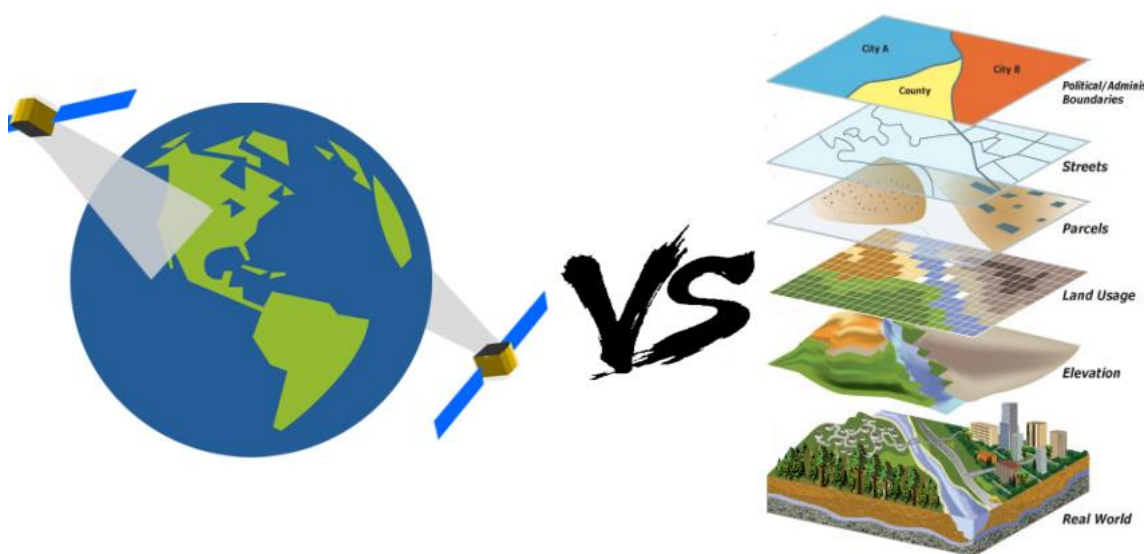


# Classificação de Imagem de Satélite e Índices do Ambiente: Concelho de Portimão



**Mestrado de Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território**



**Faculdade de Letras e Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**

**Ano Letivo: 2020/2021**

**Unidade Curricular:** Detecção Remota aplicada ao Ordenamento do Território

**Docentes:**

Ana Cláudia Moreira Teodoro

José Augusto Alves Teixeira

Lia Duarte

## ÍNDICE

<b>1.INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>3</b>
<b>3.METODOLOGIA E OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>4.RESULTADOS</b>	<b>5</b>
4.1. Análise da classificação de imagem do Satélite Sentinel 2A Inverno/Verão	5
4.2. Índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	8
4.2.1. Análise do índice NDVI Sentinel A2 Inverno	9
4.2.3. Análise do índice NDVI Landsat 8 Inverno	11
<b>5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS</b>	<b>13</b>
<b>6.OUTROS ÍNDICES</b>	<b>13</b>
6.1. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)	13
6.1.2. Representação do índice SAVI Sentinel Inverno e Verão	14
6.2. NDTI (Normalized Difference Turbidity Index)	16
6.2.1. Representação do índice NDTI Sentinel 2A Inverno e Verão	16
6.3. LSWI (Land Surface Water Index)	18
6.3.1. Representação do índice LSWI Sentinel Inverno e Verão	18
6.4. NDWI (Normalized difference water index)	19
6.4.1. Representação do índice NDWI Sentinel Inverno e Verão	20
<b>7.CONCLUSÃO</b>	<b>22</b>
<b>8.BIBLIOGRAFIA</b>	<b>22</b>
<b>9.ANEXOS</b>	<b>Erro! Marcador não definido.</b>

## 1.INTRODUÇÃO

No âmbito da unidade curricular de Deteção Remota Aplicada ao Ordenamento do Território foi-nos proposto pela docente a elaboração de um trabalho baseado na classificação do solo de duas épocas diferentes (Verão/Inverno) do Sentinel 2A de forma a ser analisado e verificar os resultados finais, consoante uma área de estudo. Neste caso será abordado o concelho de Portimão.

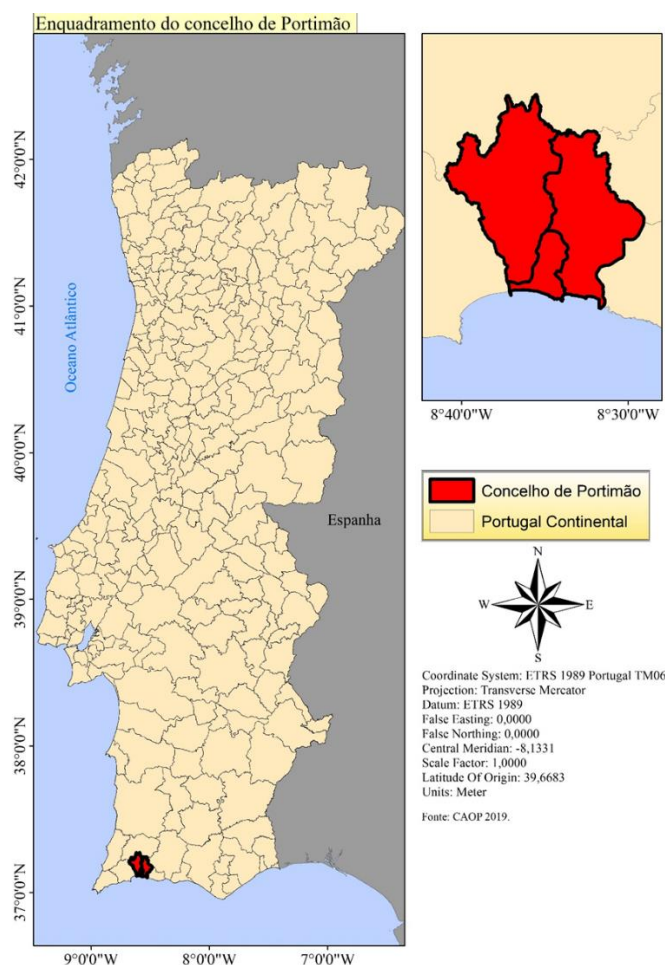
Após isto, serão analisados diversos índices. Primeiro, será calculado o NDVI para as duas épocas diferentes (verão e inverno) no Sentinel 2A e Landsat 8, sendo que, opcionalmente serão analisados ainda para o Sentinel 2A o SAVI, NDTI, LSWI e NDWI de forma a se abranger para outras vertentes de índices.

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um índice de “verdura” ou atividade fotossintética da planta, sendo o mais comum a ser utilizado. Este índice é baseado na visualização, onde distintas superfícies refletem diferentes tipos de luz. A vegetação fotossinteticamente ativa, absorve a maior parte da luz vermelha que a atinge enquanto reflete grande parte da luz infravermelha próxima. A vegetação morta ou desgastada reflete mais luz vermelha e menos luz infravermelha próxima. Do igual modo, as superfícies não vegetadas têm uma refletância muito mais homogénea em todo o espectro de luz.

## 2.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O concelho abordado nesta temática será o concelho de Portimão que pertence à Região do Algarve no distrito de Faro (**mapa 1**). Este está subdividido em 3 freguesias, sendo elas Portimão, Alvor e Mexilhoeira Grande, encontra-se limitado a Norte pelo concelho Monchique, a Este pelos concelhos de Silves e Lagoa, a Oeste pelo concelho de Lagos e a Sul pelo oceano Atlântico.

O sistema económico assente no turismo deste concelho é notório, devido, nomeadamente ao acentuado investimento no segmento do turismo balnear e o crescente desinteresse pelo sector agrícola, proporcionaram Territórios Artificializados em massa junto à faixa litoral e no gradual abandono dos campos agrícolas. Estes fatores impeliram de forma determinante a alteração da identidade, e a descaracterização da paisagem tradicional, principalmente nos aglomerados do litoral, ou seja, Portimão, Praia da Rocha e Alvor, onde os edifícios habitacionais e aldeamentos turísticos prosperam.



**Mapa 1** – Enquadramento Geográfico da Área em Estudo.

### 3.METODOLOGIA E OBJETIVOS

Tendo em conta os processos metodológicos, numa primeira fase recorreu-se à plataforma do “USGS” (Serviço Geológico dos Estados Unidos), na secção do “Earth Explorer” para descarregar as imagens correspondentes ao Sentinel 2A e Landsat 8 da área que abrange o concelho de Portimão de Verão e Inverno.

Em segundo lugar procedeu-se à importação das imagens exportadas da plataforma para o software QGIS, com o intuito de realizar o cálculo do NDVI para os dois satélites e os restantes índices opcionais, no caso o SAVI, NDTI, LSWI e NDWI para o Sentinel 2A e através da ferramenta “Raster calculator” e das fórmulas correspondentes, sendo que antes da realização dos cálculos foi executado um Clip da área abrangida com o concelho de Portimão da CAOP2020 de forma a obter apenas o concelho.

Em terceiro lugar importou-se os diversos índices para o software “ArcGis Pro”, para iniciar a classificação do solo adicionou-se as bandas do Sentinel 2 e utilizou-se a ferramenta “Composite Bands” adicionando-se as bandas RGB (4, 3 e 2) compactadas para atribuir a cor

natural à imagem. Posto isto deu-se início à classificação supervisionada através do “Classification Wizard” no segmento “Imagery”, de seguida escolheu-se um método de classificação supervisionada, sendo que o tipo de classificação é baseado no pixel. Após isto no campo do “Classification Schema”, já se encontram classes pré-definidas, deste modo, apenas adaptaram-se as classes relativas ao nível 1 da COS, no caso, Massas de Água, Territórios Artificializados, Floresta, Agricultura e Mato. Com isto iniciou-se as “Training Sample” das classes definidas e utilizou-se a ferramenta de análise espacial “Classifier Maximum Likelihood” para distribuir os pixéis corretamente que possuem os mesmos valores pela respetiva classe. Após se elaborar o output das áreas desenhadas recorreu-se ao “Classification Tools” para se utilizar a ferramenta “Accuracy assessment” para se verificar precisão das classes desenhadas. É de referir que após várias tentativas de classificação do solo para se atingir o mínimo de 75% precisão, exclui-se a classe Zonas Húmidas, devido ao valor dos pixéis se confundirem com os valores dos pixéis da classe de Territórios Artificializados, embora fosse uma classe importante a ser representada pelo facto de se encontrar a Ria de Alvor e o Rio Arade onde se situam estas zonas húmidas que se alteram entre o verão e inverno.

Com este trabalho pretende-se aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo das aulas num caso prático, neste caso no concelho de Portimão. De igual modo, elaborar uma classificação do solo e calcular o NDVI dos dois satélites (Sentinel 2A e Landsat) do Verão e Inverno e opcionalmente o SAVI, NDTI, LSWI e NDWI para o Sentinel 2A, isto de forma a comparar as distintas estações entre o satélite e entre os satélites.

