

## GEOTECNOLOGIA NO MAPEAMENTO DA CAFEICULTURA NO CAPARAÓ CAPIXABA

### *GEOTECHNOLOGY IN THE MAPPING OF COFFEE CROPPING IN CAPARAÓ CAPIXABA REGION*

<sup>1\*</sup>Telma Machado de Oliveira Peluzio

<sup>2</sup>Amanda Pacheco Sturião

<sup>3</sup>João Batista Esteves Peluzio

<sup>4</sup>Jeferson Luiz Ferrari

<sup>5</sup>Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. E-mail: tmpeluzio@ifes.edu.br

<sup>2</sup>Tecnóloga em Cafeicultura. E-mail: amandapsturio@gmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. E-mail: jbpeluzio@gmail.com

<sup>4</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. E-mail: ferrarijl@ifes.edu.br

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. E-mail: mariopechara@hotmail.com

\*Autor de correspondência

Artigo submetido em 23/06/2020, aceito em 18/09/2020 e publicado em 28/12/2020.

**Resumo:** Em virtude da importância no papel socioeconômico da cultura cafeeira para a região, o estudo teve como objetivo mapear a cafeicultura do Território do Caparaó Capixaba e avaliar a dinâmica de ocupação do cultivo de café no período de 2007 a 2015. Foram utilizadas fotos do ortofotomosaico do estado do Espírito Santo, recorte para o Território, com resolução espacial de 1 m para 2007 e 0,25 m para 2015, na escala cartográfica de 1:35.000. A fotointerpretação foi realizada em aplicativo computacional na escala de 1:2.000, com checagem do erro pelo Índice Kappa. A fim de posicionar a área de cultivo ao tipo de café entre arábica e conilon, foi realizado o zoneamento de aptidão, de restrição e de inaptidão agroclimática e, posteriormente, da altitude, conforme critérios adotados pelo órgão estadual. De posse do zoneamento, foi interpolada a fotointerpretação da área de cultivo de 2007 e 2015, possibilitando sua comparação. Detectou-se que a área total de ocupação do café foi de 16,37% (2007), e de 15,82% (2015), sendo 8,78% de área comum. Em relação as áreas de cultivo de conilon e arábica, verificou-se redução para ambas as espécies de 14,59 e 6,72 km<sup>2</sup>, respectivamente.

**Palavras-chave:** aplicativo computacional; *Coffea*; SIG; zoneamento agroclimático.

**Abstract:** Considering the importance and the socioeconomic role of coffee culture for the region, the study aimed to map coffee cultivation in the Caparaó Capixaba Territory and to evaluate the dynamics of coffee cultivation in the period from 2007 to 2015. Photos from the orthophotomosaic of the state of Espírito Santo, cut to the Territory, with spatial resolution of 1 m for 2007 and 0.25 m for 2015, on the

cartographic scale of 1: 35,000. The photointerpretation was performed in a computer application on a scale of 1: 2,000, with error checking using the Kappa Index. In order to position the cultivation area to the type of coffee between arabica and conilon, the zoning of agroclimatic suitability, restriction and inaptitude were carried out, and subsequently involving the altitude, according to criteria adopted by the state agency. From the zoning point of view, the photointerpretation of the 2007 and 2015 cultivation area was interpolated, making it possible to compare them. It was found that the total area of coffee occupation was 16.37% (2007), and 15.82% (2015), being 8.78% of common area. Regarding the total planting area of conilon and arabica, there was a reduction in the cultivation of both species of 14.59 and 6.72 km<sup>2</sup>, respectively.

**Keywords:** agroclimatic zoning; *Coffea*; computational application; SIG.

## 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de expressiva relevância no cenário nacional e internacional, contribuindo diretamente para o desenvolvimento socioeconômico da população (MOREIRA *et al.*, 2004; GOMES, ROSADO, 2005). A estimativa para a produção de café no ano 2019 foi de aproximadamente 53,2 milhões de sacas beneficiadas, com uma redução de 17,4%, em relação ao ano de 2018, em função da bianualidade negativa (IBGE, 2019).

Levantamentos realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), indicam que os parques cafeeiros estão em plena produção, destacando-se como maiores produtores de café do Brasil os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo. O estado do Espírito Santo é o maior produtor de café conilon (64%) e o estado de Minas Gerais, de café arábica (69%) (CONAB, 2020).

No Espírito Santo, a cafeicultura possui grande importância no cenário econômico, político e social, gerando empregos e fixando o homem no campo, evitando assim o êxodo rural (INCAPER, 2017). A área cultivada chega a 4.003,00 km<sup>2</sup>, sendo responsável por 64% da produção de café conilon e 9,45% de café arábica em nível nacional (CONAB, 2020). Mas, em se tratando do Território do Caparaó Capixaba (TCC), ganha nova dimensão, haja vista a busca por uma Indicação Geográfica (SAFRA, 2019).

A cadeia produtiva do café no Território do Caparaó Capixaba (TCC),

caracteriza-se por apresentar inúmeras organizações, instituições e centros de pesquisas como o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), o Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) e a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), que pesquisam o desenvolvimento, o controle e o aperfeiçoamento da atividade cafeeira no Estado (BRAGANÇA *et al.*, 2016; ASSIS *et al.*; 2017; DE QUEIROZ *et al.*, 2018; ESPINOSO *et al.*, 2018; FERRARI *et al.*, 2018).

No tocante à avaliação e ao monitoramento das áreas cultivadas com café, a utilização de geotecnologias com emprego de ortofotos, imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento apresenta-se como opção apropriada, devido ao desenvolvimento de novas ferramentas de análise e de produtos cartográficos de melhor qualidade, maior disponibilidade e periodicidade (MOREIRA *et al.*, 2004; VIEIRA *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2010). Tais tecnologias têm possibilitado a geração de estatísticas agrícolas cada vez mais confiáveis, até para pequenas áreas, considerando a resposta espectral e os aspectos culturais da lavoura, tais como espaçamento, idade, cultivar, face do relevo, zoneamento e tratos culturais (VIEIRA *et al.*, 2006; EUGÊNIO *et al.*, 2014; BRAGANÇA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016; PELOZO *et al.*, 2017).

