



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



APLICAÇÃO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO COM O LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO SDS/SC DE 2012

Marcio de França Santos
Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
dfranca2008@gmail.com

Resumo: texto

Este estudo adaptou os métodos de índices de vegetação NDVI e SAVI, utilizando aerofotografias da SDS/SC (2012). A análise foi realizada em uma porção do município de São José/SC, abrangendo a área representada na carta SG-22-Z-D-V-2-NO-F. Os resultados foram positivos na comparação com imagens orbitais, especialmente em relação a vegetação, água, solo exposto, concreto, telhados de cerâmica ou fibrocimento e telhados de metal. No entanto, as imagens resultantes das operações NDVI e SAVI das aerofotografias apresentaram limitações em certas condições, principalmente nos valores dos índices de vegetação em telhados de cor azul, telhados de cerâmica umedecidos e gramíneas em áreas de várzea. Conclui-se que o acervo aerofotogramétrico pode ser útil para processamentos de sensoriamento remoto orbital, desde que atendam a critérios específicos de qualidade e resolução. Esses dados podem auxiliar o planejamento público para a proteção ambiental, promoção de espaços livres de lazer com cobertura vegetal e outras políticas públicas.

Área de intervenção: 1. Planejamento e gestão, 5. Meio ambiente, 11. Planejamento urbano/rural.

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto se mostrou um importante aliado do planejamento urbano, regional e territorial. Contudo, o custo de investimento para levantamentos sobre a cobertura do solo em nível estadual, tal qual foi realizado por Santa Catarina entre 2010 e 2012, ainda é um investimento de alto porte para qualquer Estado.

Por sua vez, as imagens de satélites podem ser um importante apoio ao planejamento territorial, contudo, imagens de satélites com melhor resolução espacial e temporal só são acessíveis por plataformas de iniciativas privadas.

O Brasil dispõe de um acervo gratuito de imagens orbitais de diferentes satélites, entre eles CBERS, LANDSAT e SENTINEL. Mas as imagens disponíveis



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



nem sempre apresentam parâmetros refinados o suficiente para a escala de planejamento municipal, urbano ou local.

Um dos diversos temas no qual o sensoriamento remoto pode contribuir para o planejamento territorial é com a identificação de coberturas do solo e dentro desse tema, ainda pode contribuir com a identificação de áreas com cobertura vegetal, por exemplo.

Assim, este trabalho idealizou a possibilidade de utilizar as fotografias digitais aéreas do levantamento da SDS (2012) para a elaboração de índices de vegetação. E com isso, analisar os resultados das operações de índices de vegetação com imagens suborbitais de aerolevanteamento.

Para isso foi considerado a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas, sem auxílio de estereoscopia, a assim chamada cobertura vegetal, por Nucci & Cavalheiro (1999).

Ferrari (1991) constata que entre os instrumentos indispensáveis para o planejamento da cidade são as bases cartográficas e mapas temáticos municipais que permite à comunidade ter a percepção do espaço em que vivem e dar melhor segurança a decisão e implantação de projetos e serviços.

Um recurso recorrente para a identificação espacial de diferentes tipologias de cobertura superficial urbana está no sensoriamento remoto, são imagens de satélites multiespectrais, aerofotografias analógicas ou digitais e varreduras por radar ou laser.

Entre os anos 70 e 80, diversos estudos compararam as respostas espectrais da superfície da Terra, e a partir disso surgiram algumas técnicas de sensoriamento remoto utilizadas até hoje, O Quadro 1, logo abaixo, resume os principais índices de vegetação desenvolvidos para a aplicação em sensoriamento remoto desde então:



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



Quadro 1- Índices de Vegetação.

