

**AVALIAÇÃO DE INCREMENTOS DE TEMPERATURA NO
ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO
CAFÉ NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

ROSEMBERGUE BRAGANÇA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
AGOSTO - 2012**

AVALIAÇÃO DE INCREMENTOS DE TEMPERATURA NO
ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO
CAFÉ NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

ROSEMBERGUE BRAGANÇA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 070/2012

Bragança, Rosembergue

Avaliação de incrementos de temperatura no zoneamento agroclimatológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo / Rosembergue Bragança. – 2012.

288 f. : il.

Orientador: Almyr Júnior Cordeiro de Carvalho

Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 125 – 133.

1. Agrometeorologia 2. Geotecnologia 3. Mudanças climáticas 4. Sistemas de informações geográficas 5. Fotointerpretação I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD - 630.2515

AVALIAÇÃO DE INCREMENTOS DE TEMPERATURA NO
ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO
CAFÉ NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

ROSEMBERGUE BRAGANÇA

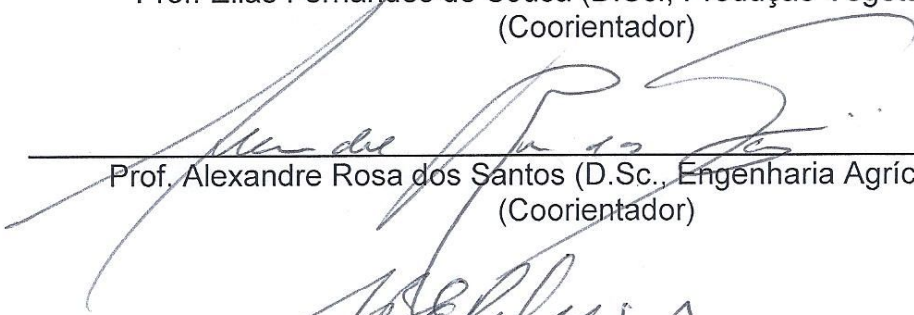
Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 20 de agosto de 2012.

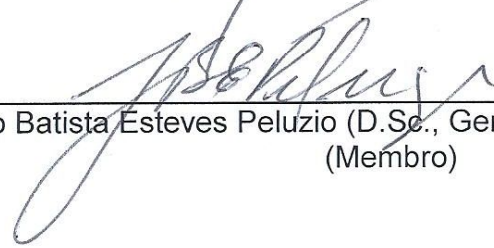
Comissão Examinadora:



Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Coorientador)



Prof. Alexandre Rosa dos Santos (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UFES
(Coorientador)



Prof. João Batista Esteves Peluzio (D.Sc., Genética e Melhoramento) – IFES
(Membro)



Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A DEUS

A minha mãe Zilda (*in-memórian*)

Ao meu pai Sebastião (*in-memórian*)

Ao Sogro Evaldo “KING” (*in-memórian*)

A minha Esposa Horlandezan

Aos meus Filhos Hanne, Keka e Jr^o

Aos meus netos Cassiano e Henrique.

Ao sobrinho Gabriel

Ao genro Breno

A nora Roberta

“Somos o que somos”,
com acertos e erros,
pois somos filhos de DEUS”.

RB₆₀

“Nunca é tarde para realizar”

AGRADECIMENTOS

Primeiro a ELE, DEUS, por tudo que somos e pela nossa estadia até este momento na terra, permitindo constituir e conviver com a família, e por esta honrosa oportunidade.

À Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade, em especial ao Magnífico Reitor Reinaldo Centoducatte, pelo incentivo, um grande amigo.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Escola Agrotécnica Federal de Alegre-EAFA, hoje: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes – *Campus de Alegre*) pela oportunidade e suporte para a realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estágio obrigatório.

Ao Diretor do IFES – Campus de Alegre e Coordenadores Professores Carlos Humberto “NININHO”, Ricardo Ferreira Garcia, Jânio Glória de Oliveira e Aparecida de Fátima Madella de Oliveira, pelo empenho e dedicação na realização, condução do curso de doutorado, Programa: DINTER/ EAFA/ UENF.

Aos Professores Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (Ex Reitor da UENF) e Dr. Antonio T. do Amaral Júnior (Ex chefe de Gabinete da UENF) pela solicitação junto a CAPES para a inclusão e pela concessão de bolsa aos professores do CCA no programa DINTER/EAFA/UENF.

Ao Ex Diretor prof. Luiz Cláudio G. Penedo “XIXIU”, pela convocação para a contratação para o quadro de professor efetivo da ESAES, um grande amigo.

Aos professores Dr. Edvaldo Fialho dos Reis e Dr. Giovanni de Oliveira Garcia, pelo apoio e por assumirem meus encargos didáticos junto ao Departamento de Engenharia Rural, durante o afastamento. Obrigado.

Aos colegas do CCA-UFES, Professores, Funcionários e Alunos, pelos incentivos, companheirismo e amizade de muito tempo.

Aos professores do programa de pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Geraldo de Amaral Gravina, Paulo Marcelo de Souza, José Tarcísio Lima Thiebaut, Eliemar Campostrini, Elias Fernandes Souza, Ricardo Ferreira Garcia, Cláudio Roberto Marciano, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.

Ao meu ex-aluno, hoje meu Orientador Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho, pela acolhida, oportunidade, incentivo, companheirismo, amizade e pela liberdade na condução do trabalho. Muito obrigado.

Ao meu ex-aluno, hoje meu Coorientador e grande amigo Dr. Alexandre Rosa dos Santos, pela acolhida, companheirismo, amizade, incentivo, sugestões, apoio técnico e científico durante a condução e conclusão do trabalho. Muito obrigado.

Ao Professor Coorientador Dr. Elias Fernandes de Souza, pela acolhida, incentivo e liberdade na condução do trabalho. Muito obrigado.

Ao Professor Dr. João Batista Esteves Peluzzio pelo incentivo, críticas e sugestões para a melhoria da qualidade do nosso trabalho.

Ao meu ex-aluno, mestrando da UFV, Eng^o Agr^o Alixandre Sanquetta Laporti Luppi, por todo apoio técnico e científico na condução do trabalho.

Ao professor Dr. Sérgio Henrique Saraiva, pelo apoio na formatação e finalização da tese.

Aos Colegas do DINTER, pela acolhida, convivência, respeito, parceria, amizade, churrascos e cervejadas, em especial ao Casé (in memorian).

Aos acadêmicos estagiários Edilaine, Fabrício e Maxwell do curso de Tecnologia em Cafeicultura do Ifes - *Campus de Alegre*, pelo apoio na execução do mapeamento de áreas de café.

Ao colega de turma de 76, Prof. Dr. José Augusto T. do Amaral e ao ex aluno Eng. Agr. M.Sc. Gustavo Stumr pelas sugestões e apoio.

À ex-aluna, colega de turma e ex-professora do CCA, Eng^a Agr^a minha esposa Horlandezan, pelas sugestões, incentivos e pelos 37 anos de amizade e convivência.

À minha ex-aluna e filha Eng^a Agr^a Hanne, e ao seu esposo ex-aluno Eng^o Agr^o Breno, pelo carinho, amizade, pelos incentivos ao longo do nosso doutorado.

Ao aluno de doutorado da UFF, filho Klaus'berg "keka" , pelo carinho, amizade, pelos incentivos ao longo do nosso doutorado.

Ao filho Rosembergue Jr^o, pelo carinho, amizade e por todo incentivo e apoio ao longo do nosso doutorado.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e da conclusão do doutorado.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO GERAL.....	viii
GENERAL ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1 GEOTECNOLOGIAS.....	6
3.1.1 Sistemas de Informações Geográficas.....	7
3.1.2 Uso de geotecnologias na espacialização de regiões produtoras de café.....	8
3.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS, ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ E MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (MCG).....	9
3.2.1 Fatores que influenciam direta e indiretamente a produtividade do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.).....	20
4. TRABALHOS.....	23
4.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ CONILON (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	23

4.1.1	Resumo.....	23
4.1.2	Abstract.....	24
4.1.3	Introdução.....	24
4.1.4	Material e Métodos.....	25
4.1.5	Resultados e Discussão.....	36
4.1.6	Conclusão.....	52
4.1.7	Referências Bibliografia.....	52
4.2	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ ARÁBICA (<i>Coffea arabica</i> L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	55
4.2.1	Resumo.....	55
4.2.2	Abstract.....	56
4.2.3	Introdução.....	56
4.2.4	Material e Métodos.....	58
4.2.5	Resultados e Discussão.....	68
4.2.6	Conclusão.....	84
4.2.7	Referência Bibliografia.....	84
4.3	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO E MAPEAMENTO DA ÁREA PLANTADA PARA AS CULTURAS DO CAFÉ CONILON (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) E CAFÉ ARÁBICA (<i>Coffea arabica</i> L.) NA MICRORREGIÃO DE PLANEJAMENTO DO CAPARAÓ, ES.....	87
4.3.1	Resumo.....	87
4.3.2	Abstract.....	88
4.3.3	Introdução.....	88
4.3.4	Material e Métodos.....	91
4.3.5	Resultados e Discussão.....	99
4.3.6	Conclusão.....	114
4.3.7	Referência Bibliográfica.....	115
5.	RESUMO E CONCLUSÕES.....	119
6.	RECOMENDAÇÕES.....	124
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
8.	ANEXOS.....	134

RESUMO GERAL

BRAGANÇA, Rosembergue; Eng. Agrônomo, D.Sc.; Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro; agosto de 2012. Avaliação dos Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimatológico para as culturas do Café Conilon (*Coffea canephora* Pierre Ex Froehner) e Arábica (*Coffea arabica* L.) no Estado do Espírito Santo, Brasil. Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho; Coorientadores: Alexandre Rosa dos Santos e Elias Fernandes de Souza.

O estado do Espírito Santo é o 2º maior produtor de café e o maior produtor do café Conilon do Brasil, representando 23,4% da produção nacional, com uma safra prevista para 2012 de 12,215 milhões de sacas de café sendo portanto a cultura de maior importância política, econômica e social e para os Capixabas. Segundo o IPCC, 2007, a temperatura do planeta está em ascensão, sendo que as projeções até o final deste século, apontam aumentos de +1,1 à +6,4°C na temperatura média do ar em vários locais do planeta, incluindo o Brasil. Assim o presente estudo organizado em três trabalhos teve por objetivos a elaboração dos Zoneamentos Agroclimatológicos para as culturas do café conilon e arábica atual e com incremento de temperatura de até +5°C ao longo do século, e analisar os efeitos dos impactos negativos das mudanças climáticas sobre as mesmas. O estudo foi desenvolvido no estado do Espírito Santo, localizado na região Sudeste do país e dividido em 12 Microrregiões de Planejamento. Possui uma área territorial de 46.053,19 km², atualmente ocupada com as culturas do

café conilon e arábica, assim distribuídas: café conilon: 14,29% de áreas aptas (6.568,33 km²), 0,78% de áreas inaptas (359,67 km²) e de 8,04% de áreas com alguma restrição (3.696,51km²); café arábica: 19,49% de áreas aptas (8.955,82 km²), 33,47% de áreas Inaptas (15.384,73 km²) e 2,54% de áreas com alguma restrição (1.167,18 km²). Com incremento de até +5°C na temperatura média do ar para os próximos 100 anos, o café conilon passa a ter 0,01% de áreas aptas (6,15 km²), 91,72% de áreas inaptas (42.154,78 km²) e 1,80% de áreas com alguma restrição (92,63 km²). Com o incremento de até +5° C na temperatura média do ar para os próximos 100 anos, o café arábica passa a ter praticamente 0,0% de áreas aptas (0,0 km²), 95,63% de áreas inaptas (43.952,68 km²) e 0,20% de áreas com alguma restrição (92,63 km²). Atualmente o estado do Espírito Santo, possui mais áreas aptas para os cultivos do café conilon e café arábica, caso seja confirmado o aumento da temperatura prevista pelo IPCC de até +5°C, as áreas aptas, tanto para o café conilon e arábica, sofrerão uma redução drástica de quase 100%, e se forem mantidas as características genéticas e fisiológicas das variedades atuais do café conilon e do café arábica, estas serão impróprias para o cultivo em solo Capixaba.

Palavras Chaves: Sistema de Informação Geográfica, Regressão Linear Múltipla, Cafeicultura, Mudanças Climáticas.

GENERAL ABSTRACT

Bragança, Rosembergue; Agronomist, D.Sc.; State University North Fluminense Darcy Ribeiro, August 2012. Assessment of the Impacts of Climate Change in Zoning Agroclimatológico crops Conilon Coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) and Arabica (*Coffea arabica* L.) in Espírito Santo, Es. Advisor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho; Co advisor: Alexandre Rosa dos Santos and Elias Fernandes de Souza.

Espírito Santo State is the 2nd largest coffee producer and the largest producer of coffee Conilon in Brazil, representing 23.4% of national production, with an expected 2012 harvest of 12.215 million bags of coffee, therefore these crop a the higher political, social and economic importance for Capixabas. According to IPCC, 2007, the planet's temperature is rising, and the projections by the end of this century, show increases of +1.1 to +6.4°C in mean air temperature in several places on the planet, including Brazil, so this study organized in three studies aimed to the preparation of Zoning Agroclimatológicos crops and arabica coffee conilon current and temperature increase of up to +5°C over the century, and analyze the effects of negative impacts of climate change on them. The study was conducted in Espírito Santo State, that is geographically located in the Southeast, grouped into 12 Microregions of Planning, there is a land area of 46,053.19 km² and the area currently occupied with the cultivation of coffee

conilon is 14,29% of suitable areas (6568.33 km²), 0.78% of unsuitable areas (359.67 km²) and 8.04% of areas with some restriction (3696.51 km²). Areas currently occupied for coffee Arabica are 19.49% of suitable areas (8955.82 km²), 33.47% of areas unsuitable (15,384.73 km²) and 2.54% of areas with some restriction (1167.18 km²). With increase of up to +5°C in mean air temperature for the next 100 years, coffee conilon presented 0.01% of suitable areas (6.15 km²), 91.72% of areas unsuitable (42,154.78 km²) and 1.80% of areas with some restriction (92.63 km²). With the increase of up to +5°C in mean air temperature for the next 100 years, coffee arabica presented virtually 0.0% of suitable areas (0.0 km²), 95.63% of areas unsuitable (43,952.68 km²) and 0.20% of areas with some restriction (92.63 km²). Currently, the areas of Espírito Santo State, are more suitable for coffee conilon and arabica crops, but, if the temperature rise be confirmed, provided by IPCC up to +5°C, the areas suitable for both crops, will suffer a drastic reduction of nearly 100%, and if the genetic and physiological characteristics of the current varieties of these crops be maintained, will be unfit for cultivation in Capixaba area.

Key words: Geographic Information System, Multiple Regression, Coffee Culture, Climate Change.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Mark Pendergrast (2012) o café é a mercadoria legal mais negociada na face da terra depois do petróleo, atribuindo assim a esta cultura sua importância política, social e econômica em todo o mundo.

A agricultura é um dos principais motores da economia brasileira, representando 24% do PIB. Dentre os vários produtos de nossa agricultura o café apresenta grande importância, com distribuição geográfica em quase todo país. É o 2º produto mais consumido no Brasil, só ficando atrás da água, o seu faturamento corresponde a 5% do PIB do Agronegócio Brasileiro.

O Espírito Santo é o 2º maior produtor de café do Brasil, com cerca de 25% da produção nacional e o maior produtor do café Conilon que ocupa uma área de aproximadamente 329.700 ha distribuídos em 33.456 propriedades com tamanho médio de 9,85ha/propriedade. Os principais municípios produtores de café Conilon são: Jaguaré, Vila Valério, Sooretama, Rio Bananal e São Gabriel da Palha. Apresentam produtividade média de 26,56 sc/há. Nestas localidades a área média ocupado pelo cafeeiro Conilon é de 40%. O café Arábica ocupa uma área de 197.110 ha distribuídos em 22.713 propriedades com tamanho médio de 8,65 ha/propriedade. Os principais municípios produtores são Brejetuba, Lúna, Vargem Alta, Irupi e Afonso Cláudio com uma produtividade média de 17,85 s/ha. Nestas localidades a área média ocupado pelo cafeeiro Arábica representa 48,3% (CETCAF, 2011).

O café conilon é o produto de maior importância social e econômica no estado do Espírito Santo, sendo responsável por 34,9% do PIB do Agro-negócio capixaba, o que representa uma produção estimada para a safra de 2012 de 9,35 milhões de sacas, representando cerca de 20% do total de *Coffea canephora* produzido no mundo. FERRÃO (2012).

O Agronegócio capixaba responde hoje por mais de 30% do PIB Estadual, absorve aproximadamente 40% da população economicamente ativa, dos quais 28% estão diretamente vinculados à produção. Dentre os produtos do agronegócio, a cafeicultura se destaca por estar presente em quase todo o estado. Trata-se da principal atividade em 80% dos municípios, e representa uma cadeia geradora de aproximadamente 400 mil empregos/ano (PEDEAG, 2007).

O Brasil produz duas espécies de café: o robusta (*Coffea canephora* .) e o arábica (*Coffea arabica* L.), detém a liderança absoluta em pesquisas cafeeiras, o que lhe assegura maior competitividade no mercado e elevada sustentabilidade nesse agronegócio.

Em face da grande importância do café para a economia brasileira, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA aprovou por portarias dos zoneamentos agrícolas que visam identificar as áreas aptas e os períodos de plantio com menor risco climático. As portarias abrangem o cultivo do café robusta (conilon) e arábica em todos estados produtores da união.

Para o estado Espírito Santo, a portaria nº 79, de 25 de fevereiro de 2011, identifica as áreas com aptidão para o plantio dos cafeeiros robusta e arábica. Esta portaria encontra-se fundamentada nos índices de deficiência hídrica anual (DHA), deficiência hídrica mensal (DHM) e nas temperaturas médias anuais (Ta) e a temperatura do mês de novembro (Tn).

A partir de 1996, por determinação do Conselho Monetário Nacional – CMN, o Banco Central do Brasil, publicou resoluções passando a considerar o zoneamento agrícola de risco climático como referência para aplicação racional do Crédito Agrícola e para o Programa de Garantia Agropecuária – PROAGRO, consolidando-se assim como uma ferramenta técnico científica de auxílio à

gestão de riscos climáticos na agricultura. Esse zoneamento vem sendo gradativamente ampliado e utilizado em larga escala no País.

Em 2004, o INCAPER recomendou 13 cultivares de café arábica para o estado do Espírito Santo. Logo após, mais três novas cultivares foram recomendadas a saber, “Obatã”, “Paraíso” e “Tupi”. Essas variedades apresentam, alta produtividade, estabilidade de produção e grãos grandes. Apresentam ainda resistência à ferrugem, principal doença que afeta os cafezais (INCAPER, 2008)

O programa de melhoramento genético de café conilon iniciou-se no Instituto Capixaba de pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) em 1985, considerando as diferentes características que a espécie apresenta. Neste programa foram desenvolvidas e recomendadas cinco variedades clonais (reprodução assexuada) e uma variedade de propagação por sementes (reprodução sexuada) e geradas informações importantes para a espécie. As cultivares desenvolvidas e recomendadas pelo Incaper foram: Emcapa 8111; Emcapa 8121; Emcapa 8131; Emcapa 8141 Robustão Capixaba; Emcaper 8151 Robusta Tropical; Vitória Incaper 8142.

Dentre as variedades lançadas pelo INCAPER, duas merecem destaque, a Emcapa 8141 “Robustão Capixaba” e a Vitória Incaper 8142. Cabe informar que as regiões produtoras do café conilon apresentam déficit hídrico, assim estas variedades destacam-se principalmente pela tolerância à seca e produtividade, quando cultivadas sem irrigação, ambas também se mostraram responsiva à irrigação, proporcionando maiores produtividades (INCAPER, 2007)

No estado do Espírito Santo, principalmente as regiões Norte e Noroeste, apresentam déficit hídrico em 80% das áreas cultivadas com a cultura do Conilon, apresentam também um quadro pluviométrico crítico, com ocorrência de chuvas mal distribuídas, o que justifica a utilização de sistemas de irrigação para evitar os riscos agrícolas (PEDEAG, 2008).

A agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos, estimulando o desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável (MARTINS, 2009).

De acordo com Assad e Pinto (2008), a cultura do café está sendo submetida ao excesso de deficiência hídrica ou térmica nas regiões tradicionais, assim os estados de São Paulo e Minas Gerais poderão perder condições de

plântio em boa parte da área hoje cultivada. Por outro lado, poderá haver um incremento de produção em regiões do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, apesar de este acréscimo não ser capaz de compensar as perdas gerais da cultura.

Cabe destacar que o aumento da temperatura, veranicos e de eventos extremos, podem provocar perdas potenciais na agricultura. Desta forma os pesquisadores associaram todos os métodos de financiamentos, de análise de riscos climáticos e acrescentaram o cenário do risco climático e do aquecimento global e o futuro é preocupante.

O café arábica é menos tolerante que o café conilon por apresentar faixas de aptidão por temperatura e deficiência hídrica menores. Assim, com as mudanças climáticas, os impactos sobre a cultura do café arábica no estado do Espírito Santo devem ser analisadas rapidamente.

Considerando a expansão da cafeicultura capixaba, se faz necessário a espacialização da área plantada, produção, produtividade e impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico para as culturas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) nas 12 microrregiões de Planejamento do Espírito Santo.

LUPPI (2011), propôs uma nova metodologia de classificação de zoneamento agroclimatológico, pois a classificação de zoneamento agroclimatológico é de difícil entendimento tanto para o produtor quanto para o assistente técnico. Esta classificação é qualitativa. Desta forma as áreas com inaptidão por alguma das classes utilizadas no zoneamento, são na maioria das vezes, classificadas como impróprias ao cultivo de determinada cultura, o que não é correto, pois nestas áreas é possível o crescimento e produção de determinadas outras culturas. Deste modo, desenvolveu a classificação por porcentagem de aptidão, transformando a classificação qualitativa em quantitativa, tornando possível a quantificação de aptidão, dando uma idéia da possibilidade de desenvolvimento e produção de determinada cultura.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os incrementos de temperatura no zoneamento agroclimatológico para a cultura do café no estado do Espírito Santo;

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Avaliar o zoneamento agroclimatológico atual e com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) no estado do Espírito Santo.

2.2.2 Avaliar o zoneamento agroclimatológico atual e com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para cultura do café arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

2.2.3 Avaliar os impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico e no mapeamento da área plantada para as culturas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e café arábica (*Coffea arabica* L.) na microrregião de planejamento do Caparaó, ES.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. GEOTECNOLOGIAS

De acordo com Rosa (2005) o geoprocessamento é tido como uma tecnologia do mundo contemporâneo em desenvolvimento, é a utilização de sistemas envolvendo a coleta, armazenamento, tratamento e análise de dados georreferenciados, oferecendo alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico da Terra.

Para Silva (2003) os fenômenos relacionados ao mundo real terrestre podem ser descritos de três maneiras:

Espacial: quando a variação muda de lugar para lugar, como declividade, altitude e profundidade do solo;

Temporal: quando os fenômenos variam com o tempo, por exemplo a densidade demográfica e a ocupação da terra;

Temático: quando as variações são detectadas por meio de mudanças de características, como geologia e cobertura vegetal.

Dentre as geotecnologias que se encontram num estágio avançado de desenvolvimento, permitindo grande acessibilidade de recursos, a custos relativamente baixos, destacam-se o sistema de posicionamento global, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas. No entanto, vale destacar que quando se refere à geotecnologias, existem relações com informações temáticas amarradas à superfície terrestre por meio de um *datum* geodésico e de um sistema de coordenadas.

3.1.1. Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)

De acordo com Aspiazú e Brites (1989) os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são técnicas empregadas na integração e análise de dados provenientes das mais diversas fontes, como imagens fornecidas por satélites terrestres, mapas, cartas climatológicas, censos e outros.

O sistema de informação geográfica (SIG) é um sistema auxiliado por computador para adquirir, armazenar, analisar e exibir dados geográficos. Hoje, muitos softwares estão disponíveis para ajudar nesta atividade (EASTMAN, 1995).

Segundo Felgueiras (1987) os SIGs são sistemas que automatizam tarefas realizadas manualmente e facilitam a realização de análises complexas, por meio da integração de dados geocodificados.

O SIG tem como característica principal a capacidade de coletar, armazenar e recuperar informações provenientes de fontes e formatos distintos, além de possibilitar a disponibilidade de aplicativos computacionais para edição de mapas, textos e gráficos (MARBLE e PEUQUET, 1983).

De acordo com Ferreira (1997) os SIGs podem ser considerados instrumentos para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamento urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando no planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas.

A utilização de técnicas de geotecnologias constitui-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água. Nesse contexto, os SIGs se inserem como uma ferramenta capaz de manipular as funções que representam os processos ambientais em diversas regiões de forma simples e eficiente, permitindo economia de recursos e tempo. Essas manipulações permitem agregar dados de diferentes fontes (por exemplo: imagens de satélite; mapas topográficos; mapas de solo; etc) em diferentes escalas. O resultado destas manipulações geralmente é apresentado sob a forma de mapas temáticos contendo as informações desejadas (MENDES, 1997).

O SIG é um instrumento moderno devido ao elevado nível de interesse em novos desenvolvimentos da computação e ainda porque tem mostrado uma

elevada técnica para percepção de informações geográficas (PARENT e CHURCH, 1987).

O SIG tem sido chamado de um “capacitador tecnológico”, segundo Fisher e Lindenberg (1989), porque tem o potencial de envolver uma larga variedade de disciplinas, sendo que, a maior parte delas, utiliza dados espaciais. As principais são: geografia, hidrologia, cartografia, sensoriamento remoto, fotogrametria, agrimensura, geodésia, estatística, entre outras.

Aliado ao SIG está a computação gráfica. De acordo com Dobson (1993), várias foram as causas para o surgimento da computação gráfica (cartografia automática) destacando-se: a) necessidade de rapidez na produção e edição de mapas a partir de grandes arquivos já na forma digital; b) redução do custo cartográfico e do tempo de produção de edição de mapas. Assim o pequeno custo de mapas simples, a grande flexibilidade dos dados de saída, a facilidade de obtenção de escalas e de mudanças de projeção e os outros usos dos dados digitais contribuíram para o avanço da computação gráfica.

3.1.2. Uso de geotecnologias na espacialização de regiões produtoras de café

As técnicas de sensoriamento vêm ganhando importância operacional em nível mundial, permitindo a realização de estimativas com antecedência, precisão e menor custo, quando comparadas com técnicas tradicionais. Trabalhos realizados, principalmente no Brasil, vêm mostrando a importância da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto no estudo da cafeicultura (BERTOLDO et al., 2003; ALVES et al., 2003; MOREIRA et al., 2003). Estes trabalhos colaboraram de maneira efetiva no levantamento, mapeamento e monitoramento de áreas cafeeiras. No entanto, ainda são necessárias pesquisas que visem correlacionar os fatores biofísicos da cultura com sua resposta espectral e avaliar o uso de satélites de alta resolução espacial na obtenção e análise destes dados.

Geralmente os levantamentos sobre uma cultura, como área plantada e produção, são realizados por meio das informações dos municípios, que são coletadas sob métodos subjetivos, por meio dos censos agropecuários, baseados em agentes técnicos e econômicos, que nem sempre produzem dados confiáveis sobre certas culturas e suas respectivas áreas (OLIVEIRA, 2003). Desta forma, o

sensoriamento remoto, aliado ao geoprocessamento, tornou-se uma ferramenta imprescindível no planejamento do espaço geográfico e no estudo dos recursos naturais (ODUM et al., 2001). De acordo com Ippoliti-Ramilo (1998) o sensoriamento remoto é utilizado de maneira mais objetiva e precisa no levantamento de dados de cobertura da terra e por isso é cada vez mais aplicado em áreas agrícolas, nas estimativas de área plantada, principalmente na fotointerpretação e rendimento em todo o mundo.

3.2. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS, ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ E MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (MCG)

Os fatores ambientais, clima e solo, quando em condições adversas, dificultam e até podem inviabilizar a exploração do cafeeiro, acarretando baixa produtividade, independentemente de todos os demais tratamentos terem sido executados adequadamente. O crescimento e o desenvolvimento do café dependem da espécie e de variedade, bem como do ambiente onde é cultivado, principalmente da temperatura, chuvas e, em menor escala, dos ventos, da umidade relativa do ar e da luminosidade (MATIELLO et al., 2002).

Nas plantas, o aumento da temperatura é diretamente proporcional à atividade fotossintética. As reações catalisadas enzimaticamente podem ser aceleradas, resultando na perda da atividade das enzimas, fator este associado à tolerância das plantas ao calor (BIETO & TALON, 1996). No caso do cafeeiro da espécie *Coffea arabica*, temperaturas médias anuais ótimas situam-se entre 18°C e 22°C. A ocorrência freqüente de temperaturas máximas superiores a 34°C causa o abortamento de flores e, conseqüentemente, perda de produtividade (CAMARGO, 1985; PINTO et al., 2001; SEDIYAMA et al., 2001). Temperaturas entre 28°C e 33°C provocam redução na produção de folhas e na atividade fotossintética do cafeeiro (DRINNAN & MENZEL, 1995).

As deficiências hídricas afetam menos a cafeicultura quando estas não se estendem até a estação de frutificação e estão sob condições de solos profundos e de boas condições físicas. Para vegetar e frutificar normalmente o cafeeiro necessita encontrar umidade suficiente no solo, durante o período de vegetação e de frutificação, que compreende o intervalo de meses que vai de setembro à outubro e de abril à maio (SANTOS, 1999).

Para o cafeeiro, os fatores edáficos de maior importância são aqueles relacionados à profundidade do solo, isto é, a camada de solo que pode ser explorada livremente pelas raízes, ao suprimento de água e ar e ao suprimento de nutrientes disponíveis às plantas. Apesar de existirem cafezais desenvolvendo-se satisfatoriamente em solos com profundidade em torno de 1,0 m, acredita-se que a profundidade mais adequada, especialmente nas áreas com carência hídrica, deveria ser superior a 1,50 m (SANTOS, 1999).

Os solos mais adequados ao cultivo do cafeeiro são os solos profundos, bem drenados, porosos, com uma estrutura granular de tamanho médio e moderadamente desenvolvida. A textura mais favorável é a média, não sendo recomendado solos com teor de argila menor do que 20% e, quando muito argiloso, apresentar estrutura e porosidade favorável à cultura.

O relevo também é importante na instalação de novos cafezais, principalmente com vistas à mecanização e conservação do solo. Deve-se situar o cafezal na face Norte, ou poente, ou em pontos intermediários, restringindo-se ao mínimo, as exposições Sul, em virtude dos ventos frios do Sul a que nosso hemisfério está exposto. Nas zonas sujeitas ao fenômeno das geadas devem ser evitados os terrenos baixos de difícil circulação de ar.

As condições ambientais estão intimamente relacionadas à produtividade das culturas, sendo de grande importância a escolha de áreas mais homogêneas, que, aliadas às técnicas de manejo, poderão levar ao aumento da produtividade das culturas. Segundo Santos (1999), as principais causas de variações na produtividade agrícola são: variações em uma mesma propriedade, relação solo-microclima, variações entre propriedades de uma mesma região, técnicas de manejo, variações de ano para ano e os fatores econômicos.

O conhecimento dos limites das regiões climaticamente homogêneas pode trazer benefícios diretos à diversas atividades agrícolas da região, especialmente porque poderá ser extremamente útil na seleção de uma dada cultura, ou na indicação de outra cultura para uma região específica (SANTOS, 1999).

Dessa forma, o zoneamento agrícola é uma técnica utilizada para determinar regiões propícias ao desenvolvimento de determinadas culturas, sendo que as condições de ambiente, de solo e econômicas, quando favoráveis, proporcionam maior produtividade e rentabilidade (OMETO, 1981). Portanto, ele deve ser

constantemente atualizado visando obter maiores informações sobre as condições climáticas de culturas selecionadas e, sobretudo, proporcionar maior retorno dos investimentos, a médio e longo prazo. Para tanto, há a necessidade de obtenção de dados mais consistentes, bem como a utilização de técnicas mais modernas para identificação de áreas mais propícias ao desenvolvimento das culturas (SANTOS, 1999).

De acordo com Camargo (1999), 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.

Para a cultura do café arábica já foram realizados trabalhos de zoneamento agroclimatológico para diversos estados brasileiros. Para o estado do Espírito Santo, Taques e Dadalto (2007), realizaram o zoneamento agroclimatológico, indicando áreas aptas, inaptas ou restritas para o café conilon (PEZZOPANI et. al 2010).

Sob o aspecto térmico, a maior parte do estado do Espírito Santo apresenta condições ótimas para o cultivo da espécie. Sob o aspecto hídrico, principalmente no norte do estado, o cultivo do café Conilon tem ocorrido em regiões onde a deficiência hídrica é o principal fator limitante à produção, onde, em muitos anos a ocorrência de secas prolongadas e veranicos têm prejudicado a produção dos cafeeiros em condições não irrigadas (DAMATTA; RAMALHO, 2006).

As áreas com aptidão para o plantio dos cafeeiros robusta (conilon) e arábica no estado foram identificadas com base nos índices de deficiência hídrica anual (DHA), deficiência hídrica mensal (DHM) e nas temperaturas médias anuais (T_a) e da temperatura do mês de novembro (T_n). Na Portaria nº 79 D.O.U de 28/02/2011 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA foram estabelecidas as seguintes classes de temperatura média anual (T_a) para a definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista térmico e classe de DHA para a definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista hídrico para o café conilon e arábica:

Café Robusta (Conilon) : $DHA < 200 \text{ mm}$; $22^\circ\text{C} < T_a < 26^\circ\text{C}$; $T_n < 25^\circ\text{C}$.

Café arábica: $DHA < 150 \text{ mm}$; $18^\circ\text{C} < T_a < 23^\circ\text{C}$; $T_n < 24^\circ\text{C}$.

Segundo MATIELLO (1991), as faixas por aptidão térmica e hídrica para o café conilon estão representadas nas tabelas 1 e 2

Tabela 1 - Faixas de aptidão por temperatura para o café conilon.

Aptidão	Faixa de Aptidão
Apta	22,5 – 24,0 °C
Restrita	20,0 – 22,5 °C
Inapta	< 20,0 °C e > 24,0 °C

Tabela 2 - Faixas de aptidão por deficiência hídrica para o café conilon.

Aptidão	Faixa de Aptidão
Apta	< 200 mm
Restrita	200 – 400 mm
Inapta	> 400 mm

Segundo MATIELLO (1991), as faixas por aptidão térmica e hídrica para o café arábica estão representadas nas tabelas 3 e 4

Tabela 3 - Faixas de aptidão por temperatura para o café arábica.

Aptidão	Faixa de Aptidão
Apta	18,0 – 22,5 °C
Restrita	22,5 – 24,0 °C
Inapta	< 18,0 °C e > 24,0 °C

Tabela 4 - Faixas de aptidão por deficiência hídrica para o café arábica.

Aptidão	Faixa de Aptidão
Apta	< 150 mm
Restrita	150 – 200 mm
Inapta	> 200 mm

As classes, tanto por aptidão térmica quanto por aptidão hídrica, citadas por MATIELLO (1991), são semelhantes às classes térmica e hídrica recomendadas pelo MAPA (2011).