Ressalta-se que vários são os sistemas que integram as geotecnologias, e dentre eles, estão os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs),

ferramentas que possibilitam integrar, analisar, espacializar e exibir as informações sobre os elementos da natureza, proporcionando maior segurança e eficiência nas tomadas de decisão tanto para os gestores públicos quanto privados (VIEIRA *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2015).

Em se tratando do cultivo de café, SIGs têm possibilitado a identificação, o mapeamento e o monitoramento de nichos de mercado para produtos especiais e de melhor qualidade (SOUZA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2017; TAQUES *et al.*, 2019)

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi mapear e avaliar a dinâmica de ocupação do cultivo do café no TCC, no período de 2007 e 2015.

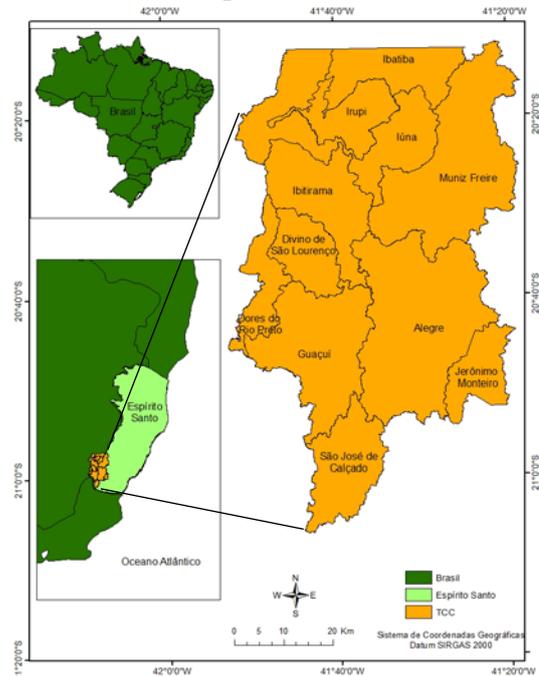
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O mapeamento e a avaliação da dinâmica de ocupação das áreas cultivadas com café no TCC, no período de 2007 e 2015, seguiu as etapas metodológicas: caracterização da área; obtenção das ortofotos da região referentes aos anos 2007 e 2015; fotointerpretação da área de cultivo de café; zoneamento da aptidão para cultivo de café arábica e conilon; e classificação e comparação da área de cultivo de café arábica e conilon.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E OBTENÇÃO DAS ORTOFOTOS

A região do TCC situa-se ao Sul do Espírito Santo, entre as latitudes de 20°19' e 21°37' S e longitude de 41°43' e 41°53' O (Figura 1). Apresenta um relevo bem acidentado, correspondendo a uma área total de 3.899,85 km<sup>2</sup> e possui um clima ameno, com médias anuais entre 19°C e 22°C, sendo que, a região serrana, possui temperaturas médias anuais menores nas áreas de maior altitude (INCAPER, 2017).

Figura 1: Localização TCC em relação ao estado do Espírito Santo e ao Brasil



Fonte: os autores.

Considerando o regime de precipitação e temperatura, associado ao gradiente de altitude que varia de 100 m a 2.892,30 m, segundo a classificação de Köppen o clima da região é bem diverso, em que trechos específicos podem ser classificados em: Am - sem período de seca; Cfa - com verão quente sem estação seca; Cfb - com verão brando e sem seca; Cwa - com verão quente e com seca no inverno (PEZZOPANE *et al.*, 2010).

A área é composta por tipos litológicos fundamentados principalmente em rochas pré-cambrianas. A classe de solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo, em um relevo bastante acidentado (BRAGANÇA *et al.*, 2016).

Quanto à vegetação, a área está dentro do domínio do bioma Mata Atlântica, possuindo formações florestais classificadas como ombrófila densa montana e sub-montana, e floresta estacional semidecidual.

As ortofotos de 2007 e de 2015, utilizadas no presente trabalho, foram cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema). Ressalta-se que esses produtos

cartográficos foram oriundos de levantamentos aerofotogramétricos realizados em todo o Espírito Santo, para fins de monitoramentos diversos.

As ortofotos de 2007 apresentam resolução espacial de 1,0 m, já as de 2015, de 0,25 m. Ambas nos intervalos espectrais do visível (0,45–0,69  $\mu\text{m}$ ) e na escala cartográfica de 1:35.000 (IEMA 2012/2015).

### 3.2 FOTOINTERPRETAÇÃO DA ÁREA DE CULTIVO DE CAFÉ NO TERRITÓRIO DO CAPARAÓ CAPIXABA, NOS ANOS DE 2007 E 2015

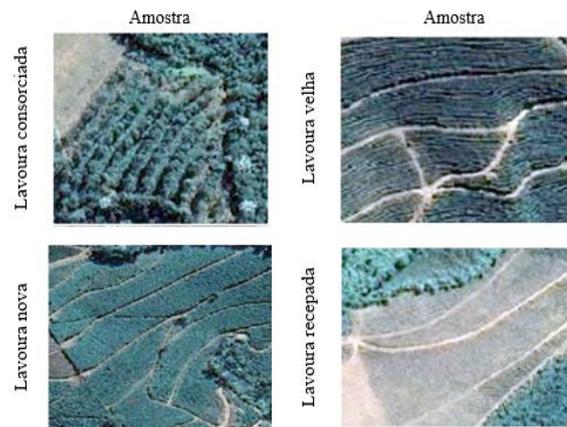
O processo de fotointerpretação sobre as ortofotos foi realizado em aplicativo computacional, na escala cartográfica de 1:2.000, conforme metodologia de Santos *et al.* (2010).

