



## RELAÇÃO COBERTURA VEGETAL E TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE TERRESTRE EM BACIA SEMIÁRIDA\*

Ana Maria Severo Chaves<sup>1</sup>  
Rosemeri Melo e Souza<sup>2</sup>

### RESUMO

O ambiente semiárido do Nordeste Brasileiro apresenta dinâmicas múltiplas e singulares que refletem as interações geocológicas dos componentes que estruturam a paisagem e os diferentes níveis de derivações antropogênicas, diversificando o sistema territorial. Essas dinâmicas são amplamente estudadas e contextualizadas a partir do uso e suporte de geotecnologias para a investigação de mudanças espaciais e temporais, da superfície terrestre, com destaque ao componente mais visível na paisagem, a cobertura vegetal. Nesse contexto, teve-se o objetivo de analisar a relação entre a espacialização do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) na bacia do Riacho São José (BRSJ) a partir de ferramentas do sensoriamento remoto e geoprocessamento. A BRSJ compreende ambiente semiárido moderado e subúmido da Região Agreste do Estado de Pernambuco sobre patamares geomorfológicos bem definidos, planalto da Boborema e depressão do Baixo São Francisco, e apresenta forma alongada. Características essas que a torna ambiente ideal para o estudo da fitogeografia e a variação de aspectos climáticos. Para isso, os procedimentos metodológicos adotados foram organizados em três momentos: construção de banco de dados georreferenciados; processamento de informações espaciais e confecção cartográfica em sistema de informações geográficas; análise e discussão dos resultados. Como resultados, constatou-se que a presença ou ausência de cobertura vegetal está diretamente relacionada a mudança da temperatura da superfície terrestre, a qual tem sido cada vez mais elevada, além de ampliar-se em extensão territorial a medida que a vegetação arbórea e arbórea-arbustiva é removida, causando mudanças no microclima local. Tal contexto revela importante informações a serem utilizadas no planejamento ambiental dessa e outras bacias semiáridas.

**Palavras-chave:** Geotechnology, Phytogeography, Temperature, Riacho São José, Geoecology.

### ABSTRACT

The semi-arid environment of the Brazilian Northeast presents multiple and unique dynamics that reflect the geocological interactions of the components that structure the landscape and the different levels of anthropogenic derivations, diversifying the territorial system. These dynamics are widely studied and contextualized from the use and support of geotechnologies for the investigation of spatial and temporal changes in the earth's surface, with emphasis on the most visible component in the landscape, vegetation cover. In this context, the objective was to analyze the relationship between the spatialization of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Terrestrial Surface Temperature (TST) in the Riacho São José basin (BRSJ) using remote sensing tools and geoprocessing. The BRSJ comprises a moderate and sub-humid semiarid

<sup>1</sup> Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe-UFS, [anamschaves05@gmail.com](mailto:anamschaves05@gmail.com);

<sup>2</sup> Pesquisadora do CNPq e Professora da Universidade Federal de Sergipe-UFS, [rome@academico.ufs.br](mailto:rome@academico.ufs.br);

\* Pesquisa resultado de projeto pesquisa doutoral e financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



environment of the Agreste Region of the State of Pernambuco on well-defined geomorphological levels, the Boborema plateau and the Lower São Francisco depression, and presents an elongated shape. These characteristics make it an ideal environment for the study of phytogeography and the variation of climatic aspects. For this, the methodological procedures adopted were organized in three stages: construction of a georeferenced database; processing of spatial information and making cartographic in a geographic information system; analysis and discussion of results. As a result, it was found that the presence or absence of vegetation cover is directly related to the change in the temperature of the earth's surface, which has been increasingly high, in addition to expanding in territorial extension as the arboreal and arboreal vegetation -shrub is removed, causing changes in the local microclimate. This context reveals important information to be used in the environmental planning of this and other semi-arid basins.

**Keywords:** Geotechnology, Phytogeography, Temperature, Creek São José, Geoecology.

## INTRODUÇÃO

A paisagem do ambiente semiárido, moderado e subúmido, da Região Agreste de Pernambuco revela interações marcantes entre a cobertura vegetal e a temperatura da superfície sobre influências de fatores geocológicos como o relevo, a distribuição das chuvas e as classes de solos.

Para apreender essa relação, a bacia do Riacho São José (BRSJ) se mostra campo de estudo ideal da superfície terrestre e fenômenos associados, seja por sua localização entre o planalto da Borborema e depressão do baixo São Francisco, seja por sua forma alongada e tamanho de 146,69 Km<sup>2</sup>.

Nesse contexto, a BRSJ é compreendida como uma unidade natural de análise e gestão da superfície terrestre para o estudo das inter-relações que estruturam a paisagem (BELTRAME, 1994; MACHADO; TORRES, 2012; BOTELHO, 2015). Aqui, com Atenção na relação cobertura vegetal e a temperatura da superfície terrestre.

Estudos nessa intenção são importantes para o ambiente semiárido porque, ao longo do tempo, a vegetação natural da caatinga no agreste pernambucano tem sido utilizada de forma indiscriminada, acarretando redução do componente vegetal, primário e secundário, e aumento das áreas antrópicas, ampliando superfícies expostas capazes de absorver a radiação, aumentando a temperatura local.

Assim, o objetivo da pesquisa foi analisar a relação entre a espacialização do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada (NDVI) e da temperatura da superfície terrestre (TST), na bacia do Riacho São José, a partir de ferramentas do sensoriamento remoto e geoprocessamento.



