

Caracterização do uso do solo baseado numa imagem Sentinel-2, no Concelho da Maia

Unidade curricular: Detecção Remota e Ordenamento de Território

Docentes: Ana Teodoro e Lia Duarte

Discente: Rui Andrade

Ano letivo: 2019/2020

Índice

Introdução.....	3
Caracterização da área de estudo	4
Metodologia.....	5
Resultados.....	10
Discussão dos resultados e Conclusão	16
Anexos.....	16
Imagem 1 - Enquadramento da área de estudo	5
Imagem 2 - Macro classes	9
Imagem 3 - NDVI mês de Janeiro 2019.....	10
Imagem 4 - NDVI Agosto 2019	11
Imagem 5 - NDWI Janeiro 2019.....	11
Imagem 6 - NDWI Agosto 2019	12
Imagem 7 - SAVI Janeiro 2019	13
Imagem 8 - SAVI Agosto 2019	13
Imagem 9 - Ocupação do solo, Janeiro 2019.....	14
Imagem 10 - Ocupação do solo, Agosto 2019	15
Imagem 11 - Combinação das bandas 3-2-1 "Cor Real"	16
Imagem 12 - Constante erro do QGIS	16

Introdução

As imagens de satélite são um meio de obter informação atualizada, a custos relativamente baixos desde o seu aparecimento tem servido de base a estudos de caracterização da ocupação do solo, sendo considerado um meio extremamente eficaz para cartografia do uso e ocupação do solo.

A deteção remota (DR) pode ser definida como uma ciência de obtenção de informação acerca de objetos, áreas ou fenómenos, através de dados recolhidos por instrumentos que não se encontram em contacto físico direto com o objeto.

No âmbito da unidade curricular foi-nos solicitado pela docente a elaboração de um trabalho individual com o objetivo de efetuar a classificação de uma imagem de satélite e criação de índices sobre a mesma. Assim sendo, a temática deste trabalho consiste na associação dos conjuntos de pixéis com valores de brilho semelhantes nas várias bandas, com os elementos que queremos analisar.

Foram aplicados os índices NDVI (Normalized difference vegetation index), NDWI (Normalized difference water index) e o SAVI (Soil-adjusted vegetation index). Foi ainda efetuada a classificação do uso do solo.

Existem dois métodos de classificação, para este trabalho só iremos usar um, a classificação supervisionada, em que o computador constrói as assimetrias espectrais das classes, baseado na informação numérica nos pixéis dessas áreas de treino. Depois compara cada pixel com as assinaturas e atribui à classe, de acordo com o que mais se assemelha.

A classificação supervisionada vai ser feita com uma imagem Sentinel 2, no concelho a Maia. Sentinel é o nome que se atribui ao satélite de observação da terra que utiliza a radiação do sol emitida pela superfície e pela atmosfera ou a radiação térmica emitida pela terra. Como os objetos interagem de modo espectralmente diferente com a energia eletromagnética incidente, devido às propriedades físicas, químicas e biológicas, permite que se diferenciem e que seja possível o reconhecimento dos diversos objetos terrestres a partir de imagens de satélite, pois estes são identificados de acordo com variação da energia refletida em cada comprimento de onda.

Como indicado, o principal objetivo passa pela classificação de uma imagem satélite, isto é, substituir a análise visual da imagem por técnicas quantitativas, de modo a melhorar a identificação dos elementos na imagem. Este processo envolve uma análise multi-espectral da

imagem e a aplicação de regras de decisão estatísticas de modo a identificar o tipo de ocupação do solo de cada pixel da imagem, criando as classes baseado na nomenclatura da COS 2018, o objetivo é agrupar de forma automática todos os pixéis de uma imagem em conjuntos de classes ou temas de cobertura da superfície.

Caracterização da área de estudo

O município da Maia pertencente ao Distrito do Porto, Região Norte e sub-região da Área Metropolitana do Porto. Tem 82,99 km² de área e 135 306 habitantes (censos 2011), sendo dividido em 10 freguesias: Castelo da Maia, Pedrouços, Milheirós, Águas-Santas, Maia, São Pedro de Fins, Moreira, Vila Nova da Telha, Nogueira e Silva Escura e Folgosa.

Por ser relativamente próxima à costa, a região possui reduzidas altitudes e poucos desníveis topográficos. As freguesias a nascente são consideradas mais acidentadas e de maior altitude, sendo as freguesias a poente mais aplanadas e com maior potencial agrícola e urbanístico.

O clima classifica-se como mediterrâneo, promovido pela proximidade ao oceano e à ausência de obstáculos à circulação dos ventos marítimos.