Sigla (do Inglês)	Nome do Índice de Vegetação	Fórmula	Ano	Autor(es)
	<i>Vegetation Index name</i>			
LAI	Índice de Queimada Normalizada	$LAI = -\ln[(1 - NDVI) / NDVI]$	1958	Watson et al. (1958)
	<i>Normalized Burn Ratio</i>			
NDVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada	$(NIR - Red) / (NIR + Red)$	1973	Rouse et al.
	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>			
SAVI	Índice de Vegetação ajustado ao Solo	$(NIR - Red) / (NIR + Red) * (1 * L)$	1988	Huete
	<i>Soil-Adjusted Vegetation Index</i>			
MSAVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada Verde	$[(2 * NIR + 1) - \sqrt{((2 * NIR + 1)^2 - 8 * (NIR - Red))}] / 2$	1993	Qi et al.
	<i>Green Normalized Difference Vegetation Index</i>			
SIPI	Índice de Clorofila Verde	$(NIR - Blue) / (NIR - Red)$	1994	Penuelas et al.
	<i>Green Chlorophyll Index</i>			
NDSI	Índice de Transmissão Atmosférica	$(Green - SWIR) / (Green + SWIR)$	1996	Hall et al.
	<i>Inverted Simple Ratio</i>			
NDWI	Índice Ajustado de Vegetação do Solo	$(NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$	1996	Gao
	<i>Soil-Adjusted Vegetation Index</i>			



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio

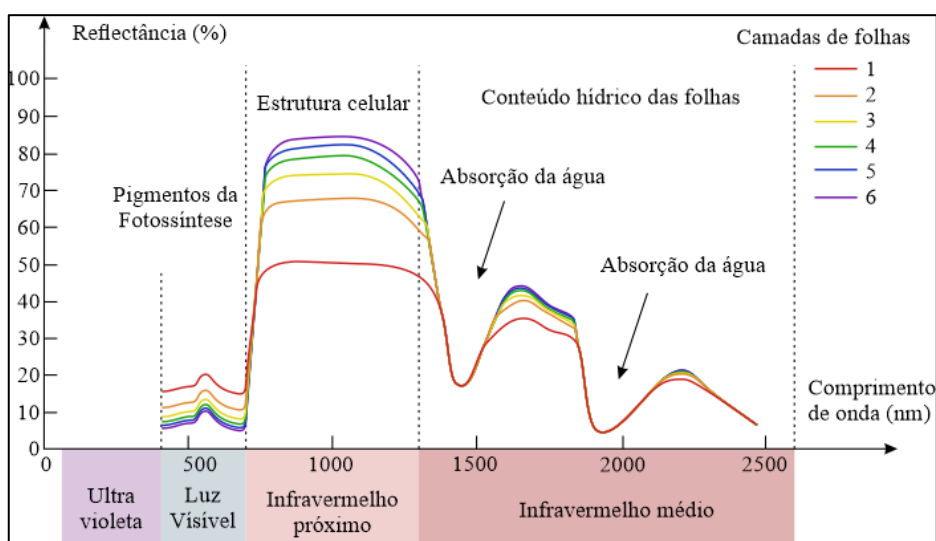


OSAVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada da Borda Azul	$(NIR - Red) / (NIR + Red + 0.16)$	1998	Rondeaux et al.
	<i>Atmospherically Resistant Vegetation Index</i>			
EVI	Índice de Vegetação da Relação Ajustada Verde	$2.5 * (NIR - Red) / (NIR + 6 * Red - 7.5 * Blue + 1)$	2000	Huete et al.
	<i>Visible Atmospherically Resistant Index</i>			

Fonte: Elaborado com base em EOSDA (2022)

Os índices de vegetação só são possíveis por causa do comportamento padrão das folhagens da vegetação, que por atividade de fotossíntese e de presença de clorofila fazem com que as plantas tenham um padrão na assinatura espectral que mantêm a reflectância da faixa do visível bem inferiores aos valores do infravermelho (Figura 1).

Figura 1 Curvas de resposta espectral característica da vegetação



Fonte: Auster Tecnologia (2020)

Contudo, o sensoriamento remoto por imagens de satélites ainda possui muitos obstáculos, já que as cidades apresentam coberturas e formas na ocupação da



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



superfície de diferentes aspectos e tipos. Assim, o levantamento disponível para o território catarinense, realizado entre 2010 e 2012, possibilita uma nova abordagem, desta vez com uma resolução espacial de 1 metro.

1.1. Justificativa e Objetivo

O presente relatório foi desenvolvido com o intuito de contribuir para o levantamento de aspectos ambientais e urbanos para o desenvolvimento do Plano Diretor Participativo de São José (SC), durante os trabalhos da Leitura Técnica, da Leitura Comunitária e da Leitura da Cidade, realizados entre 2015 e 2017.