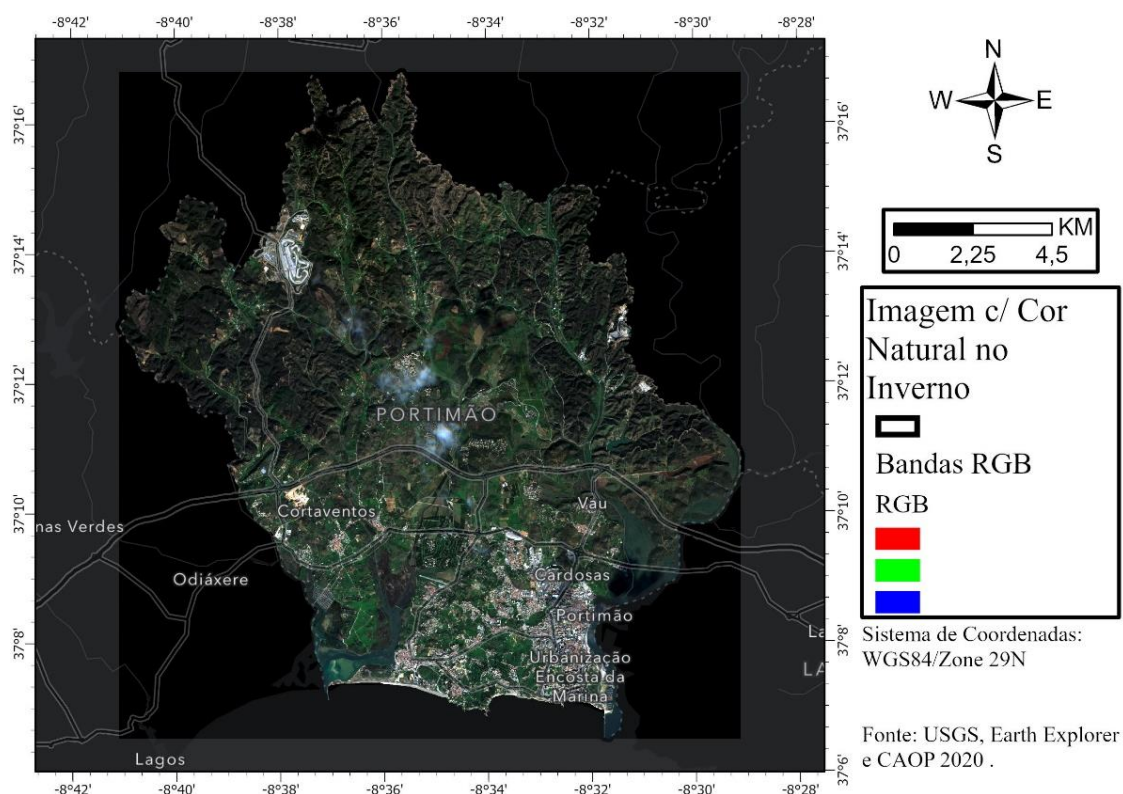
## 4.RESULTADOS

### 4.1. Análise da classificação de imagem do Satélite Sentinel 2A Inverno/Verão

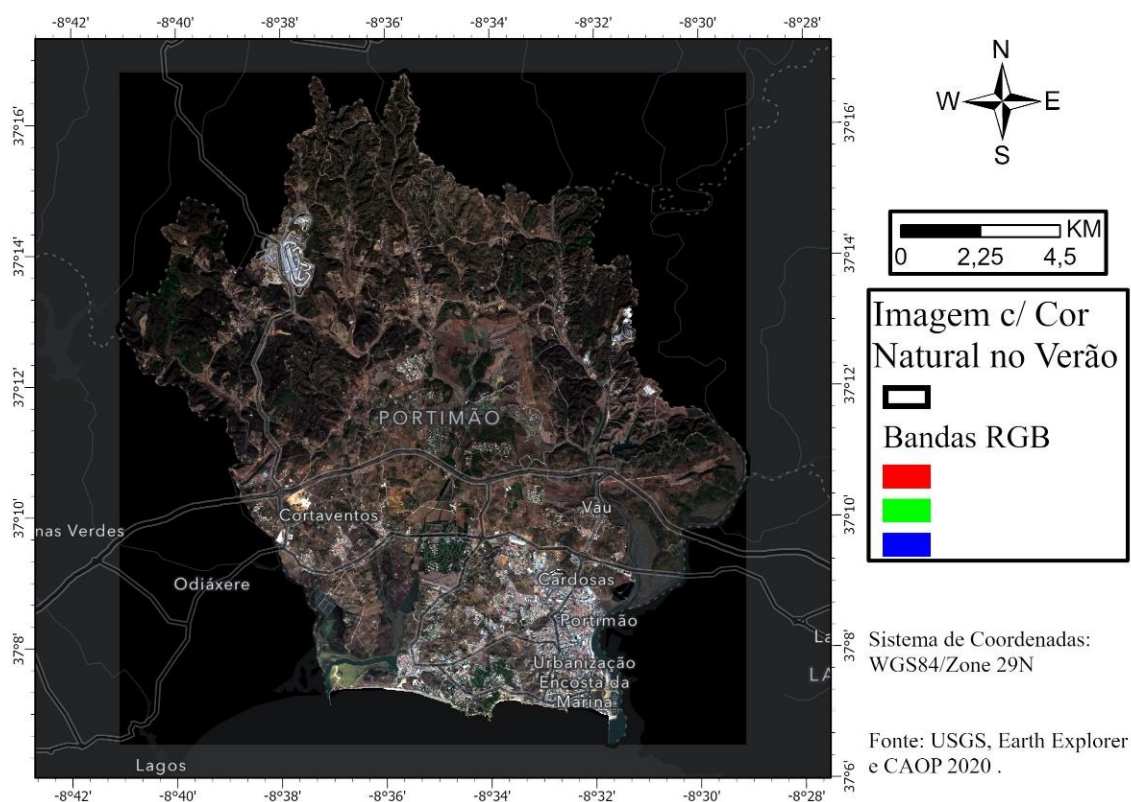
Com a observação das duas imagens satélite do Sentinel 2A, conseguíamos desde logo perceber que são de épocas de ano distintas devido ao facto das cores naturais serem bastantes diferentes entre verdes e castanhos. Esta diferença das cores naturais acontece devido às diferentes condições atmosféricas que se fazem sentir em cada uma destas estações do ano, o Inverno neste concelho não é muito rigoroso tendo temperaturas agradáveis, por exemplo máxima de 16°C, enquanto que no verão as temperaturas sobem aos 30°C e neste período encontramos-nos em meses secos.

Desta forma, conseguimos perceber o porquê dos tons predominantes de verde na imagem relativa ao Inverno (**mapa 2**) e os tons castanhos referentes ao Verão (**mapa 3**) caracterizando assim o tempo seco e com altas temperaturas e baixa precipitação.





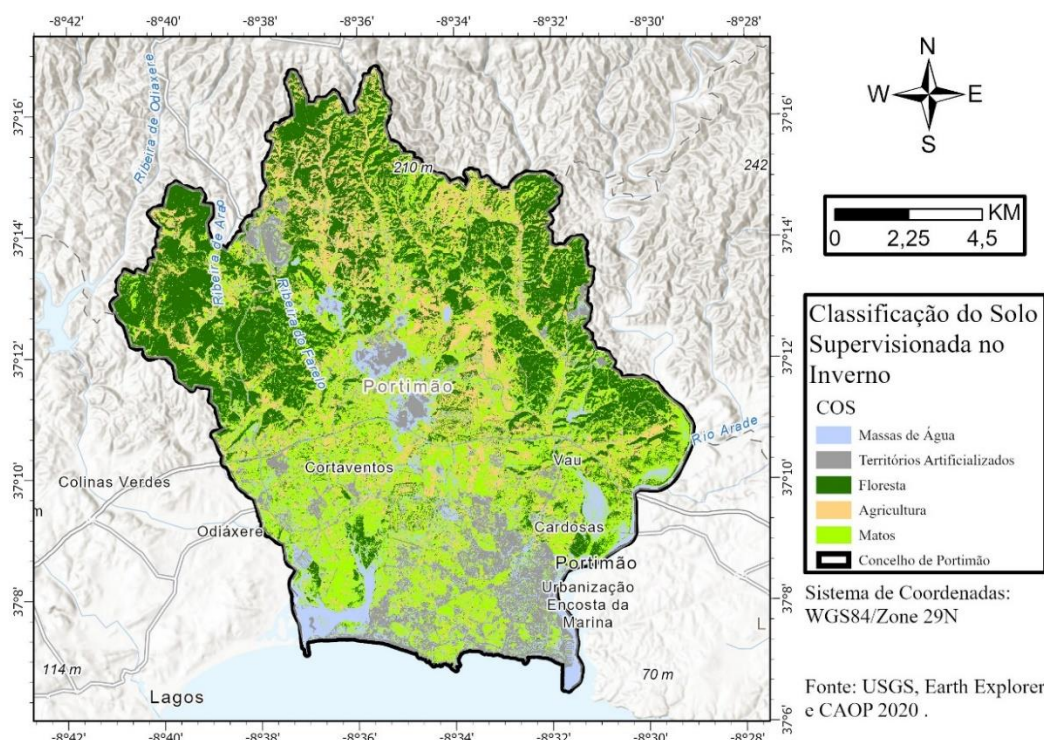
**Mapa 2** – Cor Natural da Imagem a ser classificada, no Inverno com o basemap do ArcgisPro.



**Mapa 3** – Cor Natural da Imagem a ser classificada, no Verão com o basemap do ArcgisPro.

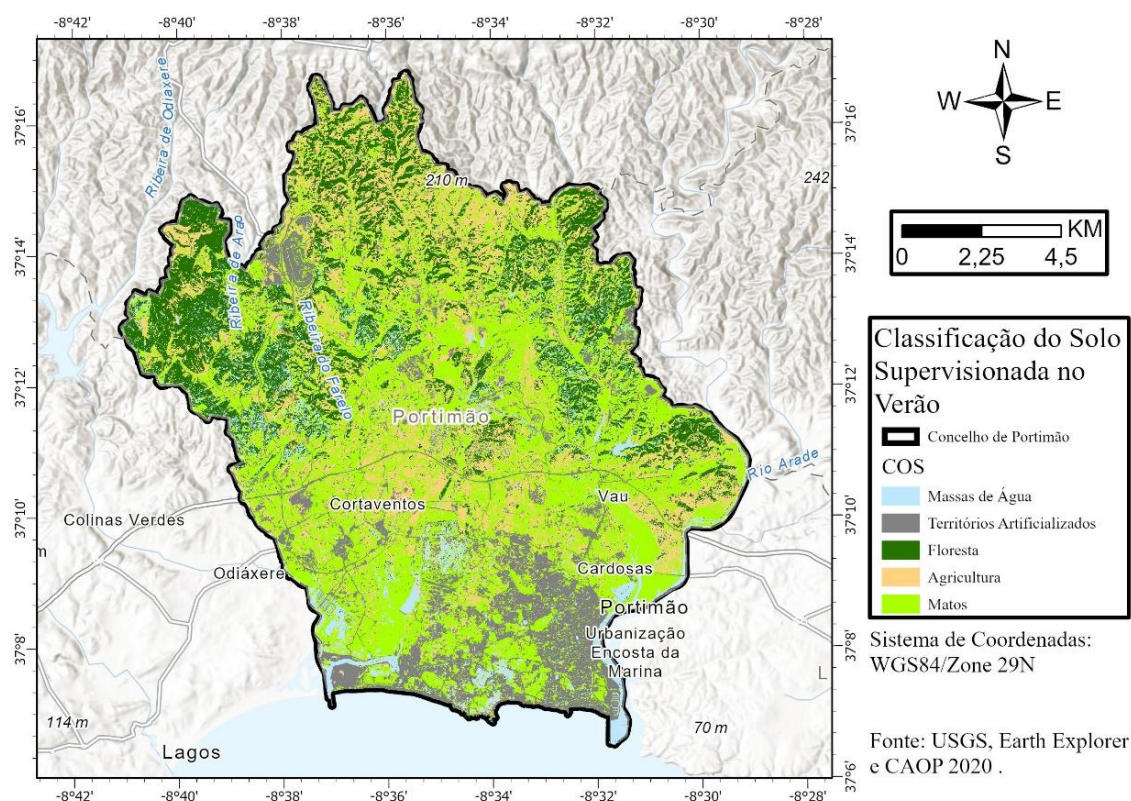
Com a análise dos **mapas 4 e 5** em baixo apresentados sobressai desde logo a cor verde-clara referente à existência de matos um pouco por todo o concelho de Portimão, seguindo-se dos tons de verde-escuro e bege que representam as florestas e agricultura, respetivamente, localizadas a norte nas duas extremidades do concelho no caso das florestas e no centro a agricultura, por fim, junto ao litoral, a sul do concelho encontramos os territórios artificializados sendo esta parte sul do concelho onde se encontra maioritariamente a população bem como as maiores quantidades de massas de água.

