

Dinâmica espacial do azinhal em Trás-os-Montes

Renan Gonçalves Santos

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental no âmbito da dupla diplomação com a Universidade FUMEC

Orientado por

Prof. Doutor João Carlos Martins Azevedo (ESA-IPB)

Prof. Doutor Marcelo Ávila Chaves (FEA-FUMEC)

Prof. Doutor João Paulo Miranda de Castro (ESA-IPB)

Bragança

2020

Renan Gonçalves Santos

Dinâmica espacial do azinhal em Trás-os-Montes

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Dupla Diplomação do Instituto Politécnico de Bragança, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Professor orientador IPB: Prof. Doutor João Carlos Martins Azevedo

Professor orientador Fumec: Prof. Doutor Marcelo Ávila Chaves

Professor orientador IPB: Prof. Doutor João Paulo Miranda de Castro

Bragança

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores do Instituto Politécnico de Bragança, Prof. Doutor João Carlos Martins Azevedo e Prof. Doutor João Paulo Miranda de Castro por todo suporte, apoio prestado durante todo o estudo, definição de metodologias, interpretação de resultados, paciência e tempo disponibilizado. Agradeço por vossa dedicação, por serem presentes, e principalmente por compartilhar o vosso conhecimento.

Agradeço ao meu orientador da Universidade Fumec, Prof. Doutor Marcelo Ávila Chaves, por todas indicações principalmente no começo do trabalho, na organização de ideias, quando tudo ainda era uma experiência nova para mim.

Agradeço à Universidade Fumec pela ótima oportunidade oferecida e ao Instituto Politécnico de Bragança pelo acolhimento, e por consequência, terem aberto portas importantes para meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus pais, Renato e Flávia, e ao meu irmão Guilherme por todo suporte e principalmente pela confiança depositada durante toda essa longa jornada. Agradeço à minha madrinha Simone (in memoriam), que foi quem me acolheu e me levou ao primeiro dia de aula no início de tudo. À minha prima Paula que até dividiu seu quarto comigo e à Chris por colocar ordem na casa.

Agradeço todos meus amigos, familiares, professores, funcionários das universidades, e pessoas que cruzaram meu caminho, por todos os conselhos e incentivos que me acrescentaram, ou não, pois de alguma forma contribuíram para um momento de reflexão.

Dedico esta dissertação ao meu avô e professor Lélío (in memoriam).

RESUMO

O presente estudo visa analisar a dinâmica de bosques de azinheira (*Quercus rotundifolia*) à escala regional, para todo o distrito de Bragança, e à escala local, para freguesia de França, localizada no nordeste transmontano, parte setentrional do concelho de Bragança. O trabalho consistiu em comparar com auxílio de métricas da paisagem, a distribuição e estrutura espacial dos azinhais ao longo do tempo com base em informação espacial obtida a partir de fontes diversas, como imagem de satélite e fotografia aérea, para descrever modificações e compreender as alterações na paisagem. As questões de investigação abordadas neste trabalho foram: (i) Qual tem sido a dinâmica temporal e espacial dos bosques de azinheira na região? (ii) Essa dinâmica obedece a algum padrão espacial? e (iii) Que fatores explicam esse padrão?

Em relação à análise à escala da região, notou-se uma variação pouco significativa nas áreas de azinhal, o que se refletiu também ao nível da sua estrutura na paisagem. À escala local observaram-se grandes mudanças, mostrando um comportamento altamente dinâmico em direção do aumento da área ocupada e redução da complexidade geométrica, sem apresentar sinais de estabilização em um curto espaço de tempo.

Palavras-chave: azinheira, dinâmica, padrão, fatores, espacial.

ABSTRACT

This study aims to analyze the dynamics of holm oak woodlands (*Quercus rotundifolia*) at the regional level, district of Bragança, and at the local level, França parish, located in the northeast of Portugal, northern part of the municipality of Bragança. The work consists of comparing, based on landscape metrics, the spatial distribution and pattern over time using spatial information from different sources, namely satellite imagery and aerial photographs to describe changes and the distribution of the holm oak patches and to understand landscape changes. The research questions to be addressed were: (i) What has been the temporal and spatial dynamics of holm oak woodlands in the region? (ii) Does this dynamic follow any spatial pattern? And (iii) What factors explain this pattern? At the regional scale there was a very slight variation in the areas of holm oak woodlands that were responsible also for stability of the landscape pattern over time. At the local scale there were significant changes, showing a highly dynamic behavior towards the increase of the area of woodlands and reduction of their geometric complexity, not seeming to stabilize in a brief time.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Descrição da espécie	13
2.2 Dinâmica da azinheira em terras abandonadas	15
2.3 Medidas de proteção à espécie	16
2.4 Comportamento em relação ao fogo.....	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1 Análise da dinâmica do azinhal à escala da região.....	21
3.2 Análise da dinâmica do azinhal à escala local	24
3.3 Descrição da dinâmica dos azinhais com métricas da paisagem	26
3.3.1 Métricas da classe	28
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	40
4.1 Dinâmica do azinhal à escala da região.....	40
4.2 Dinâmica do azinhal à escala local	44
4.3 Comparação da estrutura do azinhal a duas escalas	56
5 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS.....	65

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Azinhais na região de Trás-os-Montes. Fonte: J. Azevedo (2007)....	15
Figura 2. Distribuição do azinhal (número de polígonos e área) segundo a posição na encosta. Fonte: ESA (2011).....	16
Figura 3. Área de estudo à escala regional (Distrito de Bragança) e à escala regional (Freguesia de França).	19
Figura 4. Representação esquemática da metodologia seguida no presente trabalho.	20
Figura 5. Uso do solo no distrito de Bragança (Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018).	22
Figura 6. Percentual de cada espécie para a COS de 2018 no distrito de Bragança (DGT, 2018).	24
Figura 7. Azinhal predominantemente na parte do meio das encostas na freguesia de França observadas durante as visitas de campo.	26
Figura 8. Zona de visita de campo na freguesia de França.	27
Figura 9. Interface do software Fragstats 4.2.	28
Figura 10. Exemplo da relação do aumento do perímetro com a complexidade da mancha.....	30
Figura 11. Desenho esquemático do cálculo da métrica GYRATE.	32
Figura 12. Manchas compostas por células unitárias exibindo diferentes comprimentos e mesmo altura.	34
Figura 13. Comportamento da métrica FRAC quando o comprimento da mancha aumenta mantendo a mesma altura.....	35

Figura 14. Manchas que possuem o mesmo valor de área e diferentes valores de perímetro.	36
Figura 15. Comportamento da métrica FRAC para manchas que apresentam diferentes perímetros e a mesmo valor de área.	37
Figura 16. Variação das métricas de forma no distrito de Bragança entre 1995 e 2015.	42
Figura 17. Variação das métricas CA e TCA no distrito de Bragança entre 1995 e 2015.	43
Figura 18. Variação das métricas PLAND e CPLAND no distrito de Bragança entre 1995 e 2015.	44
Figura 19. CA e NP das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	46
Figura 20. Manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	47
Figura 21. CA e TE das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	48
Figura 22. GYRATE_MN das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	49
Figura 23. Métricas de forma das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	52
Figura 24. TCA e NDCA das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	53
Figura 25. CAI_MN das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.	55
Figura 26. Distância euclidiana média do vizinho mais próximo (ENM_MN) das manchas de azinhal na freguesia de França entre os anos de 1958 e 2015. ..	56

Figura 27. Comparação da área da freguesia de França e distrito de França compreendida pelas manchas de azinhal.	57
Figura 28. Comparação da área da freguesia de França e distrito de França compreendida pelas manchas de azinhal.	58
Figura 29. Comparação da densidade de bordadura (ED) do distrito de Bragança e freguesia de França.	59
Figura 30. Comparação do índice de maior mancha (LPI) entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.	59
Figura 31. Comparação do índice de maior mancha (LPI) entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.	60
Figura 32. Comparação das métricas de forma entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.	61
Figura 33. Comparação da métrica CPLAND entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.	62
Figura 34. Comparação da métrica CAI_MN entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.	62
Figura 35. Comparação da distância euclidiana média do vizinho mais próximo (ENN_MN) do distrito de Bragança e freguesia de França.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes da COS consideradas na análise para o distrito de Bragança.	23
Tabela 2 – Métricas da classe azinhal no nível do distrito de Bragança com base em dados da COS entre 1995 e 2015.....	40
Tabela 3 – Métricas analisadas no nível da freguesia de França entre 1958 e 2015.	45

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica espacial da paisagem e dos ecossistemas que a compõe reflete as mudanças contínuas que o homem faz em seu ambiente. Um espaço é único, mas ao mesmo tempo dinâmico, e está em constante interação com todos os elementos que o incluem (Munoz et al., 2010). O comportamento dinâmico da vegetação ao longo do tempo pode ser analisado a partir de uma perspectiva espacial com auxílio das ferramentas de geoprocessamento ancoradas (Lima e Almeida, 2017).

Na Península Ibérica, a expansão da agricultura entre o final do século XIX e o início do século XX diminuiu a heterogeneidade da paisagem através do domínio da agricultura e do pastoreio extensivo, causando a fragmentação dos habitats naturais. Essas atividades mantinham cargas de combustível em níveis baixos e uma configuração de paisagem desfavorável à ocorrência de incêndios grandes e intensos (Azevedo et al., 2013).

No início do século XXI, índices demográficos apontaram uma redução considerável na densidade populacional e elevado envelhecimento das populações rurais residentes no Nordeste de Portugal (INE, 2011). A escassez de solos agrícolas de qualidade, o acidentado do terreno e os reduzidos períodos de crescimento das culturas derivadas do clima impediram a industrialização da agricultura contribuindo para o despovoamento da região. Também houveram fluxos internos para o litoral, onde se situam os principais centros urbanos, industriais e comerciais do país, e do meio rural para os centros urbanos da região, onde a oferta de trabalho e condições de vida, apesar de limitada, maior, aceleraram o processo geral de abandono (Azevedo et al., 2011).

A partir da segunda metade do século XX, o abandono da agricultura em Portugal foi um dos processos socioeconômicos com grande efeito potencial nos serviços dos ecossistemas (Aguilar et al., 2009), aumentando tanto o risco de incêndios nas paisagens (Azevedo et al., 2011; Loepfe et al., 2010; Viedma et al., 2006), como a recuperação de espécies como a azinheira, não apenas por causa da invasão de vegetação no que antigamente era agricultura ou pastagem,

mas também devido a aumentar a conectividade de tipos de uso e cobertura de terra inflamável na paisagem, ou seja, floresta e matos (Bielsa et al., 2005).

Este estudo tem como objetivo analisar a dinâmica espacial e temporal dos bosques de azinheira (*Quercus rotundifolia*) a duas escalas: a uma escala regional (Bragança) em um intervalo temporal de 20 anos, entre 1995 e 2015, e para a escala local (Freguesia de França), em um intervalo de 57 anos, entre 1958 e 2015. O trabalho está estruturado com fundamentação teórica, visando mostrar uma perspectiva do comportamento da espécie em ambas escalas, e posteriormente, apresenta-se os materiais e métodos utilizados na pesquisa, seguidos da apresentação e discussão dos resultados obtidos no estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Descrição da espécie

A azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.), holm oak em inglês, é nativa da bacia do Mediterrâneo e está distribuída por toda região, de Portugal à Síria (Sousa et al., 2015), numa área que se estende por 6000 km longitudinais, e de Marrocos/Argélia à França em 1500 km latitudinais (Terradas, 1999). De acordo com o 6º e último Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2015), a azinheira ocupa uma área de 349,4 mil hectares em Portugal continental.

É uma espécie xerófita, de crescimento lento, podendo alcançar 18 metros de altura, mas é encontrada em Trás-os-Montes com maior frequência com porte arbustivo (4-6m). A azinheira regenera sexuada e vegetativamente, ocorrendo principalmente por via vegetativa em manchas com forte produção de frutos, denominadas bolotas (Ceballos e Ruiz, 1979).

Com relação à longevidade, pode alcançar 6 ou até 7 séculos de vida, devido à sua resistência e capacidade de sobrevivência a longos períodos de seca. Desenvolve-se em todo o tipo de solos, podendo ser encontrada sozinha ou com outras espécies de árvores e arbustos (Denia e Bayo, 1996).

Considerada uma espécie central das florestais ibéricas mediterrânicas, a azinheira é a base de um ecossistema complexo da Península. Sua estratégia de vida consiste em uma combinação de muitos mecanismos adaptados às condições do solo, ao clima mediterrâneo, como a natureza esclerófila (adaptação a longos períodos de secura) de suas folhas, seu poderoso sistema radicular, e a abundância de reservas de nutrientes em seus frutos (Bocio et al., 2004). É uma espécie robusta, de crescimento lento, vigoroso, indiferente à exposição e geralmente considerada uma espécie de luz em seu estado maduro (Bocio et al., 2004).

Azinheiras prestam serviços importantes a muitas outras espécies e ao ecossistema como um todo. São descritas como “engenheiras do ecossistema” (Díaz et al., 2003) por serem capazes de melhorar o microclima e a fertilidade a

capacidade de retenção de água no solo (Moreno et al., 2007) e suportam uma grande diversidade de plantas e animais (Díaz et al., 2003).

A azinheira forma bosques (azinhal) e sistemas agroflorestais (montado). Serrano et al. (2017) ressalta que o azinhal (Fig. 1) é composto por um extenso aglomerado de azinheiras em determinada área. No distrito de Bragança, na maior parte da sua área de distribuição a espécie é encontrada na forma de bosque ou matos puros, mas pode estar associada a outras espécies como *Quercus suber* (sobreiro), *Quercus pyrenaica* (carvalho) ou, com menor frequência, *Olea europaea* (oliveira), *Juniperus oxycedrus* (zimbros), *Castanea sativa* (castanheiro), *Arbutus unedo* (medronheiro) e espécies ripícolas, como é o caso de *Fraxinus angustifolia* (freixo), *Alnus glutinosa* (amieiro), *Salix salvifolia* (salgueiro) e *Populus nigra* (choupo). O azinhal pode aparecer sob a forma de bosque ou sebe nas bordas das parcelas agrícolas, mesmo que seja com menor ocorrência, como acontece no concelho de Miranda do Douro (ESA, 2011).

Já o montado de azinho, é um ecossistema misto de pastagens permanentes e árvores, fundamentalmente azinheiras, com produção de bolotas para a alimentação animal (David et al., 2013). Em Portugal, os montados de azinho estão presentes no interior alentejano, quase sempre associados com pastagens e culturas agrícolas (ESA, 2011).



Figura 1. Azinhais na região de Trás-os-Montes. Fonte: J. Azevedo (2007).

2.2 Dinâmica da azinheira em terras abandonadas

No distrito de Bragança os bosques de azinheira ocupam uma área de 16 789 ha e seus processos de expansão podem ocorrer de forma artificial ou espontânea, por meio de regeneração natural (ESA, 2011).

A proliferação das azinheiras se torna fato comum em terrenos agrícolas abandonados, e em consequência do abandono marginal da terra, a tendência é que as florestas restabelecidas se tornem fontes de sementes, provocando a expansão da espécie, que é tolerante a estresse hídrico e nutricional, e capaz de prosperar em afloramentos rochosos e encostas íngremes (Azevedo et al., 2013).

O abandono de terras pela agricultura causa uma mudança drástica na composição da paisagem. As áreas antes ocupadas pela agricultura são substituídas por arbustos e florestas (Lasanta et al., 2006). No contexto de Portugal, uma região montanhosa que passou por um abandono de terras devido as mudanças socioeconómicas foi a freguesia de França, no nordeste de Portugal. Azevedo et al. (2011) realizaram um estudo sobre o impacto do abandono da agricultura da freguesia de França analisando fotografias áreas do período de

1958 a 2005. Em relação a ocupação do solo por florestas, houve um aumento de 13,8% em 1958 para 20,8% em 2005. No mesmo período, a agricultura apresentou a queda mais significativa, reduzindo de 1174 ha (22% da área da Freguesia de França) em 1958 para 260 ha (5%) em 2015. Uma perda de 77% da agricultura neste período.

Conforme sugerido por pesquisas anteriores (ESA, 2011), onde bosques de azinheira foram estudados em todo o distrito de Bragança, os resultados apontaram que os azinhais apareciam com uma frequência maior na parte do meio das encostas, porém, sua representatividade quanto à abrangência de área ocupada é apontada quando ocupa a maior parte da encosta.

