

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território

Deteção Remota Aplicada ao Ordenamento do Território

Componente Prática

Classificação da ocupação do solo e o cálculo de índices ambientais

Caso de estudo: Concelho de Lousada

Docentes: Ana Cláudia Teodoro

Lia Duarte

José Teixeira

Discente: Luís Cavadas

Paula Leite

Índice

Introdução	3
Programa Copernicus – Satélites Sentinel	3
Programa Landsat	4
Índices Ambientais	4
NDVI	4
LSWI.....	5
Caracterização da área de estudo	5
Metodologia	5
Resultados	6
NDVI	6
LSWI.....	10
Classes da Ocupação do Solo	12
Conclusão	15
Referências Bibliográficas	16

Introdução

A detecção remota é a arte ou ciência que visa adquirir informações sobre uma área, recorrendo a dados obtidos por um dispositivo que não contacta com a superfície (Lillesand, et al. 2015).

Esta área do saber assume um papel crucial na fase de aquisição de dados, fase extremamente necessária ao longo de um projeto de investigação científica. A detecção remota em relação a outros métodos de aquisição de dados, permite a aquisição de dados (imagens) com baixo custo, possibilita a aquisição de dados de áreas inacessíveis e o acesso de informação remota por via digital (Lillesand, et al. 2015).

O presente relatório visa responder a objetivos fundamentais da detecção remota, nomeadamente: a compreensão dos princípios básicos, o conhecimento dos principais satélites e programas, como por exemplo o programa Landsat e o programa Copernicus. Visa ainda, o cálculo de índices ambientais, nomeadamente o NDVI (Índice de vegetação por diferença normalizada) e o LSWI (Índice de Água da Superfície Terrestre), o fomento do conhecimento dos métodos de classificação de imagem (supervisionada e não supervisionada e os algoritmos que lhes são referentes) e por fim, a avaliação da classificação realizada. Para além dos objetivos já traçados, a detecção remota é extremamente útil no ordenamento do território, permitindo entre inúmeras possibilidades, a realização de mapas de uso e ocupação do solo, com o recurso a imagens de satélite. Posto isto, no presente relatório constará cartografia afeta à ocupação do solo, realizada através de métodos de classificação supervisionados.

Programa Copernicus – Satélites Sentinel

Os satélites espaciais Sentinel, surgem com a criação do programa Copernicus da ESA (Agência Espacial Europeia). Existem, até à data, 5 missões espaciais Sentinel, cada uma é composta por dois satélites, onde o principal objetivo passa pela obtenção de um conjunto de dados seguros e completos, possibilitando assim, o estudo e investigação da superfície terrestre (ESA, 2021).

Deste modo, o Sentinel-1 resume-se a imagens satélites radar, capazes de registar dados 24h, em todos os climas e superfícies, quer terrestres quer oceânicas. O Sentinel-1A foi lançado em 2014 e o Sentinel-1B em 2016 (ESA, 2021).

A missão Sentinel-2, teve o primeiro lançamento com o Sentinel-2A, em 2015, sendo completada com o lançamento do Sentinel-2B, em 2017 (ESA, 2021). Esta missão foi dotada de uma resolução de imagem muito elevada, onde a resolução espacial varia entre os 10, 20 e 60 metros (ESA, 2021). A mais de 700 km de altitude, o Sentinel-2 dedica-se à monitorização da terra, nomeadamente da vegetação, solo, água, e áreas costeiras, e ainda tem capacidade de fornecer dados para serviços de emergência (Lillesand, et al. 2015).

O Sentinel-3 envolve dois satélites com multi-instrumentos, capazes de fornecer dados óticos, radares e altimetrias de elevada precisão, tanto para aplicações marinhas como para aplicações terrestres (Lillesand, et al. 2015).

O Sentinel-4 e o 5 registam dados relacionados com a monitorização atmosférica (Lillesand, et al. 2015). De todas as missões Sentinel, apenas os satélites Sentinel-4 se situam em órbita geoestacionária, sendo que os restantes localizam-se em órbita polar (Lillesand, et al. 2015).

Programa Landsat

O programa Landsat foi iniciado pela NASA em 1967, com o objetivo de monitorizar os recursos terrestres (Landsat Science, 2021). Uma das principais razões para o contínuo investimento neste programa foi o sucesso dos satélites meteorológicos. Atualmente, os satélites Landsat apresentam duas enormes vantagens comparativamente aos outros satélites destacando-se, não só pelo facto de estes registarem dados há mais de quarenta anos ininterruptamente, como também disponibiliza gratuitamente esses dados, importantes para o conhecimento do planeta (Landsat Science, 2021).

O Landsat-1, foi lançado em julho de 1972, sendo também conhecido como Earth Resources Technology Satellite (ERTS-1) (Landsat Science, 2021). Este foi o primeiro satélite capaz de registar dados sobre os recursos terrestres. Foi um satélite de órbita polar, situado a 900 km de altitude, que terminou em 1978. O Landsat 1, estava equipado com sensores Return Beam Vidicon (RBV) e com Scanner Multiespectral (MSS), ambos com uma resolução espacial de 80m (Landsat Science, 2021).

Assim como o Landsat-1, o Landsat-2 e o Landsat-3, foram equipados o mesmo tipo de sensores, mantendo também, a mesma resolução espacial, à exceção do sensor RBV, que no Landsat-3 detinha uma resolução espacial de 40m (Landsat Science, 2021). Ambos terminaram as suas funções em 1983 (Landsat Science, 2021).

