



AVALIAÇÃO DAS RESOLUÇÕES ESPACIAL E TEMPORAL DO ÍNDICE VEGETATIVO GLI ATRAVÉS DE IMAGENS DE DRONE E SATÉLITE NA CIDADE DE CATANDUVAS-PR

EVALUATION OF THE SPATIAL AND TEMPORAL RESOLUTIONS OF THE GLI VEGETATIVE INDEX USING DRONE AND SATELLITE IMAGES IN THE CITY OF CATANDUVAS-PR

Luan Martin Arejano¹

João Gabriel Ruppenthal²

Felipe Luiz de Lemos Nobre³

Félix Augusto Pazuch⁴

Reginaldo Ferreira Santos⁵

Isabella Ribas Pereira⁶

Maurizio Silveira Quadro⁷

Resumo: A análise de imagens por meio do sensoriamento remoto está associada com uma excelente ferramenta do ambiente SIG, sendo o sensoriamento remoto uma ciência de obtenção de informações de determinado objeto por meio de sensores remotos sem que se esteja em contato com o alvo em estudo. O sensoriamento remoto funciona de forma em que as diferenças da energia eletromagnética que é refletida pela superfície dos alvos e recolhidas pelos sensores. O GLI é um índice vegetativo de clorofila e representa a alteração da vegetação indicando, plantas vivas, mortas e o solo exposto. A pesquisa tem como objetivo avaliar a resolução espacial e temporal do índice de folha verde (GLI) a partir de imagens provenientes de satélite e *drone* na cidade de Catanduvas - PR. O trabalho foi realizado na cidade de Catanduvas - PR, durante quatro semanas em uma área cultivada com trigo. Verificou -se que as imagens oriundas de satélite podem trazer dados incorretos quando processadas

¹ Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul. Luanarejano@outlook.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste); Cascavel, Paraná

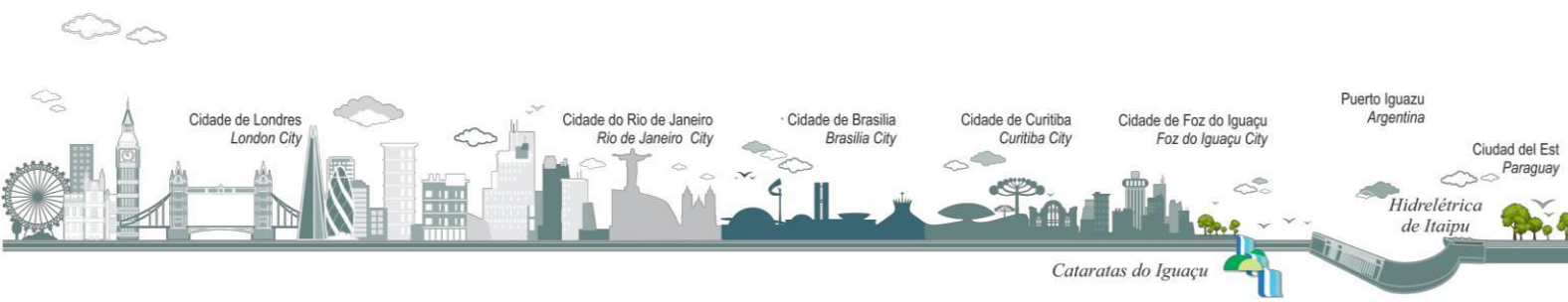
³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste); Cascavel, Paraná

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste); Cascavel, Paraná

⁵ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste); Cascavel, Paraná

⁶ Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste); Cascavel; Paraná

⁷ Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul.





em softwares. Para as duas resoluções, espacial e temporal, o *drone* se mostrou efetivo, pois traz maior detalhamento da área e conseqüentemente dados ideais. Constata-se que os valores obtidos do GLI com *drone* apresentam maior eficiência, trazendo maior percepção sobre problemas que podem ocorrer na área de plantio.

Palavras-chave: RPA. Trigo. Geoprocessamento.

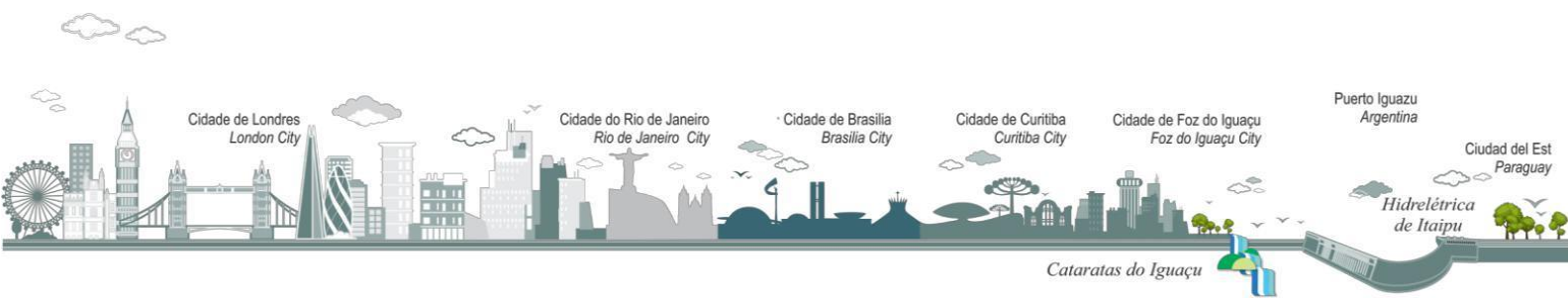
Abstract: Image analysis through remote sensing is associated with an excellent tool in the GIS environment, remote sensing being a science of obtaining information from a given object through remote sensors without being in contact with the target under study. Remote sensing works in such a way that the differences in electromagnetic energy that is reflected by the surface of the targets and collected by the sensors. The GLI is a chlorophyll vegetative index and represents the change in vegetation indicating live and dead plants and exposed soil. The research aims to evaluate the spatial and temporal resolution of the green leaf index (GLI) from satellite and drone images in the city of Catanduvas - PR. The work was carried out in the city of Catanduvas PR, during four weeks in an area cultivated with wheat. It was found that satellite images can bring incorrect data when processed in software. For the two resolutions, spatial and temporal, the drone proved to be effective, as it brings greater detail of the area and consequently ideal data. It appears that the values obtained from the GLI with a drone present greater efficiency, bringing greater perception of problems that may occur in the planting area.