À época, era necessário ter um entendimento sobre áreas com potenciais para equipamentos urbanos de lazer que pudessem servir como Área Verdes assim como áreas que pudessem contribuir com a paisagem natural, uma demanda solicitada pela população ao longo dos trabalhos de Participação Social.

Assim, com a intenção de responder a tal demanda foi necessário utilizar do levantamento aerofotogramétrico como fonte para diversas análises, entre elas o levantamento em hectares de área com cobertura vegetal, indiferente do uso desta vegetação dentro contexto urbano.

Objetivo Geral:

- adaptar o método de cálculo dos índices de vegetação NDVI e SAVI com imagens aéreas para ambiente urbano.

Objetivo específico:

- demonstrar novas formas de uso para o acervo aerofotogramétrico de 2012 (SDS/SC) para estudos;
- reconhecer limitações dos levantamentos aerofotogramétricos catarinense de 2012.



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio

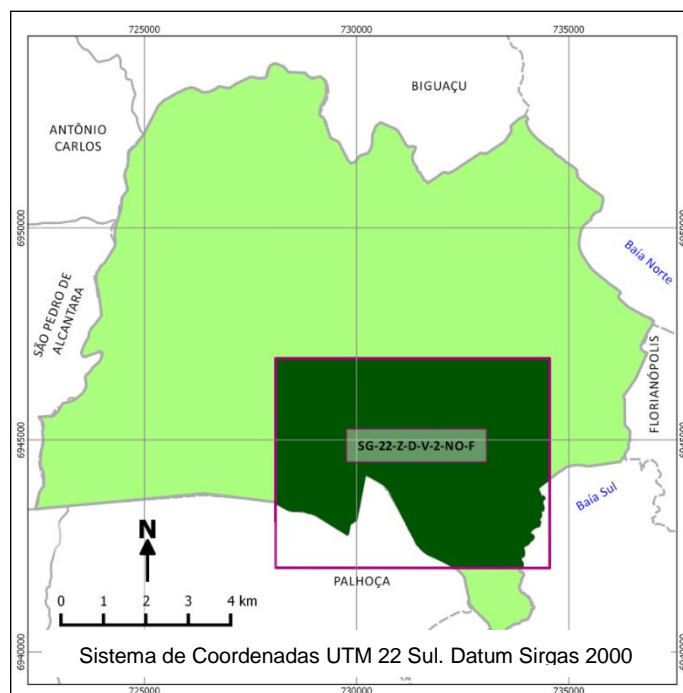


2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Materiais e método

O recorte de estudo utilizado para esta análise refere-se ao território do município de São José, município da região metropolitana da Grande Florianópolis.

Figura 2 Localização da área de estudo.



Fonte: Limite Municipais (SDS, 2012)

Para este estudo foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagens aéreas digitais em cores (RGB) e em falsa-cor (com uma banda de infravermelho próximo) referente à carta SG-22-Z-D-V-2-NO-F do aerolevante realizado em 2010 e desenvolvido pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina (Figura 2);
- Imagem de satélite do LANDSAT TM5 foi adquirida gratuitamente pelo site do INPE (www.dgi.inpe.br/CDSR/) referente ao mês maio de 2010;
- Programa livre de Sistema de Informação Geográfica QGIS 2.8;



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



E como método de pesquisa utilizou-se os resultados das seguintes fórmulas de índices de vegetação, NDVI e SAVI, derivadas de bandas das fotografias aéreas de 2010, para a área pertencente ao território josefense no recorte da Carta do Mundo ao Milionésimo SG-22-Z-D-V-2-NO-F.

O referente relatório apresenta o estudo aplicado às formulas de NDVI e SAVI, por serem formulas simples (demandando menos potencial de processamento e maior agilidade) e que utilizem poucas bandas, e facilmente reproduzível na “Calculadora Raster” do software.

descritas a seguir:

Sendo o NDVI a seguinte fórmula:

Equação 1. Fórmula NDVI, adaptado de Rouse *et al.* (1973):

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

Onde:

- **NIR** é a reflectância na faixa do infravermelho próximo; e
- **RED** é a reflectância na faixa do vermelho.