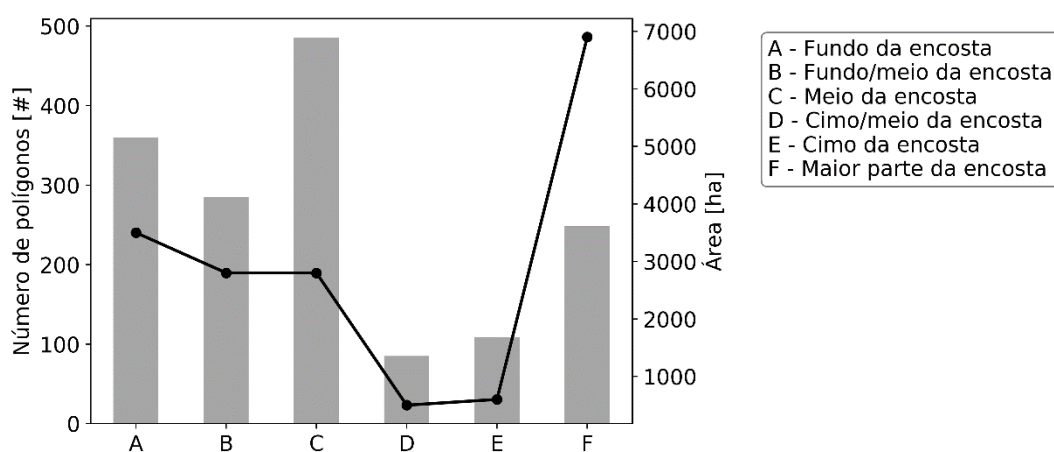


Figura 2. Distribuição do azinhal (número de polígonos e área) segundo a posição na encosta. Fonte: ESA (2011).

2.3 Medidas de proteção à espécie

A azinheira encontra-se protegida legalmente desde 2001. De acordo com o Decreto-Lei n.º 169/2001, de 25 de maio, alterado pelo Decreto-Lei n.º 155/2004, de 30 de junho, “as medidas de proteção à azinheira, visam a salvaguarda dos ecossistemas em causa e adaptar o procedimento relativo às competências para autorizações de cortes ou arranques da espécie”. Tem como objetivo “garantir a defesa e valorização integrada da diversidade do território nacional e o aproveitamento racional dos recursos naturais e face às várias

pressões de que os agro-sistemas em causa têm vindo a ser alvo, são estabelecidas as medidas de carácter dissuasor a eventuais violações ao disposto na legislação”.

Diante da sua importante função na conservação do solo, na regularização do ciclo hidrológico e na qualidade da água (Ribeiro et al., 1997), a política atual contribui de forma importante para conservar a espécie no país.

2.4 Comportamento em relação ao fogo

Na Península Ibérica, a interação do fogo com o padrão da paisagem é afetada não apenas por fatores bioclimáticos, mas também pela paisagem atual e histórica e pelas práticas de manejo de ecossistemas (Pausas, 2006). Os bosques de azinheiras têm sido capazes de persistir em paisagens propensas a incêndios no norte de Portugal, onde parecem desempenhar um papel relevante nos padrões e processos ecológicos, nomeadamente no controlo de perturbações e na manutenção da biodiversidade (Azevedo e Caçador, 2000; Azevedo et al., 2013).

Embora esta questão raramente tenha sido abordada na literatura, as bordaduras da floresta podem ter um papel importante no controle da propagação do fogo. Afetam o comportamento do fogo ao interromper a sua propagação na zona de bordadura, e as bordaduras criadas pelo fogo afetam a riqueza, abundância e distribuição das plantas herbáceas mantendo a diversidade de habitat, o que aumenta a diversidade de plantas nos níveis de fragmentos e da paisagem (Azevedo et al., 2013). Vários incêndios florestais observados durante a década de 1990 e 2000, na verdade, se autoextinguíram na bordadura desses bosques. Evidências adicionais de florestas de azinheira servindo de barreiras contra o fogo foram obtidas comparando-se a distribuição mapeada de florestas de azinheira e áreas queimadas no nordeste de Portugal. A riqueza de plantas tende habitualmente a ser maior perto da bordadura do que dentro de florestas, principalmente devido a mudanças na radiação, humidade e temperatura observadas nessa zona de transição (Gignac e Dale, 2007).

Entre 2001 e 2010, 33,5% dos incêndios ocorridos no município de Bragança (principal município da região) foram relacionados às atividades de manejo da terra (Azevedo et al., 2013). A azinheira tipicamente ressurge vigorosamente após o fogo, facilitando a manutenção de florestas na paisagem (Broncano et al., 2005). Embora os incêndios tendam a favorecer as ressurgências pós-fogo (Buhk et al., 2007), a azinheira é relativamente vulnerável a repetidas perturbações (Bonfil et al., 2004). No nordeste de Portugal florestas de azinheira sobrevivem ao fogo (Azevedo e Caçador, 2000), muito devido à grande capacidade para rebentar de toija ou de rebentos basais (ESA, 2011). Já os locais com menor densidade de bosques de azinhal, estão suscetíveis a ter um maior crescimento de matos, fazendo com que parte destes bosques seja uma grande fonte de combustível para a propagação de incêndios (ESA, 2011).

Outro fator contribuinte para o aumento na incidência de queimadas é o abandono de terras, que aconteceu principalmente no período de desocupação de terras agrícolas em regiões montanhosas. Devido a maior quantidade de combustível disponível e homogeneização das áreas abandonadas, as queimadas tendem a ser mais intensas e extensas. O estudo realizado por Azevedo et al. (2011) na freguesia de França mostrou que em quase 50 anos a intensidade e extensão simulada dos incêndios aumentaram devido ao aumento da área ocupado por florestas causados pelo abandono das áreas antes ocupadas pela agricultura.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A análise da dinâmica dos azinhais foi desenvolvida a duas escalas, a região (Distrito de Bragança) e a freguesia (Freguesia de França), utilizando métodos de recolha e representação da informação ajustados às mesmas. A análise baseou-se na quantificação de métricas de composição e configuração da paisagem.

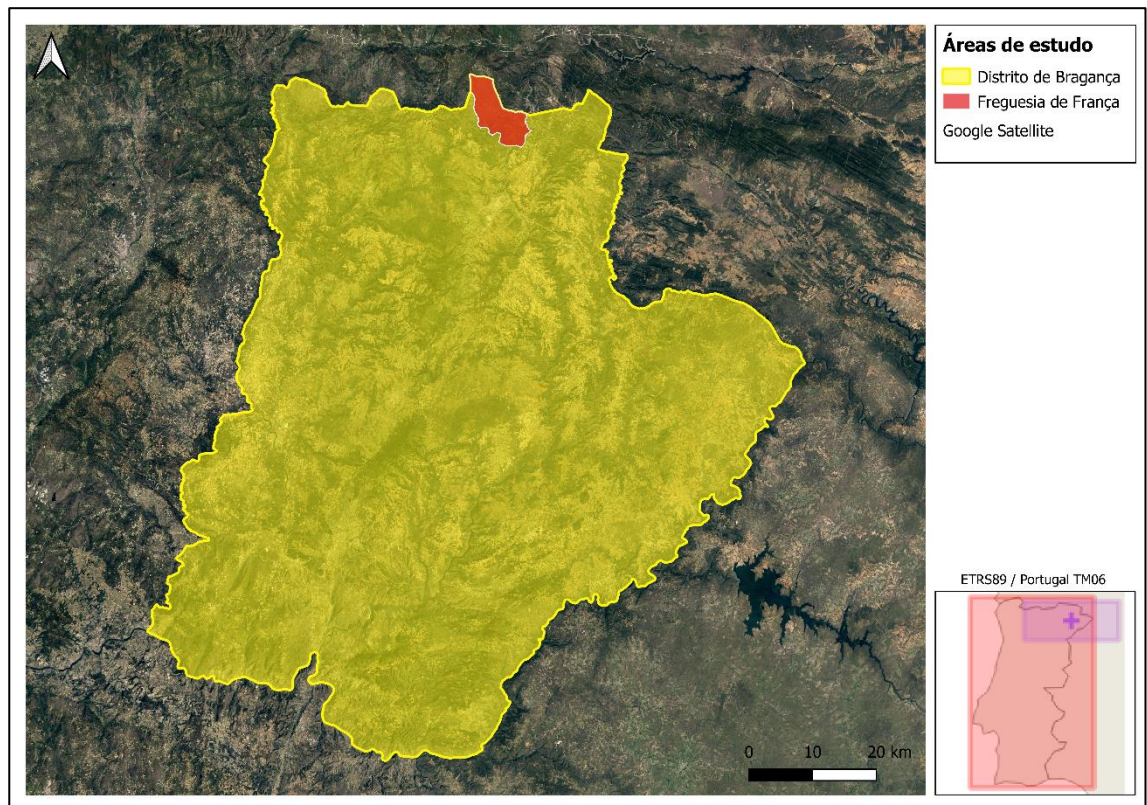


Figura 3. Área de estudo à escala regional (Distrito de Bragança) e à escala regional (Freguesia de França).

Tendo em vista os objetivos propostos neste trabalho, foi definida uma metodologia de recolha e análise de informação, sintetizada na Fig. 4.

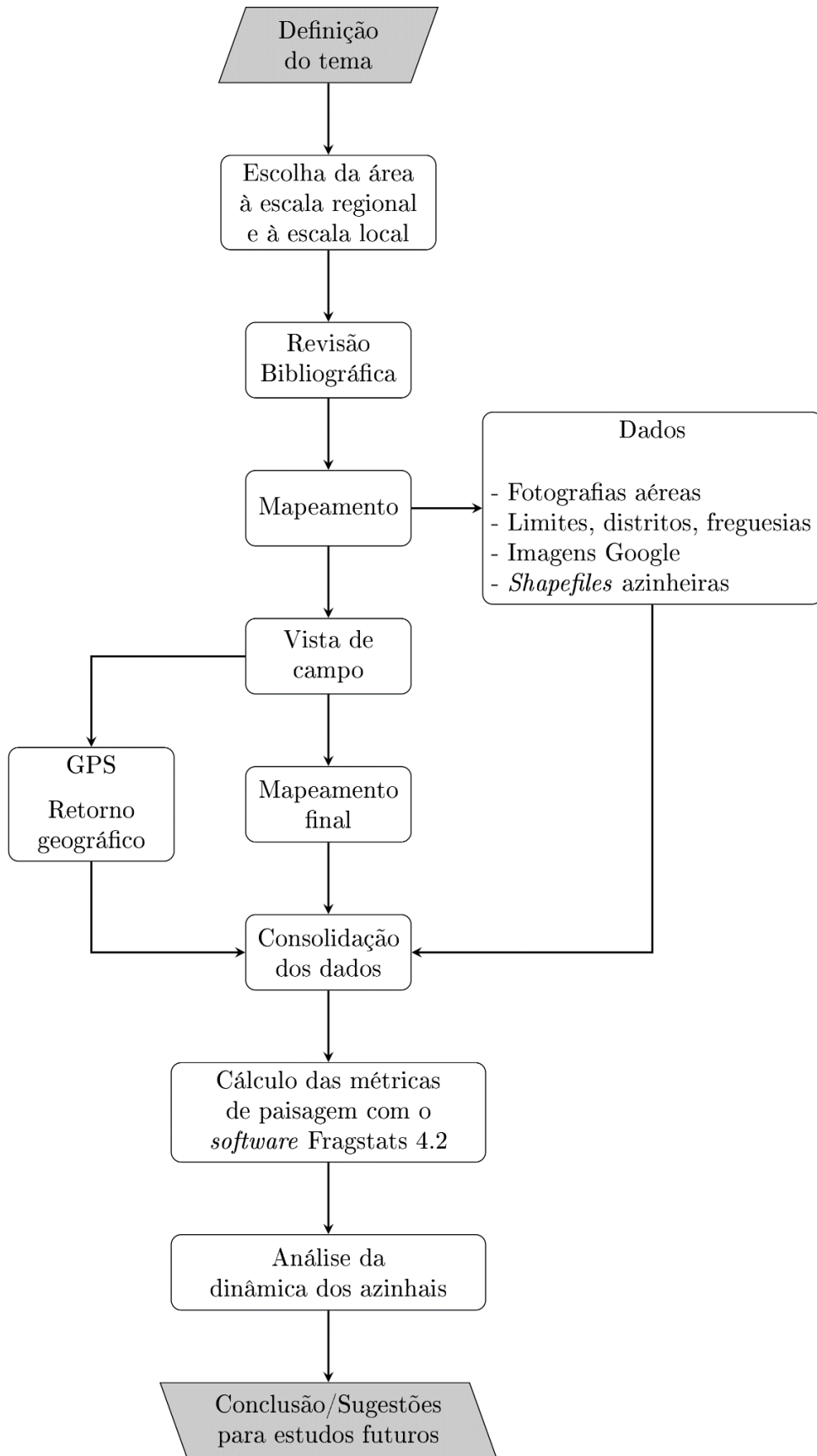


Figura 4. Representação esquemática da metodologia seguida no presente trabalho.

3.1 Análise da dinâmica do azinhal à escala da região

A área de estudo é o distrito de Bragança, situada na região Nordeste de Portugal, com relevo acidentado e montanhoso, apresentando clima temperado com verão seco e suave (CSB) na parte Norte do Distrito e temperado com verão quente e seco (CSA) na parte Sul, nas áreas com influência direta do vale do Douro, de acordo com a classificação climática de Köppen (Azevedo et al., 2011).

Para a análise da dinâmica do azinhal à escala da região utilizaram-se dados espaciais e alfanuméricos da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) (Caetano et al., 2017). A COS é uma ferramenta fundamental para estudos ambientais e planeamento e gestão de recursos florestais e agrícolas. Foi produzida pela Direção-Geral do Território (DGT) para Portugal Continental para os anos de 1995, 2007, 2010, 2015 e 2018 (Caetano et al., 2017). O uso e a ocupação do solo estabelecem o mais conjuntural de todos os elementos que caracterizam o espaço, seja a nível da cobertura vegetal ou de qualquer outra estrutura de carácter antropogénico. É importante ressaltar que estabilidade temporal e estrutural dos dados é baixa, portanto, carece de atualizações recorrentes (Guioimar et al., 2009). A Fig. 5 indica os principais tipos de ocupação e utilização da terra e a Fig. 6 indica a distribuição percentual de cada espécie florestal no distrito de Bragança segundo a COS do ano de 2018.

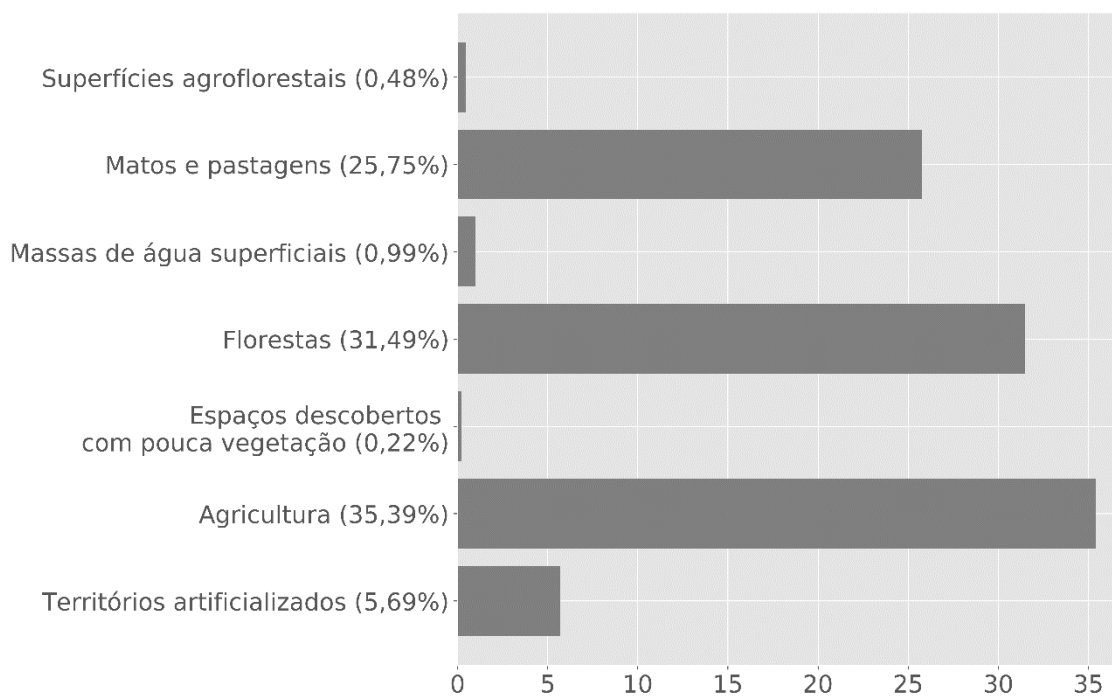


Figura 5. Uso do solo no distrito de Bragança (Carta de Uso e Ocupação do Solo 2018).

A avaliação do uso e ocupação do solo tem um papel muito importante na definição de políticas de ordenamento do território sustentáveis e na previsão de cenários futuros a partir da análise de alterações e transições que aconteceram no passado. Contudo, nas últimas décadas, Portugal passou por consideráveis alterações no uso e ocupação do solo que não foram devidamente quantificadas antes do ano de 1985 (Meneses et al., 2013).

Os dados utilizados para realizar a análise à escala regional neste trabalho foram obtidos a partir da plataforma da DGT. Foi necessário o uso da extensão “*Shoyu RSS/Atom Feed Preview*” para ter acesso aos dados dos anos de 1995 a 2015. Posteriormente, foram selecionadas todas as classes que incluem azinheira em todo o distrito de Bragança (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes da COS consideradas na análise para o distrito de Bragança.

