proximidade à autoestrada Valladolid / Irun por Zamora e à autovia das Rias Baixas, por Puebla de Sanabria, bem como a sua localização no centro de um conjunto de áreas protegidas, tanto portuguesas como castelhanas e galegas, aponta-lhe uma clara vocação para além de ser a cidade de equilíbrio territorial para o Nordeste, constituir também um centro inter-regional do ambiente e conservação da natureza.

Bragança contando com uma rede viária que permite a ligação ao espaço europeu, A-52 [(Autoestrada das Rias Baixas (Vigo - Benavente)], à A6 (Corunha - Madrid) e, futuramente à A11 (Quinanilha - Zamora) e a finalização da A4 (Amarante - Quintanilha) e o prolongamento do IP2 até Puebla de Sanabria (A-52).

Embora as infraestruturas ferroviárias a nível nacional, tendo como partida Bragança, não tenham qualquer expressão atualmente, o território Norte da fronteira com o concelho é atravessado pelo canal ferroviário da Rede Espanhola de Comboios Alta Velocidade, na ligação Corunha – Madrid, que terá uma paragem na Puebla de Sanabria.

Por sua vez a cidade de Chaves, situada no extremo norte do IP3 a curta distância da autovia das Rias Baixas e de Verin (com a qual constitui, recentemente, uma “euro-cidade”) e implantada junto à zona de mais forte tradição galaico-portuguesa, além de ser pólo de atração do Alto Tâmega, constitui um centro urbano regional com vocação para o relacionamento inter-regional nos domínios económicos de que é exemplo a plataforma logística), cultural e de lazer (veja-se a concentração de estâncias termais).

Em termos de infraestruturas viárias a A24 que liga Chaves a sul com Viseu, Coimbra e Figueira da Foz, fazendo a ligação em Vila Pouca de Aguiar com a A7 que liga Trás-os-Montes ao litoral, a norte a N103 atravessa Chaves.

Para além das cidades de equilíbrio de Braga, Vila Real e Bragança e das cidades / conjuntos de cidades regionais atrás referidos considerou-se ainda um nível de hierarquia urbana de “centros urbanos estruturantes”, com uma vocação de prestação de serviços (públicos e privados), abrangendo todas as sedes de concelho, designados como centros estruturantes sub-regionais ou municipais

2.3.2. Evolução Demográfica

A região Norte de Portugal Continental está organizada em oito NUTIII, nomeadamente: Alto Minho, Cávado, Ave, Área Metropolitana do Porto, Alto Tâmega, Tâmega e Sousa e pela região do Douro, ver Figura 12.

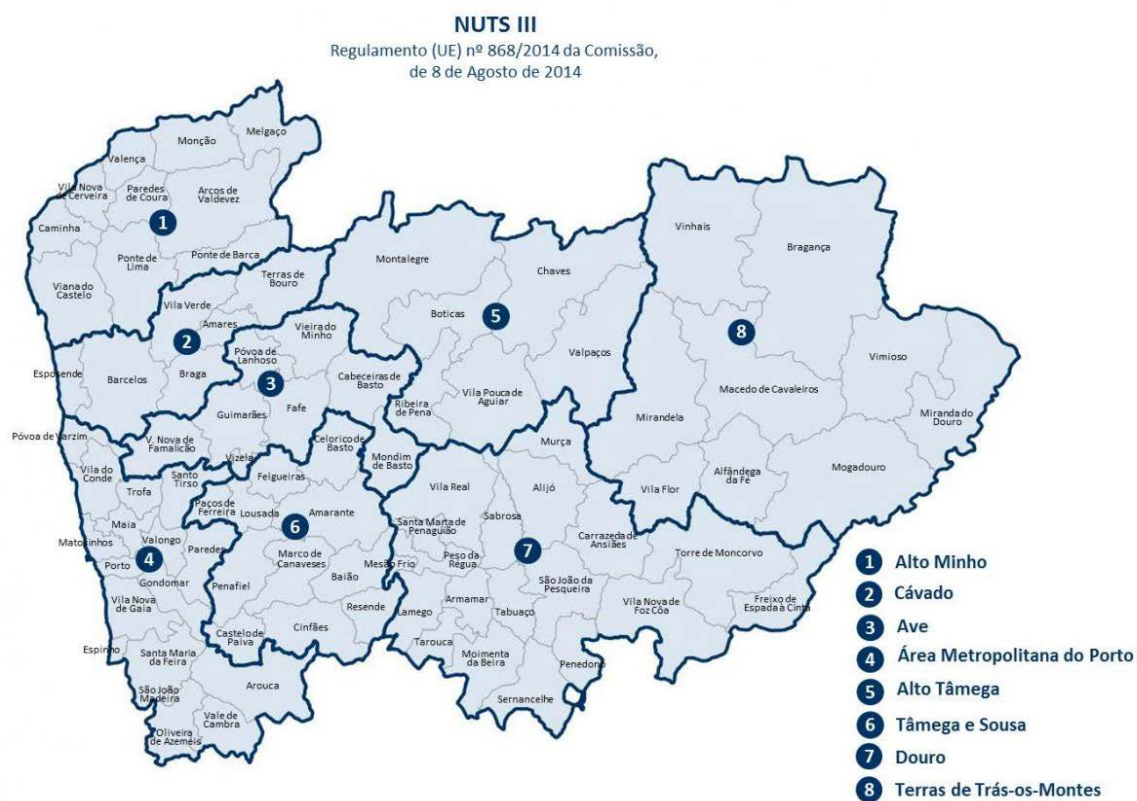


Figura 12 - Divisão territorial da Região NUT II do Norte: NUT III e Municípios, imagem retirada do sítio, CCDR-N (2016)

Por sua vez, a região do Alto Minho, situada no Noroeste de Portugal, é constituída por 10 municípios. A análise dos resultados dos censos realizados em 2001 e 2011 permitiu concluir que em apenas dois destes municípios a população residente aumentou, nomeadamente em Viana do Castelo e Vila Nova de Cerveira. É, no entanto, de salientar que este aumento é residual não chegando a 500 habitantes. Assim, observou-se que em 10 anos a região do Alto Minho viu a sua população reduzida em 5000 habitantes, o que representa uma diminuição na ordem dos 10%, ver Tabela 1.

Tabela 1 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Alto Minho

região do Alto Minho	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
ARCOS DE VALDEVEZ	24 761	22 847
CAMINHA	17 069	16 684
MELGAÇO	9 996	9 213
MONÇÃO	19 956	19 230
PAREDES DE COURA	9 571	9 198
PONTE DA BARCA	12 909	12 061
PONTE DE LIMA	44 343	43 498
VALENÇA	14 187	14 127
VIANA DO CASTELO	88 631	88 725
VILA NOVA DE CERVEIRA	8 852	9 253
Σ	250 275	244 836

Constituída pelos concelhos do distrito de Braga e limitada a norte com o Minho-Lima, a leste com o Alto Trás-os-Montes, a sul com o Ave e com o Grande Porto e a oeste com o Oceano Atlântico, temos a região do Cávado. Desta região fazem parte 6 municípios, dos quais apenas dois registaram uma diminuição da sua população em 10 anos. Esta região aumentou em 17.000 habitantes, o que representa um aumento na ordem dos 4% relativamente ao ano de 2001 para a mesma região. Salienta-se, no entanto, que a região da cidade de Braga foi onde a população mais aumentou, cujo aumento se verificou em cerca de 17.000 habitantes, ver Tabela 2.

Tabela 2 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Cávado

região do Cávado	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
AMARES	18 521	18 889
BARCELOS	122 096	120 391
BRAGA	164 192	181 494
ESPOSENDE	33 325	34 254
TERRAS DE BOURO	8 350	7 253
VILA VERDE	46 579	47 888
Σ	393 063	410 169

Continuando com a caracterização da região Norte, segue-se a região do Vale do Ave, limitada a norte com o Cávado, a leste com o Alto Tâmega. A leste e sul com o Tâmega e Sousa e a sul e oeste com a Área Metropolitana do Porto. Do Vale do Ave faz parte 8 municípios, porém apenas dois destes registaram um aumento da sua população, Vila Nova de Famalicão e Vizela, em quase 70.000 habitantes, representando um aumento de quase 20% em 10 anos, ver Tabela 3.

Deslocando-nos mais para sul, temos a região metropolitana do Porto, situada no litoral norte de Portugal Continental, constituída por 17 municípios, sendo que em 7 destes se registou uma diminuição da população, nomeadamente em Arouca, Espinho, Oliveira de Azeméis, Porto, Póvoa de Varzim, Santo Tirso e Vale de Cambra. O concelho do Porto foi onde se verificou a maior perda, em que mais de 25.000 habitantes em 10 anos deixaram de habitar neste concelho. No lado oposto, os municípios que mais viram a sua população aumentar, foram a Maia e Vila Nova de Gaia com 15.200 e 13.550 habitantes respetivamente. Em termos globais, a região cresceu em pouco mais de 28.600 habitantes, equivalendo a um aumento de 1,66% em 10 anos, ver Tabela 4.

Tabela 3 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Ave

região do Ave	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
CABECEIRAS DE BASTO	17 846	16 710
FAFE	52 757	50 633
GUIMARÃES	159 576	158 088
MONDIM DE BASTO	8 573	7 493
POVOA DE LANHOSO	22 772	21 918
VIEIRA DO MINHO	14 724	13 001
VILA NOVA DE FAMALICÃO	127 567	133 832
VIZELA	22 595	23 736
Σ	426 410	425 411

Tabela 4 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a área Metropolitana do Porto

área Metropolitana do Porto	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
AROUCA	24 227	22 359
ESPINHO	33 701	31 786
GONDOMAR	164 096	168 027
MAIA	120 111	135 306
MATOSINHOS	167 026	175 478
OLIVEIRA DE AZEMEIS	70 721	68 611
PAREDES	83 376	86 854
PORTO	263 131	237 591
POVOA DE VARZIM	63 470	63 408
SANTA MARIA DA FEIRA	135 964	139 309
SANTO TIRSO	72 396	71 530
S. JOÃO DA MADEIRA	21 102	21 713
TROFA	37 581	38 999
VALE DE CAMBRA	24 798	22 864
VALONGO	86 005	93 858
VILA DO CONDE	74 391	79 533
VILA NOVA DE GAIA	288 749	302 298
Σ	1 730 845	1 759 524

Segue-se o Alto Tâmega, cuja região é constituída por 6 municípios em que todos eles registaram uma diminuição do seu número de habitantes, sendo o município de Valpaços

aquele que mais perdeu habitantes. De uma forma geral esta região perdeu mais de 10.600 habitantes, equivalendo a uma perda de 10%, ver Tabela 5.

Tabela 5 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Alto Tâmega

região do Alto Tâmega	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
BOTICAS	6 417	5 750
CHAVES	43 667	41 243
MONTALEGRE	12 762	10 537
RIBEIRA DE PENA	7 412	6 544
VALPAÇOS	19 512	16 882
VILA POUCA DE AGUIAR	14 998	13 187
Σ	104 768	94 143

Continuando a caracterização da região Norte, temos a região do Tâmega e Sousa, constituída por 11 municípios, registou uma perda em 6 deles, o que representa uma perda em 54% dos municípios pertencentes a esta região. A perda verificada, anulou-se com os ganhos registados nos restantes municípios. Salienta-se, no entanto, que se totalizou uma perda de 1.000 habitantes em 10 anos, ver Tabela 6.

Tabela 6 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Tâmega e Sousa

região do Tâmega e Sousa	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
AMARANTE	59 638	56 264
BAIÃO	22 355	20 522
CASTELO DE PAIVA	17 338	16 733
CELORICO DE BASTO	20 466	20 098
CINFÃES	22 424	20 427
FELGUEIRAS	57 595	58 065
LOUSADA	44 712	47 387
MARCO DE CANAVESES	52 419	53 450
PAÇOS DE FERREIRA	52 985	56 340
PENAFIEL	71 800	72 265
RESENDE	12 370	11 364
Σ	434 102	432 915

A região do Douro é constituída por 19 municípios, dos quais 18 registaram uma redução do seu número de habitantes. Apenas Vila Real registou um aumento, embora pouco significativo, na ordem dos 2.000 habitantes. Outro facto curioso é que Vila Real já era o município que mais população apresentava, a nível da região do Douro, com cerca de 50.000 habitantes. Todos os restantes perderam habitantes, totalizando uma perda na ordem dos 17.420 habitantes, a nível da região perdeu-se 15.535 habitantes equivalendo a uma perda de 7%, ver Tabela 7.

Por fim, temos a região de Terras de Trás-os-Montes, região situada a Noroeste de Portugal Continental, constituída por 9 municípios, apresentando uma diminuição em 8 deles, correspondendo a cerca de 19.813 habitantes. Apenas Bragança registou um aumento de 591 habitantes, ver Tabela 8.

Tabela 7 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região do Douro

região do Douro	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
ALJO	14 320	11 942
ARMAMAR	7 492	6 297
CARRAZEDA DE ANSIÃES	7 642	6 373
FREIXO DE ESPADA A CINTA	4 184	3 780
LAMEGO	28 081	26 691
MESÃO FRIO	4 926	4 433
MOIMENTA DA BEIRA	11 074	10 212
MURÇA	6 752	5 952
PENEDONO	3 445	2 952
PESO DA REGUA	18 832	17 131
SABROSA	7 032	6 361
SANTA MARTA DE PENAGUIÃO	8 569	7 356
S. JOÃO DA PESQUEIRA	8 653	7 874
SERNANCELHE	6 227	5 671
TABUAÇO	6 785	6 350
TAROUCA	8 308	8 048
TORRE DE MONCORVO	9 919	8 572
VILA REAL	8 494	7 312
VILA NOVA DE FOZ COA	49 957	51 850
Σ	220 692	205 157

Tabela 8 - Dados censitários da população residente nos municípios que constituem a região das Terras de Trás-os-Montes

região das Terras de Trás-os-Montes	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
ALFANDEGA DA FE	5 963	5 104
BRAGANÇA	34 750	35 341
MACEDO DE CAVALEIROS	17 449	15 776
MIRANDA DO DOURO	8 048	7 482
MIRANDELA	25 819	23 850
MOGADOURO	11 235	9 542
VILA FLOR	7 913	6 697
VIMIOSO	5 315	4 669
VINHAI	10 646	9 066
Σ	127 138	117 527

Esta análise detalhada permitiu concluir que no período de 2001 a 2011, houve um aumento populacional na ordem dos 2%, de 3.616 690 para 3.690 682 respetivamente, na Tabela 9 é apresentado um resumo.

Tabela 9 - Quadro resumo dos dados censitários de 2001 e 2011 ao nível da região Norte de Portugal Continental

Regiões	Pop. Censos 2001	Pop. Censos 2011
ALTO MINHO	250 275	244 836
CÁVADO	393 063	410 169
AVE	426 410	425 411
ÁREAS METROPOLITANAS DO PORTO	1 730 845	1 759 524
ALTO MINHO	104 768	94 143
TÂMEGA E SOUSA	434 102	432 915
DOURO	220 692	205 157
TERRAS DE TRÁS - OS - MONTES	127 138	117 527
Σ	3 687 293	3 689 682

CAPÍTULO 3
METODOLOGIA E MODELO DE AVALIAÇÃO

3. METODOLOGIA E MODELO DE AVALIAÇÃO

3.1. Metodologia de Avaliação

A metodologia adotada explora duas áreas da Análise Espacial, a Estatística Espacial e a Modelação Espacial. A primeira recorre a técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (*Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA*). Com base nos registos censitários, recorrendo à análise de localização é possível delimitar regiões a partir de zonas que podem ser consideradas como uniformes. Anselin (1995a, 1998b) define ESDA como um conjunto de técnicas que permitem descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localizações atípicas ou deslocadas, identificar locais ou discrepantes espaciais, descobrir padrões de associação espacial, *clusters* ou *hot-spots*, e sugerir regimes espaciais ou outras formas de heterogeneidade espacial. O conceito por detrás é a noção de auto correlação espacial ou associação espacial, dito de outra forma, o fenómeno onde semelhança de localização, observações em proximidade espacial, é acompanhado por valor de similaridade, correlação atributo. A Análise Exploratória de Dados Espaciais – ESDA, presta atenção a correlação espacial e de atributo.

A Análise Exploratória de Dados Espaciais, é um subconjunto de análise exploratória de dados, *Exploratory Data Analysis - EDA*, que incidem sobre as características distintas de dados geográficos e especificamente sobre auto correlação espacial e heterogeneidade espacial, métodos gráficos e visuais. ESDA é usado para identificar propriedades de dados com o intuito de identificar padrões, formulação de hipóteses a partir de uma base de dados e aspetos de modelos de avaliação.

Estas ferramentas permitem extrair informação de um conjunto de dados, permitindo desta

forma, uma melhor compreensão da dinâmica espacial existente no fenómeno em estudo. Este tipo de ferramenta baseia-se no conceito de auto correlação espacial, sendo aplicado a objetos espaciais com área definida e atributos numéricos associados. Obtendo-se índices globais e locais que fornecem uma medida da associação espacial, cujo resultado é obtido sob a forma de gráficos e mapas. Desta forma, o responsável pelo tratamento dos dados obtidos pode compreender melhor os padrões de associação espacial, visualizar, identificar e classificar agrupamentos de objetos com valores de atributos semelhantes, áreas de transição e situações atípicas. (Neves et al., 2001)

De acordo com Levine (1996), este tipo de avaliação, ao descrever a relação entre diferentes localizações para uma única variável, permite definir um grau de concentração ou dispersão.

Segundo Levine (1996), as estatísticas usadas para descrever tantos pontos quanto áreas podem ser subdivididas em três categorias gerais:

- medidas de distribuição espacial – descrevem o centro, a dispersão, direção e forma da distribuição de uma variável;
- medidas de auto correlação espacial - descrevem a relação entre diferentes localizações para uma variável simples, indicando o grau de concentração ou dispersão;
- medidas de associação espacial entre duas ou mais variáveis – descrevem a correlação ou associação entre variáveis distribuídas no espaço.

No caso particular deste estudo não se pretende apenas estabelecer um valor global para essa avaliação de auto correlação espacial, mas pretende-se realizar uma análise local dessa avaliação. (Anselin, 1996, Serrano and Valcarce, 2000)

Anselin (1998a), apresenta quatro ramos de técnicas ESDA: visualização de distribuições espaciais, visualização de associações espaciais, indicadores locais de associações espaciais e indicadores multivariável de associações espaciais. Em particular o gráfico de *Moran*, que consiste na técnica utilizada para visualizar indicadores globais de associações espaciais de

dados do tipo *lattice*, será adotado neste estudo. O Gráfico de *Moran* permite classificar o comportamento de cada área em função do valor que o atributo em análise aí possui e do valor médio que as suas áreas vizinhas possuem relativamente ao mesmo atributo. O primeiro passo da análise consiste em calcular os dados necessários para estabelecer a auto correlação espacial, para isso é necessário obter os três seguintes elementos fundamentais:

- Matriz de proximidade (w): matriz de dimensão $w \times w$, em que cada elemento w_{ij} recebe o valor de 1 se i e j são vizinhos e zero em caso contrário. A matriz é normalizada por linha, isto é, cada elemento igual a um de uma linha é dividido pelo número de elementos um que essa linha possui, ou seja, o somatório da linha;
- Vetor de desvio (z): cada elemento do vetor é obtido através da subtração da média global, μ , ao atributo que essa área possui, ($Z_i = y_i - \mu$);
- Vetor pesado das médias (W_z): produto de W por Z . Cada elemento do vetor possui o valor médio dos desvios das áreas vizinhas à área em questão.

O índice global de auto correlação adotado é o *I de Moran*. Este coeficiente, que varia entre -1 e $+1$ e se situa próximo de 0 quando não existe autocorrelação, é obtido pela equação 4.

$$I = \frac{Z^t W_z}{Z^t Z} \quad (4)$$

Onde,

Expoente t define o vetor transposto;

W - Matriz de proximidade espacial;

Z - Vetor de desvio

W_z - Vetor pesado das médias

Uma interpretação mais rigorosa da equação 4 sugere que o coeficiente *I de Moran* pode ser interpretado como o coeficiente de regressão linear, considerando W_z a variável dependente e Z a variável independente.