O concelho possui uma zona florestal total de mais de 2000ha, verificando-se maior concentração e extensão vegetal nas freguesias a Este. Possui 24 espaços verdes e parques, contabilizando um total de cerca de 1500 hectares de parques naturais e espaços verdes protegidos.

A produção agrícola atual é dominada pelo cultivo de forragem destinada à alimentação de bovinos e pelo cultivo de cereais como o trigo, a aveia e o milho.

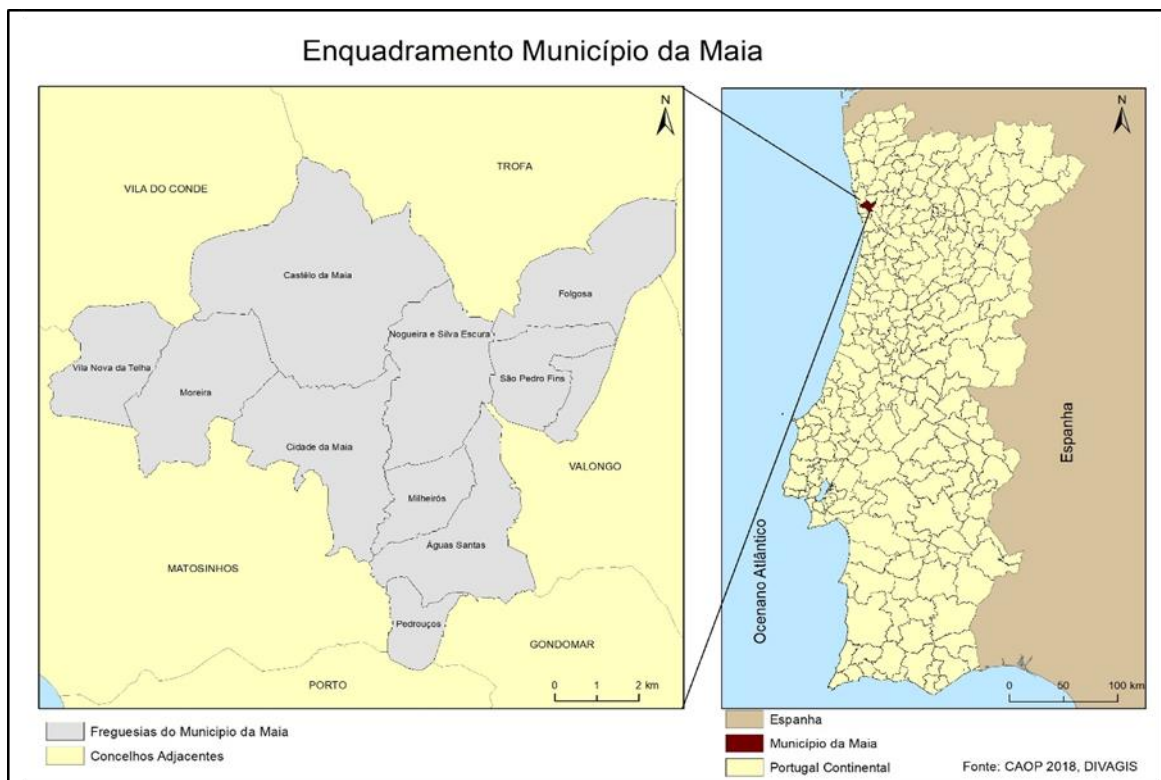


Imagem 1 - Enquadramento da área de estudo

Metodologia

Antes de tudo foi preciso obter a imagem satélite para trabalhar. Para isso acedi ao site Copernicus em <https://scihub.copernicus.eu/> e de seguida à opção “Open Hub”. Depois de efetuado o registo, defini os parâmetros de busca e criei o polígono sobre a área pretendida. Esta operação foi repetida duas vezes, uma para cada período: 8 de Janeiro de 2019 (foi procurado o Sensing period entre entre dia 1 e 8) e 23 Agosto de 2019 (entre 23 e 30 de Agosto).

No que diz respeito ao QGIS, tendo em conta o trabalho que ia ser efetuado, foi necessário instalar o *Semi-Automatic Classification Plugin*. Isto foi efetuado na ferramenta Módulos > Gerir e instalar módulos > Tudo > e pesquisa por *Semi-Automatic Classification*.

Todo o trabalho foi efetuado no software QGIS Essen 3.10, com o sistema de projeção de coordenadas WGS84/UTM Zone 29N (código 31629).

Inserimos a Carta Administrativa de Portugal (CAOP) e as imagens, após isso extraí o concelho da Maia. De seguida agrupamos as freguesias do concelho através do botão *dissolver* da ferramenta *geoprocessamento* e guardei com o nome de “área de estudo”.