Keywords: RPA. Wheat. Geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Técnicas computacionais, que são utilizadas no uso de informações cartográficas e espaciais, possuem diversas aplicações e são de grande relevância para as ciências agrárias, são chamadas de geoprocessamento. As informações eram guardadas em papéis e havia muita dificuldade na compilação dos dados, com a chegada do geoprocessamento fortalece ainda mais a análise e geração de dados, assim como o desenvolvimento e entendimento de mapas, fazendo com que a decisão a ser tomada para a problemática seja mais objetiva (PEREIRA, 2017).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são procedimentos computacionais e estão vinculados à gestão precisa das informações e aplicações nas áreas de agronomia, engenharia, meio ambiente, entre outras, e relacionado diretamente com a agricultura de precisão. O SIG possui gerenciamento e integração de qualquer informação referente ao geoprocessamento como por exemplo as imagens orbitais. As atribuições pontuais de um SIG são o banco de dados geográficos, a geoestatística, extração por condição, seleção, proximidade e integração, e métodos de classificação (FILIPPINI, 2017).

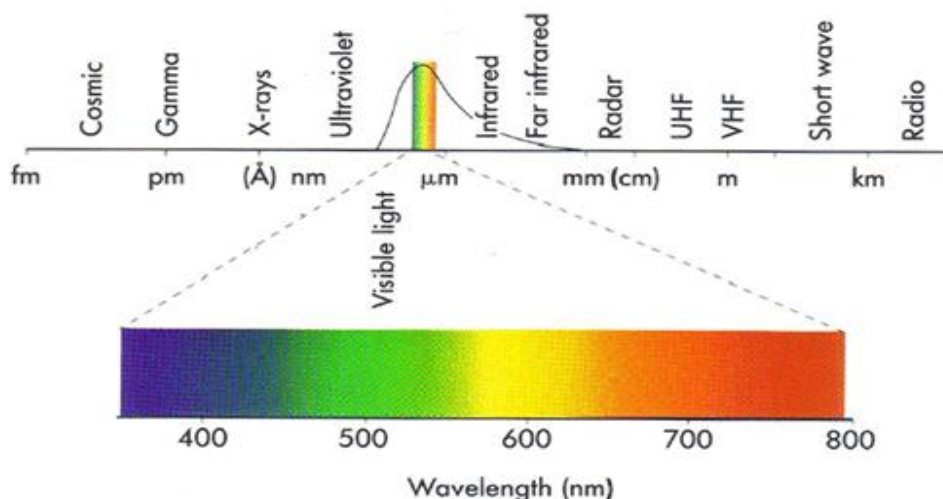




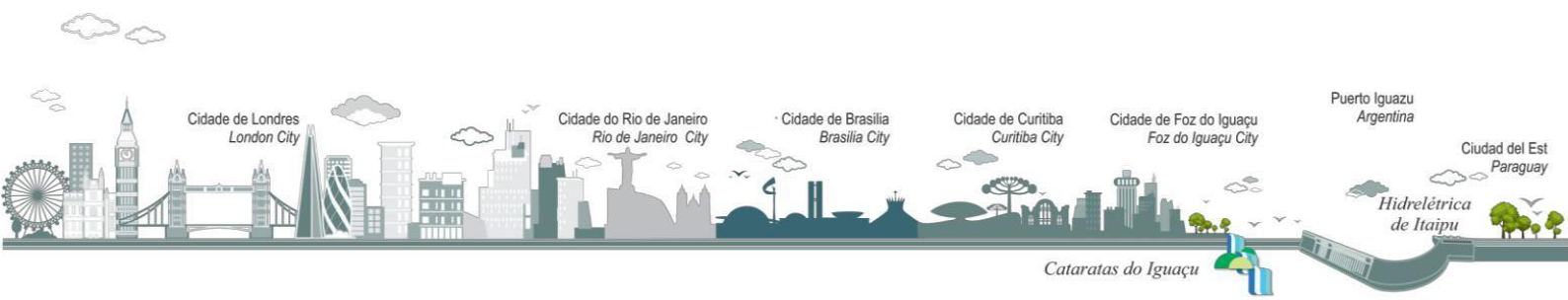
A análise de imagens por meio do sensoriamento remoto está associada com uma excelente ferramenta do ambiente SIG. Sendo o sensoriamento remoto uma ciência de obtenção de informações de determinado objeto por meio de sensores remotos sem que se esteja em contato com o alvo em estudo (QUARTAROLI et al., 2014). Os resultados finais obtidos com o sensoriamento remoto como por exemplo os índices de vegetação, destacam a avaliação e identificação de padrões biofísicos das plantas, alusivos a diferença da reflectância nas bandas do espectro eletromagnético. De posse dessas informações o produtor e o profissional possuem maior poder de decisão, assim diminuindo custo e ganhando produtividade (PEREIRA, 2017).

O sensoriamento remoto funciona de forma em que as diferenças da energia eletromagnética que é refletida pela superfície dos alvos e recolhidas pelos sensores, logo essa captação é feita pela radiação eletromagnética em comprimentos de ondas distintos. Na Figura 1 é possível observar as bandas e regiões que compõem o espectro eletromagnético, onde na região com maior comprimento de onda estão alocados os raios infravermelhos e na outra região com comprimentos de ondas menores estão as radiações ultravioletas. A região do visível é dividida em faixas com as cores azul, verde e vermelho e está no comprimento de onda que vai de 380 nanômetros até 780 nanômetros (OLIVEIRA, 2013). Os comprimentos de ondas do visível são de grande importância para o trabalho aqui realizado.