Estas duas imagens adquiridas através do Sentinel 2A sendo elas de épocas opostas variam a sua composição e classificação do solo devido às mudanças climáticas que existem ao longo do ano. As principais mudanças que podemos observar quando comparamos a imagem do Verão para o Inverno são os aumentos das áreas de classificadas de florestas bem como o aumento da quantidade das massas de água, isto é, os ribeiros e rios que existem no concelho de Portimão, devido às condições atmosféricas que se fazem sentir no Inverno, como a precipitação e as baixas temperaturas. Salienta-se que a classificação supervisionada, representa bem a realidade do terreno da área em estudo pois, identifica muito bem todas as classes identificadas inclusive a rede rodoviária, sendo que a imagem de inverno teve uma precisão de 0,76% e a de verão com 0,77% (**Anexo 1**). Apesar de ser o mínimo aceitável para uma classificação boa, isto deve-se à confusão dos pixéis da classe dos Matos com a classe da Agricultura.



**Mapa 4** - Imagem Sentinel 2A classificada, no Inverno com o basemap do ArcgisPro.





**Mapa 5** – Imagem Sentinel 2A classificada, no Verão com o basemap do ArcgisPro.

#### 4.2. Índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

O NDVI consiste num estado de “saúde” das plantas, baseando-se na refletância de luz que estas transmitem em determinadas frequências. Este índice é utilizado universalmente para motorizar por exemplo a produção agrícola e ajudar a prevenir de zonas de alto risco de incêndio. A fórmula deste índice consegue ainda ajudar na compensação da inclinação da superfície e exposições de vertentes, isto devido que, segundo esta, num determinado ponto de uma imagem é igual à diferença nas intensidades da luz refletida na faixa vermelha e infravermelha dividida pela soma dessas intensidades.

O índice NDVI é representado por valores entre -1,0 a 1,0, onde os valores negativos representam plantas mortas, rochas e áreas sem vegetação e os valores positivos vão desde areia, neve e água (0,1), arbustos e matos (0,2 a 0,3) e por fim valores altos (0,6 a 0,8) representam florestas tanto temperadas como tropicais.

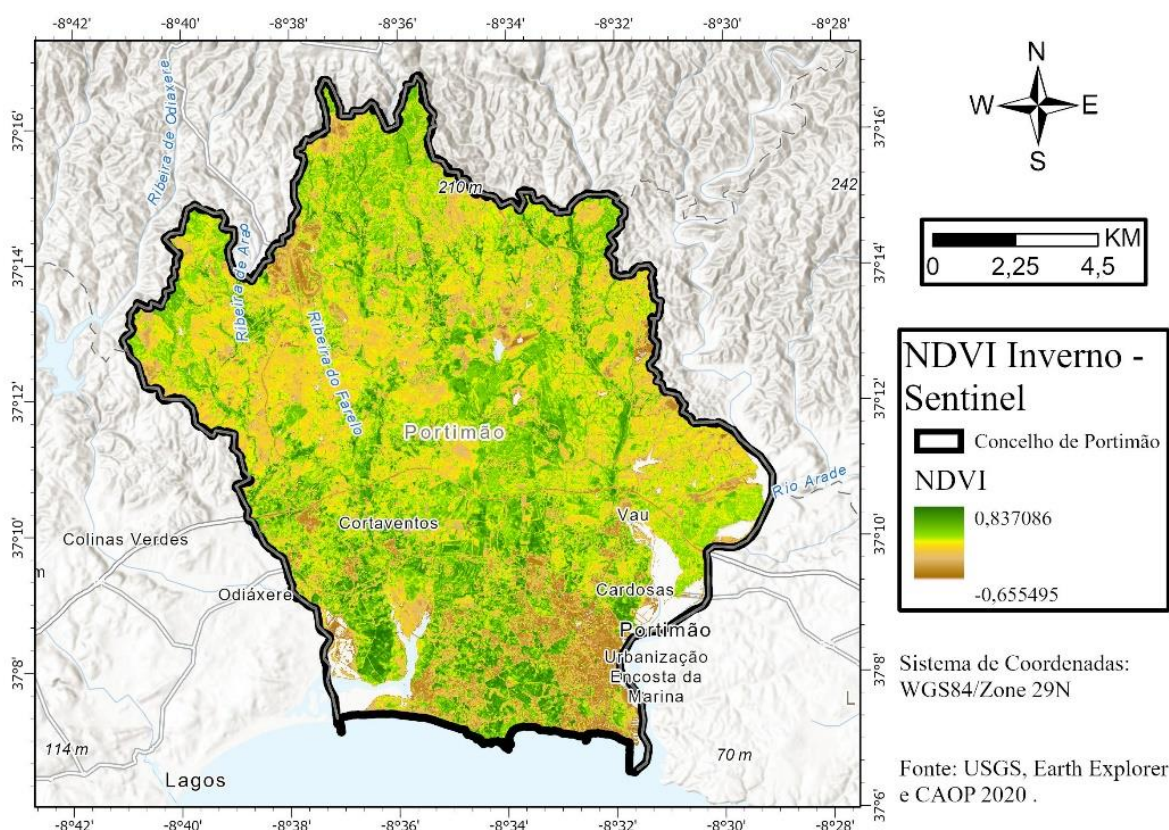


#### 4.2.1. Análise do índice NDVI Sentinel A2 Inverno

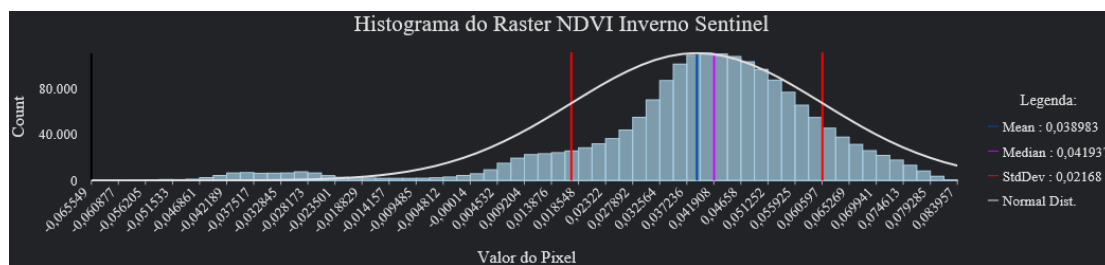
Através das imagens retiradas do Sentinel 2A, foi possível elaborar os mapas abaixo representados, estes mostram o índice NDVI no Inverno e Verão no concelho de Portimão.

Percebemos desde logo que a parte a sul deste concelho é onde denota-se maiores diferenças a nível de valores deste índice através das diferenças representativas dos tons de verde e castanhos que se fazem mais sentir na estação do Inverno (**mapa 6**), tendo valores altos mas também valores bastante baixos onde pelo **histograma 1** apresentado conseguimos ver que a média deste índice, neste mapa é de 0,03 ao contrário do mapa referente ao Verão (**mapa 7**) onde a média encontra-se nos 0,24 (**histograma 2**).

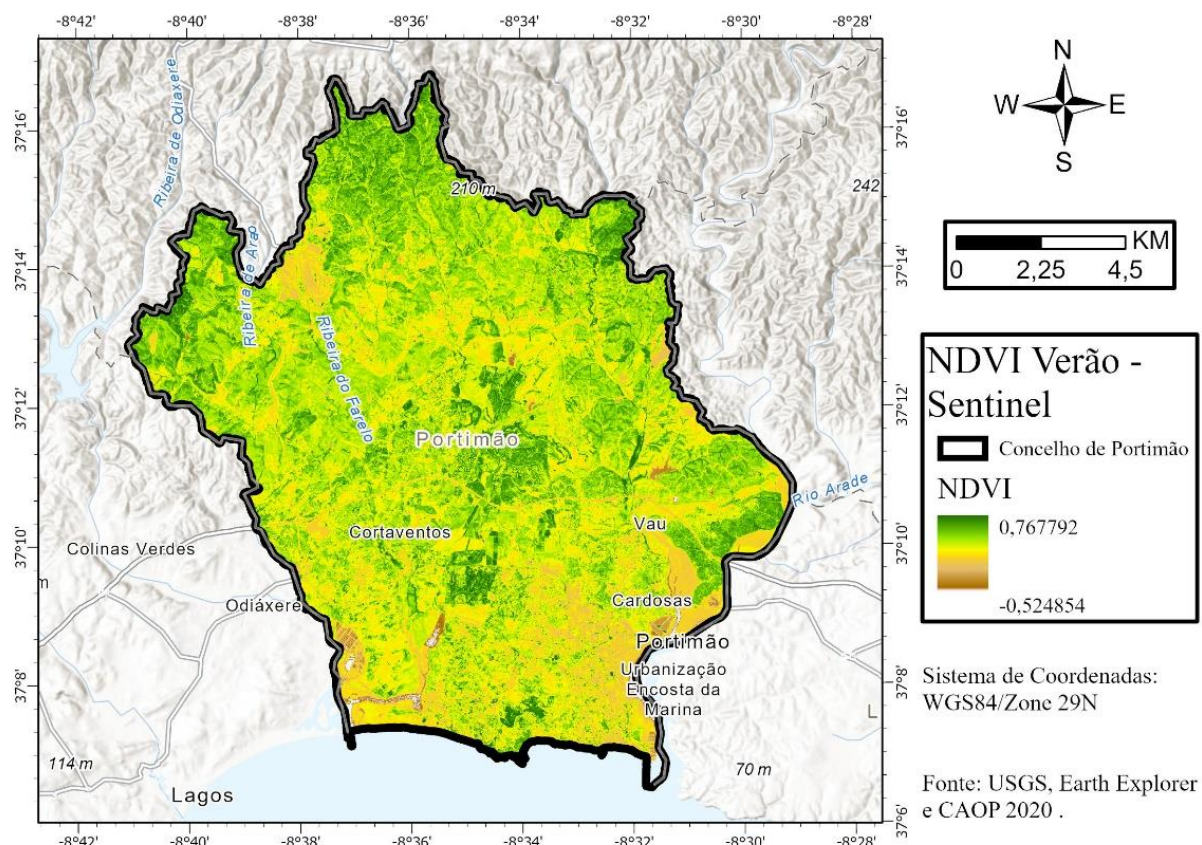
Os valores mais altos registados devem-se a uma diferença maior entre a radiação infravermelha e vermelha, associada a vegetação altamente fotossinteticamente ativa, contudo os valores mais baixos localizados igualmente a sul do concelho, indicam pouca diferença entre os sinais vermelhos e o NIR, significando então pouca atividade fotossintética ou pouca refletância da luz NIR.



