

COLETÂNEA II

**"PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL EM SUAS
DIVERSAS AMPLITUDES"**

TOMO 4

**"GEOTECNOLOGIAS E CARTOGRAFIA SOCIAL APLICADAS
AO PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL"**

Anderson da Silva Marinho

Giovanna de Castro Silva

Adryane Nogueira Gorayeb Caetano

Leonardo Azevedo Serra

Carlos Henrique Sopchaki

Francisco Davy Braz Rabelo

(Organizadores)



EDUFMA

Copyright © 2022 by EDUFMA

Capa *Anderson da Silva Marinho*

Projeto Gráfico *David Ribeiro Mourão*

Revisão *Arkley Marques Bandeira*
Leonardo Silva Soares
Marcelo Henrique Lopes Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Coletânea II [recurso eletrônico]: planejamento e gestão territorial em suas diversas amplitudes / Anderson da Silva Marinho... [et al.] (Organizadores). — São Luís: EDUFMA, 2022. t. 4, 535 p.: il.

Conteúdo: t. 4. Geotecnologias e cartografia social aplicadas ao planejamento e gestão territorial.

Modo de acesso: World Wide Web

<<http://www.edufma.ufma.br/index.php/loja/>>

ISBN: 978-65-5363-035-2

1. Análise espacial. 2. Gestão Ambiental. 3. Sistemas de Informação Geográfica. I. Marinho, Anderson da Silva. II. Silva, Giovanna de Castro. III. Caetano, Adryane Nogueira Gorayeb. IV. Serra, Leonardo Azevedo. V. Sopchaki, Carlos Henrique. VI. Rabelo, Francisco Davy Braz.

CDD 577.370

CDU 502:37

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Marcia Cristina da Cruz Pereira
CRB 13 / 418

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

EDUFMA | Editora da UFMA

Av. dos Portugueses, 1966 – Vila Bacanga

CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil

Telefone: (98) 3272-8157

www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO COMO MÉTRICA DE MANCHAS DE URBANIZAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA.

ODUVALDO COUTO BORGES
ABRAÃO LEVI DOS SANTOS MASCARENHAS
MARIA RITA VIDAL

Resumo

Para a produção do espaço urbano há necessidade de derrubada da floresta causando graves impactos ambientais, identificar esses impactos da urbanização, em especial o grau de pavimentação da cobertura do solo das capitais estaduais que fazem parte a região hidrográfica Amazônia, constitui-se o principal objetivo do presente estudo, para isso usamos a metodologia de análise espectral de sensores orbitais do satélite Sentinel 2 A, calculando índices de vegetação conhecidos como NDVI e EVI dos perímetro urbano. Os canais espectrais utilizados foram as 8 (NIR) e 4 (RED) as imagens têm resolução espacial de 20 metros. Os índices de vegetação analisados das capitais variaram significativamente e a quantidade de área considerada como arborização foi pequena em algumas dessas capitais, os valores considerados para arborização foram entre 0,36 a 1. A Cobertura Vegetal é capaz de interferir significativamente na vida dos cidadãos, pois exerce a função de amenizar alta temperaturas, reciclagem do ar, sombra e outros.

Palavras-Chave: SIG; NDVI; EVI; Arborização

Resumen

For the production of urban space, it is necessary to cut down the forest causing serious environmental impacts, identify these impacts of urbanization, especially the degree of paving of the ground cover of the state capitals that are part of the Amazon hydrographic region, constitutes the main objective of the present study, for that we use the methodology of spectral analysis of orbital sensors of the Sentinel satellite 2 A, calculating vegetation indices known as NDVI and EVI of the urban perimeter. The spectral channels used were 8 (NIR) and 4 (RED) the images have a spatial resolution of 20 meters. The analyzed vegetation indices of the capitals varied significantly and the amount of area considered as afforestation was small in some of these capitals, the values considered for afforestation were between 0,36 to 1. Vegetable cover is capable of significantly interfering in the lives of citizens, because it has the function of softening high temperatures, air recycling, shade and other.

Keywords: GIS; NDVI; EVI; Afforestation.

1. Introdução

Com o aumento do conhecimento das ciências, o homem passou a dominar e interpretar melhor o meio que ele vive. O último quarto do século XX é marcado por um avanço e difusão de técnicas computacionais capazes prever, em parte, e antecipar fenômenos físicos da natureza que possam prejudicar ao homem, bem como mudar a natureza de espaços antes não tocados pelo homem, ocorre, assim, uma mecanização do espaço geográfico. Um meio geográfico que pode ser chamado de meio técnico-científico-Informacional; característico não apenas da vida urbana mas também do mundo rural (SANTOS, 2003). Os avanços em imagens orbitais de sensoriamento remoto e software de geoprocessamento ajudam na compreensão das estruturas urbanas.

O sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas que permite adquirir informações acerca de uma área sem que haja o contato físico (IBGE 2019), dessa forma, será usado, no presente estudo, imagens de satélite Sentinel 2 – A para identificar os aspectos espectral do comportamento fisiológico da vegetação a partir de cálculos matemáticos do tipo NDVI e EVI, analisando a mancha urbana das capitais brasileiras que compõem a Bacia Amazônica: Boa Vista, Manaus, Rio Branco, Porto Velho e Macapá.