Código	Descrição
2.4.4.01.2	SAF de azinheira com culturas temporárias de sequeiro
2.4.4.01.6	SAF de sobreiro com azinheira e culturas temporárias de sequeiro
2.4.4.03.6	SAF de sobreiro com azinheira com pastagens
2.4.4.04.2	SAF de azinheira com culturas permanentes
3.1.1.01.2	Florestas de azinheira
3.1.1.02.2	Florestas de azinheira com folhosas
3.1.3.01.2	Florestas de azinheira com resinosas
3.2.4.01.2	Florestas abertas de azinheira
3.2.4.02.2	Florestas abertas de azinheira com folhosas
3.2.4.05.2	Florestas abertas de azinheira com resinosas
3.2.4.08.2	Cortes rasos de florestas de azinheira
3.2.4.10.2	Novas plantações de florestas de azinheira
3.3.4.02.2	Áreas ardidadas em florestas de azinheira
SAF - Sistemas agroflorestais	

Os dados disponíveis da COS de 1995 a 2015, classificam as unidades do território em nove megaclasses (Territórios artificializados, Agricultura, Pastagens, Sistemas agroflorestais, Floresta, Matos, Espaços descobertos ou com vegetação esparsa, Zonas húmidas e Corpos de água) e 225 classes. Destas 225 classes, 13 incluem azinheiras, estão presentes no distrito de Bragança e foram utilizadas para analisar a dinâmica espacial das azinheiras à escala regional neste trabalho (Tabela 1). No ano de 2018, os azinhais, em todas as classes consideradas, representavam uma área de 4,09 mil hectares no distrito de Bragança (DGT, 2018).

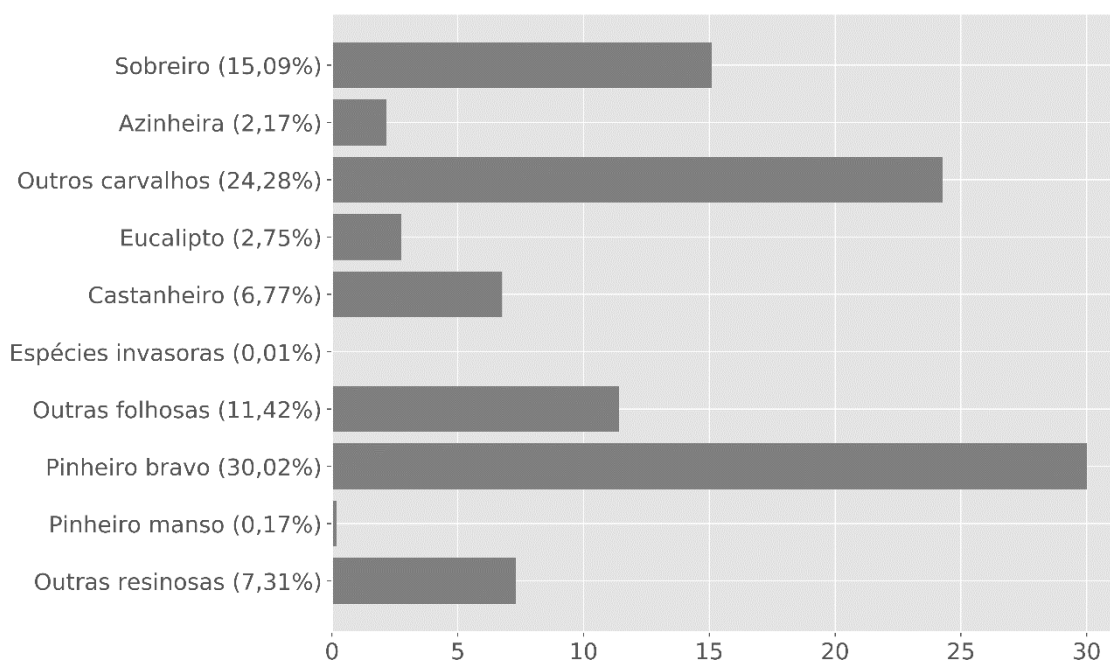


Figura 6. Percentual de cada espécie para a COS de 2018 no distrito de Bragança (DGT, 2018).

3.2 Análise da dinâmica do azinhal à escala local

O estudo da dinâmica à escala local foi realizado na freguesia de França, uma área localizada no concelho e distrito de Bragança (Fig. 3). A escolha desta área resulta do facto de anteriormente terem sido nela realizados trabalhos detalhados de alteração da paisagem (Moreira, 2009).

A freguesia de França faz parte do Parque Natural de Montesinho (PNM) e da Rede Natura 2000 (PTCON0002 e PTZPE0003 Montesinho/Nogueira (ICNF, 2015)) de acordo com a Diretiva Habitats (92/43/ CEE) e a Diretiva Aves (79/409/CEE). A sua fauna apresenta espécies ameaçadas, como o lobo ibérico (*Canis lupus signatus*), e a águia real (*Aquila chrysaetos*) (Azevedo et al., 2011).

Esta área de estudo tem como característica relevante a presença de grande variedade de usos de solo, estando essa diversidade ligada ao nível de atuação da população que esteve ali no passado ou que ainda se encontra presente, exercendo algum tipo de atividade humana ou prática cultural. Um

exemplo é o ciclo do fogo, que acaba interrompendo a ação da sucessão natural em microclimas da região (Pinheiro, 2009).

No ano de 1970 a população de França era de 848 habitantes, mas desde então, a densidade populacional da freguesia vem decrescendo. Em 2011 residiam 238 pessoas, 37 a menos que em 2001, (INE, 2011) o que representa um decréscimo de 13,5% na última década avaliada.

A freguesia de França tem uma área de 5700 hectares e apresenta condições de relevo, clima e solos relativamente extremas (Azevedo et al., 2010). Encontra-se numa região de montanha, com vales encaixados e áreas a elevadas altitudes (máxima 1481m) (Azevedo et al., 2011). A precipitação média anual é superior a 1200mm, apresentando máximas de 1600mm, e a temperatura média anual inferior a 8°C (Azevedo et al., 2011). De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como “verão seco e suave” (CSB). Os solos são predominantemente da classe Leptosolos (Azevedo et al., 2011).

Para realizar a análise da dinâmica da azinheira em França foram utilizados dados diversos relativos ao território da freguesia, cobrindo o período de 1958 a 2015. Relativamente ao período de 1958-2006, utilizaram-se coberturas SIG em formato vetorial (*shapefile*) produzidas no âmbito de um trabalho de mestrado (Moreira, 2009) com base na fotointerpretação de coberturas aerofotográficas de 1958, 1968, 1978, 1993 e 2006. Para o ano de 2015 utilizaram-se imagens de satélite do Google, a partir das quais se criou uma cobertura vetorial para as manchas de azinhal em ambiente SIG (QGIS 3.6.1), que posteriormente foram confirmadas com visitas de campo (Figs. 7 e 8). Após o tratamento dos dados do ano de 2015, foram realizadas visitas de campo para confirmar a cartografia construída em gabinete, através da observação no local de 38 das 68 manchas identificadas (55,88%).



Figura 7. Azinhal predominantemente na parte do meio das encostas na freguesia de França observadas durante as visitas de campo.

É possível perceber na região a associação da azinheira com outras espécies (Fig. 8). Fato comprovado que envolve a dinâmica espacial e temporal da espécie, explicando seu padrão de crescimento, foi a questão das terras agrícolas devolutas que foram substituídas por áreas de floresta em França. Foi observado que em 1958 uma área provinda de agricultura foi tomada por azinheiras, onde hoje existe grande abundância da espécie.

3.3 Descrição da dinâmica dos azinhais com métricas da paisagem

O padrão espacial e a estrutura das manchas de azinhal foram descritos a duas escalas (distrito de Bragança e freguesia de França) com base em métricas da paisagem calculadas pelo software Fragstats 4.2 (McGarigal et al., 2012). Fragstats (Fig. 9) é um programa de análise do padrão espacial com base em dados (mapas) categóricos, calculando métricas estabelecidas à escala da mancha individual, da classe (conjunto de manchas da mesma classe) e da paisagem (conjunto de todas as manchas de todas as classes).

O programa permite utilizar atualmente como input dados espaciais em diversos formatos matriciais. No presente estudo utilizaram-se imagens em formato GeoTIFF para a análise à escala regional e local.



Figura 8. Zona de visita de campo na freguesia de França.

Para tal converteram-se as coberturas vetoriais em formato matricial adotando uma resolução de 8 metros para o caso do distrito de Bragança e 3 metros para o caso da Freguesia de França. Para as análises utilizou-se como critério para a seleção de células que pertencem à mesma unidade a regra “4-neighbor” de acordo com a qual são consideradas células da mesma mancha apenas as adjacentes a cada célula da mesma classe na matriz. Utilizou-se ainda o critério de não utilizar o exterior da área de estudo para o cálculo de perímetros. Para as áreas de interior, considerou-se uma profundidade de orla de 10 metros.

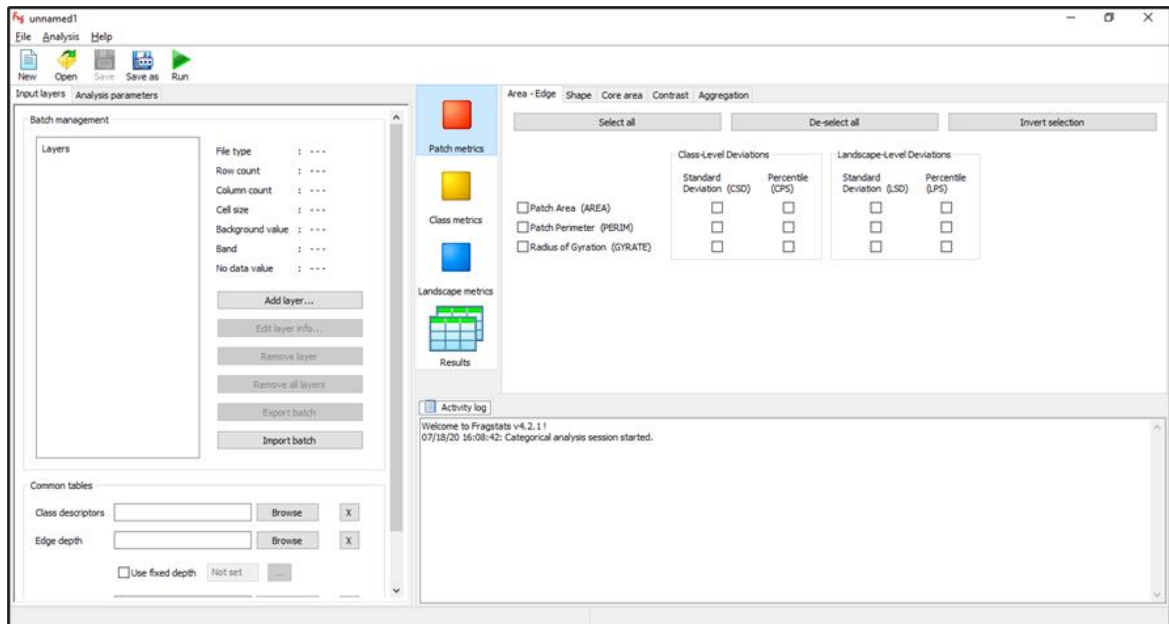


Figura 9. Interface do software Fragstats 4.2.

3.3.1 Métricas da classe

Todas as descrições nas secções seguintes foram baseadas em McGarigal et. al. (2012). Sendo as áreas de azinhal o objeto deste estudo, consideraram-se essencialmente métricas quantificadas ao nível da classe para a sua descrição embora por vezes complementadas com informação obtida ao nível das manchas individuais. As métricas descritas abaixo que possuem MN em seu nome descrevem a média da métrica a nível da mancha. A média MN é calculada como:

$$\frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i} \quad (1)$$

onde x_{ij} é métrica de interesse e n_i o número de manchas.

Métricas de área, densidade e bordadura

Área total (CA)

A área total da classe é igual ao somatório da área de todas as manchas presentes na classe. É calculada pela seguinte fórmula:

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10000} \right) \quad (2)$$

onde a_{ij} é a área em m^2 da mancha, dividida por 10000 para obter os resultados em hectares.

Percentagem da paisagem (PLAND)

PLAND é igual a percentagem da paisagem compreendida pela classe analisada.

$$PLAND = \frac{\sum a_{ij}}{A} (100) \quad (3)$$

onde a_{ij} é a área da mancha ij e A a área total da paisagem.

Número de manchas (NP)

O número de manchas é dado pelo número de agregados de células A considerados com base na regra de vizinhança estabelecida:

$$NP = n_i \quad (4)$$

Bordadura total (TE)

TE é igual ao somatório do perímetro de todas as manchas da classe.

$$TE = \sum_{j=1}^n e_{ij} \quad (5)$$

onde e_{ij} é o perímetro, em metros, da mancha ij , incluindo o exterior assim como todos os espaços vazios internamente aos fragmentos.

O valor do perímetro está relacionado com a área e a complexidade da forma da mancha. Manchas com áreas relativamente próximas, podem apresentar valores de perímetros bem diferentes por essa razão. Além da complexidade da mancha, vazios internos na mancha também fazem com que o perímetro apresente um valor elevado se comparada com outras manchas que exibem área com valores próximos (Fig. 10).

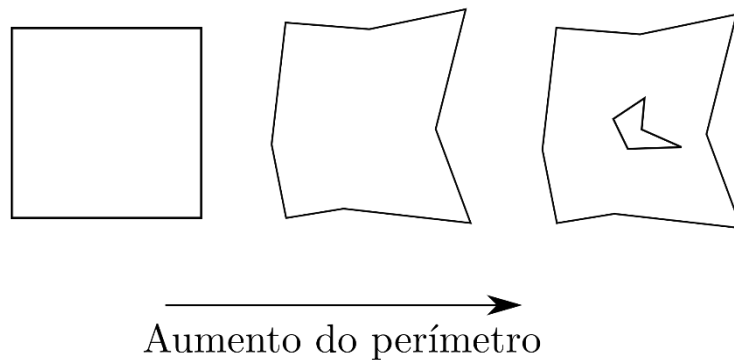


Figura 10. Exemplo da relação do aumento do perímetro com a complexidade da mancha.

Densidade da bordadura (ED)

O ED é a soma dos perímetros de todas as manchas da paisagem, divididos pela área total da paisagem:

$$ED = \frac{E}{A}(10000) \quad (6)$$

onde E é o perímetro total da classe e A a área da paisagem. É uma métrica que indica a complexidade no nível da paisagem.

Índice de maior mancha (LPI)

O “*Largest Patch Index*” (LPI) é a percentagem da paisagem correspondente à maior mancha da classe:

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} (100) \quad (7)$$

onde A é a área total da paisagem e $\max_{j=1}^n (a_{ij})$ é a maior área (a_{ij}) entre as manchas da classe. É uma medida de dominância, igual a 100% se o maior fragmento compreender toda a paisagem de interesse.

Raio de giração médio (GYRATE_MN)

GYRATE é a distância média em metros entre cada célula e o centroide da mancha de fragmento:

$$GYRATE = \sum_{r=1}^z \frac{h_{ijr}}{z} \quad (8)$$

onde h_{ijr} é a distância em metros entre a célula da mancha ij e o centroide da mancha com base na distância do centro de célula a célula e z é o número de células na mancha. O raio de giração é uma medida da extensão dos fragmentos, afetado pelo seu tamanho e compactação.

GYRATE das manchas que possuem a mesma área pode apresentar diferentes valores, definindo assim uma métrica relacionada a compactação da mancha (Fig. 11). Uma conclusão direta do raio de giração é que ele apresenta um valor maior quando a área de uma mesma mancha aumenta, uma relação diretamente proporcional.

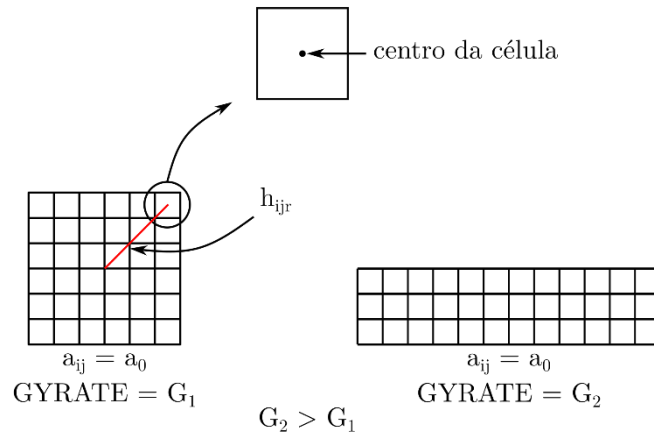


Figura 11. Desenho esquemático do cálculo da métrica GYRATE.

Métricas de forma

Dimensão fractal perímetro-área (PAFRAC)

PAFRAC é a dimensão fractal de uma classe calculada com base na relação perímetro-área das manchas que a compõe. A métrica é igual a 2 a dividir pelo declive da reta de regressão entre o logaritmo do perímetro e o logaritmo da área das manchas individuais:

$$PAFRAC = \frac{2}{(n_i \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2) - (\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij})^2} \quad (9)$$

onde n_i é o número de manchas e p_{ij} o perímetro da mancha ij . Dimensão fractal maior que 1 para uma paisagem bidimensional indica um afastamento da geometria euclidiana, ou seja, um aumento na complexidade da forma da mancha. PAFRAC se aproxima de 1 para formas com perímetros mais simples, como quadrados, e se aproxima de 2 para formas com perímetros complexos.