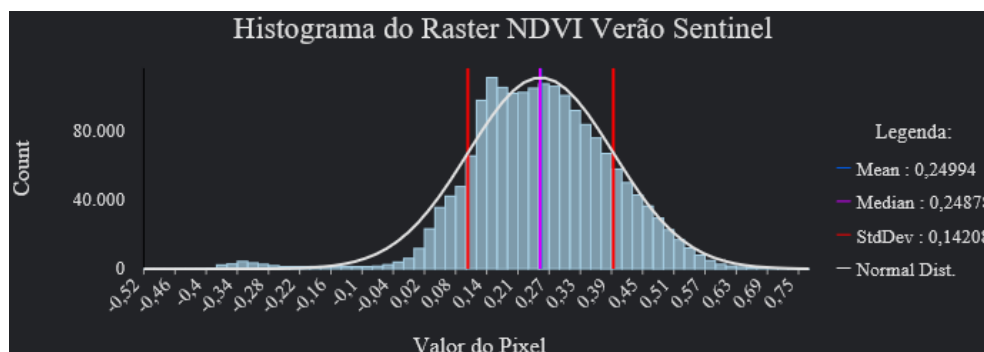
**Mapa 6** – Índice NDVI no inverno, satélite Sentinel 2A com o basemap do ArcgisPro.



**Histograma 1** – Distribuição dos Pixéis no Índice NDVI Inverno Sentinel 2A.



**Mapa 7** – Índice NDVI no verão, satélite Sentinel 2A com o basemap do ArcgisPro.



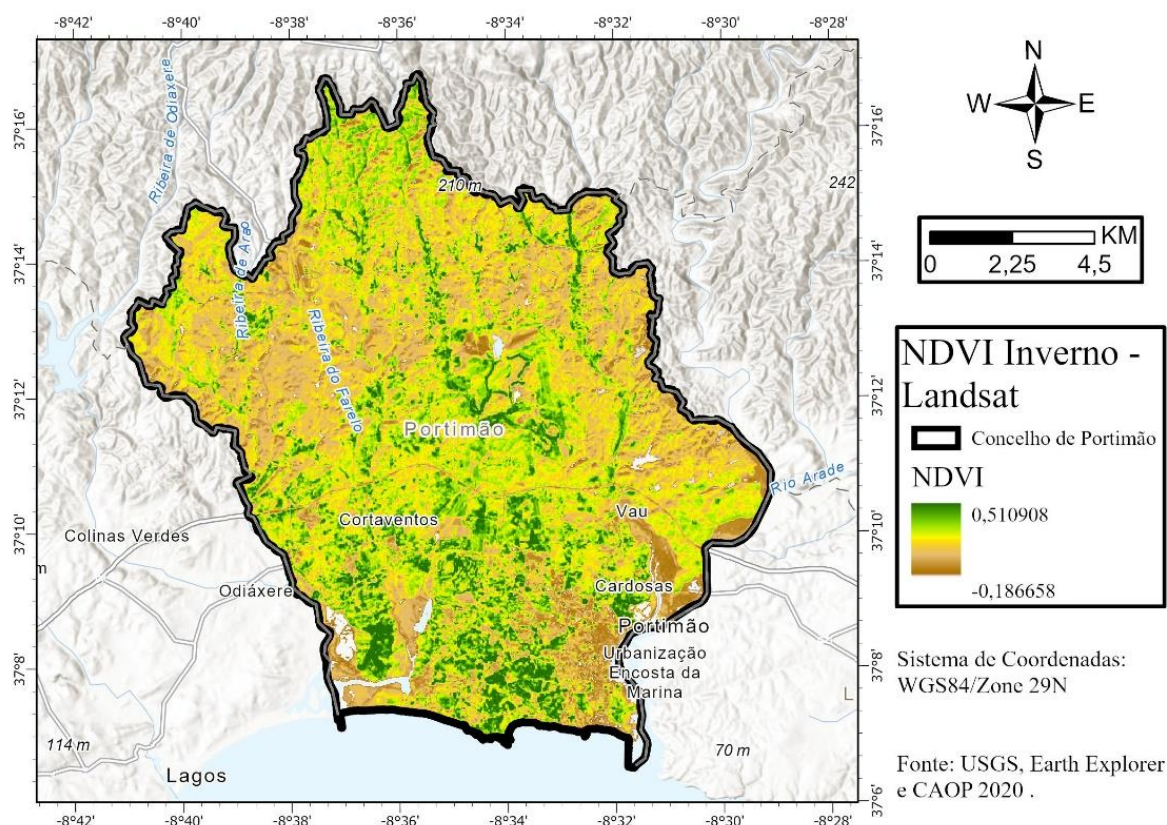
**Histograma 2** – Distribuição dos Pixéis no Índice NDVI Verão Sentinel 2A.



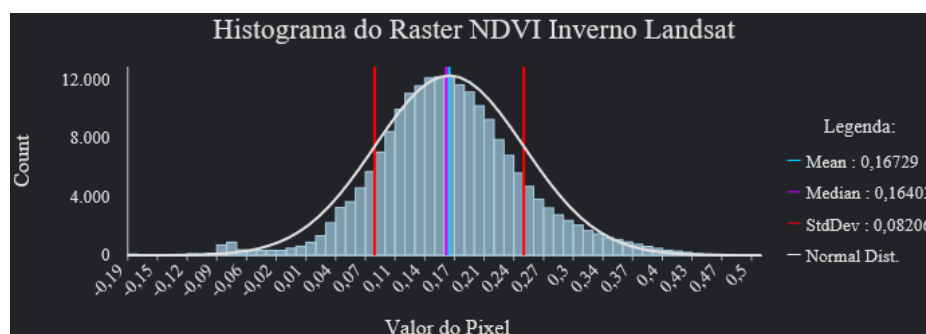
#### 4.2.3. Análise do índice NDVI Landsat 8 Inverno

Analisando agora os mapas referentes ao índice NDVI elaborados a partir de imagens satélite Landsat 8 nas duas estações do ano opostas (Inverno/Verão), verificamos que se denota diferenças mais visíveis a Sul do concelho de Portimão e no centro deste.

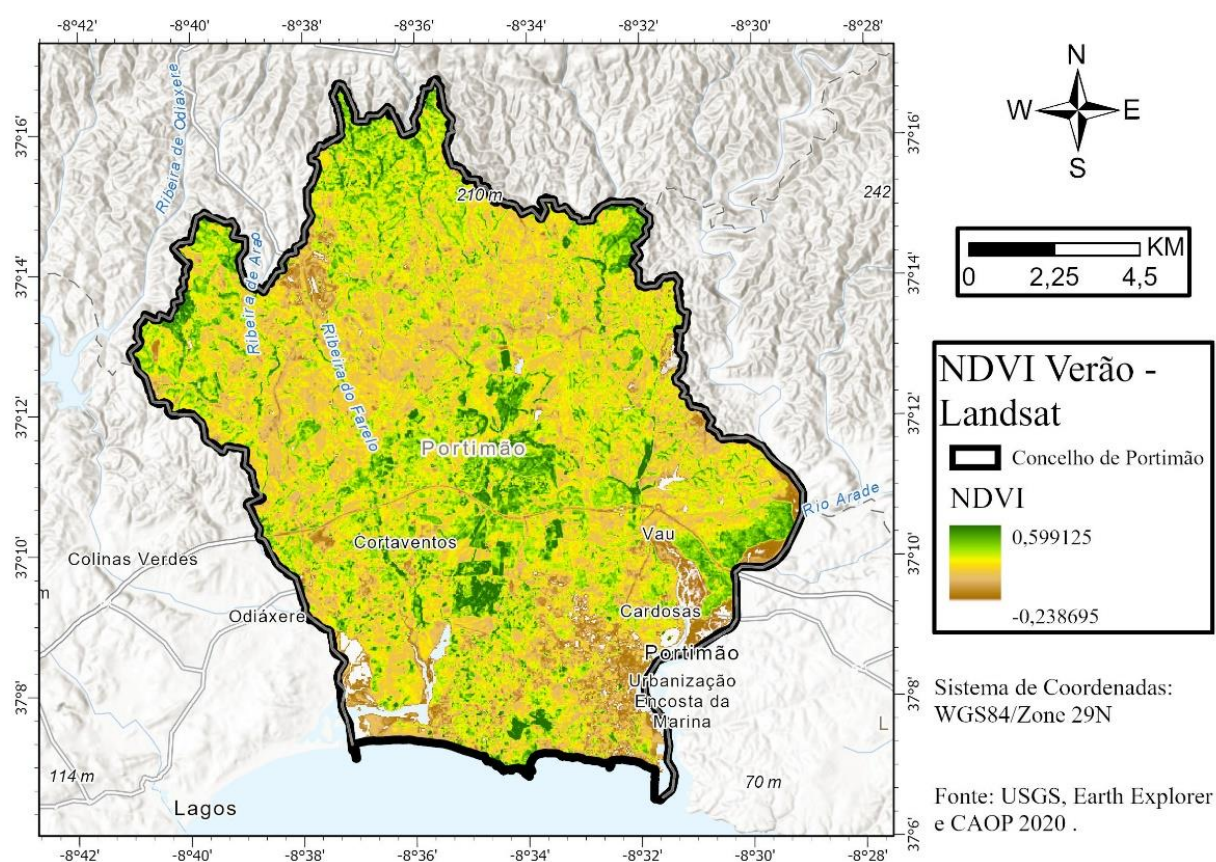
No Inverno (**mapa 8**) a zona Sul do concelho encontra-se dividida entre os tons verdes e os tons castanhos, ao contrário do que podemos observar no **mapa 9** referente ao Verão onde predominam os tons amarelos e castanhos, influenciados pelo clima que se faz sentir, degradando a saúde de bastantes plantas reduzindo a atividade fotossintética destas. A nível geral os valores médios de ambas as épocas se encontram próximos, tendo o Inverno uma média de 0,16 (**histograma 3**) e o Verão uma média de 0,19 (**histograma 4**) significando assim que apesar da mancha representativa de verde ser inferior à do Inverno.



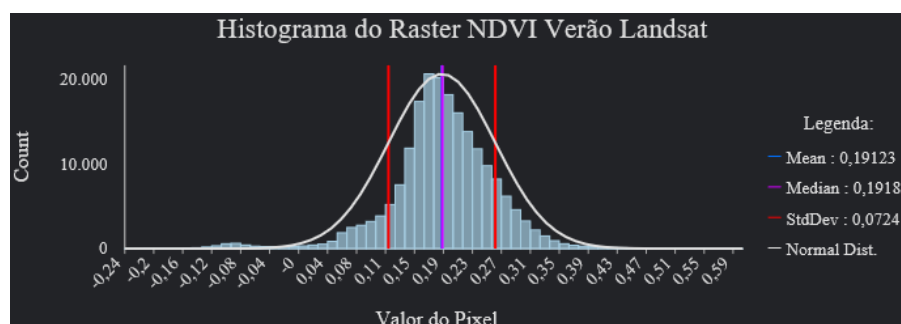
**Mapa 8** – Índice NDVI no inverno, satélite Landsat 8 com o basemap do ArcgisPro.