SANTINATO et al. (1996), ao discutirem a aptidão hídrica do cafeeiro conilon, afirmaram que as regiões com déficit hídrico (DH) anual oscilando entre 150 a 200 mm são consideradas como aptas ao seu cultivo, mas podem exigir irrigações ocasionais. Regiões com DH entre 200 e 400 mm podem ser consideradas aptas, desde que se utilizem irrigação suplementar.

Ficam indicadas no Zoneamento Agrícola de Risco Climático, para a cultura de café no estado do Espírito Santo, as cultivares registradas no Registro

Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendidas as indicações das regiões de adaptação, em conformidade com as recomendações dos respectivos obtentores/detentores (mantenedores).

A partir do ano de 1996 por determinação do Conselho Monetário Nacional – CMN, o Banco Central do Brasil publicou resoluções passando a considerar o zoneamento agrícola de risco climático como referência para aplicação racional do Crédito Agrícola e para o Programa de Garantia Agropecuária – PROAGRO. Consolidando-se como uma ferramenta técnico científica de auxílio à gestão de riscos climáticos na agricultura, e, esse zoneamento vem sendo gradativamente ampliado e utilizado em larga escala no País.

O estado do Espírito Santo, principalmente a região Norte e Noroeste, apresentam déficit hídrico em 80% das áreas cultivadas com a cultura do Conilon, apresentando também um quadro pluviométrico crítico com ocorrência de chuvas mal distribuídas, o que justifica a utilização de sistemas de irrigação para evitar os riscos agrícolas (PEDEAG, 2008).

É importante ressaltar que a não indicação de uma área para uma cultura não significa que essa área não seja apta para a espécie selecionada, uma vez que há sempre possibilidades de se conseguir o ajustamento de práticas agrícolas com variedades selecionadas ou, então, utilizar técnicas agrícolas mais eficientes. Portanto, o zoneamento agroclimatológico é uma ferramenta que possibilita levar aos produtores da região informações sobre as características climáticas e as futuras atividades agrícolas que serão colocadas em prática, aumentando assim, a rentabilidade desses produtores que poderão então fazer um planejamento mais criterioso, objetivando retornos mais satisfatórios do capital investido na produção, a médio e longo prazo.

Segundo Melo e Souza (2010) a primeira etapa no processo de melhoramento de *Coffea* spp. seria conhecer os mecanismos que estão envolvidos em sua fisiologia, e, a partir de então, traçar os objetivos a serem alcançados para a seleção de genótipos mais adaptados a regiões de altitudes acima de 500 m, que vegetassem e produzissem satisfatoriamente nessas condições de temperaturas mais amenas.

A espécie *Coffea arabica* L. é uma planta tropical de altitude, originada nos altiplanos das altas montanhas da Etiópia, constituindo o terceiro ou quarto

extrato das florestas, sendo adaptada a clima úmido e com temperaturas amenas. Portanto, o café Arábica é uma planta originariamente de sombra, embora no Brasil quase todas as plantações sejam conduzidas a pleno sol (MATIELLO et al., 2002).

LUPPI, (2011) desenvolveu uma nova metodologia para a classificação de zoneamento agroclimatológico, que transforma as classes de aptidão em porcentagem de aptidão, transformando-os quantitativamente da seguinte forma:

$$APTO = 100\% / N \quad \text{eq. 4}$$

$$RESTRITO = 100\% / (N \cdot 2) \quad \text{eq. 5}$$

$$INAPTO = 0\% \quad \text{eq. 6}$$

Onde:

N = Número de classes utilizadas no zoneamento agroclimatológico.

A porcentagem de aptidão será o somatório das porcentagens relacionadas a cada classe de aptidão.

No caso do presente estudo uma área apta tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 50% ($100\% / 2$), uma área restrita tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 25% ($100\% / 2 \times 2$), pois está entre as áreas aptas e inaptas, e uma área inapta tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 0% ($Inapto = 0\%$), assim a porcentagem de aptidão será a soma da aptidão por temperatura mais a aptidão por deficiência hídrica, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação por porcentagem de aptidão das áreas aptas, restritas e inaptas, para o café conilon e arábica

Classes		Classificação				Porcentagem de Aptidão
Temperatura	Def. Hídrica					
Apto	Apto	50%	+	50%	=	100%
Apto	Restrito	50%	+	25%	=	75%
Restrito	Apto	25%	+	50%	=	75%
Restrito	Restrito	25%	+	25%	=	50%
Apto	Inapto	50%	+	0%	=	50%
Inapto	Apto	0%	+	50%	=	50%
Restrito	Inapto	25%	+	0%	=	25%
Inapto	Restrito	0%	+	25%	=	25%
Inapto	Inapto	0%	+	0%	=	0%

Esta nova metodologia foi adotada em todos os trabalhos desenvolvidos mostrando-se bastante eficiente na delimitações das áreas aptas, restritas e inaptas por porcentagem de aptidão. A classificação por porcentagem de aptidão transforma dados qualitativos em quantitativos, facilitando o entendimento da dimensão de aptidão.

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, o déficit hídrico é o mais importante, pois, além de afetar as relações hídricas nas plantas, é um fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis. Portanto, as plantas parecem ter desenvolvido mecanismos capazes de diminuir os efeitos da falta de água no solo, os quais podem ser transmitidos geneticamente (BOYER, 1982). Variedades cultivadas em diversos ambientes podem apresentar desempenhos diferenciados, sendo a interação genótipo x ambiente um importante parâmetro para avaliação e recomendação de variedades. De acordo com Bartholo e Chebabi (1985), o conhecimento da participação do ambiente sobre a expressão fenotípica é de grande importância, pois muitas vezes uma cultivar se mostra promissora em determinado ambiente, e apresenta comportamento diferente em outro, quando as condições são modificadas.

Em determinadas plantas, o estresse hídrico limita não apenas o tamanho, mas também o número de folhas, pois ele diminui o número e a taxa de crescimento dos ramos. O crescimento do caule tem sido menos estudado do que

a expansão foliar, mas provavelmente ele é afetado pelas mesmas forças que limitam o crescimento das folhas durante o estresse (TAIZ, ZEIGER, 2004).

É importante ressaltar que as plantas durante seu ciclo de vida nem sempre encontram condições ambientais onde todos os fatores sejam favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento. Um importante fator ambiental que limita o crescimento é a redução na disponibilidade de água do solo. Dessa forma, o estresse hídrico, ocorre geralmente, na natureza, de maneira gradual e as plantas tolerantes desenvolveram mecanismos para se adaptarem às condições de baixa disponibilidade de água no solo (LARCHER, 2006).

Várias estratégias foram desenvolvidas pelas plantas para reduzir a perda de água, bem como a utilizarem com maior eficiência a pequena quantidade de água que ainda possa ser encontrada no solo. Uma das estratégias utilizadas pelas plantas é a redução da transpiração, por meio do fechamento antecipado dos estômatos, a eficaz proteção cuticular e ainda pela indução da abscisão foliar. O aumento nos níveis de ácido abscísico e etileno nas folhas funcionam como modulador do fechamento dos estômatos e abscisão foliar, respectivamente, possibilitando maior controle da perda de água (LARCHER, 2006).

No entanto, algumas plantas podem sofrer apenas adaptações fisiológicas, a exemplo das alterações no processo de abertura dos estômatos. As espécies resistentes à seca são capazes de suportar períodos de seca. As perspectivas de uma planta sobreviver a um estresse hídrico extremo são tanto maiores quando ocorre a fuga à dessecação, ou seja, quanto mais tempo forem capazes de evitar o decréscimo do potencial hídrico do protoplasma; e a tolerância à dessecação, ou seja, quanto mais o protoplasma aguentar a dessecação sem ficar danificado (LARCHER, 2006).

Assim, não é necessário que uma planta seja resistente à seca para viver em uma região árida, entretanto, há espécies que escapam à seca pela regulação do seu crescimento e reprodução, de forma que instalam-se no breve período em que há água (COSTA, 2001; LARCHER, 2006).

A capacidade de reduzir a transpiração permite que as plantas tenham uma melhor gestão da água disponível no solo. Uma adaptação modulativa acontece quando as plantas fecham antecipadamente, mas reversivelmente os estômatos (PAIVA; OLIVEIRA, 2006).

É universalmente aceito que as plantas estão constantemente sofrendo a ação de fatores de estresse, os quais podem desencadear várias respostas bioquímicas capazes de atenuar os efeitos de qualquer tipo de estresse ambiental.

Apesar de o café arábica ser o mais recomendado para regiões de altitudes maiores e de temperaturas mais baixas, existe alguns indicativos que podem levar à seleção de cultivares adaptados a outras regiões, como: no Espírito Santo, em períodos anteriores a 1960, antes da entrada do cultivo do café conilon nas regiões quentes, municípios como São Gabriel da Palha, Colatina e Linhares, só plantavam o arábica; existem muitos cultivares de café arábica desenvolvidos por instituições de pesquisa, que poderão ser adaptados às condições irrigadas e de alta tecnologia no Norte do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2000).

Originariamente o *Coffea canephora* apresenta uma distribuição geográfica muito ampla, ocorrendo na faixa ocidental, centro-tropical e subtropical do continente africano, sobretudo da Guiné à República Democrática do Congo. A maioria dos materiais genéticos é encontrada em regiões quentes, úmida e de baixa altitude, embora alguns genótipos possam ser encontrados em regiões com até 1300 m de altitude (CAVATTE et al., 2008). A variedade Kouillou (Guineano) inclui cultivares com porte arbustivo, caules bem ramificados (ortotrópicos e plagiotrópicos) e folhas menores, enquanto que a variedade robusta (Congolês) inclui cultivares mais vigorosos, de caule ereto com maior diâmetro e pouco ramificado, folhas maiores e sistema radicular mais extenso (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

O café conilon tem sido cultivado com sucesso no estado do Espírito Santo em regiões fisiográficas de altitudes abaixo de 450 metros (DADALTO; BARBOSA, 1997), nessas condições apresenta maior tolerância a certas condições de estresse biótico e abiótico, apesar de ser mais susceptível a baixas temperaturas em comparação ao café arábica (DAMATTA et al., 1997; RAMALHO et al., 2003).

Devido à diversidade de materiais genéticos do cafeeiro, o vigor da lavoura e as respostas à suplementação hídrica podem ser bem adversas, pois existem materiais genéticos que proporcionam respostas significativas à irrigação, mas outros vão apresentar respostas pouco significativas (SILVA & REIS, 2007).

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.

Neste sentido, de acordo com Assad et al. (2004), a problemática das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (United Nations Environment Programme) a criarem o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1988. Segundo o último relatório do 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. Com a mudança climática, a agricultura deverá sofrer alterações e adaptações consideráveis neste século.

Os dados futuros de temperaturas utilizados no trabalho foram disponibilizados pelo IPCC e estimados por seis modelos, a saber: GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, R-30 resolution model), CCSR/NIES (Center for Climate Research Studies Model), CSIROmk2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization GCM mark 2), CGCM2 (Canadian Global Coupled Model version 2), ECHAM4 (European Centre Hamburg Model version 4) e HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3),

Este incremento de temperatura já foi testado anteriormente para Santa Maria, RS (STRECK e ALBERTO, 2006 a,b).

Segundo Assad et al. (2004) o zoneamento do café em função dos cenários de mudanças climáticas será modificado. Com base nessa perspectiva, as regiões produtoras como, Minas Gerais, Goiás, Paraná e São Paulo, diminuirão a área cultivada em 73,4%, 35,4%, 45,2%, 72,7%, respectivamente, para uma expectativa de aumento da temperatura em até 5°C.

Considerando as perspectivas do aumento da temperatura globais anunciado pelo IPCC (2007), e com bases no comportamento eco-fisiológico das plantas de *Coffea canephora*, na adaptabilidade climática das espécies às novas condições de temperatura que poderão predominar no país, e, considerando ainda o cenário de prováveis mudanças climáticas, pode-se admitir que, nas atuais regiões climatologicamente limítrofes àquelas de delimitação de cultivo adequado do café arábica, a anomalia positiva que venha à ocorrer será desfavorável ao desenvolvimento das plantas devido a ocorrências de extremos

de temperatura maiores à 32°C, durante a fase de florescimento. Este fenômeno poderá causar o abortamento de flores ou de toda florada. Porém por outro lado, a espécie *Coffea canephora*, mais resistente a altas temperaturas, poderá ser beneficiada, até seu limite próprio de tolerância de estress hídrico (PINTO 2012).

No caso de regiões com baixas temperaturas e que atualmente sejam limitantes ao desenvolvimento de culturas susceptíveis à geadas, com o aumento do nível térmico, devido ao aquecimento global, estas passarão a exibir condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, no caso do estado do Espírito Santo, principalmente o café arábica (PINTO, 2012).

Considerando o cenário de aumento da temperatura, segundo o IPCC, até 2050, a cultura do café Robusta (Conilon) poderá expandir para o sul do país e para áreas mais elevadas, com grandes produções (PINTO, 2012).

Segundo ASSAD (2010), caso seja confirmado o aumento da temperatura previstas para os cenários futuros (IPCC), as áreas atualmente aptas ao cultivo do café arábica, poderão tornar-se aptas ao cultivo do café conilon no estado do Espírito Santo.

Segundo a EPA (1989), estima-se que qualquer alteração do clima poderá afetar o zoneamento agrícola, com sérias conseqüências econômicas, sociais e ambientais. Desta forma, dada a importância que o setor agrícola tem para a economia nacional torna-se fundamental e urgente a análise de todo e qualquer fator que possa afetar seu desempenho de maneira efetiva nas próximas décadas.

De acordo com o zoneamento agroclimatológico para o cafeeiro para o Espírito Santo, atualmente a área apta ao plantio do café arábica é de cerca de 3,3 vezes maior do que a área implantada. Caso ocorra o aumento de +3°C na temperatura média do ar projetada pelo IPCC para 2050, o zoneamento agroclimatológico da cafeicultura do estado do Espírito Santo, sofrerá significativas alterações, sendo que provavelmente ocorrerá uma drástica redução das áreas aptas para o cultivo do café arábica (JESUS et al, 2011).

A resposta das culturas agrícolas a cenários de mudança climática tem sido estudada, inclusive no Brasil (STRECK, 2005). Estes estudos têm concentrado foco no rendimento das culturas (STRECK e ALBERTO, 2006) ou na fenologia das culturas (ASSAD et al., 2004; STRECK et al., 2006; LAGO et al.,2008), e não no desenvolvimento foliar.

3.2.1. Fatores que influenciam direta e indiretamente a produtividade do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.)

RENA et al. (1986) relatam que nos cafezais renovados a produtividade situa-se em níveis superiores às lavouras tradicionais, com efeito mais pronunciado quando a comparação é efetuada em termos de área, pela redução do espaçamento.

Os principais fatores que influenciam direta e indiretamente a produtividade do cafeeiro são os fatores econômico-conjunturais, fatores climáticos e manejo da cultura. O cafeeiro apresenta limitações produtivas ocasionadas por problemas fitossanitários, seca, alta e baixa temperatura.

Diversos processos fisiológicos da planta são influenciados pelo teor de umidade do solo, considerando-se seu efeito direto sobre o crescimento e indireto na absorção dos nutrientes existentes na solução do solo (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O cafeeiro, assim como as demais culturas, requer água disponível na capacidade de campo, para promover o crescimento vegetativo de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, bem como a fase reprodutiva, desde a floração, expansão dos frutos até a fase de granação, de modo a se desenvolver e produzir satisfatoriamente (MANTOVANI; SOARES, 2003).

Quando as plantas permanecem em condições ambientais adversas, tais como déficit hídrico ou baixa temperatura pode ocorrer o estresse oxidativo, que é um problema de ocorrência habitual e muito grave devido à fotoinibição (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A fase de floração e de granação são notadamente dois estádios reprodutivos do café que são prejudicados com a ocorrência de estiagens prolongadas (DAMATTA et al., 2008). A ocorrência de estiagem após a florada faz com que haja menor pegamento dos frutos, ao passo que na granação a estiagem faz com que aumente a presença de frutos chochos e mal formados. Além disso, o crescimento vegetativo do cafeeiro também pode ser prejudicado pela estiagem prolongada, que certamente influencia a produção da próxima safra (PEZZOPANE et al., 2010),

De acordo com RENA et al. (1986), a conjuntura econômica determina condições favoráveis ou desfavoráveis em relação ao preço do café, à disponibilidade e custo dos insumos e da mão-de-obra, ao custo e à

disponibilidade de crédito, entre outros, sendo que o balanço destes fatores influi sobre a tomada de decisão dos produtores, que passam a adotar em maior ou menor grau os investimentos no trato das lavouras.

Segundo MATIELLO (1991), a cultura do café, ao longo dos anos, tem evoluído em ciclos compostos por fases de expansão e de retração, sendo que a duração dessas duas fases varia de acordo com o nível alcançado pelos preços, as políticas econômicas postas em prática e, principalmente, a capacidade de aumento da produção de café.

Dentre os fatores climáticos que influenciam a produção e a produtividade do cafeeiro, destacam-se o efeito das geadas, das secas e veranicos. Outro fator importante é o ciclo bienal de produção que atua basicamente sobre a produtividade, ocorrendo principalmente em função do cultivo de lavouras a pleno sol, que condiciona altas produtividades num ano, com o conseqüente esgotamento da planta, que assim não tem boa vegetação para voltar a produzir bem no ano seguinte (RENA et al. 1986).

O manejo da cultura envolve diversos parâmetros importantes que influenciam direta e indiretamente a produtividade do cafeeiro, sendo os mais importantes as condições físicas do solo, sistema de cultivo, cultivares, espaçamento, adubação e calagem, práticas culturais, combate a pragas e doenças, proteção contra ventos e irrigação.

De acordo com MATIELLO (1991), em relação às condições físicas do solo, dois fatores principais devem ser observados: a profundidade do solo e a sua capacidade de armazenar água. O cafeeiro necessita pelo menos de 1,2 m de profundidade de solo, em boas condições de textura e estrutura, para que possa manter um sistema radicular eficiente. O solo para o cafeeiro deve apresentar uma boa porosidade, permitindo um maior armazenamento de água e ar.

MATIELLO (1991) relata que não são indicados para o cafeeiro solos com menos de 15 a 20% de argila e mais de 50% de argila, salvo em condições especiais em que solos de textura média são os mais favoráveis ao desenvolvimento das raízes do cafeeiro.

Os dois principais sistemas de cultivo de cafezais podem ser os sistemas rotineiro e o racional. De acordo com RENA et al. (1986), no sistema rotineiro são realizadas as operações normais de cultivo, como capinas, arruação e

esparrramação, a colheita e preparo do café, sendo que no sistema racional, além dessas, são realizadas as operações de adubação, calagem, pulverizações e podas eventuais.

Nas áreas mecanizáveis e plantios extensivos, os espaçamentos devem ser mais abertos nas ruas, com 3,5 a 4,5m e 1 a 1,5m entre plantas na linha. Nas pequenas propriedades ou terras mais valorizadas, é indicado o sistema de espaçamento adensado, de 1,5 a 2,5m por 0,8 a 1,0m (MATIELLO, 1991).

A execução de práticas culturais, quando necessário, na época correta e de modo adequado, representa significativo retorno em produtividade, destacando-se as capinas, a adubação, as pulverizações e as podas.

De acordo com MATIELLO (1991) o desenvolvimento e a produção econômica dos cafezais dependem do fornecimento, pelo solo e pelas adubações, dos nutrientes necessários ao cafeeiro, de forma equilibrada. Em ordem de exigências, o cafeeiro adulto extrai os nutrientes N, K, Ca, Mg, P, S, Zn, B e Cu.

Segundo RENA et al. (1986), a correção dos solos, com calagem adequada, resulta em aumentos significativos da ordem de 30 a 200% na produtividade do cafeeiro.

Dentro de uma nova orientação, com irrigações programadas para suprir água apenas no período crítico, é possível obter bons retornos em produtividade, com menores investimentos e gastos operacionais na irrigação.

Segundo TOMAZIELLO et al. (1997), as principais pragas que tem provocado prejuízos para os cafeeiros são: bicho mineiro, a broca do café, cigarras e nematóides nas raízes. Afirmam também que as principais doenças são a ferrugem, a phoma e a cercoporiose.

4. TRABALHOS

4.1. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Rosembergue Bragança¹, Alixandre Sanquetta Laporti Luppi², Alexandre Rosa dos Santos¹, Elias Fernandes de Sousa³, Almy Junior Cordeiro de Carvalho³.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, UFES - CCA-UFES, Alegre - ES, CEP: 29500-000
Email: rosembergue_braganca@yahoo.com.br, mundogeomatica@yahoo.com.br.

²Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, CEP: 36570-000
Email: alixandregeoinfo@gmail.com.

³Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, CEP: 28013-600 - Email: elias@uenf.br, almy@uenf.br

Resumo: O café conilon é a cultura de maior importância econômica para o estado do Espírito Santo, sendo este o maior produtor desta cultura do Brasil, segundo IPCC, 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change), haverá aumentos de 1,1 a 6,4°C na temperatura média do ar, para os próximos 100 anos, deste modo o presente estudo propôs avaliar os impactos deste acréscimo de temperatura sobre a cultura do café conilon. O estudo foi desenvolvido sobre o território do estado do Espírito Santo que apresenta uma área de 46.053,19 km², onde destes 329.700 ha são ocupados por café conilon, com o objetivo de avaliar os impactos das mudanças climáticas, no zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon. Atualmente o estado do Espírito Santo é bastante propício ao cultivo do café conilon, onde 14,29% do território é composto por áreas completamente aptas, contra 0,78% de áreas completamente inaptas. Com o acréscimo de 5°C na temperatura média anual as áreas completamente aptas passarão de 14,29% para 0,01%, enquanto as áreas completamente inaptas passarão de 0,78% para 91,72%, tornando futuramente as atuais cultivares de café conilon (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como

limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 22,5°C à 24°C), impróprias para o cultivo no estado.

Palavras Chaves: Sistemas de Informações Geográficas, Regressão Linear Múltipla.

Abstract: Coffee conilon is the culture of greater economic importance to the state of Espírito Santo, which is the largest producer of this crop in Brazil, according to IPCC 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change), will increase from 1.1 to 6, 4 ° C in mean air temperature for the next 100 years, so the present study was to evaluate the impacts of increased temperature on the coffee culture conilon. The study was conducted on the territory of the State of the Espírito Santo which has an area of 46,053.19 km², of which 329,700 ha are occupied by conilon coffee, in order to assess the impacts of climate change in zoning agroclimatológico for coffee culture conilon. Currently the state of the Espírito Santo is quite conducive to growing coffee conilon, where 14.29% of the territory consists of areas completely fit, against 0.78% for areas completely unsuitable. With the addition of 5 ° C in mean annual temperature areas will completely capable of 14.29% to 0.01%, while areas will totally unfit from 0.78% to 91.72% of the territory of the State of Espírito Santo, making current future to cultivate coffee conilon (if maintaining the genetic and physiological whose tolerance for mean annual temperatures between 22,5°C to 24°C), suitable for cultivation in the state.

Keywords: Geographic Information Systems, Multiple Linear Regression.

Introdução

A agricultura é um dos principais motores da economia, representando 24% do PIB nacional. Dentre os vários produtos de nossa agricultura o café apresenta grande importância, com distribuição geográfica em quase todo país, sendo também o 2º produto mais consumido, só ficando atrás da água, sendo que seu faturamento corresponde a 5% do PIB do Agronegócio Brasileiro.

O Espírito Santo é o 2º maior produtor de café do Brasil, com cerca de 25% da produção nacional e o maior produtor de café conilon, que ocupa uma área de aproximadamente 329.700 ha, enquanto o café arábica ocupa uma área de 197.110 ha (CETCAF, 2011).

Segundo Santos (1999), o café representa a maior fonte de renda da agricultura no estado do Espírito Santo e contribui para a sustentabilidade da economia estadual, com profundas implicações no nível de renda da população do estado.

De acordo com Assad et al. (2010) a cultura do café esta sendo atingida por excesso de deficiência hídrica ou alterações das condições térmicas nas regiões tradicionais. A ocorrência frequente de temperaturas máximas superiores a 34°C causa o abortamento de flores e, conseqüentemente, perda de produtividade (CAMARGO, 1985; SEDIYAMA et al., 2001).

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.

Neste sentido, de acordo com Assad et al. (2010), a problemática das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (United Nations Environment Programme) a criarem o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1988. De acordo com o último relatório do 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. Com a mudança climática, a agricultura deverá sofrer alterações e adaptações consideráveis neste século.

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 conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) no estado do Espírito Santo.

Material e Métodos

O estado do Espírito Santo está localizado na região sudeste do Brasil e encontra-se dividido em 12 Microrregiões de Planejamento e em 78 municípios. Essa divisão tem a finalidade de contribuir com a promoção de ações

regionalizadas por parte do Governo do Estado, superando problemas de diferente natureza por meio de diversas ações e soluções relacionadas com as peculiaridades e atividades de cada região, buscando um desenvolvimento regional integrado e sustentável (IJSN, 2009).

O estado do Espírito Santo possui uma área territorial de 46.053,19 km². Está localizado 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 (Figura 1). Integra com os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, a chamada Faixa de Desenvolvimento da Região Sudeste (SANTOS, 2006).

O Espírito Santo apresenta áreas planas e elevadas, sendo que o clima é influenciado, de maneira marcante pelo relevo, altitude e exposição das serra. Conforme o sistema de classificação de Köppen, a região enquadra-se nas zonas climáticas A e C, que identificam climas úmidos. No estado são encontrados os subtipos climáticos Aw, Am, Cf e Cw, e também as variações Cfa, Cfb, Cwa e Cwb (SIQUEIRA et al., 2004), com temperatura média anual de 23,91 graus e volume de precipitação média anual de 1240 mm.

O clima do estado do Espírito Santo está diretamente relacionado à altitude, sendo o relevo predominantemente montanhoso e de grande diversidade de ambientes. A temperatura é fria, onde predominam a olericultura e a fruticultura, é amena nas regiões de transição da região Serrana para o Norte e para o Sul, onde predomina a cultura do café arábica, e quente nas demais regiões, nas quais é predominante a cultura do café robusta (SANTOS et al., 2011).



Figura 1 - Localização geográfica do estado do Espírito Santo.

Para a realização deste estudo utilizou-se:

- a) Séries históricas de temperatura média do ar e deficiência hídrica de 110 estações meteorológicas pertencentes ao INCAPER, ao INMET e a ANA;
- b) Projeções futuras de temperatura média do ar, previstas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC, a saber: GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007);
- c) Modelo digital de elevação (MDE), com resolução de 90 metros, desenvolvido pela NASA e NIMA nos Estados Unidos no ano de 2000 e;
- d) Programas computacionais *ArcGIS*, versão 10.0, módulos *ArcMap* e *ArcInfo Workstation* (ESRI, 2011), para o tratamento e análise dos dados.

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 conilon, no estado do Espírito Santo.

Todos os mapas digitais foram elaborados por meio do *software ArcGIS*, versão 10.0, módulos *ArcMap* e *ArcInfo Workstation* (ESRI, 2011).

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 à 2006. A metodologia utilizada para a realização do balanço hídrico foi a THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. 1955, com CAD de 125mm.

Para o estado do Espírito Santo, os dados meteorológicos foram obtidos de 94 pontos de medição, sendo 11 pertencentes à rede de estações meteorológicas do Instituto Capixaba de Pesquisas e Extensão Rural (INCAPER), 03 pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que medem a temperatura do ar e precipitação e outros 80, pertencentes à Agência Nacional das Águas (ANA).

Adotou-se ainda, 16 pontos pluviométricos também pertencentes à ANA localizados fora do estado, tendo com objetivo minimizar o efeito de borda no processo de interpolação. No total, foram utilizados 110 pontos de medição, como é mostrado na Figura 2.

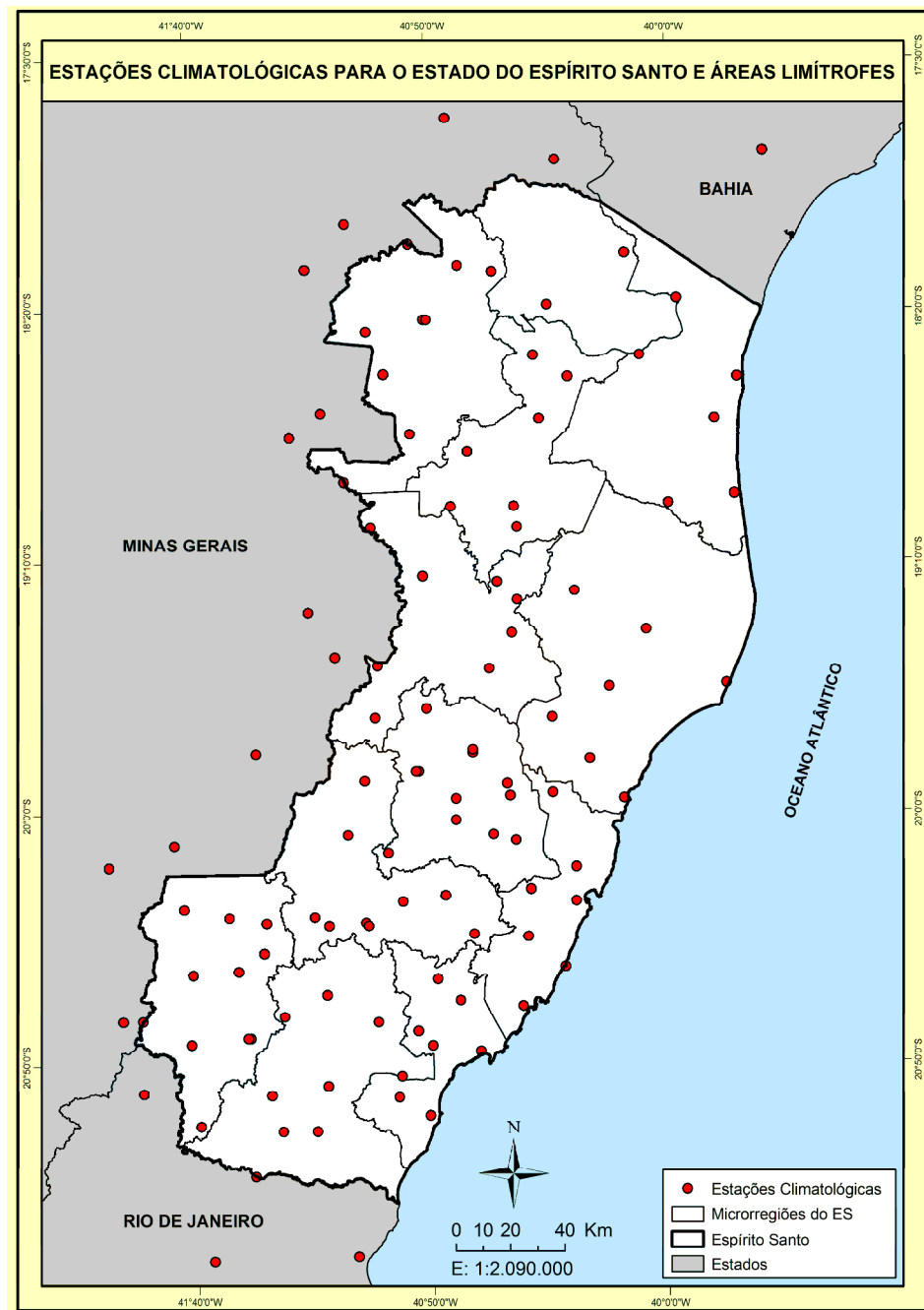


Figura 2 - Distribuição espacial dos pontos de medição dos dados climáticos localizadas sobre o estado do Espírito Santo e estados vizinhos.

Todos os dados das estações meteorológicas foram unidos em uma macro-planilha, e esta ligada a 110 planilhas.

Para o desenvolvimento do zoneamento agroclimatológico atual do café conilon no Espírito Santo, foram utilizados os dados de temperatura média do ar e deficiência hídrica da macro-planilha sem nenhuma modificação nos dados, já para o desenvolvimento do zoneamento agroclimatológico do café conilon no Espírito Santo para os próximos 100 anos, foi necessário simular o efeito do

incremento de temperatura de: +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C, obtidos no endereço eletrônico do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) (IPCC, 2007), deste modo, foram adicionados +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C, nos dados de temperatura das cento e dez (110) planilhas e a cada adição de um algarismo as planilhas foram salvas em uma pasta diferente juntamente com a macro-planilha, resultando em cinco (5) pastas, cada uma com cento e dez (110) planilhas mais a macro-planilha, onde as planilhas de cada pasta apresentam a mesma adição na temperatura, porém, entre pastas as adições na temperatura são diferentes, onde vão de + 1°C na pasta um (1), até + 5°C na pasta cinco (5).

No total foram modificadas quinhentos e cinqüenta (550) planilhas, este procedimento foi necessário para que os dados de deficiência hídrica fossem modificados, de acordo com a modificação na temperatura, pois esta segue conforme a Equação 1 e não é proporcional a temperatura, ou seja, a cada 1°C de aumento na temperatura não aumenta 1 mm na deficiência hídrica.

Os dados de temperatura fazem parte da equação da evapotranspiração potencial (Equação 2), e esta está incluída na equação de deficiência hídrica.

$$DEF = ETP - ETR \quad \text{eq. 1}$$

Onde:

ETP = evapotranspiração potencial*

ETR = evapotranspiração real.

$$* ETP = T \cdot 0,01 \cdot Q_0 \cdot N \cdot K \quad \text{eq. 2}$$

Onde:

T = temperatura média diária do ar;

Q₀ = radiação solar extraterrestre (milímetros equivalentes).

N = número de dias;

K = fator de ajuste dependente de temperatura média do período.

Deste modo foram originadas cinco (5) macro-planilhas com adição nos dados de temperatura de +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C, prevendo a temperatura média do ar, nos próximos 100 anos.

Os dados futuros de temperaturas foram estimados por seis modelos, a saber: GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, R-30 resolution model), CCSR/NIES (Center for Climate Research Studies Model), CSIRO Mk2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization GCM mark 2), CGCM2 (Canadian Global Coupled Model version 2), ECHAM4 (European Centre Hamburg Model version 4) e HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3).

Este incremento de temperatura já foi testado anteriormente para Santa Maria, RS (STRECK e ALBERTO, 2006 a,b).

Por meio dos dados de deficiência hídrica das 06 macro-planilhas (atual + 05 com adição nos dados de temperatura) foi realizada a interpolação por “Krigagem” de modo “espherical”, através da função de interpolação do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*, onde os dados de cada macro-planilha resultou em um mapa de deficiência hídrica, 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 3. 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:

1 - Modelo digital de elevação (MDE) - A National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA) foram as instituições responsáveis pela missão SRTM. Os dados de radar foram coletados no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 (durante 11 dias), a bordo da nave espacial Endeavour. Nesse período, a nave realizou 16 órbitas diárias na Terra, o que correspondeu a 176 órbitas durante toda a missão.

O propósito da missão SRTM foi atuar na produção de um banco de dados digitais para todo o planeta, necessários na elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais. Os dados foram produzidos para a região do planeta posicionada entre os paralelos 56°S e 60°N.

