



**Uso de Geotecnologias para Análise da Dinâmica da Vegetação  
da Sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, MG**  
Use of Geotechnologies for Vegetation Analysis Dynamics  
of the Ribeirão Serra Azul subbasin, MG

Débora Joana Dutra<sup>1</sup>; Daniel Brianezi<sup>2</sup> & Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Discente no Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>2</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Professor na Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Av. Amazonas, 5253, 30480-000, Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>3</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Professor na Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Av. Amazonas, 5253, 30480-000, Belo Horizonte, MG, Brasil

E-mails: [deborajoana11@ufmg.br](mailto:deborajoana11@ufmg.br); [brianezi@cefetmg.br](mailto:brianezi@cefetmg.br); [carloswagner@cefetmg.br](mailto:carloswagner@cefetmg.br)

Recebido em: 09/07/2020 Aprovado em: 17/08/2020

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2020\\_4\\_283\\_292](http://dx.doi.org/10.11137/2020_4_283_292)

## Resumo

A modificação das paisagens bem como do uso e ocupação da superfície são um dos geradores de impactos ambientais, dentre eles o desmatamento e aumento da temperatura de superfície. Assim, objetivou-se com o presente trabalho realizar uma análise temporal nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2015, da dinâmica vegetal da sub-bacia do Ribeirão Serra Azul por meio do uso de geotecnologias. Através do uso de imagens de satélite, foi possível mapear o comportamento da temperatura de superfície, da vegetação bem como a relação desses fatores com o uso e ocupação da superfície da região. Os resultados demonstraram que a região apresentou uma expansão urbana ao longo do tempo bem como um aumento da temperatura de superfície. O principal fator que proporcionou o aumento dessa temperatura foi a supressão da vegetação.

**Palavras-chave:** *Temperatura de superfície; índice de vegetação; sensoriamento remoto*

## Abstract

Landscapes changes and land use are main generators of environmental impacts, among them deforestation and increase of the surface temperature. Thus, this work aims to carry out a temporal analysis of vegetation dynamics for the Serra Azul stream sub-basin by use of geotechnologies during the years 2000, 2005, 2010 and 2015. Using satellite images, mapped out the behavior of surface temperature, vegetation as well as the relation of these factors with the local land use. The results demonstrated an urban expansion over time and increase of surface temperature. The main factor to raise up the temperature was the vegetation suppression.

**Keywords:** *Surface temperature; vegetation index; remote sensing*

## 1 Introdução

A relação do homem e a natureza tem sido o enfoque de diversos estudos da atualidade, sendo a análise da dinâmica da paisagem uma forma de demonstrar como ocorre as mudanças de diversos componentes do meio ao longo dos anos. Essas mudanças se dão principalmente pela forma de uso e ocupação da superfície bem como do crescimento populacional (Miceli *et al.*, 2015).

De acordo com Rufo & Cristo (2014), uma das principais consequências das ações antrópicas é a degradação do meio ambiente, que se dá pelo desenvolvimento de diversas atividades humanas ao longo da superfície terrestre. Essas ações ocasionam diversos problemas ambientais, como a supressão de vegetação, assoreamento de rios, empobrecimento do solo e outros.

A expansão urbana ocasiona diversos problemas ambientais devido a implantação de grandes áreas de habitação e para atividades industriais e agropecuárias. As áreas de ocupação urbana, em sua grande maioria, são oriundas da supressão da vegetação nativa e causa a impermeabilização dos solos. Dessa forma, a degradação da vegetação é algo muito comum no processo de expansão urbana e ocasiona diversos impactos em uma região, como o aumento da temperatura de superfície (Faustino *et al.*, 2014).

Visando a necessidade de analisar os impactos da supressão da vegetação ao longo da expansão urbana, as geotecnologias possibilitam uma análise temporal por meio de suas ferramentas como o Sistema de informações geográficas (SIG) e o sensoriamento remoto. Segundo Silva *et al.* (2017), o sensoriamento remoto por meio do processamento digital de imagem, se destaca como uma importante ferramenta de suporte para diversos estudos ao longo da superfície terrestre. Isso se deve ao fato dessa ferramenta obter, por meio de sensores, diversas informações históricas e temporais de uma região. Através de modelagens e da utilização de SIG, o sensoriamento remoto permite o mapeamento e a quantificação de uma área imageada. Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar as mudanças na cobertura vegetal e na temperatura de superfície ocorridas na sub-bacia do ribeirão Serra Azul durante os anos de 2000, 2005, 2010 e 2015, utilizando técnicas de geoprocessamento.

## 2 Procedimentos Metodológicos

### 2.1 Estudo de Caso: Sub-bacia do Ribeirão Serra Azul

O estudo de caso foi realizado na sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, inserida dentro da bacia do rio

Paraopeba, conforme Figura 1. A sub-bacia possui 447,83 km<sup>2</sup> de área de drenagem e abrange os municípios de Mateus Leme, Igarapé, Juatuba e Itaúna. De acordo com Souza (2003), a região possui um período seco que abrange os meses de abril a setembro e um período úmido entre os meses de outubro e março. Dessa forma, a região está inserida na classificação climática de Köppen mesotérmica úmida do tipo Cwa. Segundo Dubreuil *et al.* (2018), essa classificação possui uma região com inverno seco e verão chuvoso com temperaturas do ar maiores que 20°C.