Os satélites Landsat-4 e 5, já deixaram de incorporar o sensor RBV, no entanto foi-lhes introduzido o Thematic Mapper (TM), capaz de capturar um maior número de bandas do espectro eletromagnético (Landsat Science, 2021). O satélite Landsat-4 teve duração desde 1982 até 2001, já o Landsat-5 iniciou em 1984 e terminou em 2013 (Landsat Science, 2021).

Depois do falhanço no lançamento do Landsat-6 em 1993, foi colocado em órbita o satélite Landsat-7, apenas com o sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), uma versão muito mais versátil do que a que foi aplicada nos satélites 4 e 5 (USGS, 2021). Caracterizado como “o instrumento de observação da Terra mais estável e melhor caracterizado já colocado em órbita”, este conseguia obter 15m de resolução espacial na banda pancromática e 60m de resolução no infravermelho térmico (Landsat Science, 2021).

O satélite mais recente do programa Landsat, é o Landsat-8, lançado em 2013 (USGS, 2021). Encontra-se equipado com os sensores Operational Land Imager (OLI), que captura nove bandas do espectro eletromagnético e Thermal Infrared Sensor (TIRS), que regista mais duas bandas espectrais, as resoluções espaciais destes sensores são de 30m e 100m, respetivamente (USGS, 2021).

Índices Ambientais

NDVI

O Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), baseia-se na diferença da refletância entre a banda vermelha e a banda do infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético. Os valores elevados de NDVI resultam da combinação de uma elevada refletância no NIR e da reduzida refletância na banda do vermelho, sendo esta a assinatura espectral da vegetação saudável (Lillesand, et al. 2015). Por sua vez, as áreas sem vegetação (solo nu, água, neve, ou área urbanizada), tendem a registar valores de NDVI bastante reduzidos (Lillesand, et al. 2015).

LSWI

O Índice de Água da Superfície Terrestre (LSWI) é utilizado, principalmente, para avaliar a quantidade de água, presente nas primeiras camadas de solo. Este índice, é calculado com base em duas classes espectrais, nomeadamente, na radiação infravermelha próxima (NIR) e na radiação infravermelha de onda curta (SWIR). Assim, o LSWI apresenta valores entre -1 e 1, sendo que os valores menores que 0, representam a vegetação seca, ao contrário da vegetação verde que regista valores superiores a 0 (Li, 2014).

Caracterização da área de estudo

A área de estudo, definida pelo grupo de trabalho, resume-se ao concelho de Lousada. Este, localiza-se no distrito do Porto que por sua vez, pertence à Região Norte de Portugal. O concelho em estudo, faz fronteira, a norte com os concelhos de Vizela, Stº Tirso e Felgueiras, a Este com Amarante, a Sul com Penafiel e Paredes, e a Oeste com Paços de Ferreira. O município de Lousada, compreende uma área com cerca de 95 Km², que se subdivide em 15 freguesias (CML, 2020) e registou, nos últimos Censos da População de 2011, mais de 45 000 habitantes (INE, 2011).

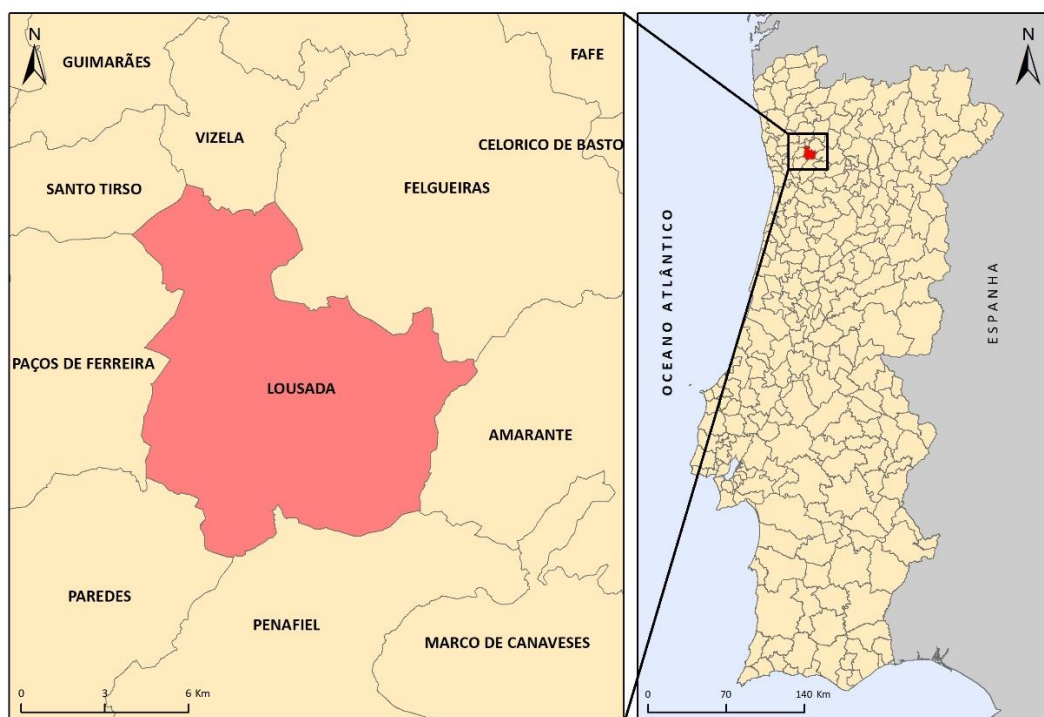


Figura 1- Localização da área de estudo (Fonte: CAOP, 2019; DivaGIS, 2020).

