



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



AVALIAÇÃO DO AQUECIMENTO GLOBAL NO ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

**ALIXANDRE S. L. LUPPI¹, JOSÉ EDUARDO R. SCARDUA², ROSEMBERGUE
BRAGANÇA³, ALEXANDRE R. DOS SANTOS³ MANUEL A. D. TALACUECE⁴,
ALMIR VENANCIO⁵.**

¹Eng. Agrônomo, Mestrando Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, Fone: (0xx31) 3899 1859
alixandregeoinfo@gmail.com.

²Eng. Florestal, Mestrando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG.

³Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES - CCA-UFES, Alegre - ES

⁴Meteorologista, Mestrando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG.

⁵Meteorologista, Doutorando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de
2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes,
Universidade Federal do Para, Belém, PA.

Resumo: O café arábica é uma cultura de grande importância econômica para o Estado do Espírito Santo. O estudo foi desenvolvido no Estado do Espírito Santo que apresenta uma área de 46.053,19 km², onde destes 197.110 ha são ocupados por café arábica, com o objetivo de avaliar os impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico para a cultura do café arábica. Atualmente o Estado do Espírito Santo é pouco propício ao cultivo do café conilon, onde 19,49% do território é composto por áreas completamente aptas, contra 33,47% de áreas completamente inaptas. Com o acréscimo de 5°C na temperatura média anual as áreas completamente aptas passarão de 19,49% para 0,02%, enquanto as áreas completamente inaptas passarão de 33,47% para 95,63% do território do Estado do Espírito Santo, tornando futuramente a cultivar atual de café arábica imprópria para o cultivo no Estado.

Palavras Chaves: Sistemas de Informações Geográficas, Mudanças Climáticas

EVALUATION OF IMPACTS OF CLIMATE CHANGE IN ZONING AGROCLIMATOLOGICAL FOR CULTURE OF ARABIC IN THE STATE OF THE ESPÍRITO SANTO.

Abstract: Arabica coffee is a crop of great economic importance to the state of Espírito Santo. The study was conducted on the territory of the State of the Holy Spirit which has an area of 46,053.19 km², of which 197,110 ha are occupied by Arabica coffee in order to assess the impacts of climate change in zoning agroclimatológico for coffee culture arabic. Currently the state of the Holy Spirit is not conducive to the cultivation of coffee conilon, where 19.49% of the territory consists of areas completely fit, against 33.47% of areas completely unsuitable. With the addition of 5°C in mean annual temperature areas will completely be capable of 19.49% to 0.02%, while areas will completely be unsuited to 33.47% to 95.63% of the



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silva Netto
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil
<http://www.sbagro.org.br>





territory of the State of Espírito Santo, making current future to cultivate coffee arabic suitable for cultivation in the state.

Keywords: Geographic Information Systems, Climatic Changes

INTRODUÇÃO

O Espírito Santo é o 2º maior produtor de café do Brasil, com cerca de 25% da produção nacional apresentando uma área de aproximadamente 329.700 ha de café conilon e, 197.110 ha de café arábica (CETCAF, 2011), sendo a maior fonte de renda da agricultura no Estado do Espírito Santo

De acordo com Assad et al. (2010), a cultura do café é atingida por excesso de deficiência hídrica ou térmico nas regiões tradicionais. A ocorrência deste excesso a temperaturas máximas superiores a 34°C causa o abortamento de flores e, conseqüentemente, perda de produtividade (CAMARGO, 1985).

Sabe-se que as mudanças climáticas globais (MCG) poderão alterar a produção e produtividade das culturas agrícolas, de modo que é necessário e urgente entender os possíveis impactos dessas MCG sobre a agricultura.

De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), fica evidente que a temperatura do planeta está em ascensão, sendo que as projeções até o final deste século, apontam para aumentos de 1,1 a 6,4°C na temperatura média do ar em vários locais do Planeta, incluindo o Brasil.

Sendo assim, o zoneamento agroclimatológico para a cultura do café, constitui um importante instrumento no planejamento e consolidação da atividade cafeeira, devendo ser considerado em qualquer iniciativa que envolva a sua planificação (Camargo, 1985).