A região se localiza no estado de Minas Gerais a cerca de 40 km da capital, Belo Horizonte, entre os paralelos de 20° 15' e 20° 00' de latitude sul e os meridianos 44° 15' e 44° 35' de longitude oeste. A região é predominantemente rural com áreas de silvicultura, pastagens e atividades agrícolas, como plantio de leguminosas, cereais e frutas (IBGE, 2018). Além disso, a área contempla a presença de um reservatório de mesmo nome, de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), sendo ela responsável por parte do abastecimento de água da região metropolitana de Belo Horizonte.

### 2.2 Origem dos Dados

Utilizou-se as imagens do satélite Landsat 5 e 8 para análise ambiental da área de estudo nos anos 2000, 2005, 2010 e 2015, conforme Tabela 1. Optou-se pelo uso de imagens que não apresentassem a interferência de nuvens para evitar efeitos ambientais na imagem que poderiam prejudicar os cálculos realizados. Os dados referentes as bandas de infravermelho próximo, vermelho e termal foram obtidos por meio do site do serviço geológico americano (USGS). As imagens foram reprojatadas para o datum SIRGAS 2000, zona 23S, por meio do software ArcGis 10.2.

### 2.3 Compatibilização entre as Imagens da Série Temporal: Correção Atmosférica das Bandas dos Satélites Landsat 5 e 8

De acordo com Ponzoni & Shimabukuro (2010) a energia que é refletida ou emitida por uma superfície é registrada pelos sensores dos satélites por meio dos denominados números digitais (ND). O uso de dados em formato ND dentro do sensoriamento remoto é complexo, pois o uso desse dado numérico impossibilita a comparação entre as bandas de diferentes sensores. Dessa forma, torna-se necessário a realização de algumas conversões, como as de correção atmosférica por meio da obtenção de dados de radiância e reflectância.

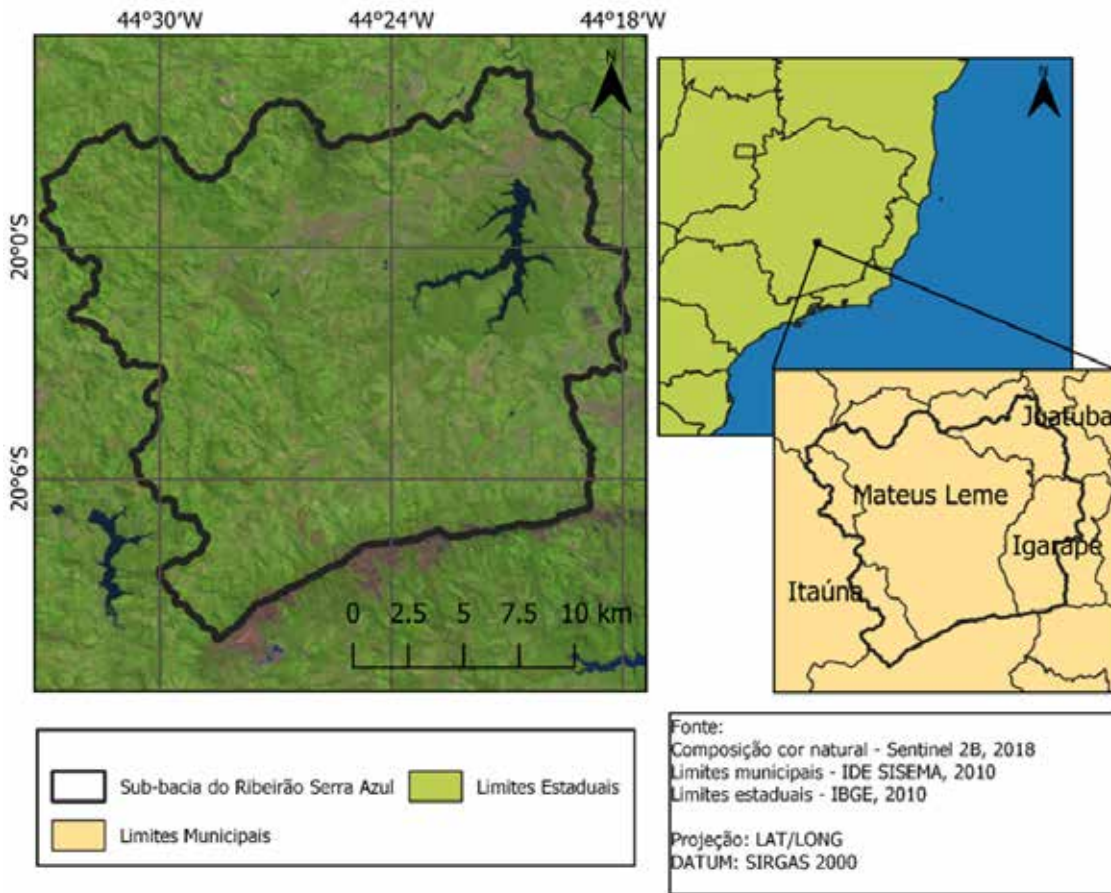


Figura 1 Localização da sub-bacia do ribeirão Serra Azul.

Datas	Satélite
18/06/2000	Landsat 5
02/07/2005	Landsat 5
01/08/2010	Landsat 5
31/08/2015	Landsat 8

Tabela 1 Datas das imagens utilizadas e respectivos satélites.