Metodologia

Os resultados de um projeto, dependem diretamente do processo de aquisição de dados. Os dados fundamentais para a realização do presente relatório, são 4 imagens de satélite, duas do satélite Landsat 8 e duas do satélite Sentinel 2A, de duas épocas do ano distintas (verão/inverno). As imagens anteriormente referidas, foram retiradas do site “Earth Explorer” da USGS (United States Geological Survey).

Após a recolha das imagens, procedeu-se ao recorte das mesmas, ou seja, ao recorte de todas as bandas, através da delimitação da área de estudo, neste caso, o concelho de Lousada.

Um dos objetivos do presente relatório, tal como mencionado anteriormente, visa resolver índices ambientais. Sendo assim, calcularam-se dois, o NDVI (1) e o LSWI (2), através das seguintes fórmulas:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

$$LSWI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}} \quad (2)$$

Estas foram calculadas através da introdução das respetivas bandas, na ferramenta “Calculate Raster”, presente nos softwares SIG.

Uma das inúmeras possibilidades da deteção remota, é a classificação da ocupação do solo. Sendo assim, para classificar a ocupação do solo da área de estudo, recorreu-se à ferramenta Classification Wizard, presente no ArcGis Pro.

Primeiramente, para realizar tal procedimento, é essencial inserir e selecionar a composição de bandas RGB a classificar. A ferramenta em questão é composta por inúmeros campos, que devem ser preenchidos corretamente, com o intuito de se obter os melhores resultados possíveis. A classificação a realizar é uma classificação supervisionada, ou seja, é o técnico que determina as classes existentes na imagem, através de áreas de treino, e que atribui a cada pixel uma dessas classes/áreas (ESRI,2020). O tipo de classificação é “pixel based”, o que significa que os valores dos pixels vizinhos não influenciam a definição da classe vizinha (ESRI,2020). O esquema de classificação a utilizar, pode ser um esquema padrão, contudo este deve ser corretamente editado, adaptando-o à área em estudo. A edição do esquema padrão, decorre aquando da seleção das áreas de treino. A classificação destas deve ser realizada, segundo uma classificação de máxima probabilidade “Maximum Likelihood”. A classificação mencionada baseia-se em dois princípios, na distribuição normal das células em cada amostra e no teorema de Bayes’ de tomada de decisão (ESRI,2020). Após a realização deste procedimento, é indispensável avaliar a precisão da classificação obtida.

Resultados

NDVI

Relativamente aos resultados do NDVI, calculados através das imagens Sentinel, é possível aferir que é o mês de julho que regista uma maior percentagem de área ocupada por vegetação saudável, cerca de 39% da área (conjunto de classes entre os 0,56 e os 0,86). Contudo, é o mês de janeiro que atinge os valores máximos de NDVI, acima dos 0,86. No mês de janeiro, em termos percentuais, as áreas que registaram valores mais elevados, representam cerca de 21% do concelho de Lousada.

Os valores mínimos de NDVI registaram-se em julho, verificando-se valores inferiores a -0,4, atingindo os -0,067. As classes que representam os valores mais diminutos de NDVI na cartografia presente abaixo (figura 2), são o conjunto de classes compreendidos entre os 0,319-0,101 e a classe dos 0,1 até ao valor mínimo registado. Nas classes mencionadas anteriormente, o mês de janeiro registou 28,16% da área, enquanto que o mês de julho registou cerca de 24,1%.

Tabela 1-Área, em percentagem, correspondente às classes máximas e mínimas, para o mês de janeiro e julho.

Área (%) correspondente às seguintes classes:	Sentinel 2A	
	Janeiro	Julho
Valor máximo - 0,56	21%	39%
0,32 - Valor mínimo	28%	24%

Quanto aos resultados aferidos através das imagens do Landsat, conclui-se que é o mês de julho que possui maior área com vegetação com níveis elevados de clorofila, cerca de 23% (conjunto de classes entre os 0,35 e os 0,59). Por sua vez, o mês de dezembro registou cerca de 7%. Sendo que, é o mês de dezembro onde os valores de NDVI mais elevados são atingidos, registando valores superiores a 0,59.

Relativamente aos valores mais reduzidos de NDVI, estes registaram-se em julho, com valores inferiores a -0,07, atingindo os -0,04. As classes que representam os valores mínimos de NDVI na figura 3, são o conjunto de classes dos 0,17-0,101 e a classe dos 0,1 até ao valor mínimo registado. Nas classes mencionadas anteriormente, o mês de dezembro registou 27% da área, enquanto que o mês de julho registou cerca de 15%.

Tabela 2- Área, em percentagem, correspondente às classes máximas e mínimas, para o mês de dezembro e julho.

Área (%) correspondente às seguintes classes:	Landsat 8	
	Dezembro	Julho
Valor máximo - 0,35	7%	23%
0,17 - Valor mínimo	27%	15%

Em suma, comparando os resultados obtidos através dos dois satélites em estudo, nos meses de inverno, é possível concluir que os valores máximos de NDVI são semelhantes entre si, porém relativamente aos valores mínimos, é o satélite Landsat que assinala o menor valor registado. Já no mês de julho, o valor máximo é substancialmente mais elevado nas imagens do satélite Sentinel.

As classes da cartografia em questão, foram selecionadas por quebras naturais, contudo ao analisar a figura 3, realizada recorrendo ao satélite Landsat e comparando-a com a cartografia realizada a partir do satélite Sentinel, é possível concluir que o satélite Landsat detetou uma área menor com valores elevados de NDVI, ou seja, com elevada refletância no NIR e reduzida refletância na banda do vermelho. Em termos percentuais, o satélite Sentinel foi o satélite que deteve uma área mais elevada com elevados valores de NDVI, bem como foi o satélite que demarcou mais km² com valores reduzidos de NDVI.