Para tanto, foi necessária a elaboração de um arquivo vetorial poligonal (*Shapefile*). Em seguida, foi sobreposto ao recorte da aerofoto, tendo início, então, a digitalização em tela, conforme a chave de fotointerpretação da cultura de café (Figura 2).

Ao final da digitalização, todos os polígonos fotointerpretados foram editados e agrupados, possibilitando a posterior quantificação da área de café, por meio da calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo vetorial.

A fim de verificar o erro da fotointerpretação, foram amostrados aleatoriamente os pontos para checagem sobre as duas imagens, sobre as quais foram calculados o Índice Kappa (IK) proposto por Cohen (1960). A interpretação dos valores para o IK baseou-se nas classes interpretativas propostas por Fonseca (2000).

Figura 2: Chave de fotointerpretação utilizada para o mapeamento e avaliação da dinâmica de ocupação das áreas cultivadas com café, no TCC



Fonte: os autores.

### 3.3 ZONEAMENTO PARA O CULTIVO DE CAFÉ ARÁBICA E CONILON

O zoneamento para café arábica e conilon foi realizado em duas etapas. Inicialmente com os critérios e dados agroclimatológicos (temperatura e déficit hídrico). Em seguida foi adicionada a variável altitude, conforme critérios adotados pelo Incaper (2017), baseados em estudos de Ferrão *et al.* (2017) (Tabela 1).

Para espacialização dos dados meteorológicos de temperatura média anual e deficiência hídrica anual, foram utilizados dados de uma série meteorológica de 30 anos do estado do Espírito Santo, ambos disponibilizados pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (Geobases), e compilados em aplicativo computacional, conforme metodologia adotada por Santos *et al.* (2015).

A espacialização da temperatura média anual deu-se pela utilização de dados matriciais das imagens, obtidos via regressão linear múltipla, conforme metodologia proposta por Santos *et al.* (2015).

Tabela 1: Critérios para a classificação das áreas cultivadas com café arábica e conilon, no TCC

Critérios	Café arábica			Café conilon		
	Apta	Restrita	Inapta	Apta	Restrita	Inapta
Temperatura média anual (°C)	22 - 23	18 - 19 23 - 24	< 18 e > 24	22,5 - 24	20 - 22,49 24,1 - 25	< 20 - > 25
Deficiência hídrica anual (mm)	< 150	150 - 200	> 200	< 200	200 - 400	> 400
Altitude (m)	> 500	-	-	< 500	-	-

Fonte: adaptada do Incaper (2017).

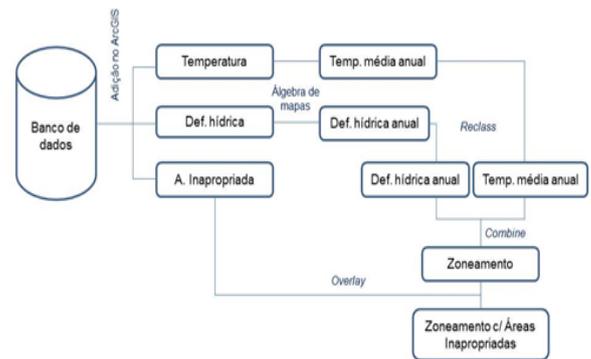
Para a espacialização do déficit hídrico, foram obtidas a partir de imagens matriciais, via balanço climatológico espacializado *pixel a pixel*, considerando a Capacidade de Água Disponível dos solos do estado do Espírito Santo, de acordo com metodologia proposta por Omena (2014), adaptada de Thornthwaite e Mather (1955).

De posse dos mapas de temperatura média anual, e deficiência hídrica anual da região, realizou-se a reclassificação espacial, com base nas exigências do café arábica e conilon (Tabela 1). Dessa forma, foram obtidas áreas aptas, restritas e inaptas ao cultivo, de acordo com cada um dos critérios.

Após a combinação de temperatura e deficiência hídrica, foi realizada uma nova combinação, com as áreas de altitude abaixo e acima de 500 m, advindas do Modelo Digital de Elevação (MDE) do terreno. Este foi obtido a partir dos dados de altitude do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil n. 20S42 do projeto TOPODATA (VALERIANO; ROSSETTI, 2012; TOPODATA, 2004).

Posteriormente, foram adicionados os dados de áreas inapropriadas da região, os quais são compostos por manchas urbanas, unidades de conservação, corpos hídricos, cedidos pelo Geobases. Tais dados foram subtraídos do quantitativo total da área, conforme o Fluxograma metodológico para espacialização do zoneamento de café arábica e conilon, no TCC (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma metodológico para espacialização do zoneamento de café arábica e conilon, no TCC



Fonte: os autores.

### 3.4 CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DE CULTIVO DE CAFÉ ARÁBICA E CONILON

De posse do zoneamento para cultivo do café conilon e arábica, foi realizada a sobreposição dos polígonos fotointerpretados nos anos de 2007 e 2015, e posterior quantificação e comparação por intermédio de estatística descritiva, considerando os polígonos fotointerpretados de 2007 como referência (100%).

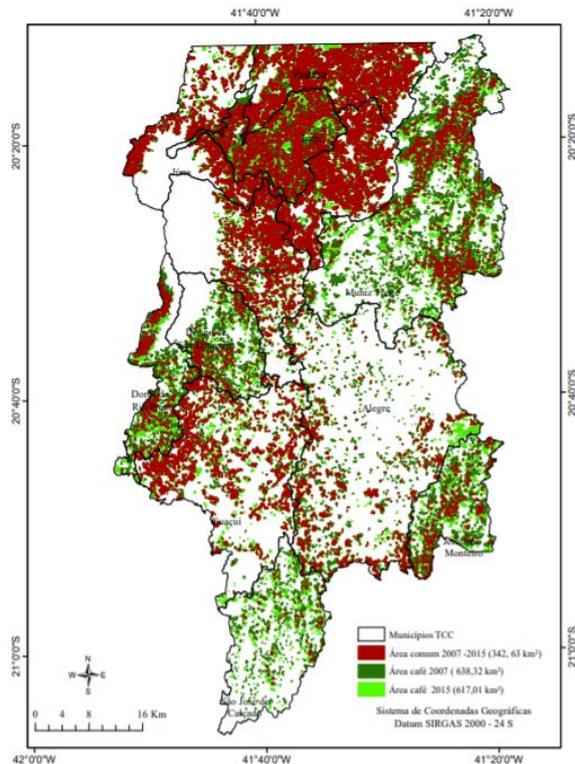
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 FOTOINTERPRETAÇÃO DAS ÁREAS DE CULTIVO DE CAFÉ NO TCC, NOS ANOS DE 2007 E 2015