Os dados são distribuídos em formato raster pelo EROS Data Center, controlado pelo United States Geological Survey (USGS) e podem ser acessados em formato HGT, com resolução radiométrica de 16 bits. Os MDEs são organizados em tiles de 1°x1° e oferecem 30 m de resolução vertical para os Estados Unidos e 90 m de resolução vertical para as outras localidades (EMBRAPA, 2012).

2 - Latitude - As latitudes dos locais de implantação das estações meteorológicas, foram interpoladas originando um mapa de latitude.

3 - Longitude - As longitudes dos locais de implantação das estações meteorológicas, foram interpoladas originando um mapa de latitude.

$$TEMP = X - Y \cdot ALT - W \cdot LAT + Z \cdot LONG \quad \dots \text{eq. 3}$$

Onde:

TEMP= temperatura média anual;

ALT= altitude (MDE);

LAT= latitude;

LONG= longitude;

X, Y, W e Z= coeficientes estatísticos.

Os coeficientes estatísticos da equação de regressão linear múltipla foram calculados através do programa computacional *Microsoft Office Excel* 2003, 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 + 5 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 conilon, no estado do Espírito Santo (Tabelas 1 e 2).

Com base nos conhecimentos obtidos da cafeicultura no Brasil, MATIELLO (1991) estabelece os seguintes parâmetros térmicos para o café conilon mostrados na Tabela 1.

Para se definir a aptidão hídrica do cafeeiro conilon, utiliza-se do balanço hídrico, que resulta na análise conjunta dos dados de precipitação e evapotranspiração mensal. Ele estima os excedentes hídricos e quantifica as deficiências hídricas mensais. A Tabela 2, de acordo com MATIELLO (1991), mostra os parâmetros de aptidão por deficiências hídricas anuais para o café conilon.

Os mapas de temperatura média anual foram reclassificados para atender às classes de aptidão para o café conilon, relacionando estas classes a uma nota, as áreas aptas receberam nota 1, as áreas restritas nota 2 e as áreas inaptas nota 3, obtendo-se assim, os mapas finais de zonas de aptidão de temperatura.

Os mapas de deficiência hídrica anual foram reclassificados para atender às classes de aptidão para o café conilon, relacionando estas classes a uma nota. As áreas aptas receberam nota 1, as áreas restritas nota 2 e as áreas inaptas nota 3, obtendo-se assim, os mapas finais de zonas de aptidão de deficiência hídrica.

Tabela 1. Faixas de aptidão por temperatura para o café conilon

Aptidão	Faixa de Aptidão	Nota
Apta	22,5 – 24,0 °C	1
Restrita	20,0 – 22,5 °C	2
Inapta	< 20,0 °C e > 24,0 °C	3

Tabela 2. Faixas de aptidão por deficiência hídrica para o café conilon

Aptidão	Faixa de Aptidão	Nota
Apta	< 200 mm	1
Restrita	200 – 400 mm	2
Inapta	> 400 mm	3

Após a reclassificação, os mapas de temperatura e deficiência hídrica foram combinados de acordo com a faixa adicional de temperatura, ou seja, o mapa de temperatura +1°C reclassificado foi combinado com o mapa de deficiência hídrica +1°C reclassificado, através da função de tabulação cruzada do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*, onde as notas foram combinadas e o resultado da operação foi relacionado à classe de aptidão, segundo a Tabela 3, originando os 6 zoneamentos agroclimatológicos para o café conilon (ZONACC, ZONACC +1°C, ZONACC +2°C, ZONACC +3°C, ZONACC +4°C e ZONACC +5°C), onde o ZONACC representa o zoneamento agroclimatológico atual e os ZONACC +1°C a ZONACC +5°C representam os zoneamentos agroclimatológicos para os próximos 100 anos, com adição de 1°C à 5°C na temperatura média anual, respectivamente.

Tabela 3. Resultado da operação de combinação das notas dos mapas reclassificados de temperatura e deficiência hídrica média anual, relacionado às classes de aptidões dos zoneamentos agroclimatológicos para o café conilon (ZONACC)

Temperatura Reclassificada	Deficiência Hídrica Reclassificada	Aptidão			
		Temperatura	Deficiência Hídrica		
1	X	1	=	Apto	Apto
1	X	2	=	Apto	Restrito
1	X	3	=	Apto	Inapto
2	X	1	=	Restrito	Apto
2	X	2	=	Restrito	Restrito
2	X	3	=	Restrito	Inapto
3	X	1	=	Inapto	Apto
3	X	2	=	Inapto	Restrito
3	X	3	=	Inapto	Inapto

LUPPI, 2011, desenvolveu uma nova metodologia para a classificação de zoneamento agroclimatológico, onde transforma as classes de aptidão em porcentagem de aptidão, transformando-os quantitativamente da seguinte forma:

$$APTO = 100\% / N$$

eq. 4

$$RESTRITO = 100\% / (N \cdot 2) \quad \text{eq. 5}$$

$$INAPTO = 0\% \quad \text{eq. 6}$$

Onde:

N = número de classes utilizadas no zoneamento agroclimatológico.

A porcentagem de aptidão será o somatório das porcentagens relacionadas a cada classe de aptidão.

No caso do presente estudo uma área apta tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 50% (100% / 2), uma área restrita tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 25% (100% / 2x2), pois está entre as áreas aptas e inaptas, e uma área inapta tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 0% (Inapto = 0%), assim a porcentagem de aptidão será a soma da aptidão por temperatura mais a aptidão por deficiência hídrica, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Classificação por porcentagem de aptidão das áreas aptas, restritas e inaptas, para o café conilon

Classes		Classificação	Porcentagem de Aptidão
Temperatura	Def. Hídrica		
Apto	Apto	50% + 50%	= 100%
Apto	Restrito	50% + 25%	= 75%
Restrito	Apto	25% + 50%	= 75%
Restrito	Restrito	25% + 25%	= 50%
Apto	Inapto	50% + 0%	= 50%
Inapto	Apto	0% + 50%	= 50%
Restrito	Inapto	25% + 0%	= 25%
Inapto	Restrito	0% + 25%	= 25%
Inapto	Inapto	0% + 0%	= 0%

A classificação por porcentagem de aptidão transforma dados qualitativos em quantitativos, facilitando o entendimento da dimensão de aptidão.

Segundo Luppi (2011), a classificação por porcentagem de aptidão, torna possível avaliar a possibilidade futura de implantação de uma cultura, ou seja, transmitir a idéia a um produtor que sua propriedade encontra-se em uma área com 50% de aptidão, significa que ele tem 50% de chance de que a cultura se desenvolva e produza satisfatoriamente, sendo de melhor entendimento do que apto por temperatura e inapto por deficiência hídrica, inapto por temperatura e apto por deficiência hídrica ou restrito por temperatura e restrito por deficiência hídrica, onde todas estas 3 classificações correspondem à 50% de aptidão.

Resultados e Discussão

As equações de regressão linear múltipla onde os coeficientes estatísticos foram calculados através do aplicativo computacional *Microsoft Office Excel 2003*, de acordo com os dados de latitude, longitude e altitude, tendo como interseção conforme as equações abaixo, respectivamente.

$$TEMP_0 = 19,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 7}$$

$$TEMP_1 = 20,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 8}$$

$$TEMP_2 = 21,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 9}$$

$$TEMP_3 = 22,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 10}$$

$$TEMP_4 = 23,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,225 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 11}$$

$$TEMP_5 = 24,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,225 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 12}$$

Onde:

$TEMP_0$ = temperatura média anual atual;

$TEMP_1$ = temperatura média anual, com adição de 1°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₂= temperatura média anual, com adição de 2°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₃= temperatura média anual, com adição de 3°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₄= temperatura média anual, com adição de 4°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₅= temperatura média anual, com adição de 5°C nos dados de temperatura média anual;

ALT= altitude (MDE);

LAT= latitude;

LONG= longitude;

R² = coeficiente de determinação

Os mapas de temperatura média anual atual e com adição de 1°C a 5°C, seguem conforme a Figura 3. As áreas mais quentes encontram-se ao norte e leste, assim como as mais frias encontram-se no Centro-sul e Oeste do estado, variando o limite inferior de 6,97°C (atual) à 11,97°C (com acréscimo de 5°C) e o limite superior variando de 25,60°C (atual) à 30,60°C (com acréscimo de 5°C).

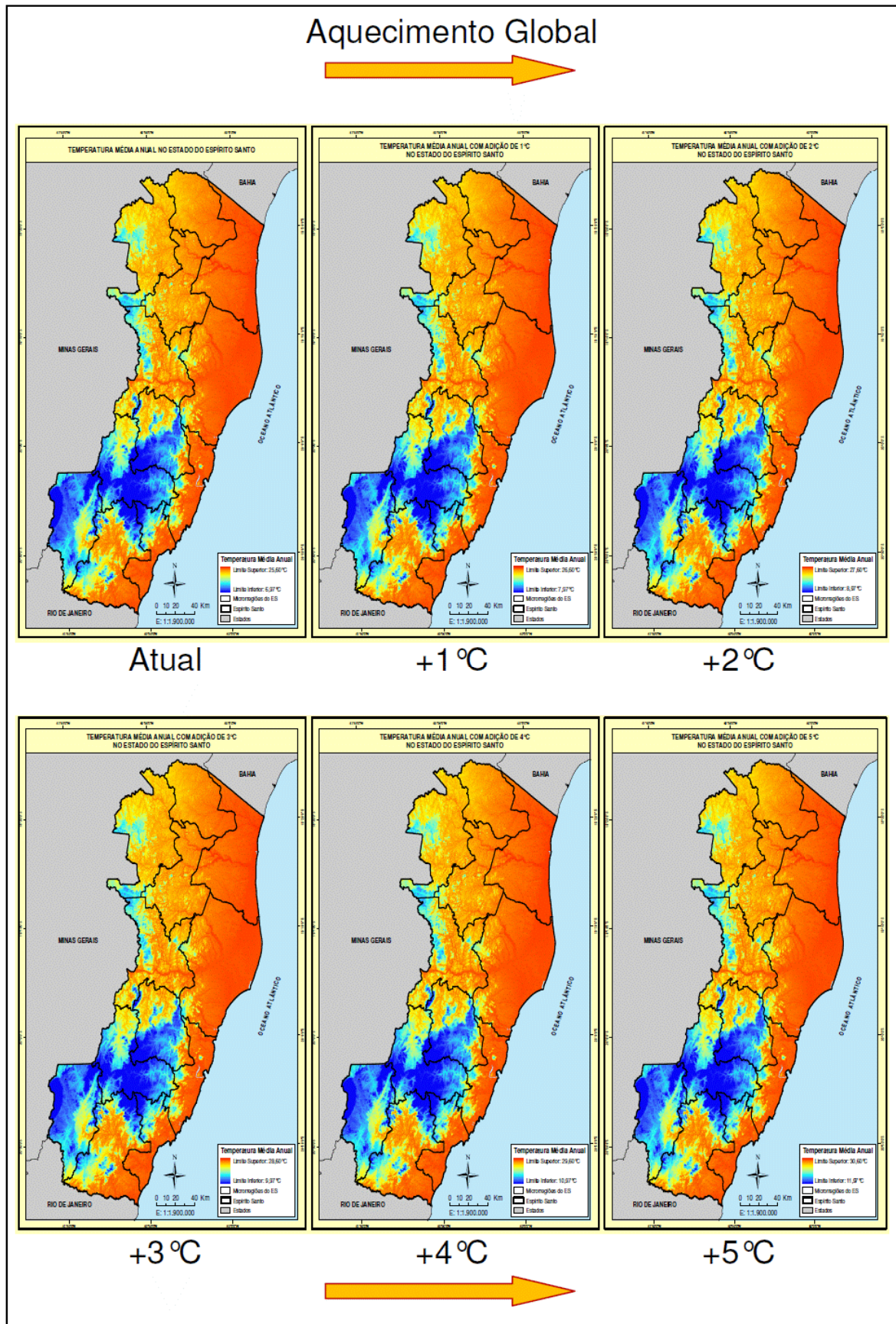


Figura 3 - Temperatura média anual atual e com adição de 1°C a 5°C respectivamente, no estado do Espírito Santo

Os mapas de deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C nos dados de temperatura média anual, resultante da interpolação dos dados de deficiência hídrica média anual atual com adição de 1°C a 5°C, das estações meteorológicas, seguem conforme a Figura 4. As áreas com menor deficiência hídrica encontram-se ao sul, enquanto as áreas com maior deficiência hídrica encontram-se ao norte, variando o limite inferior de -1,52 mm (atual) à 166,47 mm (com acréscimo de 5°C) e o limite superior variando de 510,01 mm (atual) à 1971,14 mm (com acréscimo de 5°C).

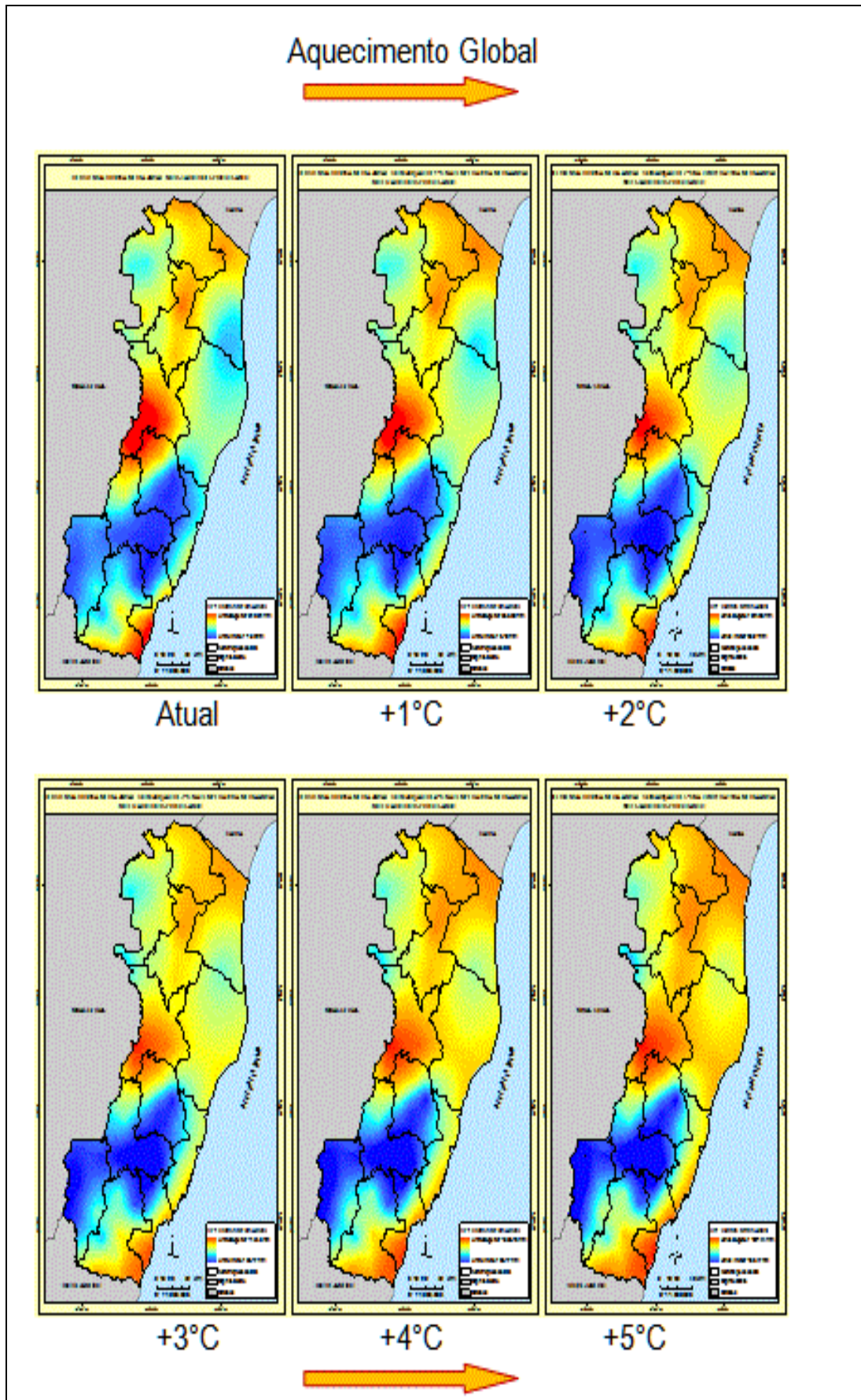


Figura 4 - Deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C respectivamente, no estado do Espírito Santo

De posse dos mapas de temperatura média anual e deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C nos dados de temperatura, estes foram reclassificados conforme as aptidões climáticas de temperatura e deficiência hídrica para a cultura do café conilon, segue abaixo as aptidões climáticas de temperatura (Figura 5) e deficiência hídrica (Figura 7) para a cultura do café conilon atual e com adição de 1°C a 5°C nos dados de temperatura, respectivamente.

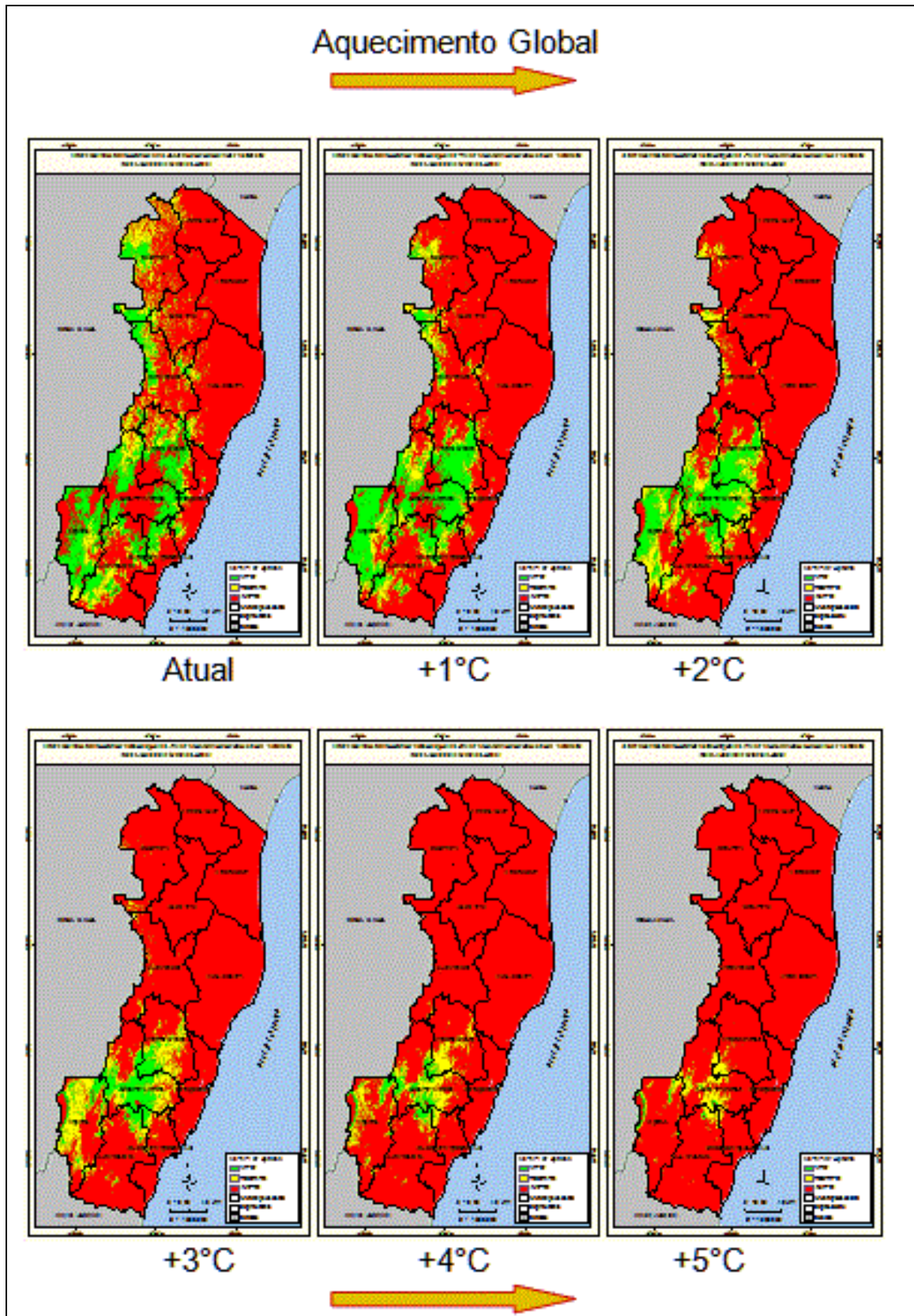


Figura 5 - Aptidão de temperatura para o café conilon, atual e com adição de 1°C a 5°C, respectivamente no estado do Espírito Santo

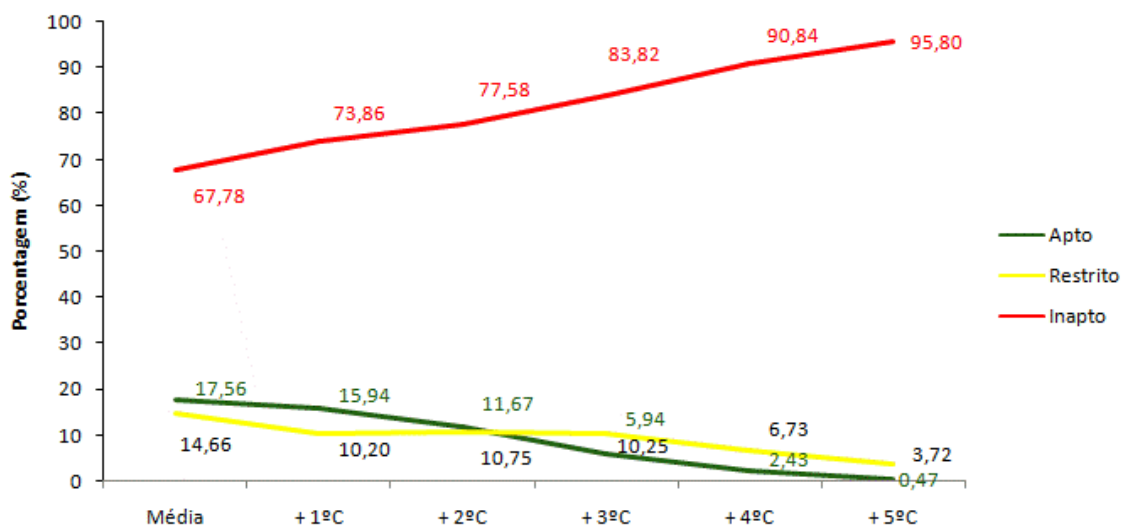


Figura 6 - Variação das áreas de aptidão de temperatura para o café conilon.

Conforme a Figura 6, as áreas inaptas por temperatura, aumentam de 67,78% para 95,80%, as áreas aptas diminuem de 17,56% para 0,47% e as áreas restritas sofrem variações diminuindo de 14,66 % para 3,72%, com adição de 5°C na temperatura média anual.

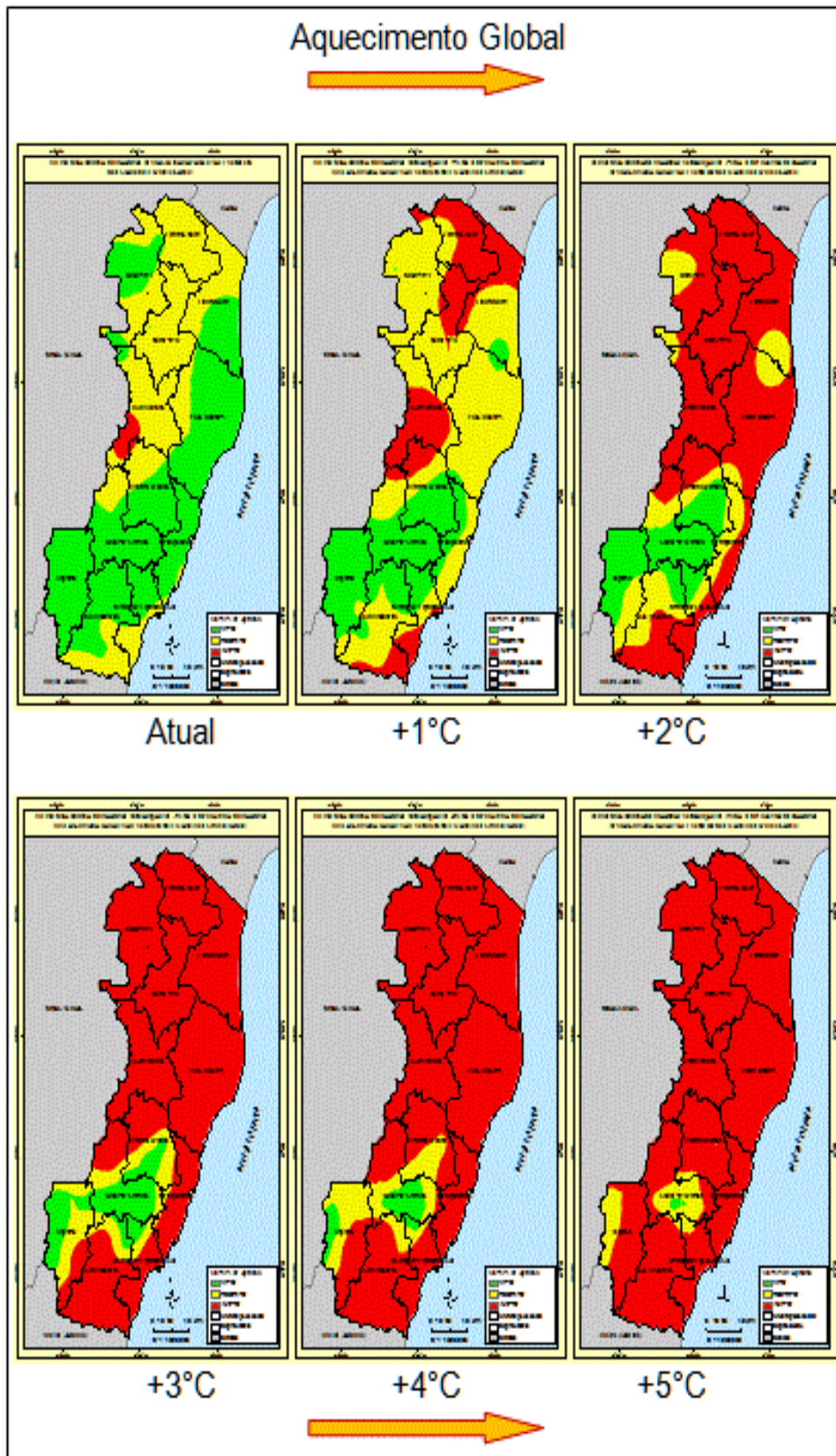


Figura 7 - Aptidão de deficiência hídrica para o café conilon, atual e com adição de 1°C a 5°C na temperatura média anual, respectivamente no estado do Espírito Santo.

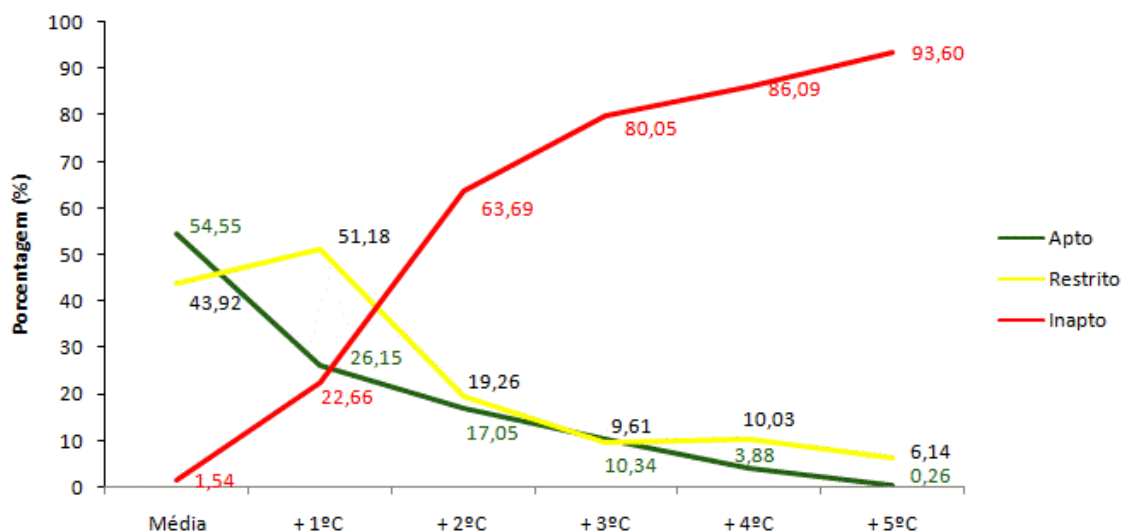


Figura 8 - Variação das áreas de aptidão de deficiência hídrica para o café conilon.

Conforme a Figura 8, as áreas inaptas de deficiência hídrica aumentam consideravelmente de 1,54% para 93,60%, enquanto as áreas aptas diminuem de 54,55% para 0,26% e as áreas restritas diminuem de 43,92% para 6,14% com o aumento de 5°C na temperatura média anual.

A partir da combinação dos mapas reclassificados de temperatura e deficiência hídrica através da função de tabulação de dados cruzados do aplicativo computacional, criou-se assim os seis zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) 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 9.

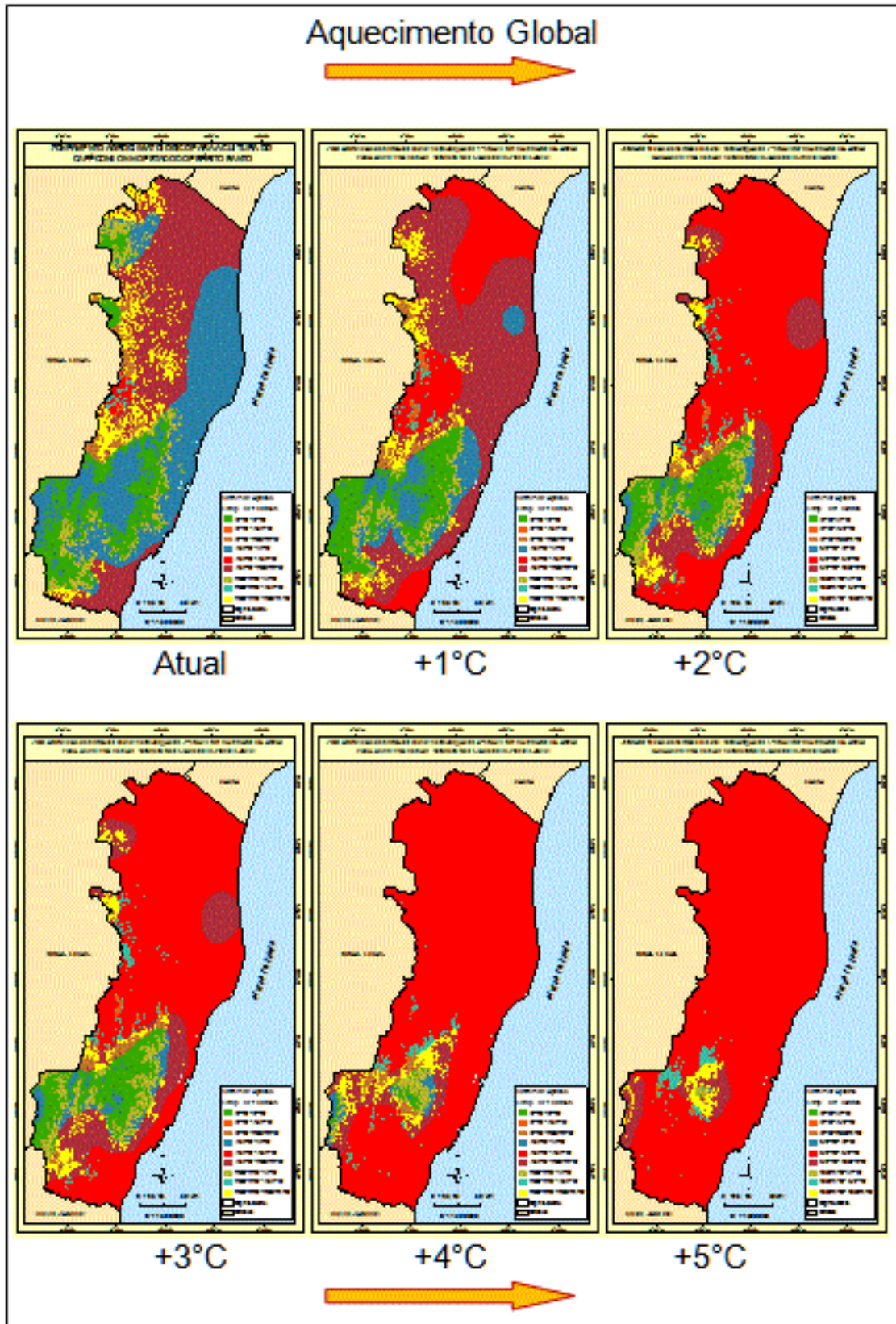


Figura 9 - Zoneamento Agroclimatológico atual e para os próximos 100 anos, para a cultura do café conilon, no estado do Espírito Santo

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

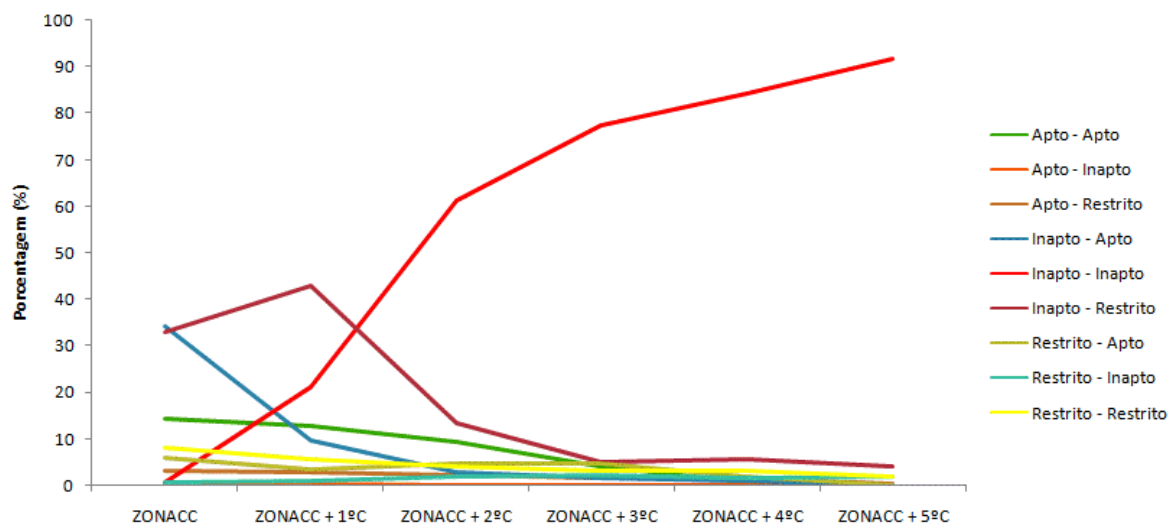


Figura 10 - Variação das áreas de aptidão para o café conilon.