Índice de forma médio (SHAPE_MN)

O índice de forma é uma medida da complexidade geral da forma de manchas:

$$SHAPE = \frac{0,25p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \quad (10)$$

onde p_{ij} é o perímetro e a_{ij} é a área da mancha ij . SHAPE é igual a 1 quando a mancha exibe a forma geométrica quadrada e cresce sem limites para formas mais complexas.

Índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN)

FRAC é calculado pela expressão:

$$FRAC = \frac{2 \ln(0,25 p_{ij})}{\ln a_{ij}} \quad (11)$$

onde p_{ij} é o perímetro e a_{ij} é a área da mancha ij . O índice de dimensão fractal (FRAC) é uma métrica que quantifica a complexidade da forma de uma mancha. Da mesma maneira que a métrica SHAPE, a métrica FRAC apresenta o valor de 1 para uma forma geométrica quadrada e aumenta para formas geométricas mais complexas.

Diferente da métrica SHAPE, ela não cresce sem limites. FRAC pode variar no intervalo de 1 a 2. De forma a qualificar e entender o aspecto geométrico dos valores calculados pela equação que define esta métrica, primeiramente foi avaliado como essa métrica varia para formas geométricas retangulares em relação a diferentes razões comprimento/altura, como pode ser visto na Fig. 12.

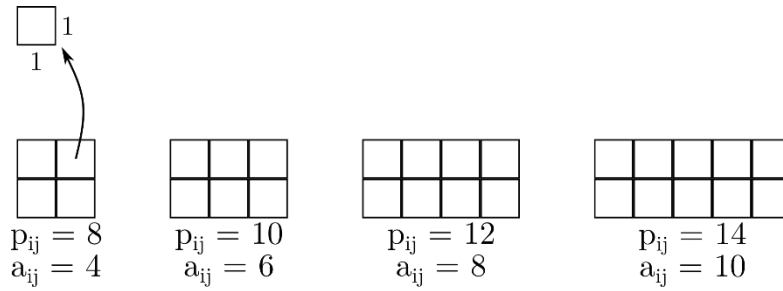


Figura 12. Manchas compostas por células unitárias exibindo diferentes comprimentos e mesma altura.

É possível, observando a Fig. 12, obter uma nova equação para a métrica FRAC:

$$FRAC = \frac{2 \ln(0.25N^c + 1)}{N^c} \quad (12)$$

onde N^c é o número de células presentes na mancha. A representação gráfica da Eq. 12 pode ser vista na Fig. 13. Na Fig. 13, $N_{comprimento}^c$ é o número de células presentes no comprimento da mancha, sabendo que a quantidade de células na altura foi mantida constante com 2 células.

Percebe-se que, para valores extremamente altos para o $N_{comprimento}^c$ (5000000), o FRAC não se aproximou do limite superior, que é 2. Para analisar como o FRAC varia para formas geométricas pouco definidas, foi considerada uma mancha inicial composta por 9 células com área unitária, dispostas de maneira compacta na forma geométrica quadrada (Fig. 14).

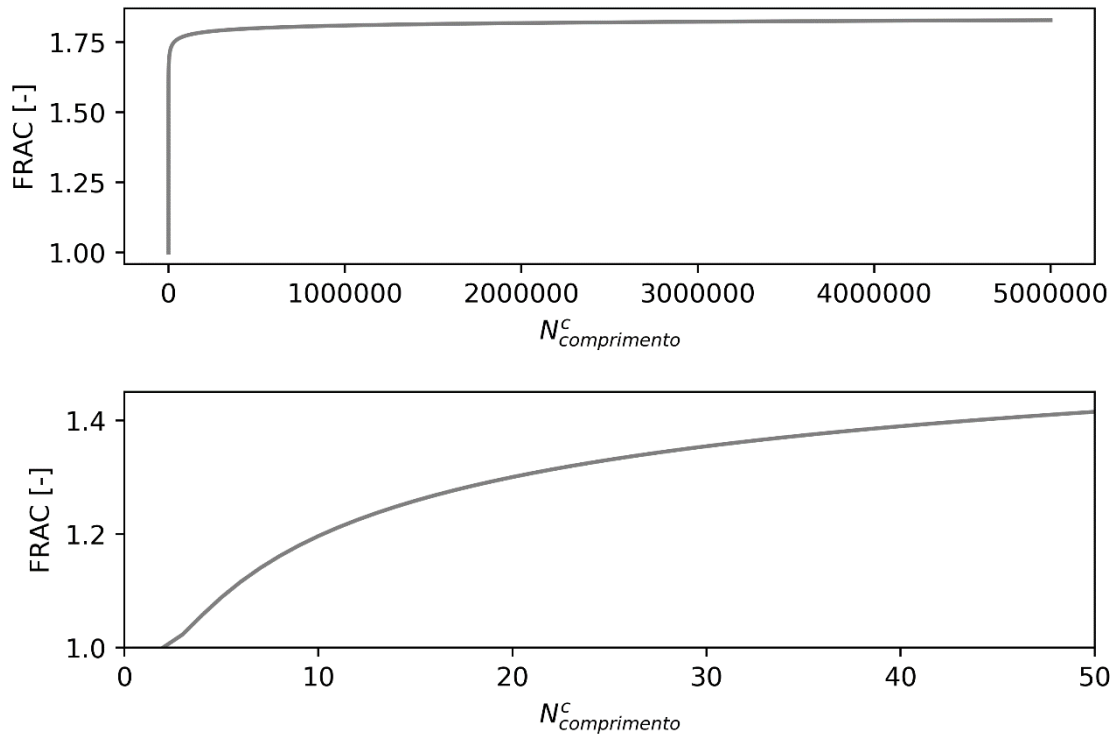


Figura 13. Comportamento da métrica FRAC quando o comprimento da mancha aumenta mantendo a mesma altura.

Mantendo a mesma quantidade de células, e, por conseguinte, a mesma área, é possível representar outras formas geométricas que exibem diferentes valores de perímetro. É importante salientar que, excluindo a forma mais simples e mais complexa em relação a geometria irregular, há outras maneiras de organizar as manchas para obter diferentes geometrias que exibem o mesmo perímetro.

O valor do perímetro está relacionado com a quantidade de arestas, ou vértices, que cada célula compartilha. Porém, o que realmente é de interesse é o valor do perímetro, já que para a mesma área possuirá o mesmo valor do FRAC.

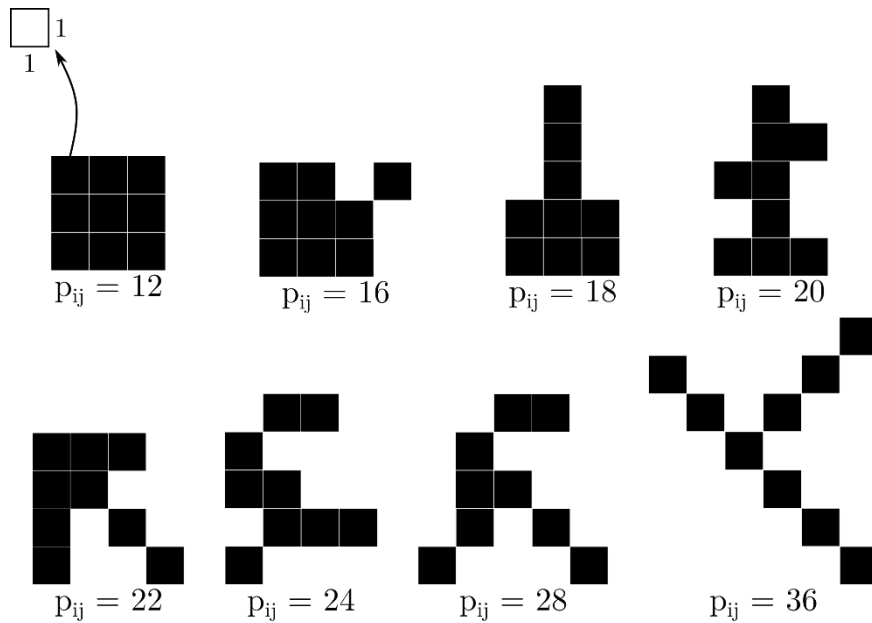


Figura 14. Manchas que possuem o mesmo valor de área e diferentes valores de perímetro.

A forma que apresenta um maior valor de perímetro, 36, é quando todas as manchas são conectadas apenas por meio de seus vértices, ao passo que o menor perímetro possível é 12, para a forma geométrica quadrada. Dessa maneira, para analisar o comportamento do FRAC, calculou-se os valores do FRAC no intervalo de 12 a 38, para a mesma área, mostrado na Fig. 15. É importante salientar que as imagens convertidas para formato matricial para cada ano analisado neste estudo adotaram a mesma área para as células que compõem as manchas.

Nota-se que a forma mais complexa possível, para uma mesma área, apresenta o limite superior da métrica FRAC, que é 2. Como esperado, a forma mais simples exibe o valor do limite inferior, 1, e os valores crescem numa escala logarítmica.

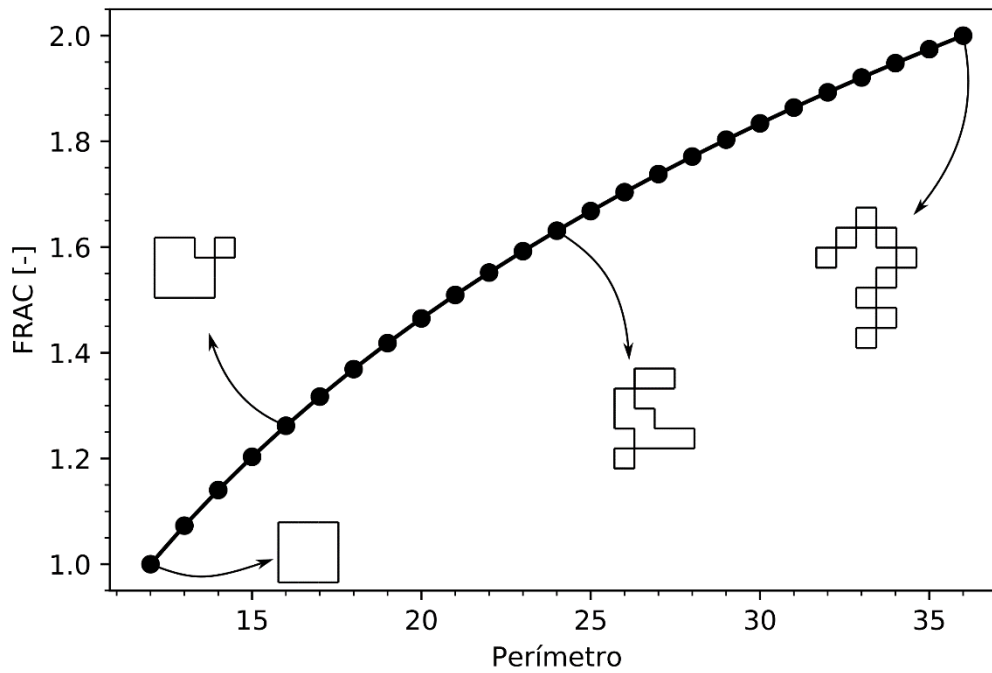


Figura 15. Comportamento da métrica FRAC para manchas que apresentam diferentes perímetros e a mesmo valor de área.

Métrica de área central

Área central total (TCA)

TCA é igual a soma de área central de cada mancha presente da classe dividido por 10000 para converter para hectares.

$$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10000} \right) \tag{13}$$

onde a_{ij}^c é a área central da mancha ij .

Porcentagem da área central da paisagem (CPLAND)

CPLAND é igual a porcentagem da paisagem compreendida pela área central das manchas presentes na classe.

$$CPLAND = \frac{(\sum_{j=1}^n a_{ij}^c)}{A} (100) \quad (14)$$

onde a_{ij}^c é a área central da mancha ij e A a área total da paisagem.

Número de áreas centrais disjuntas (NDCA)

NDCA é igual a soma do número de áreas centrais disjuntas contidas dentro de cada mancha.

$$NDCA = \sum_{j=1}^n n_{ij}^c \quad (15)$$

onde n_{ij}^c é o número de áreas centrais disjuntas na mancha ij .

Área central média (CORE_MN)

Especificamente, é a área dentro da mancha que está para além de uma distância especificada em relação ao seu limite:

$$CORE = a_{ij}^c \left(\frac{1}{10000} \right) \quad (16)$$

onde a_{ij}^c é a área central da mancha ij . CORE é igual a 0 quando todas as células da mancha estão dentro da distância especificada. A área central se aproxima da área da mancha à medida que a distância ao limite da mancha especificada diminui e que a forma da mancha se simplifica.

Índice de área central média (CAI_MN)

CAI é igual a percentagem da mancha que é compreendida pela área central.

$$CAI = \frac{a_{ij}^c}{a_{ij}} (100) \quad (16)$$

onde a_{ij}^c é a área central e a_{ij} é a área da mancha ij .

Métrica de proximidade

Distância euclidiana média do vizinho mais próximo (ENN_MN)

ENN é igual a distância da mancha ij a mancha mais próxima da mesma classe, calculada do centro de uma célula até o centro da célula mais próxima.

$$ENN = h_{ij} \quad (17)$$

onde h_{ij} é a distância da mancha ij à mancha mais próxima da mesma classe (distância euclidiana), ENN_MN se aproxima de 0 à medida que a distância até o vizinho mais próximo diminui, ou seja, quando as manchas da mesma são mais isoladas.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Dinâmica do azinhal à escala da região

O azinhal e sua estrutura espacial, avaliados com base em métricas calculadas a partir de dados da COS, não apresentaram alterações percentuais significativas ao longo do período de 1995 a 2015 no distrito de Bragança (Tabela 2).

Tabela 2 – Métricas da classe azinhal no nível do distrito de Bragança com base em dados da COS entre 1995 e 2015.

Métricas	ANO			
	1995	2007	2010	2015
CA [ha]	5848,99	6185,43	6186,53	6100,13
PLAND [%]	0,88	0,94	0,94	0,92
NP [#]	231	232	232	235
TE [m]	944880	977648	977776	965904
ED [m/ha]	1,43	1,48	1,48	1,46
LPI [%]	0,08	0,08	0,08	0,08
GYRATE_MN [m]	204,27	207,55	207,6	203,19
PAFRAC [-]	1,35	1,34	1,34	1,32
SHAPE_MN [-]	2,17	2,19	2,19	2,16
FRAC_MN [-]	1,12	1,12	1,12	1,12
TCA [ha]	5316,83	5635,08	5636,13	5556,48
CPLAND [%]	0,81	0,85	0,85	0,84
NDCA [#]	286	293	293	289
CORE_MN [ha]	23,02	24,29	24,29	23,64
CAI_MN [%]	81,59	81,38	81,38	80,49
ENN [m]	678,03	698,59	698,58	662,01

CA: área total da classe; PLAND: percentagem da paisagem; NP: número de manchas; TE: bordadura total; ED: densidade de bordadura; LPI: índice de maior mancha; GYRATE_MN: raio de giração médio; SHAPE_MN: índice de forma médio; PAFRAC: dimensão fractal perímetro-área; FRAC_MN: índice de dimensão fractal médio; TCA: área central total; CPLAND: Percentagem da área central da paisagem; NDCA: número de área centrais disjuntas; CORE_MN: área central média; CAI_MN: Índice de área central média; ENN_MN: distância média ao vizinho mais próximo.

A área total apresentou o valor mínimo de 5848,99 ha (mínimo) em 1995

e máximo de 6186,53 ha (máximo) em 2010. O ano em que o azinhal ocupou a maior área do distrito de Bragança ocorreu em 2007 e 2010 (0,94%), embora a variação tenha sido pouco expressiva ao longo dos anos.

O número de manchas teve um aumento de apenas 4 manchas ao longo de 20 anos, uma variação de 1,73%. O perímetro total apresentou uma variação máxima de 3,48% entre o período 1995-2010, período que também apresenta a maior variação da área total, o que explica os resultados.

A densidade de bordadura (ED), que quantifica a abundância de bordaduras da classe na paisagem, também não sofreu uma mudança significativa. A maior variação observou-se no período de 1995 a 2007, um aumento de 3,46%. Esse aumento ocorreu concomitantemente com um aumento de 5,75% na área e uma nova mancha, indicando que houve um pequeno aumento na complexidade da bordadura e que as novas manchas desenvolveram com formas geométricas com baixa complexidade. Entre 2007 e 2015 houve uma redução de 1,21%. Indicando que a bordadura apresentou, praticamente, a mesma complexidade.

O Índice de maior mancha (LPI) indica que não houve, ao longo de 20 anos, uma alteração na dominância da maior mancha de azinhal. Isto significa que no período analisado não ocorreu um aumento no tamanho da maior mancha presente na classe. Assim como as outras métricas relacionadas à área, o GYRATE_MN também apresentou uma baixa variação, exibindo uma variação de 0,53% entre os anos de 1995 e 2015.