**Histograma 3** – Distribuição dos Pixeis no Índice NDVI Inverno Landsat 8.



**Mapa 9** – Índice NDVI no verão, satélite Landsat 8 com o basemap do ArcgisPro.



**Histograma 4** – Distribuição dos Pixeis no Índice NDVI Verão Landsat 8.



## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Deste modo, após ter sido analisado o índice NDVI no concelho de Portimão para duas épocas distintas (Inverno/Verão) através de imagens fornecidas por dois satélites diferentes, Sentinel 2A e do Landsat 8 foi possível identificar vários fatores que influenciaram os resultados do NDVI, como a rede hidrográfica existente em Portimão que existe espalhada por todo o concelho, mas com mais incidência a sul do concelho onde também se encontra banhado pelo oceano Atlântico, as altas temperaturas que se fazem sentir no Verão tornando assim a saúde de algumas plantas degradadas diminuindo assim a atividade fotossintética destas mas também o Inverno pouco rigoroso que se vive neste concelho Algarvio e por fim a altimetria que vai influencia a refletância das plantas e da vegetação dos vales existentes.

O concelho de Portimão possui ainda alguns campos de golfe, o que aumenta e promove resultados do NDVI mais altos dado que face a estes campos de golfe a vegetação existente é tratada durante todo o ano, potencializando assim a refletância destas, que assim, não estão completamente condicionadas aos fatores climáticos.

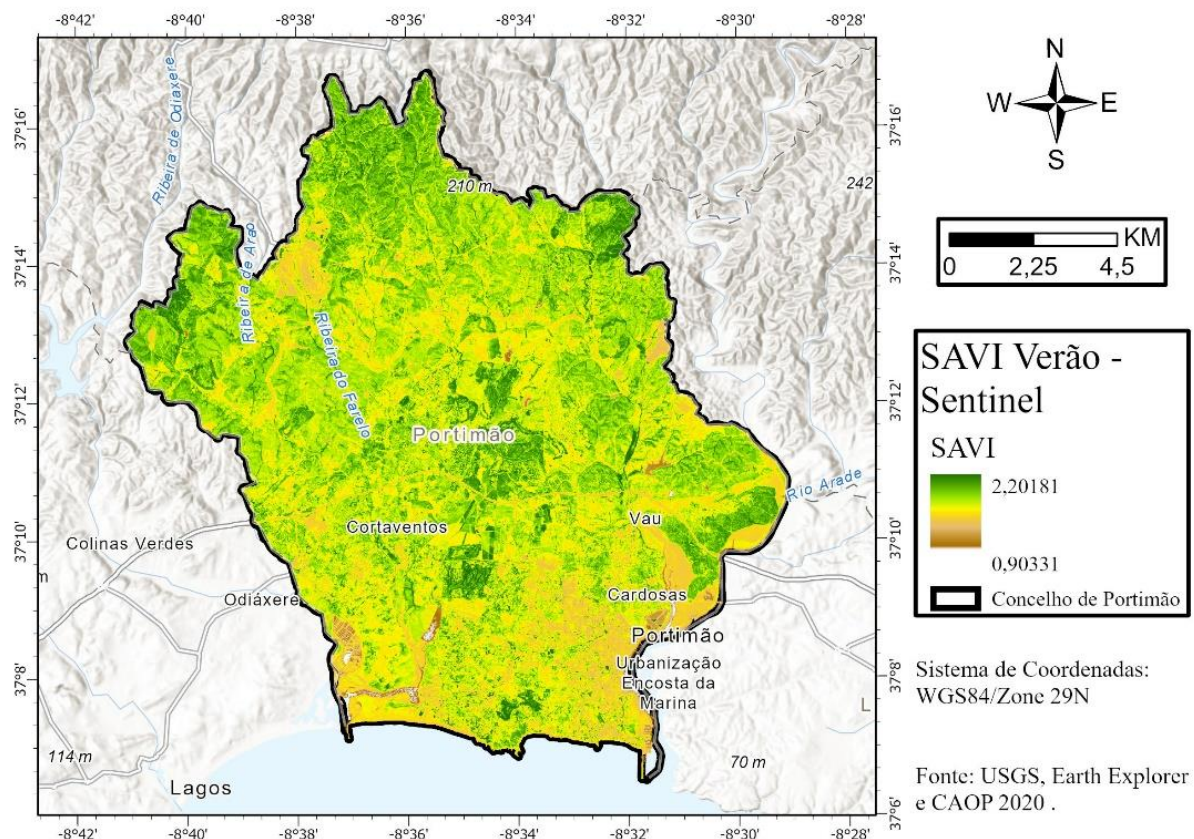
Comparando os resultados obtidos pelos dois satélites verificamos que os resultados são diferentes, isto porque o Sentinel 2A possui bandas com resoluções espaciais de 10 metros e 20metros enquanto o Landsat 8 a resolução média é de 30 metros. Assim podemos afirmar que para este tipo de recolha de dados e manipulação de imagens de satélite, a melhor opção seria o Sentinel 2A devido a este ser capaz de captar melhores informações sobre a refletância vinda da Terra e por sua vez ter uma melhor resolução espacial dos resultados.

## 6. OUTROS ÍNDICES

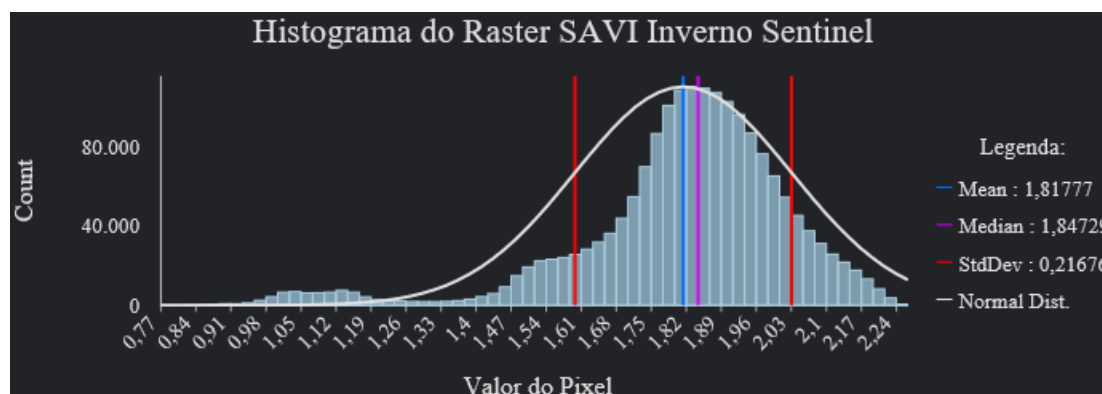
### 6.1. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)

O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (Soil - Adjusted Vegetation Index – SAVI) foi desenvolvido como uma modificação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para corrigir a influência do brilho do solo quando a cobertura vegetal é baixa. Este assume valores - 1 a 1, dependendo da cobertura do solo. Os valores 0,25 indicam vegetação densa e de 0,5 para vegetação com densidade intermediária enquanto o valor for próximo 1 é indicativo de vegetação com baixa densidade. Se o valor do SAVI for igual a 0, seus valores tornam-se iguais aos valores do NDVI

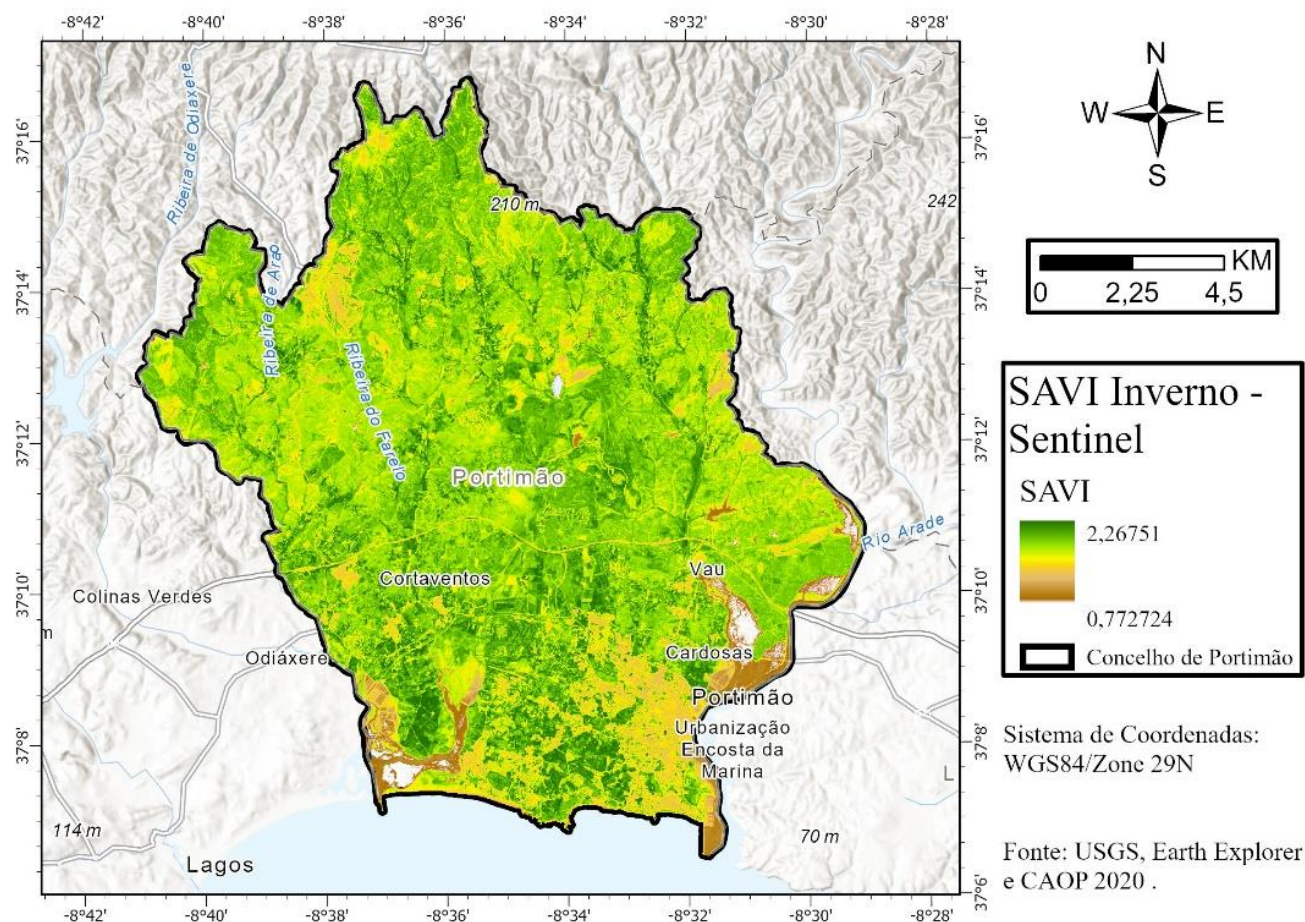
### 6.1.2. Representação do índice SAVI Sentinel Inverno e Verão



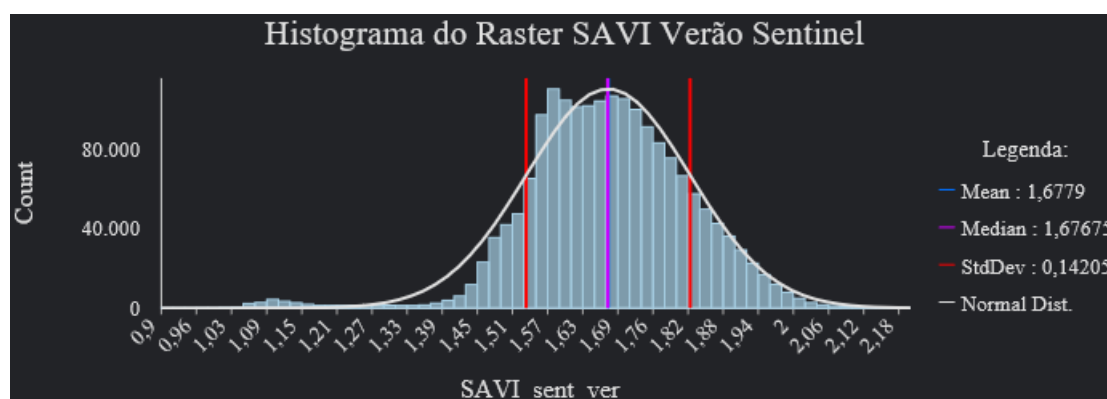
**Mapa 10** – Índice SAVI no inverno, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.