Enquanto o SAVI acrescenta uma constante L à formula original do NDVI, resultando na seguinte fórmula:

Equação 2. Fórmula NDVI, adaptado de Huete (1988):

$$SAVI = \left(\frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \right) \times (1 + L)$$

Onde:

- **NIR** é a reflectância na faixa do infravermelho próximo;
- **RED** é a reflectância na faixa do vermelho; e
- **L** é uma constante que minimiza a sensibilidade do índice para variações nos tipos de solo. O valor de L geralmente assumido é 0,5.

Os resultados dos índices NDVI e SAVI variam entre -1 e 1, em que a vegetação terá valores positivos e altos, enquanto o solo exposto, o concreto, o asfalto e a água terão valores próximos a zero e até mesmo negativos. Isso acontece por



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



causa da diferença entre as respostas espectrais das bandas na faixa do visível com a banda do infravermelho próximo. Enquanto maior for o valor na banda do infravermelho e juntamente menor banda do vermelho, “maior vigor terá a cobertura vegetal imageada”, Ponzoni & Shimabukuro (2009).

Para validar os resultados dos índices, foram comparados visualmente os índices gerados a partir das aerofotografias da SDS (2012) com os resultados com os mesmos índices de vegetação (NDVI e SAVI) realizados para imagens do satélite LANDSAT TM5, referente ao mesmo período, maio de 2010.

Os referentes trabalhos cartográficos estão configurados com o Sistema de Projeção UTM, fuso 22, hemisfério Sul e *datum* horizontal SIRGAS 2000 (EPSG: 31.982).

3. RESULTADOS E BENEFÍCIOS

3.1. Índices de Vegetação aplicados com as aerofotografias de 2010

Referente aos resultados dos processamentos de índices de vegetação com imagens aéreas, ambos os casos geraram imagens com índices com valores dentro do indicado pela literatura (Figura 3).

No resultado do NDVI é possível perceber que o índice pode ser gerado a partir das imagens de aerolevantamento e que os valores positivos coincidem com a vegetação, assim como a literatura já propunha. Enquanto que o SAVI apresentou valores similares ao do NDVI e sem apresentar uma diferença significativa.



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



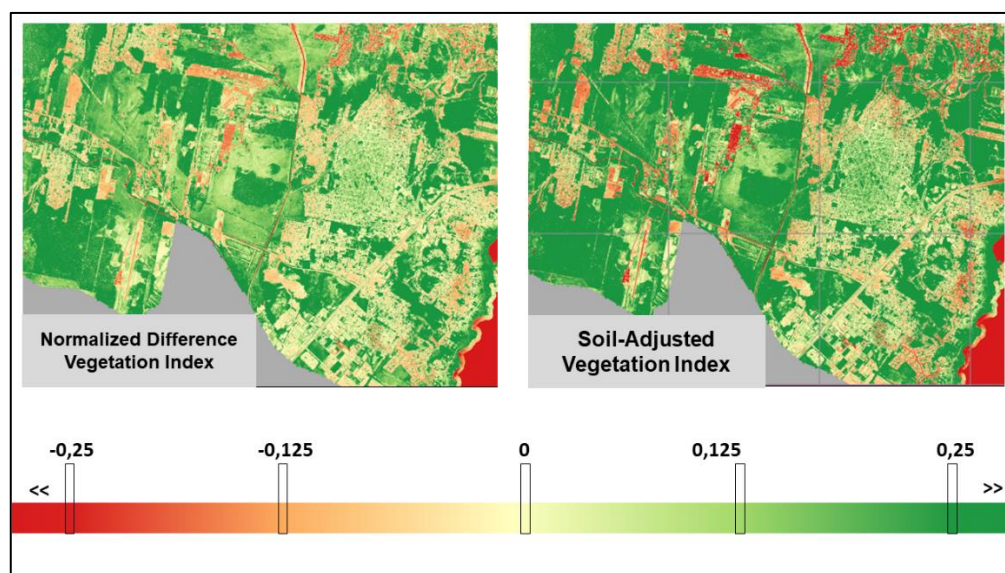
Realização



Apoio



Figura 3. Comparação do resultado da operação NDVI e SAVI para a área de estudo acompanhado da imagem RGB do levantamento da SDS em 2010.