Deste modo o objetivo principal deste trabalho foi definir por meio do zoneamento agroclimatológico atual e para os próximos 100 anos, áreas com diferentes aptidões climáticas para a cultura do café arábica (*Coffea arabica* L.) no Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estado do Espírito Santo possui uma área territorial de 46.053,19 km². Está localizada entre os paralelos de 17°53'24" a 21°18'00" de latitude Sul e os meridianos 39°39'36" a 41°52'12" longitude Oeste de Greenwich. Integra, com os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, a chamada Faixa de Desenvolvimento da Região Sudeste (SANTOS, 2006). O clima do Estado do Espírito Santo é tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23,91°C e volume de precipitação pluvial de 1240 mm.ano⁻¹.

O trabalho foi baseado na sobreposição de mapas, que caracterizam a temperatura média anual do ar e deficiência hídrica média anual, favoráveis ao desenvolvimento do café arábica, no Estado do Espírito Santo, todos os mapas digitais foram elaborados por meio do *software ArcGIS*.

Para realização do presente trabalho, foram utilizados dados de temperatura média do ar e deficiência hídrica, em escala mensal e anual, da série histórica do período de 1976 a 2006.





Os dados futuros de temperaturas foram estimados por seis modelos preditos pelo IPCC, 2007: GFDL-R30, R-30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4, e HadCM3.

Por meio dos dados de deficiência hídrica foi realizada a interpolação por Krigagem de modo esferical, através da função de interpolação do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*, resultando em seis (6) mapas de deficiência hídrica, atual e para os próximos 100 anos, com adição na temperatura média anual de +1°C à +5°C.

Os mapas de temperatura média anual atual e com adição de 1°C à 5°C, foram criados a partir de uma equação de regressão linear múltipla conforme a equação 1, se faz necessário a utilização de regressão linear múltipla, devido à temperatura média do ar ser dependente da latitude e principalmente da altitude, não sendo possível obter um mapa de temperatura com boa precisão somente por interpolação. A equação linear múltipla apresenta três variáveis sendo:

$$TEMP = X - Y \cdot ALT - W \cdot LAT + Z \cdot LONG \quad (1)$$

Onde: TEMP= Temperatura Média Anual; ALT= Altitude (MDE); LAT= Latitude; LONG= Longitude e X, Y, W e Z= Coeficientes estatísticos.

Os coeficientes estatísticos da equação de regressão linear múltipla foram obtidos, tendo com interseção os dados de temperatura.

Por meio das seis (6) equações e dos mapas das variáveis da equação foram originados seis (6) mapas diferentes de temperatura média anual (atual e com adição de 1°C à 5°C), multiplicando os mapas das variáveis pelos referentes coeficientes estatísticos de cada equação através da função calculadora do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*.

Após a criação dos seis (6) mapas de temperatura média do ar e seis (6) mapas de deficiência hídrica, totalizando doze (12) mapas, estes foram reclassificados de acordo com as faixas de aptidão, para satisfazer as diferentes limitações e possibilidades climáticas, para a cultura do café arábica, no Estado do Espírito Santo.

Com base nos conhecimentos obtidos da cafeicultura no Brasil, MATIELLO (1991) estabelece os seguintes parâmetros térmicos e hídricos para o café arábica. Para o parâmetro térmico classifica-se nota 1 para regiões aptas com temperatura variando entre 18° a 22,5° C, nota 2 para regiões restritas com a temperatura variando entre 22,5° a 24°C e nota 3 para regiões inaptas com temperaturas abaixo de 18°C e acima de 24°C. Para o parâmetro deficiência hídrica foi classificado com nota 1, regiões aptas com a deficiência hídrica menor que 150 mm, com nota 2 regiões variando entre 150 a 200 mm e com nota 3 regiões inaptas com a deficiência hídrica maior que 200 mm.

Após a reclassificação, os mapas de temperatura e deficiência hídrica foram combinados de acordo com a faixa adicional de temperatura originando os 6 zoneamentos agroclimatológicos para o café arábica onde o ZONACC representa o zoneamento agroclimatológico atual e os ZONACC +1°C a ZONACC +5°C representam os zoneamentos agroclimatológicos para os próximo 100 anos, com adição de 1°C à 5°C na temperatura média anual, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações de regressão linear múltipla, estão conforme as equações abaixo, respectivamente.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



$$TEMP_0 = 19,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad (2)$$

$$TEMP_1 = 20,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad (3)$$

$$TEMP_2 = 21,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad (4)$$

$$TEMP_3 = 22,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad (5)$$

$$TEMP_4 = 23,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,225 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad (6)$$

$$TEMP_5 = 24,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,225 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad (7)$$