O índice I de *Moran* testa a hipótese nula de independência espacial. No caso de se confirmar a sua independência este índice tende para zero. Os valores positivos que tendem para a direção $+1$ indicam uma correlação direta, e valores negativos -1 correlação inversa, as duas hipóteses apontam para uma dependência espacial. Além de calcular o índice, é necessário estimar a significância do mesmo. (Novaes et al., junho 2011)

De uma forma mais sucinta,

- Se I é próximo de zero, W_z independente de Z , indica que as variáveis são espacialmente independentes, ou seja, não existe autocorrelação;
- Se I é positivo, W_z cresce com o aumento dos valores de Z , quanto mais perto de 1, maior é a auto correlação espacial, sendo o valor 1 atribuído a uma auto correlação positiva (direta) perfeita;
- Se I é negativo, W_z cresce com o aumento dos valores de Z , por outras palavras, se I é negativo quando existe dependência espacial, os valores das áreas vizinhas são dissemelhantes. Quanto mais perto de -1 , maior é a autocorrelação espacial, sendo o valor -1 atribuído a uma autocorreção negativa (inversa) perfeita (este é um fenómeno raro de observar). (Ramos and Silva, 2003, Assunção, 2001)

Uma forma explícita de compreender estas relações de valores W_z e Z é observar o gráfico apresentado na Figura 13. O gráfico permite por comparação visual, compreender imediatamente a relação estabelecida, para uma determinada variável, entre o valor existente numa determinada área e na sua envolvente.

Os pontos localizados nos quadrantes 1, Q1, e quadrante 2, Q2, ver figura 8, indicam áreas em que o atributo possui valor semelhante ao da média das áreas vizinhas. Em Q1 ambos os valores são positivos por serem superiores à média global, em Q2 são ambos negativos, por serem inferiores à média global. Estas situações indicam uma auto correlação espacial positiva.

Os pontos localizados no quadrante 3, Q3, e quadrante 4, Q4, indicam áreas em que o atributo possui valor dissemelhante aos da média das áreas vizinhas. Em Q3 a área possui um valor inferior à média global e as zonas vizinhas possuem um valor superior à média global. Em Q4 a área possui um valor superior à média global e as zonas vizinhas possuem um valor inferior à média global. Estas situações, ao contrário das duas primeiras, indicam uma auto correlação espacial negativa, ou seja, são áreas que não seguem o padrão estabelecido pelos vizinhos.

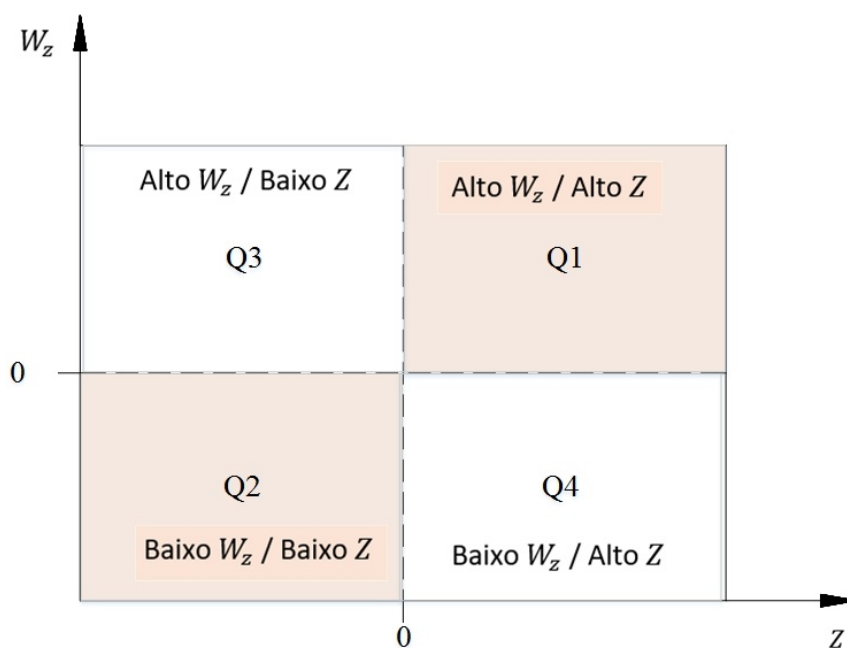


Figura 13 - Quadrantes do Gráfico de *Moran*

Através de mapas temáticos é possível analisar a distribuição dos pontos do gráfico de *Moran* mas agora sobre o território. A análise desses mapas permite identificar zonas consideradas uniformes, tendo em conta a variável em estudo, por possuírem características idênticas.

No entanto, regiões uniformes podem não querer significar regiões metropolitanas, a não ser que por conhecimentos anteriores se possa considerar que a variável em análise corresponda a

aspectos positivos num contexto metropolitano. Este não é o único problema para a análise que se pretende efetuar, já que também não se deverá descuidar da necessária observação da evolução temporal da variável. (Ramos and Silva, 2003)

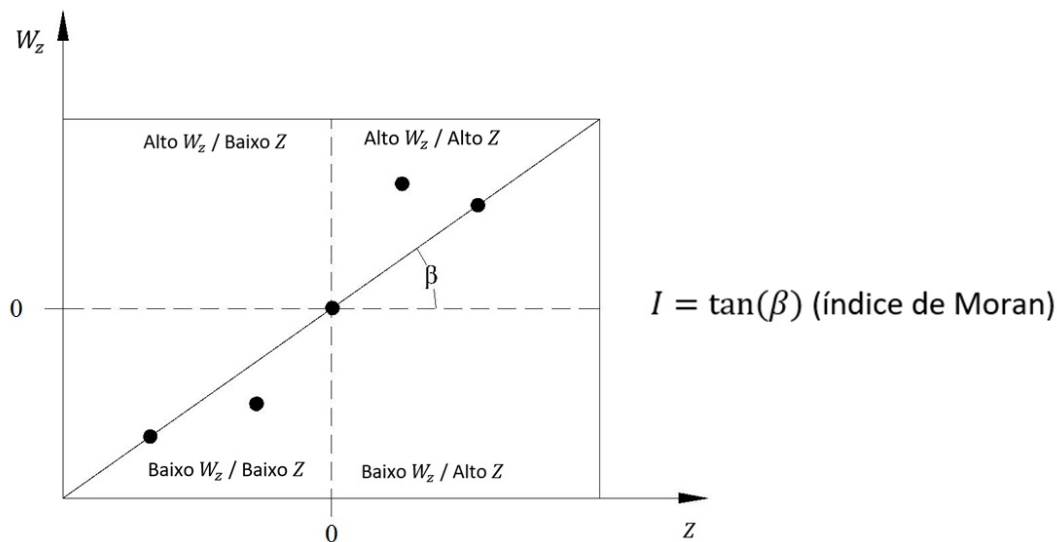


Figura 14 - Construção do gráfico de espalhamento de *Moran*, baseado em Neves et al. (2001)

O gráfico da Figura 14, foi apresentado por Anselin and Bao (1997) como uma forma de percepção da associação espacial. De uma forma mais expedita, permite a visualização simultânea do valor relacionado ao atributo do objeto e do valor correspondente ao valor médio dos atributos dos objetos vizinhos, com o uso de duas barras gráficas sobre a área correspondente ao objeto no mapa. A altura das barras são proporcionais aos valores do atributo do objeto (ou o desvio) e à média dos vizinhos. Ambas as informações podem ser obtidas facilmente dos elementos básicos, os vetores Z e W_z .

3.1.1. Auto Correlação Espacial

A expressão computacional do conceito de dependência espacial é a auto correlação espacial. Este termo nasceu do conceito estatístico de correlação, utilizado para determinar o

relacionamento entre duas variáveis aleatórias. A preposição “auto” indica que a medida de auto correlação é realizada com a mesma variável aleatória, medida em locais distintos do espaço. Para medir a auto correlação espacial pode-se utilizar diferentes indicadores, todos baseados na mesma ideia: verificar como varia a dependência espacial, a partir da comparação entre os valores de uma amostra e de seus vizinhos. Os indicadores de auto correlação espacial são casos particulares de uma estatística de produtos cruzados do tipo

$$\Gamma(d) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) \xi_{ij} \quad (5)$$

A equação 5, é um índice que expressa a relação entre diferentes variáveis aleatórias como um produto de duas matrizes. Dada uma distância d , a matriz w_{ij} representa a relação de vizinhança entre as variáveis aleatórias z_i e z_j . A matriz ξ_{ij} fornece uma medida de correlação entre as variáveis aleatórias.

3.2. Modelo de Avaliação

Em primeiro lugar recorreu-se ao Instituto Nacional de Estatística afim de se recolher os dados relativos à população residente em Portugal para os anos de 1991, 2001 e de 2011. Findo este passo procedeu-se ao cálculo da densidade populacional por freguesia, razão entre o número de habitantes residentes e a área das respetivas freguesias.

De seguida, era necessário saber como se tinha dado a reorganização das freguesias de 2001 para 2011, uma vez que neste período, ocorreram desanexações, criação de novas freguesias e extinção de outras, deste modo foi necessário perceber como se tinha dado essa evolução. Esta tarefa foi efetuada com a consulta do Decreto-Lei, e com a sobreposição da Base Geográfica de Referenciação de Informação, BGRI, do INE para 2001 e para 2011.

Este passo foi essencial para compreender que a nível da região Norte de Portugal Continental, apenas 2 freguesias foram afetadas com esta mudança. Nesse sentido era

irrelevante, ou muito diminuto, o impacto no estudo adotando uso da BRGI de 2001 ou de 2011 para a região Norte.

Como o objetivo deste trabalho é validar a previsão para 2011 que foi calculada com base na previsão através do recurso à aplicação das Redes Neurais Artificiais, também era crucial a utilização desta mesma Base Geográfica de Referência. Daí se ter utilizado ao longo do estudo a BRGI de 2001. Caso contrário, este estudo comparativo não poderia ser feito pela implicação decorrente do nº de freguesias a nível nacional se ter alterado, e daí se alterar a média da densidade média por freguesia.

Assim, adotada a BRGI2001 procedeu-se em seguida ao cálculo dos coeficientes de auto correlação de Moran e ao desenho dos gráficos Univariate Moran, através do programa Informático GeoDa, para 1991, 2001 e 2011

O passo seguinte foi validar o método aplicado no estudo anterior com o recurso à previsão futura através das Redes Neurais Artificiais. Esta validação consistiu em comparar os coeficientes de auto correlação de I de Moran para os anos de 1991 e 2001 e constituiu mais um passo de verificação da aplicação deste método de forma a garantir a consistência dos dados adotados no estudo anterior e neste novo estudo.

Feita a validação, procedeu-se então à comparação dos valores que vinham do estudo anterior, previsão para 2011, com os agora calculados tendo por base o Censo de 2011.

Embora não tenha sido referido anteriormente, o cálculo do I de Moran para todas as freguesias e para os 3 anos em análise tem como base para a avaliação da auto correlação a média da densidade populacional de todas as freguesias do Continente. Só depois de calculado o I de Moran, se selecionou os municípios e respetivas freguesias que pertencem à região Norte de Portugal Continental para se efetuar a análise a nível regional.

O passo final, foi fazer a respetiva análise a partir do modelo recorrendo ao programa informático ArcGis, cujo resultado são os respetivos mapas que serão tratados mais à frente em pormenor.

A Figura 15 representa de forma esquemática todas as etapas adotadas na implementação do modelo de avaliação e descritas anteriormente.

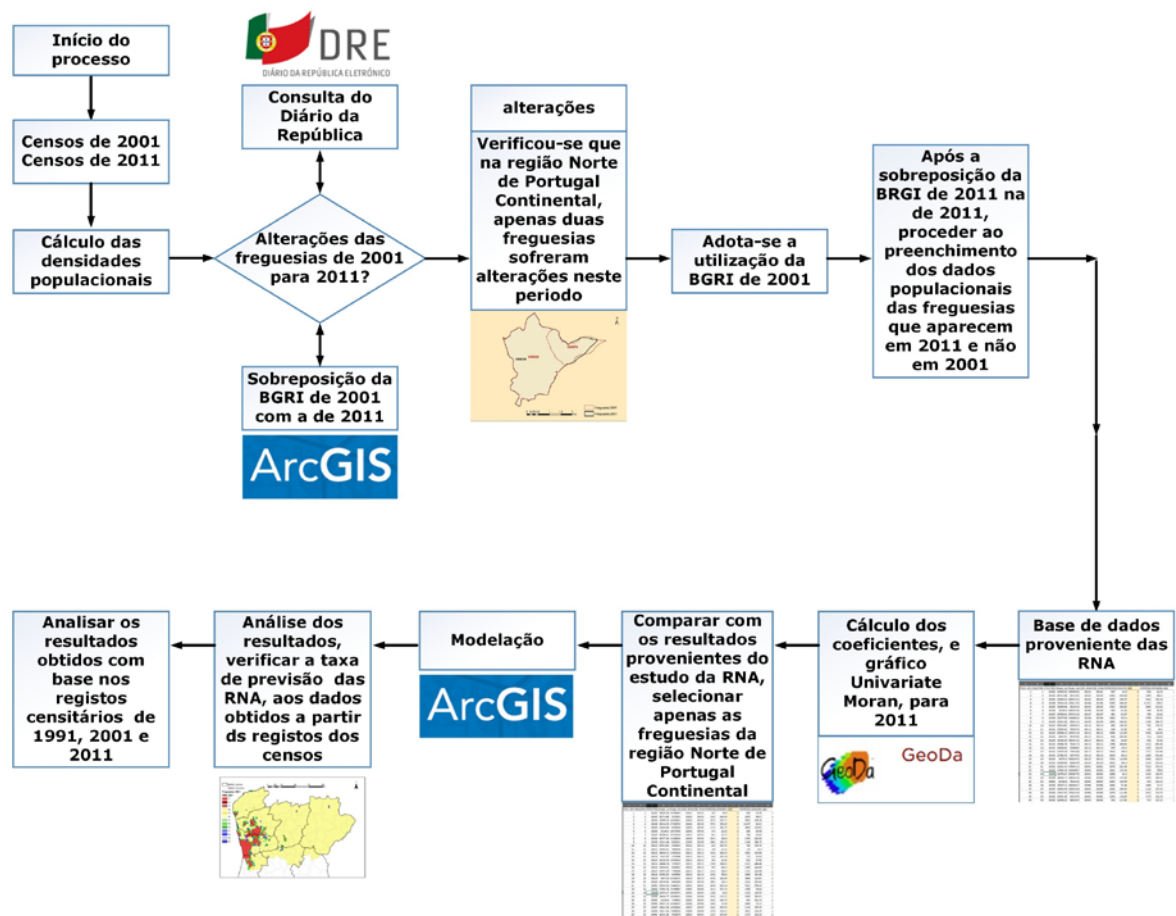


Figura 15 - Esquema do Modelo de Avaliação

CAPÍTULO 4
CASO DE ESTUDO

4. CASO DE ESTUDO

Após a recolha dos dados relativos aos censos de 1991, 2001 e 2011, verificou-se que entre 2001 e 2011 foram efetuadas várias reorganizações de áreas administrativas das freguesias. Assim, a primeira análise efetuada no caso de estudo foi a identificação dessa reorganização, de forma a utilizar os dados dos Censos de 2011 na BGRI de 2001.

Posteriormente foram calculados os valores de *I de Moran* para todas as freguesias a nível nacional.

Tendo por base as classificações obtidas, foi efetuada uma análise para as freguesias da Região Norte e a forma como a mesma ocorre em termos espaciais.

Por último é apresentada a análise comparativa entre os resultados obtidos na projeção efetuada para 2001 e 2011 em estudo anterior que recorreu a Redes Neurais Artificiais e os dados obtidos pelos Censos de 2001 e de 2011.

4.1. Reorganização dos Limites das Freguesias após 2001

Com a reorganização administrativa do território, procedeu-se à criação de novas freguesias, quer por desanexação de freguesias, quer por mudança de território.

Para se poder ter uma melhor perceção das diferenças de áreas de delimitação de 2001 para 2011, foi necessário sobrepor a Base Geográfica de Referenciação de 2001 com a de 2011, recorrendo ao programa de Sistemas de Informação Geográfica, SIG.

Tendo em conta que inicialmente foram utilizadas todas as freguesias de Portugal Continental,

foi necessário analisar todas as alterações que se deram.

Devido à reorganização do território, um dos municípios visados foi o de Odemira. O município de Odemira representado na Figura 16, em 2001 era constituído por duas freguesias, Santa Maria e São Salvador, cujos códigos são 0211105 e 0211108 respetivamente. Na figura supracitada pode-se ver a linha a cor preta, os limites da freguesia em 2001 em contrapartida com os novos limites, representados pela cor encarnada.

Na análise dos mapas sobrepostos, podemos constatar que a freguesia de Santa Maria, 021105, deu origem às freguesias de Santa Maria, 021105, e Boavista dos Pinheiros, Decreto Lei n.º 18-D/2001 de 3 de Julho, com o código de 0211116. Enquanto a freguesia de São Salvador deu origem às freguesias de Boavista dos Pinheiros, Decreto Lei n.º 18-F/2001 de 3 de Julho, com o respetivo código 021116, São Salvador, cuja identificação é 021108, e Longueira dos Pinheiros, Decreto Lei n.º 18-F/2001 de 3 de Julho, com o código 021117.

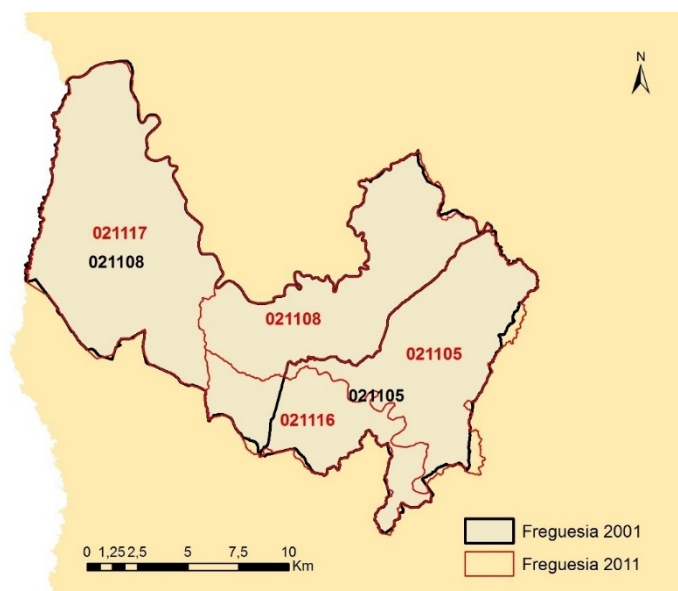


Figura 16 - Alterações espaciais das freguesias de Santa Maria e São Salvador de 2001 para 2011

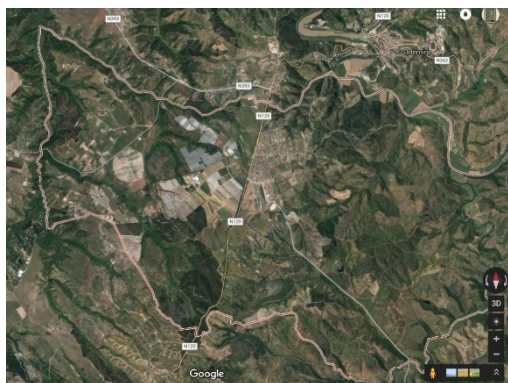


Figura 17 - Fotomapa da freguesia Boavista dos Pinheiros

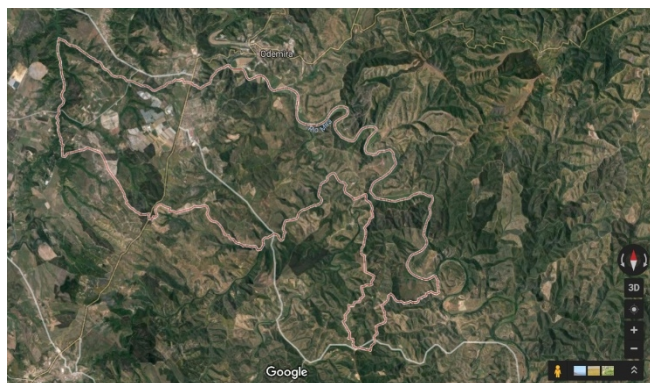


Figura 18 - Fotomapa da freguesia Boavista dos Pinheiros

Para uma melhor perceção das áreas delimitadas recorreu-se aos fotomapas da google, como se pode ver Figura 17 e Figura 18.

De forma a quantificar a freguesia de Boavista dos Pinheiros, atribuiu-se que 80% desta teve origem em Santa Maria, e 20% teve origem em São Salvador.

Foi criada a freguesia de Águas Vivas, no município de Miranda do Douro, Decreto-Lei n.º 18-H/2001 de 3 de Julho .