Levando-se em consideração a evolução da temperatura média no zoneamento agroclimatológico atual (ZONACC), até o incremento de 5°C no zoneamento agroclimatológico nos próximos 100 anos (ZONACC + 5°C), as áreas totalmente inaptas aumentam consideravelmente de 0,78% para 91,72%, as áreas totalmente restritas diminuem de 8,04% para 1,80% e as áreas aptas diminuem de 14,29% para 0,01%, 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.

A partir dos zoneamentos agroclimatológicos, que foram reclassificados de acordo com a Tabela 4, foram originados os mapas dos zoneamentos agrometeorológicos (ZONACC) por porcentagem de aptidão, conforme as figuras abaixo:

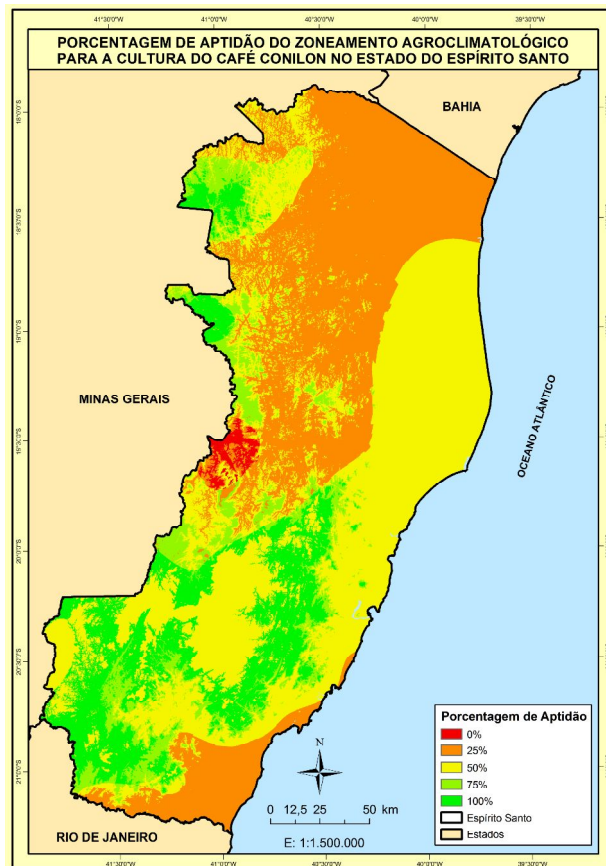


Figura 11 - Zoneamento agroclimatólógico atual, por porcentagem de aptidão.

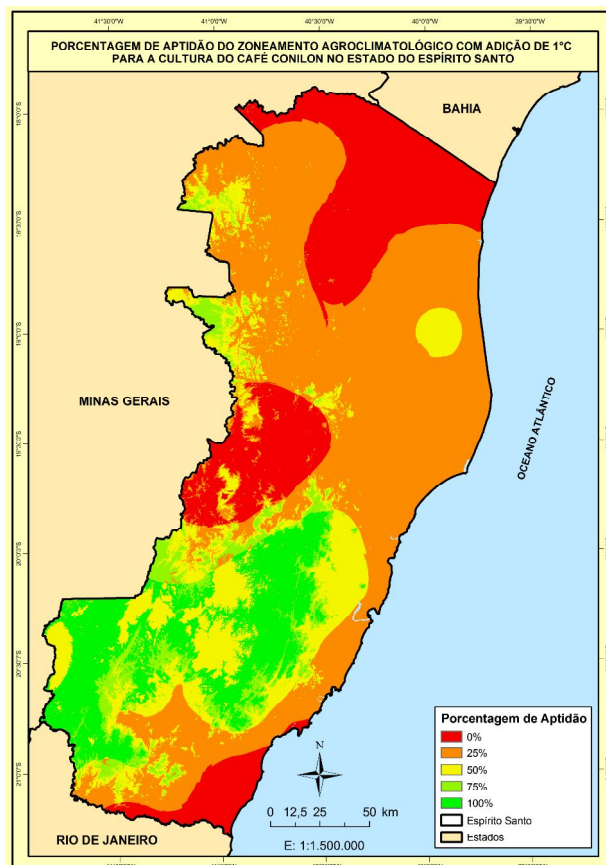


Figura 12 - ZONACC + 1°C, por porcentagem de aptidão.

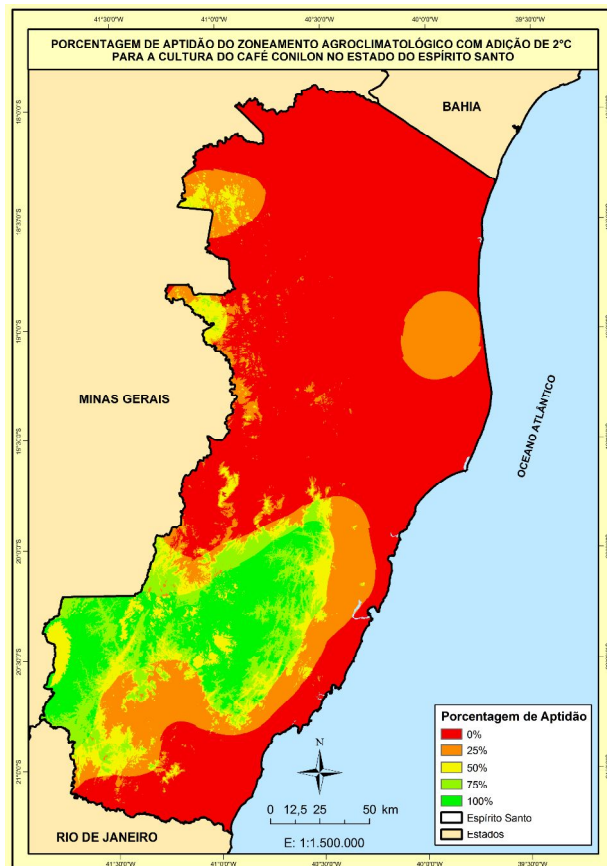


Figura 13 - ZONACC + 2°C, por porcentagem de aptidão

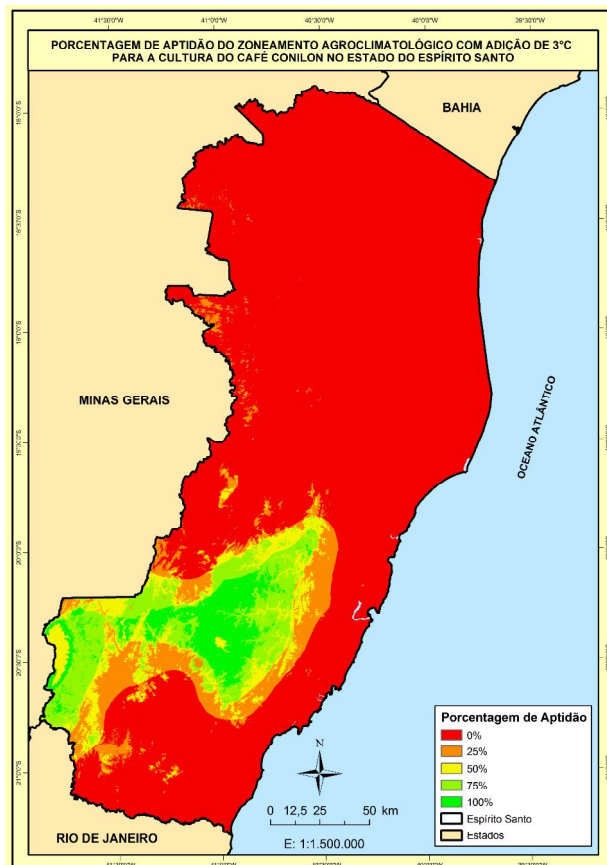


Figura 14 - ZONACC + 3°C, por porcentagem de aptidão

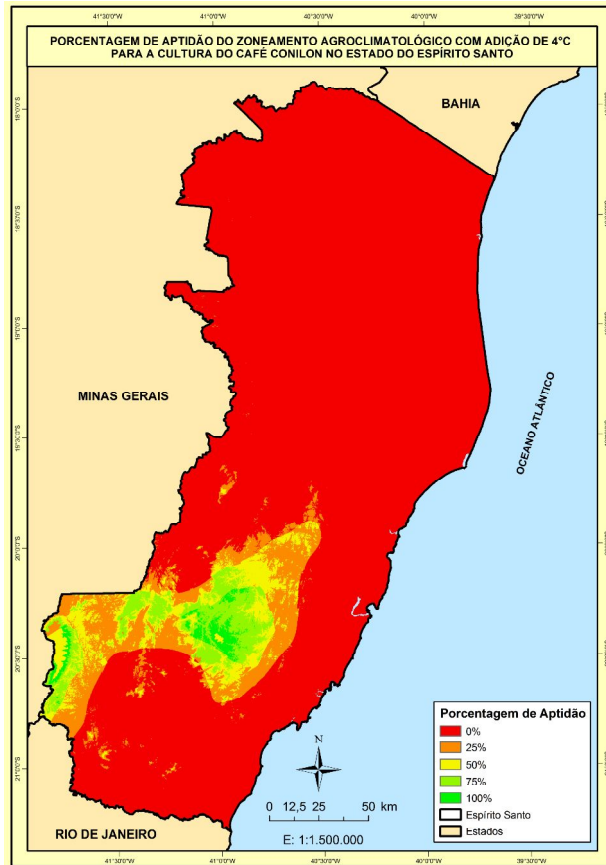


Figura 15 - ZONACC + 4°C, por porcentagem de aptidão.

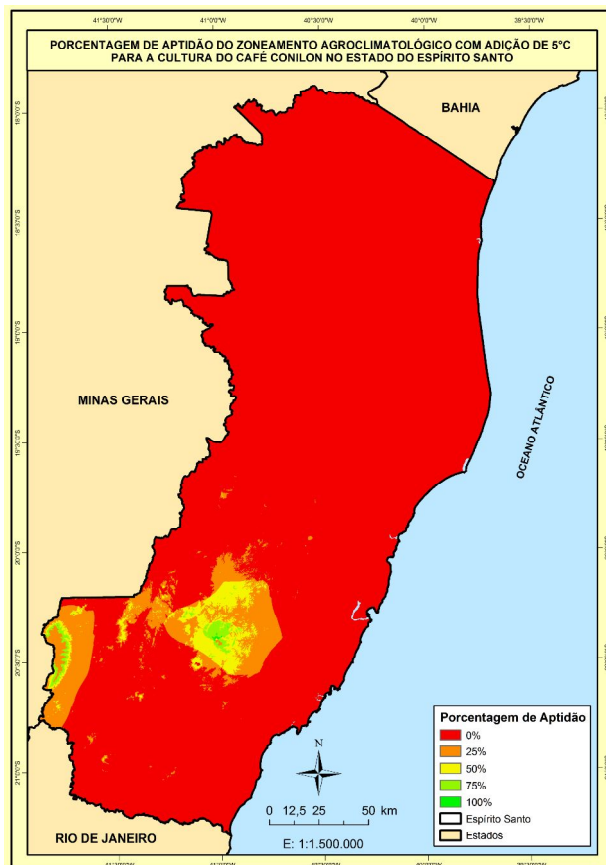


Figura 16 - ZONACC + 5°C, por porcentagem de aptidão

Atualmente o estado do Espírito Santo possui 0,78% de seu território com áreas com 0% de aptidão o que corresponde à 359,67 km², 33,38% de áreas com 25% de aptidão, o que corresponde à 15.340,97 km², 42,45% de áreas com 50% de aptidão, o que corresponde à 19.509,33 km², 9,10% de áreas com 75% de aptidão, o que corresponde à 4.184,21 km² e 14,29% de áreas com 100% de aptidão, o que corresponde à 6.568,33 km², esta última localizada entre a região Central e Sul do estado, já às outras regiões apresentam na sua maioria, faixas de aptidão intermediárias (50%). Deste modo o estado do Espírito Santo apresenta mais áreas com 100% de aptidão do que áreas com 0% de aptidão, mostrando assim a sua grande aptidão para o cultivo do café conilon.

Nota-se, na figura 17, que ocorre um aumento das áreas com menores porcentagens de aptidão (0% e 25%), e uma redução nas áreas com maiores porcentagens de aptidão (50%, 75% e 100%), assim as áreas com 0% de aptidão aumentam de 0,78% para 91,72%, as áreas com 50% de aptidão diminuem de 42,45% para 2,01% e as áreas com 100% de aptidão diminuem consideravelmente de 14,29% para 0,01%, com o acréscimo de 5°C na temperatura média do ar, para a cultura do café conilon, no estado do Espírito Santo.

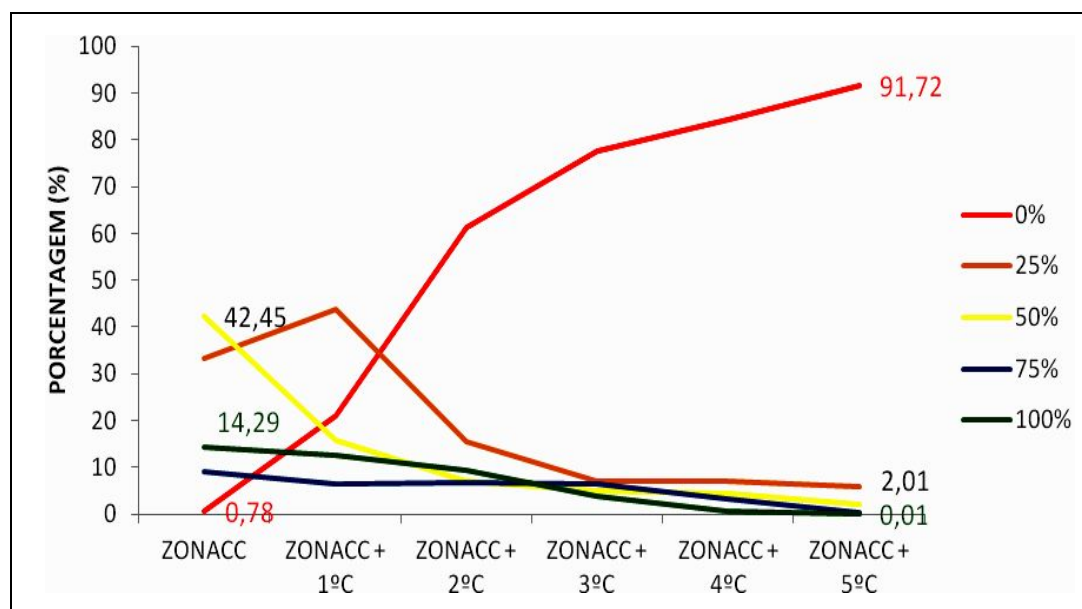


Figura 17 - Porcentagem de aptidão dos zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café conilon.

Desse modo, cabe citar que poderão ser extintas, com acréscimo de 5°C na temperatura média anual do ar, as áreas propícias ao plantio das atuais

cultivares de café conilon (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 22,5°C à 24°C). Ressalta-se que cabe aos órgãos públicos e de pesquisa nas áreas de fisiologia vegetal, nutrição de plantas, irrigação e principalmente de melhoramento genético, o desenvolvimento de novas cultivares mais resistentes às mudanças climáticas, caso contrário a produção e o cultivo de café conilon poderá reduzir drasticamente no estado do Espírito Santo.

Conclusão

1 - O estado do Espírito Santo, atualmente, é bastante propício ao cultivo do café conilon, pois apresenta muito mais áreas aptas do que inaptas.

2 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos aumentará as áreas com 0% de aptidão, de 0,78% para 91,72%, as áreas com 50% de aptidão diminuirá de 42,45% para 2,01% e as áreas com 100% de aptidão diminuirá consideravelmente de 14,29% para 0,01%, para a cultura do café conilon, no estado do Espírito Santo.

3 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, tornará o estado do Espírito Santo impróprio para o cultivo dos materiais genéticos cultivados comercialmente no estado (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 22,5°C à 24°C), já que as áreas inaptas chegarão à 91,72% do território do estado.

Referências Bibliográficas

ASSAD, E.D. **Climate Change and Coffee Production: Vulnerability and Possible Adaptation**. Disponível em <http://dev.ico.org/event_pdfs/:wcc2OIO/presentations/wcc2OIO-assad-e.pdf>. Acesso em: 15 set. 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%20 capixaba](http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba)>. Acesso em: 10 mai 2011.

EMBRAPA. SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/srtm.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Divisão Regional do Estado do Espírito Santo: Microrregiões de Gestão Administrativa.** Vitória. Coordenação de Geoprocessamento, 2009.

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

LUPPI, A. S. L. **Mapeamento da Área Plantada e Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimatológico para as Culturas do Café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e Arábica (*Coffea arabica* L.) na Microrregião Sudoeste Serrana, ES.** 2011.121 f. Dissertação. (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

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

NASA. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

PELUZIO, J. B. **Zoneamento agroclimático para *Alpinia purpurata* no Estado do Espírito Santo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 17., 2009, Campinas, SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 4., 2009, Aracajú, SE. **Anais...** Campinas, SP: SBFPO, 2009.

SANTOS, A. R. **Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES.** 1999.125 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, E. C.; SOUZA, A. L. F.; AMARAL, G. M.; SOUSA, A. O.; PIFFER, T. R. O.; SOUZA, L. M. M.; OLIVEIRA, C.C. **Mapeamento da cultura do café na microrregião de Afonso Cláudio – Espírito Santo, com imagens de aerofotogrametria.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba, **Anais...**Curitiba: INPE,2011. p. 4055-4061.

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

SEDIYAMA, G. C.; MELO, J. C. F. de J.; SANTOS, A. R. dos; , RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N. da; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n. esp., .p.501-509, 2001.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351 - 1359, 2006b.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **Instruções and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <http://srtm.usgs.gov/>. Acesso em: 18 jul. 2012.

4.2. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA A CULTURA DO CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Rosembergue Bragança¹, Alixandre Sanquetta Laporti Luppi², Alexandre Rosa dos Santos¹, Elias Fernandes de Sousa³, Almy Junior Cordeiro de Carvalho³

¹Universidade Federal do Espírito Santo, UFES - CCA-UFES, Alegre - ES, CEP: 29500-000
Email: rosembergue_braganca@yahoo.com.br, mundogeomatica@yahoo.com.br.

²Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, CEP: 36570-000
Email: alixandregeoinfo@gmail.com.

³Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, CEP: 28013-600 - Email: almy@uenf.br, elias@uenf.br

Resumo: O café arábica é uma cultura de grande importância econômica para o estado do Espírito Santo. Segundo IPCC, 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change), haverá aumentos de 1,1 a 6,4°C na temperatura média do ar, para os próximos 100 anos. Deste modo o presente estudo propôs avaliar os impactos deste acréscimo de temperatura sobre a cultura do café arábica. O estudo foi desenvolvido sobre o território do estado do Espírito Santo que apresenta uma área de 46.053,19 km² onde 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 arábica, 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 as cultivares atuais de café arábica (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 18°C à 22,5°C), imprópria para o cultivo no estado.

Palavras Chaves: Sistemas de Informações Geográficas, Regressão Linear Múltipla.

Abstract: *Arabica coffee* is a crop of great economic importance to the state of Espírito Santo, according to IPCC 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change), will increase from 1.1 to 6.4°C in mean air temperature for the next 100 years, so the present study was to evaluate the impacts of increased temperature on the cultivation of Arabica coffee. 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 arabic*, 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 capable of 19.49% to 0.02%, while areas will completely unsuited to 33.47% to 95.63% of the territory of the State of Espírito Santo, making current future to cultivars coffee arabic (if maintaining the genetic and physiological whose tolerance for mean annual temperatures between 18°C to 22,5°C), suitable for cultivation in the state.

Keywords: Geographic Information Systems, Multiple Linear Regression.

Introdução

A agricultura é um dos principais motores da economia, representando 24% do PIB nacional. Dentre os vários produtos de nossa agricultura o café apresenta grande importância, com distribuição geográfica em quase todo país, e também o 2º produto mais consumido, só ficando atrás da água, seu faturamento corresponde a 5% do PIB do Agronegócio Brasileiro.

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).

O Agronegócio capixaba responde hoje por mais de 30% do PIB Estadual e absorve aproximadamente 40% da população economicamente ativa, dos quais estão 28% diretamente vinculados à produção. Dentre os produtos do agronegócio a cafeicultura se destaca por estar presente em quase todo o estado, sendo a principal atividade em 80% dos municípios, uma cadeia geradora de

aproximadamente 400 mil empregos/ano (PEDEAG, 2007). Portanto a cafeicultura tem uma importância política, econômica e social para o estado do Espírito Santo.

De acordo com Assad et al. (2010), a cultura do café é atingida por excesso de deficiência hídrica ou térmica nas regiões tradicionais. A ocorrência frequente de temperaturas máximas superiores a 34°C causa o abortamento de flores e, conseqüentemente, perda de produtividade (CAMARGO, 1985; SEDIYAMA et al., 2001).

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.

Neste sentido, de acordo com Assad et al. (2010), a problemática das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (United Nations Environment Programme) a criarem o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1988. De acordo com o último relatório do 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. Com a mudança climática, a agricultura deverá sofrer alterações e adaptações consideráveis neste século.

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 está localizado na região sudeste do Brasil, encontra-se dividido em 12 Microrregiões de Planejamento e em 78 municípios. Essa divisão tem a finalidade de contribuir com a promoção de ações regionalizadas por parte do Governo do Estado, superando problemas de diferentes naturezas por meio de diversas ações e soluções relacionadas com as peculiaridades e atividades de cada região, buscando um desenvolvimento regional integrado e sustentável (IJSN, 2009).

O estado do Espírito Santo possui uma área territorial de 46.053,19 km². Está localizado 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 (Figura 1). Integra, com os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, a chamada faixa de desenvolvimento da Região Sudeste (SANTOS, 2006).

O Espírito Santo apresenta áreas planas e elevadas, sendo que o clima é influenciado, de maneira marcante pelo relevo, altitude e exposição das serras. Conforme o sistema de classificação de Köppen, a região enquadra-se nas zonas climáticas A e C, que identificam climas úmidos. No estado são encontrados os subtipos climáticos Aw, Am, Cf e Cw, e também as variações Cfa, Cfb, Cwa e Cwb, com temperatura média de 23,91 graus e volume de precipitação média anual de 1240 mm.

O clima do estado do Espírito Santo está diretamente relacionado à altitude, sendo o relevo predominantemente montanhoso e de grande diversidade de ambientes. A temperatura é fria, onde predominam a olericultura e a fruticultura, é amena nas regiões de transição da região Serrana para o Norte e para o Sul, onde predomina a cultura do café arábica, e quente nas demais regiões, nas quais é predominante a cultura do café robusta. (SANTOS et al., 2011).

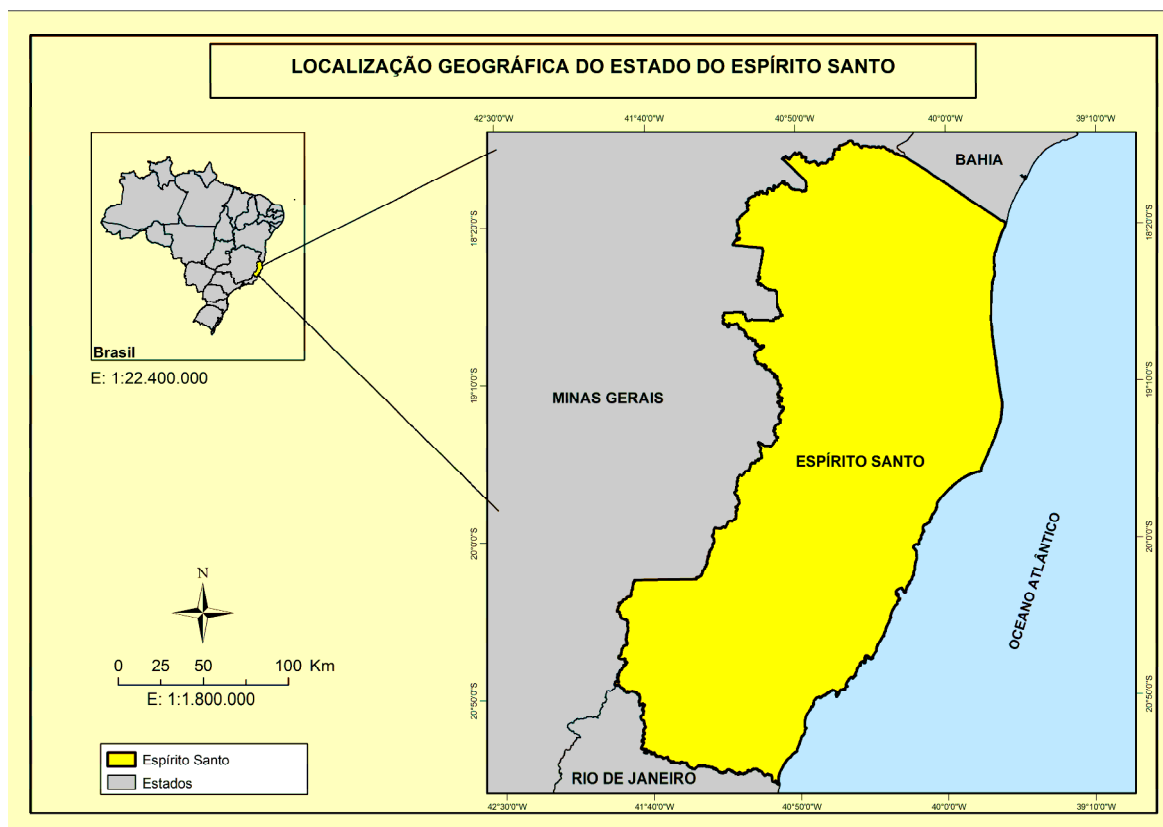


Figura 1 - Localização geográfica do estado do Espírito Santo.

Para a realização deste estudo foram utilizados:

- a) séries históricas de temperatura média do ar e deficiência hídrica de 110 estações meteorológicas pertencentes ao INCAPER ao INMET e a ANA;
- b) projeções futuras de temperatura média do ar, preditas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC, a saber: GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROm2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007);
- c) modelo digital de elevação (MDE), com resolução de 90 metros, desenvolvido pela NASA e NIMA nos Estados Unidos no ano de 2000;
- d) programas computacionais *ArcGIS*, versão 10.0, módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2011), para o tratamento e análise dos dados;
- e) Pesquisa bibliográfica.

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. A metodologia utilizada para a realização do balanço hídrico foi a de THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. 1955, com CAD de 125mm.

Todos os mapas digitais foram elaborados por meio do *software ArcGIS*, versão 10.0, módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2011).

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 à 2006.

Para o estado do Espírito Santo, os dados meteorológicos foram obtidos de 94 pontos de medição, sendo 11 pertencentes à rede de estações meteorológicas do Instituto Capixaba de Pesquisas e Extensão Rural (INCAPER), 3 pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que medem a temperatura do ar e precipitação e outros 80, pertencentes à Agência Nacional das Águas (ANA).

Adotou-se ainda, 16 pontos pluviométricos também pertencentes à ANA localizados fora do estado, tendo com objetivo minimizar o efeito de borda no processo de interpolação. No total, foram utilizados 110 pontos de medição, como é mostrado na Figura 2.

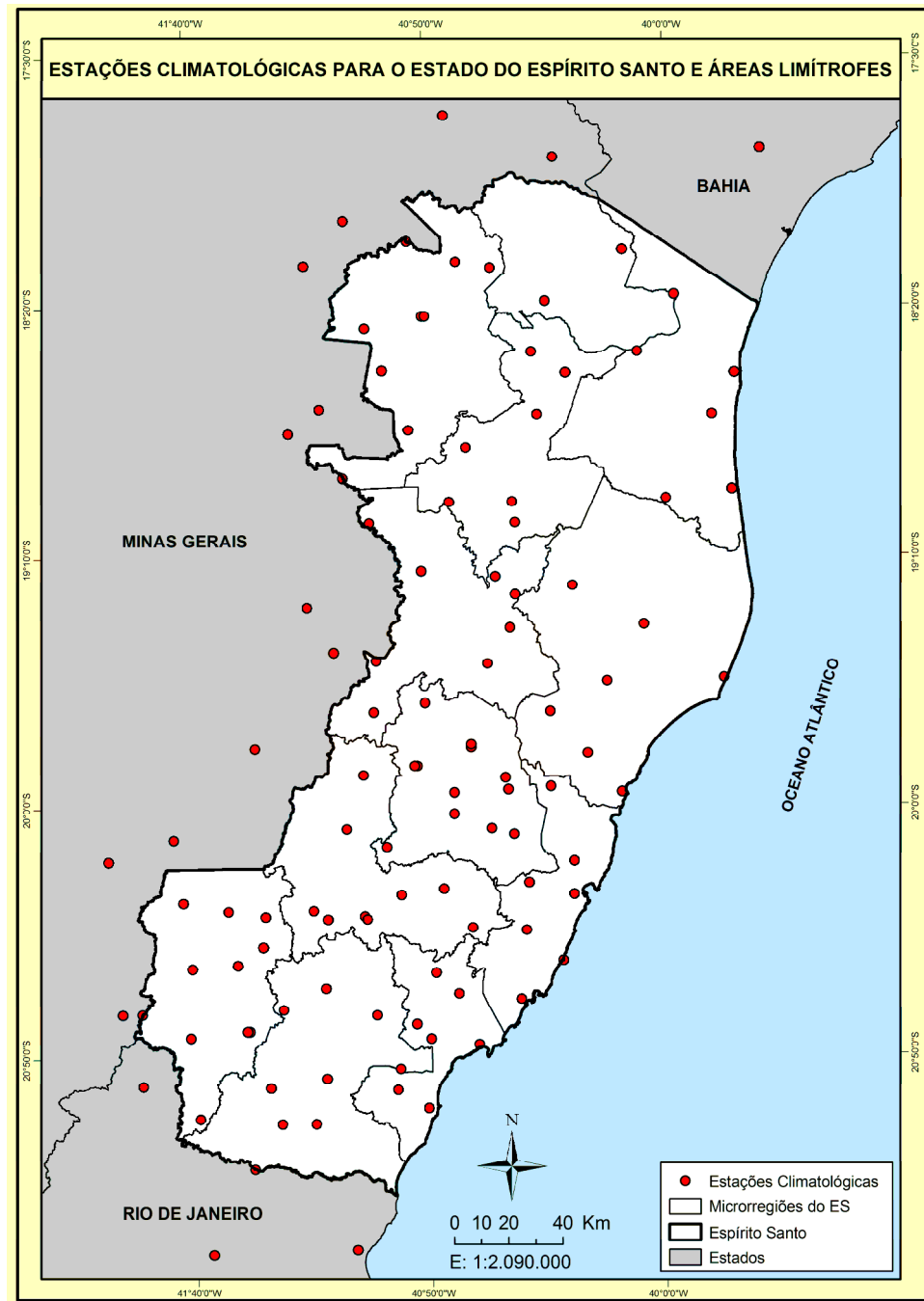


Figura 2 - Distribuição espacial dos pontos de medição dos dados climáticos localizadas sobre o estado do Espírito Santo e estados vizinhos.

Todos os dados das estações meteorológicas estão unidos em uma macro-planilha, e esta ligada a 110 planilhas.

Para o desenvolvimento do zoneamento agroclimatológico atual do café arábica no Espírito Santo, foram utilizados os dados de temperatura média do ar e deficiência hídrica da macro-planilha sem nenhuma modificação nos dados, já para o desenvolvimento do zoneamento agroclimatológico do café arábica no Espírito Santo nos próximos 100 anos, foi necessário simular o efeito do

incremento de temperatura de: +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C, obtidos no endereço eletrônico do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) (IPCC, 2007), deste modo, foram adicionados +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C, nos dados de temperatura das cento e onze (110) planilhas, e a cada adição de um algarismo as planilhas foram salvas em uma pasta diferente juntamente com a macro-planilha, resultando em cinco (5) pastas, cada uma com cento e onze (110) planilhas mais a macro-planilha, onde as planilhas de cada pasta apresentam a mesma adição na temperatura porém entre pastas as adições na temperatura são diferentes, onde vão de + 1°C na pasta um (1), até + 5°C na pasta cinco (5).

No total foram modificadas quinhentos e cinqüenta (550) planilhas, este procedimento foi necessário para que os dados de deficiência hídrica fossem modificados, de acordo com a modificação na temperatura, pois esta segue conforme a Equação 1 e não é proporcional a temperatura, ou seja, a cada 1°C de aumento na temperatura não aumenta 1 mm na deficiência hídrica.

Os dados de temperatura fazem parte da equação da evapotranspiração potencial (Equação 2), e esta está incluída na equação de deficiência hídrica.

$$DEF = ETP - ETR \quad \text{eq. 1}$$

Onde:

ETP = evapotranspiração potencial*

ETR = evapotranspiração real.

$$* ETP = T \cdot 0,01 \cdot Q_0 \cdot N \cdot K \quad \text{eq. 2}$$

Onde:

T = temperatura média diária do ar;

Q₀ = radiação solar extraterrestre (milímetros equivalentes).

N = número de dias;

K = f ator de ajuste dependente de temperatura média do período.

Deste modo foram originadas cinco (5) macro-planilhas com adição nos dados de temperatura de +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C, prevendo a temperatura média do ar, nos próximos 100 anos.

Os dados futuros de temperaturas foram estimados por seis modelos, a saber: GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, R-30 resolution model), CCSR/NIES (Center for Climate Research Studies Model), CSIROmk2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization GCM mark 2), CGCM2 (Canadian Global Coupled Model version 2), ECHAM4 (European Centre Hamburg Model version 4) e HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3).

Este incremento de temperatura já foi testado anteriormente para Santa Maria, RS (STRECK e ALBERTO, 2006 a,b).

Por meio dos dados de deficiência hídrica das 6 macro-planilhas (atual + 5 com adição nos dados de temperatura) foi realizada a interpolação por Krigagem de modo esferical, através da função de interpolação do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*, onde os dados de cada macro-planilha resultou em um mapa de deficiência hídrica, 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 3. 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:

1 - Modelo digital de elevação (MDE) - A National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA) foram as instituições responsáveis pela missão SRTM. Os dados de radar foram coletados no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 (durante 11 dias), a bordo da nave espacial Endeavour. Nesse período, a nave realizou 16 órbitas diárias na Terra, o que correspondeu a 176 órbitas durante toda a missão.

O propósito da missão SRTM foi atuar na produção de um banco de dados digitais para todo o planeta, necessários na elaboração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais. Os dados foram produzidos para a região do planeta posicionada entre os paralelos 56°S e 60°N.

Os dados são distribuídos em formato raster pelo EROS Data Center, controlado pelo United States Geological Survey (USGS) e podem ser acessados em formato HGT, com resolução radiométrica de 16 bits. Os MDEs são organizados em tiles de 1°x1° e oferecem 30 m de resolução vertical para os Estados Unidos e 90 m de resolução vertical para as outras localidades (EMBRAPA, 2012).

2 - Latitude - As latitudes dos locais de implantação das estações meteorológicas, foram interpoladas originando um mapa de latitude.