A correção do topo da atmosférica (TOA) foi realizada por meio da metodologia proposta por Chander & Markham (2003), para imagens do Landsat 5, e Zanter (2016), para imagens Landsat 8. Para a conversão dos números digitais para unidades absolutas de radiância, equação 1, foram utilizados os dados relativos as condições do ambiente no dia do registro da imagem e que se encontram no metadados do sensor.

$$L_{\lambda} = \left( \frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{ND} \right) * ND + LMIN_{\lambda} \quad (1)$$

Onde

$L_{\lambda}$  = Radiância espectral no topo da atmosfera

$LMIN_{\lambda}$  = Radiância espectral mínima da banda

$LMAX_{\lambda}$  = Radiância espectral máxima da banda

ND = Número digital do pixel

Ponzoni & Shimabukuro (2010) denomina que a reflectância é visto como uma representação entre a radiância refletida e a irradiância de um determinado objeto. Esse fator varia entre 0 a 1, sendo expressado de acordo com as características dos alvos. Chander & Markham (2003) e Zanter (2016) propõem a Equações 2 e 3 para o cálculo da correção do topo da atmosfera.

$$p\lambda' = Mp * ND + Ap \quad (2)$$

Onde

$p\lambda'$  = Reflectância espectral planetária (TOA) sem a correção do ângulo solar

$Mp$  = Fator multiplicativo de escala da reflectância (REFLECTANCE\_MULT\_BAND)

$Ap$  = Fator aditivo de escala da reflectância (REFLECTANCE\_ADD\_BAND)

ND = Número digital do pixel da imagem

$$p\lambda = p\lambda' \text{Sen}(\theta) \quad (3)$$

Onde

$p\lambda$  = Reflectância planetária TOA;

$p\lambda'$  = Reflectância espectral planetária (TOA) sem a correção do ângulo solar

$\theta$  = Ângulo de elevação solar

## 2.4 Cálculo do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI)

O SAVI foi gerado por meio das bandas vermelho e infravermelho próximo dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. Para o satélite Landsat 5, utilizou-se respectivamente as bandas 3 e 4, e para o satélite Landsat 8, utilizou-se respectivamente as bandas 4 e 5. Através da equação proposta por Huete (1988), Equação 4:

$$SAVI = (1 + L) * \frac{(IVP - V)}{(L + IVP + V)} \quad (4)$$

Onde

IVP = refletância no infravermelho próximo;

V = a refletância no vermelho;

L = Fator de ajuste para o solo (0.5).

O fator de ajustamento de solo (L) pode assumir valores entre 0.25 e 1. Sendo o valor de 0,25 para regiões de vegetação densa; 0,5 para vegetação com densidades intermediárias ou superfícies heterogêneas e 1 para vegetações de baixa densidade. Em geral o valor de 0.5 é comumente utilizado para o fator L, mas deve-se levar em

consideração o padrão de vegetação da região, que para esse fator corresponde a densidades intermediárias (Huete, 1988; Allen *et al.*, 2002; Rêgo *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2015). Após o cálculo do SAVI realizou-se a classificação da região proposto por Cerqueira & Santos (2017) conforme a Tabela 2.

## 2.5 Temperatura da Superfície

Para o cálculo da temperatura da superfície, utilizou-se a metodologia proposta por Chander & Markham (2003) e Coelho & Correa (2014). Primeiramente, foi realizado a conversão do número digital, também conhecido como nível radiométrico, para a radiância espectral no topo da atmosfera ( $L_\lambda$ ). Esse processo foi realizado na banda 6 do satélite Landsat 5 e na banda 10 do satélite Landsat 8, por meio da equação proposta por Zanter (2016) para produtos oriundos da série Landsat, equação 5.

$$L_\lambda = \left( \frac{LMAX_\lambda - LMIN_\lambda}{ND} \right) * ND + LMIN_\lambda \quad (5)$$

Onde

$L_\lambda$  = Radiância espectral no topo da atmosfera

$LMIN_\lambda$  = Radiância espectral mínima da banda

$LMAX_\lambda$  = Radiância espectral máxima da banda

ND = Número digital do pixel

Após a relação de conversão dos níveis de cinza, o cálculo da temperatura de brilho no sensor,  $T_{rad}$  [C], em Celsius, foi realizado pela equação 6:

$$T_{rad} [C] = \left( \frac{K_2}{\ln \left( \frac{K_1}{L_\lambda} + 1 \right)} \right) - 273 \quad (6)$$

Onde

$K_1$  = constante térmica de calibração de banda termal 1;

$K_2$  = constante térmica de calibração de banda termal 2;

Classes	Intervalos
Áreas de elevado vigor vegetativo	SAVI > 0,9
Áreas de médio vigor vegetativo	0,5 < SAVI < 0,9
Áreas de baixo vigor vegetativo	0,1 < SAVI < 0,5
Solo exposto	0 < SAVI < 0,1
Corpos Hídricos	SAVI < 0

Tabela 2 Intervalo de SAVI para a classificação da região, adaptado de Cerqueira & Santos (2017).

## 2.6 Comparação entre os dados de SAVI e temperatura de superfície e mudanças da paisagem

Utilizou-se as imagens do projeto MAPBIOMAS Cerrado e Mata Atlântica para a realização do mapa de uso e ocupação da superfície. As imagens foram baixadas no site do projeto para o período de estudo, ou seja, para os anos de 2000, 2005, 2010 e 2015. Realizou-se a reclassificação da imagem conforme demonstrado na Tabela 3, em cinco classes. Para isso, utilizou-se a classificação elaborada por Garlet *et al.* (2013) para a seleção das diversas classes de uso e ocupação da superfície.