O processo de fotointerpretação indica que, nos anos de 2007 e 2015, o cultivo de café ocupava respectivamente

16,37% e 15,82% da área total de estudo, dos quais 8,78% são comuns nos dois períodos (Figura 4), evidenciando a importância econômica da cafeicultura para região, haja vista a grande extensão territorial ocupada.

Figura 4: Áreas de cultivo de café no TCC nos anos de 2007 e 2015



Fonte: os autores.

Comparado a 2007, é possível observar que houve uma redução de 21,31 km<sup>2</sup> de área de cultivo de café em 2015 (Figura 4). Essa redução não é linear, pois, em alguns municípios houve aumento (Tabela 2).

A redução de área cultivo também se deu em nível Nacional, quando se compara a área de 2007 e 2015, para o café conilon foi entorno de 20%. Todavia para o café arábica, a área de ocupação se manteve estável (CONAB, 2017).

Ao se avaliar de forma individualizada a área de cultivo de café dos estados produtores no período de 2007 a 2015, São Paulo e Minas Gerais, se mantiveram estáveis, já Rondônia, Bahia e Paraná houve redução (CONAB, 2017).

Comparando as análises dos erros de fotointerpretação entre as imagens de 2007 e 2015, verificou-se altos índices de acertos com 97% e 100%, respectivamente, valores considerados excelentes (FONSECA, 2000). Os quais, só foram possíveis graças a alta resolução das imagens, evitando a confusão na captação específica das características do cultivo de café, além do olhar treinado do fotointerpretador (TAVEIRA *et al.*, 2018; DA FONSECA *et al.*, 2018).

Tabela 2: Comparação das áreas de cultivo de café nos municípios do TCC, entre os anos 2007 e 2015, e sua variação, considerando como referência os resultados de 2007

Municípios	Área Total (km <sup>2</sup> )	2007	2015	Variação (%)
		Área café (km <sup>2</sup> )	Área café (km <sup>2</sup> )	
Alegre	773,40	52,54	38,32	- 27,07
Divino de São Lourenço	175,81	25,09	16,39	- 34,68
Dores do Rio Preto	152,78	31,79	29,18	- 8,21
Guaçuí	468,88	56,62	58,51	3,34
Ibatiba	239,87	93,76	105,77	12,81
Ibitirama	330,00	50,77	48,30	- 4,86
Irupi	184,29	76,52	89,97	17,58
Iúna	459,97	116,48	123,01	5,61
Jerônimo Monteiro	162,00	27,79	23,54	- 15,29
Muniz Freire	679,78	97,71	71,64	- 26,68
São José do Calçado	272,78	9,25	12,38	33,84
<b>Total</b>	<b>3.899,85</b>	<b>638,32</b>	<b>617,01</b>	<b>- 3,34</b>

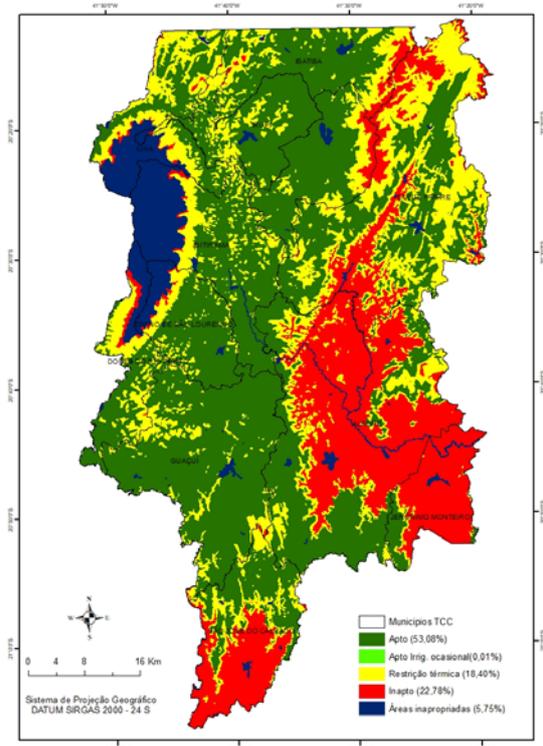
Fonte: os autores.

Em relação a área total dos municípios, a maior redução ocorreu em Divino de São Lourenço, correspondendo a 8,70 km<sup>2</sup>, equivalente a 4,95% da sua área total. Já o maior aumento foi em São José do Calçado em 3,13 km<sup>2</sup>. Os valores, tanto de redução e/ou aumento, se devem a vários fatores, tais como, o custo da operação de cultivo de café, haja vista, que sua condução de maior parte dos processos ser de base familiar (GOBBO *et al.*, 2016); e as condições climáticas do período (DOHLER *et al.*, 2016; CONAB, 2017).