Onde: $TEMP_0$ = Temperatura Média Anual Atual; $TEMP_1$ = Temperatura Média Anual, com adição de 1°C nos dados de temperatura média anual; $TEMP_2$ = Temperatura Média Anual, com adição de 2°C nos dados de temperatura média anual; $TEMP_3$ = Temperatura Média Anual, com adição de 3°C nos dados de temperatura média anual; $TEMP_4$ = Temperatura Média Anual, com adição de 4°C nos dados de temperatura média anual; $TEMP_5$ = Temperatura Média Anual, com adição de 5°C nos dados de temperatura média anual; ALT= Altitude (MDE); LAT= Latitude; LONG= Longitude e R^2 = Erro Padrão.

A partir da combinação dos mapas reclassificados de temperatura e deficiência hídrica, criou-se assim os seis (6) Zoneamentos Agroclimatológicos para a cultura do café arábica para o Estado do Espírito Santo, sendo possível avaliar o efeito do incremento de temperatura, nos próximos 100 anos, no zoneamento agroclimatológico, conforme a Figura 1.



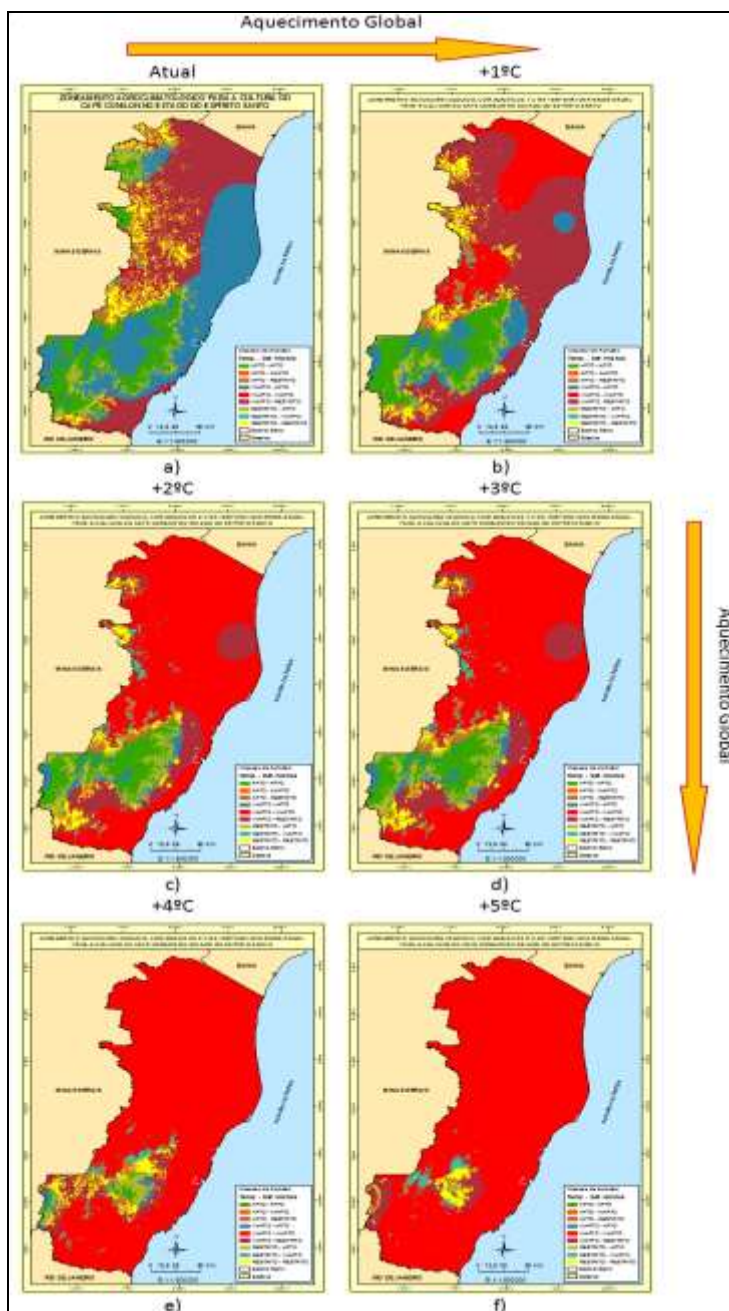


Figura 1 - Zoneamento Agroclimatológico atual e para os próximos 100 anos, para a cultura do café arábica, no Estado do Espírito Santo.