Uma vez que as bandas (imagens) abrangiam uma área superior, foi necessário efetuar um clip pela área de estudo, assim utilizei a ferramenta *recortar raster pela camada de máscara*.

De modo a calcularmos todos os índices usei as Bandas 2, 3, 4 e 8 na ferramenta Calculadora raster.

É importante também referir que foram usados os dois métodos de classificação de imagem, classificação supervisionada (para a ocupação do solo mediante a COS 2018) e a não supervisionada (NDVI, NWDI e SAVI).

Trata-se do processo de extração de informações em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos que são utilizados para identificar áreas da superfície terrestre às quais correspondam aos temas de interesse. Estes métodos associam cada pixel da imagem a um “rótulo” descrevendo um objeto real. Dessa forma obtemos um mapa temático que mostrará a distribuição geográfica de um tema, por exemplo a vegetação e uso do solo.

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index

O NDVI é um índice usado para analisar a condição da vegetação natural ou agrícola nas imagens geradas por sensores remotos.

Como as plantas possuem diversos pigmentos (como a clorofila) conseguem absorver uma faixa de luz maior do que o olho humano consegue ver a olho nu. A energia captada e absorvida pelas plantas possui diversos espectros. O índice trata-se de um cálculo realizado em cima das bandas espectrais. Esses espectros são captados por sensores, que na maioria dos casos estão instalados em drones ou satélites.

O NDVI mostra assim quanto cada planta reflete e analisa esses dados de acordo com o histórico já desenvolvido através de algoritmos.

Valores de NDVI podem variar de -1,0 a +1,0, mas valores inferiores a zero normalmente não têm significado ecológico. Valores baixos de NDVI significam que há pouca diferença entre os sinais vermelhos e NIR. Isto acontece quando há pouca atividade fotossintética, ou quando há muito pouca reflexão de luz NIR, assim os valores negativos ou próximos a zero indicam áreas de água, ou solo nu, onde existe muito pouca atividade de clorofila e com isso baixa quantidade de vegetação.

Valores altos (próximos de 1) significam uma diferença maior entre a radiação vermelha e a radiação infravermelha próxima registrada pelo sensor, uma condição associada à vegetação fotossinteticamente altamente ativa.

Imensos fatores podem afetar os valores da NDVI como: a atividade fotossintética das plantas, a cobertura total da planta, a biomassa a humidade da planta e do solo ou a tensão da

planta (Quando as plantas são submetidas a condições de crescimento menos que ideais, são consideradas sob stress). Na agricultura tem os seguintes usos: Monitoramento das plantações e culturas, detecção de secas e de pragas, localização de pragas, estimativas de produtividade, mapeamento agrícola e mapeamento hídrico.

É calculado por pixel como a diferença normalizada entre as bandas vermelha e infravermelha próxima de uma imagem. Pode ser calculado para qualquer imagem que tenha uma banda vermelha e uma banda infravermelha próxima.

Na imagem abaixo vemos a fórmula de cálculo para o índice, onde o NIR é o valor da banda infravermelho próximo e RED é o valor da banda vermelha.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

O cálculo efetuado no QGIS foi: $(\text{"b8_clip@1"} - \text{"b4_clip@1"}) / (\text{"b8_clip@1"} + \text{"b4_clip@1"})$ e na simbologia defini 5 classes.

NDW - Normalized Difference Water Index

O NDWI é um índice que foi desenvolvido para identificar corpos de água e melhorar a sua presença em imagens digitais com sensores remotos. Este índice foi desenhado para: maximizar a refletância da água usando comprimentos de onda verdes, minimizar a baixa refletância do NIR pelas características da água e tirar partido da alta refletância do NIR pelas características da vegetação e do solo.

Os corpos de água têm forte capacidade de absorção e baixa radiação no intervalo entre comprimentos de onda visíveis e infravermelhos. O NDWI maximiza a refletância da água utilizando comprimentos de onda de banda verde e minimiza a baixa refletância do NIR ao absorver o máximo do comprimento de onda. Pode assim melhorar a informação da água de forma eficaz na maioria dos casos.

As características da água são melhoradas por ter valores positivos ao passo que a vegetação e o solo são suprimidos por ter valores zero ou negativos.

O índice é calculado através da seguinte fórmula:

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

No projeto foi calculado com a seguinte expressão: ("b3_clip@1" - "b8_clip@1") / ("b3_clip@1" + "b8_clip@1").

SAVI - Soil Adjusted Vegetation Index

O índice de vegetação ajustada ao solo (SAVI) foi desenvolvido como uma modificação do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) para corrigir a influência da luminosidade do solo quando a cobertura vegetal é baixa.