#### 4.2 ZONEAMENTO PARA OS CULTIVOS DE CAFÉ ARÁBICA E CONILON

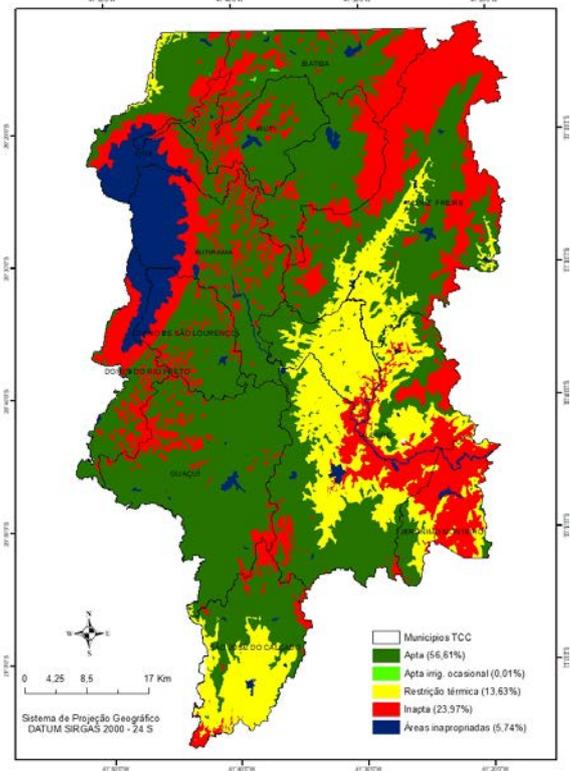
O zoneamento para o cultivo de café arábica e conilon, foi realizado em duas etapas, primeiro com variáveis climatológicas para o café arábica (Figura 5), e café conilon (Figura 6). Posteriormente, com adição da variável altitude.

Figura 5: Zoneamento agroclimatológico do café arábica



Fonte: os autores.

Figura 6: Zoneamento agroclimatológico do café conilon, no TCC



Fonte: os autores.

O zoneamento com variáveis agroclimáticas, tanto para café arábica quanto para o conilon, indica que grande parte do TCC está apta a cultivos em condições climatológicas naturais.

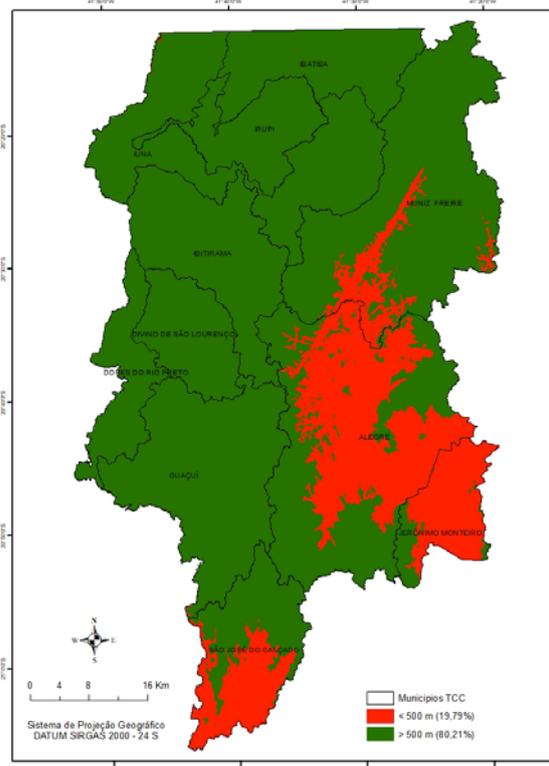
Em se tratando apenas das variáveis climatológicas, o TCC possui 3,54% a mais de aptidão ao cultivo de conilon do que arábica, e o mesmo percentual de áreas aptas com irrigação obrigatória. O café arábica possui 4,84% maior restrição de temperatura que o conilon.

No critério de inaptidão, o conilon possui 1,19% a mais que o arábica. Para alguns autores, isso se dá devido a maior restrição em decorrência da deficiência hídrica e presença de maiores temperaturas (PEZZOPANE *et al.*, 2010, BRAGANÇA *et al.*, 2016; FERRÃO *et al.*, 2017).

Com a aplicação do MDE, foi possível a reclassificação das altitudes, conforme Tabela 1, indicando assim que, no TCC, apenas 19,79% localizam-se

abaixo e 80,21% acima de 500 m de altitude (Figura 7).

Figura 7: Reclassificação das altitudes, abaixo e acima de 500 m, no TCC



Fonte: os autores.

A adição da variável altitude possibilitou o refinamento do zoneamento, pois o cultivo de conilon tem como fator limitante para sua condição ótima a altitude de 500 m (FERRÃO *et al.*, 2017).

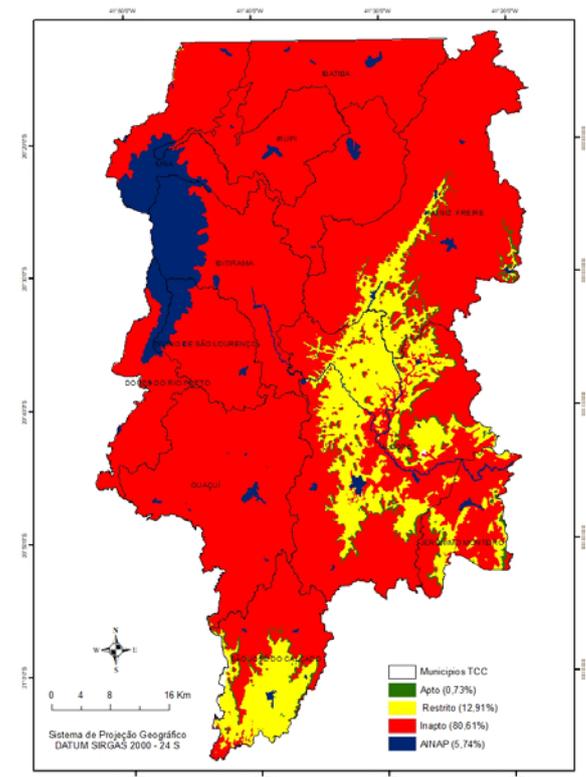
As maiores restrições são detectadas em decorrência da deficiência hídrica e da variação de altitude que no TCC vai de 86 m a 2.854 m.

Infelizmente, ainda não se tem muitos estudos comparando conilon e arábica no cenário nacional, apenas nos estados do Espírito Santo e da Bahia (CONAB, 2017). Apesar de Minas Gerais também ser produtor, a área é muito pequena.