Na literatura, observa-se que com advento das geotecnologias as pesquisas dos fenômenos geográficos ganharam novas perspectivas, sendo possível estudar a superfície terrestre por meio das imagens de satélite, fazendo uso de ferramentas do sensoriamento remoto e geoprocessamento para obtenção de diversos dados espaciais (FLORENZANO, 2011; PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Existindo atualmente uma gama de possibilidades para o estudo dos fenômenos geográficos, visto que os procedimentos técnicos e tecnológicos facilitam as pesquisas ambientais com utilização de imagens de satélites, as quais são fontes de análise, diagnóstico e modelagem da distribuição espacial e temporal de dados espaciais no contexto de bacias hidrográficas (FLORENZANO, 2011; BOTELHO, 2015).

No tocante a vegetação, esta interage com a radiação eletromagnética a partir do processo de fotossíntese na absorção da energia solar pelos pigmentos fotossintetizantes. Esse processo reflete de modo diferencial por meio da radiação das diferentes formações vegetais, como também nas respostas espectrais captadas pelos sensores dos satélites nos tipos fisionômicos dos dosséis (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Contexto que destaca a ampla utilização do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada para caracterizar e classificar a vegetação semiárida, mas para isso é fundamental a realização de atividade de campo (ARAÚJO; MACHADO; SOUZA, 2019; FERREIRA et al., 2012; FRANCISTO et al., 2012; RÊGO et al., 2012; SILVA et al., 2009), conferindo confiabilidade aos resultados obtidos.

Observa-se também que no ambiente semiárido o NDVI reflete de formar marcante a relação entre o domínio da Caatinga com a precipitação pluvial, pois após as primeiras chuvas a vegetação recompõe a folhagem e os resultados do índice apresentam-se mais elevados (BARBOSA; HUETE; BAETHGEN, 2006; LINS et al., 2017; RODRIGUES et al., 2009).

Esse índice também é utilizado para mensurar o grau de proteção e/ou degradação da superfície perante análise da cobertura fitogeográfica (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011; TOMASELLA et al., 2018). E pode ser relacionado com o balanço energético recebido pela superfície, a qual varia de acordo com a cobertura vegetal existente.

A temperatura da superfície terrestre (TST) é mensurada a partir de bandas específicas das imagens de satélite, Thermal Infrared, refletindo relação direta com os dados do NDVI, pois estudos recentes constatam que os intervalos de temperatura mais elevados são relacionados a cobertura vegetal inexistente e herbácea (FRANÇA;



CHAVES; PINTO, 2016; BEZERRA; MORAES; SOARES, 2018; SILVA et al, 2019; SANTOS; FIALHO, 2020; VILA NOVA; GONÇALVES; LIMA, 2021).

Juntos, NDVI e TST, possibilitam análises importantes para o diagnóstico e monitoramento das alterações da superfície terrestre, podendo ser considerados indicadores importantes para o planejamento ambiental e territorial de bacias semiáridas.

## **METODOLOGIA**

Para obtenção dos fenômenos de análise, NDVI e TST, se fez uso de imagens do satélite Landsat 5 e Landsat 8 num recorte temporal de 30 anos. Inicialmente, realizou-se pré-processamento das bandas no intuito de reduzir inconsistências tomando por base as orientações apresentadas em Chander, Markham e Helder (2009) para as imagens de 1985, 1995 e 2005 e Santos et al. (2014) sobre 2015. Todos os procedimentos foram realizados nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) ArcGis 10.3.1 e Idrisi 17.0.

Utilizou-se as bandas do vermelho e infravermelho próximo para cálculo do NDVI; e infravermelho termal para estimativa da TST, pois manifestam reflexão espectral para análise dos fenômenos objetivo de estudo. A escolha das imagens consistiu nas cenas com ausência de nuvens e um recorte por década, durante a estação primavera, quando a vegetação da caatinga não se encontra totalmente seca e sem a influência forte das precipitações do inverno (FRANCISCO et al., 2012).

O cálculo se faz pela diferença da reflectância entre a faixa do infravermelho próximo (PIVP) e a faixa do vermelho (PV), sendo que a diferença é normalizada pela divisão entre a diferença e a soma das faixas de PIVP – PV (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012), a partir da seguinte equação:

$$NDVI = (PIVP - PV) / (PIVP + PV)$$

A aplicação da fórmula foi realizada no ArcGis 10.3.1 pela ferramenta “Raster Calculador”. Os resultados do índice variam de -1 a 1, representados em tons de cinza, em que quanto mais claro maior a concentração de vegetação; e quanto mais escuro o pixel, menor será a presença vegetal (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Gerado o NDVI, o passo seguinte foi a classificação da vegetação em cinco classes: vegetação arbórea, arbórea arbustiva, arbustiva, herbácea e ausência de vegetação. A escolha por essas classes foi feita a partir de atividade de campo e coleta de



pontos de controle para cruzar com os valores de NDVI obtidos, tendo como referência a proposta de classificação feita por Francisco et al., 2012.

No tocante a Temperatura da Superfície da Terra (TST), esta consistiu na obtenção da temperatura em graus Celsius (°C) da superfície da área de estudo, mas por se utilizar imagens de duas versões do satélite Landsat, foi preciso adotar procedimentos distintos para as bandas. Assim, a obtenção da TST do Landsat 5 seguiu as etapas apresentadas em Chaves e Melo & Souza 2017: utilizou-se o software Idrisi 17.0 para converter os níveis de cinza da imagem em temperatura (C°). Posteriormente, no ArcGIS 10.3.1, fez-se a projeção, georreferenciamento e classificação das informações de temperatura.