Muitas são as aplicações do sensoriamento, entre as áreas empregadas estão o do monitoramento da cobertura vegetal de florestas e na agricultura. Neste artigo buscaremos identificar a os índices de vegetação nas capitais da parte da Bacia Amazônica Brasileira; mais precisamente em áreas que contenham casas construídas, aglomeradas, e loteamentos dessas capitais da Bacia. No primeiro momento mostraremos características gerais do recorte espacial, materiais e métodos utilizados para extrair os índices de vegetação; no segundo momento falaremos do resultado das discussões sobre o Sistema de Informações Geográficas (SIG), dificuldade em conseguir boas imagens e indicaremos a métrica da mancha urbana na Bacia calculadas a partir do processamento das imagens e por fim as considerações finais.

2. Área de estudo, materiais e métodos.

2.1 Área de estudo

Os índices de vegetação que serão mostrados são das imagens de satélite Sentinel 2 – A dos perímetros urbanos das capitais brasileira da Bacia Amazônica: Rio Branco, Porto Velho, Manaus, Macapá e Boa Vista. Sendo considerados localidades de maior concentração de áreas construídas para limitar os perímetros das cidades, visto que os arquivos de áreas construídas fornecidas pelo IBGE encontram-se bem distante do tempo que as imagens de satélite foram captadas, cerca de 3 anos, dando uma diferença significativa de ocupação das áreas urbanas. É preciso entender a dinâmica das cidades com relação as áreas verdes, principalmente dessa Bacia, pois essas cidades são os nós das diversas redes de relações de poder e relações sociais, nelas estão concentradas grande parte da população e suas territorialidades.

2.2 Materiais utilizados

A análise digital dos índices de vegetação foi feita por meio do processamento digital no software livre “QGIS 3.4 Madeira” usando imagens de satélites Sentinel 2 – A fornecidas pelo site earthexplorer.usgs.gov.

O critério de vetorização dos perímetros foram os aglomerados de edificações na área considerada urbana e com indícios de ocupação de possíveis loteamentos. Esses indícios se devem ao fato de estarem desmatadas com formato padrão de loteamentos que são na maioria de forma de grande área quadrada subdividida em pequenos quadrados; buscou-se também pesquisa

documental por meios de artigos, sites especializados e sites governamentais para referenciar e orientar do artigo.

O Satélite Sentinel 2 – A realiza coleta de dados sobre a vegetação, solos e humidade, rios e áreas costeira e dados de correção atmosférica (absorção e distorção) em alta resolução e com capacidade temporal de cinco dias. Este satélite possui 13 bandas espectrais com resolução espacial de 10 m, 20 m e 60 m, a resolução Radiométrica é de 12 bits por pixel (ENGESAT).

As bandas espectrais do satélite utilizadas foram as 8 (NIR) e 4 (RED) com resolução espacial de 20 metros. As datas das imagens dos perímetros urbanos destacados de cada capital foram: Rio Branco 26/05/2020, Porto Velho 16/01/2020 e 24/01/2020, Manaus 30/09/2019, Macapá 06/10/2019 e Boa Vista 01/03/2020 e 01/03/2020. Estas datas foram escolhidas devido à pouca quantidade de nuvens existentes sobre o perímetro destacado, cerca de 20% no máximo, para que se tenha menor interferência na obtenção dos dados da vegetação. Cada Imagem de satélite cobre uma área de aproximadamente 12.000 km².

O processamento digital foi conduzido da seguinte forma: a) para referenciar os perímetros urbanos foram utilizados as ferramentas do QGis 3.4, tendo como base as áreas de concentração urbana; b) para extrair os índices de vegetação utilizou-se as ferramentas: Plugin Semi-Automatic Classification (SCP) para tratamento radiométrico, usou-se a calculadora de campo para inserir as formulas do NDVI e EVI, as ferramentas Grass r.record para classificar os índices conforme quadro abaixo e a ferramenta “Converter Raster para vetor”. Após referenciar as imagens e extrair os índices obteve-se o resultado métrico das imagens e assim foi possível para classificar cada área estipulando um valor para cada índice adotado. As imagens de satélite tratadas continham os respectivos códigos: L1C_T22NDF_A013492_20191006T135113 para Macapá; L1CT20LMR-A014951-20200116T142651 e L1C_T20LLR_A023974_20200124T143654 para Porto Velho; L1C_T20NQJ_A024503_20200301T142726 para Boa Vista; e L1C_T19LFK_A025733_20200526T145503 e L1C_T19LFJ_A025733_20200526T145503 para Rio Branco.

2.3 Métodos aplicados ao índice de vegetação

Os índices de vegetação escolhidos foram: o Índice de Vegetação por diferença Normalizada conhecido como NDVI e o Índice de Realce da Vegetação conhecido como EVI.

Quadro 1: Critérios para determinação de índices de vegetação.