Figura 1 - Espectro eletromagnético.



Fonte: Oliveira, 2013.





O índice vegetativo é calculado por modelos matemáticos que quantificam a reflectância das plantas e indicam qual a taxa fotossintética do vegetal, dizendo o quanto a planta está ou não desenvolvida (TITTOTO, 2016). Os dados são adquiridos por meio de sensores remotos que estão a bordo de drones e satélites.

O Green Leaf Index (GLI) é um índice vegetativo de clorofila e representa a alteração da vegetação indicando, plantas vivas, mortas e o solo exposto (SILVA et al, 2022). O GLI se destaca em resultados de alto vigor, Ballesteros *et al.* (2018) encontrou resultados satisfatórios com o uso do GLI apresentando oportunos indicativos da mudança na clorofila foliar.

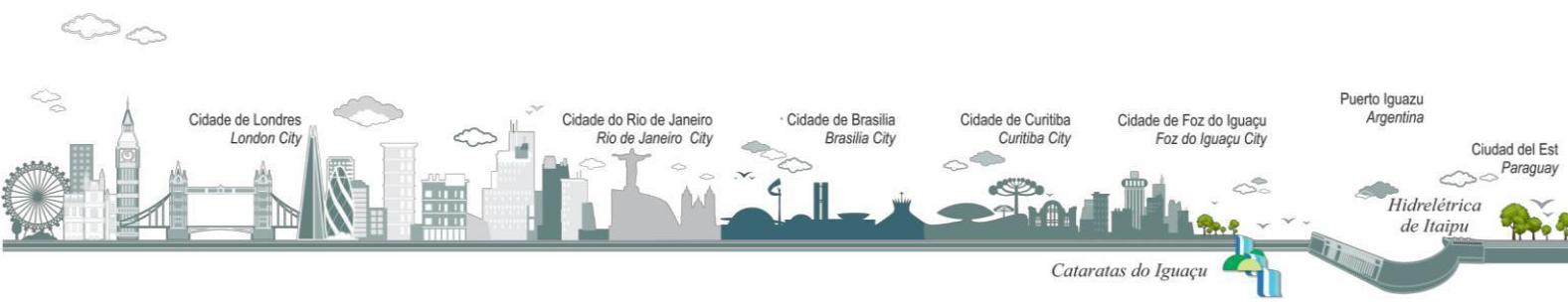
As propriedades dos sensores remotos e suas particularidades caracterizam se as informações obtidas são precisas, bem detalhadas e se irão precisar de repetitividade de dados. As resoluções espectrais, espaciais e temporais dão a cena ou imagem capturada pelos imageadores potencialidade e maior precisão aos dados transmitidos por uma estação receptora (CASTILLO, 2009). Possuir resoluções de alta definição são de grande importância para trabalhos geotecnológicos.

Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a resolução espacial e temporal do índice de folha verde (GLI) a partir de imagens provenientes de satélite e *drone* na cidade de Catanduvas - PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na cidade de Catanduvas - Paraná, com as coordenadas: latitude 21°08'16" Sul e longitude 48°58'22" Oeste, no período de 11 de agosto a 10 de Setembro (4 semanas), lavoura que é cultivada com trigo. A área foi cultivada com soja na safra 2021/2022.

Para a obtenção de imagens foram utilizados no trabalho o satélite *Landsat 8*, cujo sensores são o Operational Terra Imager (OLI) e o Thermal Infrared Sensor (TIRS), que possui resolução espacial de 30 metros (m) na área multiespectral e 15 m na área pancromática, altitude de 705 Quilômetros (Km) e uma capacidade de revisita de 16 dias (INPE,2022). As imagens do satélite *Landsat 8* foram extraídas do United States Geological Survey (USGS), onde foi feito uma pesquisa da área estudada e feito o *download* das bandas de interesse no período desejado.





O *drone* utilizado foi da Da-Jiang Innovations (DJI) modelo Mavic 2 Pro, com câmera HasselBlad e sensor de 20 MegaPixels (MP). Para a realização do voo autônomo e seu planejamento se utilizou o aplicativo *PIX4DCapture*. O software *Agisoft Metashape* foi consumido para a construção do ortomosaico da área de estudo (Figura 2).

Figura 2 - Ortomosaico área Catanduvas – PR.



Fonte: autor, 2022.

Após, foi utilizado o software *ArcGis* para cálculo do índice de vegetação GLI, que possui a seguinte equação:

Em que,

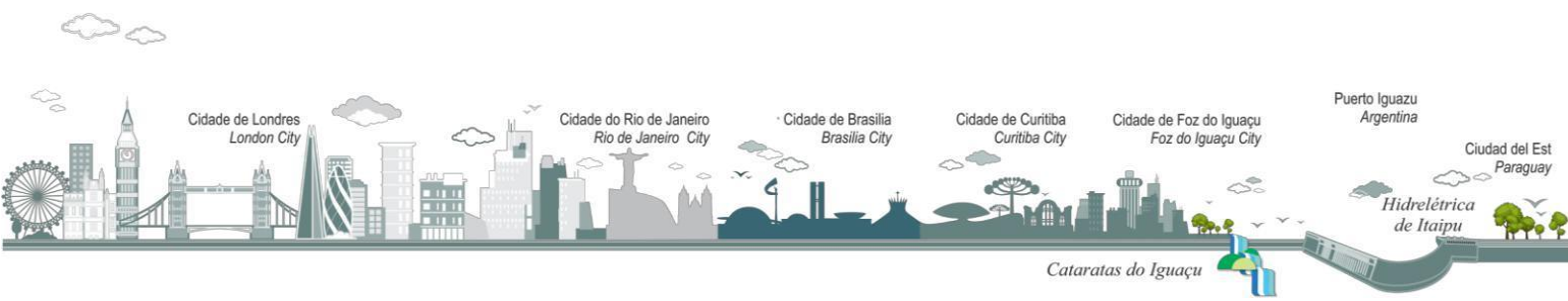
$$GLI = \frac{2R - G - B}{2R + G + B}$$

GLI - índice de folha verde.