Para as bandas 10 e 11 do Landsat 8, foi executado os procedimentos apresentados em França, Chaves e Pinto (2016): conversão dos níveis de cinza para radiância através do Raster Calculator com a fórmula apresentada pela USGS (2017):

$$L\lambda = ML * Qcal + AL (0.0003342 * \text{Banda termal} + 0.1)$$

Em que  $L\lambda$  é a Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts; ML é o fator multiplicativo de redimensionamento das bandas 10 e 11; AL se refere ao fator de redimensionamento aditivo específico das bandas 10 e 11; Qcal é o Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN. De posse dos valores de radiância pôde ser gerado a TST em graus Kevins (°K) pela fórmula:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

Em que T = At-satélite temperatura de brilho (K);  $L_\lambda$  é TOA radiância espectral; K 1 a banda específica de constante a partir dos metadados; K 2 a banda específica de conversão térmica constante a partir dos metadados. Na sequência se faz a conversão radiância de temperatura Kelvin, a partir da subtração do valor absoluto da temperatura °K (273.15), para graus Celsius (°C) pelas fórmulas:

$$\text{Banda 10} = 1321.08 / \ln(774.89 / \text{Banda 10} + 1) - 273.15$$

$$\text{Banda 11} = 1201.14 / \ln(480.89 / \text{Banda 11} + 1) - 273.15$$

Após gerar a temperatura da superfície para °C, somou-se às respectivas bandas, transformando-as em um único raster de temperatura da superfície através da ferramenta Cell Statistics. E por fim, confeccionou-se os mapas temáticos para a realização da análise relacional entre a espacialização da vegetação e da temperatura da superfície terrestre.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fitofisionomias que caracterizam a cobertura vegetal da bacia do Riacho São José, na região Agreste de Pernambuco, foram identificadas e especializadas por meio do NDVI e atividade de campo. Os valores obtidos foram classificados em: ausência de vegetação (-1 a 0,200), compreendendo solo exposto e afloramento rochoso; vegetação herbácea (0,201 a 0,240); vegetação arbustiva (0,241 a 0,300); vegetação arbórea e arbustiva (0,301 a 0,350); a vegetação de porte arbóreo (acima de 0,351) (Figura 01).

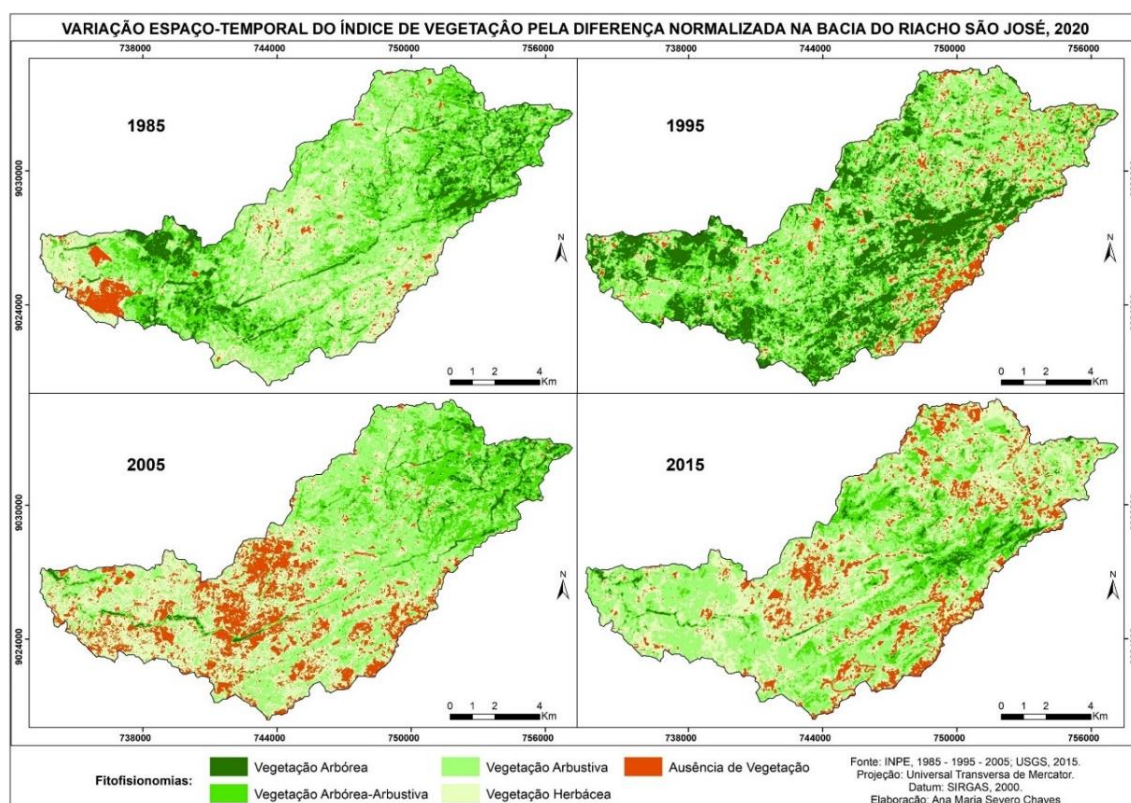


Figura 01: Espacialização da Cobertura vegetal. Elaboração: Ana Chaves, 2020.