**Histograma 5** – Distribuição dos Pixéis no Índice SAVI Inverno Sentinel 2A.



**Mapa 11** – Índice SAVI no verão, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.



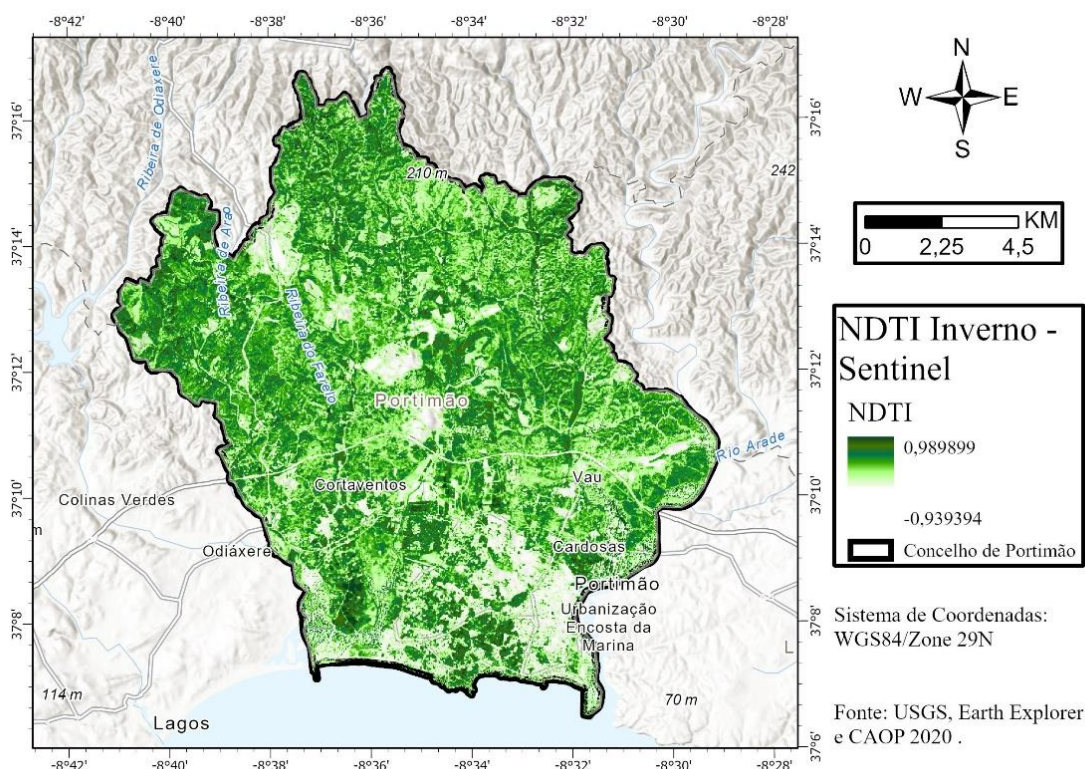
**Histograma 6** – Distribuição dos Pixéis no Índice SAVI Verão Sentinel 2A.



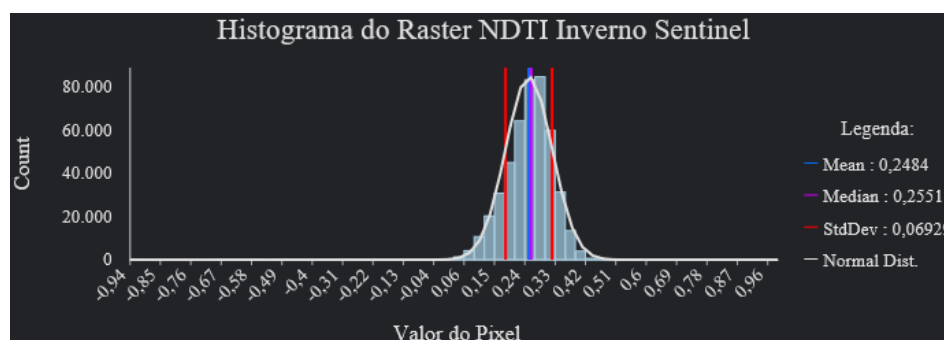
## 6.2. NDTI (Normalized Difference Turbidity Index)

O índice NDTI, Índice de cultivo por diferença normalizada, permite analisar os impactos da política agrícola e ambiental têm sobre a erosão do solo, retenção de humidade e a produtividade das culturas, isto porque, o NDTI permite-nos saber a quantidade de cobertura de resíduos que se encontra à superfície do solo, podendo assim classificar em quatro classes de intensidade de preparo do solo: cultivo convencional típico, cultivo intensivo com cobertura morta, cultivo com cobertura morta reduzida e plantio direto.