R - Valor digital do pixel na imagem no canal do vermelho.

G - Valor digital do pixel na imagem no canal do verde.

B - Valor digital do pixel na imagem no canal do azul.

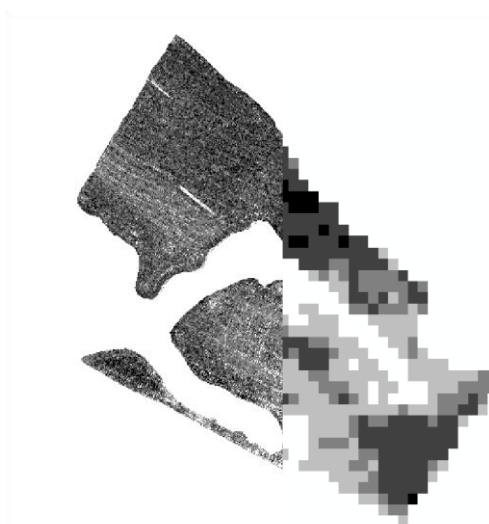




RESULTADOS E DISCUSSÃO

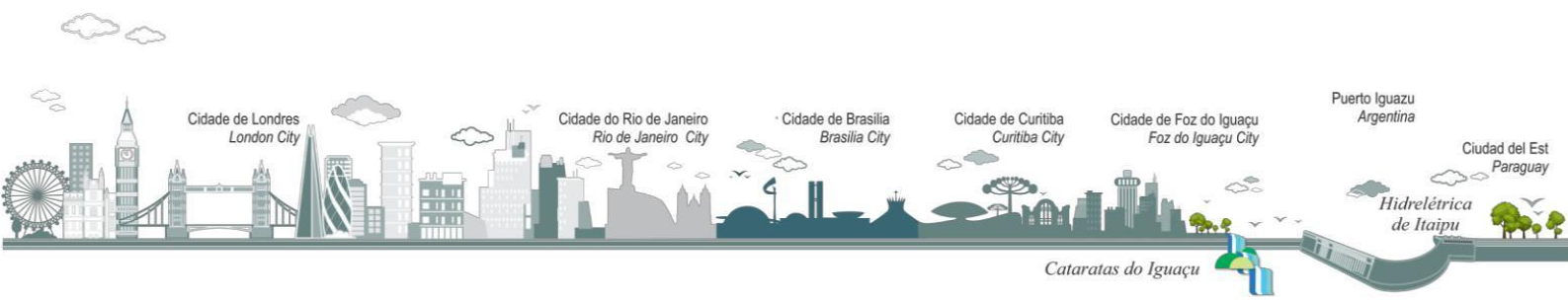
Como decorrência do estudo, é possível verificar que as imagens provenientes do sensor OLI a bordo do satélite *Landsat 8* apresentam uma baixa resolução espacial, visto que o pixel é de 9.000.000 cm², devido o satélite estar longe da superfície terrestre. Para o drone, que voa próximo ao solo, o valor do pixel é de 7,29 cm², apresentando uma excelente resolução espacial quando comparado ao drone. Resultados esses que são encontrados por Gomes (2021) e Sampaio *et al.* (2020). Na Figura 3, é possível verificar a diferença de tamanho do pixel para a área estudada.

Figura 3 - Resolução espacial a esquerda com *drone* e a direita com astéelite.



Fonte: autor, 2022.

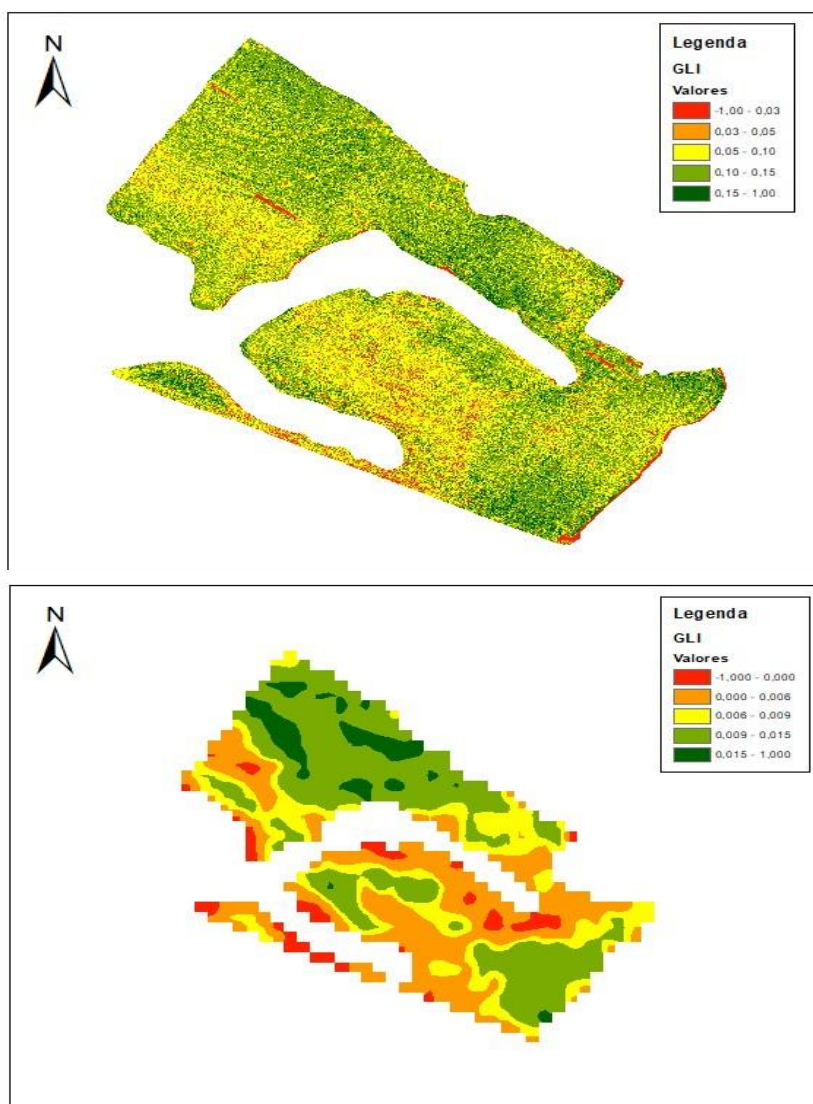
Já como resolução temporal o satélite *Landsat 8* possui uma revisita de 16 dias, sendo uma baixa resolução, pois a chance de adquirir imagens com mais nuvens é alta, afetando os dados da pesquisa. Para a solução deste problema e elevar a resolução temporal e imageamento as empresas de satélites adicionam inúmeras constelações de satélites (ENG SAT, *s.d*). Para o *drone* a resolução temporal irá ser prejudicada somente se no momento do voo não houver condições adequadas, antagônico a isso o voo pode ser realizado a qualquer momento no dia e abaixo das nuvens.