O panorama do NDVI para 1985 e 2005 apresenta-se próximo, com valores entre -0,1 e 0,68; em 1995 ocorreu uma exceção, devido as precipitações acima da normalidade para o período, favorecendo a caracterização de vegetação bastante verde, refletindo em índices elevados, atingindo 0,99; já no ano de 2015 os valores ficaram entre -0,8 a 0,85.

A explicação para os elevados valores no ano de 1995, como relatado na literatura por Lins et al. (2017) e Rodrigues et al. (2009), se deve a ocorrência de chuvas nos meses



que antecedem a passagem do satélite. Pois, mesmo não sendo comum a ocorrência de precipitações pluviais nos meses de novembro e dezembro, para área de estudo, essas podem ser provocadas pela influência do fenômeno atmosférico conhecido por La Niña.

O mapa permite apresentar como tem sido a espacialização da vegetação nos últimos trinta (30) anos. Contexto que coloca as espécies arbórea, principalmente, nas porções mais elevadas da BRSJ, na forma de formações vegetais abertas, às vezes com exemplares isolados em meio a paisagem agrícola; nas matas ripárias de alguns cursos hídricos e do fundo do vale. Por sua vez, a vegetação arbórea-arbustiva compreende porções do alto e do médio curso, abrange formações vegetais fechadas e abertas, além de ocuparem, com destaque, as encostas íngremes dos vales.

A fitofisionomia arbustiva se distribui por toda a superfície da bacia, com maior expressão no médio e baixo curso. Sendo que no baixo curso predominam as espécies arbustivas herbáceas com algumas arbóreas de forma isolada, com exceção de alguns trechos da mata ciliar com *Prosopis juliflora* (Algaroba) (Figura 02), formando corredor verde no leito do rio principal. Já as espécies herbáceas, também, se fazem presentes em toda a bacia, compreendendo gramíneas, sendo que no alto curso, normalmente, representam atividades agropecuárias como culturas de subsistência e pastagem.



Figura 02: Corredor de *Prosopis juliflora* no leito do Riacho São José. Fonte: Chaves 2018.

Em análise quantitativa da variação espaço-temporal, evidencia-se que a vegetação arbórea vem diminuindo com o passar dos anos, com exceção de 1995 quando os índices foram acima do esperado, principalmente para a classe arbórea, 23,69% da



área, ou seja, o dobro da década anterior que compreendia 9,51% (1985) e cinco vezes mais do que a década posterior com 3,03% (2005).

A vegetação arbórea-arbustiva também regrediu ao longo dos anos, passando de 21,54%, em 1985, para 12,09% no ano de 2015, perda territorial de 10, 17 Km<sup>2</sup>. Sendo gradativamente substituída por áreas de vegetação herbácea e de uso antrópico.

Essa situação é comum para o ambiente semiárido, pois, como um recurso natural de valor, a vegetação da caatinga ao longo da história humana tem sido utilizada para diversos fins sociais e econômicos (TRAVASSOS; SOUZA, 2014). Situações semelhantes, de redução das espécies arbóreas, são verificadas para o município de Petrolina-PE (FERREIRA et al., 2012), no médio curso da bacia do Rio Poti no Piauí (SANTOS; AQUINO, 2018) e para microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011).

Nesse contexto, a fitofisionomia arbustiva representa maior porção territorial para os anos analisados, com exceção em 2005, quando essa foi superada pela fitofisionomia herbácea. Desse modo, a vegetação arbustiva intercalou de 33% a 40%, sendo a maior porcentagem para o ano de 1985 (40,77%); diminuiu para 34,58% e 33,50%, em 1995 e 2005, respectivamente; e apresentou indícios de recuperação em 2015, ocupando 37,59% da área da BRSJ.

Vale frisar que a capacidade de recuperação da vegetação arbustiva e herbácea é maior, pois caracterizam espécies menos exigentes para o meio e, normalmente, têm crescimento rápido, ao contrário das espécies arbóreas que precisam de condições mais complexas para seu desenvolvimento, dado de modo lento.

No tocante às espécies herbáceas, essas diminuíram de maneira acentuada de 1985 para 1995, com perda territorial de pouco mais que 12 Km<sup>2</sup>. De modo inverso aumentaram para as demais datas analisadas, saindo de 23,21 Km<sup>2</sup> para 50,53 Km<sup>2</sup>, em 2005; atingindo 52,25 Km<sup>2</sup> no ano de 2015, o que permitiu mensurar ampliação do uso antrópico nessas últimas décadas. Pois são fatos comprovados o aumento das áreas com ausência de vegetação que progridem de modo exponencial com o passar dos anos e regridem em torno de pouco mais de 3% no ano de 2015, sendo respectivamente: 3,74% em 1985; 6,90 em 1995; 15,96% em 2005; 12,10% em 2015.

Essa ampliação e retração da vegetação herbácea reflete os modos de apropriação da superfície terrestre. Em alguns casos revelam a ampliação das atividades agrícolas





(FERREIRA et al., 2012), em outros destaca o abandono de terras degradadas, acusando a ausência da vegetação (RÊGO et al., 2012; SANTOS; AQUINO, 2018).

Por sua vez, a variação espacial que ocorreu com a vegetação ao longo do tempo confirma que as atividades antrópicas aumentaram, sendo mais acentuadas entre os anos de 1995 e 2005, quando se verifica aumento das classes de vegetação herbácea e a ausência de vegetação. Essa situação demonstra uma pequena mudança no ano de 2015, diante da constatação do aumento da classe de vegetação arbustiva e da diminuição da classe ausência de vegetação.