Em relação às métricas de forma (PAFRAC, SHAPE_MN e FRAC_MN) não se observou uma mudança expressiva na forma geométrica das manchas e do azinhal na paisagem no período analisado (Fig. 16). A métrica que apresentou a maior variação foi PAFRAC, reduzindo em 2,22%, enquanto não houve oscilação na métrica SHAPE_MN. Isto indica que as manchas do azinhal não exibiram uma mudança de forma no período analisado. Esse resultado está consonante com as baixas, às vezes nulas, variações da área total, e, especialmente, do número de manchas.

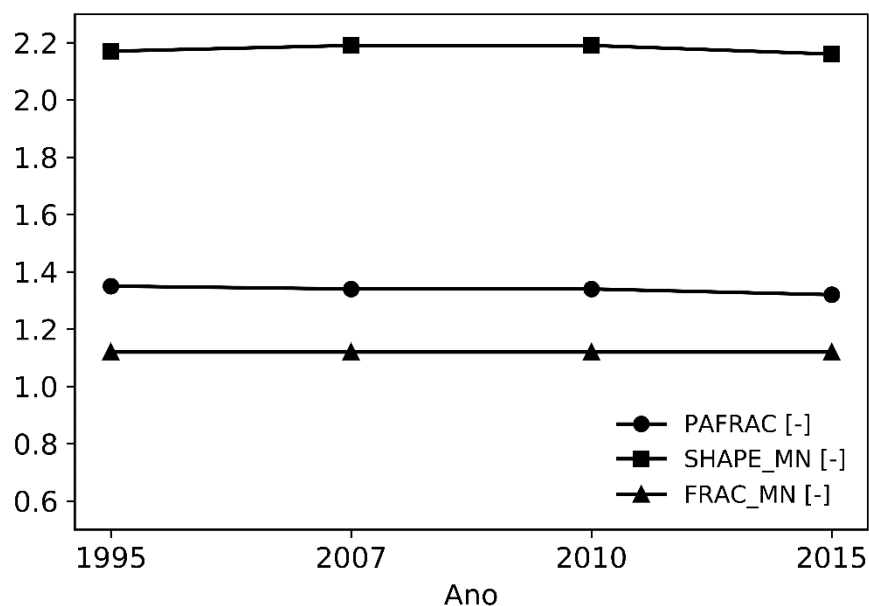


Figura 16. Variação das métricas de forma no distrito de Bragança entre 1995 e 2015.

No que concerne às métricas de área central, nota-se que houve uma variação total da área central de 4,51%, sendo que no período 1995-2010 ocorreu um aumento de 6,00%, indicando que as manchas se tornaram mais densas. Em 2007 a área total central (TCA) teve a maior representativa em relação ao distrito de Bragança (0,85%), mantendo o mesmo valor em 2010.

O número máximo de áreas disjuntas (NDCA) ocorreu em 2007 (293) e mínimo em 1995 (286), o mesmo comportamento no refere aos anos de máxima e mínima também ocorreu com a métrica CORE_MN. A maior percentagem entre a área da central e área da mancha (CAI_MN) ocorreu em 1995 (81,59%) e mínima em 2015 (80,49%).

A Figura 17 mostra a variação da CA e TCA no período analisado. Pode-se notar que estas métricas apresentaram um comportamento similar ao longo dos anos. Um comportamento similar também pode ser notado entre as métricas

PLAND e CPLAND (Fig. 18). Esse comportamento similar é um reflexo do comportamento mostrada na Figura 17.

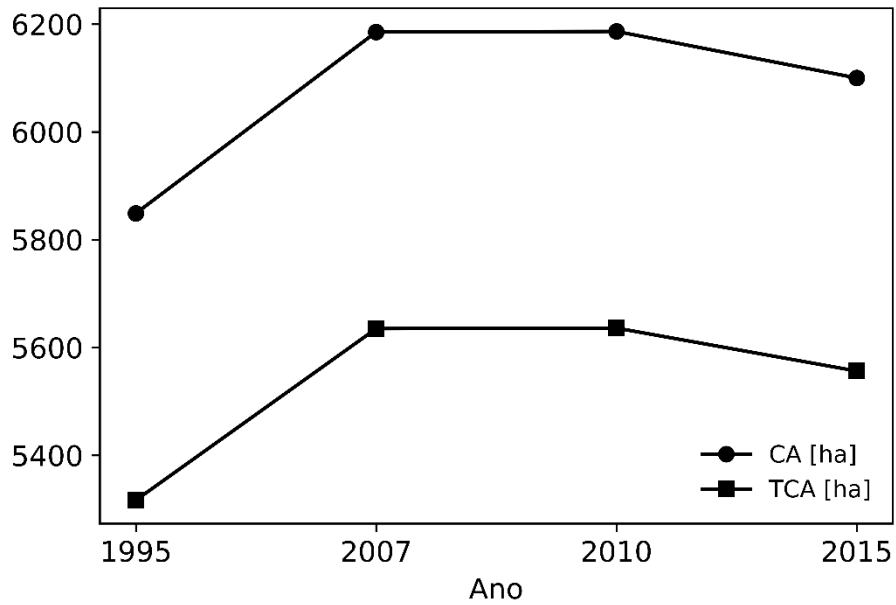


Figura 17. Variação das métricas CA e TCA no distrito de Bragança entre 1995 2015.

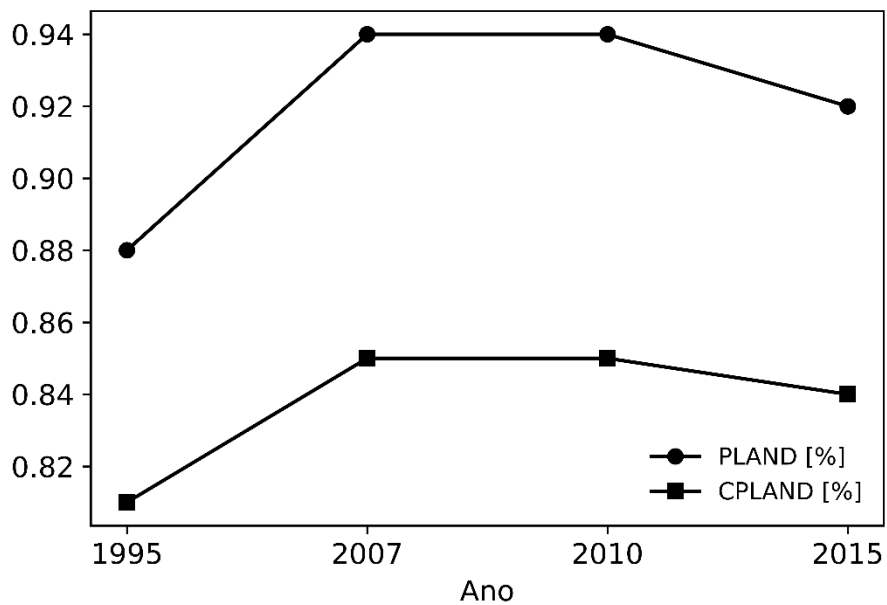


Figura 18. Variação das métricas PLAND e CPLAND no distrito de Bragança entre 1995 e 2015.

No que diz respeito à distância euclidiana média ao vizinho mais próximo (ENN_MN), de acordo com os resultados obtidos, pode-se notar que entre 1995 e 2007 houve um aumento de 3,03% e entre 2007 e 2015 houve uma redução de 5,24%. Essa redução ocorreu juntamente com uma redução na área, o que pode justificar a redução.

Estes resultados mostram que a dinâmica espacial dos azinhais tem apresentado oscilações muito pouco expressivas, mantendo-se estas formações vegetais praticamente inalteradas na área ocupada e na sua estrutura espacial ao longo do período analisado, com base nos dados da COS.

4.2 Dinâmica do azinhal à escala local

Os resultados da análise da dinâmica do azinhal à escala local (freguesia de França) indicam modificações consideráveis nas formações e no seu padrão espacial entre 1958 e 2015, expressas por métricas calculadas ao nível da classe (Tabela 3).

Métricas de área/densidade/bordadura

No período de 1958 a 1968 houve um aumento pouco expressivo na área total ocupada pelas manchas de azinhal, 5,42%, e também no número de manchas, 12,12%. Nesse período o PLAND foi de 1,93 para 2,03%. No período de 1968 – 1978, no entanto, pode ser verificado um maior aumento, 20,06%, na área total ocupada e uma redução de 39,19% no número de manchas. Esse aumento implicou em um PLAND de 2,44%.

Entre 1978 e 1993 tanto o número de manchas quanto a área total aumentaram, 28,89 e 22,80%, respectivamente, enquanto o azinhal ocupava 2,99% da área da freguesia de França. Entre 1993 e 2006 o número de manchas

continuou a aumentar, um aumento de 20,69%, acompanhado por um aumento de 13,90% da área total, com um PLAND igual a 3,41%. No período 2006 – 2015 houve um aumento de 7,66% na área, porém não houve mudança no número de manchas. Esse aumento representou uma área ocupada pelo azinhal de 3,67% da freguesia de França.

Tabela 3 – Métricas analisadas no nível da freguesia de França entre 1958 e 2015.

Métricas	ANO					
	1958	1968	1978	1993	2006	2015
CA [ha]	103,52	109,12	131,01	160,89	183,24	197,27
PLAND [%]	1,93	2,03	2,44	2,99	3,41	3,67
NP [#]	66	74	45	58	70	70
TE [m]	68463	78504	79809	83625	87282	78255
ED [m/ha]	12,75	14,62	14,86	15,57	16,25	14,57
LPI [%]	0,41	0,39	0,36	0,61	0,44	1,09
GYRATE_MN [m]	51,54	53,99	89,23	64,02	82,17	72,07
PAFRAC [-]	1,29	1,31	1,35	1,28	1,27	1,23
SHAPE_MN [-]	2,24	2,33	2,71	2,25	2,04	1,87
FRAC_MN [-]	1,17	1,18	1,19	1,15	1,14	1,12
TCA [ha]	61,2	60,59	78,32	105,57	122,36	143,38
CPLAND [%]	1,14	1,13	1,46	1,97	2,28	2,67
NDCA [#]	182	223	210	201	162	157
CORE_MN [ha]	0,93	0,82	1,74	1,82	1,75	2,05
CAI_MN [%]	21,69	21,15	38,47	30,01	46,39	47,23
ENN [m]	33,64	33,09	73,56	53,79	58,02	35,61

CA: área total da classe; PLAND: percentagem da paisagem; NP: número de manchas; TE: bordadura total; ED: densidade de bordadura; LPI: índice de maior mancha; GYRATE_MN: raio de giração médio; SHAPE_MN: índice de forma médio; PAFRAC: dimensão fractal perímetro-área; FRAC_MN: índice de dimensão fractal médio; TCA: área central total; CPLAND: Percentagem da área central da paisagem; NDCA: número de área centrais disjuntas; CORE_MN: área central média; CAI_MN: Índice de área central média; ENN_MN: distância média ao vizinho mais próximo.

O aumento médio da área total no período 1958 – 2015 foi de 15,63 ha/ano. enquanto que o aumento médio do número de manchas foi de 0,66 manchas/ano (Fig. 19). O aumento total da área e do número de manchas foi de 90,57 e 6,06%, respectivamente. A Figura 20 mostra a distribuição do número de manchas e da área total das manchas de azinhal na freguesia de França ao longo do período de estudo.

De acordo com os dados apresentados, e não havendo alterações causadas por intervenção humana ou grandes queimadas, espera-se um aumento na área total e no número de manchas no futuro próximo.

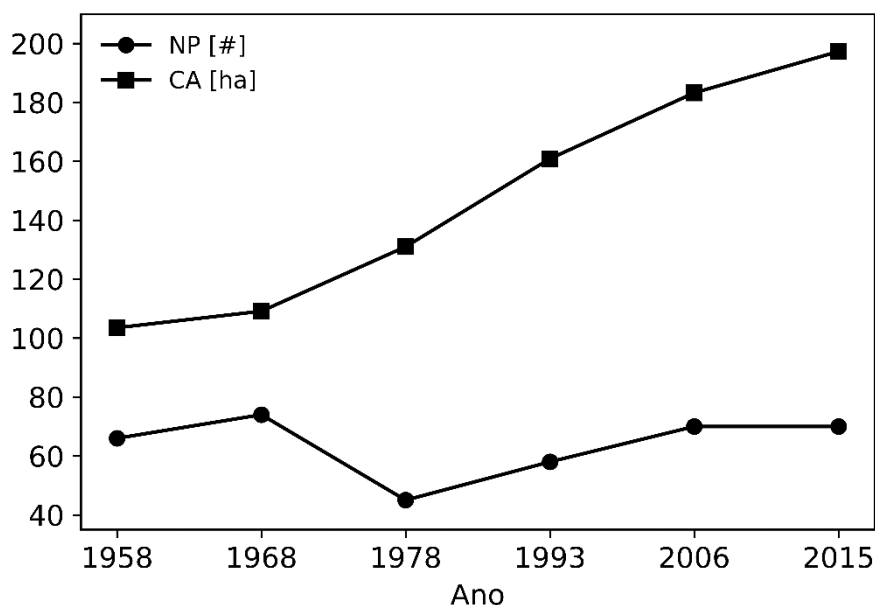


Figura 19. CA e NP das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

De maneira geral, observa-se que no período entre 1968 – 2006 o aumento da área total corresponde um pequeno aumento e estabilidade do perímetro total das manchas (Fig. 21). Analisando curtos períodos de tempo, é possível notar como a complexidade no formato das manchas evoluiu.

No período de 1958 a 1968 o aumento da área foi pouco expressivo,

entretanto o aumento do perímetro apresentou uma mudança significativa (14,66%). Isto é um indicador de que as manchas se desenvolveram apresentando formas mais complexas, sem aumentar de maneira significativa suas áreas. Além disso, esses valores também indicam que as novas manchas que surgiram exibiam uma forma complexa.

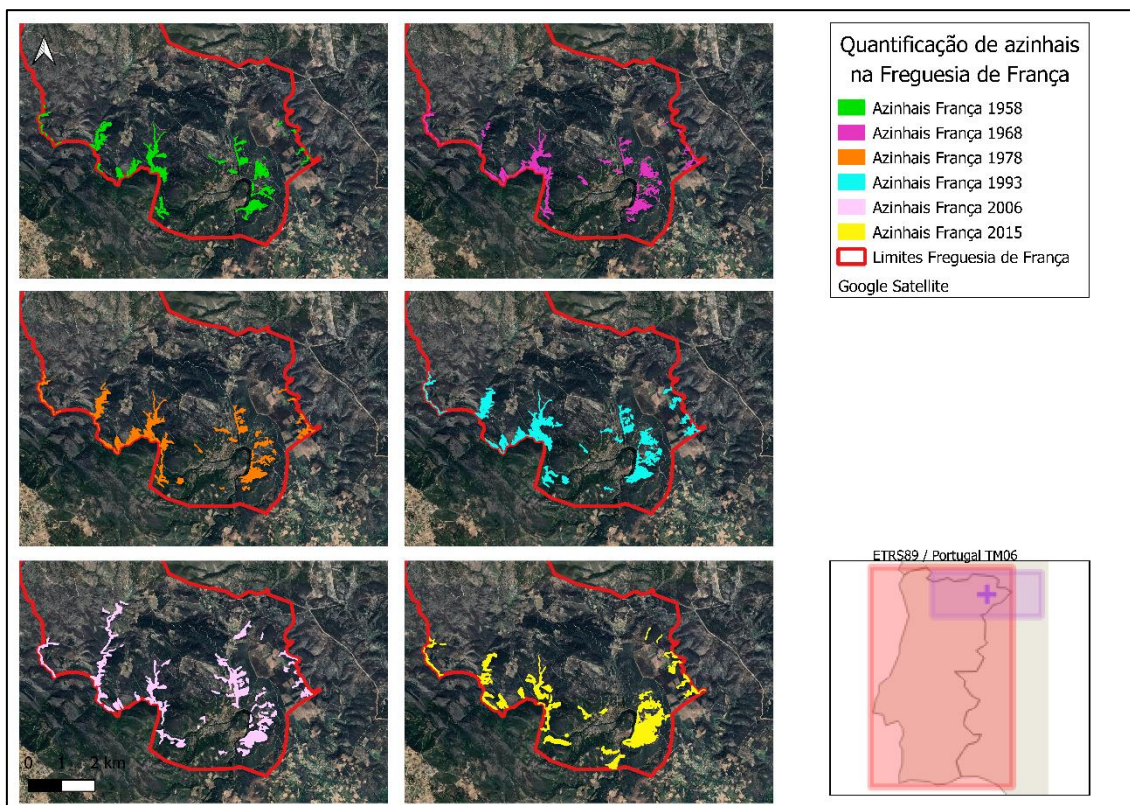


Figura 20. Manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

No período de 1968 a 1978 houve um aumento pouco relevante no valor total do perímetro, um crescimento de apenas 1,66%, ao passo que houve um aumento expressivo, 20,06%, na área total, aliado com uma redução de 39,19% no número de manchas. No período de 1978 a 1993 houve um aumento mais expressivo quando comparado com o período anterior, um aumento de 4,78%. Isto aconteceu no período em que ocorreu o maior aumento percentual da área.