Classes	Alvos Coletados
Floresta	Formação florestal, formação campestre e floresta plantada
Agropecuária	Pastagem, agricultura e cultura anual e perene
Solo exposto	Solo sem vegetação, terraplanagem e mineração
Urbanização	Telhado metálico, asfalto, rodovia e área urbana
Água	Curso d'água, reservatório, lagos e lagoas

Tabela 3 Classificação do uso do solo para a sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, adaptado de Garlet *et al.* (2013).

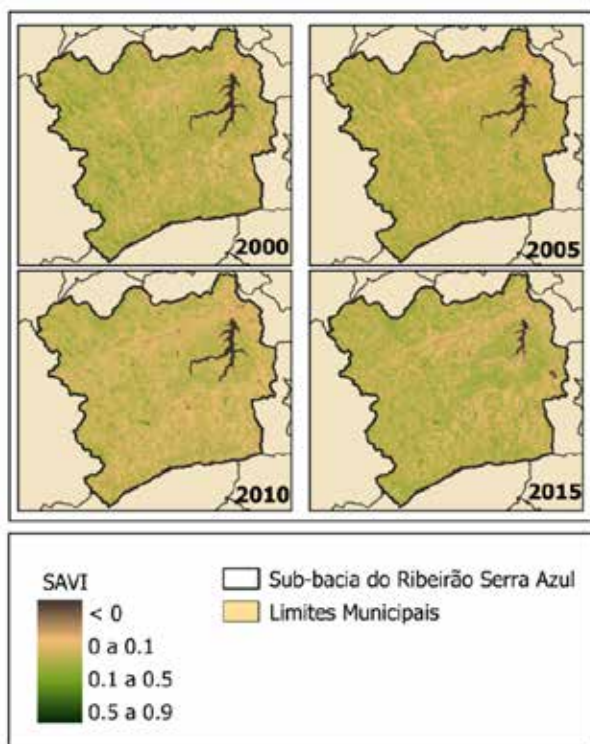


Figura 2 Comparação do estágio de cobertura vegetal por meio da utilização de SAVI.

## 3 Resultados e Discussões

### 3.1 Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI)

Foi possível verificar que as classes de SAVI variaram ao longo do tempo de estudo entre os diversos intervalos analisados, conforme mostrado na Figura 2. Identificou-se que ao longo do tempo as variações entre as classes permaneceram constantes, ou seja, sem alterações expressivas. Na Figura 2 foi possível identificar que a região do reservatório apresentou intensa variação entre as classes para os anos de 2010 e 2015, sendo possível identificar uma diminuição da resposta do índice para os intervalos menores que zero.

A Tabela 4 apresenta a área de abrangência de cada intervalo de SAVI analisado. É possível identificar uma grande variação entre as classes, sendo predominante as áreas com intervalos entre 0,1 e 0,5, ou seja, a região apresenta áreas de médio vigor vegetativo. No ano 2000 predominava na região áreas de médio vigor vegetativo, que ocupava 96,47% da área estudada, seguida da classe de baixo vigor vegetativo, representada por 1,92%. No ano de 2010, os percentuais da classe de médio vigor vegetativo sofreram redução, de 1,11%, sendo possível observar que nesse período a região de baixo vigor vegetativo obteve maior área, representada por 3,14%, correspondendo a um aumento de 1,22% entre os dez anos. Em 2015, os intervalos analisados apresentaram redução das áreas de abrangência, sendo predominante as faixas de cobertura vegetal de baixo e médio vigor vegetativo, representada respectivamente por 2,79% e 96,57%

De acordo com Ponzoni *et al.* (2012) quanto maior for a densidade da cobertura vegetal em uma determinada área, menor será a sua refletância na região do visível. Isso se deve a grande oferta de pigmentos fotossintetizantes presentes nas folhas. Em contrapartida, o contrário ocorre na região do infravermelho, pois quanto maior a dispersão da radiação eletromagnética ao longo das camadas de folhas maior será a sua resposta ao sensor.

Intervalo	2000		2005		2010		2015	
	Hac	%	Hac	%	Hac	%	Hac	%
<0	671,4	1,50	620,84	1,39	625,68	1,40	233,19	0,52
0 a 0,1	861,52	1,92	722,08	1,61	1407,28	3,14	1208,7	2,70
0,1 a 0,5	43199,60	96,47	43416,8	96,95	42702,00	95,36	43249,00	96,57
0,5 a 0,9	49,12	0,11	21,96	0,05	46,76	0,10	95,4	0,21

Tabela 4 Área de abrangência de cada intervalo de SAVI em relação a cobertura vegetal.

### 3.2 Temperatura de Superfície

Identificou-se que a temperatura da superfície da região sofreu um aumento, principalmente no ano de 2015, conforme mostrado pela Figura 3. Além disso, foi possível verificar que ao longo dos anos estudados a região não apresentou temperaturas de superfícies menores que 10°C.

Labaki *et al.* (2013) demonstram que o processo de alteração da temperatura de superfície de uma região pode variar por diversos fatores, sendo a alteração da cobertura vegetal o principal deles. Isso acontece pelo fato das árvores impedirem que grande parte da radiação incidente atinja a totalidade dos solos ou de construções de uma região, reduzindo a temperatura superficial de uma área.

O sombreamento, por meio da atenuação da radiação solar incidente e a evapotranspiração, proporciona o resfriamento das folhas e do ar da região. Assim, quanto maior o porte arbóreo de um vegetal maior será a sua contribuição para a diminuição da temperatura de superfície de uma região.