Em áreas onde a cobertura vegetal é baixa (< 40%) e a superfície do solo é exposta, a reflexão da luz nos espectros vermelhos e infra infravermelhos próximos pode influenciar os valores do índice de vegetação.

Isto é especialmente problemático quando são feitas comparações entre diferentes tipos de solo, que podem refletir diferentes quantidades de luz no vermelho e nos comprimentos de onda infravermelho próximos.

Em comparação com o NDVI, o SAVI é geralmente menos sensível a mudanças na vegetação (quantidade e cobertura de vegetação verde) e mais sensível a diferenças atmosféricas.

A fórmula do SAVI é:

$$SAVI = \frac{(1 + L)(NIR - Red)}{(NIR + Red + L)}$$

A expressão foi: (1 + 0.5) * ("b8_clip@1" - "b4_clip@1") / (0.5 + "b8_clip@1" + "b4_clip@1").

Classificação do uso do solo

Na classificação do solo, tive que classificar as bandas de modo a termos o comprimento de onda das mesmas. Isto cria-nos um raster virtual com as bandas 2,3,4,5,6,7,8,8ª,11,12.

Abri o Semi-Automatic Classification Plugin, inseri as bandas referidas, ativei a opção Create Virtual Raster Of Band Set, na opção Quick wavelength settings selecionei a opção Sentinel-2 [bands 2,3,4,5,6,7,8,8ª,11,12] e efetuei RUN.

Com isto feito ativei no comando RGB a banda 3-2-1 (cor real) de modo a termos a combinação necessária para o pretendido.

Em seguida através do SPCP Dock inserimos o raster virtual e guardamos a informação com o nome área de treino. De seguida no classification dock criamos as Macro classes através do comando ROI e guardamos o ficheiro com o nome solo (mesmo procedimento para às duas épocas). Recordo que as macro classes foram escolhidas de acordo com a COS 2018.

Como mostra a tabela abaixo, o campo MC D corresponde à macro classe.

MC D	MC Info	C ID	C Info
1	Território artificializados	1	Território artificializado
2	Áreas agrícolas	2	Agricultura
3	Áreas florestais	3	Florestas
4	Pastagens	4	Pastagens

Imagem 2 - Macro classes

Resultados

NDVI

Analisando a imagem 1 referente ao mês de Janeiro, verifico que as áreas com valores mais baixos localizam-se a maioritariamente a Oeste do concelho, o que se traduz num solo com pouca vegetação. Isto faz todo o sentido visto ser uma área muito urbanizada. Por sua vez os valores mais altos encontram-se a Norte e a Este, sendo locais com maior área florestal e de pastagens.

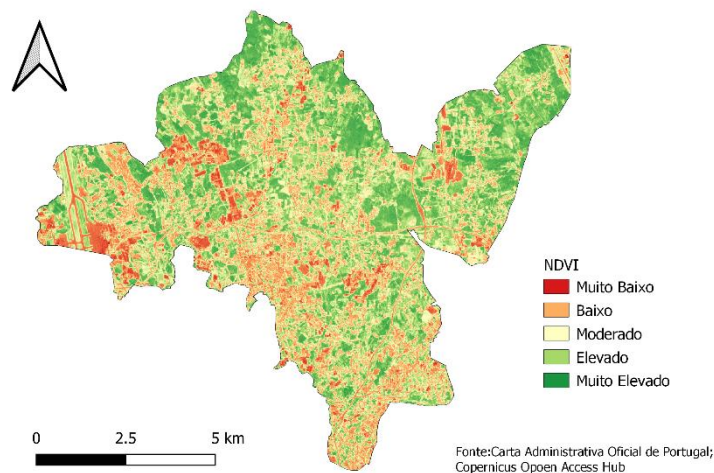


Imagem 3 - NDVI mês de Janeiro 2019

Referente ao mês de Agosto nota-se um decréscimo dos valores no geral. Isto é espectável tendo em conta que o índice em análise mede a refletância da condição vegetal. Assim nesta altura do ano, como a vegetação está mais seca são apresentados valores mais baixos.