Por sobreposição da Base Geográfica de Referenciação de Informação de 2001 com 2011, obteve-se a seguinte área delimitada, ver Figura 19

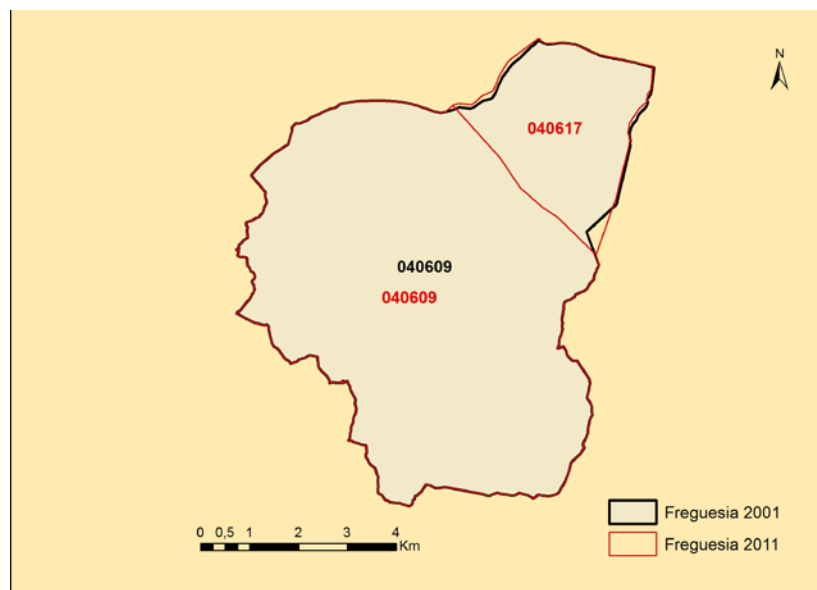


Figura 19 - Alterações espaciais da freguesia de Águas Vivas de 2001 para 2011

O mesmo processo foi efetuado para a freguesia Gândaras, pertencente ao município da Lousã.

Por sobreposição da BRGI, Base Geográfica de Informação de 2001 com a de 2011, foi possível obter a seguinte representação, Figura 20.

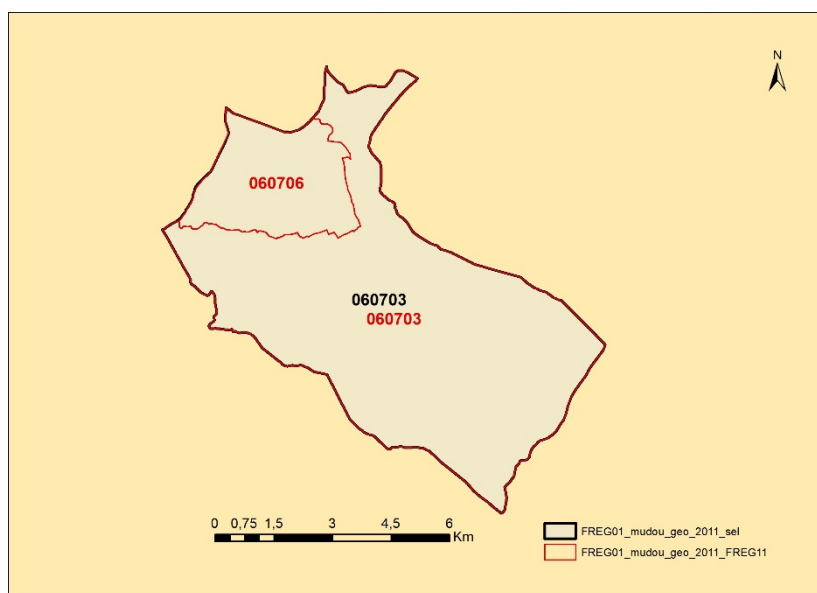


Figura 20 - Alterações espaciais da freguesia de Gândaras de 2001 para 2011

A freguesia da Gândaras teve origem a 3 de julho de 2001, Decreto-Lei n.º 18-A/2001 de 3 de julho.

Na Figura 21, está representado a freguesia Caxias que teve origem na freguesia de Paço de Arcos.

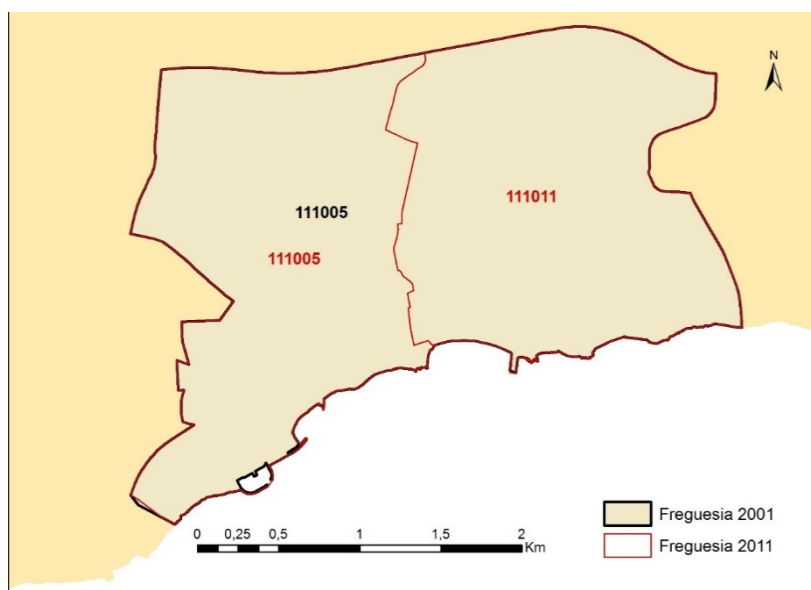


Figura 21 - Freguesia de Caxias

A freguesia de Caxias foi criada a 3 de Julho de 2001, (2001b)

Pelo mesmo processo, foi obtido o mapa da freguesia de Agualva Cacém, pertencente ao município de Sintra, ver Figura 22.

Em 3 de Julho de 2001, pelo fracionamento da freguesia de Agualva Cacém, (2001c), surgiram 4 novas freguesias, Agualva, Cacém, Mira-Sintra, e São Marcos, cujos códigos são, 111118, 111119, 111120 e 111121 respetivamente.

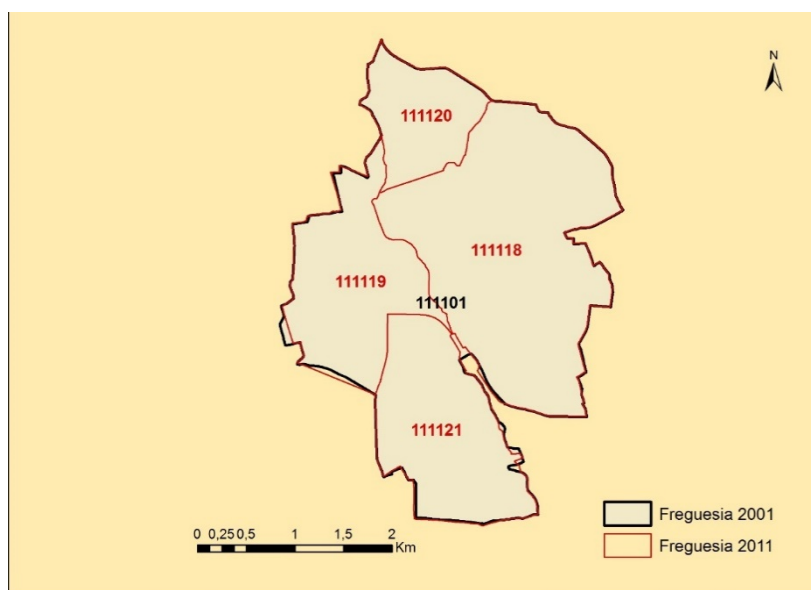


Figura 22 - Alterações espaciais das freguesias de Agualva, Cacém, Mira-Sintra e São Marcos de 2001 para 2011

De forma análoga às anteriores, foi obtida a freguesia de Santa Cruz / Trindade pertencente ao município de Chaves, cujo código é 170352, ver Figura 23.

Esta freguesia teve origem em 3 de Julho de 2001, Decreto-Lei n.º 18-E/2001 de 3 de Julho.

No seguimento do que foi feito anteriormente, fez-se o mesmo procedimento para a freguesia de Lixa do Alvão, pertencente ao município de Vila Pouca de Aguiar, ver Figura 24.

A Freguesia do Alvão, apresentado com o código, 170318, foi criada a 3 de Julho de 2001, Decreto-Lei n.º 63/2003.

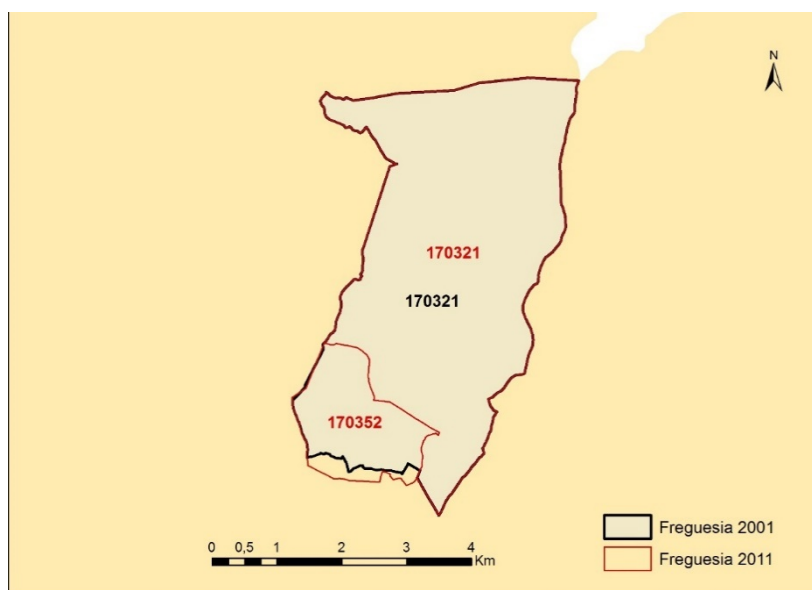


Figura 23 - Alterações espaciais da freguesia de Santa Cruz / Trindade de 2001 para 2011

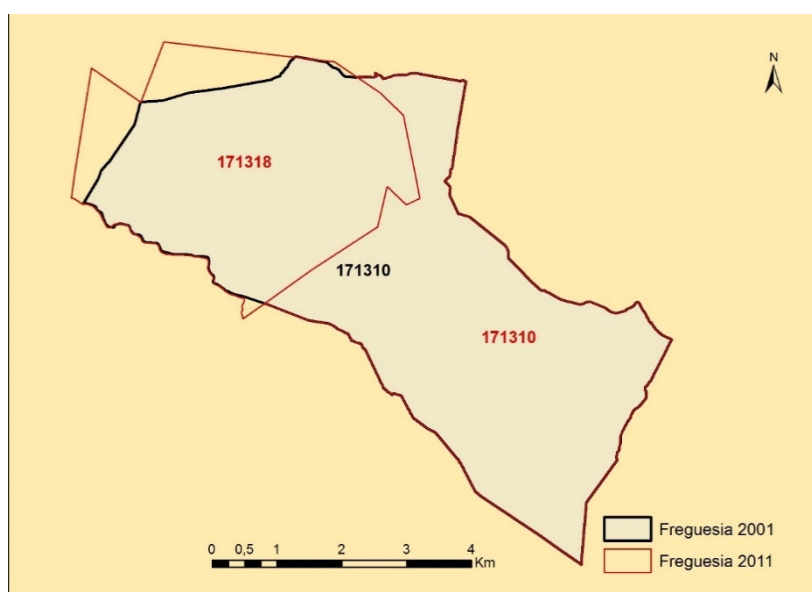


Figura 24 - Alterações espaciais das freguesias do Alvão de 2001 para 2011

Por fim, o procedimento foi o mesmo que se seguiu anteriormente, recorrendo à Base Geográfica de Referenciação de Informação, BRGI, de 2011, sobrepôs-se sobre a de 2001, desta forma pode-se quantificar como se procedeu a criação da freguesia de Corvite em 2011.

A freguesia de Corvite, 030874, pertencente ao município de Guimarães, foi criada a 22 de agosto de 2003, por desanexo da freguesia da Ponte, 030838, pertencente ao mesmo município, como se pode constatar pelo Decreto-Lei n.o 62/2003 de 22 de agosto, ver Figura 25.

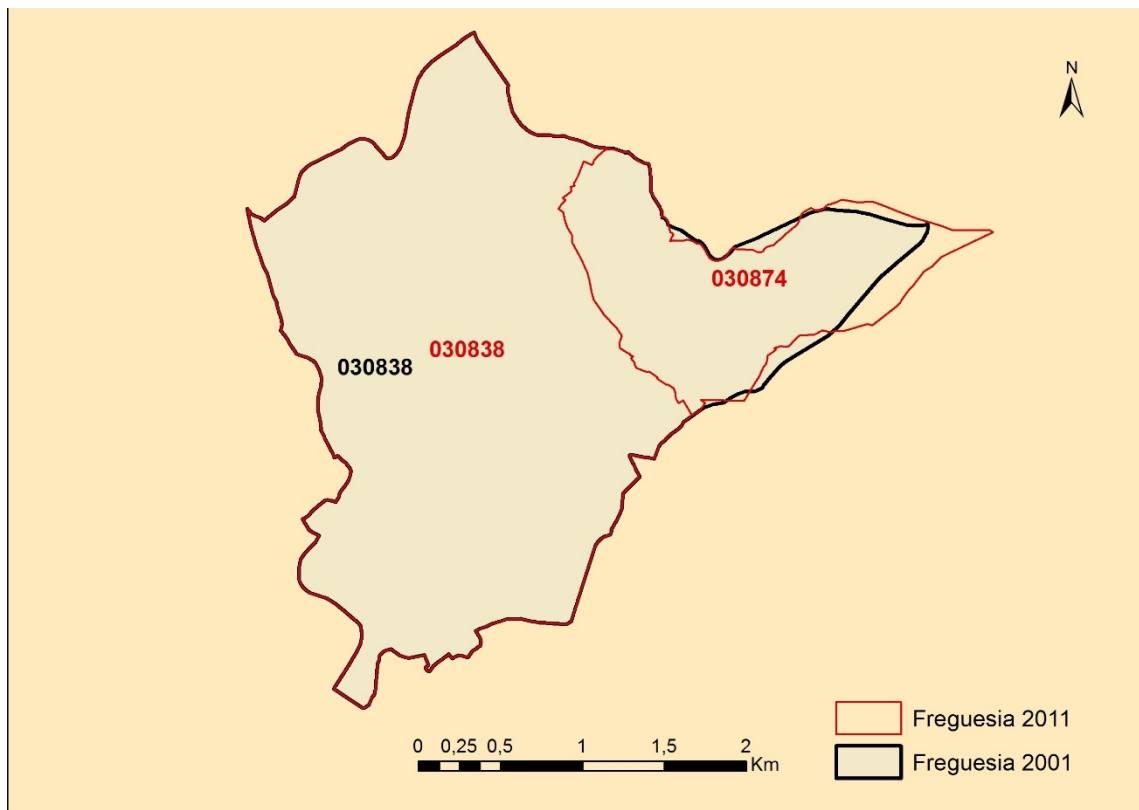


Figura 25 - Alterações espaciais da freguesia de Corvite de 2001 para 2011

4.2. Auto Correlação - *I Moran*

Para a Análise Espacial recorreu-se ao programa informático GEODA. Este programa informático permite-nos calcular o coeficiente de *Univariate Moran* que dá o gráfico / mapa de *Moran*, *I de Moran*, para estudar a auto correlação espacial.

Este programa recorre a técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (*Exploratory Spatial Data Analysis - ESDA*). Pela análise da localização de freguesia pertencente à região Norte de Portugal Continental e em cada um dos quatro quadrantes do gráfico de *Moran* é possível delimitar regiões a partir de zonas que podem ser consideradas como uniformes, relativamente à variável analisada, neste caso a variável em estudo é a densidade populacional, Anselin (1995b, 1998b), define ESDA como um conjunto de técnicas que permitem descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localizações atípicas ou deslocadas, descobrir padrões relativos a associações espaciais, clusters ou situações pontualmente exacerbadas (*hot spots*) e sugerir regimes de regularidade ou heterogeneidade espacial.

Esta técnica foi repetida três vezes, para os censos de 1991, 2001 e de 2011. Tendo por base os registos censitários relativos à densidade populacional para os anos de 1991, 2001 e de 2011, gerou-se três gráficos *Univariate Moran*, cujos resultados podem ser vistos na Figura 26, Figura 27 e Figura 28.

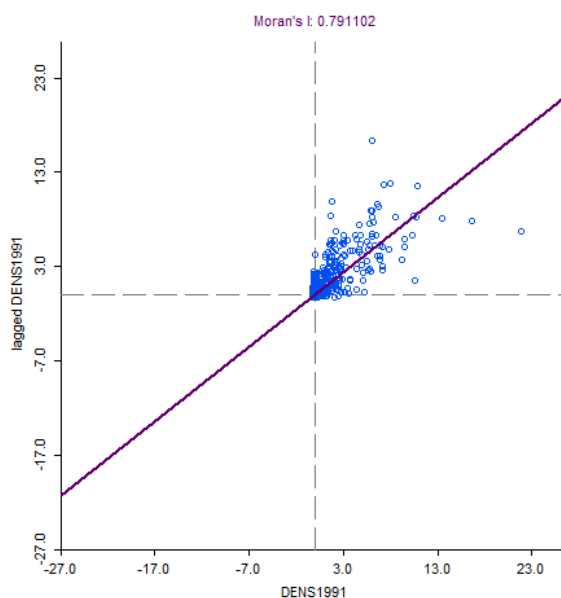


Figura 26 - Gráfico *Univariate Moran* para a densidade populacional relativa ao ano de 1991

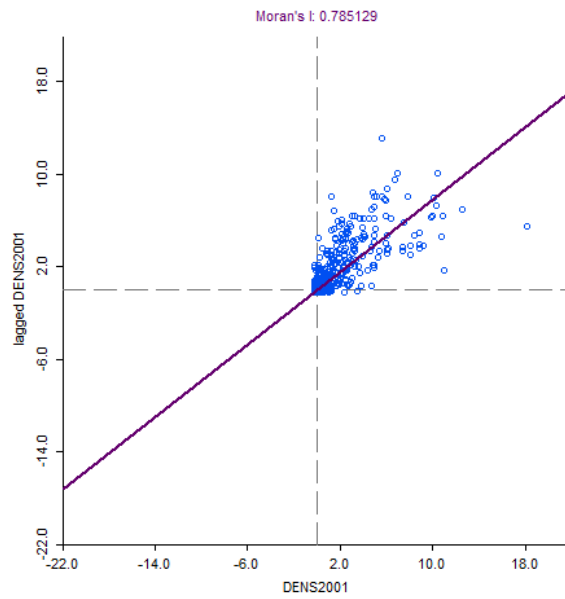


Figura 27 - Gráfico *Univariate Moran* para a densidade populacional relativa ao ano de 2001

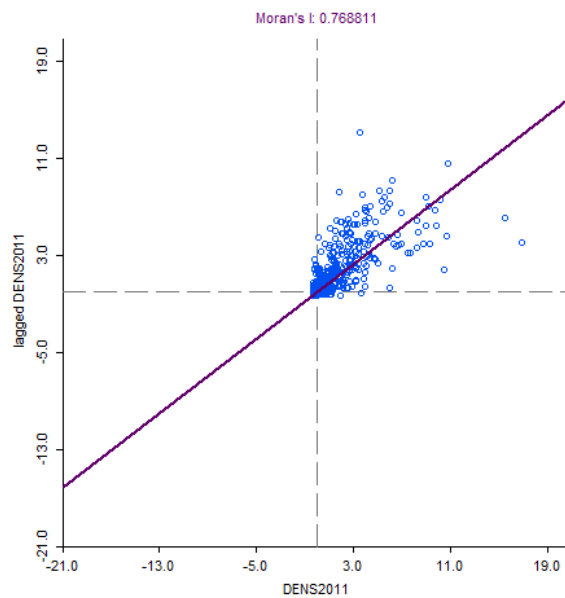


Figura 28 - Gráfico *Univariate Moran* para a densidade populacional relativa ao ano de 2011

A partir daqui gerou-se uma folha de cálculo em Excel, com todos os dados relativos às freguesias de Portugal Continental, onde se procedeu ao cálculo dos quadrantes.

Calculado os quadrantes, o passo seguinte é validar o modelo, esta validação consiste na comparação dos resultados agora obtidos através dos registos censitários relativos à densidade populacional de 2011 em comparação com os resultados e métodos que tinham sido aplicados no trabalho efetuado anteriormente, com recurso ao método das Redes Neurais Artificiais - RNA.

4.3. Estudo da Evolução Urbana da Região Norte de Portugal Continental

A região Norte de Portugal Continental é constituída por 5 distritos, Braga, Bragança, Porto, Viana do Castelo e Vila Real, no entanto há Municípios dos distritos da região centro que pertencem à região Norte, em Aveiro, Viseu e na Guarda.

Os Municípios do distrito de Aveiro que pertencem à região Norte de Portugal Continental são 7, Arouca, Espinho, Oliveira de Azeméis, Santa Maria da Feira, São João da Madeira, Vale de Cambra e Castelo de Paiva.