A Tabela 5 apresenta a área de abrangência de cada intervalo temperatura de superfície analisado. É possível identificar uma grande variação entre as classes, sendo predominante a faixa entre 20 e 30°C ao longo do tempo de estudo. Foi possível observar que no ano 2000 predominava na região áreas de faixa entre 10 a 20°C, que ocupava 74,27% da área estudada, seguida da faixa de 20 a 30°C, representada por 25,73%. No ano de 2010 os percentuais de temperatura entre 20 a 30°C sofreram um aumento de 22,44%, e uma redução de 22,43% das temperaturas entre 10 a 20°C. Isso permite identificar que no período de dez anos grande parte as regiões do intervalo de 10 a 20°C sofreram aumento da sua temperatura de superfície. Em 2015, a temperatura da superfície apresentou os maiores intervalos do estudo, sendo predominante as faixas entre 20 a 30°C, representado por 59,60% da região, e valores maiores que 30°C, correspondendo a 40,4% da área analisada.

Ao longo do período de estudo, foi apresentado indicativos que à medida que aumentou a temperatura de superfície da região, houve uma redução dos valores de SAVI médio apresentado (Figura 4). Foi possível identificar que ao longo do tempo analisado a região apresentou, em média, uma vegetação de médio vigor vegetativo, ou seja, entre valores de SAVI de 0,1 a 0,5. O ano 2000 foi aquele que apresentou maior porcentagem de área de temperatura entre 10 e 20°C, e devido a presença dessas regiões, apresentou a maior média de SAVI (0,257). Devido a diminuição dessas áreas e o aumento da faixa de áreas entre 20 a 30°C, de 0,001, a região apresentou uma diminuição de SAVI de 0,012 para o ano de 2005. Entre os anos de 2005 e 2010 identificamos uma inversão entre as faixas e um consequente aumento da média de SAVI da região. O ano de 2015, devido à ausência de faixas de temperaturas de superfície entre 10 e 20°C, foi o ano que apresentou a menor média de SAVI, de 0,205, e as maiores temperaturas de superfície, superiores a 30°C.

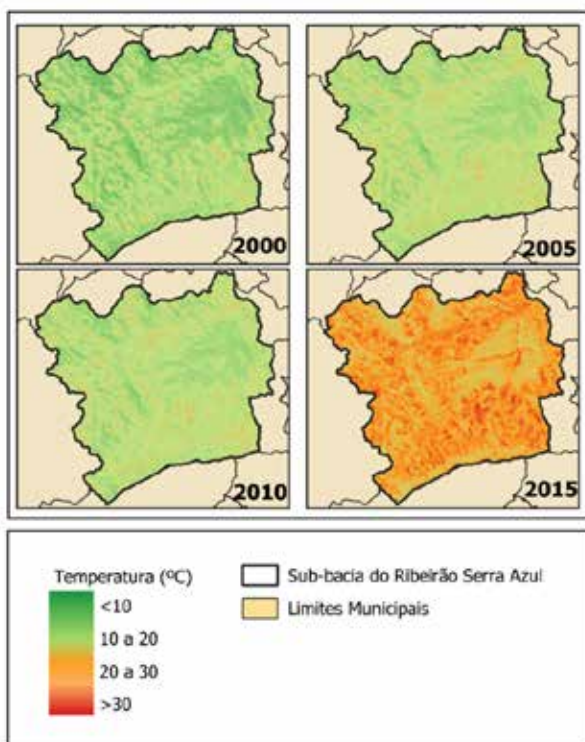


Figura 3 Comparação do estágio de vegetação por meio da utilização de SAVI.

Temperatura (° C)	2000		2005		2010		2015	
	Hac	%	Hac	%	Hac	%	Hac	%
<10	0	0	0	0	0	0	0	0
10 - 20	33269,1	74,27	23214,3	51,83	23204,1	51,84	0	0
20-30	11522,8	25,73	21577,6	48,17	21559,9	48,16	26696,1	59,60
>30	0	0	0	0	0	0	18095,3	40,40

Tabela 5 Área de abrangência da temperatura de superfície.

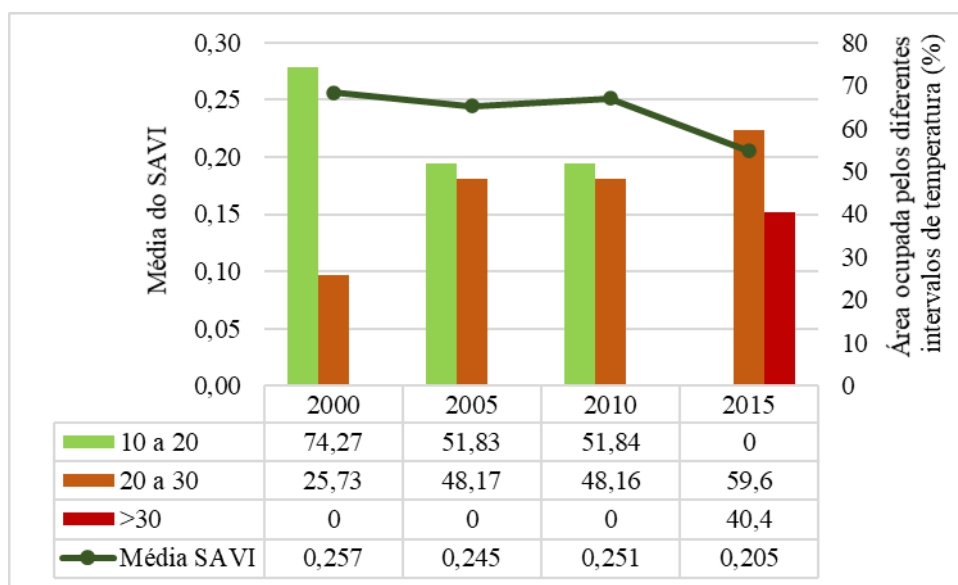


Figura 4 Relação entre a variação da média de SAVI ao longo da extensão da porcentagem de área ocupada pelos diferentes intervalos de classe de temperatura de superfície analisados.