No que concerne à resolução espacial das imagens obtidas, através do cálculo das bandas, a qualidade da imagem auferida recorrendo ao satélite Sentinel é superior, dada a resolução espacial deste ser 10x10m, superando o satélite Landsat (30x30m).

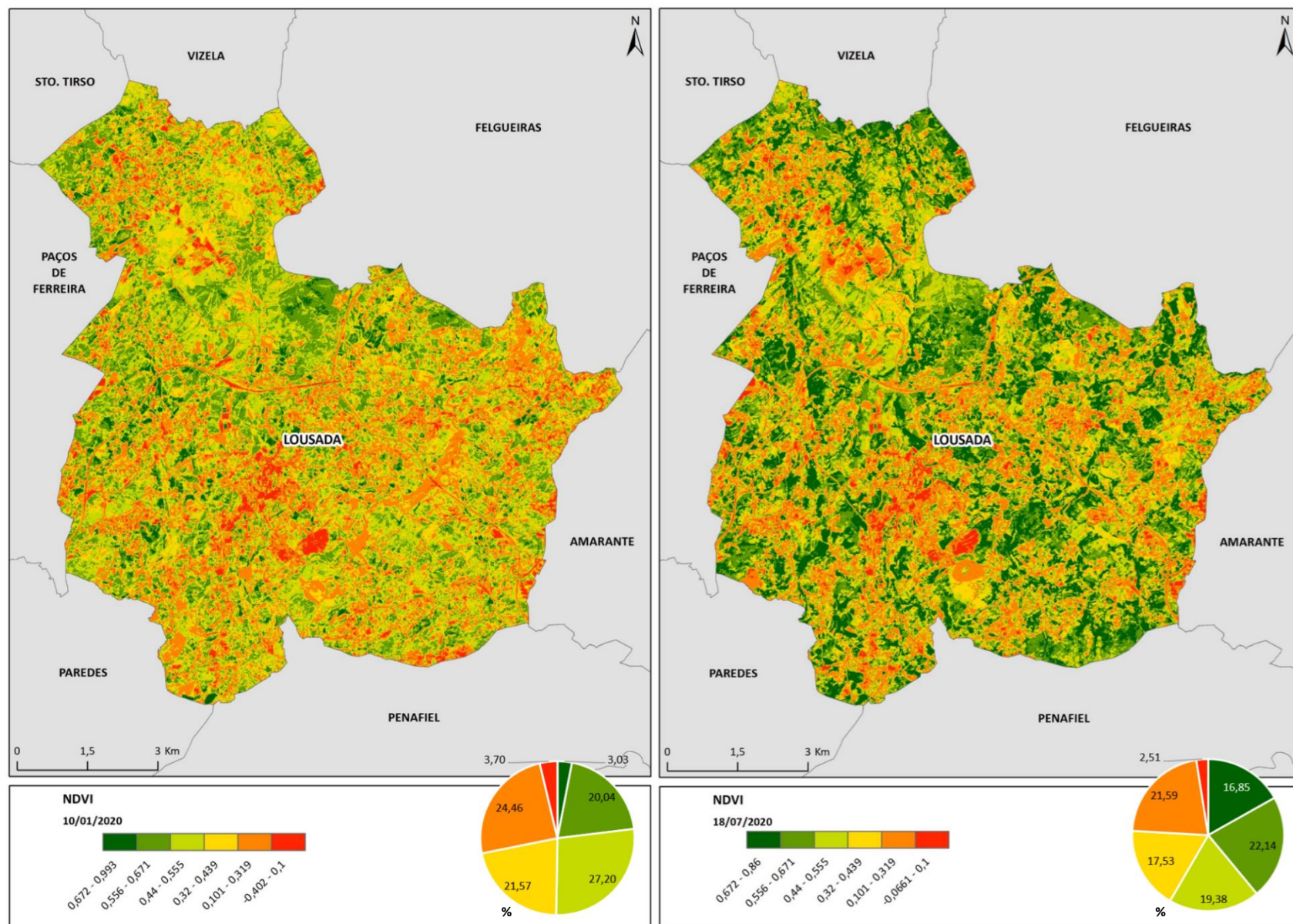


Figura 2- Cálculo do NDVI, em janeiro e julho de 2020, recorrendo ao satélite Sentinel 2A (Fonte: USGS, 2020; CAOP, 2019).