3 - Longitude - As longitudes dos locais de implantação das estações meteorológicas, foram interpoladas originando um mapa de latitude.

$$TEMP = X - Y \cdot ALT - W \cdot LAT + Z \cdot LONG \quad \dots \text{eq. 3}$$

Onde:

TEMP= temperatura Média Anual;

ALT= altitude (MDE);

LAT= Latitude;

LONG= longitude;

X, Y, W e Z= coeficientes estatísticos.

Os coeficientes estatísticos da equação de regressão linear múltipla foram calculados através do programa computacional *Microsoft Office Excel* 2003, 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 + 5 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 (Tabelas 1 e 2).

Com base nos conhecimentos obtidos da cafeicultura no Brasil, MATIELLO (1991) estabelece os seguintes parâmetros térmicos para o café arábica mostrados na Tabela 1.

Para se definir a aptidão hídrica do cafeeiro arábica, utiliza-se do balanço hídrico, que resulta na análise conjunta dos dados de precipitação e evapotranspiração mensal. Ele estima os excedentes hídricos e quantifica as deficiências hídricas mensais. A Tabela 2 de acordo com MATIELLO (1991), mostra os parâmetros de aptidão por deficiências hídricas anuais para o café arábica.

Por meio da Portaria nº 79 D.O.U. de 28/02/2011 do MAPA foram estabelecidas as seguintes classes de temperatura média anual (T_a) para definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista térmico, e classe de DHA para definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista hídrico para o café arábica: $DHA < 150 \text{ mm}$; $18^\circ\text{C} < T_a < 23^\circ\text{C}$; $T_n < 24^\circ\text{C}$.

As classes tanto para aptidão térmica quanto por aptidão hídrica citado por MATIELLO (1991) são semelhantes às classes térmica e hídrica recomendada pelo MAPA.

Os mapas de temperatura média anual foram reclassificados para atender às classes de aptidão para o café arábica, relacionando estas classes à uma nota, as áreas aptas receberam nota 1, as áreas restritas nota 2 e as áreas inaptas nota 3, obtendo-se assim, os mapas finais de zonas de aptidão de temperatura.

Os mapas de deficiência hídrica anual foram reclassificado para atender às classes de aptidão para o café arábica, relacionando estas classes à uma nota,

onde as áreas aptas receberam nota 1, as áreas restritas nota 2 e as áreas inaptas nota 3, obtendo-se assim, os mapas finais de zonas de aptidão de deficiência hídrica.

Tabela 1 - Faixas de aptidão por temperatura para o café arábica

Aptidão	Faixa de Aptidão	Nota
Apta	18,0 – 22,5 °C	1
Restrita	22,5 – 24,0 °C	2
Inapta	< 18,0 °C e > 24,0 °C	3

Tabela 2 - Faixas de aptidão por deficiência hídrica para o café arábica

Aptidão	Faixa de Aptidão	Nota
Apta	< 150 mm	1
Restrita	150 – 200 mm	2
Inapta	> 200 mm	3

Após a reclassificação, os mapas de temperatura e deficiência hídrica foram combinados de acordo com a faixa adicional de temperatura, ou seja, o mapa de temperatura +1°C reclassificado foi combinado com o mapa de deficiência hídrica +1°C reclassificado, através da função de tabulação cruzada do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*, onde as notas foram combinadas e o resultado da operação foi relacionado á classe de aptidão, segundo a Tabela 3, originando os 6 zoneamentos agroclimatológicos para o café arábica (ZONACA, ZONACA +1°C, ZONACA +2°C, ZONACA +3°C, ZONACA +4°C e ZONACA +5°C), onde o ZONACA representa o zoneamento agroclimatológico atual e os ZONACA +1°C a ZONACA +5°C representam os zoneamentos agroclimatológicos para os próximo 100 anos, com adição de 1°C á 5°C na temperatura média anual, respectivamente.

Tabela 3 - Resultado da operação de combinação das notas dos mapas reclassificados de temperatura e deficiência hídrica média anual, relacionado às classes de aptidões dos zoneamentos agroclimatológicos para o café arábica (ZONACA)

Temperatura Reclassificada	Deficiência Hídrica Reclassificada	Aptidão	
		Temperatura	Deficiência Hídrica
1	X	1 =	Apto
1	X	2 =	Restrito
1	X	3 =	Inapto
2	X	1 =	Apto
2	X	2 =	Restrito
2	X	3 =	Inapto
3	X	1 =	Apto
3	X	2 =	Restrito
3	X	3 =	Inapto

LUPPI, 2011, desenvolveu uma nova metodologia para a classificação de zoneamento agroclimatológico, onde transforma as classes de aptidão em porcentagem de aptidão, transformando-os quantitativamente da seguinte forma:

$$APTO = 100\% / N \quad \text{eq. 4}$$

$$RESTRITO = 100\% / (N \cdot 2) \quad \text{eq. 5}$$

$$INAPTO = 0\% \quad \text{eq. 6}$$

Onde:

N = número de classes utilizadas no zoneamento agroclimatológico.

A porcentagem de aptidão será o somatório das porcentagens relacionadas a cada classe de aptidão.

No caso do presente estudo uma área apta tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 50% ($100\% / 2$), uma área restrita tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 25% ($100\% / 2 \times 2$), pois está entre as áreas aptas e inaptas, e uma área inapta tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 0% ($Inapto = 0\%$), assim a porcentagem de aptidão será a soma da aptidão por temperatura mais a aptidão por deficiência hídrica, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação por porcentagem de aptidão

Classes		Classificação				Porcentagem de Aptidão
Temperatura	Def. Hídrica					
Apto	Apto	50%	+	50%	=	100%
Apto	Restrito	50%	+	25%	=	75%
Restrito	Apto	25%	+	50%	=	75%
Restrito	Restrito	25%	+	25%	=	50%
Apto	Inapto	50%	+	0%	=	50%
Inapto	Apto	0%	+	50%	=	50%
Restrito	Inapto	25%	+	0%	=	25%
Inapto	Restrito	0%	+	25%	=	25%
Inapto	Inapto	0%	+	0%	=	0%

Segundo Luppi, 2011, a classificação por porcentagem de aptidão, transforma dados qualitativos em quantitativos, sendo possível avaliar a possibilidade futura de implantação de uma cultura, ou seja, transmitir a idéia a um produtor que sua propriedade encontra-se sobre uma área com 50% de aptidão, significa que ele tem 50% de chance de que a cultura se desenvolva e produza satisfatoriamente, sendo de melhor entendimento do que apto por temperatura e inapto por deficiência hídrica, inapto por temperatura e apto por deficiência hídrica ou restrito por temperatura e restrito por deficiência hídrica, onde todas estas 3 classificações correspondem à 50% de aptidão.

Resultados e Discussão

As equações de regressão linear múltipla onde os coeficientes estatísticos foram calculados através do aplicativo computacional *Microsoft Office Excel* 2003, de acordo com os dados de latitude, longitude e altitude, tendo como interseção os dados de temperatura média anual atual e com adição de 1°C a 5°C, estão conforme as equações abaixo, respectivamente.

$$TEMP_0 = 19,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 7}$$

$$TEMP_1 = 20,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 8}$$

$$TEMP_2 = 21,716 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 9}$$

$$TEMP_3 = 22,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,224 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 10}$$

$$TEMP_4 = 23,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,225 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 11}$$

$$TEMP_5 = 24,687 - 0,006 \cdot ALT - 0,225 \cdot LAT + 0,176LONG \quad R^2 = 0,93 \quad \text{eq. 12}$$

Onde:

TEMP₀= temperatura média anual atual;

TEMP₁= temperatura média anual, com adição de 1°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₂= temperatura média anual, com adição de 2°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₃= temperatura média anual, com adição de 3°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₄= temperatura média anual, com adição de 4°C nos dados de temperatura média anual;

TEMP₅= temperatura média anual, com adição de 5°C nos dados de temperatura média anual;

ALT= altitude (MDE);

LAT= latitude;

LONG= longitude;

R² = coeficiente de determinação

Os mapas de temperatura média anual atual e com adição de 1°C a 5°C, seguem conforme a Figura 3. As áreas mais quentes encontram-se ao norte e leste, assim como as mais frias encontram-se no Centro-sul e Oeste do estado, variando o limite inferior de 6,97°C (atual) à 11,97°C (com acréscimo de 5°C) e o limite superior variando de 25,60°C (atual) à 30,60°C (com acréscimo de 5°C).

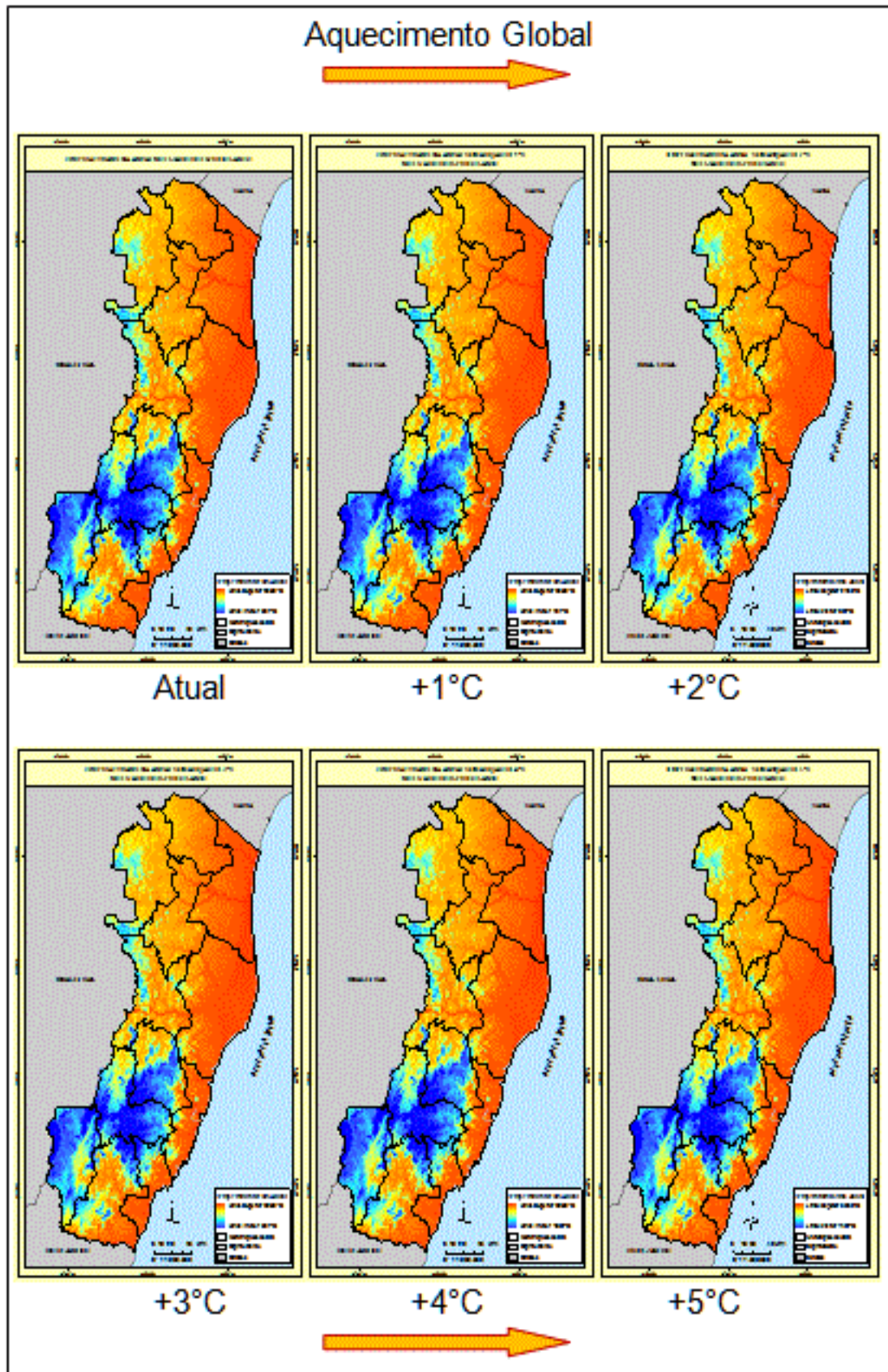


Figura 3 - Temperatura média anual atual e com adição de 1°C a 5°C respectivamente, no estado do Espírito Santo.

Os mapas de deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C nos dados de temperatura média anual, resultante da interpolação dos dados de deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C, das estações meteorológicas, seguem conforme a Figura 4. As áreas com menor deficiência hídrica encontram-se ao sul, enquanto as áreas com maior deficiência hídrica encontram-se ao norte, variando o limite inferior de -1,52 mm (atual) à 166,47 mm (com acréscimo de 5°C) e o limite superior variando de 510,01 mm (atual) à 1971,14 mm (com acréscimo de 5°C).

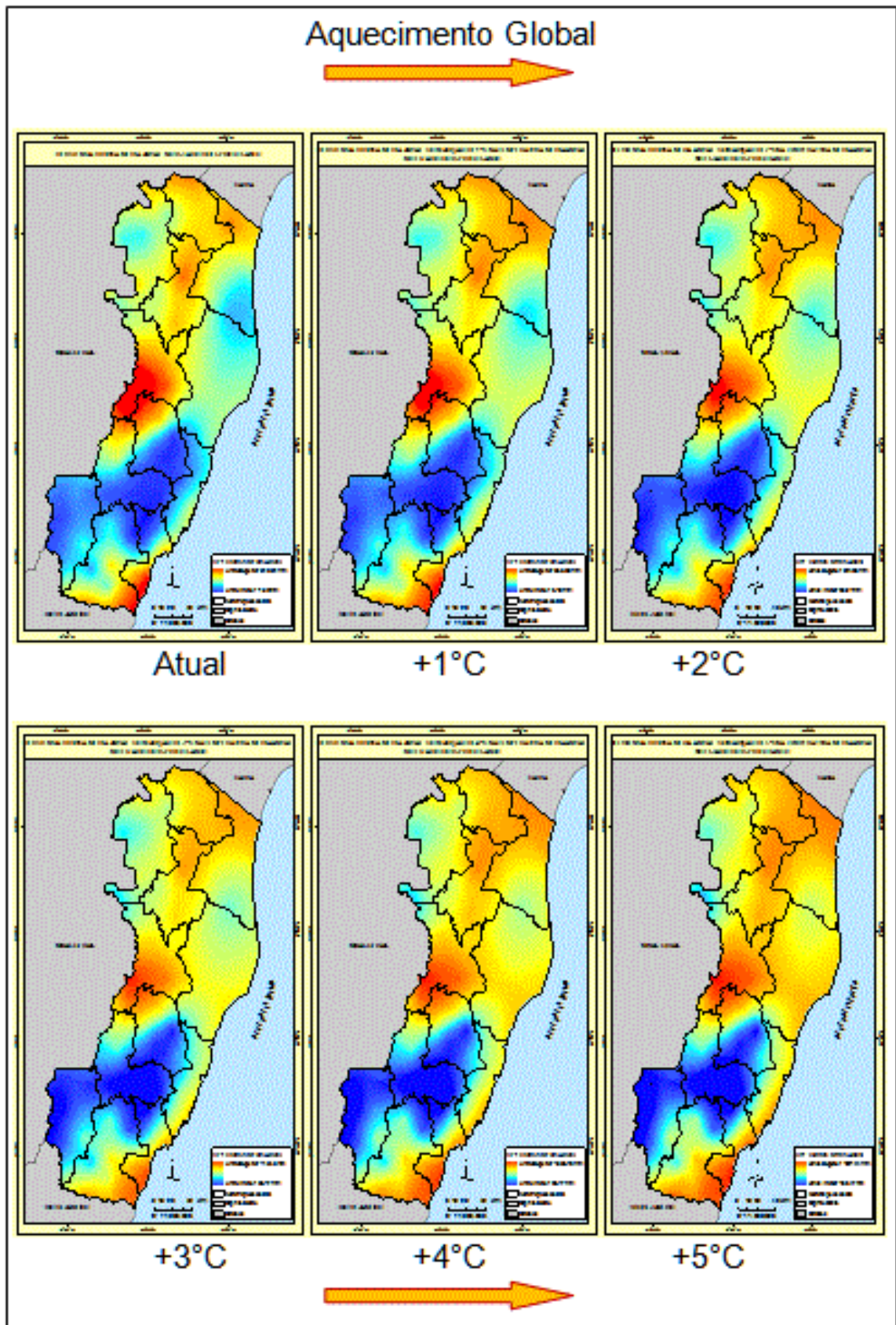


Figura 4 - Deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C respectivamente, no estado do Espírito Santo.

De posse dos mapas de temperatura média anual e deficiência hídrica média anual atual e com adição de 1°C a 5°C nos dados de temperatura, estes foram reclassificados conforme as aptidões climáticas de temperatura e deficiência hídrica para a cultura do café arábica, segue abaixo as aptidões climáticas de temperatura (figura 5) e deficiência hídrica (figura 7) para a cultura do café arábica atual e com adição de 1°C a 5°C nos dados de temperatura, respectivamente.

As áreas aptas são de coloração verde, as áreas restritas de coloração amarela e as áreas inaptas são de coloração vermelha.

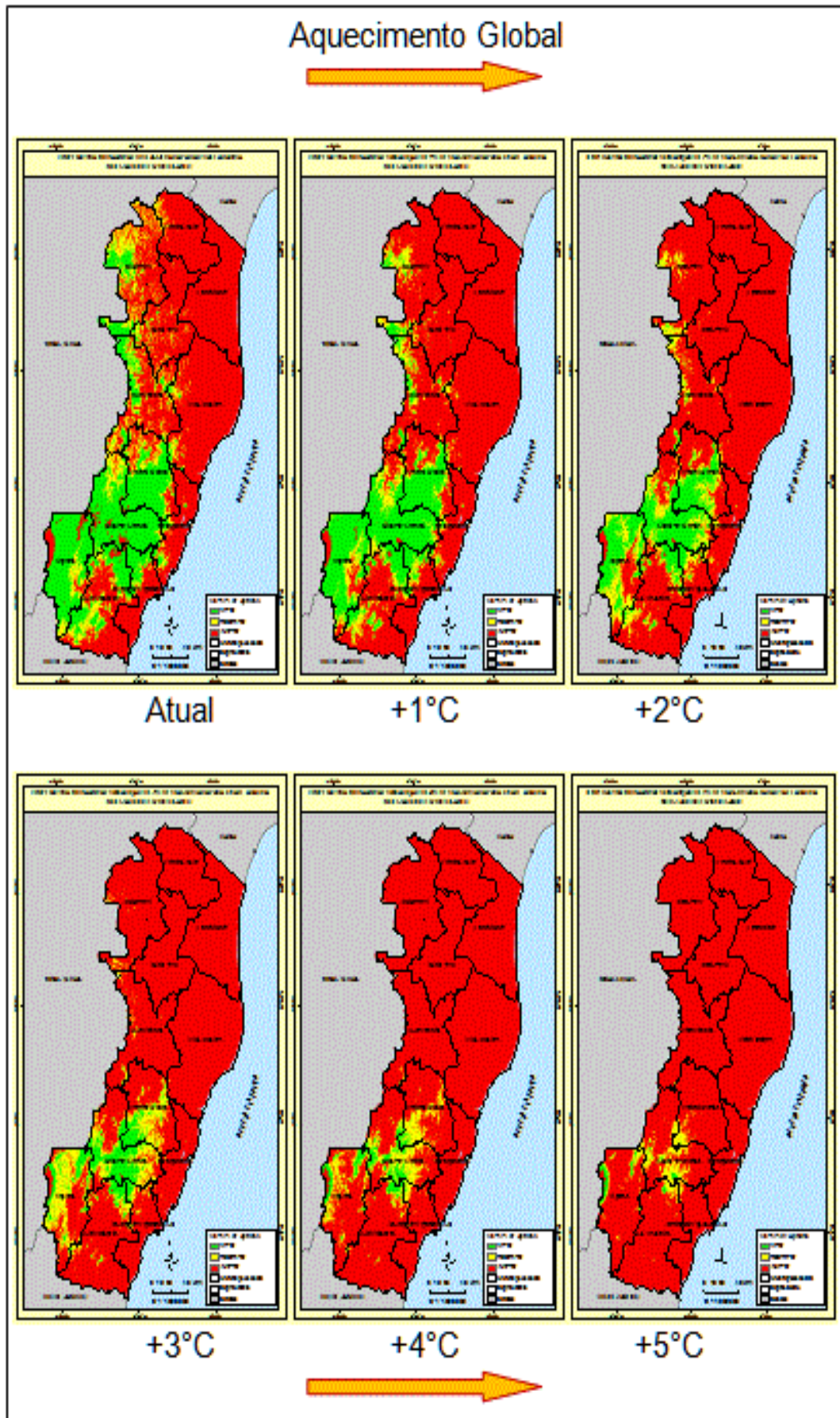


Figura 5 - Aptidão de temperatura para o café arábica, atual e com adição de 1°C a 5°C, respectivamente no estado do Espírito Santo.

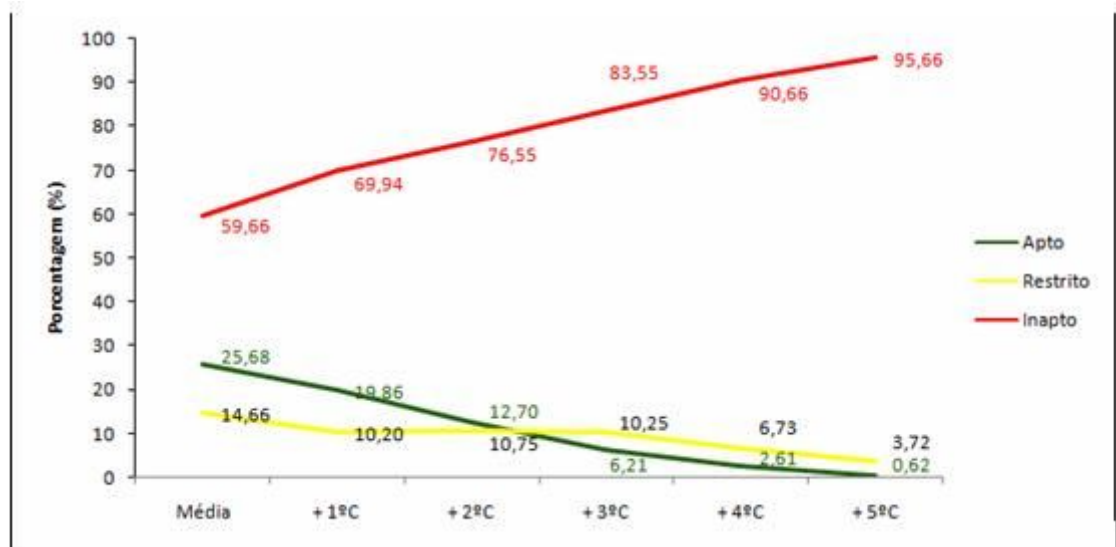


Figura 6 - Variação das áreas de aptidão de temperatura para o café arábica.

Conforme a Figura 6, as áreas inaptas por temperatura, aumentam de 59,66% para 95,66%, as áreas aptas diminuem de 25,68% para 0,62% e as áreas restritas diminuem de 14,66 % para 3,72%, com adição de 5°C na temperatura média anual.

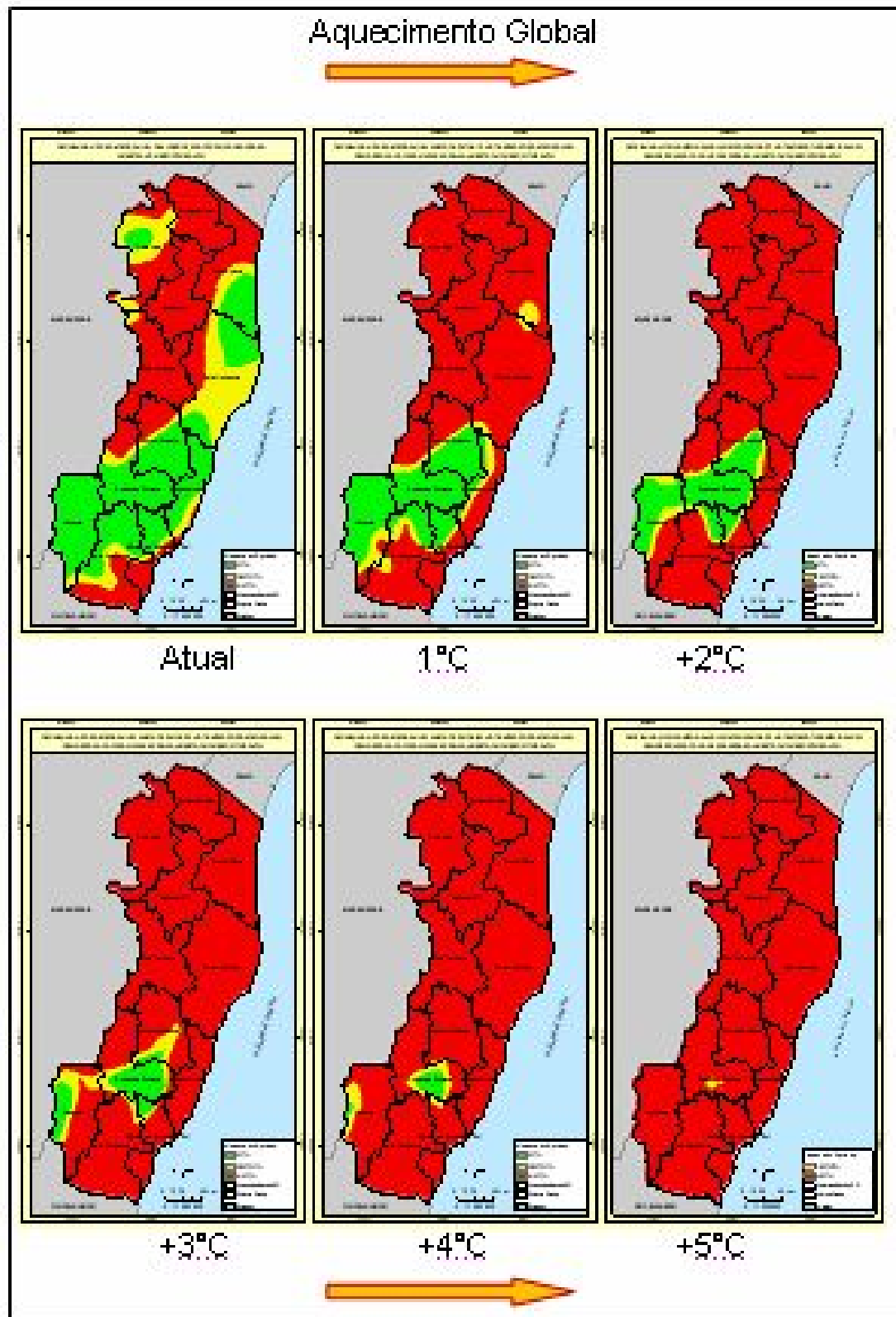


Figura 7 - Aptidão de deficiência hídrica para o café arábica, atual e com adição de 1°C a 5°C na temperatura média anual, respectivamente no estado do Espírito Santo.

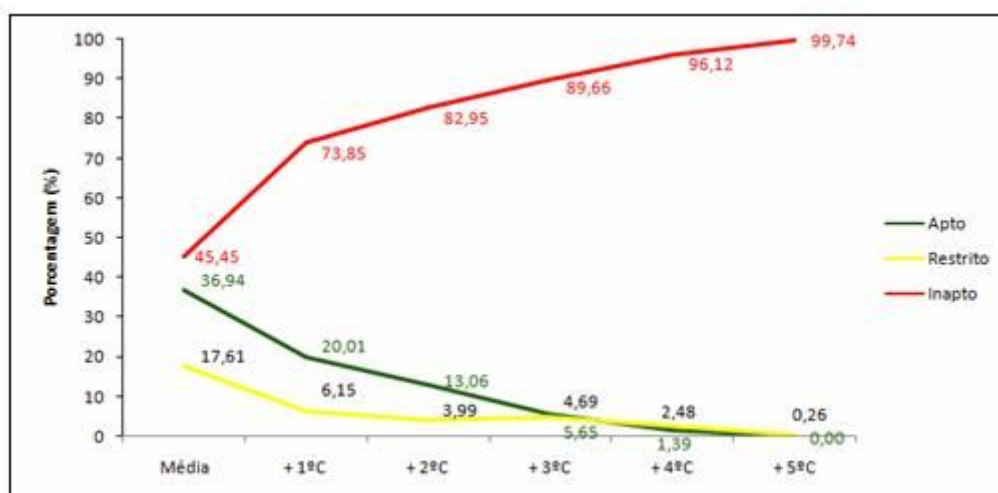


Figura 8 - Variação das áreas de aptidão de deficiência hídrica para o café arábica.

Conforme a Figura 8, as áreas inaptas de deficiência hídrica aumentam consideravelmente de 45,45% para 99,74%, enquanto as áreas aptas são reduzidas drasticamente de 36,94% para 0,0% e as áreas restritas diminuem de 17,61% para 0,26% com o aumento de 5°C na temperatura média anual.

A partir da combinação dos mapas reclassificados de temperatura e deficiência hídrica através da função de tabulação de dados cruzados do aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0, criou-se assim os seis (6) zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café arábica (*Coffea arabica* L.) para o estado do Espírito Santo, sendo possível avaliar o efeito dos incrementos de temperatura, nos próximos 100 anos, no zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão, conforme a Figura 9.

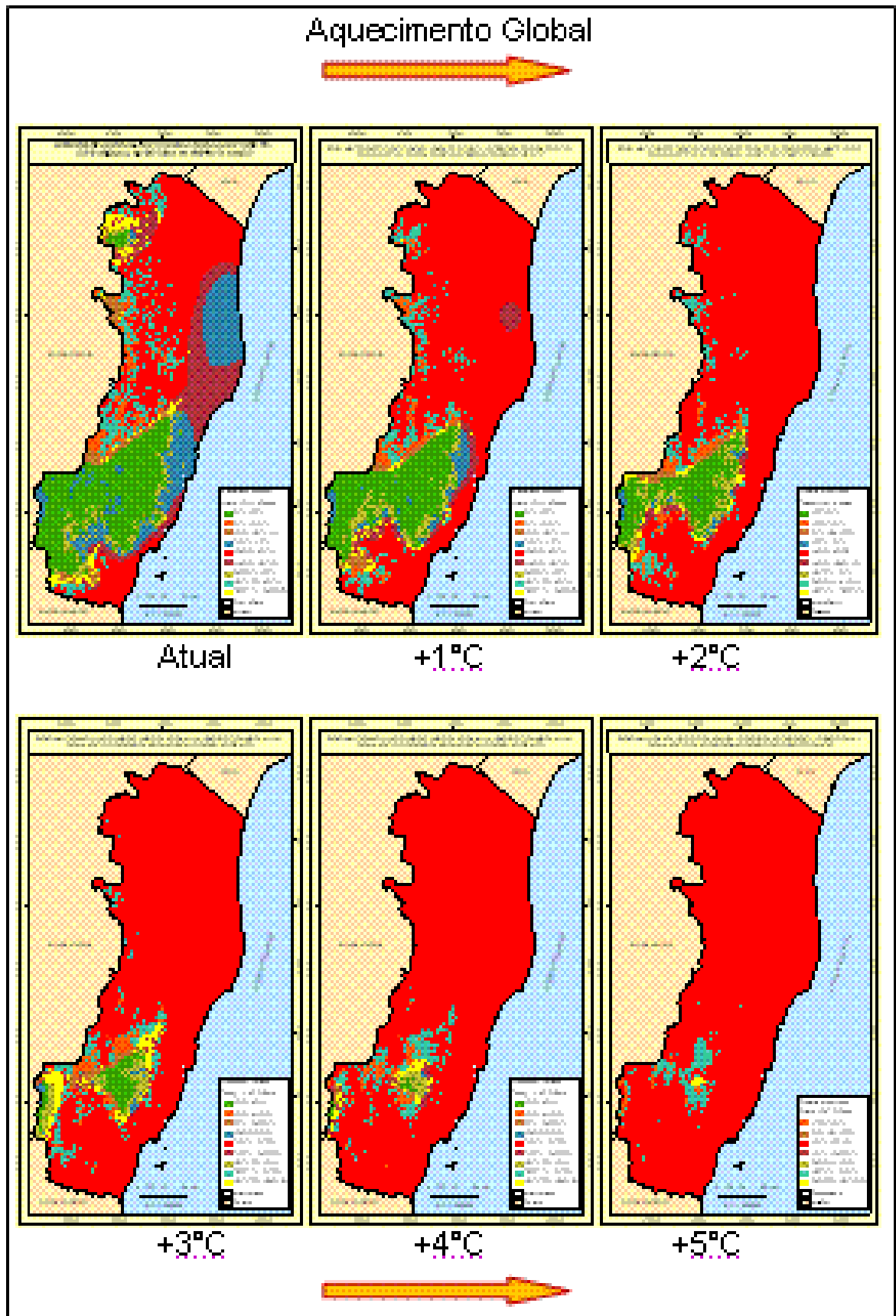


Figura 9 - Zoneamento Agroclimatológico por classe de aptidão atual e para os próximos 100 anos, para a cultura do café arábica, no estado do Espírito Santo.

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.

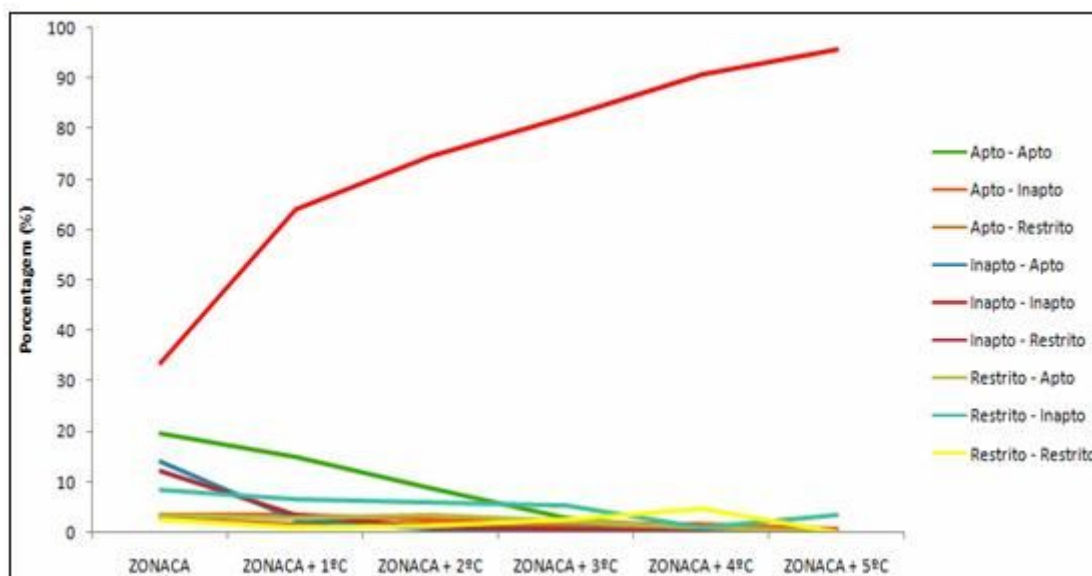


Figura 10 - Variação das áreas de aptidão para o café arábica.

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 drasticamente 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.