A vegetação possui uma característica seletiva aos diferentes comprimentos de onda. Ela possui a capacidade de absorver cerca de 90% da radiação visível e 60% da radiação infravermelha. Nesse processo, a maior parte dessa radiação absorvida é utilizada para a realização de funções vitais da vegetação e o restante é transmitido ao longo das folhas. Através dessa característica a vegetação consegue atenuar a radiação de onda curta e evitar efeitos de ofuscamento no ambiente. Com relação a radiação de onda longa, a arborização reduz no calor emitido pelas superfícies e no seu aquecimento. Dessa forma, a vegetação possibilita a criação de microclimas distintos, exercendo bastante influência na temperatura de uma superfície (Labaki *et al.*, 2013; Basso & Corrêa, 2014).

### 3.3 Uso e Ocupação do Solo

A Figura 5 apresenta as classes de uso e ocupação do solo da região. A classificação demonstra o comportamento das classes de floresta, solo exposto, agropecuária, área urbana e corpos d'água ao longo da escala temporal analisada na sub-bacia do ribeirão Serra Azul. Na imagem, é possível identificar que a região possui uma extensa presença de atividades agropecuárias e de florestas, principalmente no entorno do reservatório Serra Azul. Além disso, é possível verificar a concentração de manchas de áreas urbanas na região. Isso permite demonstrar que a região é predominante rural ao longo das cidades que constituem a área da sub-bacia.

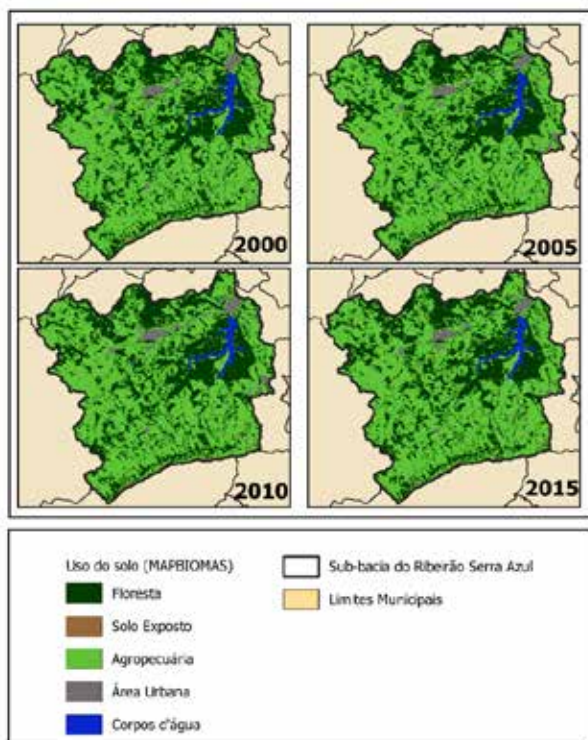


Figura 5 Comparação da variação do uso e ocupação da superfície.

Com base nos dados de variação do uso e ocupação da superfície ao longo do tempo analisado é possível identificar um grande aumento da área urbana na região, principalmente nos anos de 2010 e 2015 (Tabela 6). Para o ano 2000, a região apresentava grande quantidade de área agropecuária, correspondendo a 61,60% do território. No ano de 2005 houve uma diminuição das áreas agropecuárias (0,15%) e florestal (0,03%), e um aumento das áreas urbanas, de 0,20%. Diferentemente de 2005, o ano de 2010 apresentou um aumento das áreas florestais, de 0,59%, que pode estar associado a florestas plantadas ao longo da região de estudo que apresentaram crescimento entre o período de cinco anos. Além disso, a região apresentou um aumento de 0,61% da área urbana. Os resultados para o ano de 2015 apontaram para um aumento das atividades agropecuárias, de 0,4%, e da mancha urbana, de 0,19%, se comparado com o ano de 2010.

Identificou-se que a média do vigor vegetativo da região, representada pela média do SAVI (Figura 6), diminuiu ao longo do tempo de estudo. Além disso,

verificou-se que as principais mudanças do uso do solo ocorridas na região foram relativas à supressão da vegetação e expansão das áreas urbanas. Isso permitiu demonstrar que a taxa média de vigor vegetativo pode sofrer mudanças de acordo com as mudanças ocorridas ao longo da paisagem.

De acordo com Neves *et al.* (2015), dentro dos centros urbanos é importante ressaltar que existe inúmeras discussões sobre a expansão urbana e a deterioração ambiental. Além disso, essa problemática está presente em municípios de diversos portes, principalmente quando estes estão associados a falta de planejamento ambiental. A substituição da vegetação pela impermeabilização do solo pode provocar a intensa degradação dos ecossistemas e dos recursos naturais. Outro fator associado a essa questão está na perda de matas ciliares, diminuição da biodiversidade e impermeabilização do solo.