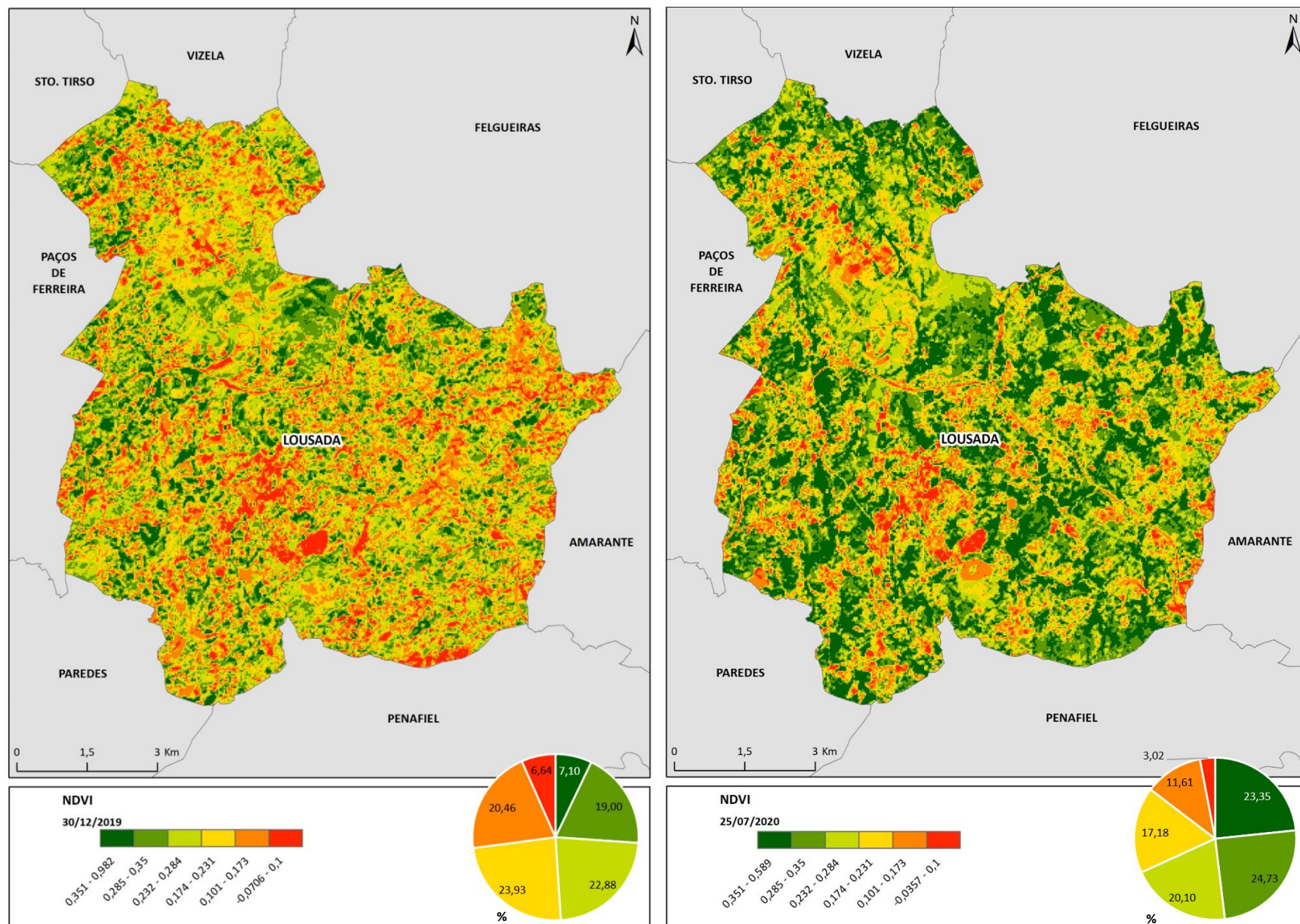


Figura 3- Cálculo do NDVI, em dezembro de 2019 e julho de 2020, recorrendo ao satélite Landsat (Fonte: USGS, 2020; CAOP, 2019).

LSWI

Analisando o LSWI no inverno, presente na figura 4, destaca-se um claro domínio dos valores positivos, que representam mais de 75% da área do concelho. A classe com mais representatividade, ou seja, que possui uma área maior, é aquela que compreende os valores entre 0,0981 e 0,247. As classes com valores inferiores a 0, localizam-se de forma dispersa pelo território, ocupando menos de 25% da área total, dos quais, a classe compreendida entre os - 0,136 e o -1, regista cerca de 4% do território.

Quanto ao LSWI, relativo ao verão, no município de Lousada observa-se uma elevada presença de valores positivos (com cerca de 65% da área concelhia), sendo que os valores negativos ocupam mais de 30 % da área do município (figura 4). Nesse sentido é a classe com valores entre -0,136 e -1 que regista a menor área (6%).

Comparando as duas imagens, presentes na figura 4, é importante compreender que existe um domínio dos valores positivos. Para além disto, verifica-se um decréscimo da percentagem relativa à área das classes positivas, entre o Inverno e o Verão. É na estação fria (inverno), que se verifica que os valores > 0 , revelam uma maior importância, não só pela percentagem de área, registando cerca de 75%, como o concelho é maioritariamente composto pelas duas classes mais elevadas. Este acontecimento pode justificar-se, pela precipitação abundante, característica nos meses de inverno. É de salientar a área urbanizada existente neste território (cerca de 20% - figura 5), que pode, de alguma forma, influenciar os valores representados, na medida em que, uma superfície urbanizada não corresponde da mesma forma ao índice calculado.

De uma forma geral, pode-se concluir que a maior parte do território de Lousada apresenta um índice de LSWI positivo quer seja inverno ou verão, o que significa que há uma forte presença de vegetação verde.

Tabela 3- Área, em percentagem, correspondente às classes máximas e mínimas, para o mês de dezembro e julho.