Do distrito de Viseu, os municípios que pertencem à região Norte de Portugal Continental são 10, Cinfães, Resende, Carraceda de Ansiães, Mesão Frio, Murça, Peso da Régua, São João da Pesqueira, Tabuaço, Tarouca e Torre de Moncorvo.

Enquanto que do distrito da Guarda, apenas o Município Vila Nova de Foz Côa pertence à região Norte.

Esta parte da metodologia da análise espacial consiste no seguinte: após o primeiro processo de se sobrepor a Base Geográfica de Referenciação de Informação de 2011 sobre a de 2001, e de ter procedido à análise criteriosa da organização das freguesias, quer por desanexação, quer por extinção, quer por criação de novas freguesias, recorreu-se ao programa de Análise

Espacial, GeoDa, uma vez que este programa informático recorre a técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (*Exploratory Spatial Data Analyses - ESDA*).

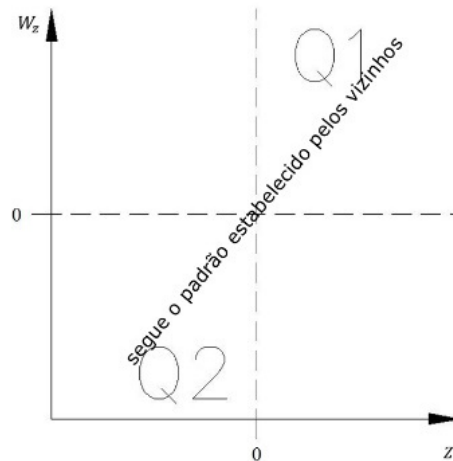


Figura 29 - Auto correlação positiva

Na Figura 29 está representado o quadrante 1, Q1, e quadrante 2, Q2, o que significa que o atributo possui um valor semelhante à média das áreas vizinhas, que por sua vez indicam uma auto correlação espacial positiva, ou seja, são áreas que seguem o padrão estabelecido pelos vizinhos.

No lado oposto, Figura 30 está representado o quadrante 3, Q3, e quadrante 4, Q4, o que significa que o atributo possui um valor diferente das médias das áreas vizinhas, que por sua vez indicam uma auto correlação negativa, ou seja, são áreas que não seguem o padrão estabelecido pelos vizinhos.

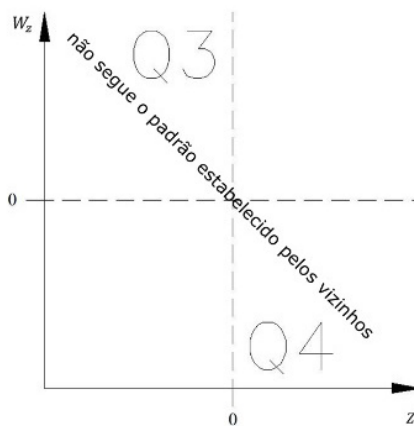


Figura 30 - Auto correlação negativa

Por outro lado, as relações que se verifiquem em relação ao eixo W_z , diz respeito às zonas vizinhas em relação à média global, podendo estas ser superior ou inferior, + ou -, consoante, seja acima ou abaixo do ponto que divide os 4 quadrantes, ver Figura 31.

Por outro lado, as relações que se verifiquem em relação ao eixo W_z , diz respeito às zonas vizinhas em relação à média global, podendo estas ser superior ou inferior, + ou -, consoante, seja acima ou abaixo do ponto que divide os 4 quadrantes.

Enquanto que no eixo z , é a relação por comparação da área que estamos a analisar em relação à média global, podendo esta ser superior ou inferior, + ou -, consoante, o ponto esteja à esquerda ou à direita do ponto que divide o gráfico de *Moran* nos 4 quadrantes,

Os resultados obtidos com base no *I Moran*, a partir do ArcGIS com base nos registos censitários para o ano de 1991, pode ser visto na Figura 32.

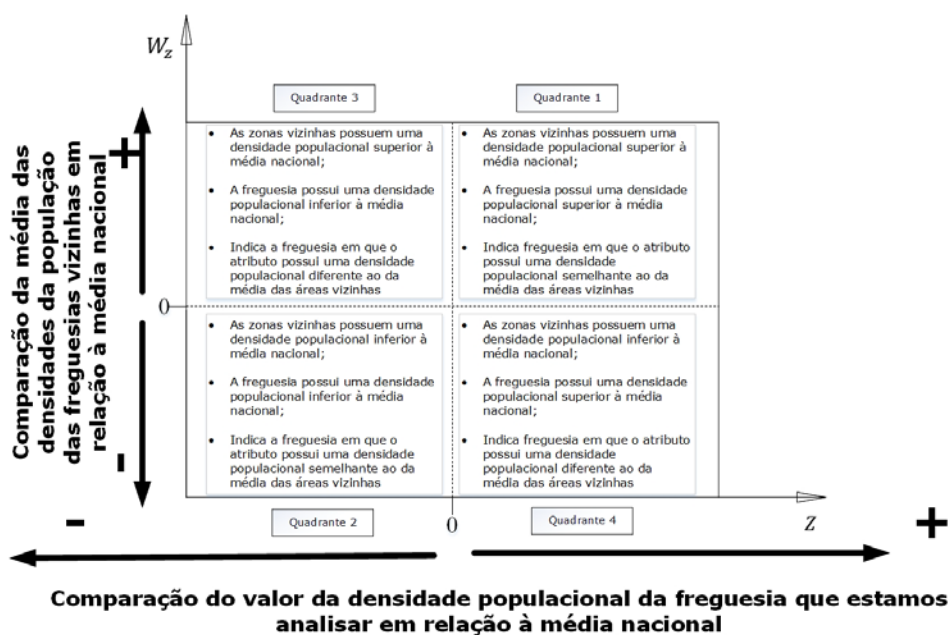


Figura 31 - Análise aos quadrantes do gráfico *I de Moran* - freguesia e respetiva densidade populacional

Da observação da Figura 33 verifica-se que a cor predominante no mapa é a amarela. As regiões pintadas a esta cor, indica-nos freguesias onde não houve evolução da densidade populacional para os registos censitários de 1991. São freguesias classificadas segundo o índice de auto correlação *I de Moran*, como estando no quadrante 2, quer isto dizer, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

Na zona litoral de Portugal Continental observa-se na figura supracitada a cor encarnada as freguesias em que o índice de auto correlação *I de Moran* estão classificadas no quadrante 1, quer isto dizer, que as freguesias vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional. Neste quadrante destacam-se as freguesias pertencentes ao distrito de Braga,

Guimarães, Famalicão, Área Metropolitana do Porto e algumas freguesias do distrito de Viana do Castelo.

De seguida há um destaque para as freguesias que se encontram no quadrante 3 do índice de auto correlação *I de Moran*, estas áreas situam-se na periferia das freguesias situadas no quadrante 1. As freguesias classificadas no quadrante 3 correspondem às freguesias que possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e cujas freguesias vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional. Futuramente a tendência das freguesias classificadas neste quadrante é evoluírem do quadrante 3 para o quadrante 1, uma vez que estão a ser fortemente pressionadas pelas freguesias vizinhas classificadas como sendo urbanas ao nível da densidade populacional.

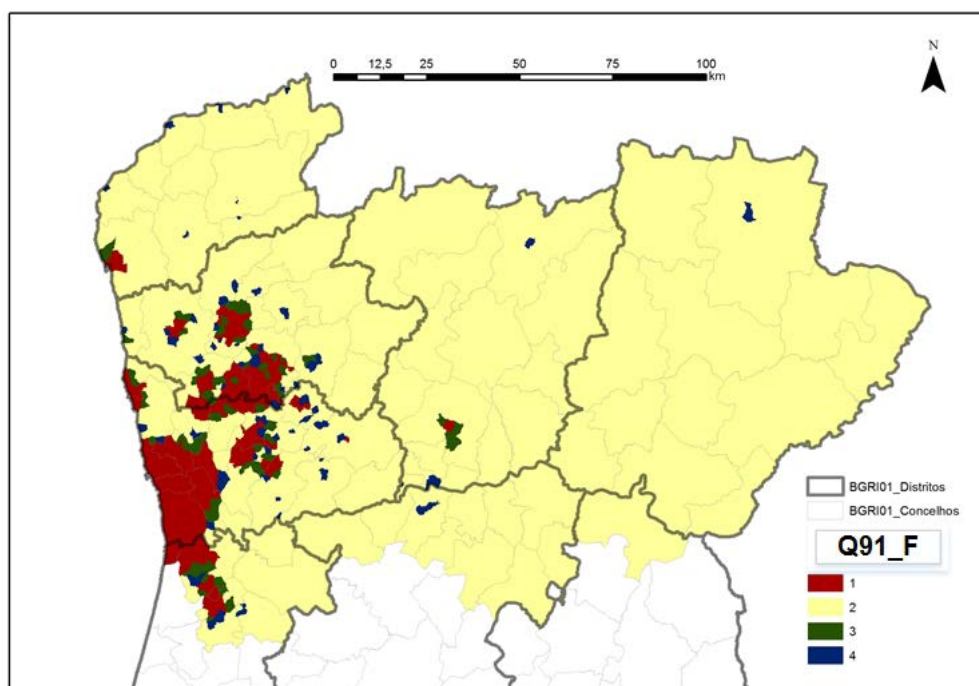


Figura 32 - Mapa gerado no *ArcGis* para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários - quadrantes 1991

Na Figura 33, em comparação com a figura anterior, verifica-se as regiões que se encontravam classificadas com o índice de auto correlação *I de Moran* no quadrante 1 a fechar, a mancha de óleo está a evoluir no sentido de absorver as freguesias que estavam classificadas no quadrante 3. As zonas onde é perceptível tal mudança são freguesias do distrito do Porto, do Quadrilátero Urbano, composto pelos municípios de Braga, Guimarães, Famalicão, e de Barcelos.

Contudo, as regiões que anteriormente estavam classificadas no quadrante 2, cuja cor é a mais representativa no mapa da Figura 34, amarelo, não se registou qualquer evolução.

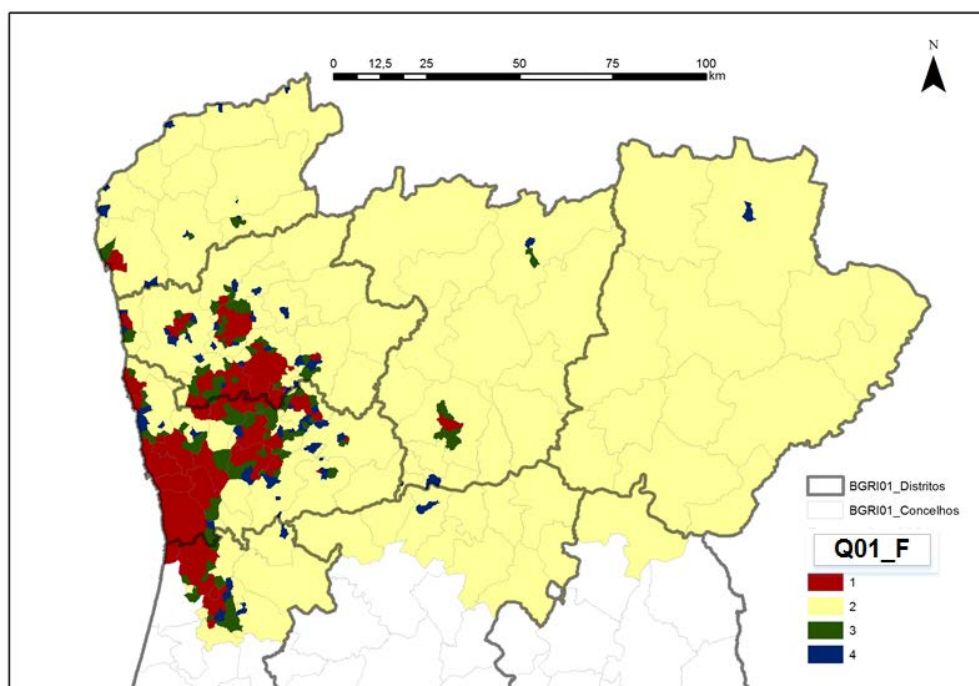


Figura 33 - Mapa gerado no *ArcGIS* para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários - quadrantes 2001

No eixo urbano de Vila Real, composto por Vila Real, Peso da Régua e Lamego, nota-se que está a ver um desenvolvimento principalmente em Vila Real, que as zonas vizinhas cujo índice de auto correlação do *I de Moran* pertence ao quadrante 2 passaram para o quadrante 3,

são zonas que se estão a desenvolver-se mais que os seus vizinhos atualmente. Esta evolução poderá estar diretamente ligada ao desenvolvimento do polo Universitário, maior atratividade, que por sua vez faz com que nasça novos aglomerados urbanos.

De resto, como em 1991, o município de Viana do Castelo houve pouca evolução relativamente aos seus vizinhos, na Tabela 10 encontra-se um resumo da evolução de 1991 para 2001.

Tabela 10 - Quadro resumo das alterações de auto correlação da Região Norte de Portugal de 1991 para 2001

	Viana do Castelo	BRAGA	PORTO	VILA REAL	Bragança	Aveiro	Viseu	Guarda
Q1	0	22	25	2	0	5	0	0
Q2	-6	-26	-51	-3	0	-8	0	0
Q3	4	5	22	1	0	2	0	0
Q4	2	-1	4	0	0	1	0	0

Como se pode ver, o distrito do Porto foi o que em 10 anos conseguiu que freguesias vizinhas deixassem de predominar no quadrante 2 do índice de auto correlação do *I de Moran*, seguido do distrito de Braga, como se referiu anteriormente era nestas zonas que no Mapa da Figura 36, se notava a mancha de óleo a fechar.

Na Figura 34 podemos ver a evolução da estrutura urbana de 2001 para 2011, não sendo supresapela evolução dos mapas de 1991 para 2001, a zona litoral em torno das área metropolitana do Porto, evoluíram no sentido de as freguesias que estavam nas suas proximidades que eram rurais, deixaram de o ser, consegue-se perceber que muito deste desenvolvimento se deu às infraestruturas, novas vias de acesso, autoestradas, novos aglomerados urbanos mais “fora” dos chamados núcleos urbanos, já no caso do quadrilátero urbano, a zona que liga Braga, Famalicão, Santo Tirso Trofa, zonas onde se situam grandes centros e polos de negócios, leva a que também sejam zonas mais procuradas para crescer e fazer novos aglomerados.

Em contraste temos uma zona interior, onde em 20 anos, pouco ou nada se desenvolveu em termos de análise espacial, freguesias que se caracterizavam como tendo uma baixa de densidade populacional, continuam com uma densidade populacional baixa, denominando-se como zonas rurais, tirando as zonas onde há algum aglomerado como Bragança, Vila Real, áreas onde possuem pontos de atratividade, tais como centros de investigação / universidades, são a exceção nesses locais, na Tabela 11 encontra-se um resumo da evolução urbana de 2001 para 2011.

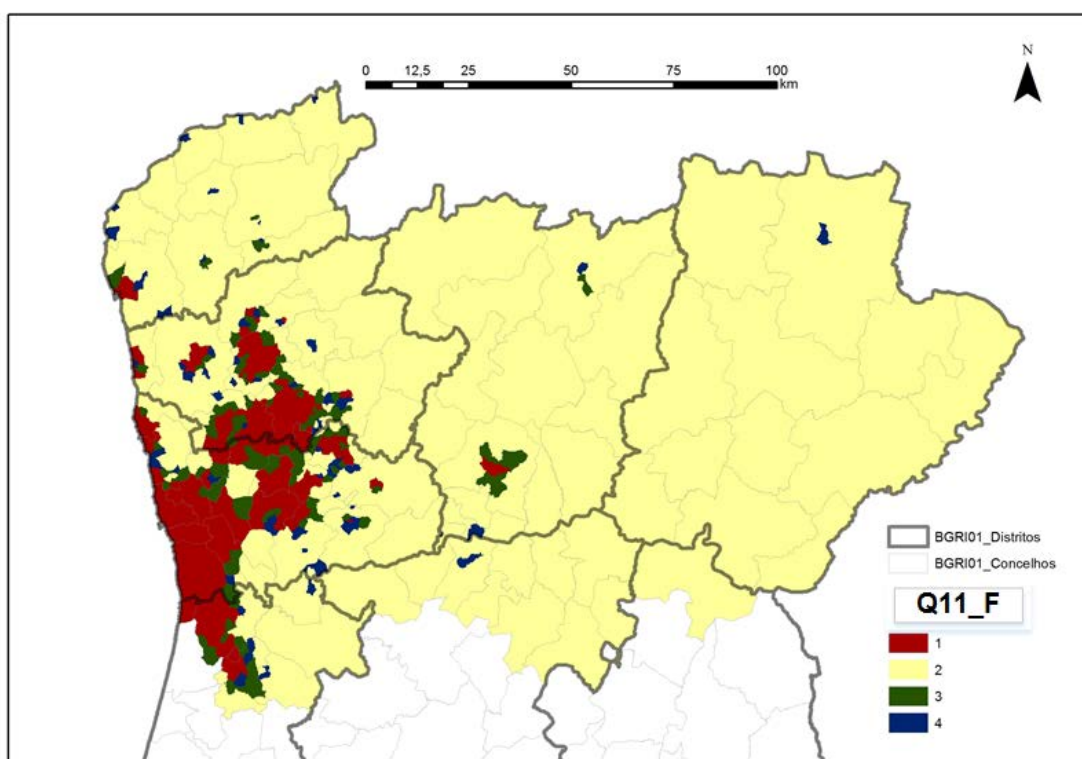


Figura 34 - Mapa gerado no ArcGis para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários - quadrantes 2011

Tabela 11 - Quadro Resumo das alterações de auto correlação da Região Norte de Portugal de 1991 para 2011

	Viana do Castelo	BRAGA	PORTO	VILA REAL	Bragança	Aveiro	Viseu	Guarda
Q1	0	9	19	0	0	-2	0	0
Q2	-4	-9	-9	-1	0	-2	0	0
Q3	2	4	-5	1	0	3	0	0
Q4	2	-4	-5	0	0	1	0	0

Como podemos verificar no distrito de Viana do Castelo, houve uma evolução do quadrante 2 para o 3 e 4, em Braga, perdeu-se do quadrante 2 para o 1, ou seja, verifica-se que neste distrito houve uma redução acentuada da estrutura rural para urbano. Nesta região é bem perceptível o alastrar da mancha de óleo das zonas urbanas às freguesias que anteriormente se denominavam como sendo rurais, ou por outras palavras, com uma baixa densidade populacional. O mesmo acontece no distrito do Porto, onde houve a redução de todos os quadrantes da auto correlação *I de Moran* para o quadrante 1, não deixa de ser novidade, visto que concelhos vizinhos à área metropolitana do Porto, cresceram muito, freguesias onde anteriormente se caracterizavam como sendo rurais, hoje são aglomerados, conjuntos de habitações, infraestruturas.

Em relação ao interior, como se pode verificar, não houve qualquer evolução nestes últimos anos de análise.

4.4. Estudo Comparativo com o Modelo Implementado através das Redes Neurais Artificiais

Neste capítulo faz-se um estudo comparativo entre o modelo implementado nas Redes Neurais Artificiais – RNA e os resultados provenientes dos Censos para os anos de 2001 e de 2011.

Contudo, não é objeto de estudo as Redes Neurais Artificiais, remetendo-se a abordagem ao tema para Ramos and Silva (2007) e para a dissertação de José Pardal (2010).

Em seguida será feita uma pequena explicação como foi utilizado o programa *GeoDa* para a obtenção do índice de auto correlação *I de Moran*.

Numa primeira fase recorreu-se à Base Geográfica de Referência de Informação de 2011, disponibilizada na página do Instituto Nacional de Estatística e de seguida descarregou-se para o programa GeoDa.

Ao abrir o programa supracitado irá surgir um menu idêntico ao da Figura 35, procedendo-se ao carregamento, do ficheiro descarregado da página do Instituto Nacional de Estatística.



Figura 35 - Barra de Ferramentas do programa GeoDa

No menu inicial seleciona-se *File* e em seguida *dBase Database File*, como é mostrado na Figura 36.