Em relação a temperatura de superfície, verificou-se que a média da região, representada pela variável média de temperatura (Figura 7), aumentou ao longo do tempo de estudo. Um dos grandes fatores que podem ter contribuído para o aumento da temperatura da região é a expansão da malha urbana, pré-estabelecida pela supressão da vegetação, ocorrida principalmente entre os anos de 2010 e 2015. Segundo Salles *et al.* (2013), a expansão urbana traz diversos conflitos ambientais para uma região sendo eles recorrentes ao longo de toda história. Dentro desses problemas está a impermeabilização do solo e supressão das vegetações. De acordo com Amorim *et al.* (2015), a área de cobertura vegetal de uma região é um dos fatores mais importantes para determinar a forma de distribuição da temperatura de superfície de uma região, sendo que quanto maior a sua quantidade, menor a temperatura de superfície encontrada. Corrêa & Silva (2015), compreende que a supressão vegetação é um dos principais responsáveis por diversos desequilíbrios ambientais, como redução da evapotranspiração, eliminação de habitats e alteração em microclimas locais.

De acordo com Coelho & Corrêa (2014), as diversas mudanças que ocorrem na forma de uso e ocupação da superfície provocados principalmente pela ação antrópica tem proporcionado grandes problemas nas paisagens. Os impactos oriundos por essas ações podem ser mitigados por meio da constante análise das regiões e o uso de informações temporais e espaciais para monitorar as modificações ocorridas em uma região.



Uso de Geotecnologias para Análise da Dinâmica da Vegetação da Sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, MG  
 Débora Joana Dutra; Daniel Brianezi & Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho

Classe	2000		2005		2010		2015	
	Hac	%	Hac	%	Hac	%	Hac	%
Floresta	15403,36	34,40	15389,40	34,37	15656,19	34,96	15398,38	34,43
Solo Exposto	190,19	0,42	190,44	0,43	222,90	0,50	188,94	0,42
Agropecuária	27584,44	61,60	27513,64	61,45	26948,54	60,18	27090,29	60,58
Área Urbana	831,63	1,86	923,20	2,06	1195,53	2,67	1278,46	2,86
Corpos d'água	767,15	1,71	760,08	1,70	753,61	1,68	763,15	1,71

Tabela 6 Área de abrangência das classes de uso e ocupação da superfície.

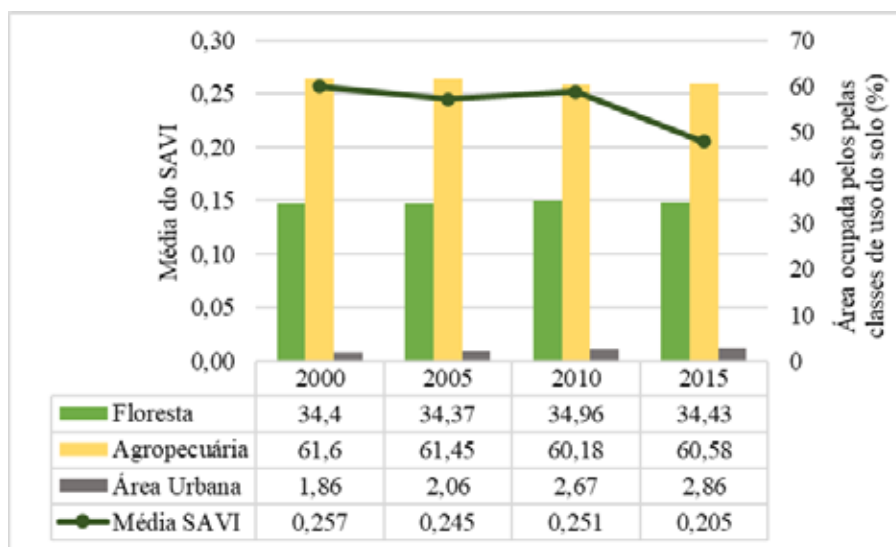


Figura 6 - Relação entre a variação da média de SAVI ao longo da extensão da porcentagem de área ocupada pelas diferentes classes de uso do solo da região de estudo.

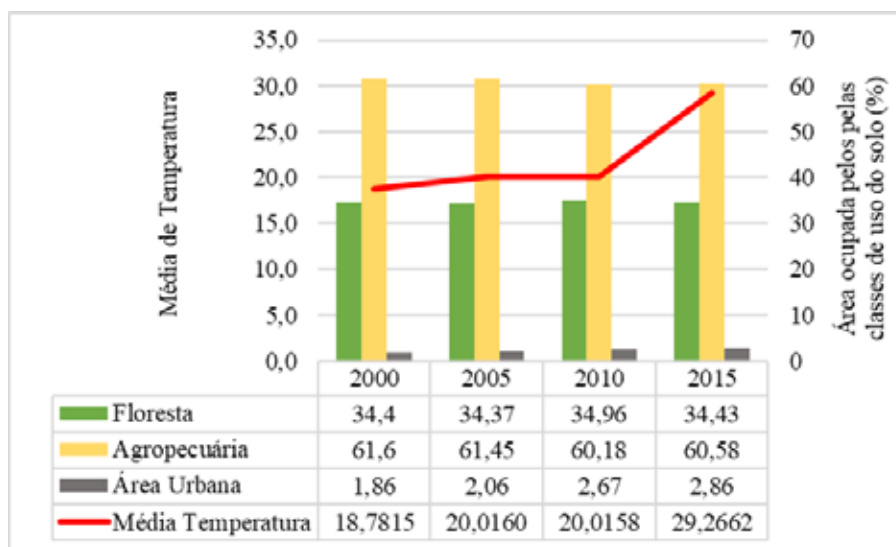


Figura 7 Relação entre a variação da média de SAVI ao longo da extensão da porcentagem de área ocupada pelas diferentes classes de uso do solo da região de estudo.