No período posterior, 1993 – 2006, sucedeu um aumento menor na área total, assim como no perímetro total. Um cenário diferente ocorreu no período

entre 2006 e 2015. Este foi o único período a apresentar uma redução no perímetro total, 10,34%. Esta redução aconteceu juntamente com uma estabilização do número de manchas. Este comportamento indica uma redução na complexidade geométrica das manchas, tendo em vista que houve um aumento na área total ao longo dos anos e pouco oscilação nos valores do perímetro total.

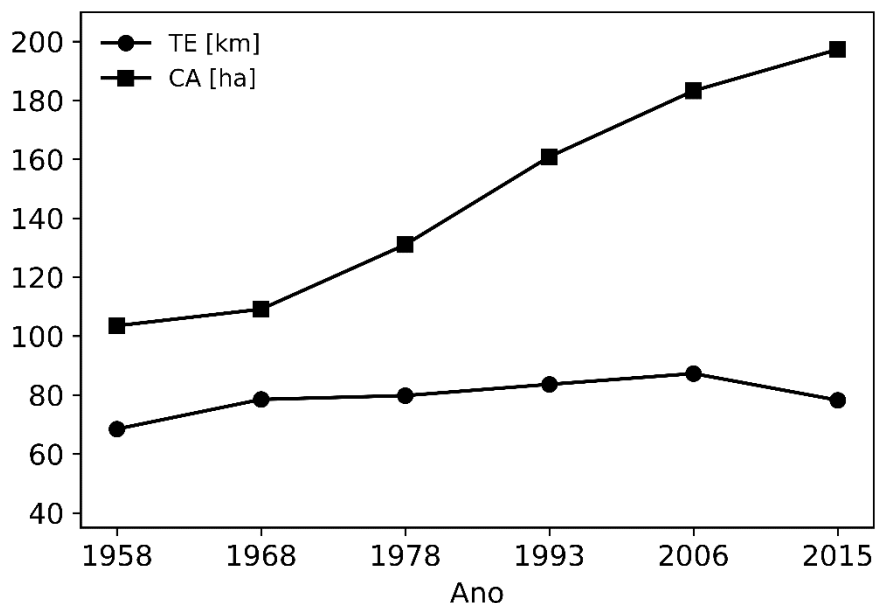


Figura 21. CA e TE das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

Observa-se que no período de 1958 a 2006 houve um aumento de 27,46% na densidade de bordadura (ED). Porém no período 2006-2015 houve uma redução de 10,34%. Ao longo do período analisado, houve um aumento de 14,28% na ED.

Entre 1958 e 1978 houve uma redução no LPI, indicando que durante esse período ocorreu uma redução na proporção da paisagem ocupada pela maior mancha de azinhal. Entre 1978 e 1993, houve um crescimento no LPI, apresentando o valor de 0,60%, seguido de outra redução entre 1993 e 2006, caindo para 0,43%. Entre 2006 e 2015 houve um aumento muito expressivo, de 0,46 para 1,10%.

Para analisar o comportamento da métrica GYRATE_MN, foi representado graficamente o valor do GYRATE_MN das manchas para cada ano avaliado neste estudo (Fig. 22). Percebe-se que no período 1958 – 1978 ocorreu um aumento expressivo, 73,11%, quando comparado com os anos subsequentes. Sabendo-se que nesse período houve um aumento na área de 26,41%, este comportamento indica uma grande redução na compactação das manchas neste período.

Entre o ano de 1978 e 1998 houve uma queda no GYRATE_MN de 28,25%. O comportamento oscilatório se manteve entre 1998 e 2015. Entre o período analisado pode-se notar que a compactação média das manchas reduziu, sendo uma redução de 39,82%.



Figura 22. GYRATE_MN das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

Métricas de forma

Nota-se que ocorreu uma oscilação no SHAPE_MN entre os anos de 1958 e 1993, uma variação de apenas 0,57%, indicando que neste período a

complexidade das manchas no ano de 1958 e 1993 manteve-se similar. No período 1993 – 2015 houve uma redução de 16,81%.

Em 1958, SHAPE_MN foi de 2,24. Considerando os valores de SHAPE ao nível das manchas individuais, o menor possui o valor de 1,00 e o maior 5,59. Das 31 manchas nesta data, 46,97%, apresentam SHAPE acima da média, e por conseguinte, 53,03% das manchas apresentando o SHAPE menor que a média. Para se ter valores de referência, de acordo com a definição do SHAPE mostrada anteriormente, para SHAPE = 1, tem-se uma forma geométrica quadrada.

Considerando um retângulo que apresente a razão comprimento/largura = 10, tem-se um SHAPE = 1,74 (SHAPE10). Há 24 manchas com o SHAPE menor que o SHAPE10. Dessa maneira, é possível concluir que as formas geométricas das manchas em 1958 eram relativamente complexas.

Em 1968 SHAPE_MN das manchas era de 2,33, com 31 manchas apresentando um SHAPE maior do que média e 43 abaixo da média. Há 25 manchas com valores de SHAPE menor que o SHAPE10. No ano de 1978 o SHAPE médio é igual a 2,71, com 21 manchas acima da média e 24 abaixo da média. Comparando com o SHAPE10, há 9 manchas menor que 1,74.

Em 1993 SHAPE_MN apresentou o valor de 2,25. 25 manchas possuíam um SHAPE maior do que a média e 23 manchas apresentam o SHAPE menor do que do SHAPE10. O ano de 2006 apresentou SHAPE_MN de 2,04, sendo que 24 manchas possuem o SHAPE maior que o SHAPE médio e 27 manchas com SHAPE menor que o SHAPE10. Estes valores mostram que houve uma redução significativa na complexidade das manchas no ano de 2006 em relação aos anos anteriores.

O ano de 2015 apresentou a menor média, 1,87, sendo que 30 manchas apresentam um SHAPE maior que a média. 37 manchas apresentam um SHAPE menor do que do SHAPE10, indicando assim que a complexidade das manchas reduziu ao longo dos anos.

Em relação à métrica FRAC_MN, explicitado anteriormente, essa métrica

apresenta o valor de 1 para uma forma geométrica quadrada e aumenta para formas geométricas euclidianas mais complexas. Diferente da métrica SHAPE, ela não cresce sem limites. O FRAC_MN pode variar no intervalo de 1 – 2.

Ao longo do período 1958 – 1993 aconteceu uma oscilação nos valores exibidos, apresentando um pico em 1978, da mesma forma que ocorreu com a métrica SHAPE_MN. O FRAC_MN foi de 1,17 a 1,14, uma redução de 1,53%. Após 1993 o FRAC_MN somente reduziu até o ano de 2015. Entre 1958 e 2015 houve uma redução de 3,96%.

Em 1958 FRAC_MN foi de 1,17, apresentando manchas com valores máximo e mínimo do FRAC de 1,34 e 1,0, respectivamente. Em relação a complexidade das manchas, observa-se que há manchas relativamente complexas. Em 1968 a média se manteve próxima do apresentado em 1958 (1,18), com valores máximo igual a 1,37 e mínimo igual a 1,07. Nota-se que não houve mudança significativa no que tange a complexidade das manchas.

Em 1978 o FRAC_MN apresentou o valor de 1,19 um aumento de 1,70% em relação ao ano anterior. Em percentual o aumento em relação ao ano anterior aparenta uma mudança pouco significativa em termos da complexidade da mancha. Entretanto, tendo em mente que é o FRAC é uma métrica que varia seguindo uma escala logarítmica, pode-se dizer que essa redução é assinalável.

Diferente do que aconteceu entre 1968 e 1978, no período de 1978 a 1993 houve uma redução expressiva no FRAC_MN. O FRAC_MN reduziu de 1,19 para 1,15, 3,89%. Estes resultados mostram que o aumento no número de manchas, e dessa maneira novas manchas surgiram na região, apresentavam formas menos complexas.

No ano de 2006 o FRAC_MN foi igual a 1,13, exibindo uma redução de 1,05% em relação ao ano anterior. Esta redução do FRAC_MN ocorreu concomitantemente com um aumento expressivo no número de manchas. Isto mostra que as novas manchas apresentaram uma forma geométrica relativamente simples. Em 2015 se manteve a redução no valor do FRAC_MN, apresentando um valor de 1,12.

Essa redução aconteceu de forma aliada a um aumento no número de manchas, mostrou que as novas manchas que surgiram durante o período de 2005 a 2015 apresentavam uma geometria menos complexa. Por meio da análise do FRAC_MN pode-se concluir que o avanço do azinhal ao longo do período 1958–2015 ocorreu de maneira a reduzir a complexidade das manchas. Neste período houve uma redução de 3,96%.

É possível notar que o comportamento da métrica PAFRAC foi similar ao da métrica FRAC_MN. Isto mostra que ao longo dos anos a forma geométrica da classe tornou-se mais simples e próxima de um quadrado e a tendência é tornar-se menos complexa ao longo dos próximos anos. Na Figura 23 é comparado a variação das métricas de forma no período analisado.

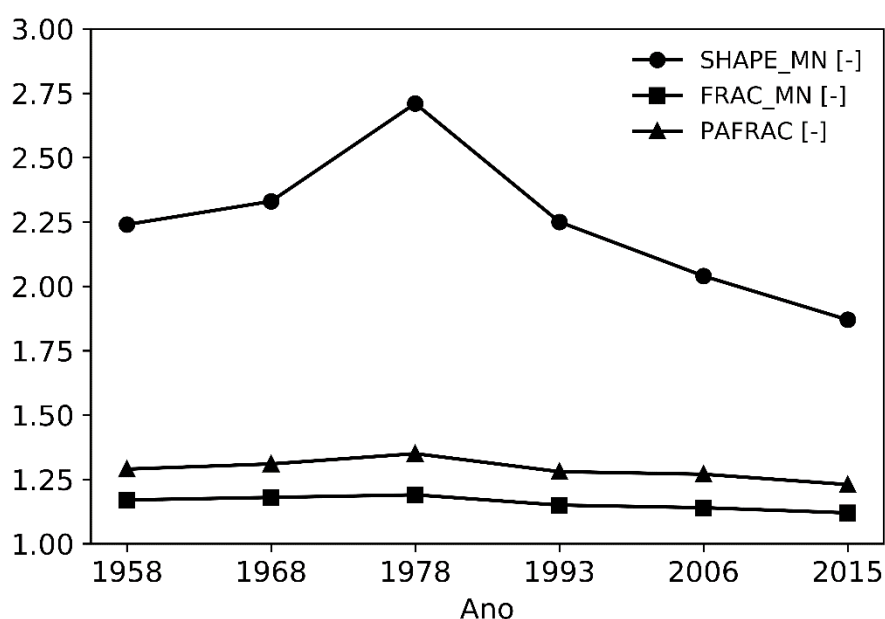


Figura 23. Métricas de forma das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

Métricas de área central

Por meio da métrica TCA, nota-se que a área central total apresentou um aumento assinalável entre 1958 e 2015 (134,28%). Esse valor é maior do que

aumento experienciado pela área total (90,56%). Em 2015, 72,7% da área do azinhal estava compreendida nas áreas centrais do azinhal. Em relação a percentagem da área central em relação à área da freguesia de França (CPLAND), foi de 1,14% em 1995 para 2,67% em 2015.

Na Figura 24 é mostrado a comparação entre a TCA e NDCA. Percebe-se que o aumento no TCA implicou na redução do NDCA, indicando que as manchas se tornaram mais unidas e com menos áreas internas. Houve uma redução de 13,74% no número de áreas centrais disjuntas ao longo do período analisado.

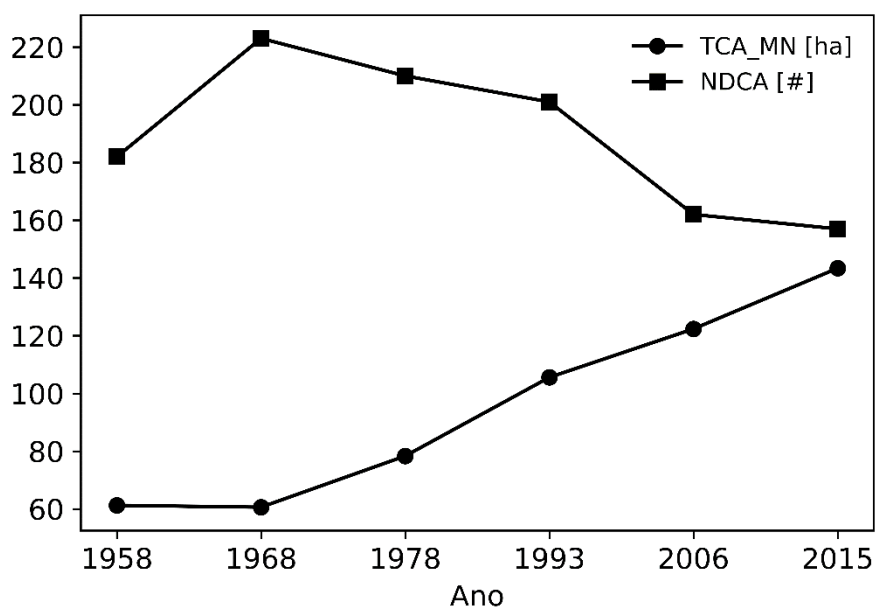


Figura 24. TCA e NDCA das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

Observa-se que no período entre os anos de 1958 e 1968, CORE_MN exibiu uma redução de 11,70%, mesmo após um aumento na quantidade de manchas e na área total das manchas. Analisando os valores individuais de cada mancha em 1968, 27 manchas apresentam valor nulo enquanto que no ano de 1958 haviam 24 manchas com valor nulo. Considerando que o aumento na área foi pouco significativo, pode-se assim justificar os valores similares entre os dois anos.

Entre os anos de 1968 e 1978 houve um aumento expressivo da métrica, 112,55%. Considerando que neste período houve um aumento de 20,05% na área total e uma redução de 39,19% no número de manchas, isto indica uma concentração de área nas manchas e também na região central das manchas. Em 1993 o valor médio da CORE era apenas 4,57% maior do que no ano de 1978. Em 2006 o valor apresentado era praticamente igual ao ano de 1978.

Esse comportamento mostra em termos de complexidade que as manchas, eram similares, tendo em vista que neste período houve um aumento na área total e no número de manchas. De acordo com o comportamento das métricas mostradas anteriormente, esperava-se uma redução em 2015, porém ocorreu um aumento de 17,18%.

Nota-se que ao longo dos anos houveram pequenas oscilações no sentido de reduzir o valor da métrica, porém avaliando o ano inicial (1958) e final (2015) analisado, houve um aumento de 120,89%, mostrando assim que as manchas concentram mais área no seu interior.

O CAI_MN evidencia ainda mais esse comportamento das manchas se tornarem mais densas ao longo dos anos. Em 1995 o CAI_MN apresentava o valor de 21,69%, ao passo que em 2015 era 47,23% (Fig. 25). Além disso, houve uma redução de 13,74% no número de áreas centrais disjuntas entre 1995 e 2015.

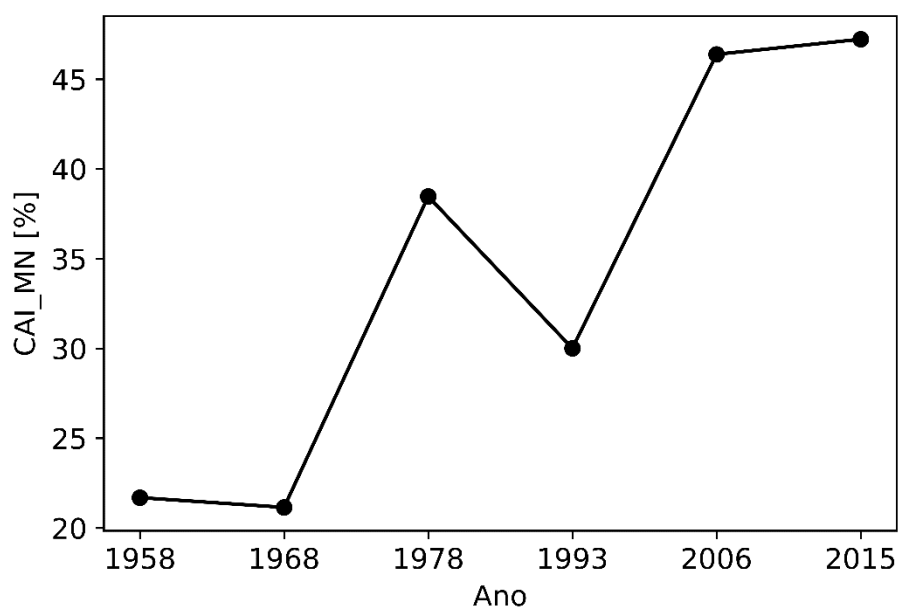


Figura 25. CAI_MN das manchas de azinhal na freguesia de França entre 1958 e 2015.

Métrica de proximidade

Entre os anos de 1958 e 1968 houve uma pequena redução na ENM_MN de 1,63%. Este resultado indica que houve, em média, uma pequena aproximação das manchas presentes no ano de 1968 em relação a 1958. Entre 1968 e 1978 houve um aumento significativo de 122,30%, indicando uma maior dispersão média entre as manchas no ano de 1978.