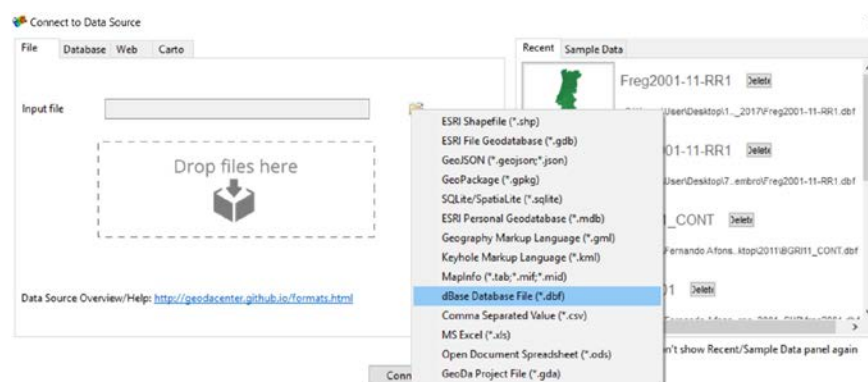


Figura 36 - Importação da Base Geográfica de Informação

Logo de seguida será apresentado o mapa de Portugal Continental idêntico à Figura 37, com o número de Freguesias existentes.

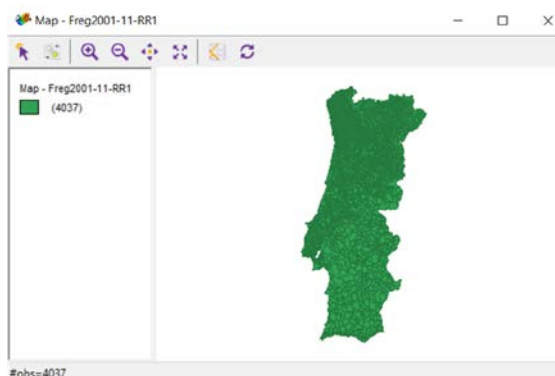


Figura 37 - Base de Dados Importada

Carregada a base de dados é necessário criar um número de ficheiros idêntico ao número de dados que queremos analisar, no presente caso de estudo são 3, correspondendo aos censos de 1991, 2001 e de 2011.

Deste modo no menu principal seleciona-se *Tools* e logo de seguida *Weights Manager*, cujos passos estão selecionados na Figura 38.

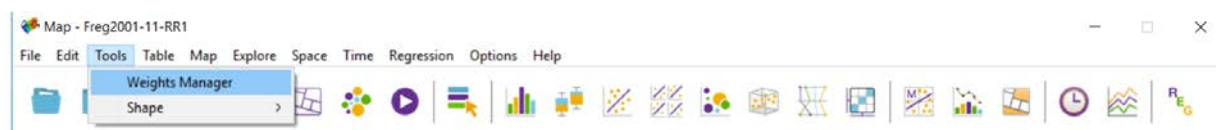


Figura 38 - Gerente de Pesos

Logo de seguida irá aparecer uma primeira janela onde se vai criar 3 ficheiros em separado, para cada um dos anos que pretendemos analisar. A explicação será feita apenas para um ano, sendo o processo repetido de igual forma para os restantes.

Na sequência da explicação efetuada anteriormente escolhe-se a opção *Create* em que surge uma segunda janela, nesta nova janela escolhemos a opção *Add ID Variable*, logo após esta sequência surge uma nova janela, onde deve ser introduzido o nome da nossa variável / ficheiro, há caracteres e determinadas extensões de caracteres que não são permitidos, no entanto estas limitações serão sinalizadas pelo programa antes do utilizador puder avançar, na Figura 39 podemos ver os passos em modo gráfico a serem seguidos.

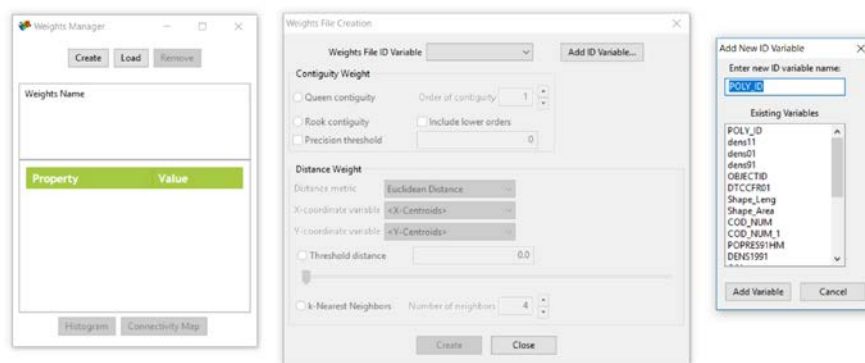


Figura 39 - Criação do ficheiro para fazer auto correlação para cada um dos anos dos censos em análise

Posteriormente ao escolher o nome para a variável para pudermos continuar devemos carregar na opção *Add Variable*.

Voltando à janela intermédia, que está representada na Figura 40, escolhemos a opção que calcula com base na vizinhança mais próxima e no número de vizinhos, *Nearest Neighbors*, a opção *Number of neighbors*, deixou-se 4, número pré-definido pelo programa.

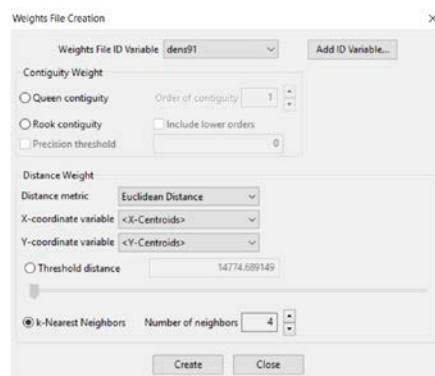


Figura 40 - Opção de cálculo tendo em conta a média da densidade populacional das freguesias vizinhas

Como foi referido anteriormente, o ponto anterior é repetido de igual forma para todos os anos que pretendemos analisar, ou seja para os censos de 1991, 2001 e de 2011, deverá obter-se algo semelhante à Figura 41.

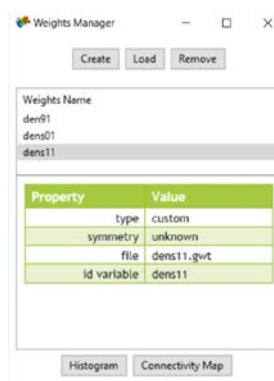


Figura 41 - Base de dados criada

De seguida procede-se ao cálculo *Univariate Local Moran's I*, como está representado na Figura 42, no menu inicial escolhe-se a opção *Spaxe* e de seguida a opção *Univariate Local Moran's I*.

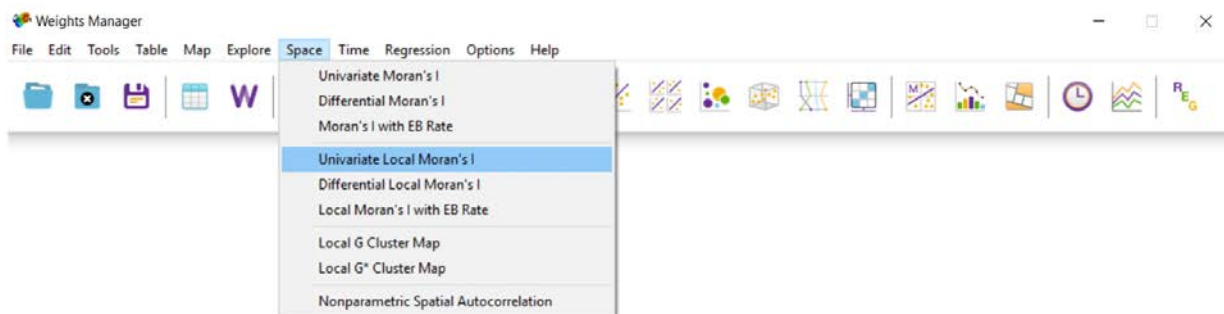


Figura 42 - Cálculo do coeficiente de auto correlação *I de Moran*

Todo este processo, deve ser repetido para os anos dos censos que estão a ser analisados. Logo de seguida é apresentada a janela da Figura 43, onde deve ser selecionado a densidade populacional que pretendemos analisar.

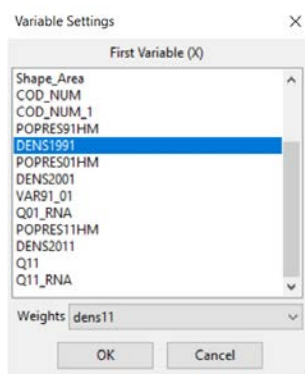


Figura 43 - Gerar os mapas

Neste seguimento surge o resultado obtido sob a forma gráfica, os mapas obtidos será algo semelhante aos da Figura 44, Figura 45 e Figura 46, para a densidade populacional de 1991, 2001 e 2011 respetivamente.

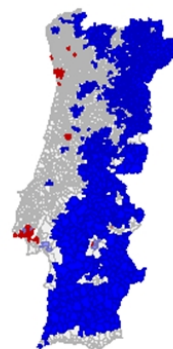
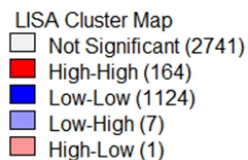
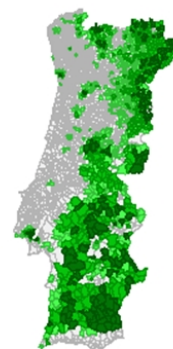
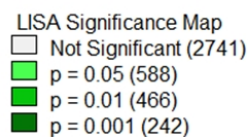
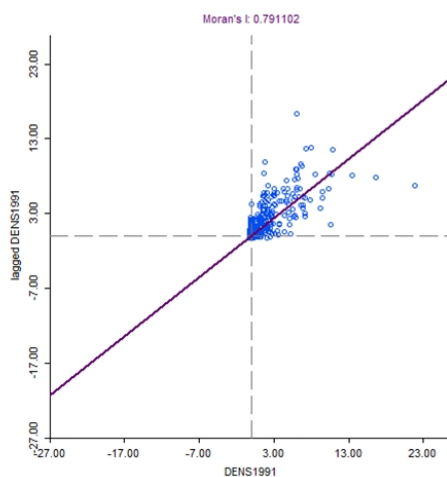
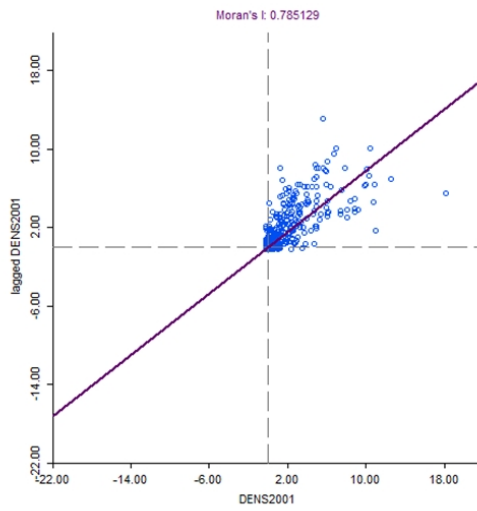
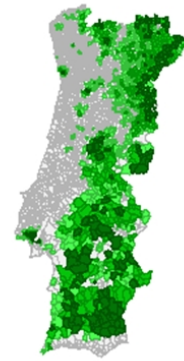


Figura 44 - Mapas da auto correlação *I de Moran* com base nos censos de 1991

A primeira imagem da Figura 44, representa a auto correlação *I de Moran*, o 2º mapa é o mapa da significância, maior o nível de significância da contiguidade espacial observada, e o 3º mapa é a representação da auto correlação *I de Moran* a nível de Portugal Continental.



- LISA Significance Map
- Not Significant (2678)
 - $p = 0.05$ (625)
 - $p = 0.01$ (469)
 - $p = 0.001$ (265)



- LISA Cluster Map
- Not Significant (2678)
 - High-High (183)
 - Low-Low (1169)
 - Low-High (6)
 - High-Low (1)

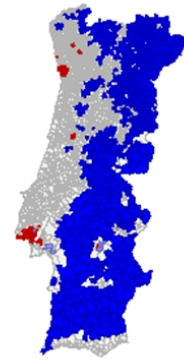
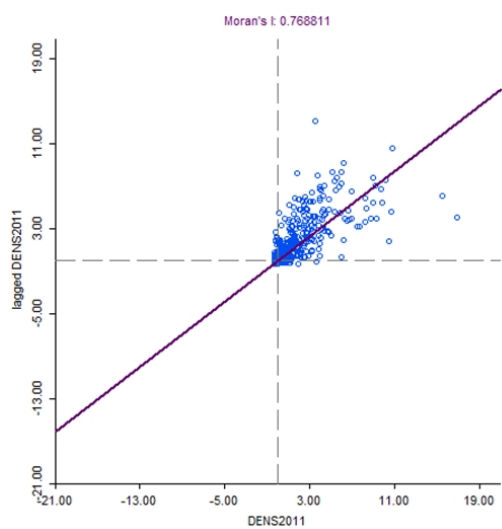
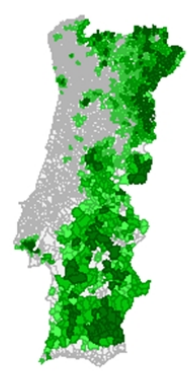


Figura 45 - Mapas da auto correlação *I de Moran* com base nos censos de 2001



- LISA Significance Map
- Not Significant (2650)
 - $p = 0.05$ (641)
 - $p = 0.01$ (494)
 - $p = 0.001$ (252)



- LISA Cluster Map
- Not Significant (2650)
 - High-High (196)
 - Low-Low (1183)
 - Low-High (7)
 - High-Low (1)

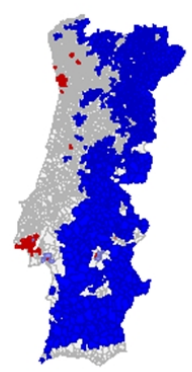


Figura 46 - Mapas da auto correlação *I de Moran* com base nos censos de 2011

De seguida, será feita uma análise entre o coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários, para todas as freguesias que constituem a região Norte de Portugal Continental, ver Tabela 12 à Tabela 18.

Tabela 12 - Definição do índice de auto correlação *I de Moran* para os quadrantes que não sofreram alteração entre os resultados obtidos entre as Redes Neurais Artificiais e os Registos Censitários.

11	Regiões, onde o coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001 coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011, neste caso as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional.
22	Regiões, onde o coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001 coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011, neste caso as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional, por outro lado a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.
33	Regiões, onde o coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001 coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011, neste caso as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional, por outro lado a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.
44	Regiões, onde o coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001 coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011, neste caso as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional, por outro lado a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 13 - Definição do índice de auto correlação *I de Moran* para os quadrantes que transitaram do quadrante 1 para o quadrante 2 e deste para o quadrante 1

12	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 1, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possuía uma densidade populacional superior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 2, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.
21	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 2, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possuía uma densidade populacional inferior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 1, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 14 - Definição do índice de auto correlação *I de Moran* para os quadrantes que transitaram do quadrante 1 para o quadrante 3 e deste para o quadrante 1

13	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 1, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possuía uma densidade populacional superior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 3, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.
31	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 3, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 1, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 15 - Definição do índice de auto correlação *I de Moran* para os quadrantes que transitaram do quadrante 1 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 1

14	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 1, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 4, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.
41	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 4, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 1, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 16 - Definição do índice de auto correlação para os quadrantes que transitaram do quadrante 2 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 2

24	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 2, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 4, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.
42	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 4, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 2, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

Tabela 17 - Definição do índice de auto correlação *I de Moran* para os quadrantes que transitaram do quadrante 2 para o quadrante 3 e deste para o quadrante 2

23	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 2, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 3, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.
32	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 3, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 2, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

Tabela 18 - Definição do índice de auto correlação *I de Moran* para os quadrantes que transitaram do quadrante 3 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 3

34	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 3, significa que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 4, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.
43	Regiões, onde o índice de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais para 2001, não coincide com o estudo efetuado a partir dos registos censitários para 2011. Para 2001 o índice de auto correlação obtido através das RNA foi 4, significa que as zonas vizinhas possui uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possuía uma densidade populacional superior à média nacional, e para 2011, recorrendo aos registos censitários o coeficiente de auto correlação foi 3, significa que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

Analisando o distrito de Viana do Castelo a Rede Neural Artificial em 2001 coincide com os coeficientes obtidos pelos registos censitários em 96,2%, enquanto que em 2011 esse valor aumentou para 97,9%. Ao passo que a não coincidência em 2001 foi de 3,8%, enquanto que em 2011 o valor diminuiu para 2,1%.

Não havendo métodos ideais, o método utilizado com base nos registos censitários e cujo modelo foi gerado a partir do programa informático GeoDa, verifica-se que há pontos sensíveis para interpretação, esses pontos localizam-se na proximidade de zero, a sensibilidade verificada, pode levar facilmente a uma mudança de quadrante.

Do ponto de vista a Tabela 19, mostra-nos que o índice 2 é predominante, quer isto dizer o distrito de Viana do Castelo é em grande percentagem rural, estando rodeado por freguesias rurais, como se pode ver pelos resultados obtidos de 2001 para 2011, a partir das Rede Neural Artificial.

Por outro a previsão ter aumentado, pode ser um indicativo que há maior informação a ser compilada, e o programa pode com base nisso ter melhores interpretações.

O segundo distrito a ser estudo é o de Braga, constata-se que a Rede Neural Artificial continua com uma boa percentagem de acerto quando comparado com os valores calculados com base nos registos censitários, no entanto comparativamente ao obtido para o distrito de Viana do Castelo notamos que há uma diminuição drástica nos dados para o ano de 2001.

Verifica-se que há mais transições entre os quadrantes, no entanto situações do tipo obtido pela Rede Neural Artificial ser coeficiente 1, e por via dos registos censitários ter dado 3, é uma transição difícil de acontecer, nos resultados a partir do programa GeoDA, situa-se em pontos do gráfico *Univariate Moran* nas proximidades de zero, freguesias estando classificadas como urbanas, rodeadas de freguesias urbanas no distrito terem passado para rurais, rodeadas de urbanas, do ponto da análise estatística podemos considerar como *outliers*, pontos que estão fora.

Tabela 19 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Viana do Castelo

Viana do Castelo	2001	%2001	2011	%2011
11	4	1.4%	4	1.4%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	0	0.0%	0	0.0%
14	0	0.0%	0	0.0%
21	0	0.0%	0	0.0%
22	266	91.7%	265	91.4%
23	3	1.0%	0	0.0%
24	2	0.7%	3	1.0%
31	0	0.0%	0	0.0%
32	4	1.4%	3	1.0%
33	2	0.7%	7	2.4%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	0	0.0%
42	2	0.7%	0	0.0%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	7	2.4%	8	2.8%
Σ	290		290	

Tabela 20 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Braga

BRAGA	2001	%2001	2011	%2011
11	98	19.1%	104	20.2%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	5	1.0%	7	1.4%
14	8	1.6%	1	0.2%
21	0	0.0%	1	0.2%
22	310	60.3%	333	64.8%
23	3	0.6%	6	1.2%
24	3	0.6%	7	1.4%
31	7	1.4%	8	1.6%
32	29	5.6%	2	0.4%
33	29	5.6%	28	5.4%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	1	0.2%
42	8	1.6%	3	0.6%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	14	2.7%	13	2.5%
Σ	514		514	

Tabela 21 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito do Porto

PORTO	2001	%2001	2011	%2011
11	124	32.4%	138	36.0%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	4	1.0%	2	0.5%
14	3	0.8%	1	0.3%
21	0	0.0%	5	1.3%
22	152	39.7%	153	39.9%
23	6	1.6%	9	2.3%
24	7	1.8%	7	1.8%
31	11	2.9%	12	3.1%
32	14	3.7%	3	0.8%
33	37	9.7%	31	8.1%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	3	0.8%	2	0.5%
42	3	0.8%	4	1.0%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	19	5.0%	16	4.2%
Σ	383		383	

Nota-se, no entanto, que a percentagem de sucesso para o distrito de Braga, subiu substancialmente, pode dever-se a uma melhoria significativa nos dados introduzidos na Rede Neural Artificial.

Contudo, verifica-se como já foi dito anteriormente, que os quadrantes que não coincidem são zonas próximas do zero no Gráfico de *I Moran*,

Na Tabela 21, tem os dados relativos ao distrito do Porto, tal igual como no caso anterior, verificamos que em zonas mais urbanas as Redes Neurais não têm um valor de acerto tão elevado. O caso do índice de auto correlação *I de Moran* passar do quadrante 1 para o quadrante 3 continua a aparecer, como já foi referido anteriormente, o “salto” do quadrante 1 para o quadrante 3, é difícil de acontecer, uma vez que as freguesias situadas no quadrante 1 indicam que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média

nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional, ou seja é uma zona urbana bem definida. A passagem do quadrante 1 para o quadrante 3 indica, que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. Por outro lado, uma freguesia classificada no quadrante 3, indica que é uma freguesia com características ao nível da densidade populacional rural, e cuja vizinhança é urbana, o facto destas freguesias estarem na periferia de zonas urbanas estão a receber uma forte pressão para que passem para o quadrante 1, e não que haja transição do quadrante 1 para o quadrante 3. No entanto esta transição, embora difícil de acontecer, pode ocorrer se a freguesia passar a depender apenas de características próprias.