Índice inicio	Índice limite	Atributo da tabela	Discriminação do atributo
-1	0	1	Água
0.0000001	0.195	2	Solo exposto e residências
0.1950001	0.285	3	Residências
0.2850001	0.36	4	Vegetação com menor clorofila
0.3600001	0.529	5	Vegetação com maior clorofila
0.5290001	1	6	Vegetação com excelente clorofila

Fonte: Própria

No cálculo proposto por Tucker (1979), para encontrar o índice NDVI, usa-se a razão entre a diferença e a soma das refletâncias do infra vermelho próximo referente a banda 4 (RED) e do vermelho referente a banda 8 (NIR), isso é dado pela seguinte fórmula: $(NIR-RED) / (NIR+RED)$; o uso dessas bandas se dá pela maior absorção do vermelho da cobertura vegetal conforme MENESES e ALMEIDA 2012 *apud* GUILHERME 2016 *et al.* Para extrair o EVI foi utilizado a sintaxe $2.5*(Float(Nir-Red)/Float(Nir+2.4*Red+1))$ de AHAMED et al 2011 que aplicou em planejamento e gestão de matéria-prima de biomas.

Existem diversos meios de se obter índices de vegetação, os quais dependem do objetivo do pesquisador, alguns dos mais usados são o SAVI, o IAF o NDVI e o EVI.

O NDVI reflete bem a fitomassa fotossinteticamente ativa, corrige os efeitos de sombras oriundas da elevação topográfica sobre a imagem (ELVIDGE; LYON, 1985; TUCKER, 1985, *apud* GUILHERME 2016). O que é medido pelo sensor não pode ser explicado apenas pelas características da vegetação, há interferência de vários outros fatores e parâmetros como a fonte de radiação, o espalhamento atmosférico, as características tanto do dossel quanto das folhas, os teores de umidade do solo, a interferência da refletância do solo, sombras etc. (BORATTO; GOMIDE 2013), por exemplo, a intensidade fotossintética indica disponibilidade de água no solo (ROUSE *et al.*, 1973; TUCKER, 1979; CHEN e BRUTSAERT, 1998; *apud* TERAMOTO et al. 2018). O NDVI é mais sensível a presença de clorofila e outros pigmentos responsáveis pela absorção de luz na banda do vermelho (ESPECTRO).

O EVI tem mais sensibilidade ao dossel florestal e suas variações, bem como maior fator de ajuste para o solo e redução das influências atmosféricas (FREITAS; SHIMABUKURO, 2007, *apud* PAULA et al, 2013), este índice é uma versão aprimorada do NDVI, quanto as correções de influências atmosféricas e do solo. Quanto mais próximo os valores de 1, maior é o acúmulo da biomassa; pois este índice é mais sensível a variações na estrutura do dossel; enquanto o NDVI apresenta picos de saturação em áreas de acúmulo de biomassa o EVI não apresenta problemas de saturação por ser mais sensível as alterações do dossel (ESPECTRO).

3 . Resultado das discussões

Os satélites fazem parte do sistema de informações geográficas (SIG), por meio dele podemos identificar os índices de vegetação na região hidrográfica amazônica. Nessa Bacia há uma grande precipitação de chuvas durante todo ano; isto dificulta a captação de imagens com uma qualidade significativa, o que acaba interferindo na análise espacial. O tratamento das imagens pode ser feito por diversos softwares que ajudam a identificar o tamanho das áreas e seus níveis de vegetação no recorte espacial.

Descreveremos nos parágrafos a seguir um breve comentário sobre os satélites, o clima da região amazônica e o resultado do processamento das imagens de satélite de cada recorte espacial dos perímetros urbanos das capitais Estaduais da parte da Bacia Amazônica Brasileira.

Os satélites possuem sensores capazes de transformar alguma forma de energia em um sinal passível de ser convertido em informação sobre o ambiente, neste caso é a radiação eletromagnética. O espectro eletromagnético pode ser ordenado em função da sua frequência de onda ou de sua frequência; cada elemento na terra possui uma assinatura espectral. Quando ocorrem interações entre a matéria e a energia eletromagnética elas produzem modificações na energia incidente, podendo ser transmitida, absorvida, refletida, dispersa e emitida; a energia refletida de cada objeto, que possui uma estrutura atômica diferente, emite uma assinatura

espectral “única” que os sensores dos satélites captam e identificam cada objeto (IBGE 2019).

Os sistemas de informações geográficas por terem um custo baixo e tecnologia avançada são utilizados para gerar informações aplicadas a diversos planejamentos em diferentes cenários (ARAÚJO; KUX; FLORENZANO, 2007 apud BRAZ; ÁGUAS; GARCIA, 2015).

A Bacia Amazônica possui cerca de 3,8 milhões de km² e contém 11 sub-bacias: Oiapoque, Amazonas entre a nascente e o rio Javari, Amazonas entre os rios Javari e Auati-Paraná e o lago Coari, Amazonas, entre o lago Coari e o rio Purus, Negro, Madeira, Amazonas entre o rio Madeira e Trombetas, Tapajós, Xingu e Paru, e Amazonas entre o rio Xingu e a foz (ANA, 2018).

A região Amazônica possui uma precipitação média de 2.300 mm ano⁻¹; através de técnicas isotrópicas da medida de concentração de oxigênio em água de chuva desta região determinou-se que a precipitação na região é uma composição da quantidade de água evaporada localmente (evapotranspiração) adicionada de uma contribuição advinda do oceano Atlântico; desta maneira pode-se estimar que 50% do vapor d'água que precipita pelas chuvas é gerado localmente (pela evapotranspiração) sendo o restante importado para região pelo fluxo atmosférico proveniente do oceano atlântico (FISCH et al. 1998). Observa-se que a precipitação é alta nessa região e consequentemente em toda bacia Amazônica, sendo assim, há uma dificuldade em se conseguir imagens de satélite que possuam pouca interferência de nuvens.