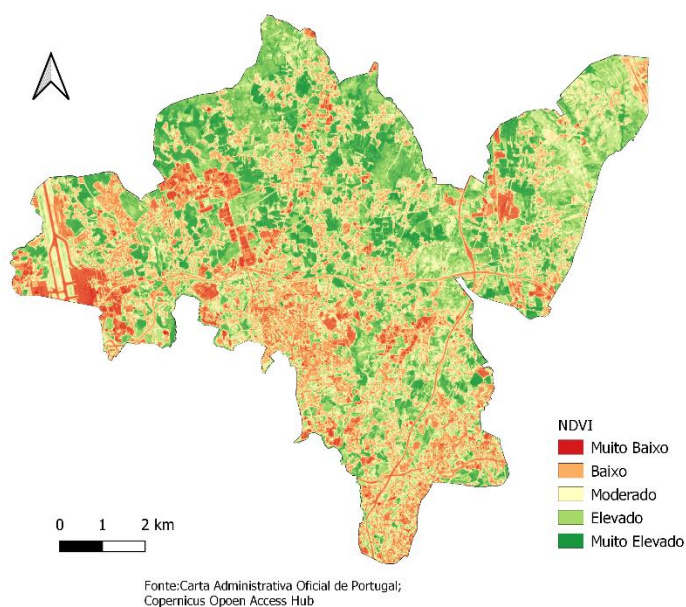


Imagem 4 - NDVI Agosto 2019

NDWI

Através da análise do NDWI verifica-se que as áreas com maior refletância (maior probabilidade de ser corpos de água) localizam-se a Oeste. Isto faz sentido sendo um mês com altos valores de precipitação e tendo em conta que se trata de um local fortemente urbanizado, ou seja, não existe muita infiltração. Já no norte do concelho, onde predomina a vegetação, observamos que os valores são muito baixos.

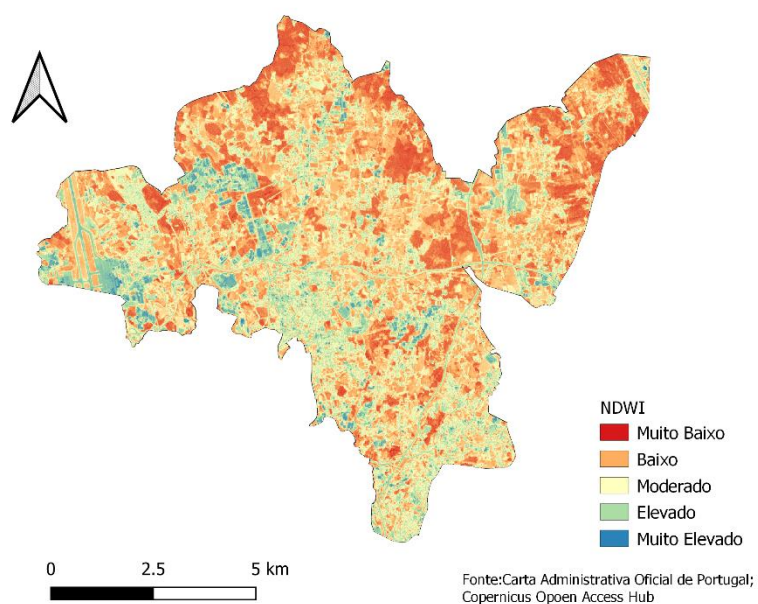


Imagem 5 - NDWI Janeiro 2019

No mês de Agosto, verifica-se que os níveis de água detetada são mais baixos. Visualiza-se também um erro do NDWI relativamente à identificação de água em áreas urbanizadas, sendo um erro conhecido do índice.

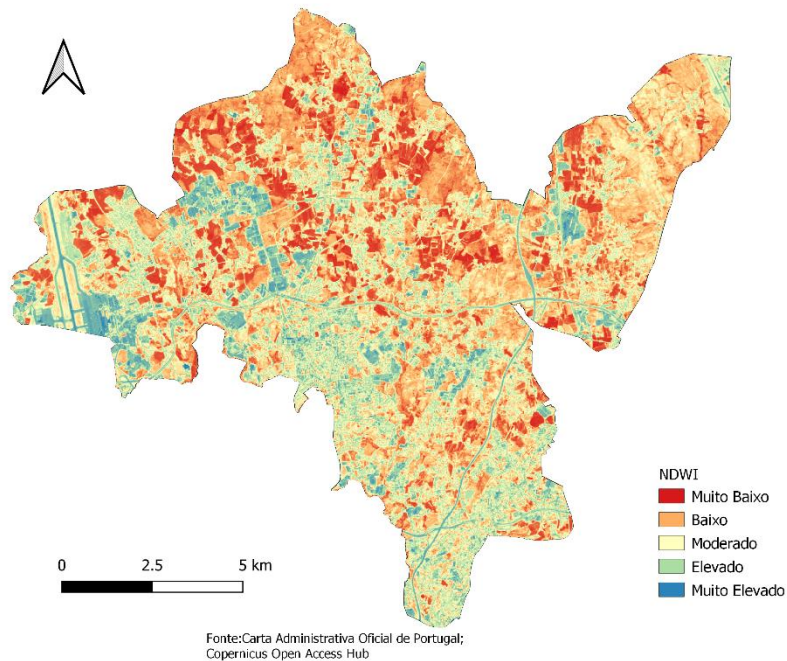


Imagem 6 - NDWI Agosto 2019

SAVI

Como esperado, os resultados do SAVI são muito parecidos com o NDVI, as áreas com mais vegetação encontram-se no norte e este do município. Apesar das semelhanças, fazendo uma análise cuidada e com o correto zoom é possível verificar algumas variações, sendo este um índice mais “exato” para a vegetação.