Fonte Base de Dados Geoespaciais - Aerolevantamento (2012).

A sutil diferença entre os resultados de NDVI e SAVI para as imagens da SDS podem ser conferidas a seguir (Figura 3) onde a imagem foi classificada de -0,25 a 0,25, para deixar ainda mais claro a diferença entre os resultados das operações.

Houve êxito nos resultados referentes à identificação de cobertura vegetal, principalmente ao destacar um bom contraste nos resultados com as coberturas do solo não-vegetais, tais, como estradas de asfalto e calçadas e edificações de concreto e classificando arbustos bem espessos e árvores com copas com altura menor que 2 metros.

Porém, o resultado da vegetação de pastagem em terrenos planos e alagadiços obteve o mesmo resultado que alguns telhados de cerâmica mais velhos, o que gera um impasse ao processamento do índice. Por exemplo, ao se considerar os valores acima de 0,25 como vegetação também se consideraria alguns telhados de



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



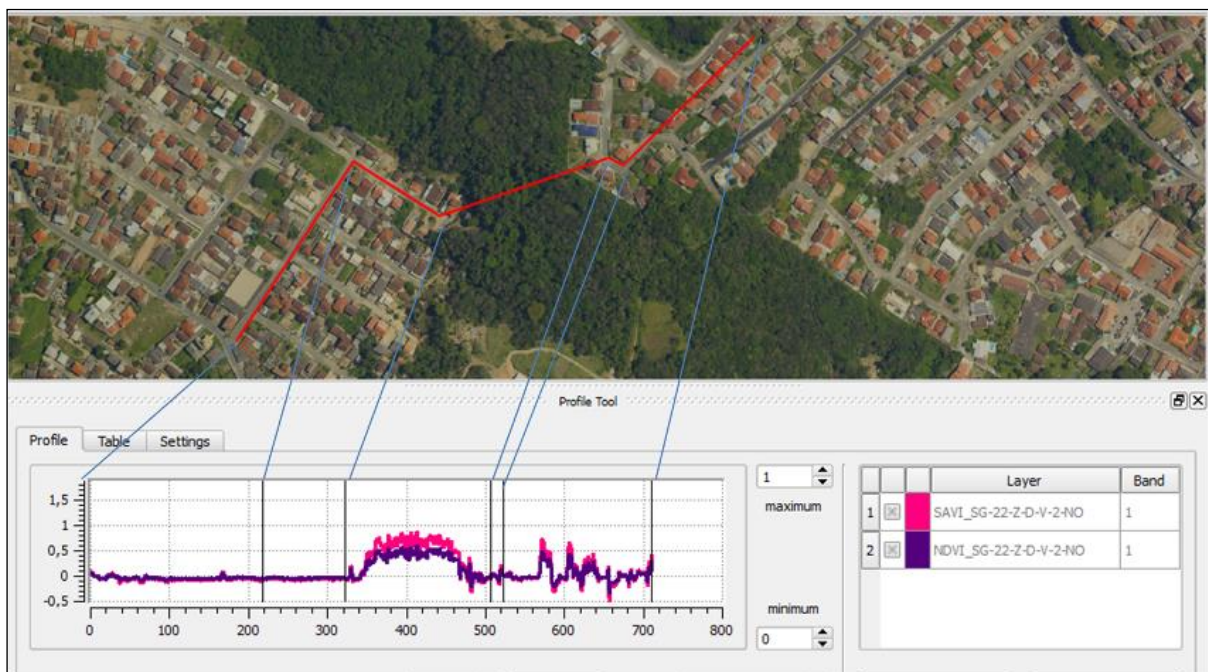
residências nesta classe gerando uma discriminação com diversas ocorrências de erro de classificação.

Os telhados metálicos azuis também apresentação uma resposta ao cálculo diferente do que se esperava, os valores encontrados variavam de 0,25 até 0,7 que por sinal vem a ser a mesma resposta que vegetação arbórea.

Outra limitação está na porção próxima à orla, no qual toda a região apresentou valores altos indiferente das coberturas da superfície. Isso seria decorrente dos valores contidos na banda do infravermelho próximo que nesta região apresenta valores altos de forma indiscriminada.