A partir dos zoneamentos agroclimatológicos, que foram reclassificados de acordo com a Tabela 4, foram originados os mapas dos zoneamentos agrometeorológicos por porcentagem de aptidão, conforme as figuras abaixo:

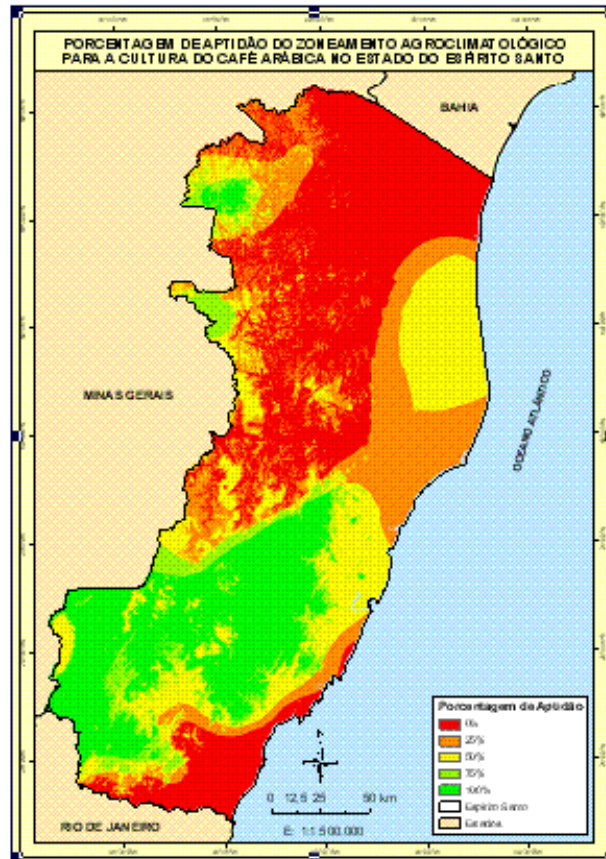


Figura 11 - Zoneamento agroclimatológico atual, por porcentagem de aptidão

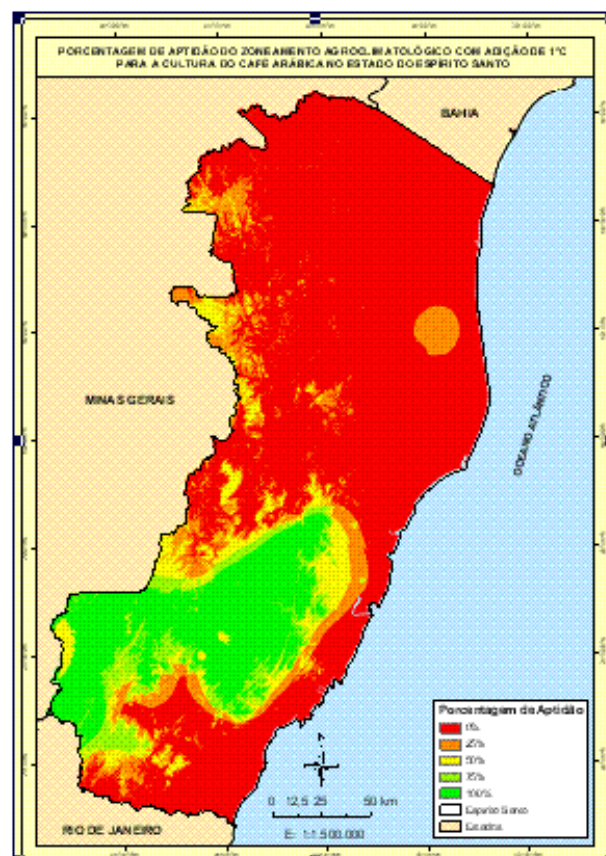


Figura 12 - ZONACA + 1°C, por porcentagem de aptidão

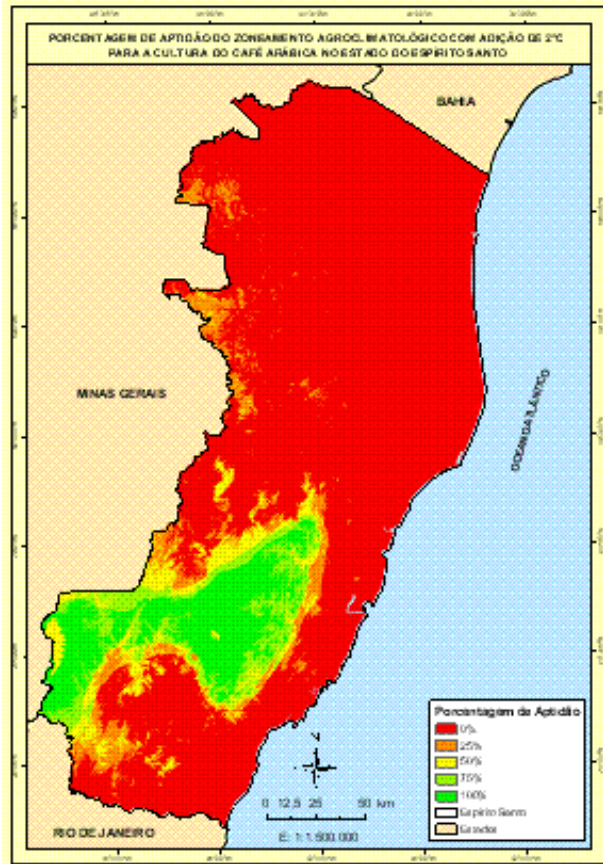


Figura 13 - ZONACA + 2°C, por porcentagem de aptidão

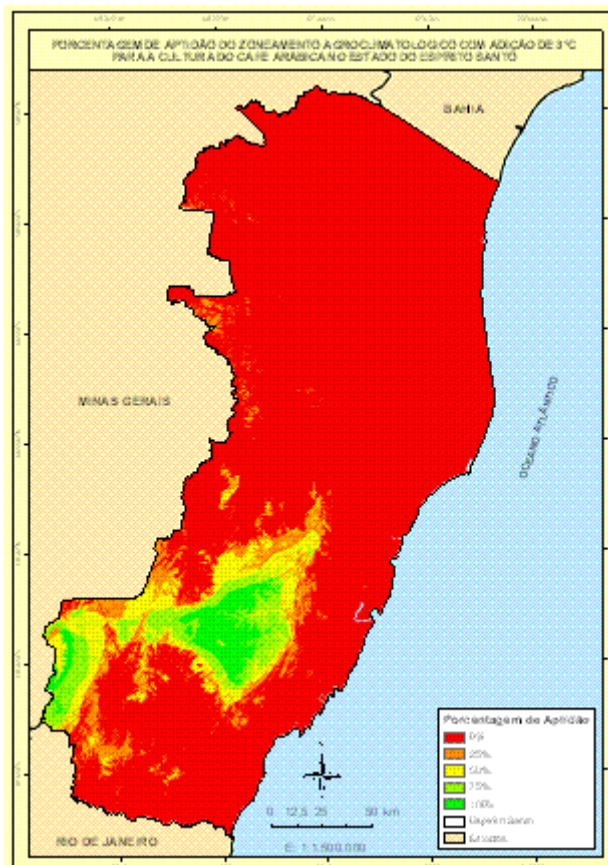


Figura 14 - ZONACA + 3°C, por porcentagem de aptidão

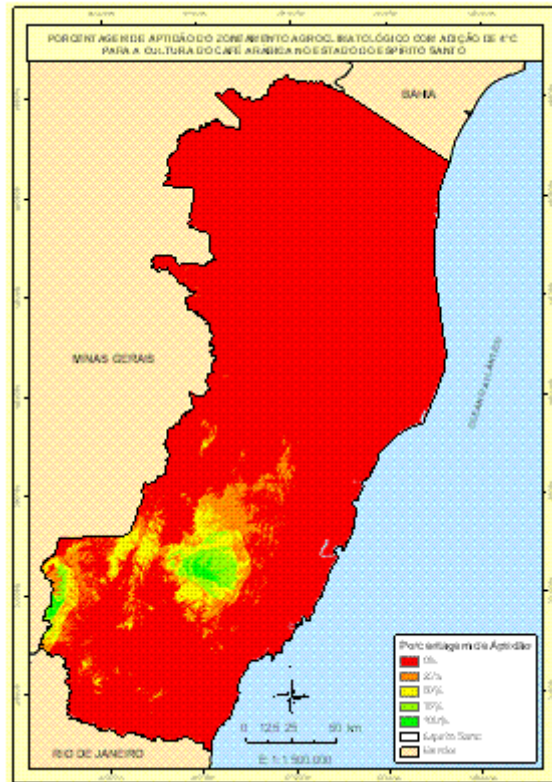


Figura 15 - ZONACA + 4°C, por porcentagem de aptidão

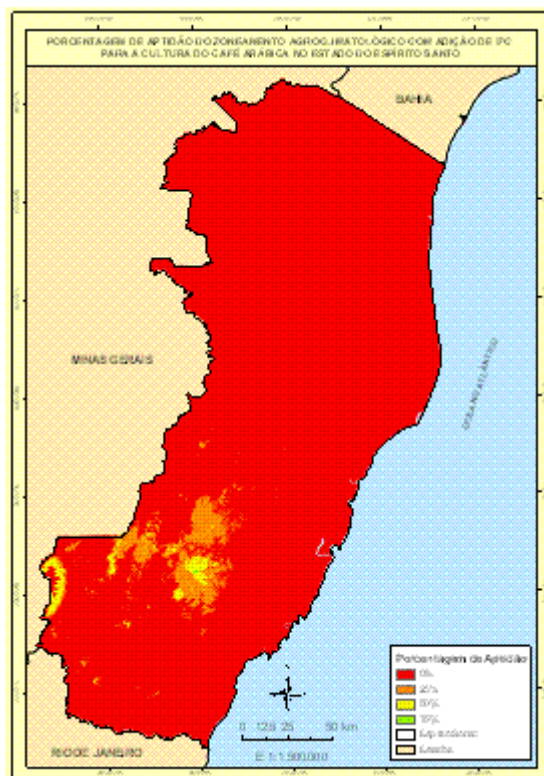


Figura 16 - ZONACA + 5°C, por porcentagem de aptidão

Atualmente o estado do Espírito Santo possui 33,47% de seu território com áreas com 0% de aptidão, o que corresponde à 15.384,41 Km²; 20,86% de áreas com 25% de aptidão, o que corresponde à 9.586,27 Km²; 19,90% de áreas com 50% de aptidão, o que corresponde à 9.147,17 Km²; 6,29% de áreas com 75% de aptidão, o que corresponde à 2.888,97 Km² e 19,49% de áreas com 100% de aptidão, o que corresponde à 8.955,88 Km². Esta última localizada nas regiões de altitude elevada do estado, já as outras regiões apresentam, na sua maioria, menores faixas de aptidão (0% e 25%). Deste modo o estado do Espírito Santo apresenta mais áreas com 0% de aptidão do que áreas com 100% de aptidão, mostrando assim, que somente 45,67% do território do estado apresenta boas probabilidades (>50%) ao cultivo do café arábica, os outros 54,33% do território do estado, apresentam porcentagem de aptidão abaixo de 25%.

A partir da Figura 17, nota-se que ocorre um aumento das áreas com menores porcentagens de aptidão (0% e 25%), e uma redução nas áreas com maiores porcentagens de aptidão (50%, 75% e 100%), assim as áreas com 0% de aptidão aumentam de 33,47% para 95,63%, as áreas com 50% de aptidão diminuem de 19,90% para 3,56% e as áreas com 100% de aptidão diminuem consideravelmente de 19,49% para 0,02%, com o acréscimo de 5°C na temperatura média do ar, para a cultura do café arábica, no estado do Espírito Santo.

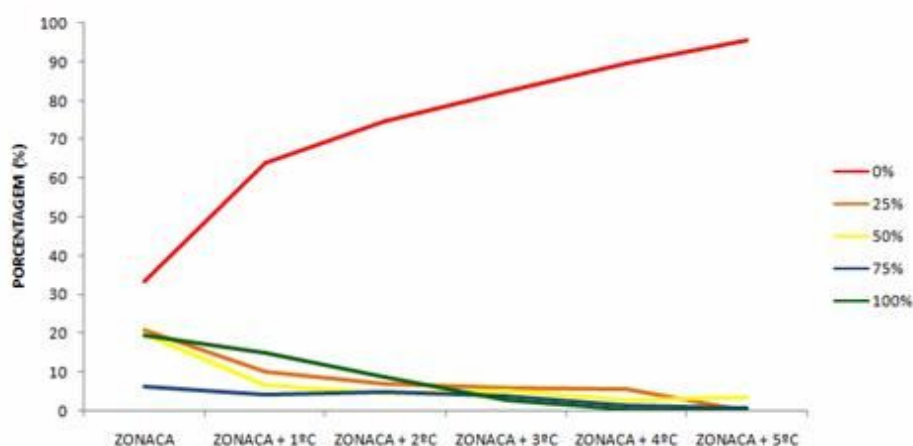


Figura 17 - Porcentagem de aptidão dos zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café arábica.

Desse modo, cabe ressaltar, que poderão ser extintas, com acréscimo de 5°C na temperatura média anual do ar, as áreas propícias ao plantio das atuais

cultivares de café arábica (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 18°C à 22,5°C). Ressalta-se que cabe 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, caso contrário a produção e o cultivo comercial de café arábica no estado do Espírito Santo poderá chegar a zero.

Conclusão

1 - O estado do Espírito Santo atualmente apresenta somente 45,67% do território do estado propício (>50% de aptidão) ao cultivo do café arábica, os outros 54,33% do território do estado, apresentam porcentagem de aptidão abaixo de 25%.

2 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, poderá tornar o estado do Espírito Santo impróprio para o cultivo das atuais cultivares comerciais de café arábica, já que as áreas inaptas poderão chegar à 95,63% do território do estado.

3 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, poderá aumentar as áreas com 0% de aptidão de 33,47% para 95,63%, as áreas com 50% de aptidão poderá diminuir de 19,90% para 3,56% e as áreas com 100% de aptidão poderá diminuir drasticamente de 19,49% para 0,02%, para a cultura comercial do café arábica, no estado do Espírito Santo.

Referências Bibliográficas

ASSAD, E.D. **Climate Change and Coffee Production: Vulnerability and Possible adaptation.** Disponível em: <http://dev.ico.org/event_pdfs/wcc2OIO/presentations/wcc2OIO-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%20 capixaba](http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba)>. Acesso em: 10 mai 2011.

EMBRAPA. SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <<http://www.sat.cnpem.embrapa.br/conteudo/srtm.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Divisão Regional do Estado do Espírito Santo: Microrregiões de Gestão Administrativa.** Vitória. Coordenação de Geoprocessamento, 2009.

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

LUPPI, A. S. L. **Mapeamento da Área Plantada e Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimatológico para as Culturas do Café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e Arábica (*Coffea arabica* L.) na Microrregião Sudoeste Serrana, ES.** 2011.121 f. Dissertação. (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

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

NASA. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

PELUZIO, J. B. **Zoneamento agroclimático para *Alpinia purpurata* no Estado do Espírito Santo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS,17.,2009, Campinas, SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 4., 2009, Aracajú, SE. **Anais...** Campinas, SP: SBFPO, 2009.

SANTOS, A. R. **Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES.** 1999.125 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, E. C.; SOUZA, A. L. F.; AMARAL, G. M.; SOUSA, A. O.; PIFFER, T. R. O.; SOUZA, L. M. M.; OLIVEIRA, C.C. **Mapeamento da cultura do café na microrregião de Afonso Cláudio – Espírito Santo, com imagens de aerofotogrametria.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba, **Anais...**Curitiba: INPE,2011. p. 4055-4061.

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

SEDIYAMA, G. C.; MELO, J. C. F. de J.; SANTOS, A. R. dos; , RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N. da; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n. esp., .p.501-509, 2001.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351 - 1359, 2006b.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **Instruções and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <http://srtm.usgs.gov/>. Acesso em: 18 jul. 2012.

**4.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO
ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO E MAPEAMENTO DA ÁREA
PLANTADA PARA AS CULTURAS DO CAFÉ CONILON (*Coffea canephora*
Pierre ex Froehner) E CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) NA
MICRORREGIÃO CAPARAÓ, ES**

**Rosembergue Bragança¹, Alixandre Sanquetta Laporti Luppi², Alexandre Rosa dos Santos¹,
Elias Fernandes de Souza³, Almy Junior Cordeiro de Carvalho³**

¹Universidade Federal do Espírito Santo, UFES - CCA-UFES, Alegre - ES, CEP: 29500-000
Email: rosembergue_braganca@yahoo.com.br, mundogeomatica@yahoo.com.br.

²Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, CEP: 36570-000
Email: alixandregeoinfo@gmail.com.

³Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Campos dos Goytacazes - RJ,
CEP: 28013-600 - Email: almy@uenf.br, elias@uenf.br

Resumo: O café é a cultura de maior importância econômica para o estado do Espírito Santo, sendo este o maior produtor desta cultura do Brasil, segundo IPCC, 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change), haverá aumentos de 1,1 a 6,4°C na temperatura média do ar, para os próximos 100 anos, deste modo o presente estudo propôs avaliar os impactos deste acréscimo de temperatura sobre a cultura do café conilon e arábica. O estudo foi desenvolvido sobre o território da Microrregião Caparaó que apresenta uma área de 3.737,58 km², pertencente ao estado do Espírito Santo, com o objetivo de avaliar os impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon e arábica, no mapeamento das áreas dessas cultivares. O mapeamento mostrou que atualmente a Microrregião Caparaó apresenta 619,09 km² de café, sendo destes 25,96 km² café conilon e 592,34 km² café arábica. Atualmente, não existem áreas inaptas tanto para o café conilon quanto para o café arábica porém, com o acréscimo de 5°C na temperatura média anual as áreas completamente aptas chegarão a zero tanto para o café conilon quanto para o café arábica. Das áreas com cultivo de café arábica, 95% estão sobre áreas completamente aptas, já com o acréscimo de 5°C na temperatura média anual estas áreas caem para 0%, tornando as áreas com cultivo de café arábica, imprópria para o mesmo.

Palavras Chaves: Sistemas de Informações Geográficas, Regressão Linear Múltipla.

Abstract: Coffee is the culture of greater economic importance to the state of Espírito Santo, which is the largest producer of this crop in Brazil, according to IPCC 2007 (Intergovernmental Panel on Climate Change), will increase from 1.1 to 6.4°C in mean air temperature for the next 100 years, so the present study was to evaluate the impacts of increased temperature on the coffee culture conilon and Arabica. The study was conducted on the territory of Microregion Caparaó which has an area of 3737.58 km², belonging to the State of Espírito Santo, with the objective of evaluating the impacts of climate change in zoning for culture agroclimatológico conilon and arabica coffee in the mapping of areas with growing coffee conilon and Arabica. The mapping showed that currently has Microregion Caparaó 619.09 km² of coffee, and coffee of 25.96 Km² conilon and 592.34 km² arabica coffee. Presently there are areas unsuitable for both coffee and conilon for Arabica coffee but with the addition of 5°C in mean annual temperature areas come fully able to zero for both coffee conilon as for arabica coffee. Areas with cultivation of Arabica coffee, 95% are over areas completely fit, now with the addition of 5°C in mean annual temperature of these areas fall to 0%, making the areas with cultivation of Arabica coffee, unfit for the cultivation of it.

Keywords: Geographic Information Systems, Multiple Linear Regression.

Introdução

A agricultura é um dos principais motores da economia, representando 24% do PIB nacional. Dentre os vários produtos de nossa agricultura, o café apresenta grande importância, encontra-se distribuído em quase todo país. Trata-se do segundo produto mais consumido, só ficando atrás da água, o seu faturamento corresponde a 5% do PIB do Agronegócio Brasileiro.

O Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil, com cerca de 25% da produção nacional. É o estado maior produtor de café conilon ocupando uma área de aproximadamente 329.700 ha, enquanto o café arábica, ocupa uma área de 197.110 ha (CETCAF, 2011).

O Espírito Santo ocupa menos de 0,5% do território Brasileiro, obteve a maior produtividade média de café do Brasil, batendo recorde de produção na terceira estimativa da safra 2011/2012. Nesta safra produziu 11.573 milhões de sacas de café, dos quais 8.494 milhões são do conilon e 3.079 milhões são do arábica. Nesta mesma safra a produtividade média foi de 25,5 sacas por hectare, superior a média nacional, que foi de 22 sacas por hectare (INCAPER, 2012).

O Agronegocio capixaba responde hoje por mais de 30% do PIB Estadual e absorve aproximadamente 40% da população economicamente ativa, dos quais 28% estão diretamente vinculados à produção. Dentre os produtos do agronegócio, a cafeicultura se destaca por estar presente em quase todo o estado, sendo a principal atividade em 80% dos municípios, identificando uma cadeia geradora de aproximadamente 400 mil empregos/ano (PEDEAG, 2007). Portanto a cafeicultura tem uma importância política, econômica e social para o estado do Espírito Santo.

De acordo com Assad et al. (2010), a cultura do café é atingida por excesso de deficiência hídrica ou térmica nas regiões tradicionais. A ocorrência frequente de temperaturas máximas superiores a 34°C causa o abortamento de flores e, conseqüentemente, perda de produtividade (CAMARGO, 1985; SEDIYAMA et al., 2001).

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.

Neste sentido, de acordo com Assad et al. (2010), a problemática das mudanças climáticas globais levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (United Nations Environment Programme) a criarem o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1988. De acordo com o último relatório do 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. Com a mudança climática, a agricultura deverá sofrer alterações e adaptações consideráveis neste século.

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).

O conhecimento dos limites das regiões climaticamente homogêneas pode trazer benefícios diretos à diversas atividades agrícolas da região,

especialmente porque poderá ser extremamente útil na seleção de uma dada cultura, ou na indicação de outra cultura para uma região específica (SANTOS, 1999).

Desse modo é importante ressaltar que a não indicação de uma área para uma cultura não significa que essa área não seja apta para a espécie selecionada, uma vez que há sempre possibilidades de se conseguir o ajustamento de práticas agrícolas com variedades selecionadas ou, então, utilizar técnicas agrícolas mais eficientes.

O manejo da cultura envolve diversos parâmetros importantes que influenciam direta e indiretamente a produtividade do cafeeiro, os mais importantes são: as condições físicas do solo, o sistema de cultivo, as cultivares, o espaçamento, a adubação e a calagem, as práticas culturais, o combate a pragas e doenças, a proteção contra ventos e a irrigação.

Os levantamentos sobre uma cultura, tal como a área plantada e a produção, são realizadas geralmente por meio das informações dos municípios. As informações são coletadas sob métodos subjetivos, por meio dos censos agropecuários, baseado em agentes técnicos e econômicos, que nem sempre produzem dados confiáveis sobre certas culturas e suas respectivas áreas (OLIVEIRA, 2003). Desta forma, o sensoriamento remoto, aliado ao geoprocessamento, tornou-se uma ferramenta imprescindível no planejamento do espaço geográfico e no estudo dos recursos naturais (ODUM et al., 2001). Sendo assim, o sensoriamento remoto é utilizado de maneira mais objetiva e precisa no levantamento de dados de cobertura da terra e por isso é cada vez mais aplicado em áreas agrícolas, nas estimativas de área plantada, principalmente na fotointerpretação e rendimento em todo o mundo.

O objetivo principal deste trabalho foi verificar o efeito de incrementos de temperatura, nos próximos 100 anos, no zoneamento agroclimatológico nas áreas cultivadas de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) na Microrregião Caparaó, ES. O como objetivo secundário foi mapear as áreas plantadas com as culturas do café conilon e arábica na Microrregião Caparaó, ES, utilizando imagens aerofotogramétricas.

Material e Métodos

O estado do Espírito Santo geograficamente está localizado na região sudeste do Brasil e encontra-se dividido em 12 Microrregiões de Planejamento e em 78 municípios. Essa divisão tem a finalidade de contribuir com a promoção de ações regionalizadas por parte do Governo do Estado, superando problemas de diferentes naturezas por meio de diversas ações e soluções relacionadas com as peculiaridades e atividades de cada região, buscando um desenvolvimento regional integrado e sustentável (IJSN, 2009).

Dentre todas as microrregiões encontra-se a do Caparaó, que possui uma área territorial de 3.737,58 km². localiza-se entre os paralelos de 20°11'52" a 21°6'25" de latitude Sul e os meridianos 41°52'47" a 41°18'19" longitude Oeste de Greenwich, e integra-se, com os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (Fig. 1).

A Microrregião Caparaó é formada por dez municípios: Alegre, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Guaçuí, Ibatiba, Ibitirama, Irupi, Lúna, Muniz Freire e São José do Calçado (Figura 2). A dinâmica da economia desta microrregião é comandada pelo setor agropecuário, principalmente no que diz respeito à geração de renda e empregos. Neste aspecto a principal atividade do setor é a cafeicultura, destacando-se a produção do café arábica.

O café arábica é produzido em 43 municípios capixabas, em regiões com altitude superior a 500 metros, envolvendo 20 mil propriedades. Cerca de 70% da produção advém das regiões do Caparaó e Serrana. Os principais municípios produtores são Brejetuba, Luna, Vargem Alta, Muniz Freire, Irupi e Ibatiba. A produtividade média no estado é de 17,85 sacas beneficiadas/ha, no entanto, muitos produtores alcançam produtividades superiores a 40 sacas/ha, podendo atingindo até 80 sacas/ha (INCAPER, 2012).

O café arábica é menos rústico que o café conilon. Pelo fato de apresentar faixas de aptidão por temperatura e deficiência hídrica mais baixas, e com as mudanças climáticas previstas, fica mais fácil a visualização desses impactos sobre a cultura do café arábica. Desse modo a Microrregião Caparaó,

no estado do Espírito Santo, é uma área ideal para o presente projeto, pois apresenta uma área significativa de lavouras de café arábica.

O relevo da Microrregião Caparaó apresenta topografia predominantemente acidentada, com diversidade de classe de solos, com predomínio de Latossolos e Cambissolos, que apresentam baixa fertilidade natural. O clima é tropical de altitude, com precipitações médias anuais de 1.730 mm, concentrando-se entre os meses de novembro a fevereiro. A temperatura média anual é de 21,2°C, com amplitude térmica de 5° a 35°C. A vegetação natural predominante é a de Mata Atlântica. Nesta microrregião encontra-se o Parque Nacional do Caparaó – PARNA com suas áreas de amortecimento, hoje representadas em apenas algumas áreas de fragmentos florestais remanescentes espalhadas pelos territórios dos municípios (INCAPER, 2011).

A importância deste estudo de mapeamento relaciona-se à economia de tempo em pesquisas de campo, à economia de recursos financeiros e humanos e à visão sinóptica a ser mapeada, garantindo assim, maior consistência às estimativas de produção.

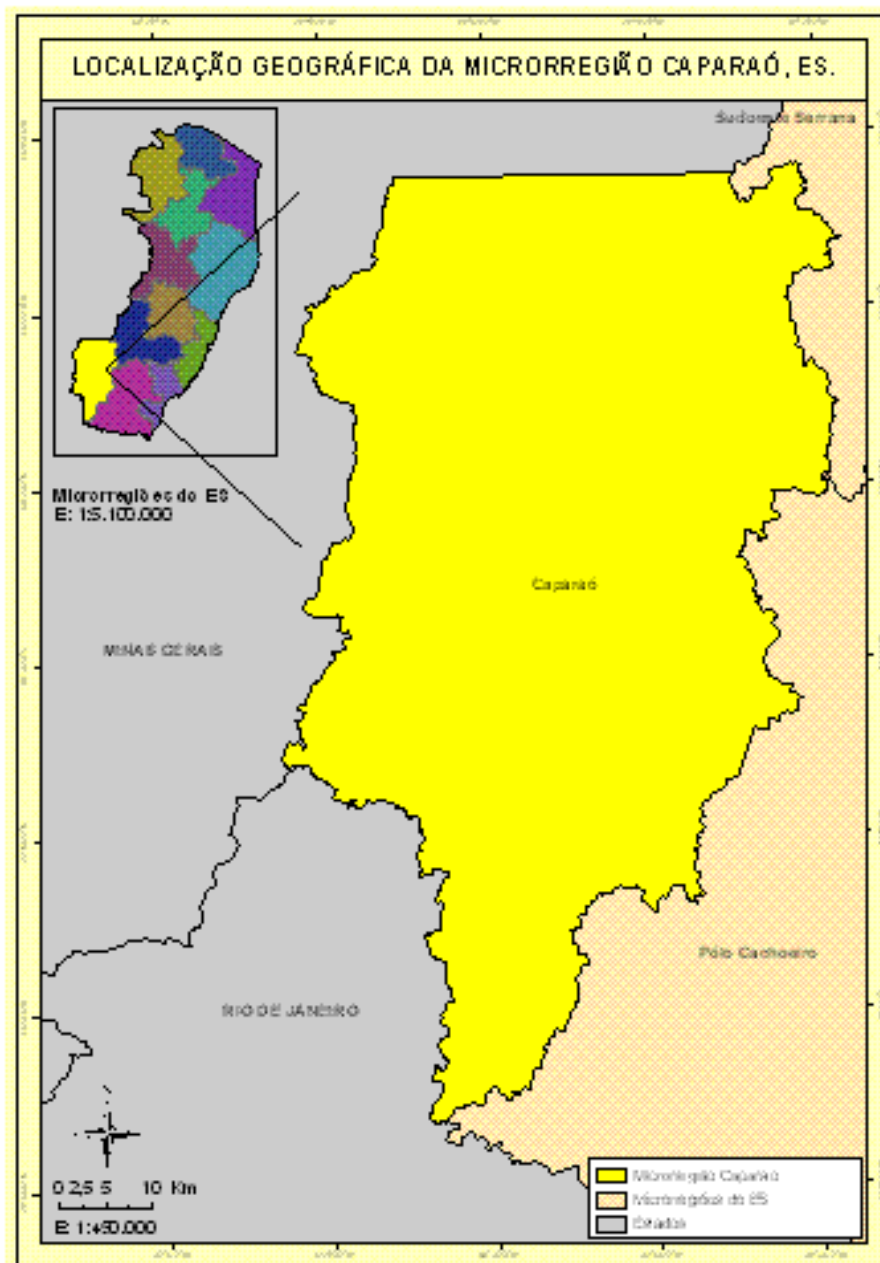


Figura 1 - Localização geográfica da Microrregião Caparaó, ES.

Para a realização deste estudo foram utilizados:

a) Ortofotos, índice nº 24-771 do ortofotomosaico do estado do Espírito Santo, com resolução espacial de 1,1 m, nos intervalos espectrais do visível (0,45 – 0,69 μm) e escala de 1 : 35.000, retratando a cobertura local de julho de 2007. O ortofotomosaico, fruto do convênio “VALE DE QUALIDADE AMBIENTAL” celebrado entre a Companhia VALE e o Governo do estado, no ES representado pelo IEMA. Abrange todo o território do Estado do Espírito Santo. É formado pela articulação de cerca de 540 blocos de imagens de 10 km x 10 km, muito úteis

para a identificação e mapeamento de feições geográficas e do uso da terra (IEMA, 2009).

b) Séries históricas de temperatura média do ar e deficiência hídrica de 110 estações meteorológicas pertencentes ao INCAPER ao INMET e a ANA.

c) Projeções futuras de temperatura média do ar, preditas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC, a saber: GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007).

d) Modelo digital de elevação (MDE), com resolução de 90 metros, desenvolvido pela NASA e NIMA nos Estados Unidos no ano de 2000.

e) Programas computacionais *ArcGIS*, versão 10.0, módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2011), para o tratamento e análise dos dados.

f) Pesquisa bibliográfica.

Todos os mapas digitais foram elaborados por meio do *software ArcGIS*, versão 10.0, módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2011).

Para a 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 à 2006. A metodologia utilizada para a realização do balanço hídrico foi a de THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. 1955, com CAD de 125mm.

Para o estado do Espírito Santo, os dados meteorológicos foram obtidos de 94 pontos de medição, sendo 11 pertencentes à rede de estações meteorológicas do Instituto Capixaba de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (INCAPER), 3 pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que medem a temperatura do ar e precipitação e outros 80, pertencentes à Agência Nacional das Águas (ANA). Adotou-se ainda, 16 pontos pluviométricos também pertencentes a ANA localizados fora do estado, tendo com objetivo minimizar o efeito de borda no processo de interpolação. No total, foram utilizados 110 pontos de medição.

Os dados futuros de temperaturas foram estimados por seis modelos, a saber: GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, R-30 resolution model), CCSR/NIES (Center for Climate Research Studies Model), CSIROmk2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization GCM mark 2),

CGCM2 (Canadian Global Coupled Model version 2), ECHAM4 (European Centre Hamburg Model version 4) e HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3).

Os Zoneamentos Agroclimatológicos foram baseados na sobreposição de mapas, que caracterizam a temperatura média anual do ar e deficiência hídrica média anual (atual e com acréscimo de até 5°C), favoráveis ao desenvolvimento do café conilon e arábica, na Microrregião Caparaó, ES, conforme MATIELLO (1991).

As Figuras 2 e 3, mostram os fluxogramas, contendo todas as operações envolvidas no processo de manipulação e execução das diversas etapas, que resultaram nos mapas finais de zoneamento agroclimatológico, para as culturas do café conilon e arábica na Microrregião Caparaó, respectivamente, caracterizando o efeito do incremento de temperatura, nos próximos 100 anos.

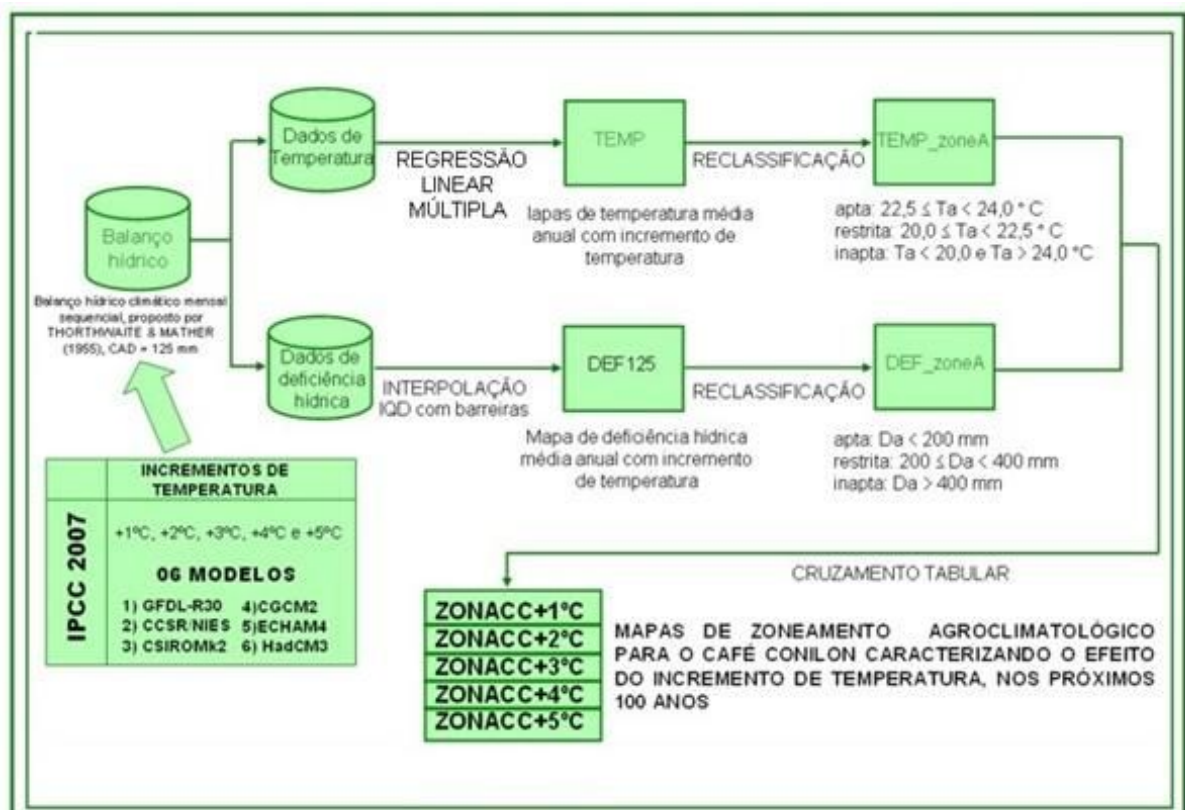


Figura 2 - Etapas necessárias para obtenção dos mapas de zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon na Microrregião Caparaó, com incremento de temperatura, nos próximos 100 anos.