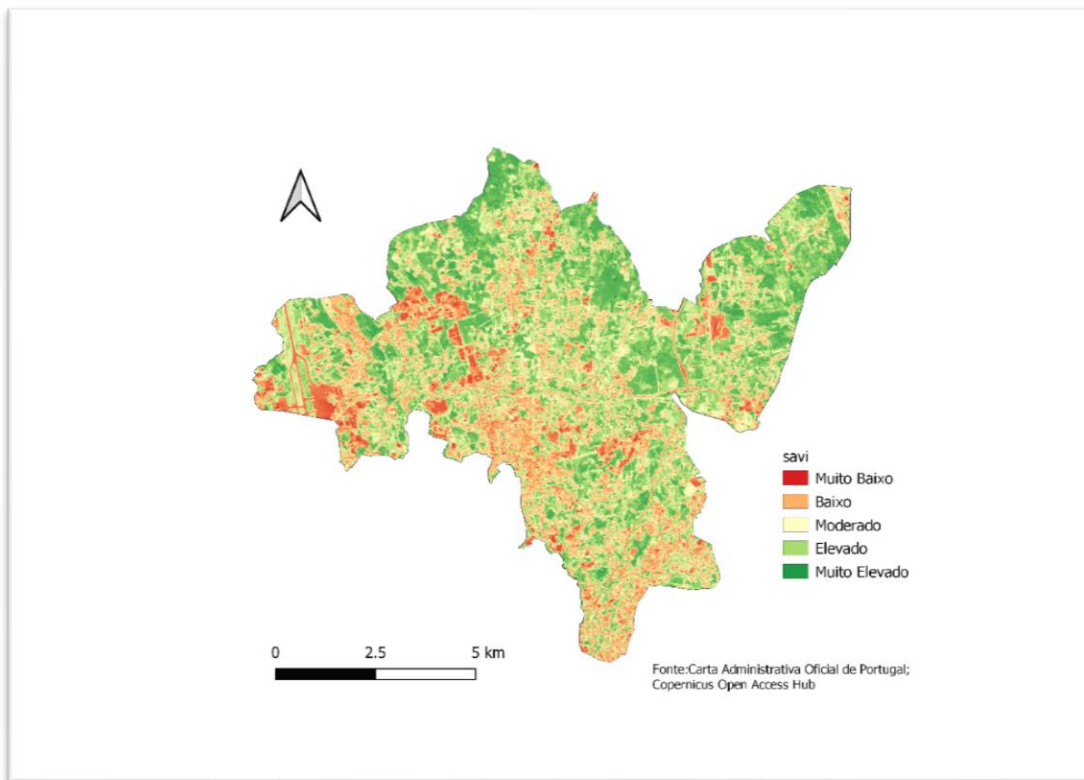


Imagem 7 - SAVI Janeiro 2019

Em Agosto verifica-se uma acentuação dos valores mais baixos, como ocorre com o NDVI.