Entre os índices NDVI e SAVI, foi elaborado um gráfico utilizando o plug-in “Terrain Elevation” para apresentar como cada índice se comporta sobre a mesma cobertura do solo em uma linha transversal (Figura 4).

Figura 4. Gráfico com os valores dos resultados do NDVI e SAVI em um percurso (m) entre asfalto, vegetação e domicílios .



Fonte Base de Dados Geoespaciais - Aerolevantamento (2012).



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



Conforme o gráfico indica, ambos seguiram com valores baixos e próximos a zero, enquanto o trajeto segue pelo asfalto, em seguida, alta resposta ao transpassar pela vegetação e por fim uma trepidação no gráfico ao passar pelos domicílios os quais por apresentar vegetação ao seu redor acaba por ocasionar diversos picos. O SAVI apresentou valores mais afastados de zero tanto em altas como em baixas, uma clara diferença ocasionada pela ampliação dos resultados gerados pelo valor da constante L da fórmula (0,5).

3.2. Resultado dos índices de vegetação das imagens LANDSAT TM5

Os índices de vegetação NDVI e SAVI quando aplicados com as imagens LANDSAT apresentaram resultado satisfatório e, conforme previsto pela literatura, as grandes extensões de cobertura vegetal foram bem captadas enquanto na porção urbanizada a vegetação não tinha área suficiente para ser captada com eficiência por um sensor de resolução espacial de 30 metros, desta forma a vegetação contribuía com o valor médio do pixel inferindo que tal área tivesse alguma vegetação porém estaria muito a quem de identificar diretamente (

Figura 5).

Destaca-se que diversas limitações encontradas na adaptação do método de índices vegetais nas imagens aéreas não se repetiram nas imagens de satélites. Entre estas, valores muito acima do padrão na borda litorânea, dificuldade na discriminação de algumas formas de coberturas, mesmo por que a resolução é baixa e por isso não consegue distinguir objetos individualizados como telhados.

Mas também se notam perdas quanto a definição da imagem uma vez que mais limitado as porções de superfícies não-vegetais principalmente no norte-nordeste da área de estudo.

Apesar da desvantagem da resolução espacial as imagens do LANDSAT têm uma resolução temporal, ou seja, revisita ao mesmo ponto a cada 16 dias o que