A Amazônia tem sido foco de atenção mundial devido à sua riqueza mineral, à sua grande biodiversidade de espécies florestais e também pelos efeitos que o desmatamento em grande escala pode provocar no clima regional e global (FISCH 1998 et. al). Sendo assim, é importante medir os níveis de vegetação deste bioma para que se tenha o monitoramento: da derrubada de árvores, da utilização indevida de algumas práticas de agricultura e da destruição de micro biomas dentro do bioma amazônico. A partir desses níveis é possível colher informações técnicas e fazer análises mais precisas para serem usadas em intervenções mais apuradas por instituições públicas, e assim promover uma melhora na qualidade de vida das pessoas que vivem dentro deste bioma no qual a bacia está inserida.

Após o processamento das imagens obteve-se os resultados abaixo e foram considerados empiricamente que os níveis acima de 0,36 seriam de concentração de massa foliar maior e, portanto, com mais árvores. Pois a radiação eletromagnética vinda do sol é absorvida pelas plantas por parte dos pigmentos fotossintetizantes, essa absorção ocorre ao longo de todo espectro eletromagnético mais intensamente na região do visível que é 0,4 a 0,72 (PANZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH 2012) demonstrando que a folhagem está aparentemente sadia e executando sua função, mesmo com diversos dosséis diferentes.

No mapa 01 está representado a capital do Acre-BR, Rio Branco, com área territorial de 8.834,942 km², onde foram encontrados um índice EVI entre -0,248 e 0,758; nessa capital foi feito um recorte espacial de 109,576 km², neste recorte a variação do EVI foi entre -0,140 e 0,697. Se considerarmos que os níveis bons de vegetação são acima de 0,36 então cerca de 27,697 km² do recorte possui um nível de bom a excelente índice de vegetação EVI. Quanto ao NDVI, mostrado no mesmo mapa, ele variou entre -0,518 e 0,873, já dentro do recorte variou entre -0,272 a 0,839 e a área medida é de 64,183 km² de excelente níveis de vegetação nesse índice. Mais que dobrou a quantidade de área capitada pelo NDVI em relação ao EVI.

O mapa 02 apresenta a capital de Rondônia-BR, Porto Velho, com área territorial de 34.090,952 km², onde foram encontrados um índice EVI entre -0,161 e 0,651; nessa capital foi feito um recorte espacial de 136,214 km², neste recorte a variação do EVI foi entre -0,153 e 0,711. Se considerarmos que os níveis bons de vegetação são acima de 0,36 chegaremos a uma área de 32,621 km² desse recorte que possui um nível de bom a excelente índice de vegetação EVI. Quanto ao NDVI, no mesmo mapa, ele ficou entre -0,476 e 0,839 e no recorte entre -0,440 e 0,810; a área considerada

em nível excelente foi de 65,037 km², houve o dobro de absorção de área em relação ao EVI.

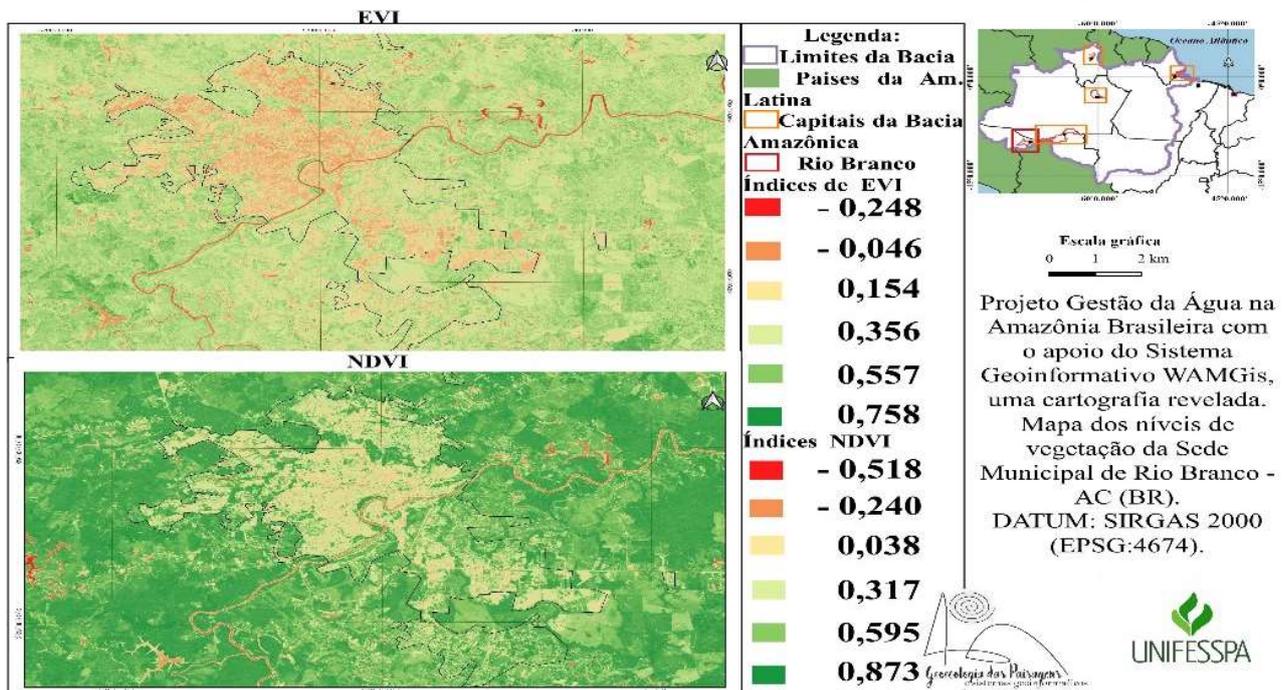


Figura 1: Recorte espacial do perímetro urbano da capital do Acre – BR, Rio Branco.