A associação da variável altitude ao zoneamento agroclimatológico de arábica não alterou as suas áreas de aptidão, de restrição e de inaptidão, permanecendo iguais às da Figura 5. Todavia, o mesmo não ocorreu com o conilon, alterando

completamente o quantitativo de áreas aptas, haja vista que, seu cultivo ótimo se dá abaixo de 500 m, e suporta maior déficit hídrico, conforme observado no zoneamento de café conilon (Figura 8).

Figura 8: Zoneamento de café conilon no TCC



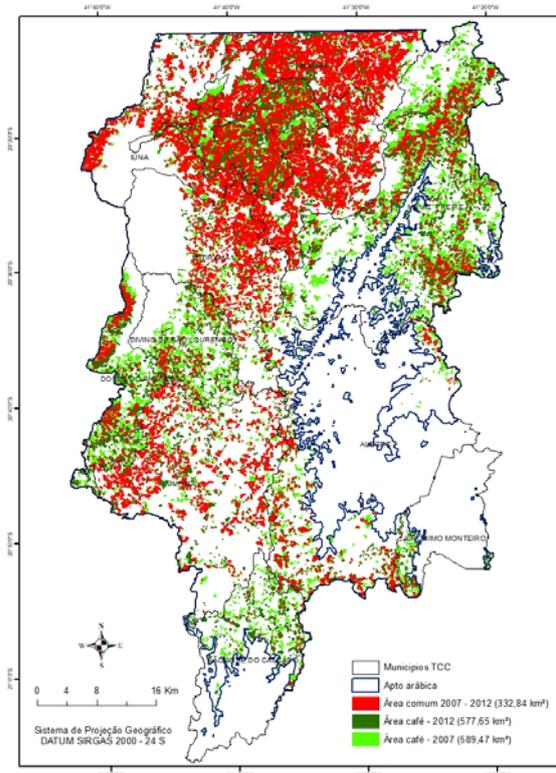
Fonte: os autores.

A área passível de cultivo de conilon restringe-se apenas a 13,64% quando soma a área apta e a restrita, havendo necessidade da adoção de irrigação em seu manejo.

#### 4.3 CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DE CULTIVO DE CAFÉ ARÁBICA E CONILON, NO TCC

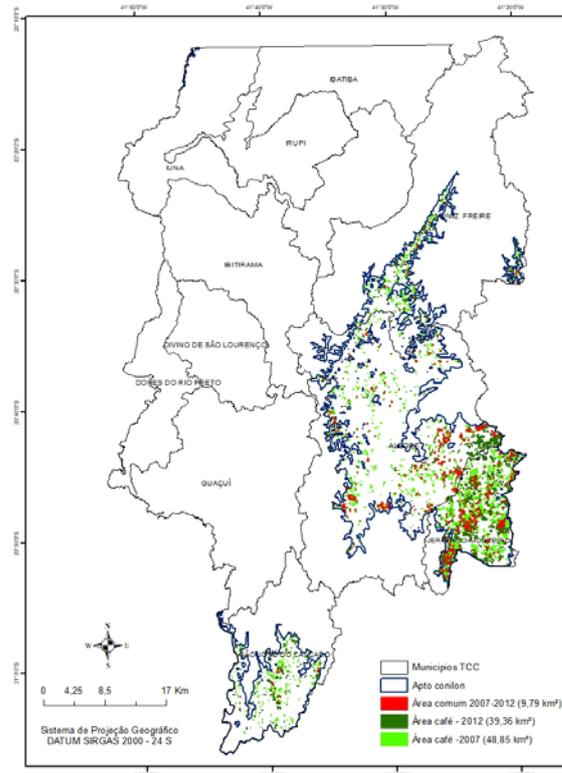
Ao se interpolar zoneamento final de café arábica e conilon sobre a fotointerpretação das áreas de cultivo de nos anos de 2017 e 2015, observou-se maior cultivo de café arábica em relação ao conilon (Figura 9 e 10). Todavia, essa variação não é linear, quando se compara em nível de município (Tabela 3).

Figura 9: Interpolação do zoneamento de café arábica sobre fotointerpretação de 2007 e 2015, no TCC



Fonte: os autores.

Figura 10: Interpolação do zoneamento de café conilon sobre fotointerpretação de 2007 e 2015, no TCC



Fonte: os autores

Tabela 3: Comparação das áreas de cultivo de café arábica e conilon, entre os anos de 2007 e 2015, no TCC, considerando 2007 como 100%

Município	2007		2015	
	Arábica (km <sup>2</sup> )	Conilon (km <sup>2</sup> )	Arábica (km <sup>2</sup> )	Conilon (km <sup>2</sup> )
Alegre	35,90	16,64	25,18	13,14
Divino de São Lourenço	25,09	-	16,39	-
Dores do Rio Preto	31,79	-	29,18	-
Guaçuí	56,62	-	58,51	-
Ibatiba	93,76	-	105,77	-
Ibitirama	50,77	-	48,3	-
Irupi	76,52	-	89,97	-
Iúna	116,48	-	123,01	-
Jerônimo Monteiro	4,87	22,92	2,47	21,07
Muniz Freire	92,24	5,47	66,70	4,94
São J. do Calçado	5,55	3,70	9,52	2,86
<b>Total</b>	<b>589,59</b>	<b>48,73</b>	<b>575</b>	<b>42,01</b>

Fonte: os autores.

Ao se comparar as áreas de cultivo de café arábica e conilon entre os anos de 2007 e 2015 no TCC, considerando 2007

como 100% (Tabela 3). Observou-se, uma redução na área total de cultivo de 14,59

km<sup>2</sup> para o arábica e 6,72 km<sup>2</sup> para o conilon.

Os municípios que tiveram redução foram Alegre, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Ibitirama, Jerônimo Monteiro, Muniz Freire e São José do Calçado, apresentando média de 19,8% e desvio padrão de 4,89%, em relação a área de cultivo de 2007. Já o aumento de cultivos de café se deu em Guaçuí, Ibatiba, Irupi e Iúna; apresentaram média de 8,45% e desvio padrão de 6,64%, em relação a área de cultivo de 2007.