Área (%) correspondente às seguintes classes:	Sentinel 2A	
	Janeiro	Julho
Valor máximo - 0,25	28%	19%
0,13 - Valor mínimo	4%	6%

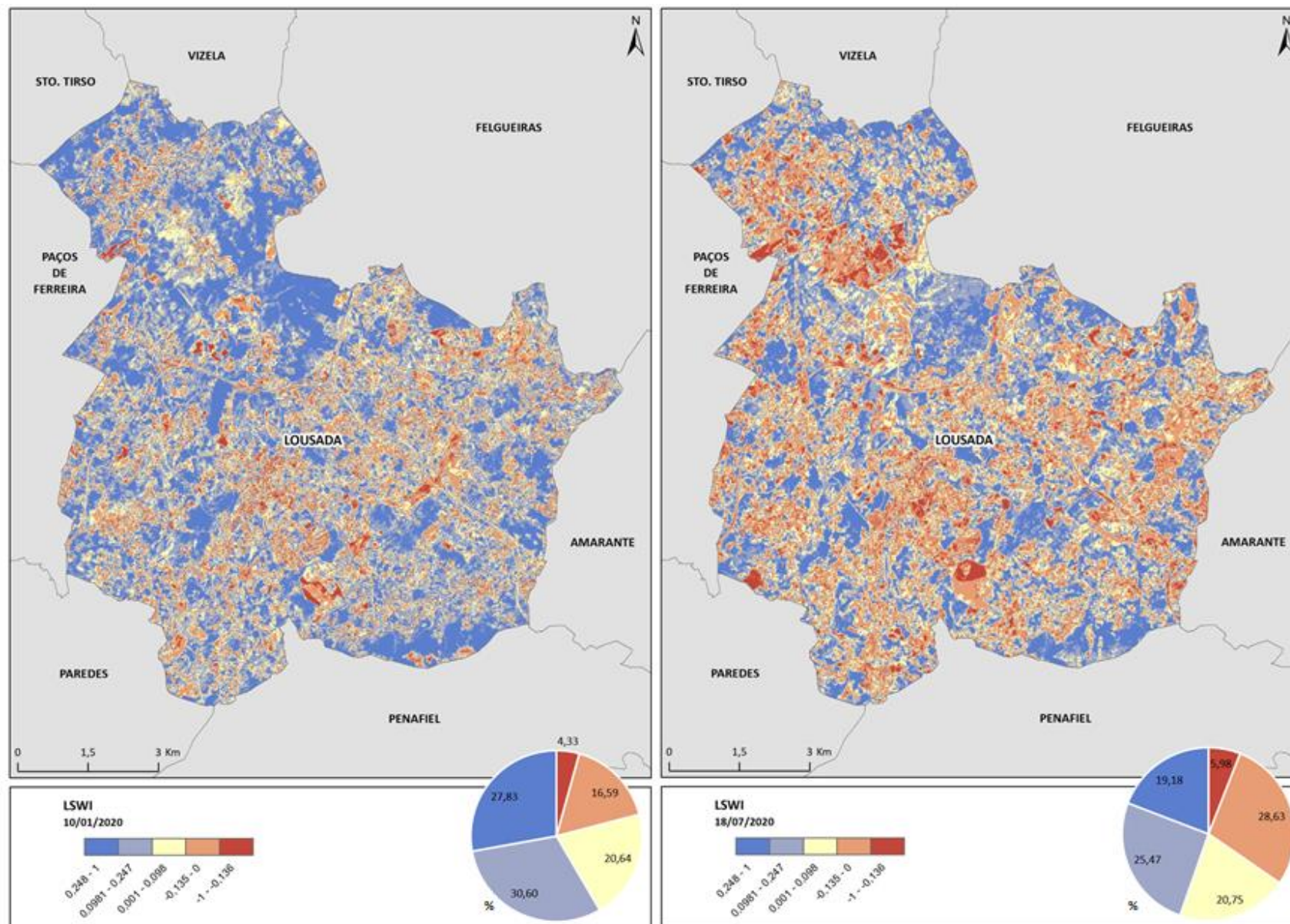


Figura 4- Cálculo do LSWI, em janeiro e julho de 2020, recorrendo ao satélite Sentinel 2A (Fonte: USGS, 2020; CAOP, 2019).

Classes da Ocupação do Solo

Uma das potencialidades da detecção remota, é a classificação de imagens de satélite. A figura 5, representa a classificação de duas imagens, uma de janeiro e outra de julho, obtidas através dos procedimentos explícitos na metodologia.

A classificação obtida, distribui-se em 4 classes: nomeadamente: indústria, áreas urbanizadas (que inclui a totalidade de infraestruturas antrópicas, como habitações, rodovias, equipamentos de lazer, entre outros), áreas florestais e mato e por fim, áreas agrícolas ou áreas descobertas ou com pouca vegetação. Dada a resolução espacial das imagens de satélite, não foi possível detalhar aprofundadamente as classes, encontrando-se as imagens classificadas recorrendo a classes genéricas e abrangentes.

O concelho de Lousada é conhecido pelos seus parques industriais e pelo elevado desenvolvimento ocorrido neste setor, nos últimos anos. Posto isto, a classe indústria, mesmo pertencendo às áreas urbanizadas, foi considerada em separado, visto que a expansão industrial provocou alterações notáveis na paisagem. Perante este facto, o grupo de trabalho considerou importante quantificar a área ocupada por esta classe.

Segundo a classificação referente ao mês de janeiro, o concelho de Lousada encontra-se ocupado essencialmente por “floretas e matos”, com cerca de 40,14%, de seguida domina a classe “agricultura/ áreas descobertas ou com pouca vegetação” com 40,03% de área. Por fim, as áreas urbanas registaram 18,84% da área total e as indústrias representam aproximadamente 1% da área.

A cartografia referente ao mês de julho regista ligeiras alterações, quando comparada com a do mês de janeiro. As floretas e matos representam cerca de 47,18%, as áreas agrícolas detiveram aprox. 29,15%, as áreas urbanizadas registaram 21,92% da área e por fim, as indústrias, na classificação referente ao mês de julho, representam quase 1,8% da área do concelho.