Uma das causas para se registar este tipo de transições, está diretamente ligado ao facto de as variáveis em jogo corresponder a dados relativos, no presente estudo a variável é a população residente em Portugal Continental. No entanto, no processo de cálculo do índice de auto correlação *I de Moran*, o cálculo tem em conta dois processos, a média da população residente na vizinhança das freguesias e a relação da média destas em relação às freguesias a nível de Portugal Continental.

Na Tabela 22, relativo ao distrito de Vila Real, sendo um distrito maioritariamente rural, verifica-se que as previsões das Neurais Artificiais voltam a aumentar, e por outro lado a pouca evolução, nos últimos 10 anos, leva a que a previsão aumente ainda mais.

Neste caso não houve pontos estranhos obtidos nos dados.

O distrito de Bragança, Tabela 23, é uma constatação do que se escreveu anteriormente, regiões onde a evolução tem sido pequena ou nula, as previsões tiveram uma elevada percentagem de coincidência com o modelo calculado através dos registos censitários.

Tabela 22 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Vila Real

VILA REAL	2001	%2001	2011	%2011
11	3	1.1%	4	1.5%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	0	0.0%	0	0.0%
14	0	0.0%	0	0.0%
21	0	0.0%	0	0.0%
22	251	94.4%	250	94.0%
23	2	0.8%	0	0.0%
24	0	0.0%	0	0.0%
31	2	0.8%	1	0.4%
32	1	0.4%	1	0.4%
33	3	1.1%	6	2.3%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	0	0.0%
42	0	0.0%	0	0.0%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	4	1.5%	4	1.5%
Σ	266		266	

Tabela 23 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para o distrito de Bragança

Bragança	2001	%2001	2011	%2011
11	0	0.0%	0	0.0%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	0	0.0%	0	0.0%
14	0	0.0%	0	0.0%
21	0	0.0%	0	0.0%
22	297	99.7%	297	99.7%
23	0	0.0%	0	0.0%
24	0	0.0%	0	0.0%
31	0	0.0%	0	0.0%
32	0	0.0%	0	0.0%
33	0	0.0%	0	0.0%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	0	0.0%
42	0	0.0%	0	0.0%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	1	0.3%	1	0.3%
Σ	298		298	

No distrito de Aveiro, Tabela 24, distrito que apenas contém 7 freguesias pertencentes à região Norte de Portugal Continental, contudo verifica-se que o método que tem por base as Redes Neurais Artificiais tiveram um maior sucesso de previsão para 2011, relativamente ao ano de 2001.

Nota-se que as freguesias pertencentes à região Norte de Portugal Continental são maioritariamente rurais, sendo as suas freguesias vizinhas igualmente de características rurais.

No distrito de Viseu, Tabela 25, como no caso anterior, deste distrito só fazem parte 10 freguesias da região Norte de Portugal Continental, as freguesias estudadas aqui são maioritariamente rurais, como nos casos anteriormente estudados a taxa de acerto de previsão das Redes Neurais Artificiais volta a aumentar, comparativamente ao ano de 2001.

Tabela 24 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para as freguesias do distrito de Aveiro pertencentes à região Norte de Portugal Continental

Aveiro	2001	%2001	2011	%2011
11	26	27.7%	25	26.6%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	0	0.0%	3	3.2%
14	1	1.1%	1	1.1%
21	0	0.0%	0	0.0%
22	44	46.8%	49	52.1%
23	1	1.1%	0	0.0%
24	1	1.1%	1	1.1%
31	2	2.1%	1	1.1%
32	7	7.4%	0	0.0%
33	8	8.5%	10	10.6%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	0	0.0%
42	0	0.0%	0	0.0%
43	1	1.1%	0	0.0%
44	3	3.2%	4	4.3%
Σ	94		94	

Tabela 25 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para as freguesias do distrito de Viseu pertencentes à região Norte de Portugal Continental

Viseu	2001	%2001	2011	%2011
11	0	0.0%	0	0.0%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	0	0.0%	0	0.0%
14	0	0.0%	0	0.0%
21	0	0.0%	0	0.0%
22	158	97.5%	161	99.4%
23	0	0.0%	0	0.0%
24	0	0.0%	0	0.0%
31	0	0.0%	0	0.0%
32	2	1.2%	0	0.0%
33	0	0.0%	0	0.0%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	0	0.0%
42	1	0.6%	0	0.0%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	1	0.6%	1	0.6%
Σ	162		162	

Para o distrito da Guarda, Tabela 26, só uma freguesia faz parte da região Norte de Portugal Continental.

Da leitura que fazemos a partir da tabela constatamos que é rural, como em casos similares, os acertos das Redes Neurais Artificiais aumentam para o ano de 2011, comparativamente ao ano de 2001.

Tabela 26 - Resultados do coeficiente de auto correlação obtido através das Redes Neurais Artificiais e o coeficiente obtido a partir dos registos censitários para as freguesias do distrito da Guarda pertencentes à região Norte de Portugal Continental

Guarda	2001	%2001	2011	%2011
11	0	0.0%	0	0.0%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	0	0.0%	0	0.0%
14	0	0.0%	0	0.0%
21	0	0.0%	0	0.0%
22	17	100.0%	17	100.0%
23	0	0.0%	0	0.0%
24	0	0.0%	0	0.0%
31	0	0.0%	0	0.0%
32	0	0.0%	0	0.0%
33	0	0.0%	0	0.0%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	0	0.0%	0	0.0%
42	0	0.0%	0	0.0%
43	0	0.0%	0	0.0%
44	0	0.0%	0	0.0%
Σ	17		17	

Feita a análise dos resultados obtidos pela rede Neural Artificial face aos valores obtidos com base no calculo do *I Moran*, das 204 freguesias que constituem a região norte de Portugal Continental, o método de cálculo com recurso à RNA, foi melhorada de 2001 para 2011, como seria espectável, a região Norte caracteriza-se predominantemente como sendo rural, ver Tabela 27.

Não sendo novidade, em áreas de características rurais ou pouco urbanas a percentagem de uma boa previsão, que tem por base a metodologia utilizada nas Redes Neurais Artificiais, é elevada, neste sentido é mais fácil obter um resultado satisfatório, em contrapartida em zonas urbanas ou que estejam em constante mudança e mais difícil de se obter uma previsão satisfatória.

Tabela 27 - Síntese do coeficiente de auto correlação, entre as Redes Neurais Artificiais e o calculado com base nos registos censitários

TOTAL	2001	%2001	2011	%2011
11	255	12.6%	275	13.6%
12	0	0.0%	0	0.0%
13	9	0.4%	12	0.6%
14	12	0.6%	3	0.1%
21	0	0.0%	6	0.3%
22	1495	73.9%	1525	75.3%
23	15	0.7%	15	0.7%
24	13	0.6%	18	0.9%
31	22	1.1%	22	1.1%
32	57	2.8%	9	0.4%
33	79	3.9%	82	4.1%
34	0	0.0%	0	0.0%
41	3	0.1%	3	0.1%
42	14	0.7%	7	0.3%
43	1	0.0%	0	0.0%
44	49	2.4%	47	2.3%
Σ	2024		2024	

Pela observação do mapa da Figura 47. constatamos que as regiões a amarelo referem-se a zonas onde a densidade populacional não evoluiu, e por outro lado refere-se às regiões em que a caracterização efetuada através das Redes Neurais Artificiais coincide com a caracterização efetuada com base nos registos censitários. Pelo índice de auto correlação do *I de Moran*, são regiões que estão classificadas no quadrante 2.

As regiões classificadas neste quadrante, indicam-nos que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e que a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

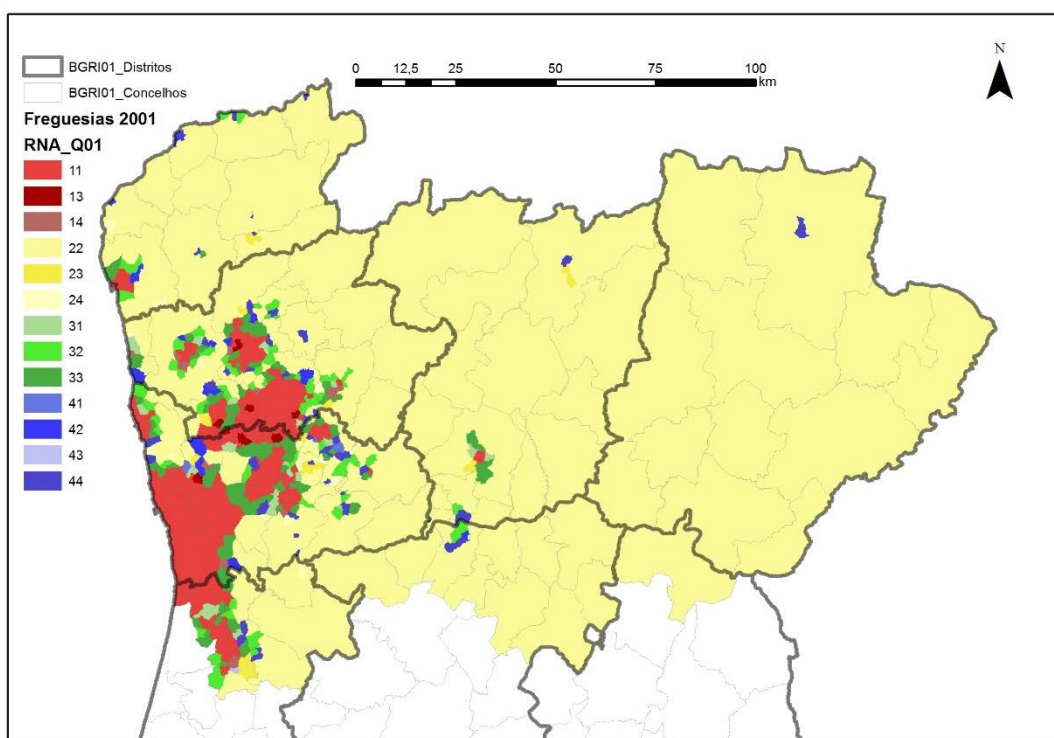


Figura 47 - Análise dos resultados obtido entre a Rede Neural Artificial e os dados provenientes dos registos censitários, para 2001 com recurso ao programa *ArcGIS*

Pela observação da figura supracitada, observamos em tons de encarnado escuro, regiões que transitaram do índice de auto correlação do *I de Moran*, do quadrante 1 para o quadrante 3, dito de outra forma, pela caracterização efetuada a partir das Redes Neurais Artificiais, o índice de auto correlação era 1 e pela caracterização com base nos registos censitários obteve-se o índice de auto correlação 3. Na prática, esta transição é difícil de acontecer, o índice de auto correlação 1 indica que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional, este quadrante indica-nos zonas bem definidas e que o índice de auto correlação no quadrante 3, indica que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional, como já foi explicado anteriormente, esta transição poderá acontecer, se a freguesia passar a depender apenas de características próprias.

Destaca-se as manchas urbanas bem definidas, que se situam na área Metropolitana do Porto, ligando ao quadrilátero urbano, composto pelos municípios de Braga, Famalicão, Barcelos e Guimarães.

Na análise do mapa da Figura 48, referente ao ano de 2011, verifica-se a área preenchida a amarelo no mapa, corresponde tal igual como no mapa de 2001, Figura 47, às regiões onde não houve mudança do índice de auto correlação de *I de Moran*, quando efetuada a classificação com recurso às Redes Neurais Artificiais e através dos registos censitários do quadrante 1. Os índices de auto correlação que se encontram no quadrante 1, correspondem a zonas vizinhas que possuem uma densidade populacional inferior à média nacional, e a freguesia em análise possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

No lado oposto, temos as que pelo índice de auto correlação do *I de Moran* se situavam no quadrante 1 e que através do recurso aos registos censitários se manteve no mesmo quadrante. Um índice de auto correlação situado neste quadrante indica que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Uma outra transição que importa salientar, são as que deram no quadrante 4 a partir das Redes Neurais Artificiais, enquanto que a partir dos registos censitários deu o índice de auto correlação no quadrante 1. A previsão indicava, zonas vizinhas com uma densidade populacional inferior à média nacional e que a freguesia em análise possuía uma densidade populacional superior à média nacional, no entanto, através dos registos censitários indica zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Na leitura do mapa da Figura 48, verifica-se também a transição do quadrante 4 para o quadrante 2, no primeiro caso obtido através da previsão com recursos às Redes Neurais Artificiais como já foi explicado anteriormente, e o quadrante 2 com recurso aos registos censitários. O índice de auto correlação *I de Moran*, no quadrante 2 indica que as zonas

vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e que a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

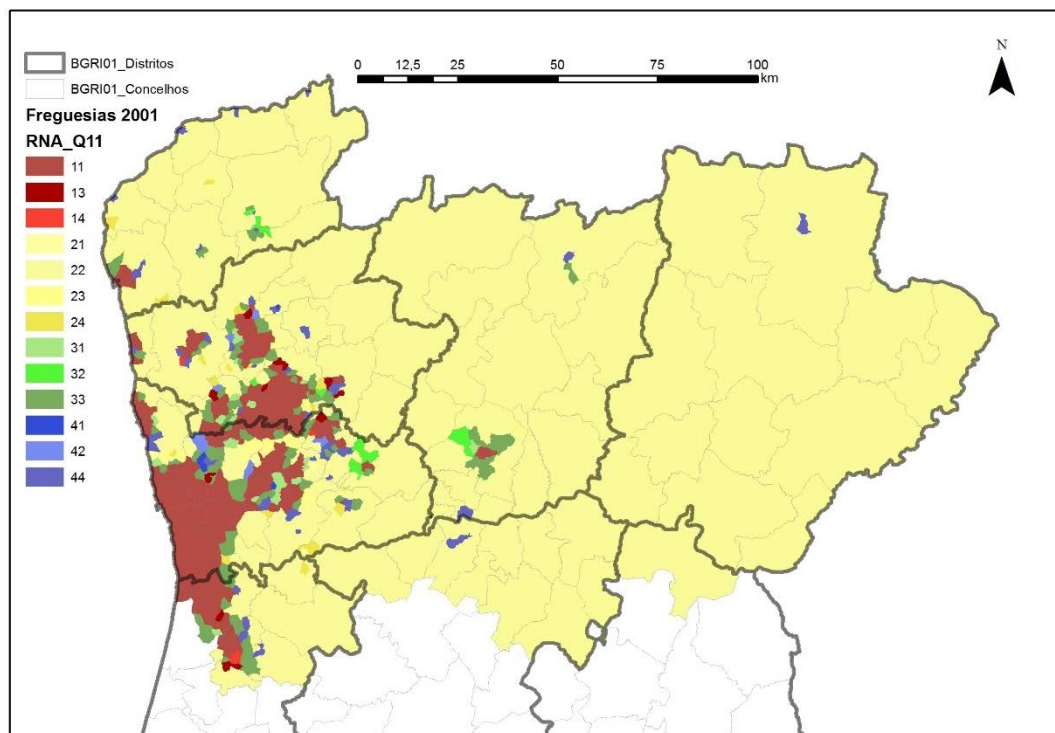


Figura 48 - Análise dos resultados obtido entre a Rede Neural Artificial e os dados provenientes dos registos censitários, para 2011 com recurso ao programa ArcGIS

O mapa da Figura 49, indica-nos a evolução da estrutura urbana ao longo dos anos de 1991, 2001 e 2011, segundo coeficiente de auto correlação de *Univariate Moran*.

A encarnado estão marcadas as regiões da zona Norte de Portugal Continental onde se registou maior evolução ao nível da densidade populacional ao longo de 20 anos. São regiões caracterizadas pelo índice de auto correlação *I de Moran* que se situam no primeiro quadrante.

As regiões marcadas no mapa da Figura supracitada, que se situam neste quadrante de auto correlação indica que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à

média nacional.

Na mesma figura, está marcado as áreas das freguesias em que não sofreram evolução nos primeiros 10 anos, 1991-2010, e que de 2010 a 2011 alteram para o índice de auto correlação de *I de Moran*, para o quadrante 3.

As regiões situadas no quadrante 3, indicam que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. Na verdade, esta transição do quadrante 1 para o quadrante 3 é quase impossível de acontecer, as regiões situadas no quadrante 1, são regiões ao nível da densidade populacional, zonas urbanas bem definidas, já as regiões situadas no quadrante 3, estão a sofrer uma pressão externa por parte da sua vizinhança, para que estas evoluam ao nível da densidade urbana e não que haja uma regressão nesse sentido.

No programa de cálculo GeoDa, programa que permitiu obter a auto correlação do índice *I de Moran* e gerar os gráficos obtidos, pode-se verificar que a zona a onde se localiza no gráfico situa-se na proximidade de zero.

A freguesia onde foi detetada esta transição é Vilaça, pertencente ao distrito de Braga.

Pela leitura do mesmo mapa, as regiões bem definidas são os seguintes distritos, Porto, Braga, Barcelos, Guimarães, algumas freguesias de Aveiro pertencentes à região Norte de Portugal Continental, tais como: Anta, Espinho, Guetim, Paramos, Silvalde, Silvalde, Argoncilhe, Arrifana, Escapães, Fiães, Fornos, Lobão, Lourosa, Mozelos, Nogueira da Regedoura, São Paio de Oleiros, Paços de Brandão Rio Meão, Sanguedo, Santa Maria de Lamas, Santiago de Riba-Ul, São Roque, Vila de Cucujães, São João da Madeira, algumas freguesias pertencentes ao distrito de Viana do Castelo com principal destaque para Darque, Meadela, Santa Maria Maior, no distrito de Vila Real as freguesias de Nossa Senhora da Conceição, São Dinis e São Pedro.

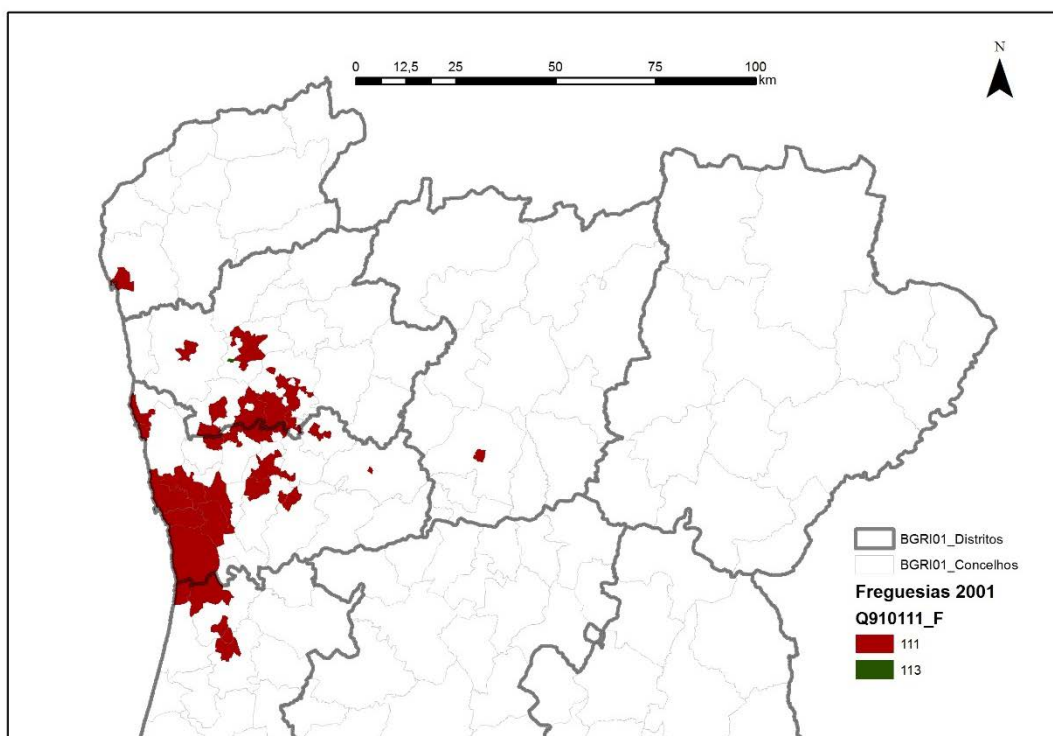


Figura 49 - Mapa gerado no ArcGIS para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 1

No mapa da Figura 50, pode-se observar as transições que partem do quadrante 2, do índice de auto correlação de *I de Moran*.

Como se pode verificar, como cor predominante no mapa temos as regiões pintadas a verde, que nos indicam as regiões que estão no quadrante 2 do índice de auto correlação do *I de Moran*, e que permaneceram com as mesmas características relativamente à densidade Populacional ao longo dos anos 1991, 2001 e 2011.

As regiões situadas neste quadrante indicam que zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional.