A dinâmica espacial e temporal da fitogeografia da bacia do Riacho São José faz refletir sobre o papel dialético da vegetação do ambiente semiárido, um elemento natural necessário a qualidade ambiental com valor de uso pela sociedade. Em alguns casos, exploração das árvores no semiárido provocou a diminuição ou escassez de espécies nativas (TRAVASSOS; SOUZA, 2014).

Nas Caatingas, as espécies arbóreas são exploradas devido aos beneficiamentos da madeira para diversos fins, como a comercialização, produção de móveis, telhados, cercas e uso doméstico. Situação que se torna um problema quando não baseado num manejo sustentável, pois as árvores são bem mais do que madeira, são alimentos, prestam serviços ecossistêmicos e ambientais, beneficiando todos os seres vivos.

Em estudos preliminares, essa atenção tem sido dada para a BRSJ, onde pode-se constatar a prestação de 51 classes de serviços ecossistêmico (de acordo com Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos - CICES 4.3, 2018), com destaque para as áreas com a cobertura vegetal (CHAVES et al., 2021).

Por outro lado, ações desencadeadas pela apropriação da terra colaboram para fragmentação espacial das fitofisionomias, retratando na concentração de espécies arbóreas nativas da Caatinga reduzidas a áreas isoladas ou em grupos nas matas ciliares no Riacho São José e tributários. Um exemplo é o bosque com *Schinopsis brasiliensis* (*Engl/Anacardiaceae* - braúnas), espécie dominante nessa área, cujo espaço é utilizado para acampamentos e excursões de pesquisadores e visitantes (Figura 03).

Tais observações no contexto da vegetação, delineada a partir do NDVI, têm relações direta com mudanças no balanço energético da superfície terrestre perante as interações da radiação eletromagnética, absorção, espalhamento/transmissão e reflectância (FLORENZANO, 2011; PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012), com fitofisionomias arbóreas, arbustivas, herbáceas e ausência de vegetação.



Figura 03: Bosque das *Schinopsis brasiliensis* Engl/Anacardiaceae. Fonte: Chaves, 2019.

De forma geral, no sensoriamento remoto, superfícies escuras apresentam maior capacidade de absorção da radiação enquanto as claras possuem maior reflectância (FLORENZANO, 2011). Mas no contexto da vegetação muitos fatores ambientais influenciam nessa variação, a exemplo da presença ou ausência de água, nas formas do dossel, tamanho das folhas, entre outros (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Diante no apresentado, sempre é pertinente analisar as relações possíveis entre a vegetação e a temperatura da superfície terrestre, principalmente no ambiente semiárido, marcado por uma vegetação sazonalmente seca. Assim, de modo geral, as respostas termais sofrem influências direta e indiretas das condições e do estado ambiental do dia de registro da imagem de satélite, como umidade, ventos e cobertura de nuvens, bem como a variação espacial da vegetação (SILVA et al., 2019).

Essa dinâmica tem sido estudada por pesquisadores para diversas finalidades: desde entender a dinâmica entre NDVI e TST (FRANÇA; CHAVES; PINTO, 2016; SILVA et al., 2019; SANTOS; FIALHO, 2020) e analisar fatores biofísicos e climáticos (BEZERRA; MORAES; SOARES, 2018; VILA NOVA; GONÇALVES; LIMA, 2021).

No contexto da Riacho São José, a variabilidade e amplitude térmica ao longo das datas analisadas (1985/95/ e 2005/15), apresentam temperaturas mínimas entre 17 e 18 °C as máximas de 35°C e 43°C (Figura 04). Esses valores revelam as interações entre energia eletromagnética, as condições do ambiente e as mudanças na cobertura vegetal,

que como explicado, tem diminuído na composição de fitofisionomias arbóreas e arbóreas/arbustivas.