Comparando os resultados da imagem referente ao mês de janeiro, com o mês de julho, é possível afirmar que foi no mês de julho, onde se registou mais km² de área florestal, mais km² de área urbanizada e também mais área industrial. Por sua vez, a cartografia referente ao mês de janeiro apenas detetou uma maior área dedicada à agricultura e a áreas descobertas ou com pouca vegetação.

As análises das matrizes de erro permitem perceber qual a exatidão global do processo de classificação supervisionada, a classificação referente ao mês de janeiro deteve uma exatidão global de 91,07%, por sua vez, a classificação relativa ao mês de julho auferiu uma exatidão global de 83,56%.

A estatística de *Kappa* ou “KHAT” (k^{\wedge}), representa a diferença entre a concordância real dos dados de referência (áreas de treino), com os dados classificados de forma automática e a concordância hipotética (Lillesand, et al. 2015). Uma concordância elevada situa-se entre os 0,8 e 1, sendo que esta estatística varia entre 0 e 1. Posto isto, a classificação referente ao mês de janeiro deteve uma concordância elevada, contudo a imagem de julho deteve uma concordância relativamente mais fraca¹.

¹ A classificação relativa ao mês julho foi realizada inúmeras vezes, na tentativa de se obter um “Kappa” superior a 0,8, mas sem sucesso.

Tabela 4- Matriz de erro e a exatidão global da classificação referente ao mês de janeiro

$$\text{Exatidão Global} = \frac{(14+331+104+10)}{504} * 100 = 91,07\%$$

Classes	C_10	C_20	C_30	C_40	Total	U_Accuracy	Kappa
Área Urbanizada	14	15	5	0	34	0,411765	0
Florestas / Matos	0	331	8	0	339	0,976401	0
Agricultura / Áreas Desc.	1	16	104	0	121	0,859504	0
Indústria	0	0	0	10	10	1	0
Total	15	362	117	10	504	0	0
Accuracy	0,933333	0,914365	0,888889	1	0	0,910714	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0,805374

Tabela 5- Matriz de erro e a exatidão global da classificação referente ao mês de julho

$$\text{Exatidão Global} = \frac{(24+322+66+10)}{505} * 100 = 83,56\%$$

Classes	C_10	C_20	C_30	C_40	Total	U_Accuracy	Kappa
Área Urbanizada	24	22	10	0	56	0,428571	0
Florestas / Matos	0	322	14	0	336	0,958333	0
Agricultura / Áreas Desc.	6	30	66	0	102	0,647059	0
Indústria	1	0	0	10	11	0,909091	0
Total	31	374	90	10	505	0	0
Accuracy	0,774194	0,860963	0,733333	1	0	0,835644	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0,645794