Fonte: Autoria própria

O mapa 2 identifica a capital do Amazonas-BR, Manaus, com área territorial de 11.401,092 km², onde foram encontrados um índice EVI entre -0,161 e 0,651; nessa capital foi feito um recorte espacial de 368,566 km², neste recorte a variação EVI foi entre -0,136 e 0,605. Se considerarmos que os níveis bons de vegetação são acima de 0,36 chegaremos a uma área de 100,492 km² que possuem um nível de bom a excelente índice de vegetação EVI. Quanto ao NDVI, no mesmo mapa, varia entre -0,202 a 0,720 enquanto que no recorte variou entre -0,237 a 0,749; identificou-se uma área de 151,627 km² com níveis excelente de vegetação NDVI.

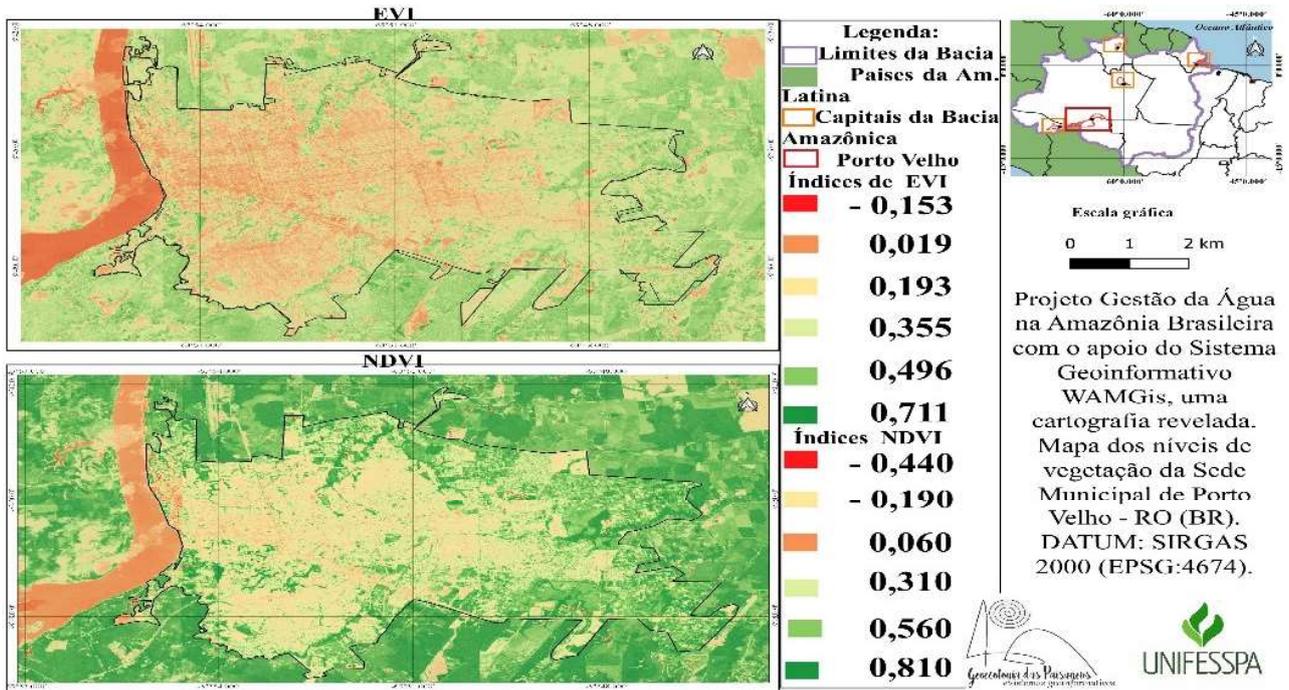
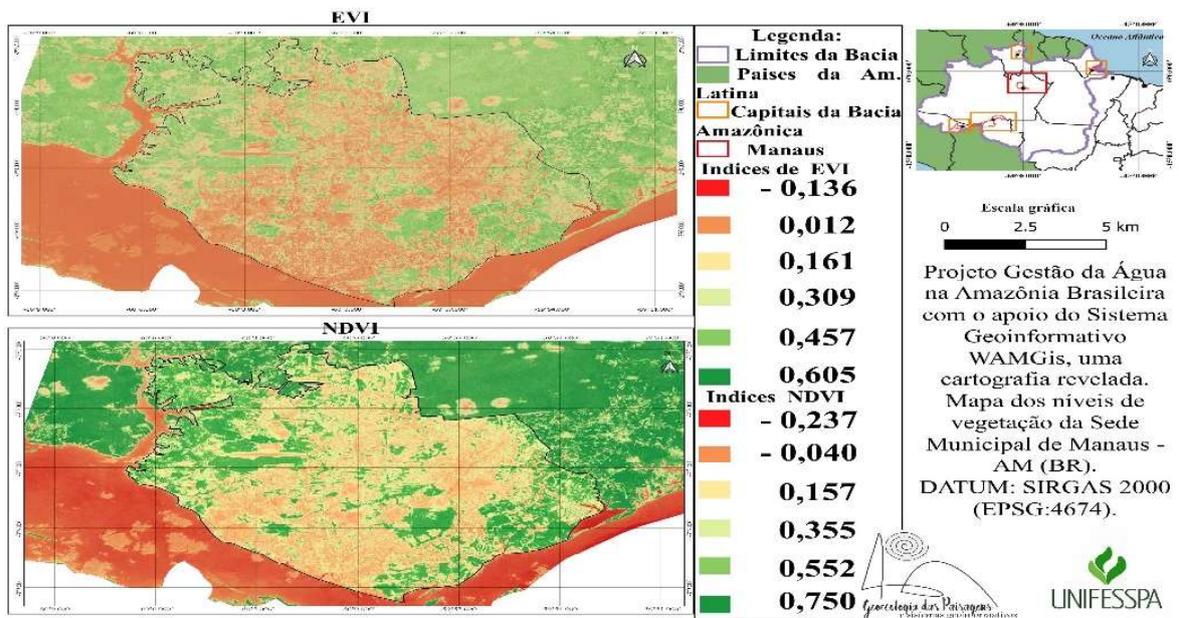