Segundo a Conab (2020), nos últimos anos as lavouras de café conilon foram afetadas, devido ao déficit hídrico e a problemas climáticos. No fechamento da estimativa da safra café conilon de 2016, a produção apresentou decréscimo de 35,12% em relação à safra 2015. Neste período, o Estado do Espírito Santo foi responsável por 62,4% da área total cultivada no país, em que observou um decréscimo de 18% de maneira geral no Espírito Santo, sendo 3,9% para o café arábica e 22% para o café conilon entre os anos de 2014 e 2015 (CONAB, 2017).

No período entre os anos de 2007 a 2015, registrou grande déficit hídrico, aumento das temperaturas e grande insolação principalmente em dezembro de 2014, período de formação e enchimento de grãos, acarretando sua má formação e redução de peso (CONAB, 2017). Isso influenciou na redução da produtividade e erradicação de lavouras, consequentemente, diminuindo área plantadas em alguns municípios estudados.

Vale ressaltar que a seca e a má distribuição de chuvas por um longo período, principalmente nas épocas do florescimento, interfere na fertilização das flores, no número e no desenvolvimento dos frutos. Além disso, provocou a queda de folhas e de frutos em crescimento, prejudicando o desenvolvimento e vigor da planta; a falta de água nos mananciais (córregos, rios, represas), associada à normativa de proibição de irrigação durante o dia por falta de água em todo o

Espírito Santo, comprometeu a irrigação de 70% das lavouras do Estado. Essa redução acarretou ainda a redução de adubações, prejudicando os tratos culturais, promovendo maior incidência de ácaros vermelho, cochonilha da roseta e broca das hastas (SOUZA *et al.*, 2012; BRAGANÇA *et al.*, 2016; DOHLER *et al.*, 2016; PATRÍCIO *et al.*, 2017).

Como a condução da atividade agrícola no TCC é de base familiar, os efeitos do estresse hídrico tornam-se mais evidente em decorrência da escassez e baixa qualificação da mão de obra, pois, na maioria das vezes, são realizadas pelos próprios proprietários e familiares. Isso para a região é um desafio, em se tratando da realização de um agronegócio economicamente viável e sustentável (GOBBO *et al.*, 2016).

A maior parte dos pequenos e médios produtores possui carências no que diz respeito aos aspectos de gestão e manejo para a tomada de decisão, provocando um aumento de ações e empreendimentos familiares mal remunerados. Tal situação faz com que haja migração para outros meios de cultivo (GOBBO *et al.*, 2016).

A realização do zoneamento de localização para o café arábica e conilon no TCC é pertinente, pois permite a identificação do comportamento das áreas de cultivos, bem como, permite traçar estratégias que minimizem e identifiquem os problemas, possibilitando a elaboração de melhorias que auxiliarão nos problemas de gestão pública e ou privada.

## 5 CONCLUSÕES

A espacialização dos dados censitários permitiu uma visão integrada das informações da cultura cafeeira na região do TCC, o que é relevante pela sua importância no Estado e a falta de informações precisas.

O uso das geotecnologias tem muito a contribuir para a gestão sustentada

do agronegócio da cafeicultura capixaba. A integração dos dados em um SIG permite a visualização espacial e comparação do uso e comparação da área de cultivo ao longo do período.

A análise espaço temporal da variável área plantada evidenciou que não houve grandes mudanças na localização das lavouras cafeeiras na região do TCC entre os anos de 2007 e 2015. Todavia, houve redução da área de cultivo tanto do café arábica quanto conilon.

A metodologia adotada pode ser aplicada ao monitoramento de outras cultivares.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS

ABIC. **Estatísticas: Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.Abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-2011>. Acesso em: 21 fev. 2020.

**Estatísticas: Produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2017/>. Acesso em: 09 mar. 2020.

ASSIS, Edilaine Santos de *et al.* Zoneamento Agroclimatológico do café para o território rural do Caparaó Capixaba. In. PAVESI, J. B. S. *et al.* **Cafeicultura do Caparaó: Resultados de pesquisa**. Editora do Ifes, p.24-53, 2017.

BRAGANÇA, Rosemberg *et al.* Impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico do café arábica no

Espírito Santo. **Revista Agro@Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 77-82, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i1.2809>. Acesso em: 20 jun. 2020.

CONAB. **Acompanhamento da safra de café brasileira**. 2017. Disponível em: [file:///D:/1%20-%20DOCUMENTOS/BoletimZCafeZdezembroZ2017ZSafraZ2017%20\(1\).pdf](file:///D:/1%20-%20DOCUMENTOS/BoletimZCafeZdezembroZ2017ZSafraZ2017%20(1).pdf). Acesso em: 28 set. 2020.

**.Safra de café Brasileira**. 2019. Disponível em: <file:///D:/1%20%20DOCUMENTOS/Boletim dezembro.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

**Safra de café Brasileira**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-gro/safra/cafe>. Acesso em: 24 set. 2020.

DA FONSECA, Samuel Ferreira *et al.* Técnicas de geoprocessamento aplicadas identificação de usos da terra no entorno das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. **Ra'eGa**, 2018, n. 16, v. 43, p. 124-139, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/51672/34890>. Acesso em: 16 jun. 2020.

DE QUEIROZ, Vagner Tebaldi *et al.* Environmental risk assessment for sustainable pesticide use in coffee production. **Journal of Contaminant Hydrology**, v. 219, p. 18-27, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2018.08.008>. Acesso em: 30 jun. 2020.

DOHLER, Rafael Esteves *et al.* Efeito das mudanças climáticas na demanda de irrigação na cultura do café conilon e do mamoeiro no Espírito Santo. **Agro@ambiente on-line**, v. 10, n. 1, p. 83-87, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i1.2961>. Acesso em: 10 jun. 2020.