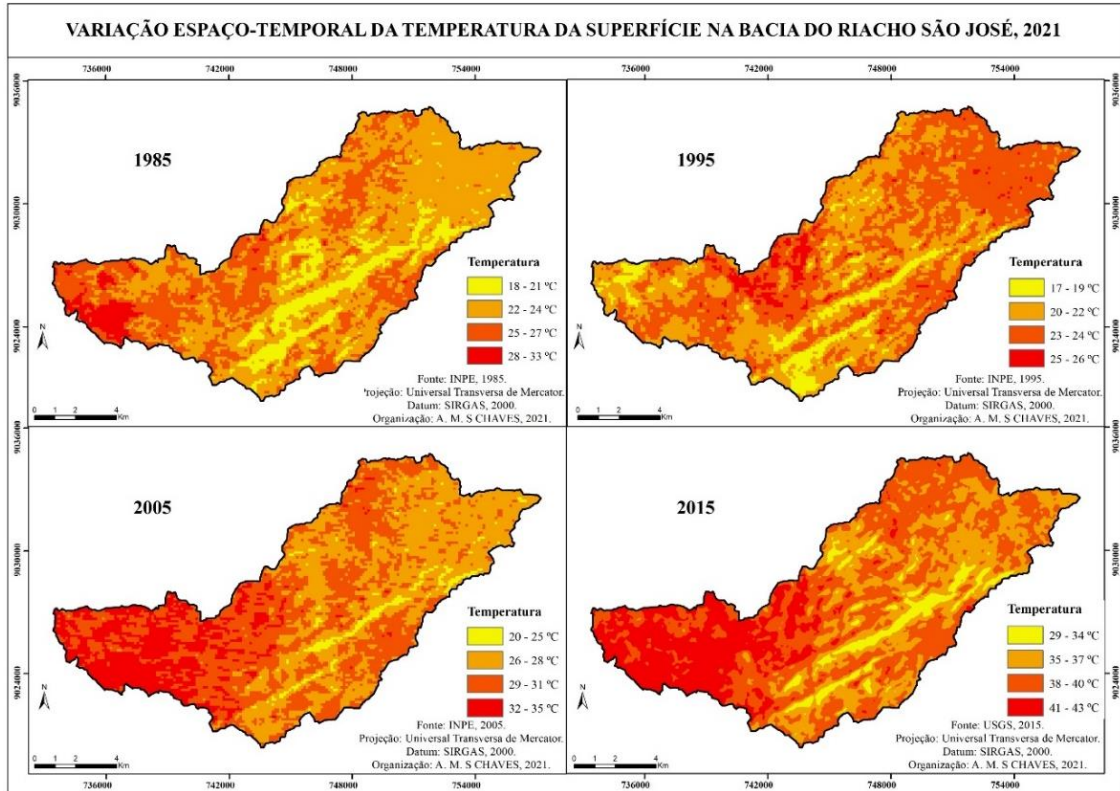


Figura 04: Espacialização da temperatura da superfície terrestre. Elaboração: Ana Chaves, 2020.

A análise conjunta dos mapas (NDVI e TST) permite inferir que: as porções onde existe vegetação arbórea, arbórea-arbustiva e arbustivas apresentam as temperaturas amenas em detrimento das superfícies com ausência de vegetação ou com espécies herbáceas. Assim, a medida que ocorre modificações no tapete vegetal natural, maior será as áreas com temperaturas elevadas.

















As temperaturas da superfície da BRSJ para os anos de 1985, 2005 e 2015 apresentam padrão de aumento, como pode-se verificar com o cálculo da amplitude térmica (Tabela 1), o qual compreende 15°C para os anos de 1985 e 2005 e 14°C no ano de 2015. Ocorrendo uma mudança fora do padrão no ano de 1995. Isso se deve, à atuação do fenômeno climático moderado e forte da La Niña, como já explicado.

Por sua vez, o ano de 2015, embora apresente amplitude térmica próxima ao constatado nos anos de 1985 e 2005, as temperaturas estimadas apresentam uma elevação considerável, compreendendo de 29 a 43°C. Tendo como diferença de TST mínima de 11



°C, 12 °C e 09 °C em relação às demais temperaturas verificadas, bem como a máxima a 10 °C, 17 °C e 08°C acima dos valores verificados anteriormente.

Tabela 01: Variabilidade e amplitude térmica da superfície da bacia do Riacho São José.

Temperatura da superfície Terrestre da Bacia do Riacho São José-PE				
Variabilidade Térmica	1985	1995	2005	2015
	 18 - 21 °C  22 - 24 °C  25 - 27 °C  28 - 33 °C	 17 - 19 °C  20 - 22 °C  23 - 24 °C  25 - 26 °C	 20 - 25 °C  26 - 28 °C  29 - 31 °C  32 - 35 °C	 29 - 34 °C  35 - 37 °C  38 - 40 °C  41 - 43 °C
Amplitude Térmica	TST máxima: 33°C TST mínima: 18°C Amplitude: 15°C	TST máxima: 26°C TST mínima: 17°C Amplitude: 09°C	TST máxima: 35°C TST mínima: 20°C Amplitude: 15°C	TST máxima: 43°C TST mínima: 29°C Amplitude: 14°C

Fonte: Chaves, 2020.

A elevação da TST verificada em 2015 é explicada por duas situações: primeiro, 2015 compreendeu o ano mais quente já registrado (até o respectivo ano), como declarado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2016), devido às fortes influências do Fenômeno El Nino com valores acima do normal, o que acabou condicionando em secas para o Nordeste Brasileiro; a segunda situação refere-se ao registro do satélite Landsat, o qual documentou momento de intensa incidência da temperatura no horário das doze horas e trinta e seis minutos.

O mapeamento da TST, ao longo dos anos analisados, exceto em 1995, permite visualizar como ocorre a distribuição das temperaturas registradas na superfície da BRSJ, as quais são mais elevadas em trechos do alto e baixo cursos da BRSJ, os quais compreendem maiores modificações na paisagem. Por sua vez, o médio curso, concentra o registro das temperaturas amenas, o que denota o papel preponderante da vegetação na configuração do microclima local.

Tais observações fazem-se refletir sobre o quanto a modificação da paisagem contribui para processos que afetam, em escala local, a qualidade ambiental da BRSJ, que se encontra cada vez mais antropizadas. Em razão disso, interfere diretamente no contexto



térmico e afeta o bem-estar humano (devido as altas temperaturas), bem como atinge negativamente a biodiversidade local.

De forma direta, analisando as figuras 05 e 06, a relação constatada entre a cobertura vegetal e a temperatura da superfície é que: de 1985 a 2015 tem ocorrido a diminuição da superfície coberta por espécies arbóreas, devido a apropriação desse recurso para diversos fins antrópicos, ao mesmo tempo que se aumenta em extensão territorial vegetação herbácea e solo exposto (Figura 5); como consequência as temperaturas mais elevadas da superfície têm ampliado em extensão territorial com o passar dos anos (Figura 6).