### 6.2.1. Representação do índice NDTI Sentinel 2A Inverno e Verão

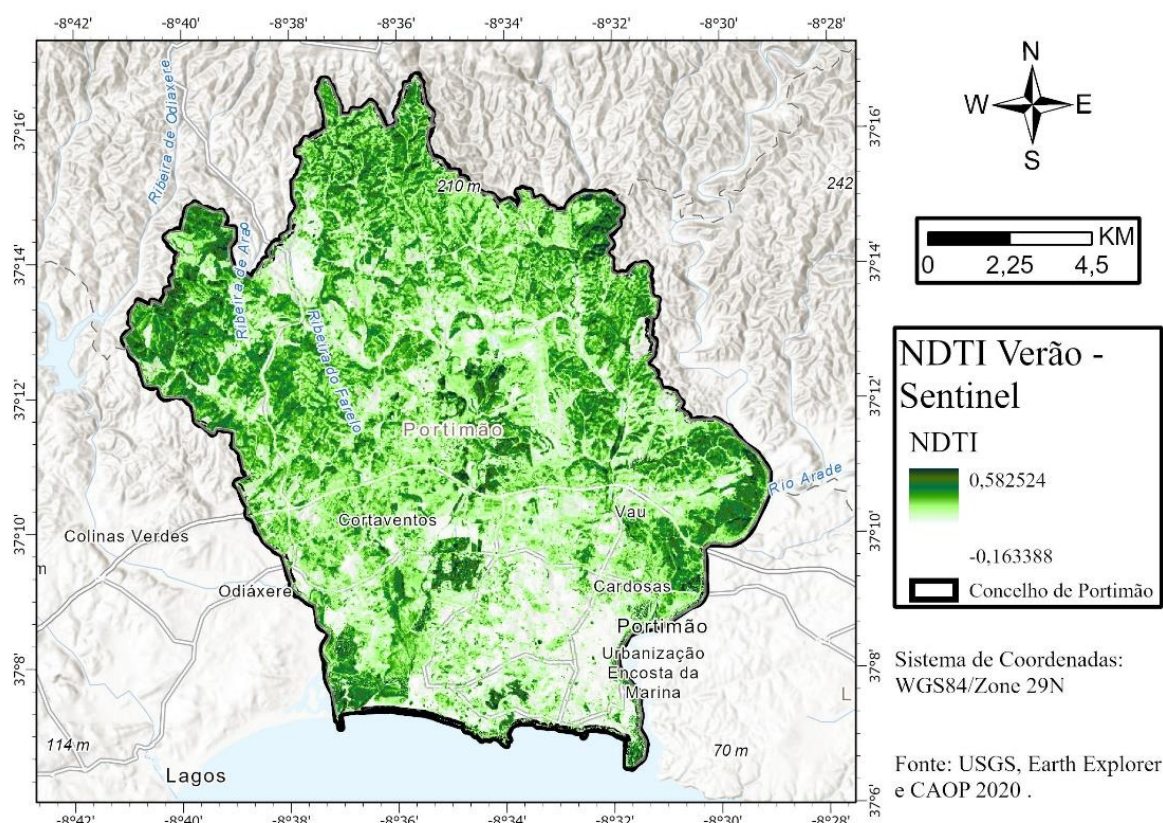


**Mapa 12** – Índice NDTI no inverno, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.

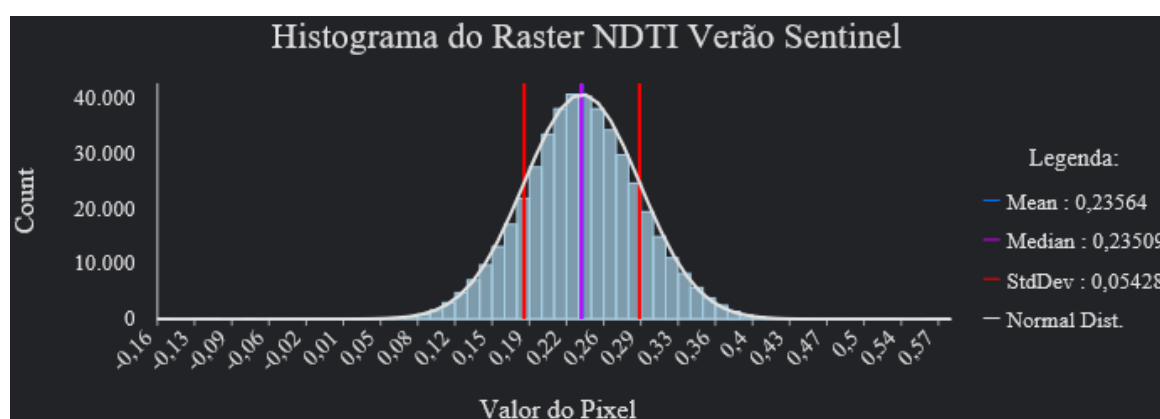


**Histograma 7** – Distribuição dos Pixéis no Índice NDTI Inverno Sentinel 2A.





**Mapa 13** – Índice NDTI no verão, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.

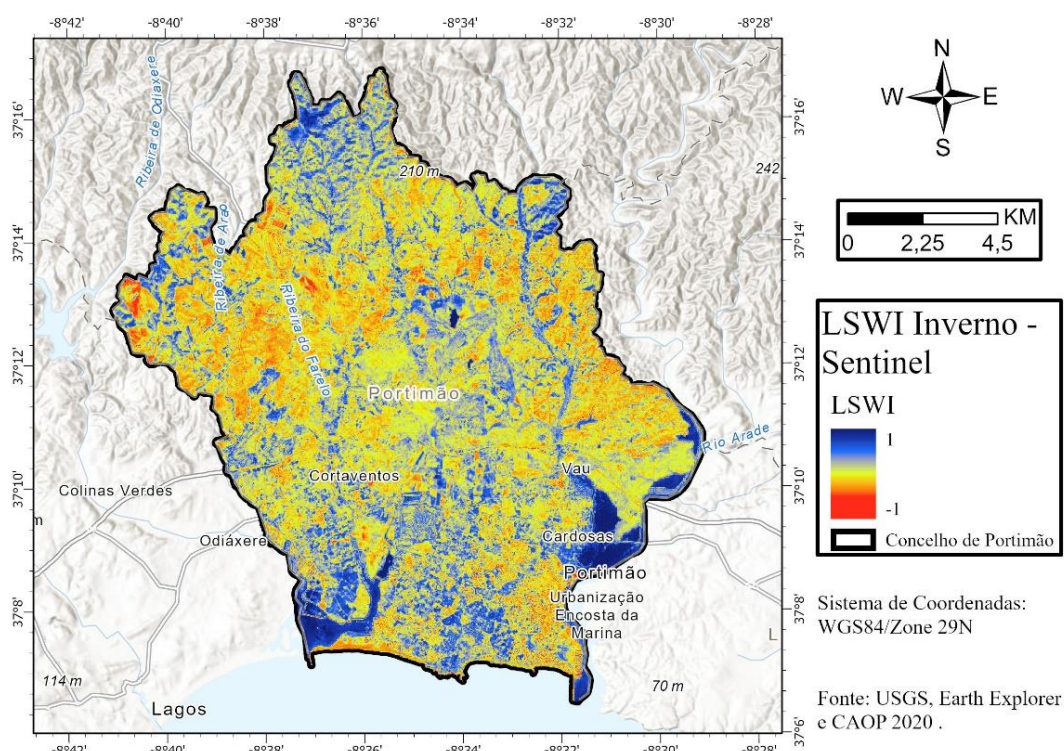


**Histograma 8** – Distribuição dos Pixéis no Índice NDTI Verão Sentinel 2A.

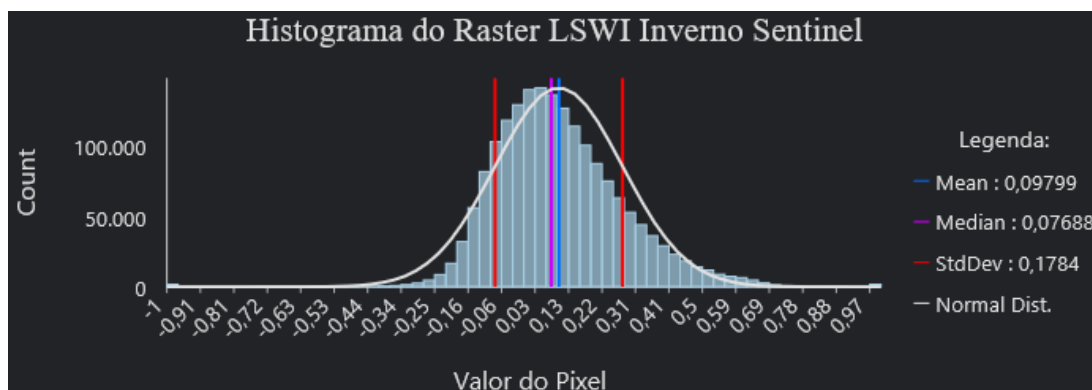
### 6.3. LSWI (Land Surface Water Index)

O LSWI atualmente é bastante usado e bem-sucedido para mapear inundações, paisagens agrícolas e características florestais. É semelhante ao NDVI, contudo este índice possui uma forte correlação com o teor de água do dossel da planta, o que permite a monitorização de mudanças na biomassa e humidade na vegetação sendo bastante sensível à quantidade total de água líquida na vegetação e no seu fundo de solo.