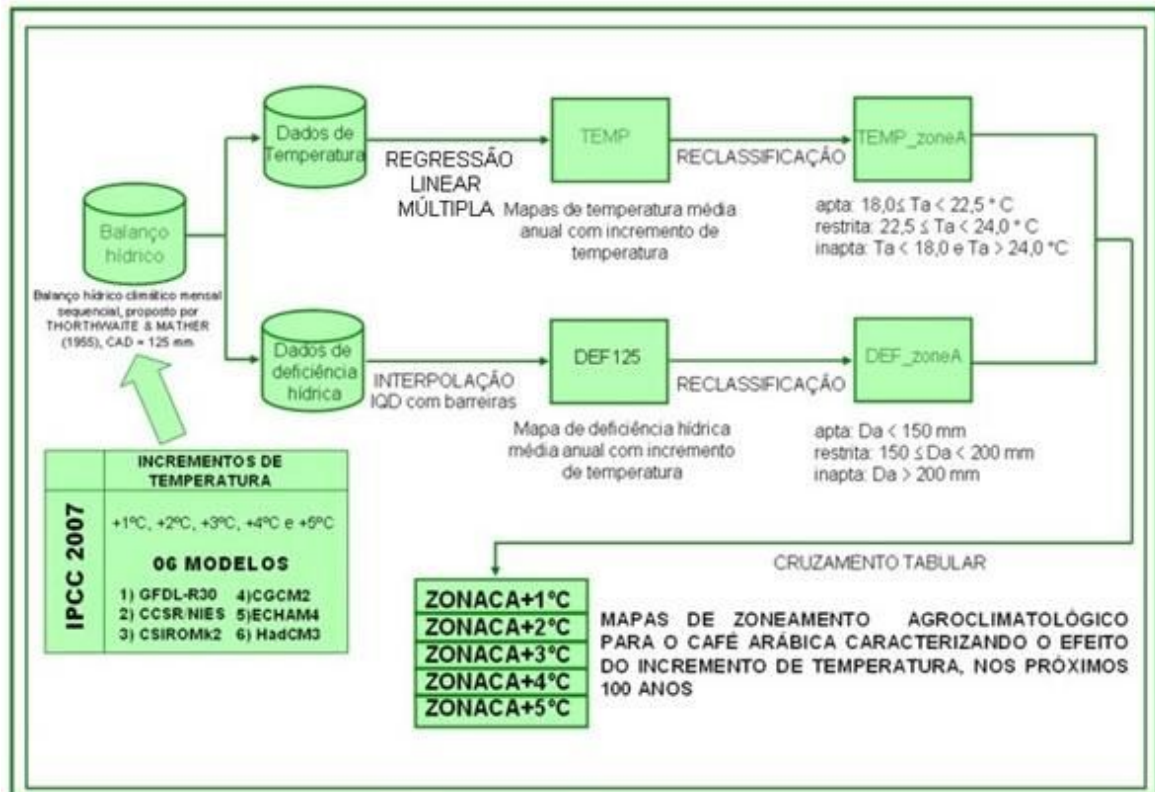


Figura 3 - Etapas necessárias para obtenção dos mapas de zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica na Microrregião Caparaó com incremento de temperatura, nos próximos 100 anos.

De posse dos zoneamentos agroclimatológicos, estes serão reclassificados de acordo com a metodologia proposta por Luppi, 2011, que em seu trabalho transforma as classes de aptidão em porcentagem de aptidão, transformando-os quantitativamente da seguinte forma:

$$APTO = 100\% / N \quad \text{eq. 1}$$

$$RESTRITO = 100\% / (N \cdot 2) \quad \text{eq. 2}$$

$$INAPTO = 0\% \quad \text{eq. 3}$$

Onde:

N = número de classes utilizadas no zoneamento agroclimatológico.

A porcentagem de aptidão será o somatório das porcentagens relacionadas a cada classe de aptidão.

No caso do presente estudo uma área apta, tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 50% ($100\% / 2$), uma área restrita, tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 25% ($100\% / 2 \times 2$), pois está entre as áreas aptas e inaptas, e uma área inapta, tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica será 0% (Inapto = 0%). Assim a porcentagem de aptidão será a soma da aptidão por temperatura mais a aptidão por deficiência hídrica, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação por Porcentagens de Aptidão

Classes		Classificação	Porcentagem de Aptidão
Temperatura	Def. Hídrica		
Apto	Apto	50% + 50% =	100%
Apto	Restrito	50% + 25% =	75%
Restrito	Apto	25% + 50% =	75%
Restrito	Restrito	25% + 25% =	50%
Apto	Inapto	50% + 0% =	50%
Inapto	Apto	0% + 50% =	50%
Restrito	Inapto	25% + 0% =	25%
Inapto	Restrito	0% + 25% =	25%
Inapto	Inapto	0% + 0% =	0%

A classificação por porcentagem de aptidão transforma dados qualitativos em quantitativos, facilitando o entendimento da dimensão de aptidão.

Segundo Luppi, 2011, a classificação por porcentagem de aptidão, torna possível avaliar a possibilidade futura para implantação de uma determinada cultura, ou seja, permite transmitir a idéia a um produtor que sua propriedade encontra-se numa área com 50% de aptidão. Assim significa que ele tem 50% de chance de que a cultura se desenvolva e produza satisfatoriamente, sendo de melhor entendimento do que apto por temperatura e inapto por deficiência hídrica, inapto por temperatura e apto por deficiência hídrica ou restrito por temperatura e restrito por deficiência hídrica, onde todas estas 3 classificações correspondem à 50% de aptidão.

Para realizar o mapeamento das áreas plantadas para as culturas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) na

Microrregião Caparaó, ES, utilizando imagens orbitais, alguns procedimentos foram executados de acordo com Santos, Peluzio e Saito (2010):

1 - pré-processamento das ortofotos visando minimizar, ao máximo, suas distorções. Estas distorções podem ser classificadas em radiométricas e geométricas. As distorções radiométricas alteram os níveis de cinza de cada elemento da imagem. Já as distorções geométricas alteram a distribuição espacial dos elementos de imagem, afetando escala, afinidade, orientação, entre outras;

2 - realce de imagens com o objetivo de modificar, por meio de funções matemáticas, os níveis de cinza ou os valores digitais de uma imagem, de modo a destacar certas informações espectrais melhorando a sua qualidade visual;

3 - transformação das projeções cartográficas e datums originais das imagens e das bases para a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *Datum* Horizontal SIRGAS 2000, procurando cumprir o Decreto N° 5334/2005 e Resolução N° 1/2005 do IBGE que estabelecem o SIRGAS 2000 como o novo sistema de referência geocêntrico para o Brasil e;

4 - mosaicagem e recorte desses planos de informação de modo a contemplar apenas a área de interesse, representativa da Microrregião Caparaó.

Após os procedimentos acima, foi realizada a fotorinterpretação das áreas plantadas para as culturas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) na Microrregião Caparaó, ES, utilizando um ortofotomosáico com resolução espacial de 1,1 m, nos intervalos espectrais do visível (0,45 – 0,69 μm). Neste caso, foi realizada a digitalização via tela das feições representativas das culturas do café conilon e arábica, na escala padrão de 1:2.000, utilizando o aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0. Foi elaborado um arquivo vetorial poligonal para as classes de café conilon e arábica.

A classificação visual de imagens, segundo Moreira (2003), é o processo de extração de informações a respeito dos alvos da superfície terrestre, com base em suas respostas espectrais, aliado a outros elementos, tais como: forma, textura, tonalidade/cor, sombra, etc.

De posse do zoneamento agroclimatológico atual e com incremento de temperatura, para os próximos 100 anos e as áreas mapeadas com café conilon e arábica, foi realizada uma comparação das áreas aptas, restritas e inaptas para o desenvolvimento dessas culturas, na Microrregião Caparaó, considerando as possíveis mudanças climáticas globais (MCG).

Segundo Dadalto e Barbosa (1997), o limite superior de altitude para o cultivo do café conilon é de 600 m para áreas ao norte do divisor da margem direita da bacia do Rio Doce e 500 m para áreas ao sul do divisor da margem direita da bacia do Rio Doce.

A Microrregião Caparaó encontra-se ao sul do divisor da margem direita da bacia do Rio Doce. Assim foi utilizado 500 metros como limite de altitude entre o café conilon e arábica.

O Modelo digital de elevação, (MDE) foi reclassificado em áreas até 500 metros de altitude e acima de 500 m de altitude, feito isto, foi transformado em polígono *shapefile*, resultando em duas áreas, as com até 500 m de altitude, propícias ao plantio do café conilon e as áreas com mais de 500 m de altitude, propícias ao plantio do café arábica.

Os doze zoneamentos agroclimatológicos foram recortados, sobre as áreas até 500 m para os zoneamentos do café conilon e sobre as áreas acima de 500 m para os zoneamentos do café arábica. Isto serviu para avaliação da aptidão para o cultivo de café nas áreas atuais de lavouras de café e também para avaliação da aptidão para o cultivo de café nestas áreas para os próximos 100 anos.

Resultados e Discussão

A partir da combinação dos mapas reclassificados de temperatura e deficiência hídrica, através da função de tabulação de dados cruzados do aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0, foi possível criar os seis (6) Zoneamentos Agroclimatológicos para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), sendo ZONACC o atual, até ZONACC + 5°C, e seis (6) Zoneamentos Agroclimatológicos para a cultura do café arábica (*Coffea arabica* L.), sendo

ZONACA o atual, até ZONACA + 5°C, para a Microrregião Caparaó. Assim foi possível avaliar o efeito do incremento de temperatura, nos próximos 100 anos, no zoneamento agroclimatológico, conforme as Figuras 4 e 5.

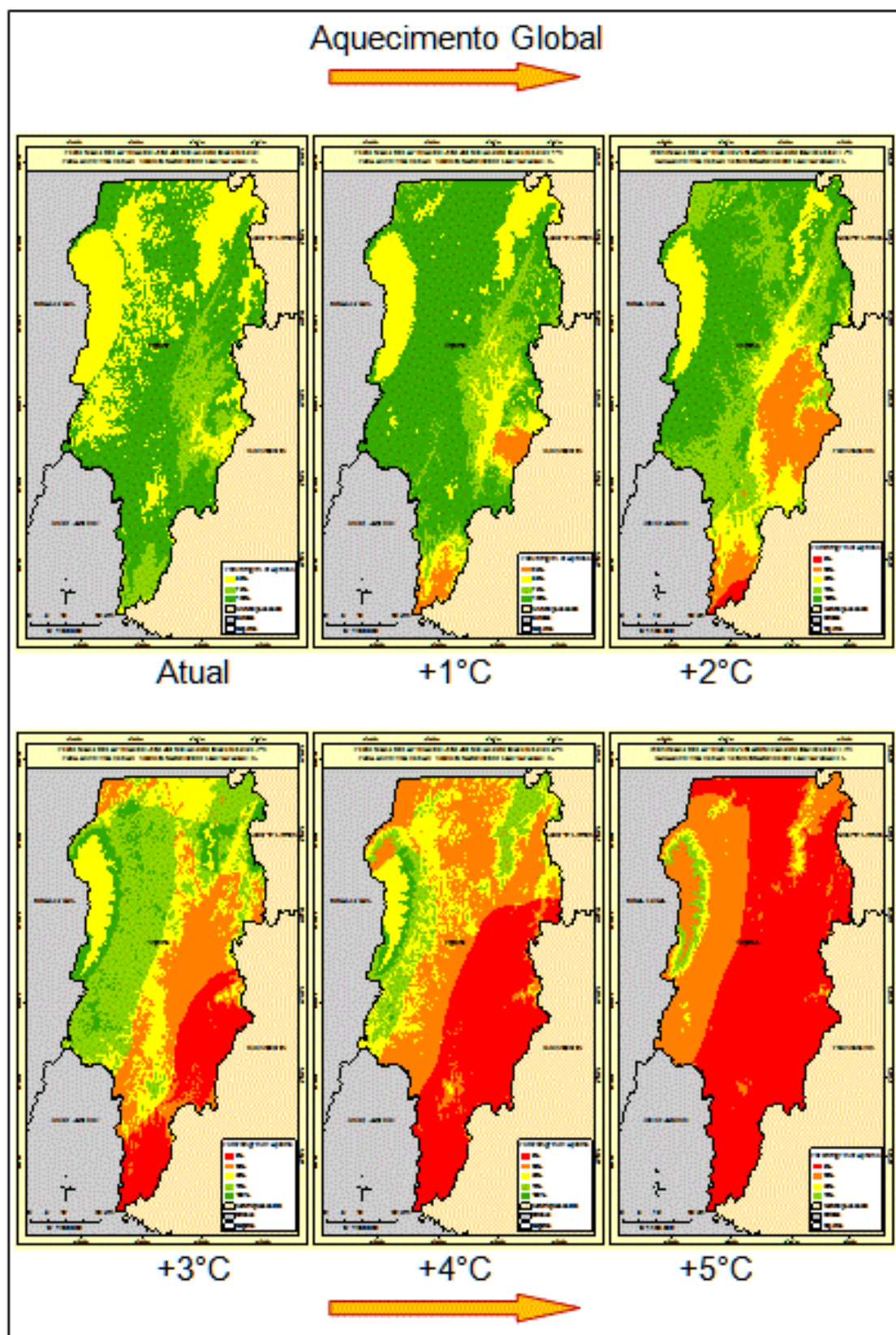


Figura 4 - Zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café conilon por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES

Levando-se em consideração a evolução da temperatura média no zoneamento agroclimatológico atual (ZONACC) até o incremento de 5°C no zoneamento agroclimatológico nos próximos 100 anos (ZONACC + 5°C) as áreas totalmente inaptas aumentam consideravelmente de 0,0% para 64,57% e as áreas aptas diminuem de 52,07% para 0,0%, 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, para a cultura do café conilon.

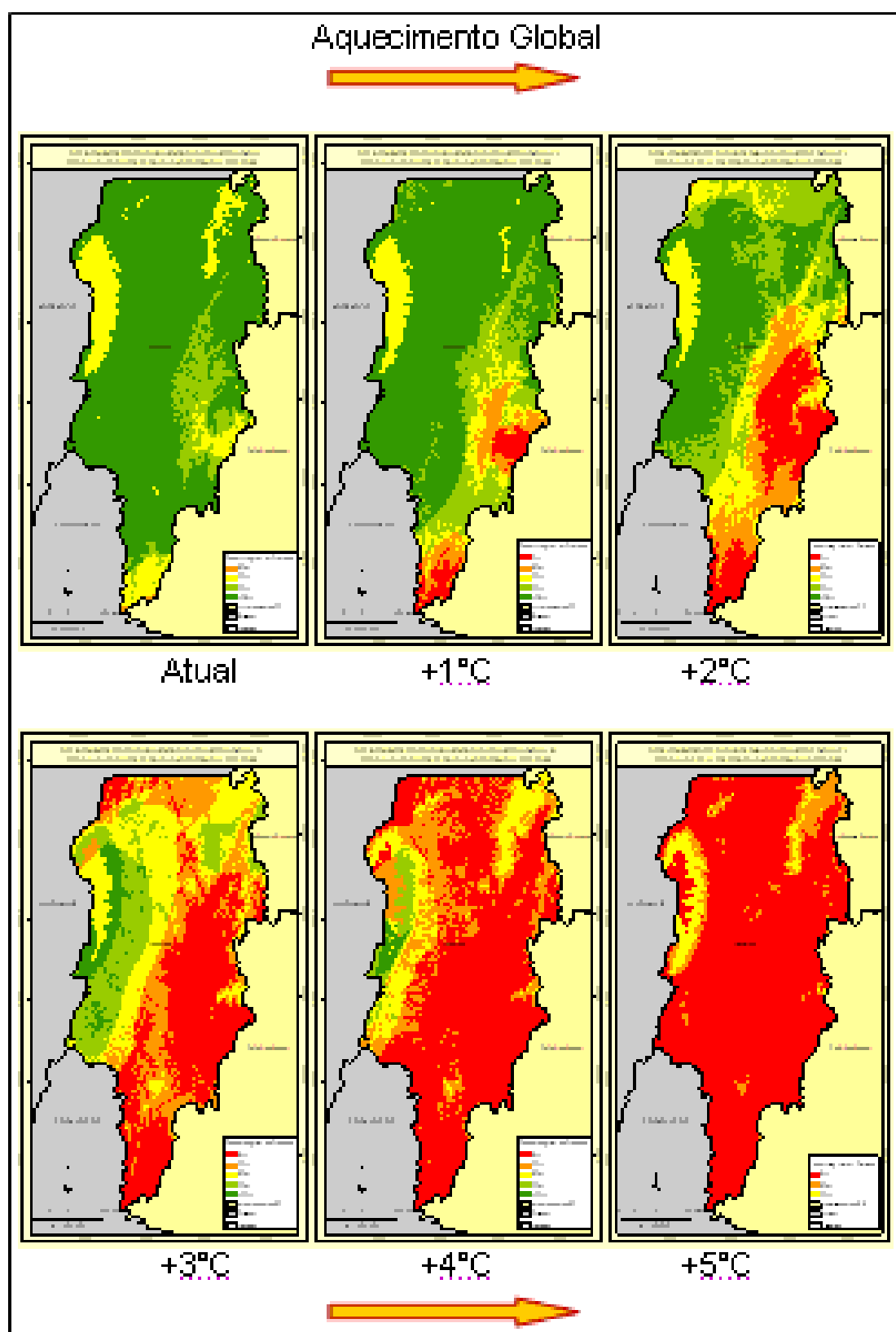


Figura 5 - Zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café arábica por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES

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 consideravelmente de 0,0% para 87,20% e as áreas aptas diminuem de 76,78% para 0,0%, 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, para a cultura do café arábica.

Portanto, atualmente a Microrregião Caparaó é mais propícia ao plantio do café arábica, por apresentar mais áreas aptas.

As áreas fotointerpretadas de café na Microrregião Caparaó totalizaram 619,09 km², sendo o Município de Lúna o com maior área de plantio de café, 117,39 km², seguido de: Muniz Freire (97,88 km²), Ibatiba (94,41 km²), Irupi (77,44 km²), Guaçuí (56,85 km²), Ibitirama (51,17 km²), Alegre (51,15 km²), Dores do Rio Preto (32,41 km²), Divino de São Lourenço (25,35 km²) e São José do Calçado (14,99 km²).

A Figura 6 apresenta as áreas fotointerpretadas de café na Microrregião Caparaó, ES.

Nota-se a grande concentração de café na parte Norte da Microrregião, onde localiza-se os Municípios de Lúna, Ibatiba e Irupi.

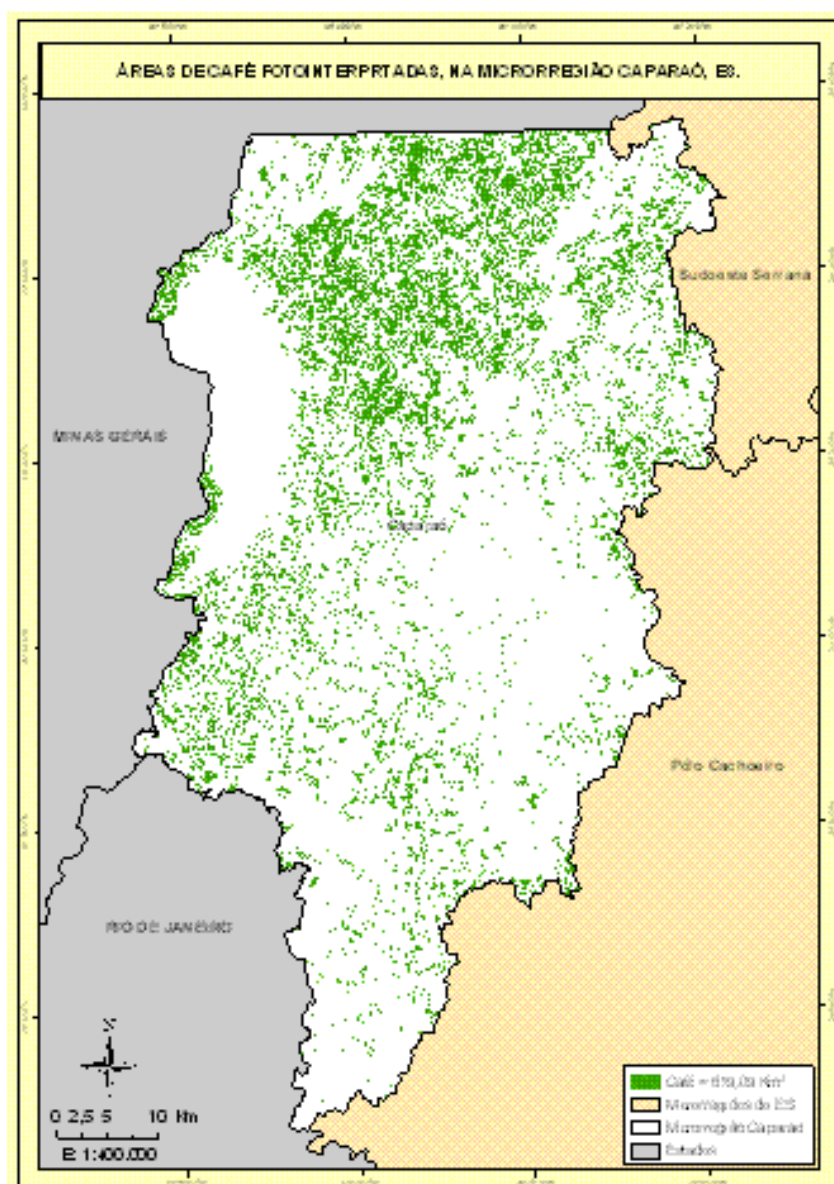


Figura 6 - Áreas fotointerpretadas do café conilon e arábica na Microrregião Caparaó, ES

As áreas de café foram recortadas sobre as altitudes reclassificadas, assim as áreas de café conilon (abaixo de 500 m) e café arábica (acima de 500m) seguem conforme a Figura 7.

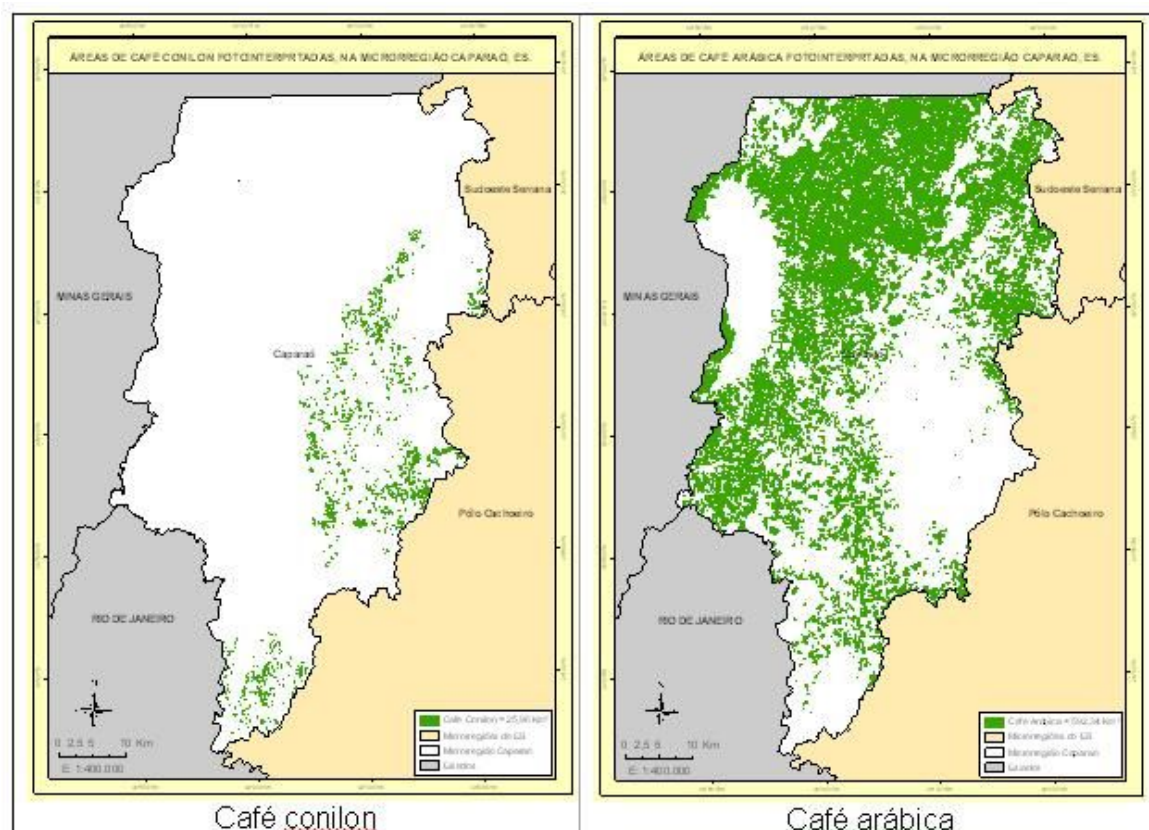


Figura 7 - Áreas com cultivo de café conilon e arábica na Microrregião Caparaó, ES.

As áreas de café conilon totalizaram 25,96 km², enquanto as áreas de café arábica totalizaram 592,34 km², mostrando a importância do café arábica para a região.

De posse das áreas de café conilon e dos zoneamentos agroclimatológicos para esta cultura, inclusive dos dados com incremento de temperatura para os próximos 100 anos, foi possível avaliar o que ocorrerá com as aptidões climáticas nas áreas de cultivo de café conilon. As aptidões climáticas dos zoneamentos agroclimatológicos nas áreas de cultivo do café conilon seguem conforme a Figura 8.

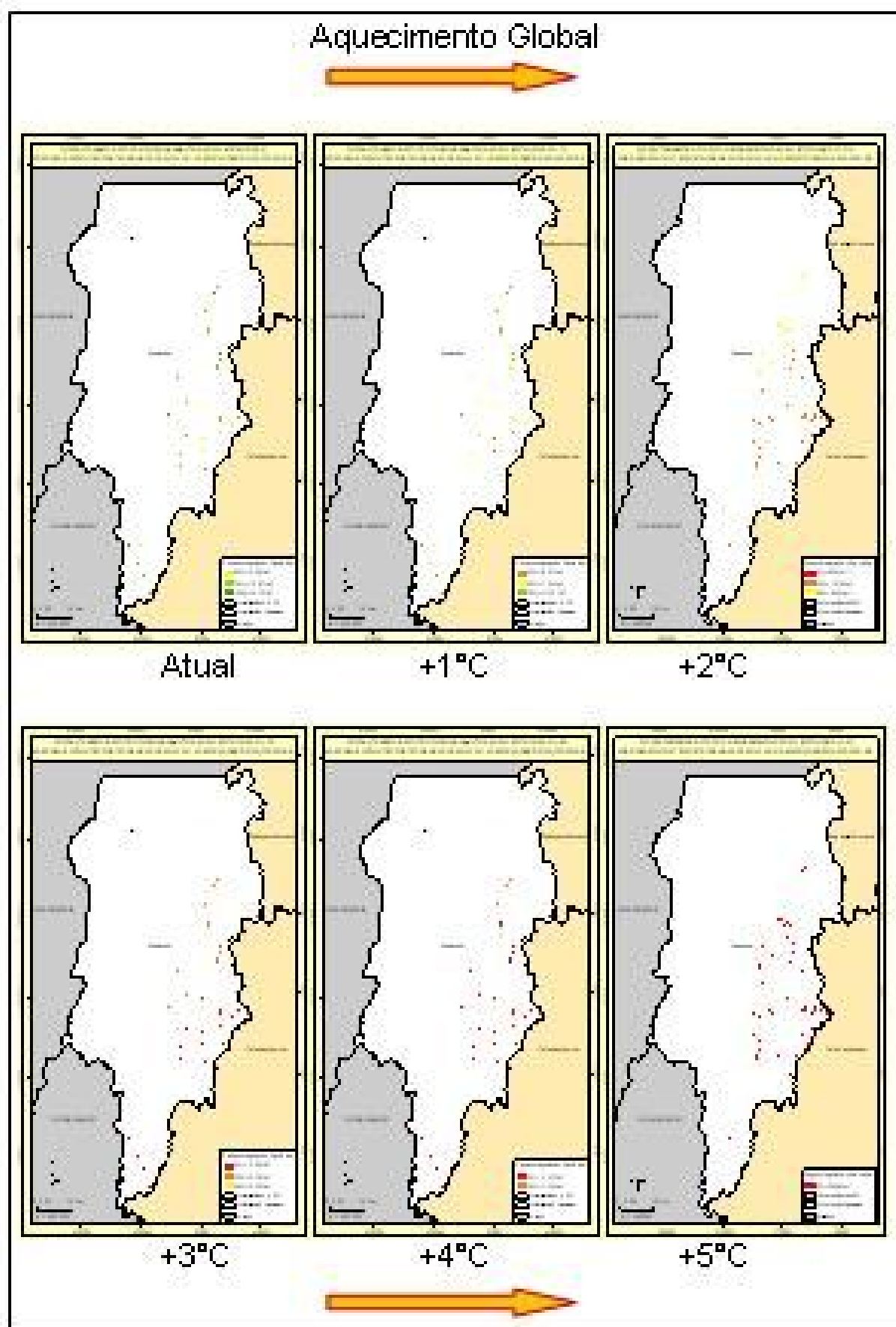


Figura 8 - ZONACC a ZONACC + 5°C nas áreas com cultivo de café conilon, na Microrregião Caparaó, ES.

A Figura 9 ilustra o efeito do incremento de temperatura no zoneamento agroclimatológico da cultura do café conilon, para os próximos 100 anos, nas áreas de cultivo do café conilon.

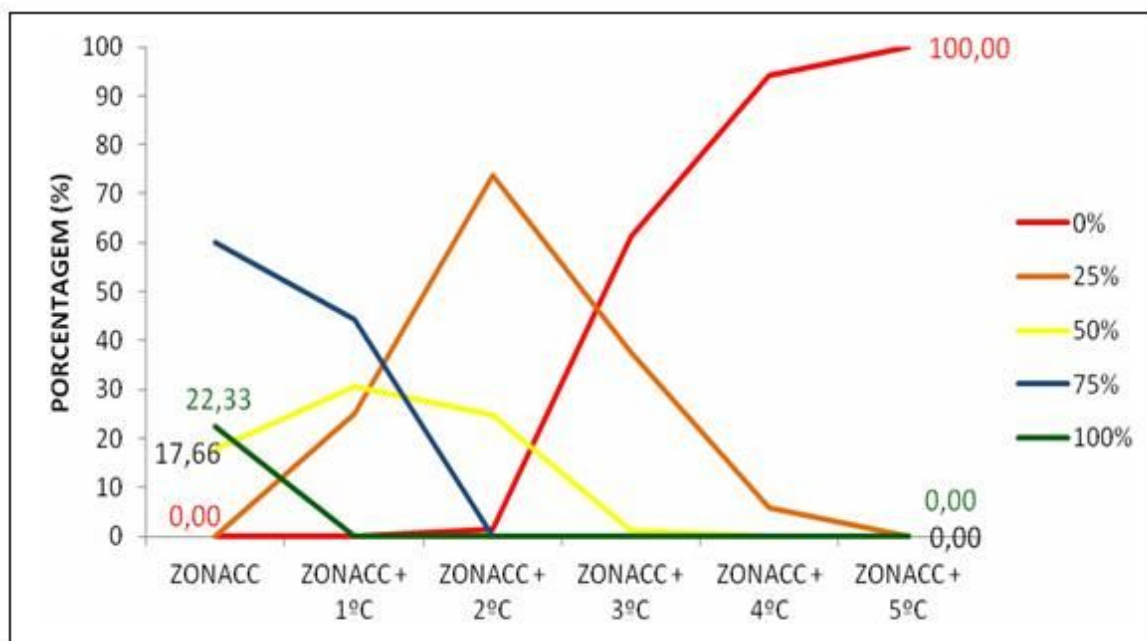


Figura 9 - Variação das áreas de aptidão, nas áreas de cultivo do café conilon.

Observa-se que atualmente, 22,33% das áreas com cultivo de café conilon, estão sobre áreas com 100% de aptidão, e que não existe plantio em áreas com 0% de aptidão como já era esperado. Assim para os próximos 100 anos, não existirá áreas com 100% de aptidão e todas as aptidões nas áreas de café conilon irão desaparecer, restando somente as áreas com 0% de aptidão, ou seja, as atuais áreas com cultivo de café conilon estarão sobre áreas inaptas ao cultivo do mesmo.

De posse das áreas de café arábica e dos zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café arábica, inclusive aqueles com incremento de temperatura para os próximos 100 anos, foi possível avaliar o que ocorrerá com as aptidões climáticas nas áreas de cultivo de café arábica. As aptidões climáticas dos zoneamentos agroclimatológicos nas áreas de cultivo do café arábica seguem conforme a Figura 10.