De seguida sobressai as freguesias que se situavam na periferia das zonas urbanas bem definidas, estudadas anteriormente

No mapa da Figura 50, vemos como cor predominante o verde, que nos indica uma estrutura

rural do Norte de Portugal Continental, percebemos de imediato que ao longo de 20 anos, o Norte de Portugal não evoluiu, exceto na zona mais a litoral, verifica-se a transição do quadrante 2 para o quadrante 3, ou seja, as zonas vizinhas deixaram de possuir um valor inferior à média global e passaram a possuir um valor superior à média global.

De referir que os distritos que estão inseridos na mancha urbana, referem-se a freguesias que permaneceram como rurais, tais como o município de Braga e do Porto.

De seguida, as regiões que estão em tons alaranjados, identificando-se como 241 e 233, o primeiro caso indica que 1991 para 2001, o índice de auto correlação *I de Moran* transita do quadrante 2 para o quadrante 4, isto é, a freguesia em estudo passa de uma densidade populacional inferior à média nacional para uma densidade superior à média nacional e que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação *I de Moran* transita do quadrante 4 para o quadrante 1, isto é, zonas vizinhas deixam de possuir uma densidade populacional inferior à média nacional, passando a ter uma densidade populacional superior à média nacional. A segunda situação indica que de 1991 para 2001, o índice de auto correlação *I de Moran* transita do quadrante 2 para o quadrante 3, isto é, zonas vizinhas deixam de possuir uma densidade inferior em relação à média nacional para passar a ter uma densidade populacional superior à média nacional, em relação à média nacional mantém-se com uma densidade populacional inferior em relação à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação *I de Moran* mantém-se no quadrante 3.

Estas duas transições, deram-se em freguesias pertencentes ao distrito de Braga e do Porto.

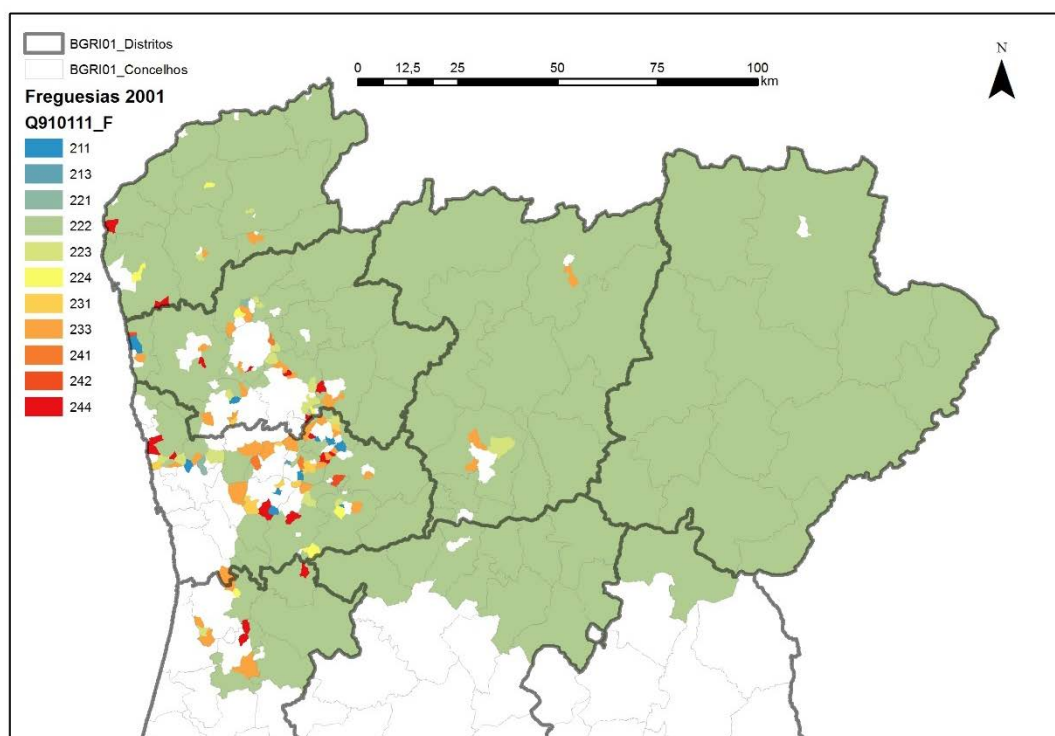


Figura 50 - Mapa gerado no ArcGIS para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 2.

No mapa da Figura 51, temos as freguesias urbanas, cujos vizinhos são de cariz rural, salta à vista as áreas a vermelho. Esta mancha a vermelho tem maior impacto nos distritos de Braga e do Porto, como se pode ver na figura supracitada, e em algumas freguesias da região de Aveiro pertencentes à região Norte de Portugal Continental, o distrito de Vila Real sendo manifestamente rural, também salta a vistam.

De seguida evidencia-se as regiões a azul, em que houve transição do quadrante 3 para quadrante 1 e se mantiveram de 2001 a 2011 neste quadrante, indicam uma área que possui um valor superior à média global, estão localizados nos distritos de Aveiro, Braga e Porto.

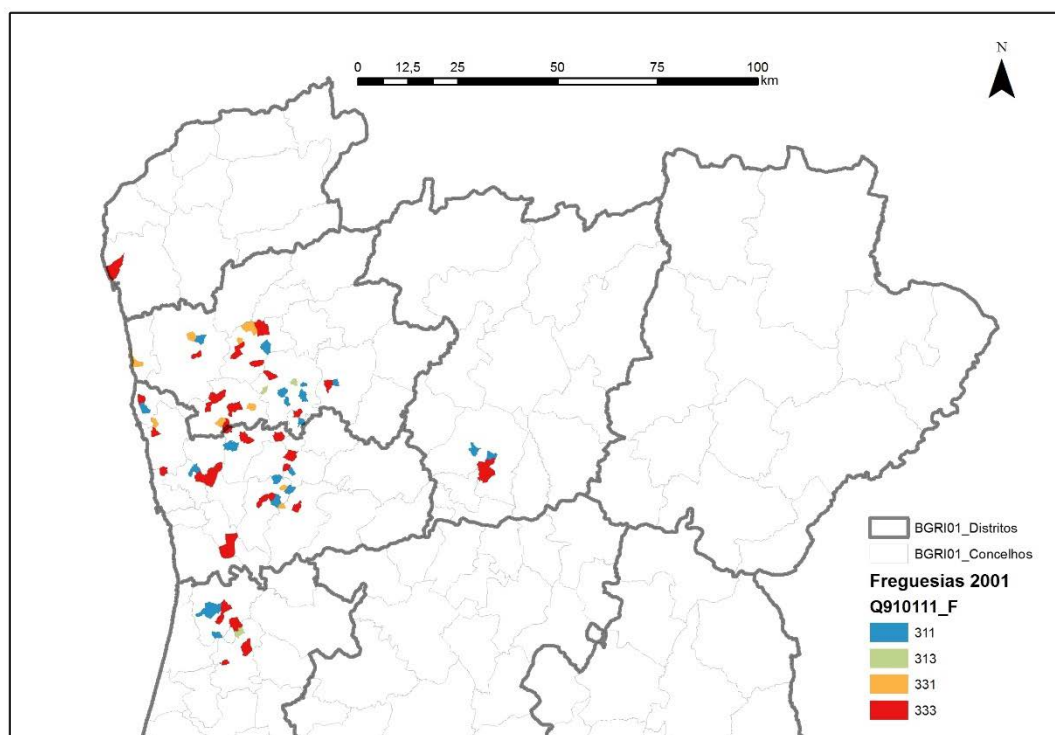


Figura 51 - Mapa gerado no ArcGIS para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 3

No mapa da Figura 52, vemos as freguesias que são consideradas rurais, quadrante 4, o que nos indica que as zonas vizinhas possuem um valor inferior à média global e que a área possui um valor superior à média global. Regiões em que a auto correlação *I de Moran* estejam neste quadrante indicam uma área em que o atributo possui valor diferente ao da média das áreas vizinhas, estas áreas estão localizadas nos seguintes distritos: Braga, Viana do Castelo, Porto, Vila Real e Bragança.

De seguida destaca-se as transições que se fizeram do quadrante 4 para o quadrante 1 e mantiveram-se no quadrante 1, indicam zonas vizinhas que possuem um valor superior à média global e indica uma área em que o atributo possui valor semelhante ao da média das áreas vizinhas.

Nesta situação estão freguesias onde a mancha urbana é maior, nos distritos de Braga e do Porto.

Na Tabela 28, está representado o quadro resumo, por distrito, onde se pode ver que o distrito de Viana do Castelo, é claramente rural e manteve-se assim ao longo dos últimos 20 anos.

O distrito de Braga, apresenta 82 freguesias com estrutura urbana que se mantiveram assim nas 2 últimas décadas, 336 freguesias que se mantiveram rurais.

O distrito do Porto, tem 113 freguesias com estrutura urbana e 159 freguesias que se mantiveram rurais.

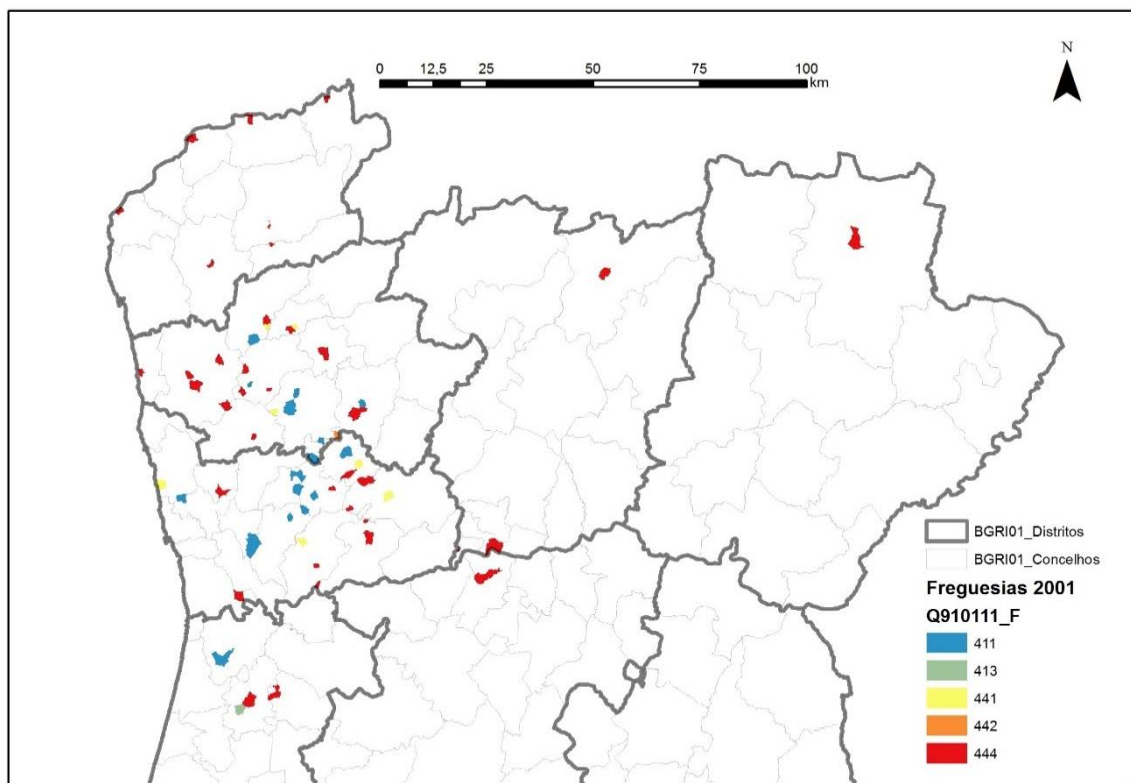


Figura 52 - Mapa gerado no ArcGIS para coeficientes de auto correlação com base nos registos censitários para 1991, 2001 e 2011, para transições a partir do quadrante 3

O distrito de Bragança é praticamente rural, das 298 freguesias, 297 mantiveram-se no quadrante 2 nos últimos 20 anos, apenas a freguesia da Sé em Bragança, manteve-se nos

últimos 20 anos no quadrante 4, o que significa que as zonas vizinhas possuem um valor inferior à média global e a área possui um valor superior à média global.

Tabela 28 - Resumo das alterações dos coeficientes de auto correlação *I de Moran* para os registos censitários de 1991, 2001 e 2011

	Viana do Castelo	BRAGA	PORTO	VILA REAL	Bragança	Aveiro	Viseu	Guarda
111	4	82	113	3	0	23	0	0
113	0	1	0	0	0	0	0	0
211	0	2	8	0	0	0	0	0
221	0	1	1	0	0	0	0	0
222	268	336	159	251	297	49	161	17
223	2	8	7	1	0	1	0	0
224	2	2	2	0	0	1	0	0
231	0	1	10	0	0	0	0	0
233	4	16	19	3	0	5	0	0
241	0	1	2	0	0	0	0	0
242	0	1	1	0	0	0	0	0
244	2	5	10	0	0	3	0	0
311	0	10	7	2	0	2	0	0
313	0	2	0	0	0	1	0	0
331	0	6	3	0	0	0	0	0
333	1	14	15	2	0	5	0	0
411	0	8	9	0	0	1	0	0
441	0	3	4	0	0	0	0	0
442	0	1	0	0	0	0	0	0
444	7	14	12	4	1	2	1	0
TOTAL	290	514	382	266	298	93	162	17

Para se poder ter uma melhor perceção, de seguida será explicado cada uma das diferenças, ver Figura 53.

Visto de uma forma mais simplificada, existem 10 comportamentos implícitos nos resultados obtidos, o primeiro comportamento são “111”, “222”, “333”, “444”, que nos indica que não houve modificação da estrutura urbana ao longo dos anos 1991 para 2001 e de 2001 para 2011. Os outros cenários são, os que estavam no quadrante 3 passaram para o quadrante 1, os que estavam no quadrante 2 passaram para o quadrante 1, do quadrante 3 para quadrante 0 1, quadrante 2 para o quadrante 3, quadrante 3 para o quadrante 4, quadrante 4 para o quadrante

1, quadrante 2 para o quadrante 4, quadrante 1 para quadrante 3 e do quadrante 4 para o quadrante 2, da Tabela 29 à Tabela 36 encontra-se uma breve descrição sobre as transições entre os quadrantes.

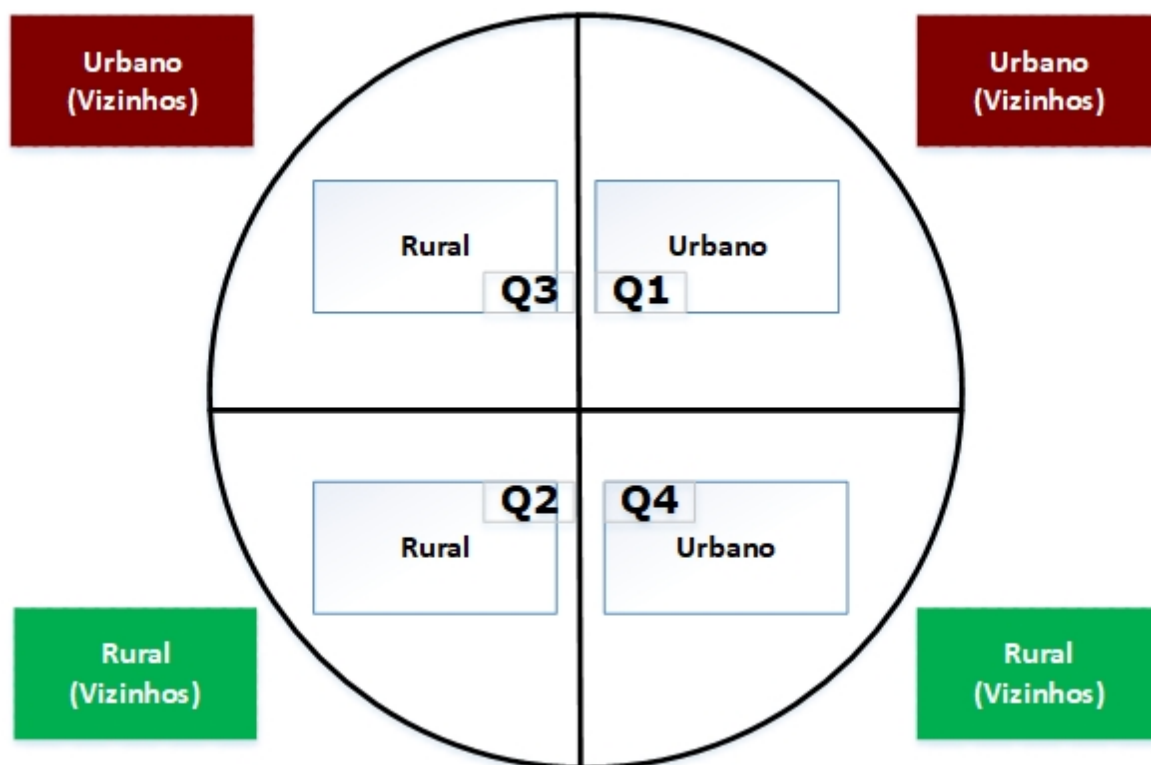


Figura 53 - Conceitos dos Quadrantes da Correlação *I de Moran*

Tabela 29 - Definição da auto correlação *I de Moran*, nos quadrantes em que uma freguesia de mantém constante de 1991 a 2011.

111	De 1991 para 2001 e de 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 1, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional.
222	De 1991 para 2001 e de 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 2, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. As freguesias situadas neste quadrante apresentam uma auto correlação positiva, ou seja, a densidade populacional segue o padrão estabelecido pelos vizinhos.
333	De 1991 para 2001 e de 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 3, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. Os índices de auto correlação situados neste quadrante apresentam uma auto correlação negativa, ou seja, as freguesias possuem uma densidade populacional diferente das médias das densidades das freguesias vizinhas.
444	De 1991 para 2001 e de 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 4, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional. Os índices de auto correlação que se situam neste quadrante indicam tal como no caso anterior um índice de auto correlação negativo, ou seja, a densidade populacional não segue o padrão estabelecido pelas freguesias vizinhas.

Tabela 30 - Definição da auto correlação *I de Moran* da passagem do quadrante 1 para o quadrante 3

113	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 1, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional. De 2001 para 2011 há transição do índice auto correlação de <i>I de Moran</i> do quadrante 1 para o quadrante 3, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise deixou de possuir uma densidade populacional superior à média nacional, passando a ter uma densidade inferior à média nacional.
313	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 3 para o quadrante 1, isto é, zonas vizinhas deixam de possuir uma densidade populacional inferior à média nacional para passar a ter uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo deixa de ter uma densidade populacional inferior à média nacional para passar a ter uma densidade populacional superior à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 1 para o quadrante 3.
331	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 3, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 3 para o quadrante 1, isto é, a freguesia em estudo deixa de possuir uma densidade populacional inferior à média nacional e passa a ter uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 31 - Definição da auto correlação *I de Moran* da passagem do quadrante 2 para o quadrante 1

211	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 2 para o quadrante 1, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 1, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional e que a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.
221	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 2, enquanto que de 2001 para 2011 há uma transição para o quadrante 1, isto é, zonas vizinhas deixam de ter uma densidade populacional inferior à média nacional e passam a ter um valor superior à média nacional, e a freguesia em estudo deixa de ter uma densidade populacional inferior á média nacional e passa a ter uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 32 - Definição da auto correlação *I de Moran* da passagem do quadrante 2 para o quadrante 3

223	De 1991 para 2001 o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 2, isto é, zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, há transição do quadrante 2 para o quadrante 3 o que significa que a freguesia em estudo deixa de possuir uma densidade populacional inferior á média nacional para passar a ter uma densidade populacional superior à média nacional, em comparação da freguesia em análise em relação manteve uma densidade populacional inferior à média nacional.
233	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 2 para o quadrante 3, isto é, zonas vizinhas deixam de possuir uma densidade inferior em relação à média nacional para passar a ter uma densidade populacional superior à média nacional, em relação à média nacional mantém-se com uma densidade populacional inferior em relação à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 3.

Tabela 33 - Definição da auto correlação *I de Moran* da passagem do quadrante 2 para o quadrante 4

224	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 2, isto é, as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, há uma transição do quadrante 2 para o quadrante 4, a freguesia em estudo passou de uma densidade populacional inferior à média nacional para uma densidade populacional superior à média nacional. em relação, às freguesias vizinhas possui uma densidade populacional inferior em relação à média nacional.
244	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 2 para o quadrante 4, isto é, a freguesia em estudo passa de uma densidade populacional inferior à média nacional para uma densidade populacional superior à média nacional, quanto à comparação das zonas vizinhas, possui uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 4.