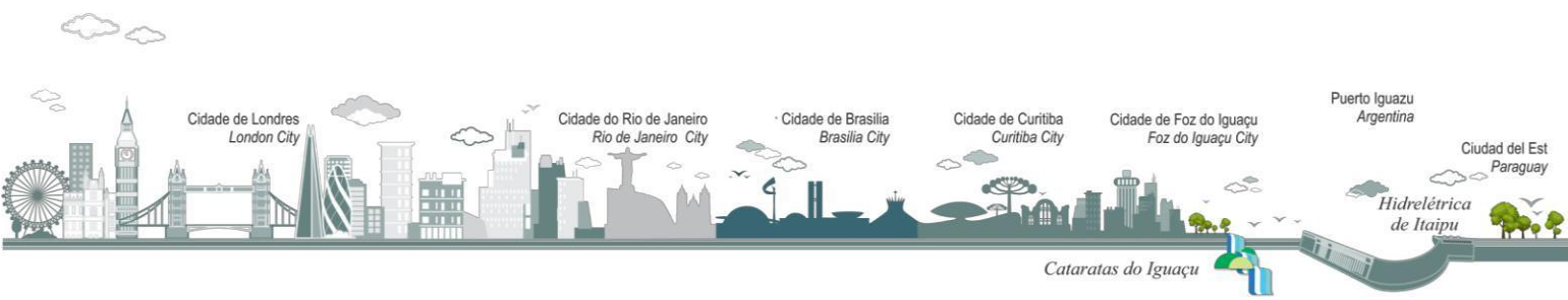


Na Figura 4, verificamos o mapa de monitoramento da primeira semana com *drone* e satélite. O dia possuía nuvens moderadas, não interferindo nas imagens capturadas pelos sensores. Os valores de pixel da reflectância do verde vão de 0,10 a 1,00 no GLI com sensor do *drone* e de 0,009 a 1,000 no sensor do satélite. Observamos que houve destaque na vegetação viva (verde) e morta (laranja e amarelo) no índice GLI.

Figura 4 - Índice vegetativo GLI: em cima com *drone* e embaixo com satélite (Semana 1).



Fonte: autor, 2022.





A área total de estudo é de 57,7 ha, nas Tabelas 1 e 2, estão apresentadas as áreas (ha) de cada intervalo, sendo A = vermelho (solo exposto), B e C = laranja e amarelo (plantas mortas) e C e D = verde (plantas vivas). Para essa quantificação de área foi levado em conta a quantidade de pixels em cada faixa, onde no sensor do satélite com resolução espacial de 30 metros obteve-se 610 pixels ao total, e no sensor do *drone* obteve-se 7.692.059 pixels.

Tabela 1 – Quantidade de área

	Área (ha)	%
A	2,21	4
B	3,02	5
C	21,76	38
D	24,51	42
E	6,20	11

A = Cor vermelha; B = Cor laranja; C = Cor amarela; D = Cor verde claro; E = Cor verde escuro.

Tabela 2 – Quantidade de área

	Área (ha)	%
A	2,02	3
B	2,64	5
C	15,82	27
D	27,36	47
E	9,86	17

A = Cor vermelha; B = Cor laranja; C = Cor amarela; D = Cor verde claro; E = Cor verde escuro.

Fonte: autor, 2022.

Na semana 2 a leitura com drone e satélite manteve-se constante, uma vez que mais áreas verdes tomavam conta do cenário, resultante do desenvolvimento do trigo, e áreas de solo exposto e palhada decresceram. Percebemos isso na Figura 5, em que apresenta mais tons de verde e menos amarelos, quando comparados a semana 1. Os valores de pixel da reflectância do verde com o sensor do *drone* não variaram, mantendo-se constantes e verdadeiros, com o sensor de satélite os valores foram de 0,015 a 1,000.

A reflectância do verde é fundamental pois ele nos diz se a planta está ou não saudável por exemplo, para a semana 2 o sensor OLI apresentou uma área de 33,11 ha de reflectância verde, com o drone obteve-se uma área verde de 37,22 ha. Se fossemos aplicar um produto para plantas daninhas por exemplo em taxa variável, com imagens advindas de satélite perderíamos produto, pois a área de aplicação seria maior. Por isso a importância de se ter imageadores com alta definição e qualidade.