## 4 Conclusões

Dentro da escala e resolução estudada os resultados permitiram analisar o comportamento da variação do vigor vegetativo e da temperatura de superfície ao longo das mudanças de uso do solo ocorridas na sub-bacia do ribeirão Serra Azul entre os anos de 2000, 2005, 2010 e 2015. As principais contribuições do artigo consiste na identificação do aumento da temperatura do solo ao longo da impermeabilização da superfície, ocorrido principalmente por ações de expansão urbana e supressão de vegetação. Além disso, verificou-se que a presença de vegetação além de contribuir para a diminuição dos intervalos de temperatura também proporcionam um aumento do vigor vegetativo da região. Por fim, sugere-se para trabalhos futuros a utilização de visitas e dados de campo para melhor caracterização dessa influência bem como identificar regiões que sofreram grandes modificação da paisagem por conta da variação de vigor vegetativo e temperatura de superfície.

## 5 Referências

- Allen, R.G.; Tasumi, M. & Trezza, R. 2002. *SEBAL - Surface Energy Balance Algorithms for Land. Advance Training and User's Manual*. Moscow, Idaho Implementation, 97p.
- Amorim, M.C.C.T.; Dubreuil, V. & Cardoso, R.S. 2015. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em presidente prudente (SP) – Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 16(11): 29-45.
- Basso, J.M. & Corrêa, R.S. 2014. Arborização urbana e qualificação da paisagem. *Paisagem e Ambiente*, 34:129-148.
- Cerqueira, K.F. & Santos, F.A. 2017. Análise da cobertura vegetal, dos aspectos econômicos e a degradação ambiental do médio curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí), nordeste do Brasil. *Acta Geográfica*, 11(26): 160-172.
- Chander, G. & Markham, B.L. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures, and post-calibration dynamic ranges. 2003. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41: 2674–2677.
- Coelho, A.L.N. & Correa, W.S.C. 2014. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologia e Aplicações. *Revista Geografia Acadêmica*, 7(1) :31-45.
- Corrêa, R.S. & Silva, R.V.B. 2015. Ocupação urbana e degradação ambiental: ocupação, simbolismo e cidadania ambiental no bairro do Paraíso, Mosqueiro-PA. *Revista Perspectivas do Desenvolvimento*, 3(4): 1-25.
- Dubreuil, V.; Fante, K.P.; Planchon, O. & Neto, J.L.S.A. 2018. Os tipos de climas anuais no Brasil: Uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, 37: 1-6.
- Faustino, A.B; Ramos, F.F & Silva, S.M.P. 2014. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em sensoriamento remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. *Sociedade e Território*, 26(2): 18-30.
- Garlet, B.; Nora, R.D.; Bernardes, R.; Fensterseifer, S.L.B. & Swarowsky, A. 2013. Mapeamento do uso e ocupação do solo da micro bacia hidrográfica Nossa Senhora de Lourdes, em Santa Maria - RS. *Disciplinarum Scientia: Série: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, 14(2): 235-243.
- Huete, A.R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3): 295-309.
- IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações sobre as cidades brasileiras. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 set. 2018.
- Labaki, L.C.; Santos, R.F.; Lotufo, B.B.C. & Abreu, L.V. 2013. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável*, 4(1): 23 - 42.
- Miceli, B.S; Fernandes, M.C & Estrada, A.F.D. 2015. Análise temporal da cobertura e uso da terra através de observações em superfície modelada na APA Petrópolis, Rio de Janeiro. *Revista Geo UERJ*, 26: 211-225.
- Neves, S.M.; Barbosa, A.M.F. & Souza, R.M. 2015. Análise geoambiental do município de Uruçuí-PI. *Revista de Geografia*, 32(1):151-166.
- Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E. & Kuplich, T.M. 2012. *Sensoriamento remoto da vegetação*. 2ed. São Paulo, Oficina de Textos, 160p.
- Ponzoni, F.J. & Shimabukuro, Y.E. 2010. *Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação*. São José dos Campos, Parêntese, 136p.
- Rêgo, S.C.A.; Lima, P.P.S.; Lima, M.N.S. & Monteiro, T.R.R. 2012. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB. *Revista Geonorte*, 2(4):1217-1229.
- Rufo, R.L.T & Cristo, S.S.V. 2014. Sensoriamento remoto aplicado na análise do uso e ocupação da bacia hidrográfica do Córrego Titira, Porto nacional, Tocantins. *Revista Interface (Porto Nacional)*, 7: 47-60.
- Salles, M.C.T.; Grigio, A.M. & Silva, M.R.F. 2013. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN-Brasil. *Revista Sociedade & Natureza*, 25(2):281-290.
- Santos, J.A.E.O.; Aparecido, D. & Zimback, C.R.L. 2015. Imagens do Landsat-8 no mapeamento de superfícies em área irrigada. *Irriga, Botucatu, Edição Especial*, p. 30-36.
- Silva, L.A; Leite, M.R & Veloso, G.A. 2017. NDVI como indicador de alterações nos sistemas de usos da terra e no albedo de superfície no município de várzea da palma (Minas Gerais). *Revista GeoNordeste*, 2: 76-94.
- Souza, E.A. 2003. *Qualidade da água e uso do solo na Bacia do Ribeirão Serra Azul (MG)*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 105p.
- Zanter, K. 2016. *Landsat 8(L8) data users handbook*. Landsat Science Official Website. Sioux Falls, U.S. Geological Survey, 144p.