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização

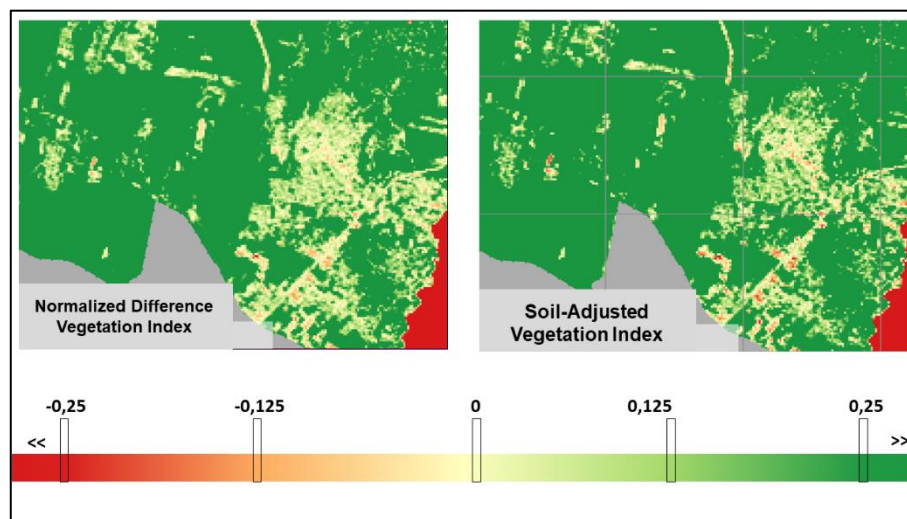


Apoio



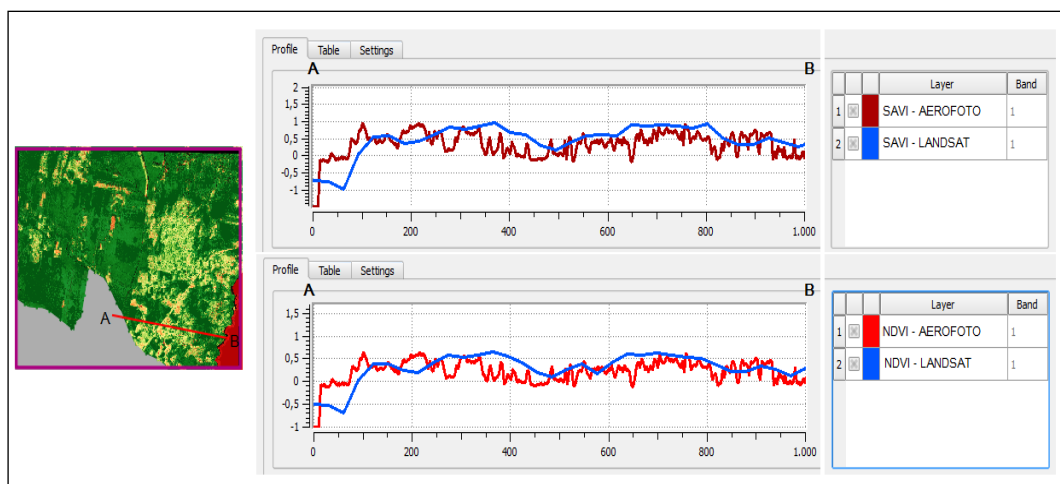
permite fazer comparações temporais enquanto as aerofotogrametrias são menos frequentes por ser dependente de demandas e processos licitatórios.

Figura 5. Resultados das equações NDVI e SAVI com imagens do satélite LANDSAT 5.



Fonte: Acervo de imagens de satélite INPE (2010).

Figura 6. Gráfico com amostra de comparação entre os resultados de NDVI (abaixo) e SAVI (acima) para imagens Landsat (linha azul) e Aerofotos (linha vermelha).



Elaboração própria.

E ao comparar os resultados dos índices de vegetação por meio do complemento "Terrain Profile" (Figura 6), notou-se que os índices vegetais do



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



aerolevantamento apresentaram um maior refinamento da radiometria das células. O que permite ao usuário identificar feições com mais facilidade.

O processamento se fez realizar de forma prática, permitindo identificar as coberturas vegetais de árvores, arbustos e gramíneas, mas também de outras formas de cobertura do solo, como asfalto, concreto, telhados, águas e solo exposto.

Ainda assim alguns corpos apresentaram valores divergentes ao que se almejava com base na literatura, entre eles são telhados de cerâmica que estivessem envelhecidos, húmidos ou cobertos por musgos, vegetação rasteira em áreas de solo constantemente húmido (em várzeas, por exemplo), telhados metálicos de cor azul.

Os índices de vegetação, NDVI e SAVI, ao serem comparados com o método de índices de vegetação em imagens orbitais mostraram resultados satisfatórios conforme apresentado anteriormente.

Ressalta-se que o acervo de aerofotografias fornecido apresenta uma leve inconsistência na sobreposição das imagens RGB (cores visíveis) e das imagens em falsa-cor (com infravermelho próximo). Em algumas regiões houve mais de um voo de cobertura, e posteriormente, ao formar os dois mosaicos, cada mosaico recebeu fotografias de dias diferentes, executados em horas diferentes e com a localização do nadir diferente.

Tal inconsistência não permite realizar a devida operação de índices de vegetação com as bandas do vermelho e do infravermelho. Contudo, alguns estudos recentes com VANT (veículos aéreos não-tripulados ou drones) indicam a possibilidade de substituir a banda da faixa vermelha (0,6 – 0,7 μm) e pela banda da faixa Azul (0,4 – 0,5 μm), tal qual Sampaio *et al* (2020).

4. CONCLUSÃO

O levantamento de 2012, além da sua utilização para fotointerpretação e modelagem digital da superfície e do terreno, também apresenta a possibilidade de



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



utilizar as bandas que compõem as imagens para a realização de trabalhos de sensoriamento remoto, tal qual a aplicação de índices de vegetação apresentados.

Contudo, existem áreas do Estado que não apresentam as fotografias em infravermelho do mesmo momento das fotografias RGB. De modo que não permite a reprodução dos índices de vegetação que utilizem simultaneamente as bandas de Vermelho e Infravermelho-próximo em suas fórmulas.