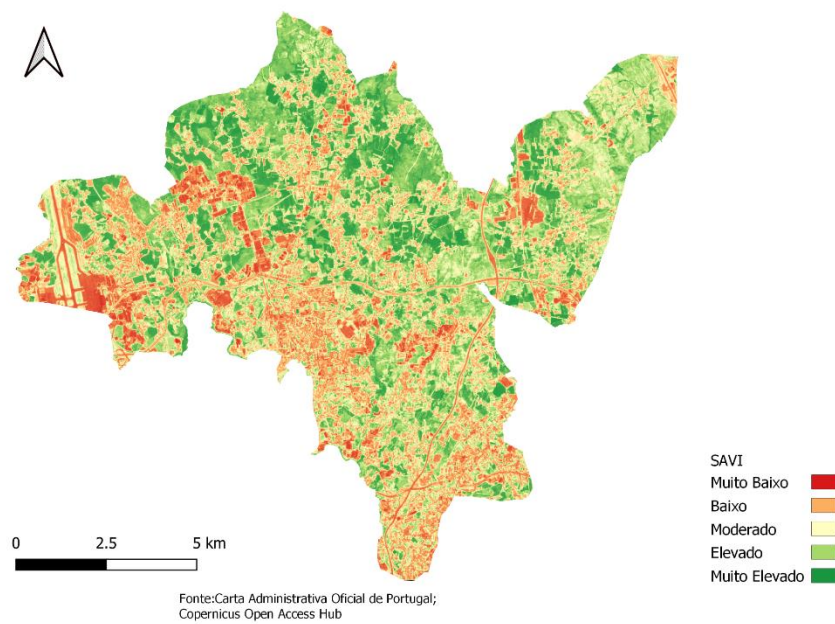


Imagem 8 - SAVI Agosto 2019

Classificação do uso do solo

Através da análise das imagens verifica-se que existe um erro impossível de resolver, na classificação das áreas agrícolas. Isto porque o terreno circundante ao aeroporto não é usado para agricultura, no entanto como a cor do solo é igual à dos campos, não foi possível ultrapassar esta má classificação. Nas restantes áreas a classificação aparenta ir de encontro à realidade.

As principais diferenças na imagem de agosto para a de janeiro aparenta ser nas pastagens, uma que nos encontramos num clima mediterrâneo, é normal as pastagens ter dado um resultado mais sobressaído na imagem de Janeiro.

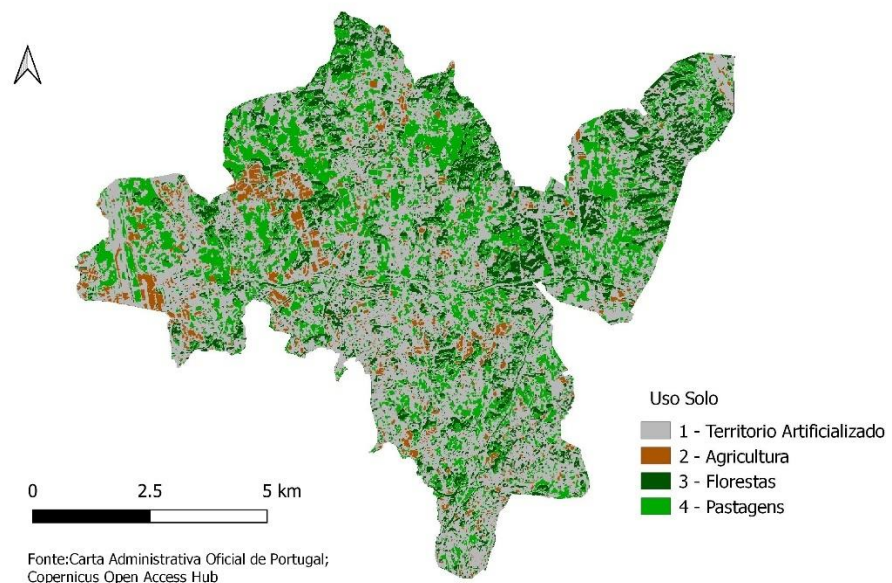


Imagem 9 - Ocupação do solo, Janeiro 2019

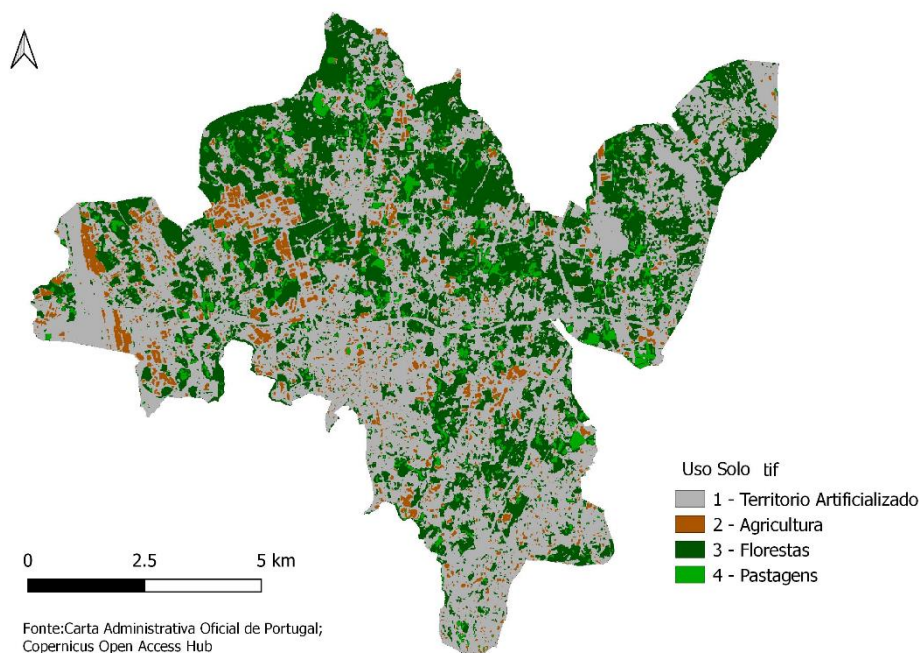


Imagem 10 - Ocupação do solo, Agosto 2019

Discussão dos resultados e Conclusão

A elaboração deste trabalho permitiu-me pôr em prática a matéria lecionada durante as aulas, consegui assim melhorar a minha capacidade de trabalho no software QGIS, entender melhor como funcionam as imagens de satélite e como classifica-las.