Avaliando a Figura 10, é possível observar o efeito do incremento de temperatura no zoneamento agroclimatológico da cultura do café arábica, para os próximos 100 anos.

Levando-se em consideração a evolução da temperatura média no zoneamento agroclimatológico atual (ZONACA), até o incremento de 5°C no zoneamento agroclimatológico nos próximos 100 anos (ZONACA + 5°C), as áreas totalmente inaptas



aumentam de 33,47% para 95,63%, as áreas totalmente restritas diminuem de 2,54% para 0,2% e as áreas aptas diminuem de 19,49% para 0,02%, ou seja, as áreas com maior inaptidão aumentam à medida que as áreas com maior aptidão diminuem consideravelmente, com o incremento de 5°C na temperatura média anual, áreas com alguma aptidão, tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica

Sendo assim as áreas propícias ao plantio da atual cultivar de café arábica (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 23°C à 24°C), serão extintas com o acréscimo de 5°C na temperatura média anual, cabendo aos órgãos públicos e de pesquisa nas áreas de fisiologia vegetal, nutrição de plantas, irrigação e principalmente de melhoramento genético, desenvolverem novas cultivares mais resistentes às mudanças climáticas, ou a produção e o cultivo de café arábica no Estado do Espírito Santo poderão chegar a zero.

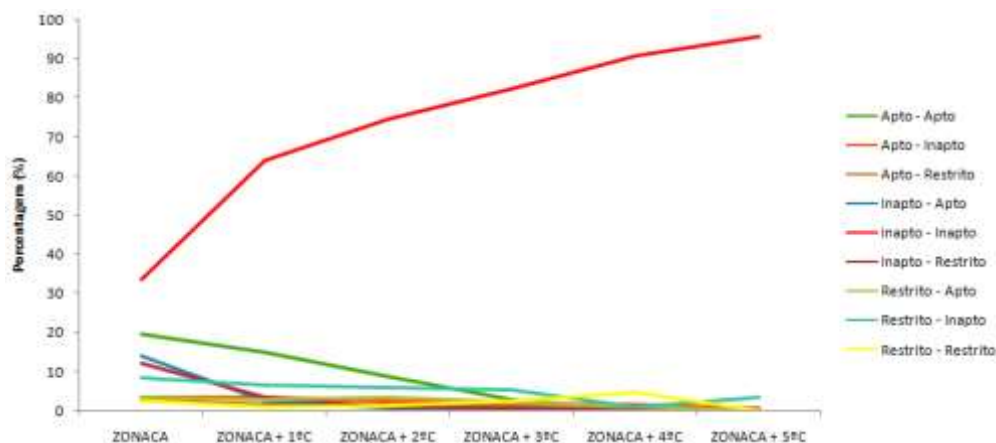


Figura 2 - Variação das áreas de aptidão para o café arábica.

CONCLUSÃO

1 - O Estado do Espírito Santo atualmente, apresenta somente 45,67% do território do Estado propício (áreas com alguma aptidão, tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica) ao cultivo do café arábica, os outros 54,33% do território do Estado, apresentam regiões com alguma inaptidão, tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica.

2 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, aumentará as áreas inapto-inapto de 33,47% para 95,63%, as áreas restrito-restrito diminuirá de 2,54% para 0,2% e as áreas aptas-aptas diminuirá consideravelmente de 19,49% para 0,02%, para a cultura do café arábica, no Estado do Espírito Santo.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E.D. **Climate Change and Coffee Production: Vulnerability and Possible adaptation.** Disponível em: <http://dev.ico.org/event_pdfs/wcc2010/presentations/wcc2010-assad-e.pdf>. Acesso em: 15 set. de 2010.

CAMARGO, A.P.C. Clima e a cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, n.126, p.13-26, 1985.

CETCAF. **Caracterização do parque cafeeiro no Estado do Espírito Santo.** Disponível em: <<http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba>>. Acesso em: 10 mai 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE,. **Climate Change 2007.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 996 p.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 1991. 320 p. (Coleção do agricultor. Grãos) (Publicações Globo Rural).

SANTOS. A. R. **Atlas das áreas com potencial de risco do Estado do Espírito Santo – ARES.** Vitória: Editora BIOS, 2006.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil
<http://www.sbagro.org.br>