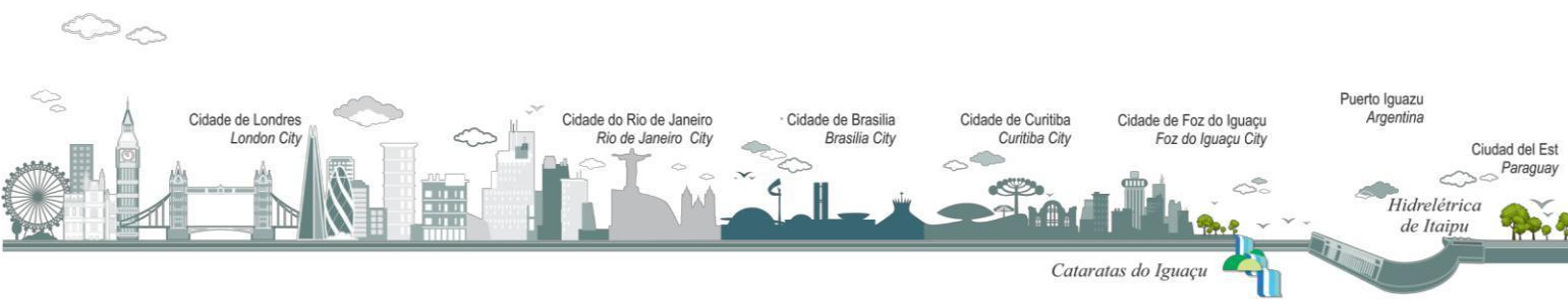
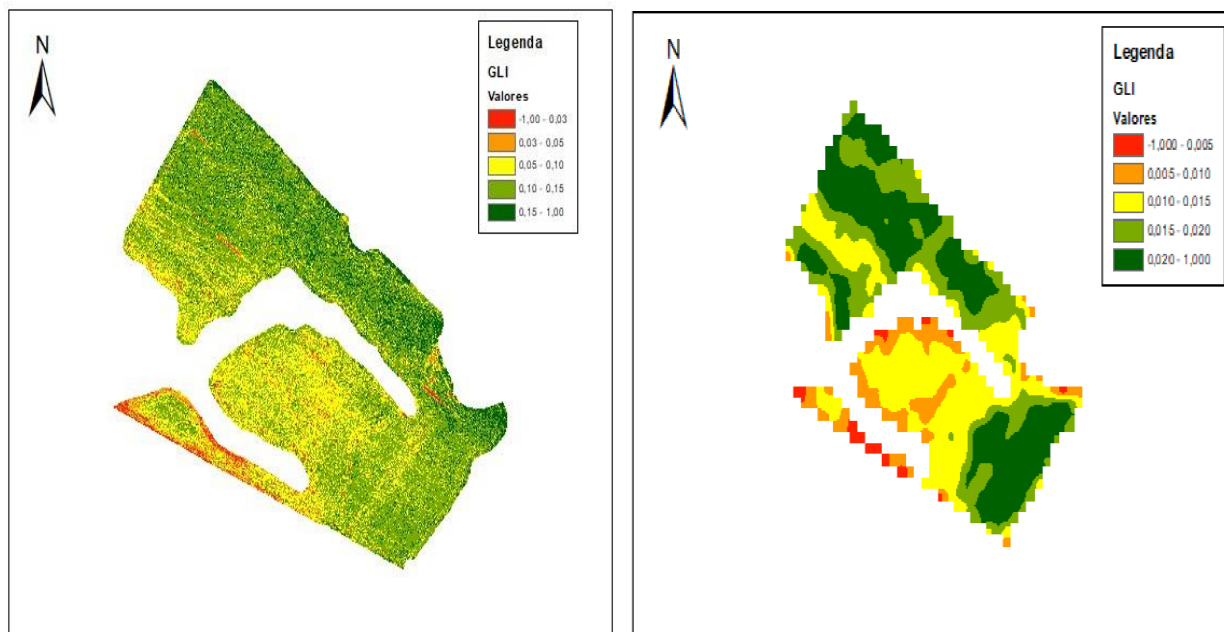




Figura 5 - Índice vegetativo GLI: à esquerda com *drone* e à direita com satélite (Semana 2).



Fonte: autor, 2022.

Na Figura 6, observamos a área de estudo com mais tons de verde, por consequência do desenvolvimento da cultura implementada na área e devido se passar 30 dias após o estudo inicial. Na semana 3 o índice vegetativo GLI quando comparado a *drone* e satélite eles possuem reflectâncias diferentes, mas quantidade de áreas bem próximas. Se dá destaque novamente para a área verde, que aqui foi de 36,29 ha para imagens com o *drone* e de 41,45 ha para imagens com satélite.

O GLI calculado com imagens de satélite podem não trazer certeza nas informações adquiridas, devido ao tamanho do pixel e influências externas que afetam os resultados no programa de processamento como sombras e misturas de plantas com solos. No item B que representa a semana 4 de desenvolvimento com imagens adquiridas com *drone* percebe-se visualmente a reflectância maior de verde, e assim demonstrando plantas com uma saúde positiva. As cores amarelas podem ser plantas com uma condição hídrica baixa, cabe se atentar a este cenário. Na semana 4 a imagem capturada do Landsat 8 OLI estava com muitas nuvens, dificultando o processamento do índice, e trazendo assim como observamos no item D falsas informações.