Figura 2: Recorte espacial do perímetro urbano da capital de Rondônia – BR, Porto Velho.

Fonte: Autoria própria

O mapa 3 identifica a capital do Amapá-BR, Macapá, com área territorial de 6.563,849 km², onde foram encontrados um índice EVI entre -0,325 e 0,762; nessa capital foi feito um recorte espacial de 161,838 km², neste recorte a variação foi entre -0,096 e 0,663. Se considerarmos que os níveis bons de vegetação são acima de 0,36 identificaremos uma área de 27,009 km² do recorte possuem um nível de bom a excelente índice de vegetação EVI. Quanto ao NDVI, no mesmo mapa, variou entre -0,507 a 0,815 e no recorte variou entre -0,274 a 0,791 e a área com bons níveis de vegetação deste índice é de 56,721 Km².



Mapa 3: Recorte espacial do perímetro urbano da capital do Amazonas – BR, Manaus.

Fonte: Autoria própria

O mapa 05 identifica a capital de Roraima-BR, Boa Vista, com área territorial de 5.687,037 km², onde foram encontrados um índice EVI entre -0,207 e 0,676; nessa capital foi feito um recorte espacial de 112,839 km², neste recorte a variação foi entre -0,069 e 0,650 índice EVI. Se considerarmos que os níveis bons de vegetação são acima de 0,36 teremos uma área de 5,233 km² do recorte que possui um nível de bom a excelente índice de vegetação EVI. Quanto ao NDVI no mapa 11 variou entre -0,438 a 0,798 e dentro do recorte foi de -0,188 a 0,762 e a área desse índice chega a 17,079 km²; triplicou.