#### 6.3.1. Representação do índice LSWI Sentinel Inverno e Verão

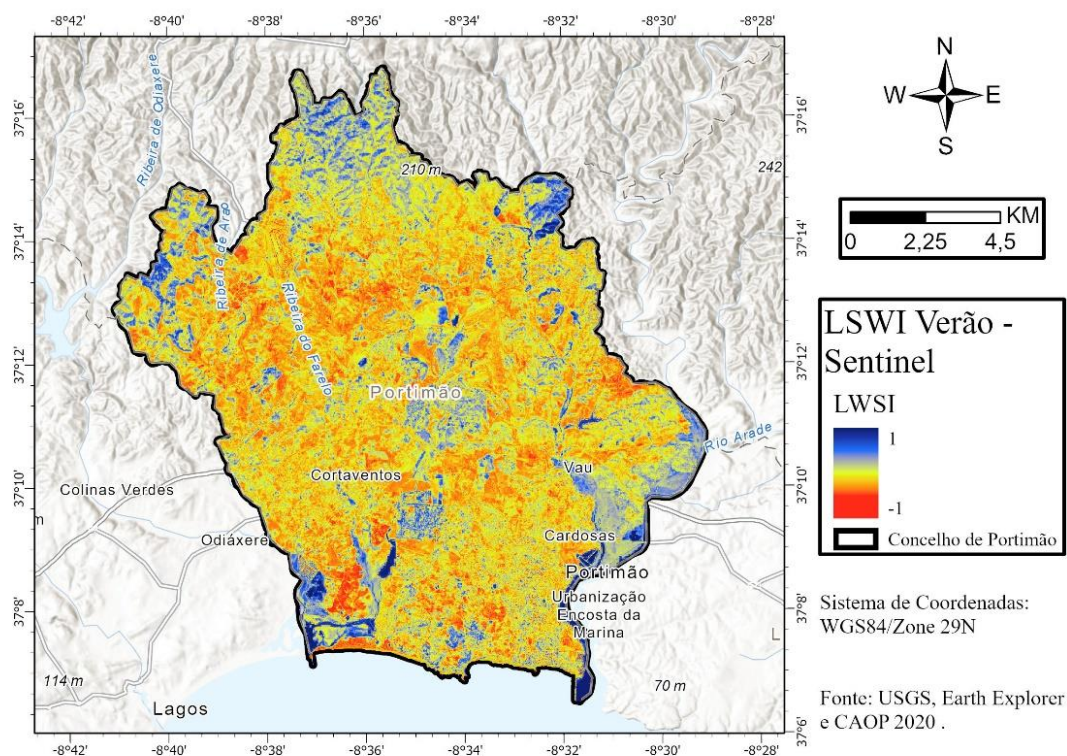


**Mapa 14** – Índice LSWI no inverno, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.

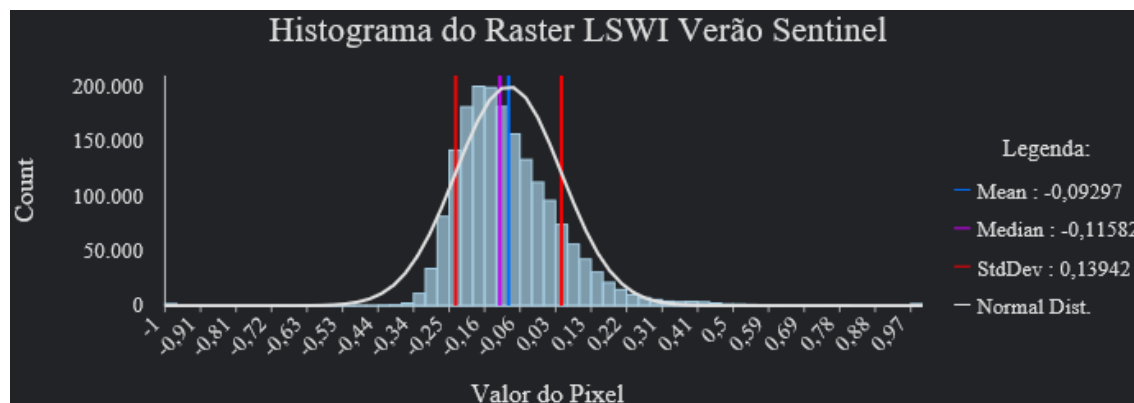


**Histograma 9** – Distribuição dos Pixéis no Índice LSWI Inverno Sentinel 2A.





**Mapa 15** – Índice LSWI no verão, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.

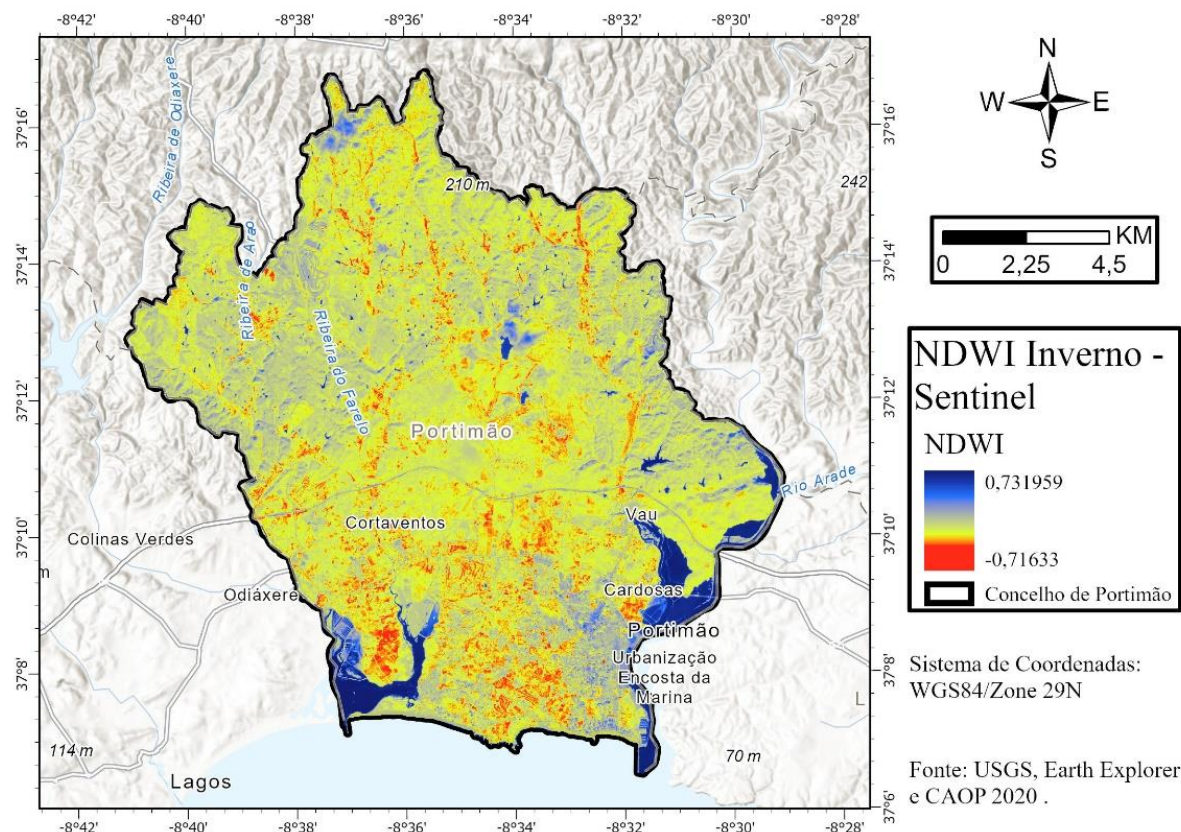


### Histograma 10 – Distribuição dos Pixéis no Índice LSWI Verão Sentinel 2A.

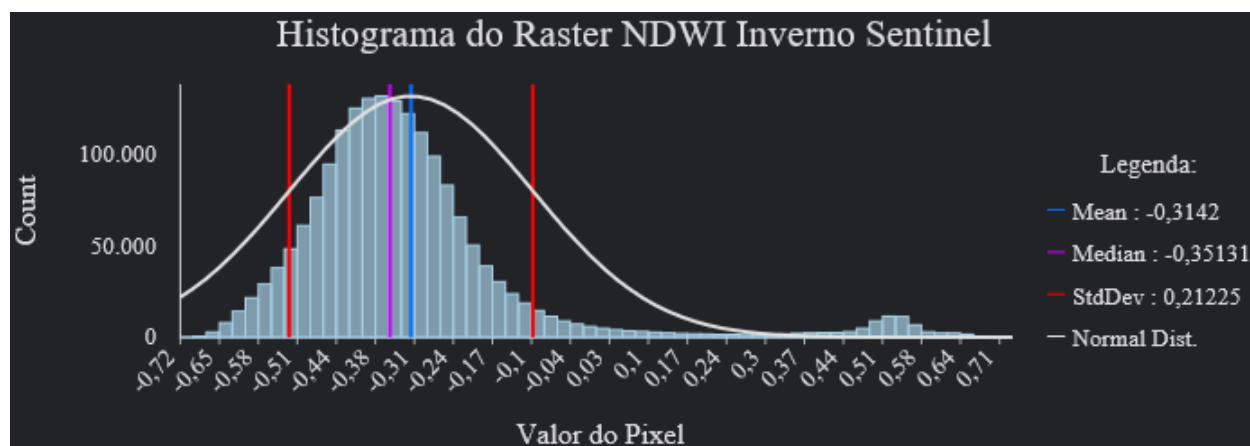
#### 6.4. NDWI (Normalized difference water index)

Este índice serve para maximizar a refletância das massas de água, minimizando assim a baixa refletância da banda NIR, como resultado, neste índice as massas de água vão ter valores positivos enquanto que a vegetação tem valores próximos de zero ou negativos.

#### 6.4.1. Representação do índice NDWI Sentinel Inverno e Verão

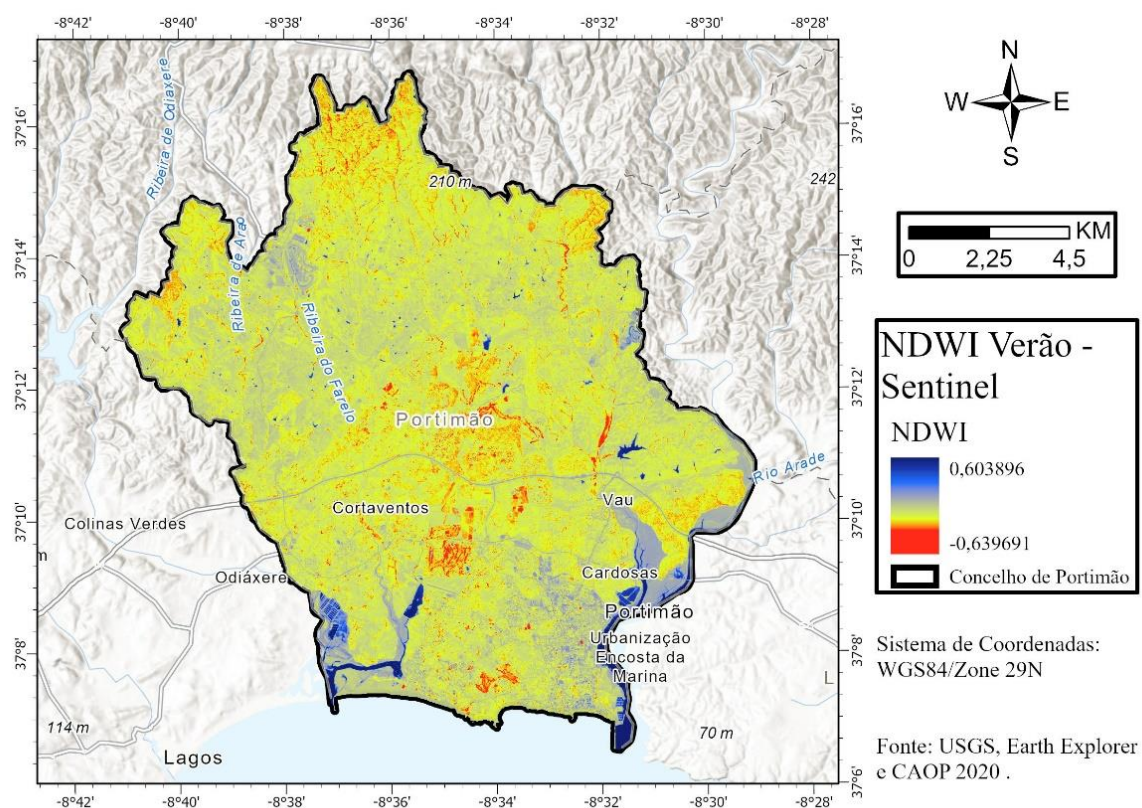


**Mapa 16** – Índice NDWI no inverno, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.

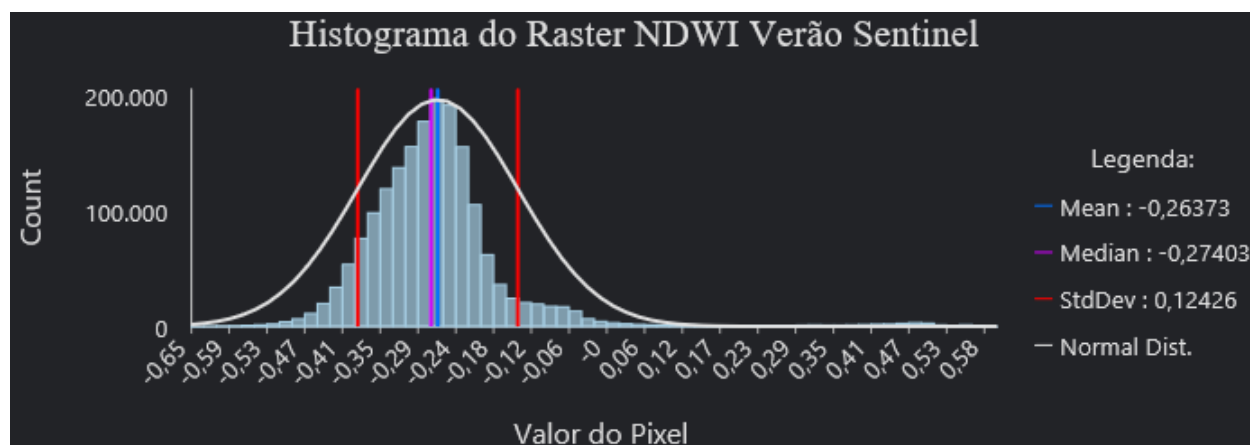


**Histograma 11** – Distribuição dos Pixéis no Índice NDWI Inverno Sentinel 2A.





**Mapa 17** – Índice NDWI no verão, satélite Sentinel A2 com o basemap do ArcgisPro.



**Histograma 12** – Distribuição dos Pixéis no Índice NDWI Verão Sentinel 2A.

## 7.CONCLUSÃO

O trabalho corrente permitiu aplicar os conhecimentos adquiridos, tendo em conta a classificação supervisionada do solo realizada que é uma grande vantagem nos SIG, pois este método permite obter uma melhor precisão ao contrário da deteção feita pelo olho humano que não teria os mesmos resultados e não é um processo tão moroso, no sentido de desenhar polígonos na imagem toda, através deste método basta fazer áreas de treino e de validação. No que respeita aos resultados obtidos dos Índices do Ambiente realizados conclui-se que em relação aos satélites abordados o Sentinel 2A tem melhor resolução, no caso, pixéis de 10m ao contrário do Landsat 8 que possuiu pixéis de 30m, sendo que para análise abordada o Sentinel 2A apresentar melhores condições, devido a estar capacitado de captar melhores informações sobre a refletância vinda da Terra. Para além disso nos índices e mais especificamente, no NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) percebe-se que as características da área (altimetria, hidrologia) influencia nos valores apresentados, tendo em conta ao estado da vegetação, além da pouca atividade fotossintética ou com pouca refletância.

Na classificação do solo supervisionada, essencialmente surge a questão das condições climáticas influenciando no contraste de Verão/Inverno e na diferenciação de proporção de classes relacionadas à temperatura e precipitação distinta nas épocas referidas.

## 8.BIBLIOGRAFIA

- ✚ Câmara Municipal de Portimão. Plano Diretor Municipal.  
Retirado em: <https://cm-portimao.pt/documentos/informacoes-uteis/consultas-publicas/a-decorrer-1/plano-diretor-municipal/3405-relatorio-de-avaliacao-estrategica/file>
- ✚ Documentos fornecidos no Moodle da Unidade curricular.
- ✚ USGS. (2019,2020). Imagens vindouras do Sentinel 2A e Landsat8 do concelho de Portimão.  
Retirado em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

## 9.ANEXOS

Matriz de Confusão da Imagem Classificada Sentinel 2A - Inverno									
Classes	ClassValue	C_10	C_20	C_40	C_70	C_80	Total	U_Accuracy	Kappa
Massas de Água	C_10	89	12	0	1	1	103	0,86407767	0
Territórios Artificializados	C_20	0	84	0	1	1	86	0,976744186	0
Floresta	C_40	0	0	89	3	8	100	0,89	0
Agricultura	C_70	0	0	1	62	11	74	0,837837838	0
Matos	C_80	8	8	6	35	79	136	0,580882353	0
Total das Classes	Total	97	104	96	102	100	499	0	0
Precisão	P_Accuracy	0,917525773	0,807692308	0,927083333	0,607843137	0,79	0	0,80761523	0
Indicador	Kappa	0	0	0	0	0	0	0	0,759660442

Matriz de Confusão da Imagem Classificada Sentinel 2A - Verão									
Classes	ClassValue	C_10	C_20	C_40	C_70	C_80	Total	U_Accuracy	Kappa
Massas de Água	C_10	87	0	0	0	11	98	0,887755102	0
Territórios Artificializados	C_20	0	100	0	0	3	103	0,970873786	0
Floresta	C_40	0	0	93	14	1	108	0,861111111	0
Agricultura	C_70	3	0	4	74	30	111	0,666666667	0
Matos	C_80	10	3	0	12	55	80	0,6875	0
Total das Classes	Total	100	103	97	100	100	500	0	0
Precisão	P_Accuracy	0,87	0,970873786	0,958762887	0,74	0,55	0	0,818	0
Indicador	Kappa	0	0	0	0	0	0	0	0,772517061

**Anexo 1** – Matrices de confusão, da classificação supervisionada das imagens Inverno/Verão Sentinel 2A.