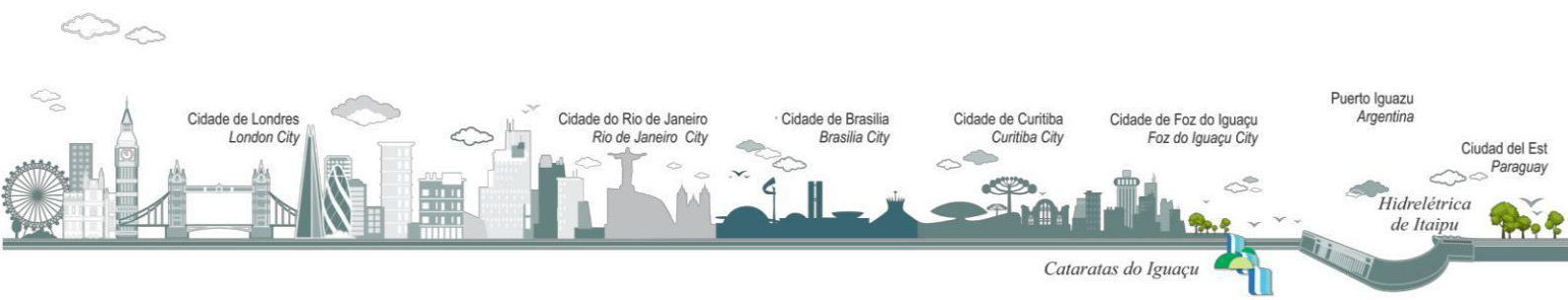
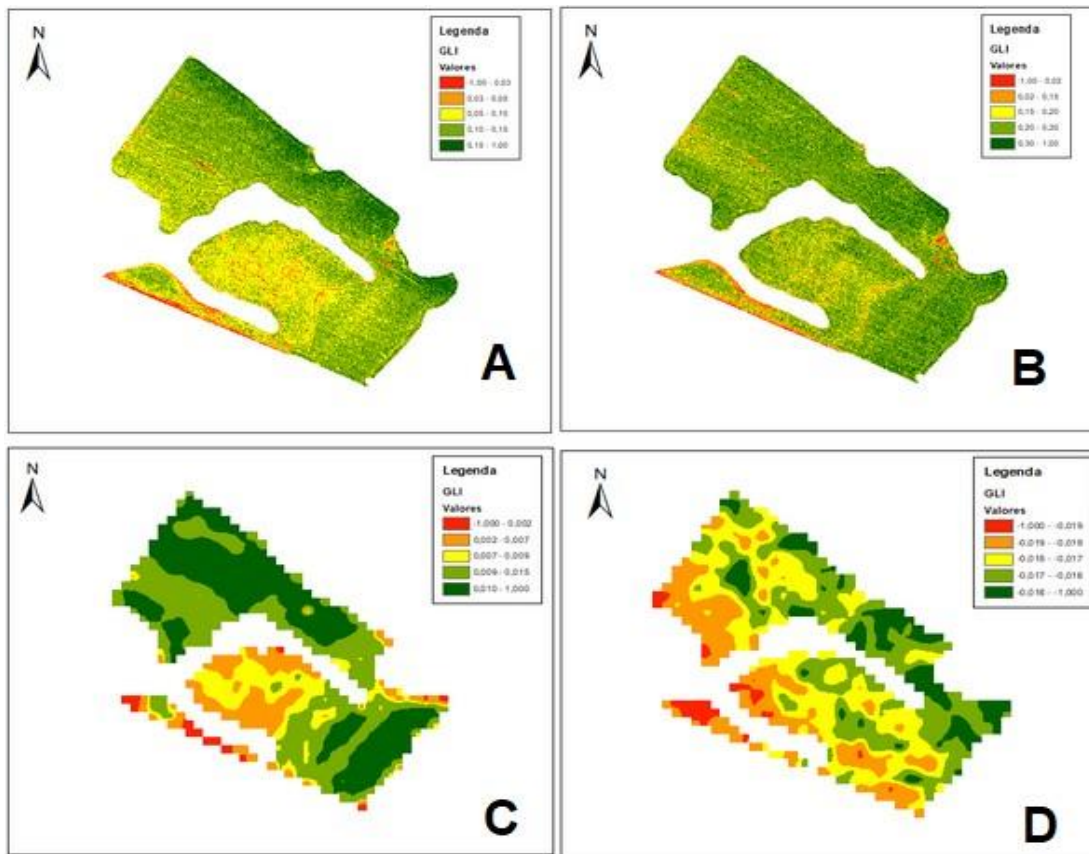




Figura 6 - Índice vegetativo GLI: A) uso de *drone* (semana 3), B) uso de *drone* (semana 4), C) uso de satélite (semana 3) e D) uso de satélite (semana 4).



Fonte: autor, 2022.

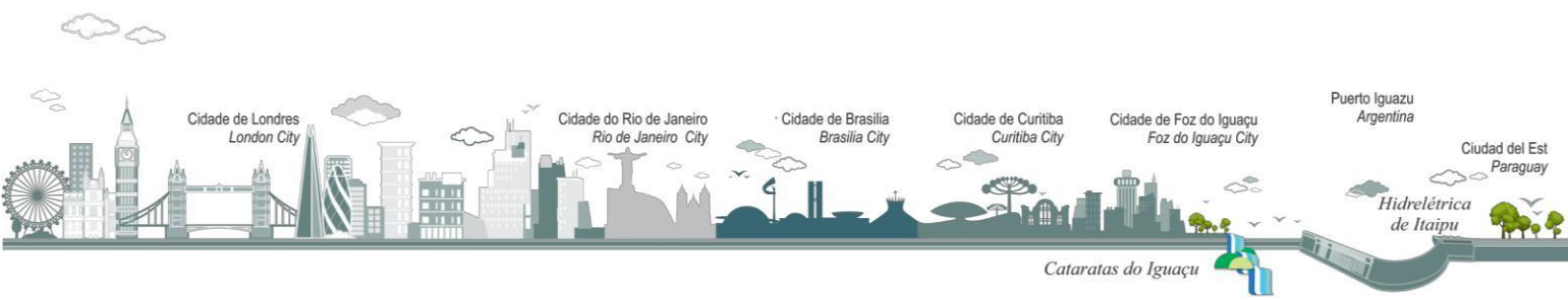
Na Tabela 3, observamos a área total quantitativa de cada reflectância da semana 4 do estudo com imagens advindas de *drone*.

Tabela 3 – Quantidade de área

	Área (ha)	%
A	0,92	2
B	4,23	7
C	7,23	13
D	34,06	59
E	11,25	20

A = Cor vermelha; B = Cor laranja; C = Cor amarela; D = Cor verde mais claro; E = Cor verde escuro.

Fonte: autor, 2022.