Foi possível perceber, principalmente para a classificação do uso do solo com estas imagens, que não é uma prática muito eficaz. Mesmo atribuindo as macro classes manualmente e com muita atenção, existe mistura dos pixéis quando o software processa a informação, levando a algumas classificações erradas.

Infelizmente não foi possível calcular o erro de margem das classificações das imagens, porque ocorria sempre um erro no processamento. Tentei inclusive fazer o processo em várias versões do QGIS mas sempre sem sucesso.

Apesar dos erros experienciados, julgo ser uma tecnologia que pode ser extremamente útil e muito mais eficaz quando usadas melhores imagens e melhor software que o QGIS.

Anexos

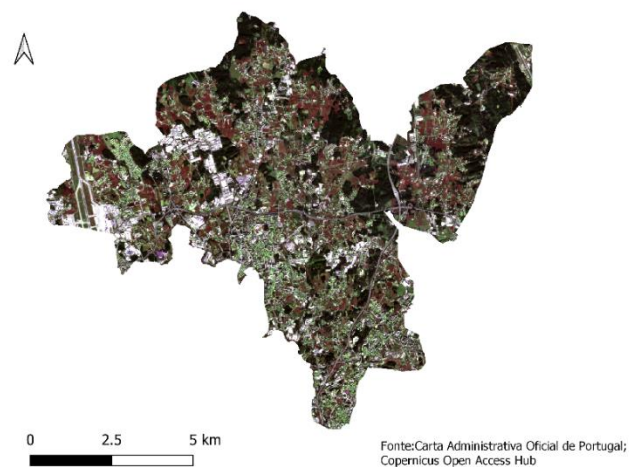


Imagem 11 - Combinação das bandas 3-2-1 "Cor Real"

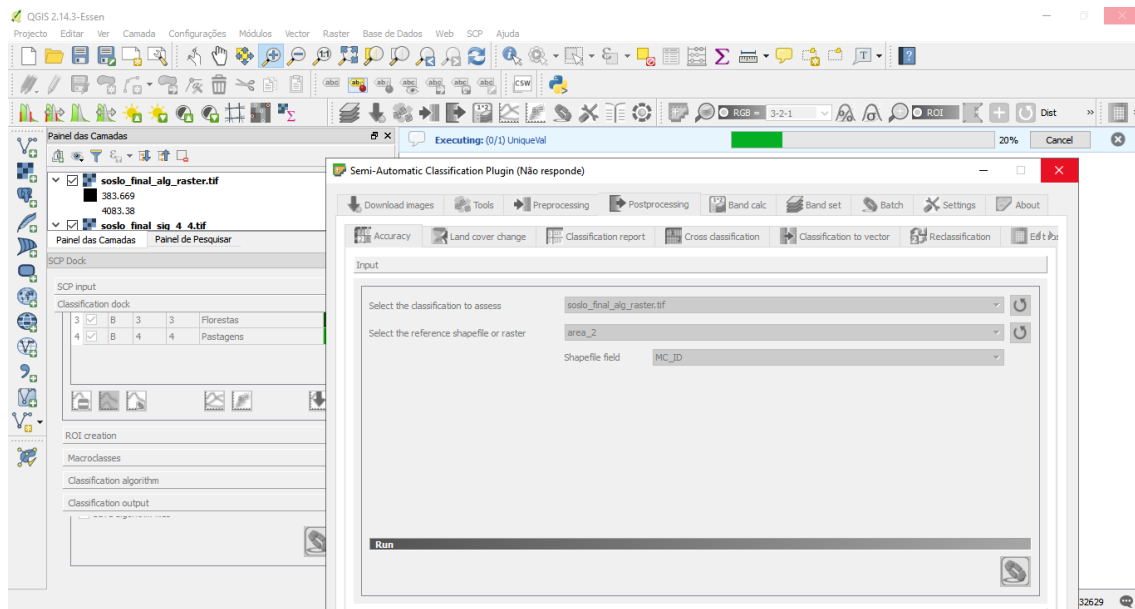


Imagem 12 - Constante erro do QGIS