Mesmo assim, há a possibilidade de adequar as fórmulas que utilizem a banda do Vermelho para que usem a Banda Azul. Uma vez que a dispositivo de imageamento registra os valores de Infravermelho onde aconteceria a banda de Vermelho. Mas a banda azul está disponível em ambos os registros (em RGB e em Infravermelho-Próximo).

Na comparação entre os índices de vegetação das aerofotos, o SAVI se mostrou com resultados que discriminavam melhor os valores, com maior contraste entre os valores do índice para cobertura vegetal e coberturas não vegetais.

Esta aplicação do método combinou o aerolevanteamento e o processamento automático de imagens, comum ao sensoriamento remoto orbital. Que aumentam as possibilidades de se utilizar de imagens suborbitais, abrindo caminho para outros índices de processamento de imagens possíveis como o índice da diferença normalizada de água (NDWI) ou utilização combinada com modelo digital da superfície e do terreno para identificar árvores entre outras operações.

E por outra vantagem há o acesso gratuito que as prefeituras podem ter aos recursos principalmente as imagens de alta resolução disponibilizado pela Secretaria de Recursos Hídricos de Santa Catarina que dispõem deste material para todo o Estado. Além de ser viável em um programa SIG gratuito.

Para realizar a localização de coberturas vegetais o método se mostrou como uma opção ágil apesar de não dispor de outros recursos que a vetorização dispõe.

A utilização de índices de vegetação para comparar imagens de datas diferentes é comum no ramo do sensoriamento remoto, agricultura e estudos



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



ambientais, mas esta prática ainda é incipiente para as cidades, assim acredita-se que mais um passo foi dado para fortalecer os estudos ambientais às cidades.

Para trabalhos futuros existe a possibilidade de aplicar outras fórmulas de índice de vegetação que possam ser mais adequadas para o levantamento, mas que considerem a limitação que há entre as bandas disponíveis. Entre as sugestões de fórmulas, destaca a possibilidade de utilizar as fórmulas apresentadas no Quadro 1.

REFERÊNCIAS

AUSTER TECNOLOGIA. **Índices de Vegetação na Agricultura**. Disponível em: Auster Tecnologia - Índices de Vegetação na Agricultura. 2020. Disponível em <https://www.austertecnologia.com/single-post/indices-de-vegeta%C3%A7ao-na-agricultura>. Acesso em agosto de 2024.

EOSDA. **Índices de Vegetação: O Que São e Como Calculá-los?**. 2022 Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/indices-de-vegetacao/#:~:text=%C3%8Dndices%20De%20Vegeta%C3%A7%C3%A3o%20Para%20Agricultura,valor%20adicional%20de%20seus%20produtos>. Acessado em agosto 2024.

FERRARI, C. . **Curso de planejamento municipal integrado**. São Paulo, Editora Pioneira, 1991.

HUETE, A.R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing of Environment, 25: 295-309, 1988. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003442578890106X>>, acessado em julho de 2024.

NUCCI, J.C. ; CAVALHEIRO, F.. **Cobertura Vegetal em áreas urbanas: conceito e método**. São Paulo: GeoUSP, n.6, p.29-36, 1999.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, c2009, 2010. 127 páginas. ISBN 9788560507023.

ROUSE, J. W., R. H. HAAS, J. A. SCHELL, and D. W. DEERING. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. 1973, Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309- 317. Disponível em



1º ENCONTRO CATARINENSE DE CARTOGRAFIA

09 Agosto 2024
Florianópolis - SC

Organização



Realização



Apoio



<<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>>, acessado em julho de 2024.

SAMPAIO, H. S.; BOURSCHEIDT, V.; SARRACINI, L. H.; JORGE, L. A. C.; BETTIOL, G. M.; BERNARDI, A. C. C. **Comparação entre índices de vegetação obtidos por imagens aéreas com veículo aéreo não tripulado (VANT) e satélite.** Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 14, n. 2, p. 111-124, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232594/1/P-COMPARACAO-ENTRE-INDICES-DE-VEGETACAO-OBTIDOS-....pdf>. Acesso em julho de 2024.