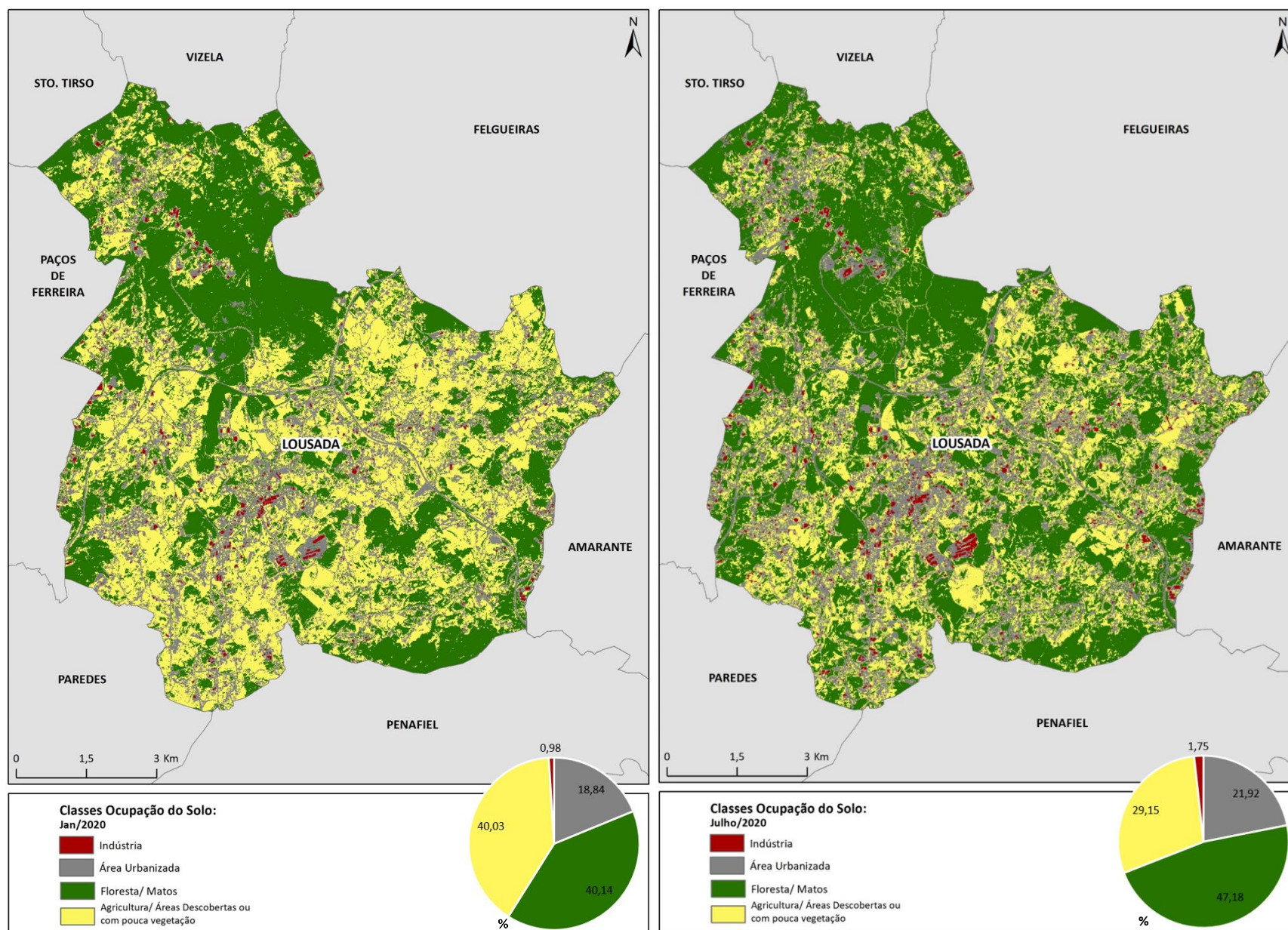


Figura 5- Classificação da ocupação do solo, referente ao mês de janeiro e julho de 2020 (Fonte: USGS, 2020; CAOP, 2019).

Conclusão

Os resultados apresentados anteriormente respondem com eficácia aos objetivos da presente unidade curricular, nomeadamente: o aprofundamento do conhecimento sobre o programa Landsat e o programa Copernicus, o cálculo de índices ambientais, a classificação de imagens de satélite (método supervisionado) e a sua avaliação, e por fim, a realização de cartografia relativa à ocupação do solo.

Comparando os dois programas em estudo, destaca-se o facto do satélite Sentinel, dispor de imagens radar, de possuir uma elevada resolução espacial, superior ao Landsat, e permitir obter altimetrias com elevadas precisões (ESA, 2021). Por outro lado, o satélite Landsat disponibiliza 40 anos de dados, estando ativo desde 1967, tendo ainda a mais valia de registar imagens térmicas (USGS, 2021).

No que concerne aos índices ambientais, através do cálculo do NDVI, foi possível determinar que o satélite Landsat, foi aquele que registou uma área menor com valores elevados de NDVI. Por outro lado, o satélite Sentinel foi o que deteve mais km² com valores elevados, bem como delimitou mais km², com valores reduzidos de NDVI. Perante tais factos, é possível aferir que o satélite Sentinel revela mais acuidade, abrangência e precisão no cálculo deste índice.

Relativamente ao LSWI, verifica-se uma elevada predominância dos valores positivos, o que significa que existe uma elevada quantidade de água nas camadas superiores do solo. Sendo que, na estação húmida, os valores positivos aferidos através deste índice representam mais de 75% da área do concelho.

Na área de estudo, os resultados obtidos a partir dos dois índices realizados, permitiram uma correta perceção das áreas com elevada vegetação, bem como das áreas descobertas ou urbanizadas. Contudo, segundo o autor Li, o LSWI “responde mais diretamente ao estado hídrico da vegetação, do que o NDVI” (Li, 2014).

No que respeita à ocupação do solo do concelho de Lousada, este é composto maioritariamente por florestas e áreas agrícolas, representando cerca de 80%, porém os restantes 20% são ocupados por áreas urbanizadas. Os resultados obtidos permitiram perceber o uso e a ocupação do solo do concelho, sendo esta matéria um dos pilares fundamentais do ordenamento do território.

No ordenamento do território, é fundamental possuir informação espacial de qualidade, rigorosa e precisa. Na temática da ocupação do solo, mesmo existindo uma carta a nível nacional, cada município deve procurar elaborar a sua própria carta. Sendo que, esta deve ser o mais idêntica possível ao meio físico. Para tal, a deteção remota revela-se bastante útil, pois mesmo sendo necessário comprar imagens de satélite (com resoluções espaciais superiores às das imagens gratuitas), será sempre um meio mais vantajoso, quando comparado com outros meios de recolhimento de dados, como a aerofotogrametria. Para além das vantagens mencionadas até então, as imagens de satélite depois de obtidas, detêm outras funcionalidades, como a georreferenciação precisa de elementos, sem a existência de deslocações ao campo.

Referências Bibliográficas

Li, P., Jiang, L., & Feng, Z. (2014). Cross-comparison of vegetation indices derived from Landsat-7 enhanced thematic mapper plus (ETM+) and Landsat-8 operational land imager (OLI) sensors. *Remote Sensing*, 6(1), 310-329.

Lillesand, T., Kiefer, R., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). Wiley.

Câmara Municipal de Lousada. Câmara Municipal de Lousada. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de <https://www.cm-lousada.pt/>.

DGT. Carta Administrativa Oficial de Portugal. (2019). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de http://mapas.dgterritorio.pt/ATOM-download/CAOP-Cont/Cont_AAD_CAOP2019.zip.

Statistics Portugal - INE. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0005888&contexto=bd&selTab=tab2.

EarthExplorer. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de <https://earthexplorer.usgs.gov>.

ESRI. ArcGis Pro Help. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/main/welcome-to-the-arcgis-pro-app-help.htm>

Landsat Homepage | Landsat Science. Landsat.gsfc.nasa.gov. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>.

Landsat Satellite Missions. USGS. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-satellite-missions?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con.

Overview - Copernicus. ESA. (2021). Retirado a 1 de fevereiro de 2021, de http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4.