ESPINOSO, Sandy Queiroz *et al.* Dano foliar em café arábica causado pelo bicho mineiro. **UniVap**, n. 40, v. 22, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18066/revista>

univap.v22i40.793. Acesso em 15 jul. 2020.

EUGÊNIO, Fernando Coelho *et al.* Zoneamento agroclimatológico do *Coffea canephora* para o Espírito Santo mediante interpolação espacial. **Coffee Science**, v. 9, p. 319-328, 2014. Disponível em: <file:///D:/640-Article%20Text-4233-1-10-20140709.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

FERRARI, Jéferson Luiz *et al.* Uso de imagens Landsat-8 no mapeamento das lavouras cafeeiras nos municípios do entorno do Parque Nacional do Caparaó. **Vértices**, n. 01, v. 20, p. 6-17. 2018. DOI: 10.19180/1809-2667.v20n12018p6-17. Acesso em: 21 jun. 2020.

FERRÃO, Romário Gava *et al.* **Café conilon**. 2ª ed. Vitória: INCAPER, 2017. 784p.

FONSECA, Leila Maria Garcia. **Processamento digital de imagens**. INPE, 2000. 89p.

GOMES, Marília F. Maciel; ROSADO, Patrícia Lopes. Mudança na produtividade dos fatores de produção da cafeicultura nas principais regiões produtoras do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 4, p. 353-378, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032005000400002>. Acesso em: 21 maio 2020.

GOBBO, Sâmia D'Angelo. A. Uso da terra no entorno do PARNA-Caparaó: preocupação com incêndios florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 350-361. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.110114>. Acesso em: 10 jun.2020.

IBGE. **Estatísticas agropecuárias**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>. Acesso em: 03 fev. 2020.

IEMA. Levantamento Aerofotogramétrico,

Apoio de Campo, Aerotriangulação, Restituição da Hidrografia, geração do Modelo Digital de Elevação, geração do Modelo Digital de Terreno, Restituição da Altimetria, elaboração Ortofotomosaicos e Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa e do Uso das Terras, em escala igual, ou melhor, a 1/25.000, do Estado do Espírito Santo. Ortofotomosaico (RGB/ RGBIr). Pixel 0,25x 0,25 m, UTM, Datum SIRGAS2000, Zona 24s.1:10.000 PEC "A"(\*).

INCAPER. **Cafeicultura**. 2017. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>. Acesso em: 24 abr. 2018.

MOREIRA, Maurício Alves *et al.* Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 223-231, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300004>. Acesso em: 22 abr. 2020.

MOREIRA, Maurício Alves *et al.* . Geotecnologias para mapear lavouras de café nos estados de Minas Gerais e São Paulo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1123-1135, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000600013>. Acesso em: 13 maio 2020.

OMENA, Moisés Savreda. **Conjunto de ferramentas computacionais para análises agroclimáticas**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

PATRÍCIO, Flávia Rodrigues Alves *et al.* Efeito das mudanças climáticas sobre a ferrugem do cafeeiro In: BETTIOL, W. *et al.* **Aquecimento Global e problemas fitossanitários**. EMBRAPA. 2017. 488p.

PELOZO, Anelisa de Figueiredo *et al.* Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. **Coffee Science**, v. 12, n.3, p. 389-

399, 2017. Disponível em: [http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1314/pdf\\_1314](http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1314/pdf_1314). Acesso em: 12 maio 2020.

PEZZOPANE, José R. Macedo *et al.* Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Ciência. Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/878/472>. Acesso em: 22 abr.2020.

SAFRA. **IG do café do Caparaó está perto de reconhecimento oficial**. 2019. Disponível em: <https://www.safraes.com.br/cafeicultura/ig-cafe-caparao-esta-perto-reconhecimento-oficial>. Acesso em: 24 set. 2020.

SANTOS, Alexandre Rosa dos *et al.* **Espacialização de Dados Meteorológicos no ArcGIS 10.3: Passo a Passo**. Alegre: CAUFES, 2015, 64 p.

SOUZA, Vanessa Cristina Oliveira *et al.* Espacialização e dinâmica da cafeicultura mineira entre 1990 e 2008, utilizando técnicas de geoprocessamento. **Coffee Science**, v. 7, n. 2, p. 122-134, 2012. Disponível em: [http://www.Sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7908/Coffee%20Science\\_v7\\_n2\\_p122-134\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.Sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7908/Coffee%20Science_v7_n2_p122-134_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em 05 jul. 2020.

SOUZA, Carolina *et al.* Algoritmos de aprendizagem de máquina e variáveis de sensoriamento remoto para o mapeamento da cafeicultura. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 22, n. 4, p. 751-773, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-21702016000400043>. Acesso em: 11 maio 2020.

SOUZA, Mayk Henrique *et al.* Caracterização de lavoura cafeeiras do projeto grãos do Caparaó. In: PAVESI, J. S. *et al.* **Cafeicultura do Caparaó:**

**resultados de Pesquisa**. Editora do Ifes, p. 96-114, 2017.

VIEIRA, Tatiana G. Chquiloff *et al.* Crop parameters and spectral response of coffee (*Coffea arabica* L.) areas within the state of Minas Gerais, Brazil. **Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 111-118, 2006. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/26>. Acesso em: 14 maio 2020.

TAQUES, Renato Corrêa *et al.* Qualidade sensorial de café arábica em função de atributos geográficos no estado do Espírito Santo. X SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, Vitória. **Anais eletrônicos** [...]. Vitória, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3840/1/349-2609-1-PB.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.

TAVEIRA, Luís Renato Silva *et al.* Mapping land use capability in tropical conditions adapting criteria to different levels of agricultural management. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 6, p. 631-642, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542018426026518>. Acesso em: 01 jun. 2020.

TOPODATA. **Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 01 fev. 2020.

VALERIANO, Márcio M.; ROSSETTI, Dilce de Fátima. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geography**, v. 32, n.2, p. 300-309, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622811000786>. Acesso em: 10 abr. 2020.