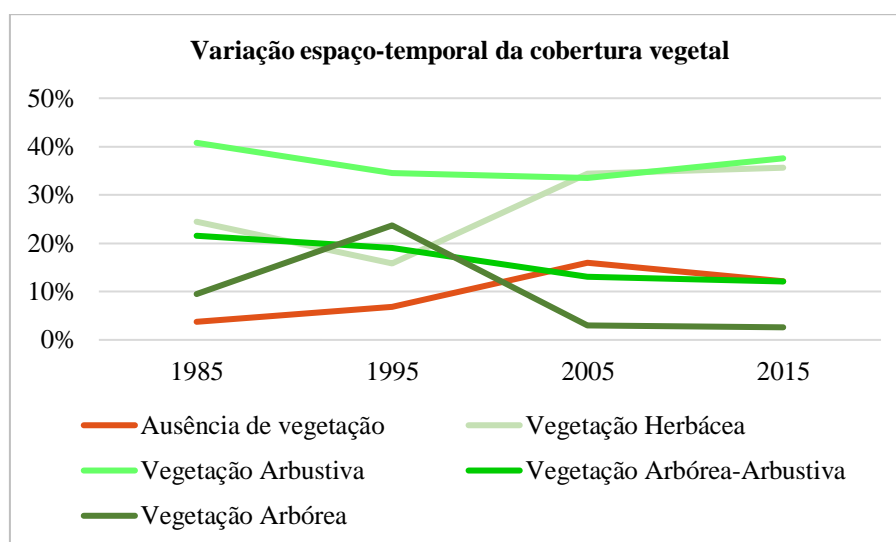


Figura 05: Variação espaço-temporal da cobertura vegetal na bacia do Riacho São José.

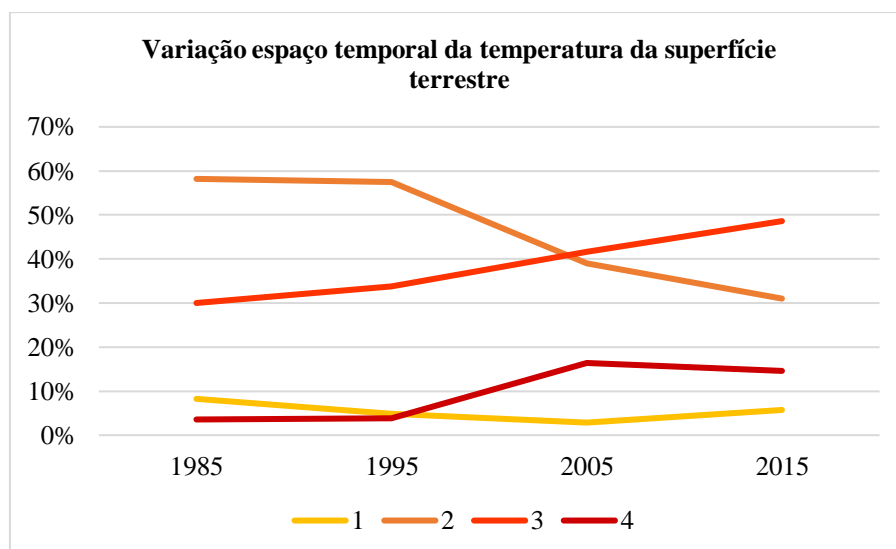


Figura 06: Variação espaço-temporal da temperatura da superfície na bacia do Riacho São José.



A relação apresentada coloca em tela a necessidade de se pensar sobre o papel dos seres humanos na modificação das paisagens semiáridas, tendo como contexto uma bacia hidrográfica, a qual desempenha funções essenciais a manutenção da vida. Isso pensando amplamente, para além do cultivo do solo, considerando os serviços ecossistêmicos e ambientais prestados a toda sociedade.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A cobertura vegetal é um dos componentes da paisagem mais importante para o bom funcionamento das relações sistêmicas, interceptando diferentes fontes de energia, protegendo o solo, contribuindo para as características do clima local, sendo habitat da fauna, entre outras funções e serviços prestados.

Tais aspectos tem despertado o interesse científico para diferentes formas de estudos, com destaque a utilização das geotecnologias, na análise das relações intrínsecas desencadeadas na natureza e entender as mudanças relacionadas a apropriação dos recursos naturais, contexto que tem destacado a exploração da madeira do ambiente semiárido, por essa ser um recurso de valor econômico.

Nesse texto, a relação tratada aqui foi entre a cobertura vegetal, delineada a partir do índice de vegetação pela diferença normalizada, e a temperatura da superfície terrestre num período de trinta anos (1985, 1995, 2005, 2015), evidenciando as mudanças espaciais e temporais ocorridas. Informações frutos do sensoriamento remoto.

Assim, foi constatado que as ações humanas sobre a bacia semiárida do Riacho São José, na região Agreste de Pernambuco, têm afetado o quadro natural, removendo principalmente as fitofisionomias arbóreas, ampliando as áreas antrópicas agrícolas e degradadas, o que possibilita maior absorção da energia solar e, em consequência, ampliação das superfícies com temperaturas elevadas, principalmente nos últimos dois recortes temporais.

No âmbito geral, entende-se que os condicionantes e fenômenos climáticos influenciam na temperatura superficial da BRSJ, como verificado para o ano de 1995, mas o estudo realizado coloca em tela na questão ligada as mudanças locais, que impactam negativamente nessa esfera, devido a remoção da cobertura vegetal. Nesse contexto, além das elevadas temperaturas constatada, outros processos são inerentes a



exemplo da erosão do solo, diminuição de áreas de habitat para fauna (a exemplo das aves) e dos serviços ecossistêmicos.