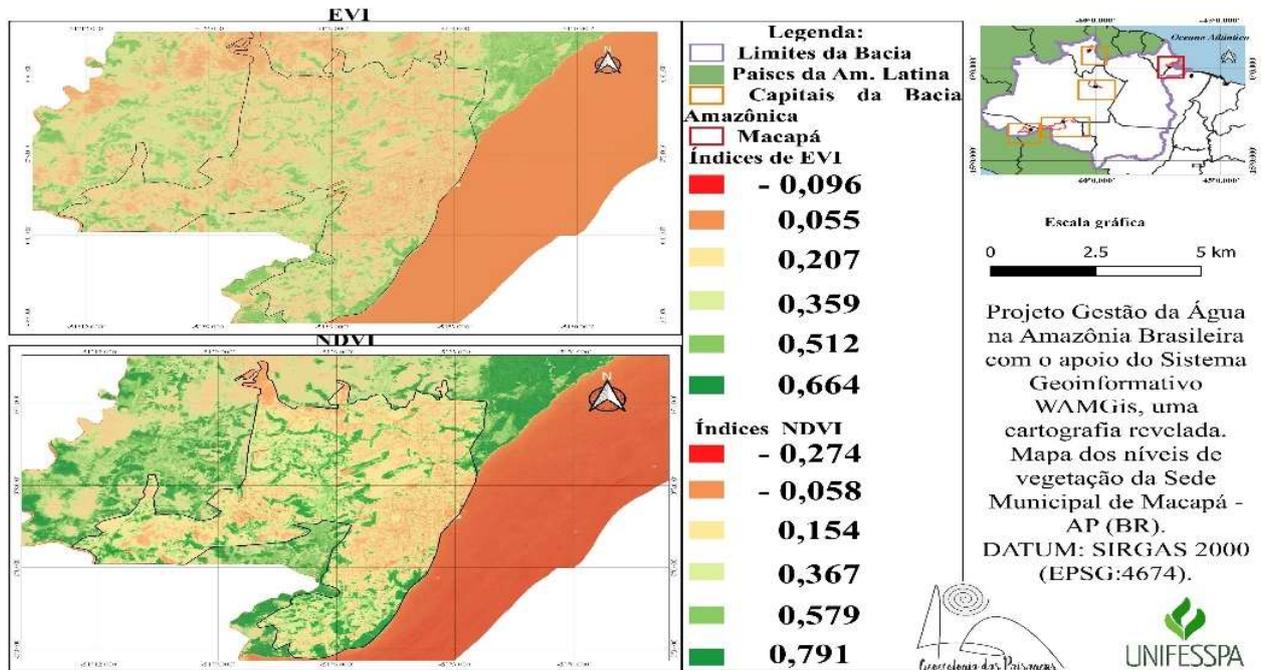
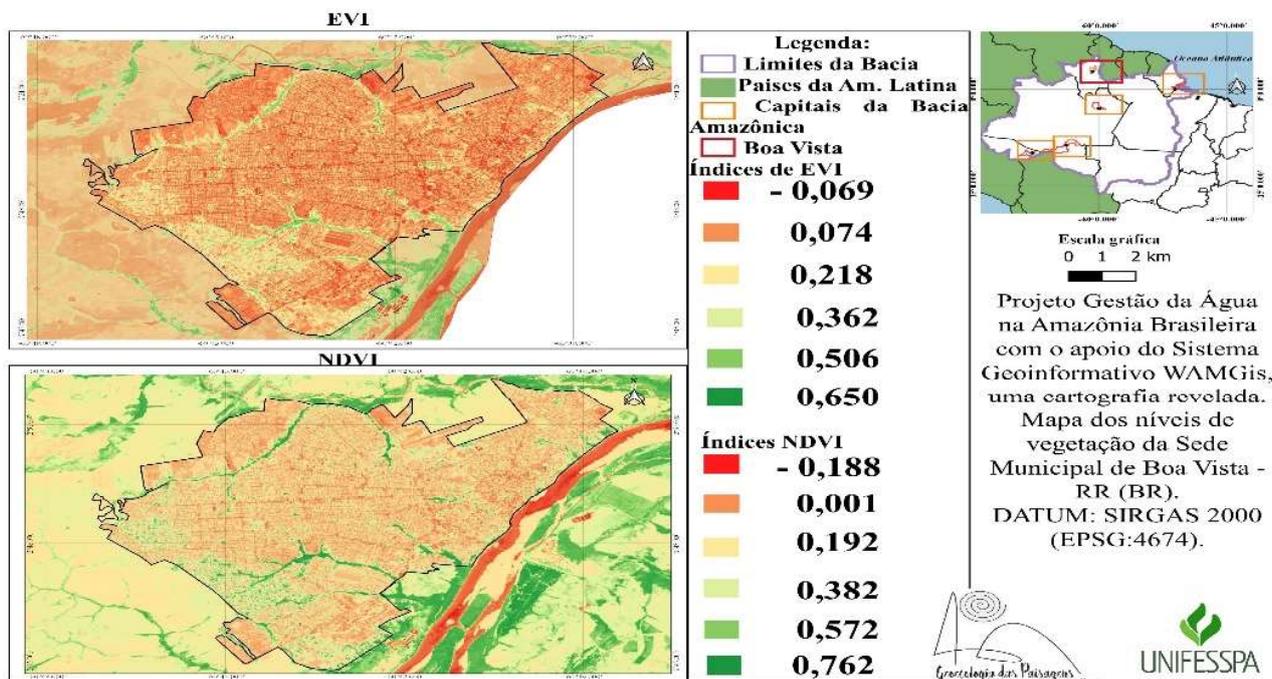


Figura 4: Recorte espacial do perímetro urbano da capital do Amapá – BR, Macapá.
Fonte: Autoria própria

4. Considerações finais

O espaço geográfico mecanizado permitiu usarmos a base técnica do sistema de informações geográficas (SIG) para análise dos índices de vegetação aqui propostos. Tais índices podem ser usados em diversos campos e deve-se verificar outros parâmetros, pois esses níveis não podem ser explicados apenas pela captação da frequência pelo satélite que a planta emite; destacamos que existe diversos métodos de calcular os índices e deve-se propor o que melhor se adequa a



Mapa 5: Recorte espacial do perímetro urbano da capital de Roraima – BR, Boa Vista.

Fonte: Autoria própria

pesquisa proposta, neste caso utilizamos os índices NDVI e EVI para medir a quantidade de área de vegetação.

Os índices NDVI e EVI aplicados a vegetação nos mostram uma variação de área significativa entre os dois índices nas capitais, também nos revelam uma quantidade pequena de concentração vegetal nas partes de maior concentração de casas. Alguns fatores podem ter influenciado nessa discrepância entre os índices dessas capitais, por causa da mistura de respostas espectrais de outros alvos; pode ter havido interferência ambiental como os fatores atmosféricos que afetam a direção da radiação visível; e outros alvos como os prédios que possuem grande quantidade de ferro na composição de sua estrutura e em sua maioria são mais altos que as árvores.