Entre 1978 e 1993 a distância média entre as manchas voltou a reduzir, porém de maneira mais expressiva (26,88%), mostrando que as manchas voltaram a se aproximar após o distanciamento experienciado no período 1968 – 1978. Essa redução está relacionada e pode ser observada tanto pela redução GYRATE quanto do NDCA. Entre os anos de 1993 e 2006 houve um aumento de 7,88% no distanciamento. Após 2006 as manchas voltaram a se aproximar, reduzindo o distanciamento em 38,63% no ano de 2015. Pode-se notar que ocorreu um comportamento cíclico, entre 1958 e 2015, de modo que a variação entre a distância média entre as manchas do período analisado foi de 5,85%.

Isto mostra que ocorreu um grande aumento na densidade espacial das manchas presente em 2015, tendo em vista que houve um aumento da área total ao longo dos anos, e que as novas manchas surgiram próximas as manchas já existentes.

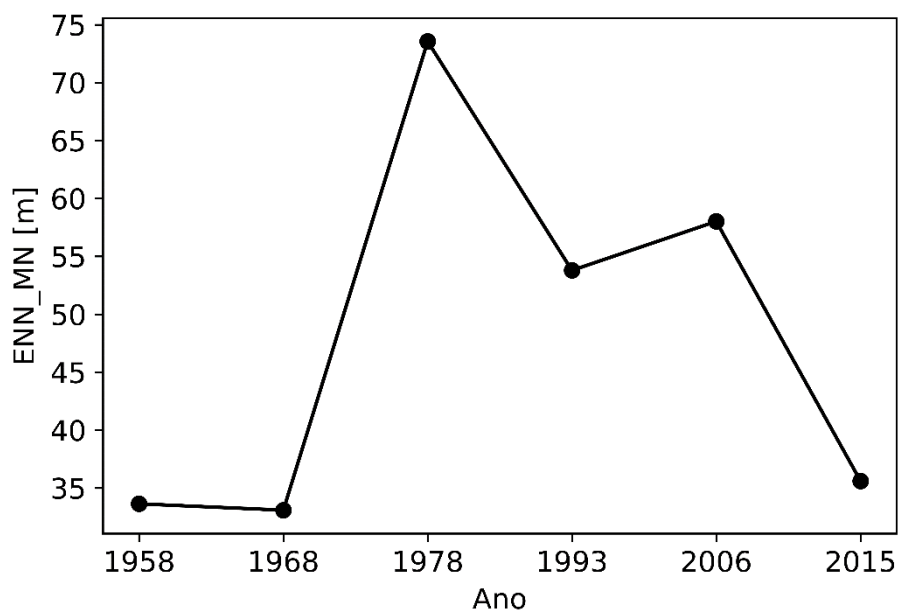


Figura 26. Distância euclidiana média do vizinho mais próximo (ENN_MN) das manchas de azinhal na freguesia de França entre os anos de 1958 e 2015.

4.3 Comparação da estrutura do azinhal a duas escalas

Observaram-se diferenças consideráveis entre a estrutura das áreas de azinhal à escala do distrito de Bragança descrita pelos dados da COS para os anos de 1995, 2007, 2010 e 2015 e à escala local com base nos dados relativos à freguesia de França recolhidos por fotointerpretação para o período de 1958 a 2015.

Os dados da COS, ao nível do distrito de Bragança, indicam que entre 1995 e 2015 houve uma baixa variação percentual das classes de uso do solo dominadas por azinheira (5848,99 ha em 1995 e 6100,13 ha em 2015). No

entanto, à escala da freguesia, os resultados obtidos indicam grandes variações percentuais das métricas analisadas no período equivalente, de 1993 a 2015 (103,46 e 197,27 ha, respetivamente), já observado desde o início do período de análise.

Em relação a percentagem da área da paisagem compreendido pelos azinhais da freguesia de França e do distrito de Bragança (Fig. 27), nota-se que o azinhal da freguesia de França é mais representativo do que no distrito de Bragança. Houve um aumento dessa representatividade ao longo do período analisado na freguesia de França, enquanto no distrito de Bragança se manteve praticamente constante.

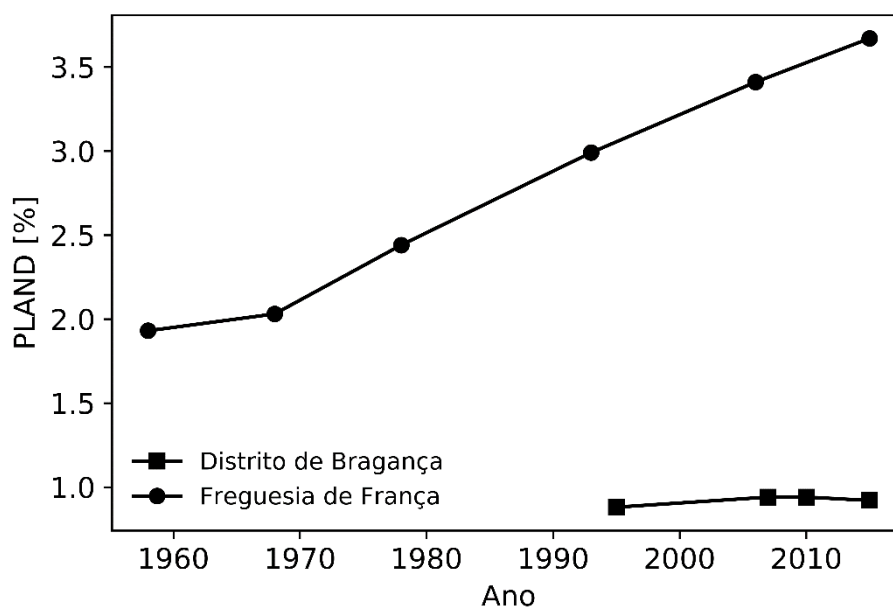


Figura 27. Comparação da área da freguesia de França e distrito de França compreendida pelas manchas de azinhal.

Para comparar a variação do perímetro entre as duas escalas, foi avaliado a razão TE/CA (Fig. 28). Nota-se que na freguesia de França essa razão é, em média, na ordem de 4 vezes maior. Em relação ao comportamento, no distrito de Bragança e na Freguesia aconteceram reduções, enquanto que na freguesia de França essa redução foi mais expressiva (40,02%).

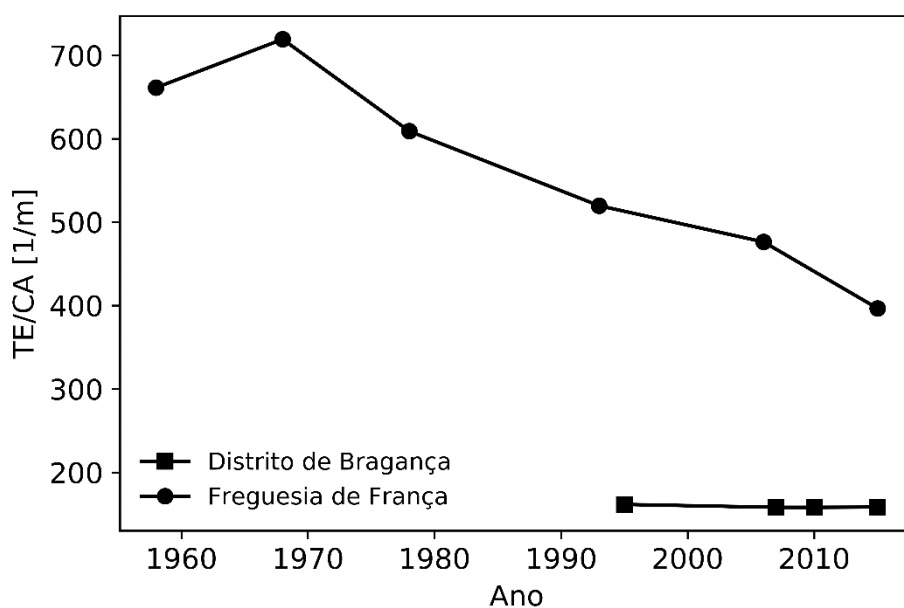


Figura 28. Comparação da área da freguesia de França e distrito de França compreendida pelas manchas de azinhal.

É possível notar que os valores da densidade de bordadura (ED) da freguesia de França são na ordem de 10 vezes maiores do que no distrito de Bragança (Fig. 29). No distrito de Bragança o ED se manteve praticamente inalterado, enquanto na freguesia de França apresentou modificações assinaláveis.

Nota-se que há manchas com maior dominância à escala da freguesia de França do que no distrito de Bragança (Fig. 30). O menor LPI da freguesia de França, 0,36%, ocorreu em 1978, enquanto o maior LPI, 1,10%, ocorreu em 2015. Em relação ao distrito de Bragança, o LPI se manteve constante no período 1995–2015. As diferenças indicam que os azinhais são mais representativos na freguesia de França do que no distrito de Bragança, onde a dimensão da maior mancha representa uma proporção muito baixa da área respetiva.

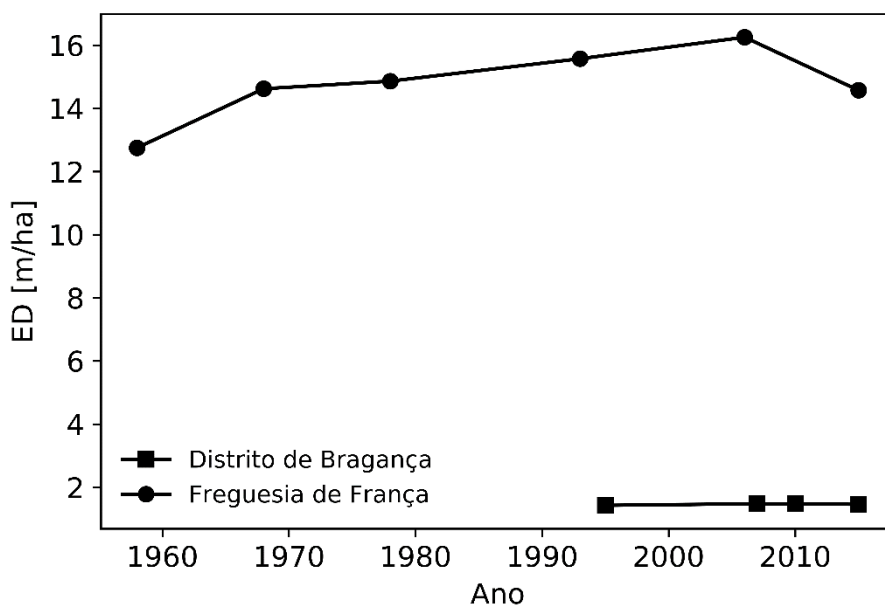


Figura 29. Comparação da densidade de bordadura (ED) do distrito de Bragança e freguesia de França.

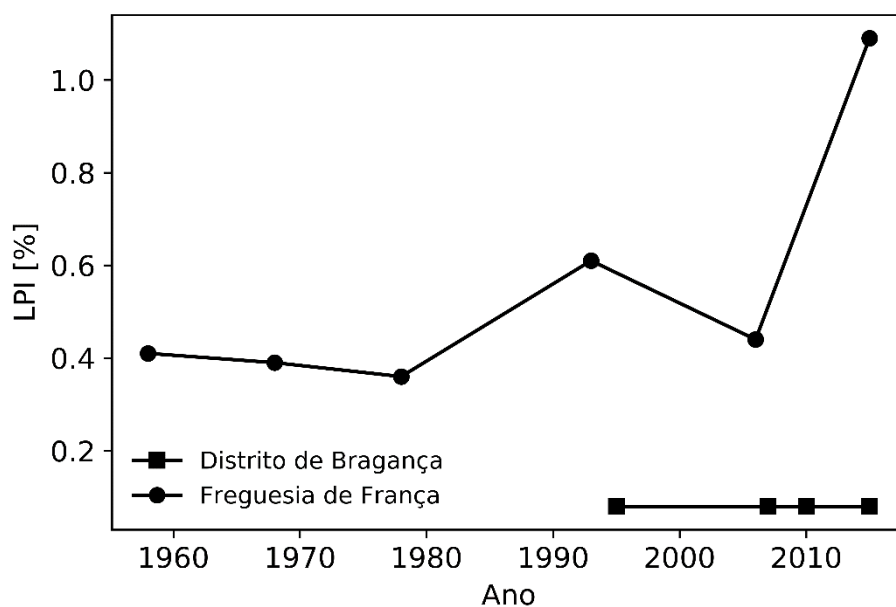


Figura 30. Comparação do índice de maior mancha (LPI) entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.

Comparando o GYRATE_MN a nível da escala local e do distrito, nota-se que as manchas na freguesia de França são mais compactas do que as manchas

do distrito de Bragança (Fig. 31). Em relação ao comportamento, a métrica apresentou um comportamento cíclico na freguesia de França, reduzindo a amplitude ao longo dos anos. No distrito de Bragança a oscilação foi pouco significativa quando comparada com os valores apresentados na freguesia de França.

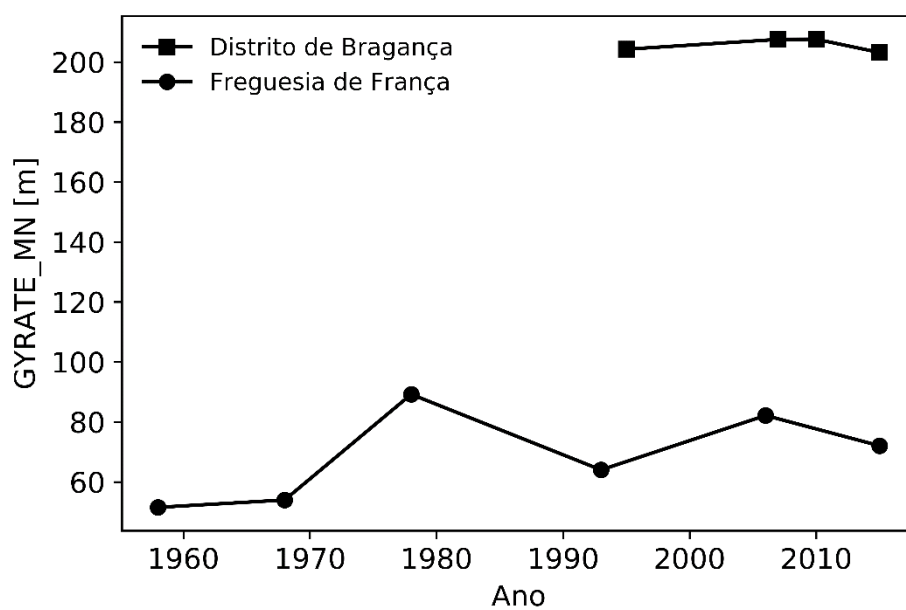


Figura 31. Comparação raio de giração médio (GYRATE_MN) entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.

Em relação a forma, no distrito de Bragança não houve uma mudança significativa no nível de complexidade da forma das manchas (Fig. 32). Na freguesia de França houve uma redução na complexidade das manchas ao longo dos anos. Essa redução ocorreu concomitantemente com um aumento no número de manchas e aumento de área.

Percebe-se que no distrito de Bragança no período analisado não houve uma mudança significativa do FRAC_MN. Esse comportamento aponta que nesse período não houve uma mudança profunda na geometria das manchas, contrário do que aconteceu na freguesia de França que apresentou uma redução da complexidade média das manchas. Os valores exibidos pela métrica FRAC_MN estão consonantes com os valores exibidos pela métrica SHAPE_MN

tanto para a freguesia quanto para o distrito de Bragança.

Nota-se que, considerando PAFRAC, no distrito de Bragança houve uma mudança muito pequena ao longo dos anos quando comparada com o que houve na freguesia de França. Nota-se que a complexidade das formas das manchas na paisagem é menor na freguesia de França do que no distrito de Bragança.

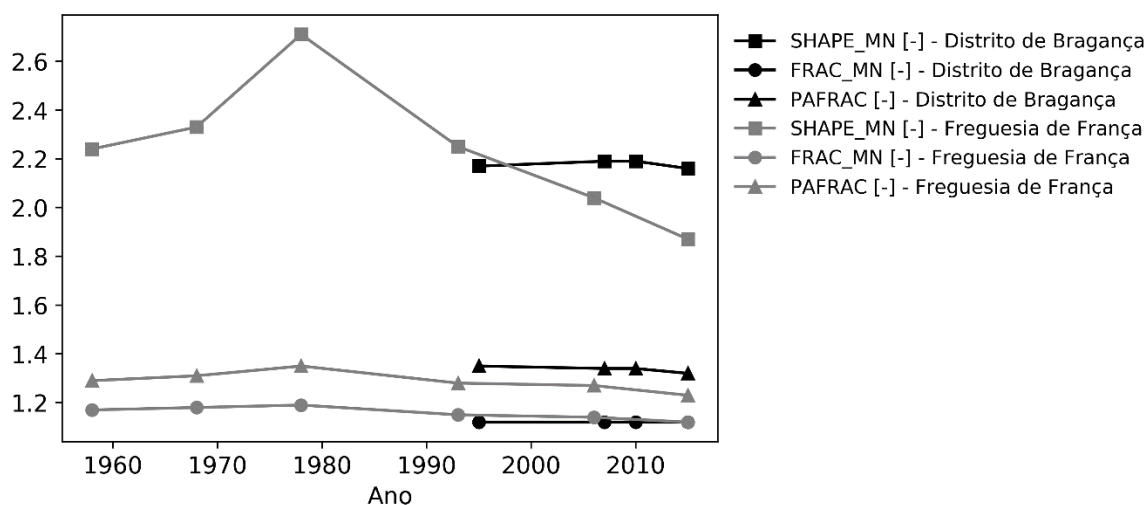


Figura 32. Comparação das métricas de forma entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.