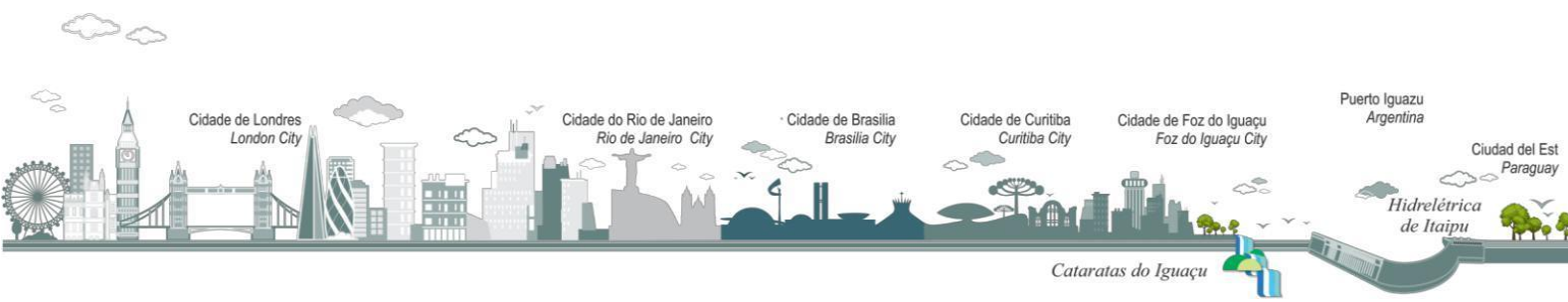
Verifica-se a diminuição de solo exposto, área que era de 2,21 ha passa a ser de 0,92 ha, o que faz sentido, pois com o crescimento das plantas a tendência é refletirem a energia eletromagnética recebida. A área B e C que apresentam palhadas ou plantas mortas diminuíram também cerca de 46% comparadas à semana 1. Já para as áreas de verde D e E passou-se de 30,71 ha para 45,31 ha. Esses valores quando comparados às imagens oriundas de satélites se diferem devido o número de pixels e seus tamanhos, dados esses que trazem incertezas e pouca precisão no uso dos dados via orbitais.

CONCLUSÃO

Após o processamento de imagens obtidas através de *drone* e satélite conclui-se que a resolução espacial e temporal fez diferença nos valores do índice vegetativo GLI e no estudo, pois baixas resoluções afetam os dados. Para as duas resoluções, espacial e temporal, o *drone* se mostrou efetivo, pois traz maior detalhamento da área e consequentemente dados reais e precisos. Constata-se que os valores obtidos do GLI com *drone* apresentam maior eficiência, trazendo maior percepção sobre problemas que podem ocorrer na área de plantio.

O índice vegetativo GLI demonstrou-se apropriado para a análise da pesquisa realizada. Em vista disso, é notório que trabalhos com o sensoriamento remoto e índices vegetativos são de extrema importância, pois elevam a pesquisa e agregam para a área de geotecnologias. Recomenda-se que se tenha mais estudos sobre índices e que se faça um estudo com maior período. Ademais estudos como esse possibilitam que o produtor com os dados em mãos tome decisões com maior eficácia para melhor manejo da lavoura.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos à empresa AVant Sementes & Drones, através do Engenheiro Agrônomo Talles Soares Rosa por todo o suporte, orientações de campos e fornecimento dos dados necessários. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Energética na Agricultura, Programa de Educação Tutorial da Engenharia Agrícola (PET-EA) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e





Tecnológico (CNPq), Laboratório de tecnologias Sustentáveis (LABTES) e ao Centro de Inovação Tecnológica (NIT).

REFERÊNCIAS

BALLESTEROS, R. *et al.* Combined use of agro-climatic and very high-resolution remote sensing information for crop monitoring. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 72, p. 66–75, 2018.

CASTILLO, R. A imagem de satélite: do técnico ao político na construção do conhecimento geográfico. **Pró-Posições**, v. 20, n. 3, p. 61-70, dez. 2009.

ENGSAT. **Resolução, o que é exatamente?** s.d. Disponível em: <http://www.engesat.com.br>. Acesso em: 01 out. 2022.

FILIPPINI ALBA, J. M. **Modelagem SIG em agricultura de precisão: conceitos, revisão e aplicações**. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 84-96

GOMES, M. D. de A.; ROMÁN, R. M. S.; TORRES-RUA, A.; ÁLVES, É. S.; MCKEE, M. Comparação do ndvi obtido por meio de drone e satélite nas fases fenológicas da videira. **Irriga**, v. 26, n. 3, p. 605-619, 2021.

INPE. **Landsat**. 2022. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>. Acesso em: 22 set.2022.

OLIVEIRA, J. **O Que é Luz?** 2013. Disponível em: <http://www.junioroliveiraluz.com/blog/2013/02/20/o-que-e-luz/>. Acesso em: 24 set. 2022.

PEREIRA, L. S.; SILVA, D. O.; PAMBOUKIAN, S. V. D. 8 Sensoriamento remoto aplicado à agricultura de precisão no cultivo de bambu. **Revista Mackenze de Engenharia e Computação**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 8-33, jan. 2017.

QUARTAROLI, C. F.; VICENTE, L. E.; ARAÚJO, L. S. de. Sensoriamento remoto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Geotecnologias e geoinformação**. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 61-79.

SAMPAIO, H. S. *et al.* Comparação entre índices de vegetação obtidos por imagens aéreas com veículo aéreo não tripulado (VANT) e satélite. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 14, n. 2, p. 111-124, 2020.

SILVA, M. H; ELIAS, A. R; ROSÁRIO, L. L. Análise da cultura da soja a partir de índices de vegetação (ExG – TGI – GLI - VEG) advindos de imagens RGB obtidas com ARP. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 10, n. 2, p. 140-154, 2022.

TITTOTO, L. P. **Índices de vegetação na estimativa de parâmetros biométricos da cultura da cana-de-açúcar**. 2016. 19 f. TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