Enquanto o EVI não possui problemas quanto a saturação do dossel de árvores o NDVI possui esse problema. Já que o EVI é mais preciso no resultado dos índices da vegetação, vemos que a concentração de vegetação na cidade é pouca. Pouca vegetação pode significar pouca arborização o que pode influenciar na qualidade de vida dos sujeitos. As áreas verdes são importantes na qualidade de vida da população e na redução dos impactos ambientais urbanos, como estabilização do micro clima redução da poluição atmosférica, embelezamento da cidade fazendo com que seja atrativa ao turismo gerando divisas e diminuição da poluição sonora entre outros.

É importante identificar estes índices nos centros urbanos, porque eles podem nos mostrar se há arborização na cidade e conseqüentemente os benefícios sociais que esta arborização pode trazer, como por exemplo o efeito calmante reduzindo bastante a fadiga, redução dos níveis de stress do local do trabalho e do transito; outros benefícios como reduzir o escoamento superficial da água da chuva e controlar os extremos do sol e da chuva. Mas, existe a limitação de análise remota desses espaços. Cada pixel capta uma área de 400 metros quadrados, isso pode interferir numa análise mais apurada de cobertura vegetal; seria necessário que houvesse uma captação de área menor por cada pixel tornando o resultado mais preciso.

Ao verificar a concentração de massa foliar percebe-se que a maior parte desta massa fica próxima aos rios que cortam as capitais e nas áreas mais afastadas. Em Rio Branco os Igarapés São

Francisco, que corta a parte norte do perímetro destacado, e Judia, que corta a parte sudeste do perímetro destacado, possuem boa concentração de árvores, porém, o rio Acre apresenta pouco volume de árvores. Já em Porto Velho, dentro do perímetro destacado não possui rio, a massa arborística desta capital encontra-se mais aos extremos do polígono destacado. Na capital Manaus a maior abundância está ao noroeste do perímetro destacado, mais ao norte de Igarapé Cachoeira Grande, e ao sudeste próximo aos afluentes do Rio Negro e Solimões. Quanto as capitais Macapá e Boa Vista elas apresentam os menores amontoados de árvores, sendo que o maior montante fica próximo aos rios. Se considerarmos apenas os efeitos da arborização nos espaços destacados teremos Boa Vista como a capital mais quente e com uma qualidade de vida fragilizada.

A qualidade de vida está ligada, também, a organização do espaço. O crescimento desordenado das cidades provoca alterações no ambiente; quando ocorrem ocupações humanas a retirada da cobertura vegetal é necessária, causando uma significativa alteração no micro clima do lugar. A radiação solar que seria absorvida em grande quantidade pelas plantas acabam sendo refletida no espaço aumentando a temperatura do ambiente; por meio da vegetação ocorre a evapotranspiração que contribuem para a formação de nuvens de chuva na região; a vegetação contribui, também, para evitar a erosão e deslizamento de encostas. Se essa ocupação for pensada a partir da preservação de parte da floresta, a qualidade de vida dos sujeitos melhorariam muito.

Referências

AHAMED, T; TIAN, L; ZHANG, Y; TING, K. C. A review of remote sensing methods for biomass feedstock production. **Biomass & Bioenergy**, volume 35, pág. 2455 – 2469, ano 2011.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Regiões Hidrográficas**. Disponível em https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/b78ea64219b9498c8125cdef390715b7_0. Acessado 25/06/2020.

BORATTO, ISA MARIA DE PAULA; GOMIDE, REINALDO LUCIO. Aplicação dos **índices** de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, ano 2013 INPE.

BRAZ, A. M; ÁGUAS, T. A.; GARCIA, P. H. M. Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e índice de área foliar IAF para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirão-zinho, município de Selvira – MS. **Revista Percorso – NEMO**. Maringá, v. 7, n. 2, pág. 05-22, ano 2015.

ENGESAT. **Soluções em imagens de satélite e geoprocessamento SENTINEL 2**. Disponível em http://www.engesat.com.br/sentinel-2/?gclid=EAlalQobChMIrt-gwP_I7AIVBAiRCh0nZAF-gEAAYASAAEgJuhfD_BwE. Acessado em 22/10/2020.

ESPECTRO. EVI: **o que é? Como interpretar?** Disponível em <https://www.espectrogeo.com.br/evi-o-que-e-como-interpretar/>. Acessado em 22/10/2020.

FISCH, G.; NOBRE C. A.; MARENCO J. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **ACTA AMAZONICA** p.101 – 126, 1998.

GUILHERME, A. P.; MOTA, A. B. S.; MOTA, D. S.; MACHADO, N. G.; BIURDES, M. S. **Uso de índice de vegetação para caracterizar a mudança no uso do solo em Coari – AM**. Artigo. Soc. & Nat., Uberlândia, pág. 301-310, ano 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html. Acesso em 29/04/2019.

PAULA, S. C.; VEDOVATO, L. B.; SILVA G. B. S.; VICENTE, L. E.. Comparação entre os índices espectrais EVI e EVI 2 para discriminação de pastagens plantadas e naturais. **Anais do VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica**. Campinas São Paulo; ano 2013, n. 13512. Embrapa monitoramento por satélite.

PAZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. Sensoriamento Remoto da Vegetação. 2ª edição atualizada e ampliada. Editora Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, MILTON. **Por uma outra globalização, do pensamento único a uma consciência global**. 10. ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Record, 2003.