Para analisar as métricas relacionadas à área central, analisou-se inicialmente a métrica CPLAND (Fig. 33). Nota-se que a área central das manchas da freguesia de França tem mais representatividade. No distrito de Bragança observa-se que a métrica se manteve constante, ao passo que na freguesia de França apresentou um crescimento ao longo do período analisado. Em relação à métrica CAI_MN (Fig. 34), pode-se concluir que as manchas no distrito de Bragança concentram mais área na região central do que na freguesia de França.

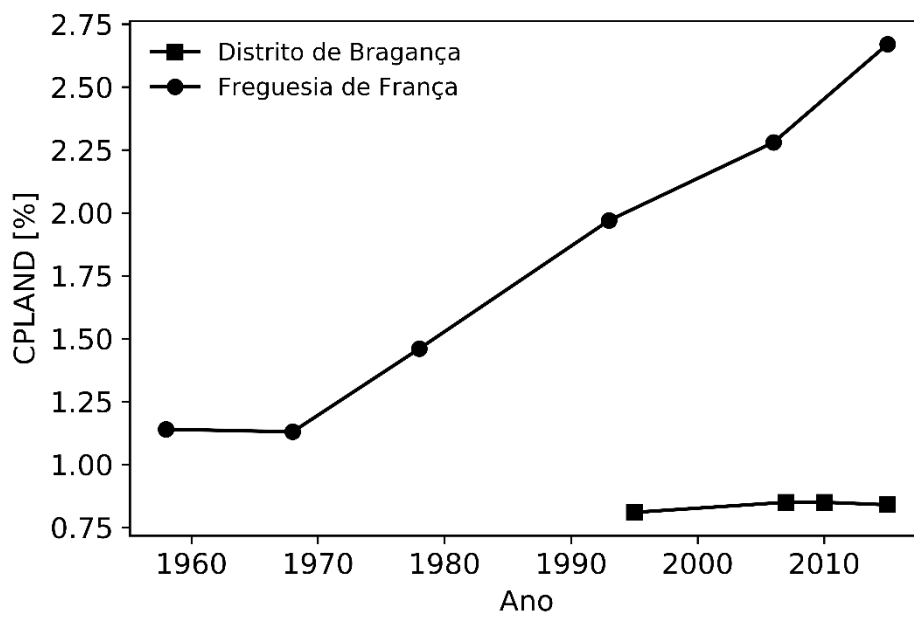


Figura 33. Comparação da métrica CPLAND entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.

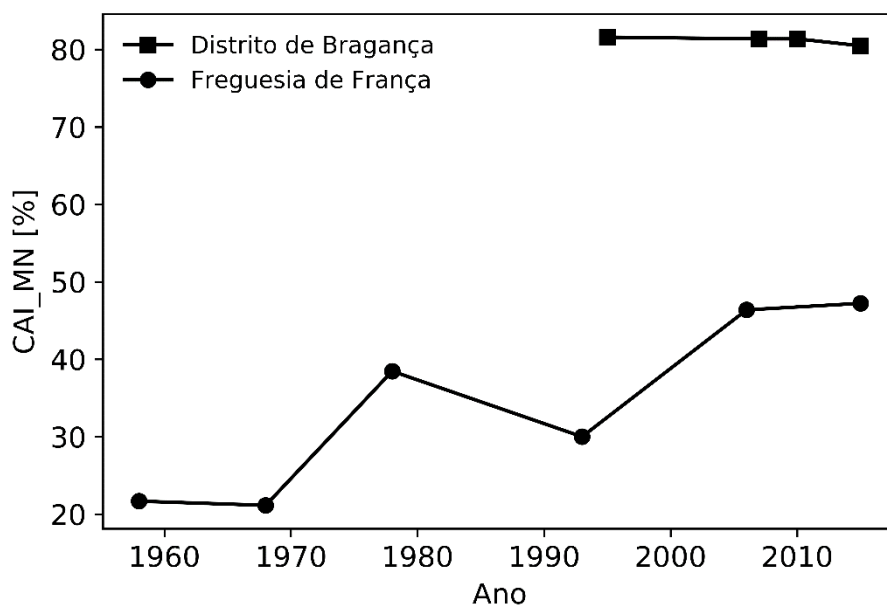


Figura 34. Comparação da métrica CAI_MN entre o distrito de Bragança e a freguesia de França.

Em relação à distância euclidiana média do vizinho mais próximo (ENN_MN), pode-se notar uma diferença na ordem de grandeza de 20 entre as duas paisagens (Fig. 35). Como a área de estudo do distrito de Bragança possui área por volta de 30 vezes maior que da freguesia de França, os valores apresentados estão consonantes. Entre 1995 e 2015 percebe-se que não houve mudança significativa. O aumento seguido pela redução é um reflexo do que aconteceu com a área entre o período analisado.

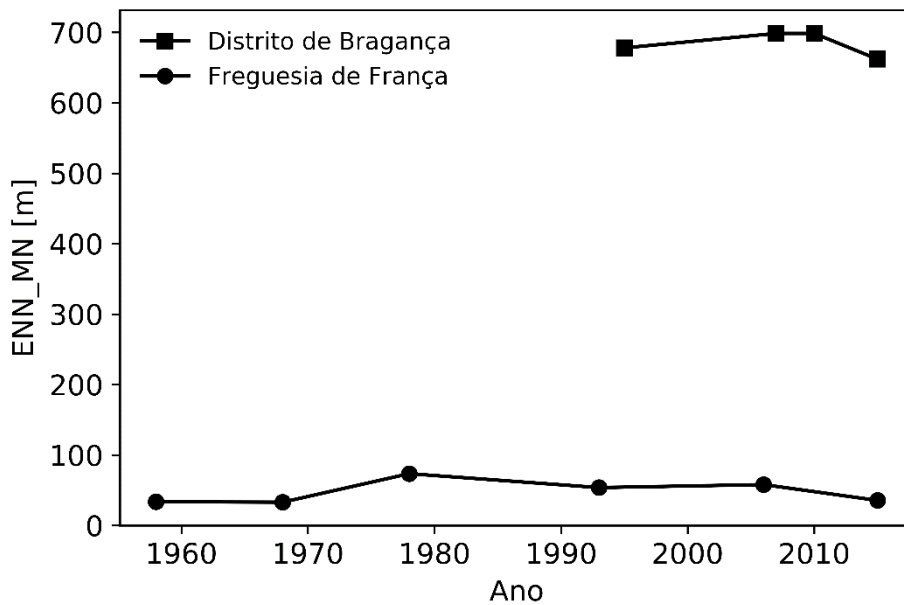


Figura 35. Comparação da distância euclidiana média do vizinho mais próximo (ENN_MN) do distrito de Bragança e freguesia de França.

5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste trabalho mostram que a azinheira no distrito de Bragança tem apresentado variações percentuais pouco expressivas ao longo dos anos (1995-2015). Este comportamento está em contraste com o que o foi observado na freguesia de França.

No período analisado neste estudo, 1958 – 2015, na freguesia de França, a área ocupada pelo azinhal quase duplicou, ao passo que a complexidade da forma tanto no nível das manchas como da classe se reduziu. Em termos de compactação, apresentou um comportamento periódico, com pequenas variações no valor inicial e final, 1958 e 2015, respectivamente.

Após um período de variação cíclica a dominância da maior mancha de azinhal na classe aumenta em relação aos anos anteriores. De maneira geral, as manchas mantiveram-se com a mesma distância média umas das outras, após um período de distanciamento (1968 – 1993).

As diferenças apresentadas indicam que os azinhais são mais representativos em termos de área na freguesia de França do que no distrito de Bragança, onde representam uma proporção muito baixa da área respetiva.

Em termos da área central média, houve um aumento ao longo do período analisado na freguesia de França. Levando em consideração o comportamento apresentado, espera-se um aumento da área central ocupada pelas manchas do azinhal na freguesia de França.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, C., Rodrigues, O., Azevedo, J., e Domingos, T. (2009). Montanha. *Ecosistemas e bem-estar humano: avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Escolar Editora, Lisboa. 295-339.
- Agroconsultores e Coba (1991) Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal. UTAD/PDRITM, Vila Real.
- Azevedo, J., e Caçador, F. (1999). Bordaduras de bosques de *Quercus rotundifolia* Lam. no Parque Natural de Montesinho. *Quercetea*, 126-137.
- Azevedo, J. C., Moreira, C., Castro, J. P., e Loureiro, C. (2011). Agriculture abandonment, land-use change and fire hazard in mountain landscapes in North-eastern Portugal. *Landscape ecology in forest management and conservation*. Beijing/Berlin: Higher Education Press/Springer-Verlag, 329-351.
- Azevedo, J. C., Possacos, A., Aguiar, C. F., Amado, A., Miguel, L., Dias, R., Fernandes, P. M. (2013). The role of holm oak edges in the control of disturbance and conservation of plant diversity in fire-prone landscapes. *Forest Ecology and Management*, 297, 37–48.
- Azevedo, J., Moreira, C., Pinheiro, H., Loureiro, C., & Castro, J. P. (2010). Efeitos ambientais do abandono da agricultura em áreas de montanha. In *Actas do VI Congresso da Associação Portuguesa de Economia Agrária e IV Congresso de Gestão e Conservação da Natureza*.
- Azevedo, J.C., Castro, J.P., Pinheiro, H., Moreira, C., Magalhães, S., Loureiro, C., Fernandes, P., 2011a. Dinâmica e serviços da paisagem no Nordeste de Portugal. In: Neto, J., Einloft, C., Gonçalves, R. (Eds.), *Desenvolvimento rural, Sustentabilidade e Ordenamento territorial*. Suprema, Visconde do Rio Branco, MG, pp. 158–174.
- Bielsa, I., Pons, X., & Bunce, B. (2005). Agricultural abandonment in the North Eastern Iberian Peninsula: the use of basic landscape metrics to support

- planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48(1), 85-102.
- Bocio, I., Navarro, F. B., Ripoll, M. A., Jiménez, M. N., e De Simón, E. (2004). Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Annals of Forest Science*, 61(2), 171-178.
- Bonfil, C., Cortés, P., Espelta, J. M., e Retana, J. (2004). The role of disturbance in the co-existence of the evergreen *Quercus ilex* and the deciduous *Quercus cerroides*. *Journal of vegetation science*, 15(3), 423-430.
- Broncano, M. J., Retana, J., e Rodrigo, A. (2005). Predicting the recovery of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* forests after a large wildfire in northeastern Spain. *Plant Ecology*, 180(1), 47-56.
- Buhk, C., Meyn, A., e Jentsch, A. (2007). The challenge of plant regeneration after fire in the Mediterranean Basin: scientific gaps in our knowledge on plant strategies and evolution of traits. *Plant ecology*, 192(1), 1-19.
- Caetano, M., Igreja, C., Marcelino, F., e Costa, H. (2017). Estatísticas e dinâmicas territoriais multiescala de Portugal Continental 1995-2007-2010 com base na Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS). Direção-Geral do Território, Relatório técnico: Lisbon, Portugal.
- Ceballos, L., e Ruiz, J. (1979). Árboles Y Arbustos de la España Peninsular. ET-SIM, Madrid.
- Corral-Hernández, E., Balanzategui, I., e Iturrondobeitia, J. C. (2016). Effect of progressive drying of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) forest soils on the composition of the oribatid mite community (Acari: Oribatida) in laboratory conditions. *International Journal of Acarology*, 42(7), 358-365.
- David, T.S.; Pinto, C.A.; Nadezhdina, N.; Kurz-Besson, C.; Henriques, M.O.; Quilhó, T.; Cermak, J.; Chaves, M.M.; Pereira, J.S. e David, J.S. (2013) –

Root functioning, tree water use and hydraulic redistribution in *Quercus suber* trees: A modeling approach based on root sap flow. *Forest Ecology and Management*, vol. 307, p. 136-146.

Denia, M., e Bayo, E. (1996). Evolución de las masas mixtas de Sabina Albar (*Juniperus Thurifera* L.) y Encina (*Quercus Ilex subsp. Rotundifolia*). Cuadernos de la S.E.C.F., N.O 3, 63–68.

DGT. 2018. “Carta Administrativa Oficial de Portugal, e Carta de Uso e Ocupação Do Solo de Portugal Continental Para 2018 (COS2018).” Acesso em 24 de Outubro de 2020 a partir de: <https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/metadata/b498e89c-1093-4793-ad22-63516062891b>.

Díaz, M., Pulido, F. J., & Marañón, T. (2003). Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adhesados. *Revista Ecosistemas*, 12(3).

Dias, R., & Azevedo, J. (2008). Distribution and spatial configuration of holm oak woodlands in the Montesinho/Nogueira site, Portugal. In *IUFRO–8.01. 02 Landscape Ecology. Proceedings of the International Conference. Landscape Ecology and Forest Management-Challenges and Solutions* (pp. 69-70).

ESA (2011). Papel regulador dos azinhais na propagação de incêndios florestais. Relatório Final do Projeto. Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 26pp.

Gignac, L. D., e Dale, M. R. (2007). Effects of size, shape, and edge on vegetation in remnants of the upland boreal mixed-wood forest in agro-environments of Alberta, Canada. *Botany*, 85(3), 273-284.

Gonçalves, D. A. (1991). O clima e os ecossistemas Agro-Ecológicos do Parque Natural de Montesinho. *II Seminário Técnico sobre Conservação da Natureza nos Países do Sul da Europa, 4ª Secção–Climatologia. Faro*, 18.

Guiomar, N., Batista, T., Fernandes, J. P., & Cruz, C. S. (2009). Corine Land

Cover Nível 5. Contribuição para a Carta de Uso do Solo em Portugal Continental. AMDE (Eds.), Évora.

ICNF. 2015. 6º Inventário Florestal Nacional. Relatório Final. Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa. 284pp.

Lasanta, T., González-Hidalgo, J. C., Vicente-Serrano, S. M., e Sferi, E. (2006). Using landscape ecology to evaluate an alternative management scenario in abandoned Mediterranean mountain areas. *Landscape and Urban Planning*, 78(1-2), 101-114.

de Lima, F. S., & Almeida, N. V. (2017). Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal na Área de Proteção Ambiental (APA) do Cariri, Paraíba-PB, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(03), 699-721.

Lindberg, N., e Bengtsson, J. (2005). Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. *Applied Soil Ecology*, 28(2), 163-174.

Loepfe, L., Martinez-Vilalta, J., Oliveres, J., Piñol, J., & Lloret, F. (2010). Feedbacks between fuel reduction and landscape homogenisation determine fire regimes in three Mediterranean areas. *Forest Ecology and Management*, 259(12), 2366-2374.

McGarigal, K., Cushman, S. A., e Ene, E. (2012). FRAGSTATS v4: spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. *Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.*

Meneses, B. M., Vale, M. J., Reis, R., & Saraiva, R. (2013). Metodologia para a avaliação das alterações do uso e ocupação do solo em Portugal Continental nas últimas três décadas. *CIDADES, Comunidades e Territórios*, (27), 50-60.

Moreno-Marcos, G., JJ Obrador, E. García, E. Cubera, MJ Montero, FJ Pulido e C. Dupraz. (2007). Impulsionar interações competitivas e facilitadoras em

dehesas de carvalho através de práticas de gerenciamento. *Sistemas agro-florestais* 70: 25-40.

Munoz, O., Mizrachi, S., York, N., e Unidos, E. (2010). Dinámica espacial. Identificación del rol y determinantes del espacio y el lugar geográfico en las estructuras sociales, culturas e identidades.

Pausas, J. G. (2006). Simulating Mediterranean landscape pattern and vegetation dynamics under different fire regimes. *Plant Ecology*, 187(2), 249-259.

Ribeiro, M. M. A., & Elvas, P. S. (1997). Estudo de germinação em azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.). In *I Congresso Florestal Hispano-Luso, Pamplona, 21-27 junho, 1997* (pp. 533-538). CFHL.

Serrano, J.; Shahidian, S. e Marques da Silva, J. (2016) – Calibration of Grass-Master II to estimate green and dry matter yield in Mediterranean pastures: effect of pasture moisture content. *Crop and Pasture Science*, vol. 67, n. 7, p. 780-791.

Sousa, AM, Gonçalves, AC, Mesquita, P., e da Silva, JRM (2015). Estimativa de biomassa com imagens de satélite de alta resolução: Um estudo de caso de *Quercus rotundifolia*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101, 69-79.

Terradas, J. (1999). Azinheiras en azinheiras: uma introdução. Em *Ecology of Mediterranean evergreen oak forest* (pp. 3-14). Springer, Berlim, Heidelberg.

Viedma, O., Moreno, JM, & Rieiro, I. (2006). Interações entre uso do solo / mudança de cobertura do solo, incêndios florestais e estrutura da paisagem na Serra de Gredos (Espanha Central). *Conservação Ambiental*, 212-222.