Tabela 34 - Definição da auto correlação *I de Moran* da passagem do quadrante 2 para o quadrante 3 e deste para o quadrante 1

231	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 2 para o quadrante 3, isto é, zonas vizinhas que possuem uma densidade populacional inferior à média nacional passam a ter uma densidade populacional superior à média nacional. De 2001 para 2011, há transição do quadrante 3 para o quadrante 1, isto é, a freguesia em análise deixou de possuir uma densidade populacional inferior à média nacional para passar a ter uma densidade populacional superior à média nacional, quanto à comparação das freguesias vizinhas em relação à média nacional manteve-se, as freguesias vizinhas possuem uma densidade populacional superior à média nacional.
-----	---

Tabela 35 - Definição da auto correlação *I de Moran* da passagem do quadrante 2 para o quadrante 4 e deste para o quadrante 1

241	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 2 para o quadrante 4, isto é, a freguesia em estudo passa de uma densidade populacional inferior à média nacional para uma densidade superior à média nacional e que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 4 para o quadrante 1, isto é, zonas vizinhas deixam de possuir uma densidade populacional inferior à média nacional, passando a ter uma densidade populacional superior à média nacional.
441	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> mantém-se no quadrante 4, isto é, as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional. De 2001 para 2011, há uma transição do quadrante 4 para o quadrante 1, isto é, as zonas vizinhas deixam de possuir uma densidade populacional inferior à média nacional, passando a ter densidade populacional superior à média nacional e a freguesia em análise possui uma densidade populacional superior à média nacional.

Tabela 36 - Definição da auto correlação *I de Moran* do quadrante 2 para o 4 e deste para o quadrante 2

242	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> transita do quadrante 2 para o quadrante 4, isto é, a freguesia em estudo passa de uma densidade populacional inferior à média nacional para uma densidade superior à média nacional e que as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional. De 2001 para 2011, transita novamente para o índice de auto correlação <i>I de Moran</i> quadrante 2, isto é, a freguesia em estudo passa de uma densidade populacional superior à média nacional para uma densidade populacional inferior à média nacional.
442	De 1991 para 2001, o índice de auto correlação de <i>I de Moran</i> , mantém-se no quadrante 4, isto é, as zonas vizinhas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional e a freguesia em estudo possui uma densidade populacional superior à média nacional. De 2001 para 2011, há uma transição do quadrante 4 para o quadrante 2, isto é, a freguesia em análise passa de uma densidade populacional superior à média nacional para uma densidade inferior à média nacional, a relação das freguesias vizinhas em relação à média nacional estas possuem uma densidade populacional inferior à média nacional.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões Gerais

O presente estudo mostra-nos que existe uma região Norte de Portugal Continental pouco uniforme, uma zona litoral dinâmica em termos de densidade populacional, com zonas densamente povoadas, em contraste com um Alto Minho e um interior com muito menor concentração demográfica.

Na subsecção 2.3.2, referente à análise da evolução demográfica dos municípios das NUTS III da região Norte, verificou-se que os índices de crescimento não são animadores na comparação entre 2001 e 2011 relativamente à população residente. Como se constatou na grande maioria dos municípios analisados, a população diminuiu. O cenário não é de todo favorável, e perante esta análise pode-se colocar a questão de qual será a prospectiva para o futuro destes territórios?

Em grande parte dos municípios analisados, verificou-se que zonas mais periféricas, embora contíguas a zonas de maiores concentrações de população, perderam população. Verificou-se complementarmente que as zonas mais bem definidas a nível de território urbano continuam a aumentar a sua população residente.

Os dados apresentados identificam que os municípios de Braga, Vila Nova de Famalicão, Gondomar, Maia, Matosinhos, Vila Nova de Gaia, foram municípios onde a população aumentou, em alguns casos mais de 17.000 habitantes em 10 anos. Em contrapartida, municípios que eram pouco densamente povoados viram a sua população reduzir. O impacto dessa redução nestes casos é enorme, e de certa forma preocupante, como no caso, por exemplo, de Terras de Bouro, numa população a rondar os 8000 habitantes, perdeu pouco

mais de 1000 habitantes em 10 anos, o que significa estar a caminhar para a sua desertificação.

Porém, apenas da observação dos censos não é possível fazer uma análise criteriosa da relação desses municípios e suas freguesias com os municípios vizinhos, pelo que, se adotou o método de estudo que permitiu essa compreensão através da análise espacial.

A análise espacial agrupa dois universos, a estatística espacial e a modelação espacial. A primeira permitiu compreender os fenómenos que interagem com as variáveis que estão em análise. No caso de estudo desta dissertação a variável adotada é a densidade populacional. A modelação espacial, dessa variável através de mapas, permitiu de uma forma gráfica expor os resultados estudados para a região Norte de Portugal Continental.

Como resultado do estudo efetuado, para os anos de 1991 a 2011, podemos constatar que grande parte das freguesias que compõem a região Norte de Portugal Continental, não sofreram qualquer alteração relativamente à população residente. Na análise dos mapas a percepção era bem visível, as áreas que representam a estagnação estão a amarelo. Em contraponto com esta situação, identificamos a zona metropolitana do Porto e zonas envolventes a Norte, Este e Sul, o Quadrilátero Urbano, e o Eixo urbano do Douro *Alliance*, como as áreas que se afirmaram e consolidaram nestes 20 anos. Como se pode ver na Figura 54, estas zonas foram as que mais contribuíram para a transição das áreas vizinhas de níveis de auto correlação inferior (Rural) para superior (Urbana), passando para estruturas urbanas bem definidas.

Relativamente à metodologia, salienta-se que os resultados obtidos pelo *Univariate de Moran* para os coeficientes cujas transições são pouco prováveis, como foi explicado nos capítulos anteriores, se deve ao facto da população variar ao longo dos anos, é uma evolução relativa e não absoluta, Figura 55. É muito pouco provável que uma freguesia evolua do quadrante 1 para o quadrante 3 na proximidade de um núcleo urbano (classe 113), no entanto esta situação pode acontecer se as freguesias nesta situação passarem apenas a depender de características próprias.

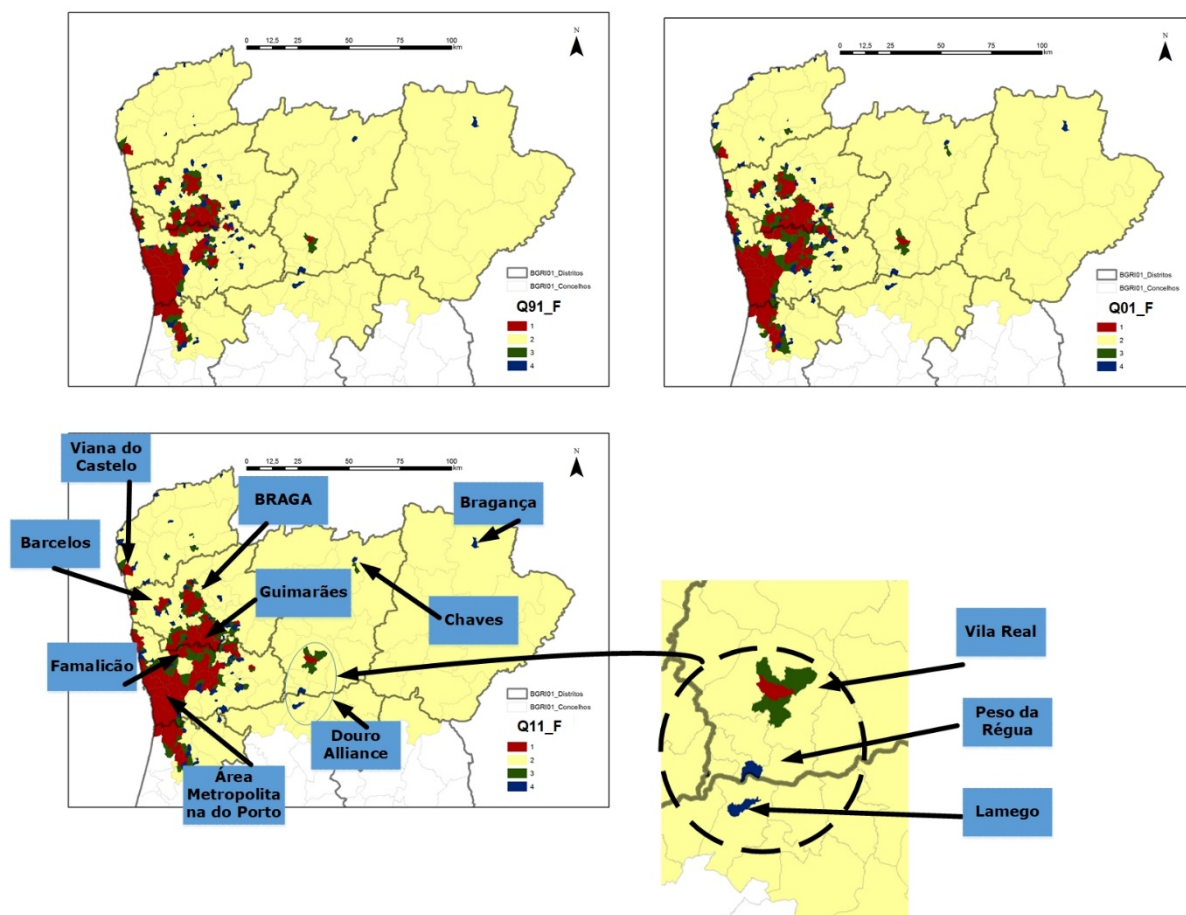


Figura 54 - Evolução da Estrutura Urbana a nível dos registos censitários ao longo de 1991, 2001 e 2011

Uma das causas para se registar este tipo de transições, quadrante 1 para o quadrante 3, está diretamente ligado ao facto de as variáveis em jogo corresponder a dados relativos, no presente estudo a variável é a população residente em Portugal Continental. No entanto, no processo de cálculo do índice de auto correlação *I de Moran*, o cálculo tem em conta dois processos, a média da população residente na vizinhança das freguesias e a relação da média destas em relação às freguesias a nível de Portugal Continental.

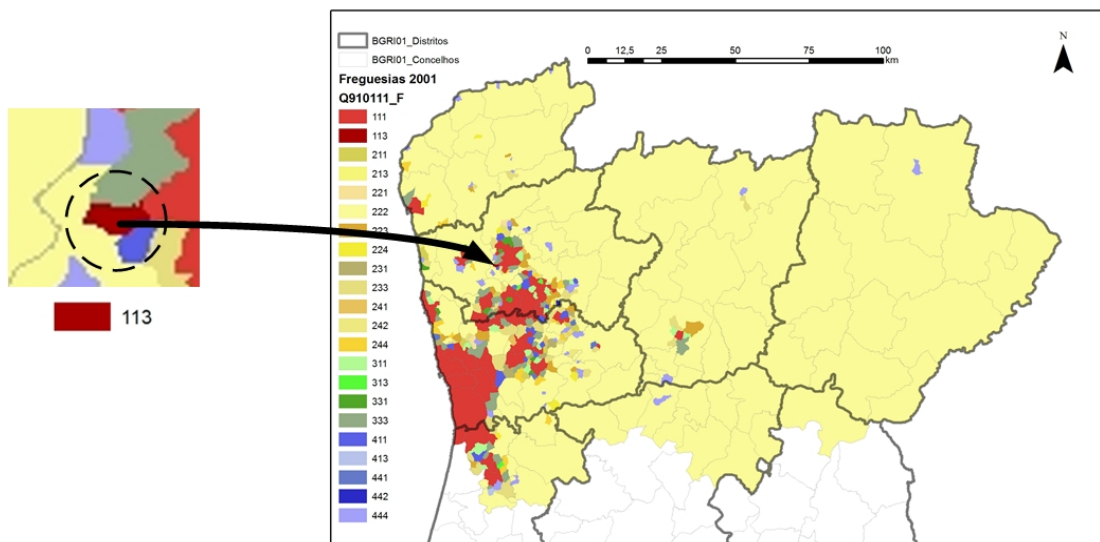


Figura 55 - Mapa obtido no programa *ArcGis*, Análise Espacial da região Norte de Portugal, com recurso aos registos censitários

5.2 Trabalhos Futuros

Após o desenvolvimento desta dissertação pode-se afirmar que, no geral, os objetivos propostos foram alcançados.

No entanto, e considerando que os estudos relativos aos territórios são sempre dinâmicos é possível identificar alguns desenvolvimentos futuros:

- Análise do cenário de evolução da estrutura urbana da região em estudo tendo em conta a rede rodoviária nacional, como fator indutor para essa evolução, e discussão da razão do interior esse fator não ser determinante;

- Análise do cenário de evolução da estrutura urbana da região em estudo tendo em conta a hierarquia das freguesias segundo classes que reflitam a sua classificação como urbanas ou não urbanas, segundo a classificação estabelecida pela Direção Geral do Ordenamento do Território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Nota: As referências foram feitas utilizando a versão EndNote em Inglês, daí que alguma da terminologia surja na língua Inglesa.]

1991. DECRETO-Lei n.º 44/91 de 2 de Agosto Áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto. 2 de Agosto ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA - I SÉRIE -A N.º 176.
- 2001a. Decreto-Lei n.º 18-A/2001 de 3 de Julho, Criação da freguesia de Gândaras, no concelho da Lousã. 3 de Julho ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 152.
- 2001b. Decreto-Lei n.º 18-B/2001 de 3 de Julho, Criação da freguesia de Caxias, no concelho de Oeiras. 3 de Julho ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 152.
- 2001c. Decreto-Lei n.º 18-C/2001 de 3 de Julho Criação das freguesias de Aqualva, Cacém, Mira-Sintra e São Marcos, no concelho de Sintra. 3 de Julho ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 152
- 2001d. Decreto-Lei n.º 18-D/2001 de 3 de Julho Criação da freguesia de Longueira/Almograve, no concelho de Odemir. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 152.
- 2001e. Decreto-Lei n.º 18-E/2001 de 3 de Julho, Criação da freguesia de Santa Cruz/Trindade, no concelho de Chaves. 3 de Julho de 2001 ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA - I SÉRIE-A, N.º 152.
- 2001f. Decreto-Lei n.º 18-F/2001 de 3 de Julho Criação da freguesia de Boavista dos Pinheiros, no concelho de Odemira. 3 de Julho ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA—I SÉRIE-A, N.º 152.
- 2001g. Decreto-Lei n.º 18-H/2001 de 3 de Julho Criação da freguesia de Águas Vivas, no concelho de Miranda do Douro. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 152.
- 2003a. Decreto-Lei n.º 9/2003 de 13 de Maio, Estabelece o regime de criação, o quadro de atribuições e competências das áreas metropolitanas e o funcionamento dos seus órgãos. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N.º 110.
- 2003b. Decreto-Lei n.º 62/2003 de 22 de Agosto Criação da freguesia de Corvite, no concelho de Guimarães, distrito de Braga,. 22 de Agosto ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 193.
- 2003c. Decreto-Lei n.º 63/2003 de 22 de Agosto. Criação da freguesia de Lixa do Alvão, no concelho de Vila Pouca de Aguiar, distrito de Vila Real. 22 de Agosto ed. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A, N.º 193.
- ALMEIDA, R. R. D. 2017. *Sistema de Informações Geográficas - SIG* [Online]. Available: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/sistema-informacoes-geograficas-sig.htm>

- <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/autor/regis-rodriques-de-almeida/> [Accessed Março 2017].
- ANSELIN, L. 1996. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. Em M. Fischer, H. Scholten and D. Unwin (eds.), *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. Taylor & Francis.
- ANSELIN, L. 1995a. Local indicators of spatial association - LISA, *Geographical Analysis*. Vol. 27, 93-115.
- ANSELIN, L. 1995b. Local indicators of spatial association - LISA, *Geographical Analysis*.
- ANSELIN, L. 1998a. Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment. Em P. Longley, S. Brooks, B. Macmillan and R. McDonnell (eds.), *GeoComputation, a Primer..*
- ANSELIN, L. 1998b. Em P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire and D. Rhind (eds.), *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. Geoinformation International, Cambridge.
- ANSELIN, L. & BAO, S. 1997. Exploratory Spatial Data Analysis Linking SpaceStat and ArcView. In: Fischer, M. M. & Getis, A. *Recent developments in spatial analysis*.
- ASSOCIADOS, A. M. 2013. *Estratégia & Plano de Ação "Alto Minho 2020"*.
- ASSUNÇÃO, R. M. 2001. *Estatística espacial com aplicações em epidemiologia, economia e sociologia*. São Carlos: Associação Brasileira de Estatística.
- BARBOSA, F. 2002 *UTILIDADE DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NO INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL (IEFP)*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- BRAGA, M. D. 2015. *Braga 2015, PASSOS FIRMES RUMO AO FUTURO, PLANO DE ATIVIDADES*.
- BURROUGH, P. A. 1989. Burrough, P.A., 1989. Fuzzy mathematic methods for soil survey and land evaluation. *J. Soil Sci.*
- CÂMARA, G. 1993. Anatomia de sistemas de informações geográficas: visão atual e perspectivas de evolução. In: ASSAD, E., SANO, E., ed. *Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura*. Brasília, DF: Embrapa.
- CÂMARA, G., MONTEIRO, A. M., FUCKS, S. D. & CARVALHO, M. S. 2004a. 1 - ANÁLISE ESPACIAL E GEOPROCESSAMENTO.
- CÂMARA, G., MONTEIRO, A. M., FUCKS, S. D. & CARVALHO, M. S. 2004b. 5- ANÁLISE ESPACIAL DE ÁREAS
- CCDR-N 2009. *Proposta de Plano - PLANO REGIONAL DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO DO NORTE – PROT-NORTE*.
- CCDR-N. 2016. *NUTS III* [Online]. Available: http://www.ccdr-n.pt/sites/default/files/ficheiros_ccdrm/institucional/mapa_norte.jpg [Accessed Junho 2016].
- CLÁUDIO DE SOUZA BAPTISTA. 2010. *Sistemas de Informações Geográficas - Unidade 4: Arquitetura de SIG* [Online]. Available: <http://www.dsc.ufcg.edu.br/~baptista/cursos/SIG/> [Accessed].
- COWEN, D. J. 1988. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences- *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 1551-4
- ESRI. 1998. Available: <https://www.esri.com/> [Accessed Março 2016].

- ESTATÍSTICA, I. N. D. *Censos 2011* [Online]. Available: http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS [Accessed Outubro 2016].
- FERNANDES, J. A. R. 2003. A CIDADE, OS MUNICÍPIOS E AS POLÍTICAS: O CASO DO GRANDE PORTO. 1-72.
- FREITAS, M. I. C. D. 2012. ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS.
- INDEPENDÊNCIA, G. 2013. *Geo Independência* [Online]. Available: https://geoind.wordpress.com/2013/12/23/john_snow_revisitado/ [Accessed Setembro 2016].
- JULIÃO, R. P. 2013. Geografia, Informação e Sociedade. GEOINOVA - Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional, nº 0,.
- LACAZE, J. P. 1998. O Ordenamento do Território. Instituto Piaget
- LEVINE, N. 1996. `Spatial statistics and GIS: software tools to quantify spatial patterns. *Journal of the American Planning Association* 62.
- MARQUES, A. P. D. S., HOLZSCHUH, M. L., TACHIBANA, V. M. & IMAI, N. N. 2010. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS DE ÁREA PARA ÍNDICES DE FURTO NA MESORREGIÃO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP.
- NEVES, M. C., RAMOS, F. R., CAMARGO, E. C. G., CÂMARA, G. & MONTEIRO, A. M. 2001. ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL DE DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS DE SÃO PAULO [Online]. Available: http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/marcos_gisbrasil2000.pdf [Accessed Novembro 2016].
- NOVAES, M. R. D., RUDORFF, B. F. T., ALMEIDA, C. M. D. & AGUIAR, D. A. D. junho 2011. Análise espacial da redução da queima na colheita da cana-de-açúcar: perspectivas futuras ao cumprimento do protocolo agroambiental.
- PARDAL, J. 2010. *Cenário de evolução da estrutura urbana da região Norte recorrendo a Análise Espacial*. Universidade do Minho.
- PORDATA. *O que são NUTS* [Online]. Available: <http://www.pordata.pt/O+que+sao+NUTS> [Accessed Junho 2016].
- PORTO, C. M. D. 2012. Plano Director Municipal - 1ª alteração, Planta de Ordenamento, Carta de Hierarquia Rodoviária N.º03.
- RAMOS, R. A. R. & SILVA, A. N. R. 2007. A spatial analysis approach for the definition of metropolitan regions—the case of Portugal. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34, 171-185.
- RAMOS, R. A. R. & SILVA, A. N. R. D. 2003. UM CONTRIBUTO PARA A DELIMITAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA DO NOROESTE DE PORTUGAL. 61 - 82.
- SERRANO, R. M. & VALCARCE, E. V. 2000. Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial. Edicions Universita de Barcelona.
- SILVA, A. N. R. D., RAMOS, R. A. R., SOUZA, L. C. L. D., RODRIGUES, D. S. & MENDES, J. F. G. 2004. SIG - Uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planeamento urbano, regional e de transportes.