Logo, espera-se que pesquisas nessa linha de raciocínio continuem acontecendo para o ambiente semiárido, com destaque as bacias fluviais tão importantes a manutenção da vida. Além da relação entre vegetação e temperatura superficial, pesquisa mais aprofundadas sobre espécies endêmicas nesse contexto são relevantes para entendimento da dinâmica fitogeográfica local e as mudanças da paisagem.

Para finalizar, ressalta-se que os dados e informações aqui apresentadas devem ultrapassar os muros da academia e chegar a população local da BRSJ, pois são eles os sujeitos que podem atuar de forma direta, mudanças de atitudes, buscando desenvolver usos sustentáveis de modo a favorecer o desenvolvimento de serviços ecossistêmicos e ambientais, melhorando a qualidade de vida da comunidade.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. D. S.; MACHADO, C. C. C.; SOUZA, J. O. P. Comparação entre o IVDN e o IVAS para vegetação de caatinga nas serras sertanejas-PB. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 20, n. 71, p.328-343, set. 2019.

BARBOSA, H. A., HUETE, A. R., BAETHGEN, W. E. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**. New York, v. 67, n. 2, p. 288-307, out, 2006.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

BEZERRA, P. E. S.; MORAES, E. T. I.; SOARES, I. R. C. Análise da temperatura de superfície e do índice de vegetação no município de Belém na identificação das ilhas de calor. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo-MG, v. 70, n. 3, p. 803-818, jul./set. 2018.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos temas e aplicações. ed. 10. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. Cap. 8, p. 269-300.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n 5, p. 893-903, may, 2009.



CHAVES, A. M. S.; MELO, F. P.; MELO & SOUZA, R. Variabilidade termal de áreas verdes públicas na cidade de Garanhuns-PE. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Orgs). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências-UNICAMP, 2017, p. 1-13.

CHAVES, A. M. S.; VIEIRA, A. G. T.; FRANÇA, E. M. S.; SANTOS, E. J.; TEIXEIRA, G. S. S.; SILVA, J. I. S.; MELO & SOUZA, R. Análise dos serviços ecossistêmicos na paisagem semiárida da bacia do Riacho São José, Pernambuco. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 12, p. 139 - 158, may 2021.

FERREIRA, J. M. S.; FERREIRA, H. S.; SILVA, H. A.; SANTOS, A. M.; GALVÍNCIO, J. D. Análise espaço-temporal da dinâmica da vegetação de caatinga no município de Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 04, n. 04, p. 904-922, 2012.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FRANÇA, E. M. S.; CHAVES, A. M. S.; PINTO, J. E. S. S. Susceptibilidades do clima de Garanhuns-Pernambuco, pelo índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e pela temperatura superficial. Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, XII., 2016. **Anais** [...]. Goiana: UFG, p.661 – 672, 2016.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L. H. G.; LIMA, E. R. V. Detecção de Mudança da Vegetação de Caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 05, n. 06, p. 1473-1487, dez. 2012.

LINS, F. A. C.; ARAÚJO, D. C. S.; SILVA, J. L. B.; LOPES, P. M. O.; OLIVEIRA, J. D. A.; SILVA, A. T. C. S. G. Estimativa de parâmetros biofísicos e evapotranspiração real no semiárido pernambucano utilizando sensoriamento remoto. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 64-75, fev. 2017.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos Cavalos, Crateús-CE. **RA E GA**, Curitiba, v. 23, p. 520-533, 2011.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. NASA, NOAA analyses reveal record-shattering global warm temperatures in 2015. jan. 2016. Disponível em: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-analyses-reveal-record-shattering-global-warm-temperatures-in-2015>. Acesso em: 05 de abril de 2019.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Testos, 2012.





RÊGO, S. C. A.; LIMA, P. P. S.; LIMA, M. N. S.; MONTEIRO, T. R. R. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p.1217-1229, jun. 2012.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M.; TEIXEIRA, A. S.; SILVA, B. B. Sazonalidade de variáveis biofísicas em regiões semiáridas pelo emprego do sensoriamento remoto. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.452-465, jul./set. 2009.

SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; SOARES, V. P.; MOREIRA, M. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; BARROS, K. O. Sensoriamento remoto no arcgis 10.2.2 passo a passo: processamento de imagens orbitais. Alegre-ES: CAUFES, 2014. E-book.

SANTOS, L. G. F.; FIALHO, E. S. Análise da distribuição da temperatura de superfície em relação ao índice de vegetação por diferença normalizada, em estação seca e chuvosa, no município de Teixeiras- MG. **Revista Ponto De Vista**, Viçosa, v. 3, n. 9, p. 1-18, out. 2020.

SILVA, C. C. J.; LUNA, V. F.; GOMES, J. F.; SILVA, J. M. O. Temperatura de superfície e a relação com o índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) na microbacia do rio da Batateiras, Crato-CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 1310-1320, set. 2019.

SILVA, S. O. **Estudo de duas áreas de vegetação da caatinga com diferentes históricos de uso no Agreste Pernambucano**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

VILA NOVA, R. A.; GONÇALVES, R. M.; LIMA, F. V. M. S. Análise temporal de ilhas de calor através da temperatura de superfície e do índice de vegetação em Recife-PE, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo-MG, v. 73, n. 2, p. 598- 614, Abr./Jul. 2021.

TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M. S. P.; BARBOSA, A. A.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTANA, M. O.; SESTINI, M. F. Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. Enschede-Netherlands, v. 73, p. 197-206, dez. 2018.

#### AGRADECIMENTO

A primeira autora agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela concessão de bolsa de doutorado em geografia no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe-PPGEO/UFS.