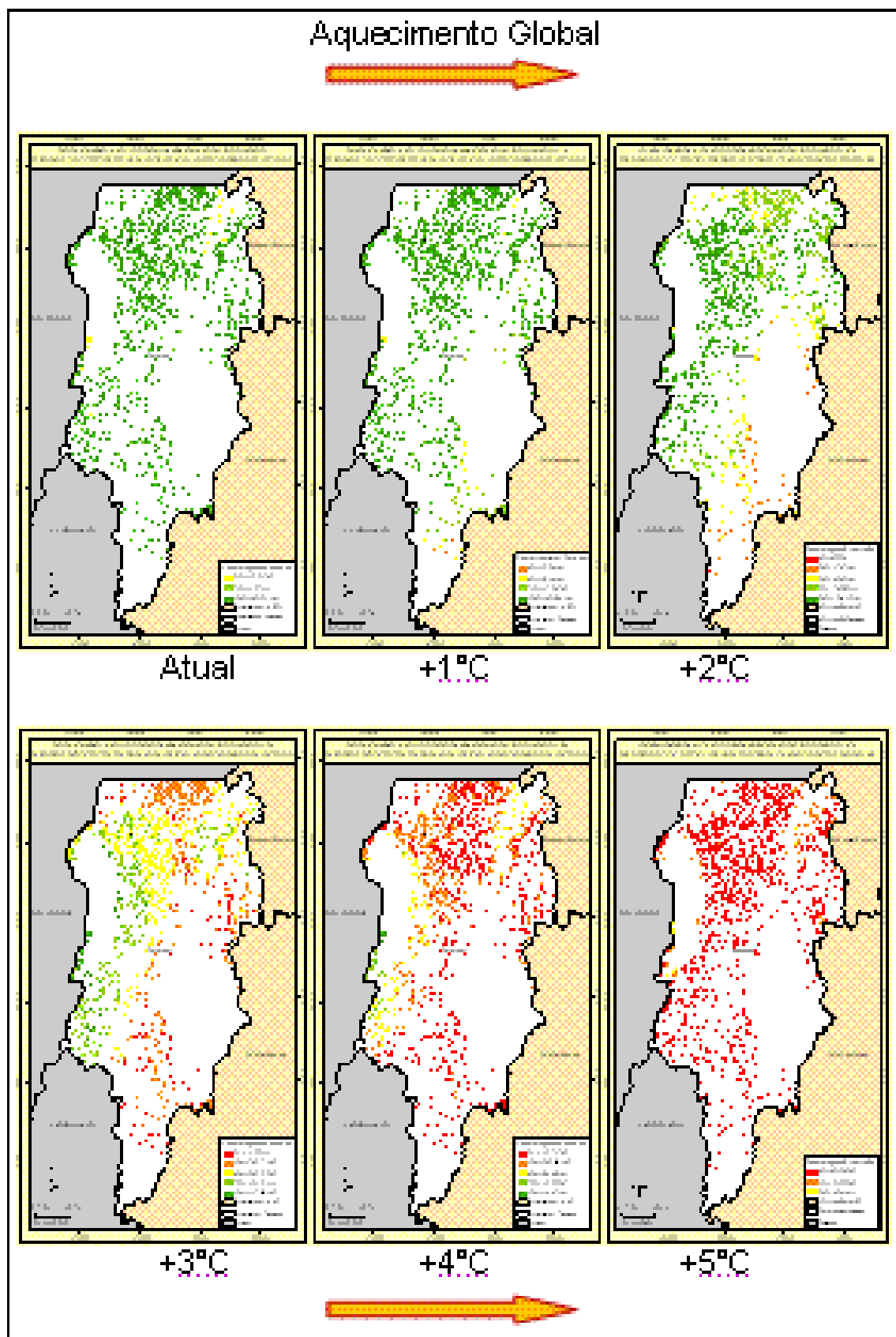


Figura 10 - ZONACA a ZONACA + 5°C nas áreas com cultivo de café arábica, na Microrregião Caparaó, ES

A Figura 11 ilustra o efeito do incremento de temperatura no zoneamento agroclimatológico da cultura do café arábica, para os próximos 100 anos, nas áreas de cultivo do café arábica.

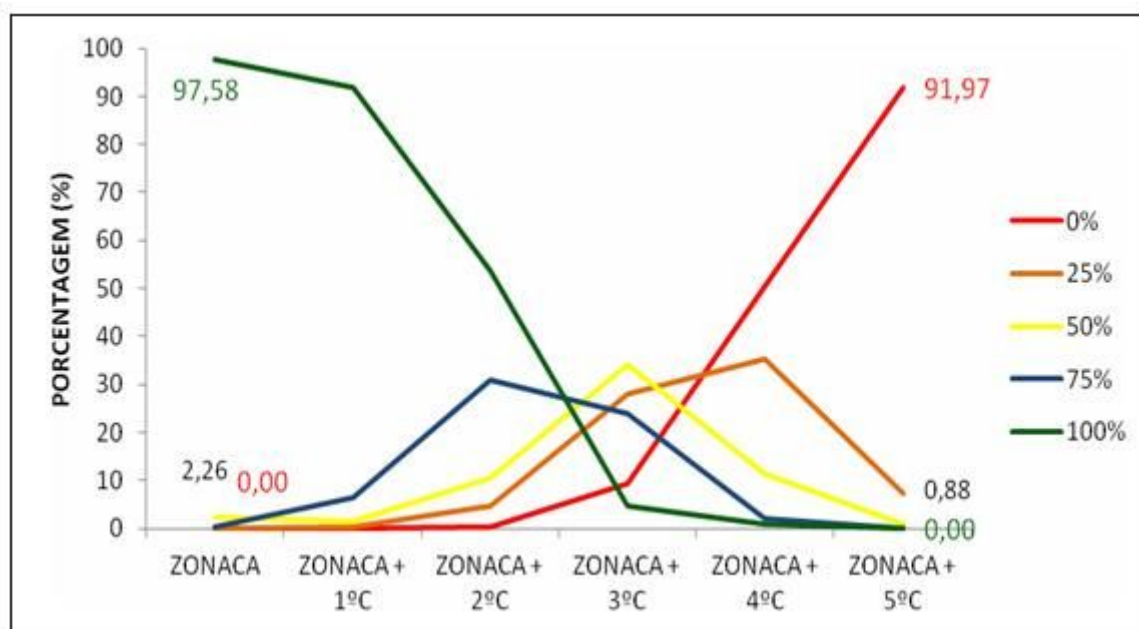


Figura 11 - Variação das áreas de aptidão, nas áreas de cultivo do café arábica.

Observa-se que atualmente, 97,58% das áreas com cultivo de café arábica, estão sobre áreas com 100% de aptidão, e que não existe plantio em áreas com 0% de aptidão como já era esperado. Assim para os próximos 100 anos, não existirá áreas com 100% de aptidão e 91,97% das áreas com cultivo de café arábica ficarão sobre áreas com 0% de aptidão.

Para avaliar o incremento de temperatura de 5°C nos próximos 100 anos nas áreas fotointerpretadas de cultivo de café, os dados das porcentagens das áreas aptas e inaptas de cada zoneamento foram organizados segundo as Figuras 12 e 13, respectivamente.

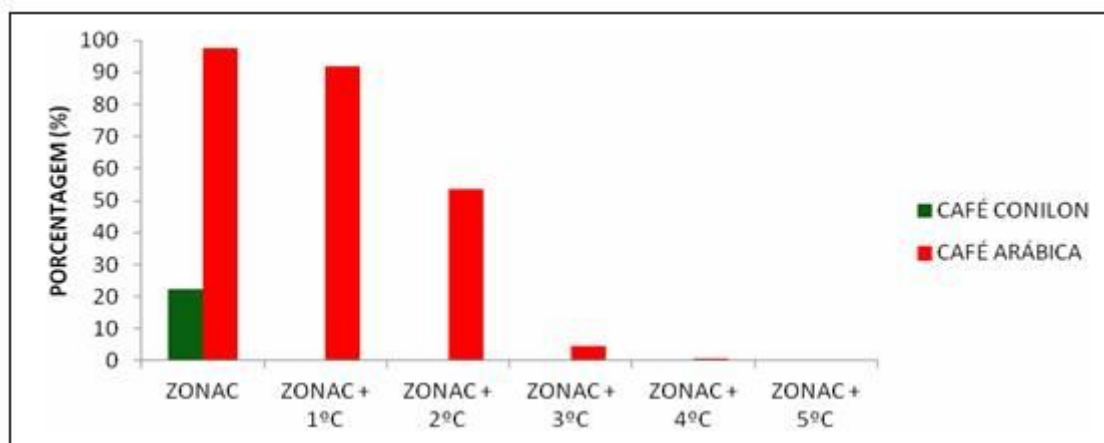


Figura 12 - Comparação das áreas aptas entre o café conilon e arábica, com incremento de temperatura nas áreas com cultivo de café na Microrregião Caparaó, ES.

Observa-se que as áreas aptas do café conilon, nas áreas de cultivo do café conilon, irão desaparecer a partir do incremento de 1°C na temperatura média do ar, e as áreas aptas do café arábica, nas áreas de cultivo do café arábica, com incremento de até 2°C na temperatura média do ar representarão aproximadamente 50% das áreas cultivadas, e, poderão desaparecer com o incremento de 5°C na temperatura média do ar, ou seja, ao final de 100 anos, não existirá áreas aptas sobre as áreas com cultivo de café na Microrregião Caparaó.

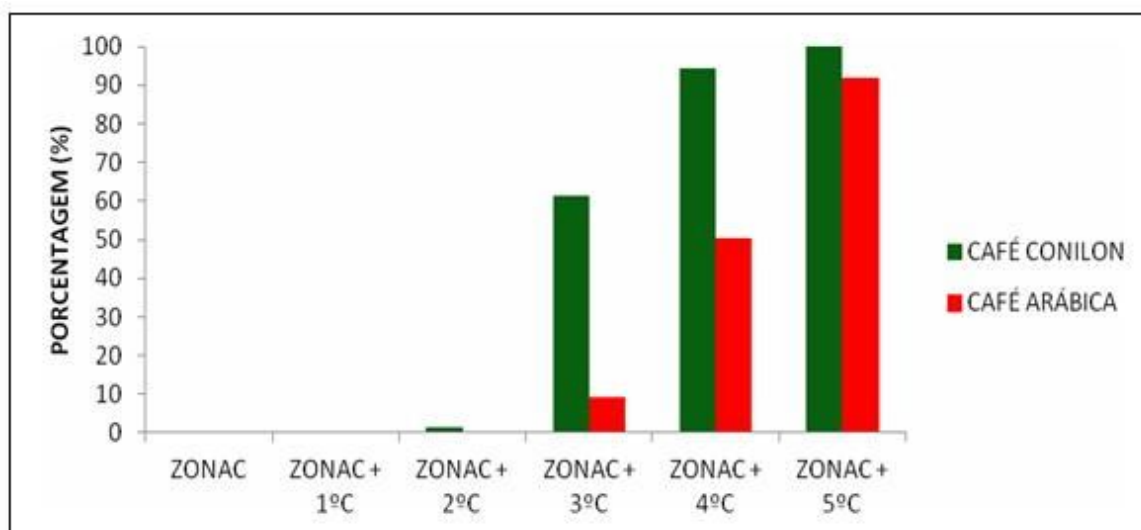


Figura 13 - Comparação das áreas inaptas entre o café conilon e arábica, com incremento de temperatura nas áreas com cultivo de café na Microrregião Caparaó, ES.

Observa-se que atualmente não existem áreas inaptas nas áreas de cultivo de café arábica e conilon, e ao final dos 100 anos com o incremento de 5°C na temperatura média do ar, as áreas de cultivo de café conilon estarão 100% inaptas ao plantio de café conilon, enquanto as áreas com cultivo de café arábica estarão 90% inaptas ao plantio do café arábica.

Para confirmar a classificação dos zoneamentos agrometeorológicos por porcentagem de aptidão, a Figura 14, mostra que atualmente, existe cultivo de café, tanto conilon quanto arábica, nas regiões com inaptidão tanto por temperatura quanto por deficiência hídrica, deste modo na falta de uma das classes, esta pode ser substituída por algum tipo de manejo, como irrigação, adubação, solos profundos e bem drenados e cultivar resistente. Outra justificativa é que não existe cultivo de café nas áreas com 0% de aptidão (inapta por temperatura e inapta por deficiência hídrica), indicando menor possibilidade de desenvolvimento e produção de café nestas áreas.

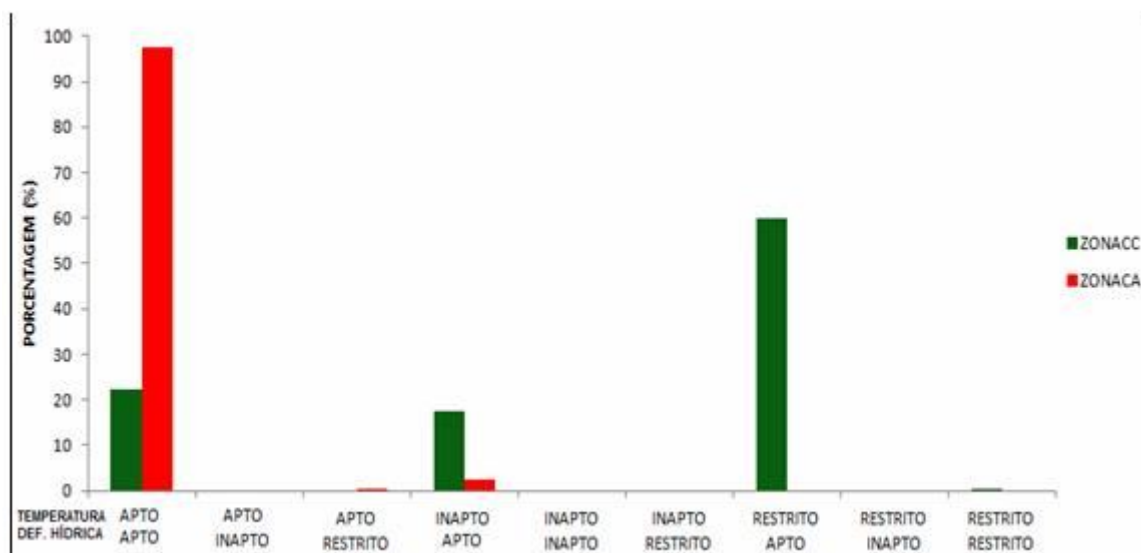


Figura 14 - Comparação das áreas conforme a aptidão agrícola dos zoneamentos agroclimatológicos para as culturas do café conilon e arábica nas áreas fotointerpretadas, atualmente.

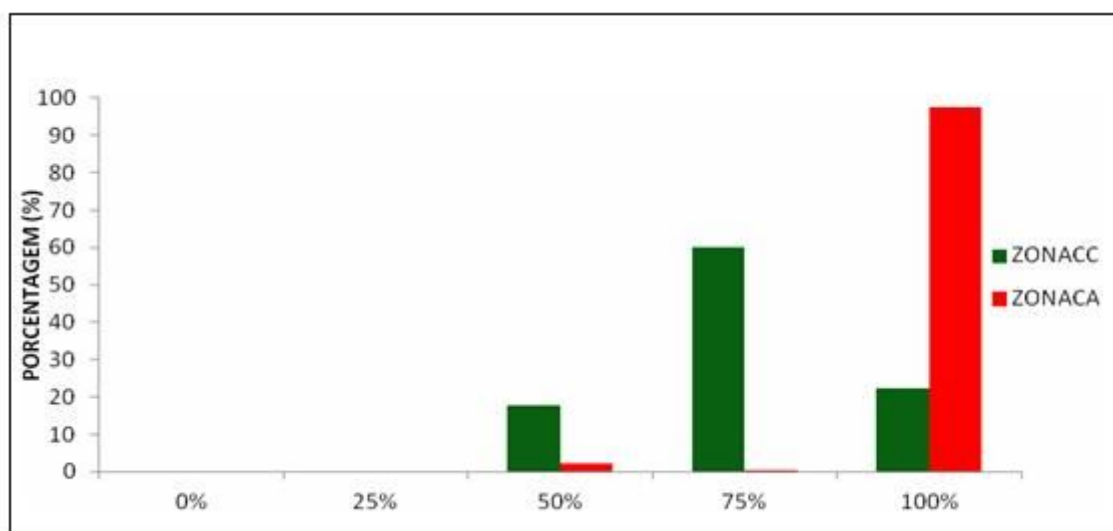


Figura 15 - Comparação das áreas conforme a porcentagem de aptidão dos zoneamentos agroclimatológicos para as culturas do café conilon e arábica nas áreas fotointerpretadas, atualmente.

Nota-se que a dimensão das áreas com plantio de café cai juntamente com a possibilidade de desenvolvimento e produção de café, até chegar a 0% de aptidão, onde não há possibilidade de desenvolvimento e produção de café, sendo assim não existe plantio de café nestas áreas.

O presente estudo indica que as áreas com maiores porcentagens de aptidão ao plantio do café conilon e arábica irão reduzir e poderão chegar a zero,

isto com o aquecimento global de 5°C, nas condições de faixas de aptidão proposta por MATIELLO, 1991.

Considerando este estudo relacionado ao futuro da produção e plantio do café conilon e arábica, pode-se concluir que dependerá dos estudos de melhoramento genético combinados com os impactos das mudanças climáticas, onde os testes finais serão realizados a campo, e conseqüentemente as progênies selecionadas acompanharão as mudanças climáticas, podendo então a produção manter-se estável.

Conclusão

1 - Com o incremento de 5°C na temperatura média anual do ar nos próximos 100 anos, as áreas aptas para o café conilon serão reduzidas a 0%, enquanto que as áreas inaptas aumentarão de 0% para 64,57%, na Microrregião Caparaó, ES.

2 - Com o incremento de 5°C na temperatura média anual do ar nos próximos 100 anos, as áreas aptas para o café arábica serão reduzidas a 0%, enquanto que as áreas inaptas aumentarão de 0% para 87,20%, na Microrregião Caparaó, ES

3 - A Microrregião Caparaó é mais propícia ao plantio do café arábica por apresentar mais áreas aptas para a cultura do café arábica em relação ao café conilon.

3 - A Microrregião Caparaó apresenta 619,09 Km² de áreas aptas para o cultivo de café, destes, 25,96 km² são de café conilon e 592,34 km² de café arábica, sendo que o Município de Lúna apresenta maior área de plantio de café, com 117,39 Km².

4 - Com o incremento de 5°C na temperatura média do ar anual nos próximos 100 anos, as áreas aptas serão reduzidas a 0%, enquanto as áreas inaptas aumentarão de 0% para aproximadamente 90%, nas áreas de cultivo de

café, tanto para a cultura do café conilon quanto para a cultura do café arábica, na Microrregião Caparaó, ES.

5 - A classificação por porcentagem de aptidão mostrou-se eficaz, comprovou-se que mesmo em áreas com alguma inaptidão, há uma possibilidade de crescimento e desenvolvimento da cultura do café.

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-assade.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%20 capixaba](http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba)>. Acesso em: 10 mai 2011.

DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. Macrozoneamento agroecológico. In: COSTA, E. B. et al. (ed.). **Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo.** Vitória, ES: SEAG-ES, 1997. p. 11-14

EMBRAPA. SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/srtm.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

INCAPER. Espírito Santo bate recorde histórico na safra de café. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/noticia_completa.php?id=372>. Acesso em: 18 jul. 2012. INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural.** Vitória, 2011, 20p.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO MABIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). **Ortofotomosáico do Estado do Espírito Santo na escala de 1: 35.000 referente a julho de 2007**. Cariacica, 2009.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Divisão Regional do Estado do Espírito Santo: Microrregiões de Gestão Administrativa**. Vitória. Coordenação de Geoprocessamento, 2009.

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

LUPPI, A. S. L. **Mapeamento da Área Plantada e Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimatológico para as Culturas do Café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e Arábica (*Coffea arabica* L.) na Microrregião Sudoeste Serrana, ES**. 2011.121 f. Dissertação. (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

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

MOREIRA, M.A., ADAMI, M., RUDORFF, B.F.T. **Análise do comportamento espectral de café em imagens TM e ETM+ do Landsat 5 e 7**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: INPE,2003. p. 189-196.

NASA. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>. Acesso em: 18 jul. 2012.

ODUM, H. T.; ODUM, E. C. **A prosperous way down: principles and policies**. Colorado, USA: University Press of Colorado, 2001.

OLIVEIRA, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. 2003.160 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

PELUZIO, J. B. **Zoneamento agroclimático para *Alpinia purpurata* no Estado do Espírito Santo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 17., 2009, Campinas, SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 4., 2009, Aracajú, SE. **Anais...** Campinas, SP: SBFPO, 2009.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R., **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996, 146p.

SANTOS, A. R. **Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES**. 1999.125 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2 : passo a passo : aplicações práticas**. Alegre, ES : CAUFES, p. 153, 2010.

SANTOS, E. C.; SOUZA, A. L. F.; AMARAL, G. M.; SOUSA, A. O.; PIFFER, T. R. O.; SOUZA, L. M. M.; OLIVEIRA, C. C. **Mapeamento da cultura do café na microrregião de Afonso Cláudio – Espírito Santo, com imagens de aerofotogrametria**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba, **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 4055-4061.

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

SEDIYAMA, G. C.; MELO, J. C. F. de J.; SANTOS, A. R. dos; , RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N. da; COSTA, L. C. **Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais**. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n. esp., p.501-509, 2001.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. **Irrigação do cafeeiro conilon**. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G; MUNER, L. H. (Eds.) **Café conilon**. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351 - 1359, 2006b.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006a.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **Instruções e tabelas para o cálculo do potencial evapotranspiração e o balanço hídrico**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <http://srtm.usgs.gov/>. Acesso em: 18 jul. 2012.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo apresenta três trabalhos, e teve como objetivos, a elaboração dos zoneamentos agroclimatológicos para as culturas do café conilon e arábica atual e com incremento de temperatura até +5°C para os próximos 100 anos, para o estado do Espírito Santo, e, analisar os efeitos dos impactos das mudanças climáticas sobre as áreas mapeadas de cultivo do café conilon e arábica na Microrregião de Planejamento Caparaó. Foram empregados, nos trabalhos, geotecnologias que são técnicas tais como sistemas de informações geográficas (SIGs), geoprocessamentos, sensoriamento remoto e de zoneamento agrícola, com dados climáticos, mapas, fotos do estado do Espírito Santo para o estudo da cafeicultura. De acordo com o último relatório do 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. Com a mudança climática, a agricultura deverá sofrer alterações e adaptações consideráveis neste século. Para a realização dos zoneamentos agroclimatológicos atual e com projeções futuras para o estado do Espírito Santo, os trabalhos foram baseados na sobreposição de mapas, que caracterizam a temperatura média anual do ar e deficiência hídrica média anual, favoráveis ao desenvolvimento do café conilon e arábica, em todo estado do Espírito Santo. 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 de cento e

dez (110) planilhas dos postos e estações meteorológicas pertencentes ao INCAPER ao INMET e a ANA, sendo 94 situadas no ES e 16 nos estados limítrofes, todas ligadas a uma macro planilha. As projeções futuras de temperatura média do ar utilizada nos trabalhos, preditas por seis modelos disponibilizadas pelo IPCC foram GFDL-R30, CCSR/NIES, CSIROmk2, CGCM2, ECHAM4 e HadCM3 (IPCC, 2007). Através dos dados da macro-planilha de deficiência hídrica média anual foi realizada a interpolação por Krigagem de modo esferical, através da ferramenta SPATIAL ANALYST do aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0, que resultou em um mapa de deficiência hídrica média anual. O mapa de temperatura média anual foi criado a partir de uma equação de regressão linear múltipla, isto é necessário devido a 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. Os mapas de temperatura média anual e de deficiência hídrica anual foram reclassificados para atender às classes de aptidão, tanto para o café conilon como para o café arábica, relacionando estas classes a uma nota. Para o café conilon e arábica, as áreas aptas receberam nota 1, as áreas restritas nota 2 e as áreas inaptas nota 3, obtendo-se assim, os mapas finais de zonas de aptidão de temperatura e deficiência hídrica para as duas espécies de café. Os zoneamentos agroclimatológicos foram obtidos por meio do cruzamento dos mapas já reclassificados de temperatura média anual e deficiência hídrica anual através da ferramenta COMBINE do aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0, originando os zoneamentos agroclimatológicos, totalizando seis zoneamentos para o Café Conilon (ZONACC, ZONACC +1°C, ZONACC +2°C, ZONACC +3°C, ZONACC +4°C e ZONACC +5°C) e seis zoneamentos para o Café Arábica (ZONACA, ZONACA +1°C, ZONACA +2°C, ZONACA +3°C, ZONACA +4°C e ZONACA +5°C), onde cada um apresenta o atual e com 1°C à 5°C de adição na temperatura média anual, respectivamente.

Para a realização do terceiro trabalho na Microrregião de planejamento do Caparaó, ES, foram mapeadas as áreas plantadas com as culturas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) utilizando a fotointerpretação das imagens aerofotogramétricas na escala cartográfica de 1:2.000, para o tratamento e análise dos dados, respectivamente, e os seguintes procedimentos foram executados: Pré-processamento das

ortofotos visando minimizar, ao máximo, suas distorções; transformação das projeções cartográficas e datums originais das imagens e das bases para a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *Datum* Horizontal SIRGAS 2000, e mosaicagem e recorte desses planos de informação de modo a contemplar apenas a área de interesse, representativa da Microrregião Caparaó, o mapeamento das áreas de café conilon e arábica foi realizado via digitalização em tela. De posse das áreas plantadas estas foram recortadas sobre áreas acima de 500 m, obtendo-se as áreas com plantio de café arábica, e sobre áreas até 500 metros, obtendo-se as áreas com plantio de café conilon. Os seis zoneamentos agroclimatológicos para o café conilon, foram recortados através da ferramenta EXTRACT BY MASK do aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0, sobre as áreas com cultivo de café conilon e os seis zoneamentos agroclimatológicos para o café arábica, foram recortados sobre as áreas com cultivo de café arábica, para avaliação da aptidão para o cultivo de café conilon e arábica nas áreas atuais de lavouras de café e avaliação da aptidão para o cultivo de café nestas áreas com incremento de temperatura de até +5°C nos próximos 100 anos. Os trabalhos foram realizados baseados na nova metodologia para a classificação do zoneamento agroclimatológico, que transformou a classificação qualitativa em quantitativa, tornando possível a quantificação de aptidão, dando uma idéia da possibilidade de desenvolvimento e produção de determinada cultura (LUPPI, 2011). Após a execução dos trabalhos, verificou-se que atualmente o estado, possui mais áreas aptas para o cultivo do café conilon, em relação ao café arábica, porém, se confirmar o aumento da temperatura, previstas pelo IPCC de até 5°C, as áreas aptas tanto para o café conilon e arábica, sofrerão uma redução drástica de quase 100%. O que não se diferencia nas áreas com cultivo tanto de café conilon quanto arábica na Microrregião Caparaó, onde as áreas aptas reduzem a 0%, à medida que as áreas inaptas aumentam a cerca de 90% com o acréscimo de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos. Abaixo seguem conclusões mais detalhadas sobre os resultados obtidos nos estudos realizados:

1 - O estado do Espírito Santo atualmente é bastante propício ao cultivo do café conilon, pois apresenta muito mais áreas aptas do que inaptas.

2 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, poderá aumentar as áreas com 0% de aptidão, de 0,78% para 91,72%, as áreas com 50% de aptidão diminuirá de 42,45% para 2,01% e as áreas com 100% de aptidão diminuirá consideravelmente de 14,29% para 0,01%, para a cultura do café conilon, no estado.

3 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, tornará o estado do Espírito Santo impróprio para o cultivo das atuais cultivares de café conilon (se mantidas as características genéticas e fisiológicas que tem como limite de tolerância de temperaturas médias anuais entre 22,5°C à 24°C), já que as áreas inaptas chegarão à 91,72% do território do estado.

4 - O estado do Espírito Santo atualmente, apresenta somente 45,67% do território do estado propício (>50% de aptidão) ao cultivo do café arábica, os outros 54,33% do território do estado, apresentam porcentagem de aptidão abaixo de 25%.

5 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, poderá tornar o estado do Espírito Santo impróprio para o cultivo das atuais cultivares de café arábica, já que as áreas inaptas chegarão à 95,63% do território do estado.

6 - A adição de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos poderá aumentar as áreas com 0% de aptidão de 33,47% para 95,63%, as áreas com 50% de aptidão poderão diminuir de 19,90% para 3,56% e as áreas com 100% de aptidão poderão diminuir consideravelmente de 19,49% para 0,02%, para a cultura do café arábica, no estado do Espírito Santo.

7 - Com o incremento de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, as áreas aptas serão reduzidas a 0% tanto para o café conilon, enquanto as áreas inaptas aumentarão de 0% para 64,57% para o café conilon, na Microrregião Caparaó, ES.

8 - Com o incremento de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, as áreas aptas serão reduzidas a 0% tanto para o café arábica,

enquanto as áreas inaptas aumentarão de 0% para 87,20% para o arábica, na Microrregião Caparaó, ES

9 - A Microrregião Caparaó é mais propícia ao plantio do café arábica, por apresentar mais áreas aptas para a cultura do café arábica em relação ao café conilon.

10 - A Microrregião Caparaó apresenta 619,09 Km² de áreas com cultivo de café, destes, 25,96 Km² são de café conilon e 592,34 Km² de café arábica, sendo que o município de Lúna/ES apresenta maior área de plantio de café com 117,39 km².

11 - Com o incremento de 5°C na temperatura média anual nos próximos 100 anos, as áreas aptas serão reduzidas a 0%, enquanto as áreas inaptas aumentarão de 0% para torno de 90%, nas áreas de cultivo de café, tanto para a cultura do café arábica quanto para a cultura do café conilon, na Microrregião Caparaó, ES.

12 - A classificação por porcentagem de aptidão mostrou-se eficaz, comprovou-se que mesmo em áreas com alguma inaptidão, há uma possibilidade de crescimento e desenvolvimento da cultura do café.

6. RECOMENDAÇÕES

1 - Os cenários futuros dos impactos negativos nas culturas das variedades de café conilon e arábica atualmente cultivadas no estado do Espírito Santo, provocados pelo aumento de temperatura de até +5°C, poderão, em parte serem minimizadas com a implementação de práticas mitigatórias como, por exemplo, o seqüestro de carbono, reduzindo assim o efeito estufa, e conseqüentemente a minimização do aumento de temperatura nos próximos 100 anos;

2 - No campo agrônômico, algumas técnicas agrícolas atuam sobre o aquecimento global na cafeicultura, podendo atenuar os impactos das temperaturas desfavoráveis, tais como os sistemas de cultivo agroflorestais (SAF's) e o adensamento de plantas, reduzindo assim a radiação solar, a manutenção da umidade do solo, bem como da aprofundação do sistema radicular; o manejo de plantas indesejáveis e a irrigação correta, principalmente;

3 - Programas de melhoramento genético para introdução de novas variedades, mais adaptadas aos stresses climáticos (térmicos e hídricos);

4 - O estudo das mudanças climáticas globais (MCG) é de grande importância para prever impactos futuros na agricultura e buscar soluções para tal, porém estas mudanças não ocorrem isoladamente, frente a conhecimentos multidisciplinares que buscarão o entendimento e minimização do mesmo. Estas mudanças ocorrerão de forma lenta ao longo dos anos, enquanto inovações na biotecnologia e informática, baseados na engenharia genética evoluem constantemente a grandes velocidades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPIAZÚ, C. e BRITES, R.S. **SIG - Sistemas de informações geográficas. Conceituação e importância.** Viçosa, MG, UFV/SIF, 1989. 29p. (Boletim Técnico, 2).

ASSAD, E.D. **Climate Change and Coffee Production: Vulnerability and** Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, 1995.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO, J. J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p. 1057-1064, 2004.

ASSAD, E.; PINTO, H. S. **Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira.** São Paulo: Embrapa Agropecuária, 2008.

ASSAD, E.D. **Climate Change and Coffee Production: Vulnerability and possible adaptation.** Disponível em: <http://dev.ico.org/event_pdfs/wcc2OIO/presentations/wcc2OIO-assad-e.pdf>. Acesso em: 15 set. de 2010.

BERTHAUD, L. CHARRIER, A. Genetic resources of Coffea. In: CLARKE R. J., MACRAE R. (eds.). **Coffea: agronomy.** London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 1-44.

BERTOLDO, M. A.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H.M.R.; OLIVEIRA, M. L. R. O.; MARQUES, H. S. Caracterização da cultura cafeeira em relação às classes de solos e declividade utilizando técnicas de geoprocessamento na região de São Sebastião do Paraíso-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003. Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 86-89.

BIETO, J.A.; TALON, M. **Fisiologia y bioquímica vegetal**. Madrid: Interamericana; McGraw-Hill, 1996. p.537-553.

BOYER, J. S. Plant productivity and environment. **Science**, v.218, p.443-448, 1982.

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

CAMARGO, AR; PINTO, H.S.; PEDRO I.R., M.I. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo. **Cati**, vi, p.109-149, 1974.

CAVATTE, P. C.; OLIVEIRA, A. A. G.; MARTINS, S. C. V.; WOLFGRAMM, R.; DAMATTA, F. M. Desenvolvimento de variedades visando à tolerância à seca em *Coffea canephora*: um enfoque fisiológico. In: TOMAZ, A. T.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS Jr.; PEZZOPANE, J. R. M. **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**, 2008. Alegre-ES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2008. p.125-136.

CECÍLIO, R.A.; MORAES, W.B.; JESUS JÚNIOR, W.C.; PEZZOPANE, J.E.M.; PEZZOPANE, J.R.M.; GARCIA, G.O. Aquecimento global e o potencial impacto na agricultura capixaba. In: FERREIRA, A.; LIMA, A.B.P; MATTA, F.P; AMARAL, J.F.T.; LOPES, J.C.; PEZZOPANE, JEM.; FERREIRA, M.F.S.; POLANCZYK, R.A.; SOARES, T.C.B. Coord. **Tópicos especiais em Produção Vegetal 1**. 1.ed. Alegre: UFES, 2009. p.467-484

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

COSTA, A. R. Texto acadêmico: As Relações Hídricas Das Pantas Vasculares. Evora, Portugal: UEVORA, 2001. 75 p.

DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. Macrozoneamento agroecológico. In: COSTA, E. B. et al. (ed.). **Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEAG-ES, 1997. p. 11-14

DAMATTA, F. M. Desenvolvimento de variedades visando à tolerância à seca em *Coffea canephora*: um enfoque fisiológico. In: TOMAZ, A. T.; AMARAL, J. F. T. do; JESUS Jr.; PEZZOPANE, J. R. M. **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**, 2008. Alegre-ES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2008. p.125-136.

DAMATTA, F. M.; AMARAL, J. A. T. ; RENA, A. B. Growth periodicity in trees of *Coffea arabica* L. in relation to nitrogen supply and nitrate reductase activity. **Field Crops Research**, Davis, v. 60, p. 223-229, 1999.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C . Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 01, p. 55-81, 2006.

DOBSON, Jerome E. Automated geography. *Professional geographer* 35:p. 135-143. Compares the potential of digital and conectional map use. See also set of discussions published In: *The next issue*. 1993.

DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). *Journal of Horticultural Science*, v.70, p.25-34, 1995.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows - User's Guide**. Worcester, MA: Clark University, 1995.

EMBRAPA. SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <http://www.sat.cnpem.embrapa.br/conteudo/srtm.htm>. Acesso em: 18 jul. 2012.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The potential effects of global climate change on the United States**. Washington: EPA. 1989. p .93-121.

ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Felgueiras C. A., **Desenvolvimento de um Sistema de Modelagem Digital de Terreno para Microcomputadores** ". Dissertação de mestrado em Computação Aplicada. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP, Brasil, 1987.

FERRÃO, R. G. Cultivares de *coffea arabica*, para as regiões baixas, quentes, tecnificadas e irrigadas do estado do Espírito Santo. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (1.: 2000 : Poços de Caldas, MG). **Resumos expandidos**. Brasília, DF. : Embrapa Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2000. 2v. (1490p.).

Ferreira, C.C.M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1997. 158p. Dissertação Mestrado.

FISHER, P. F. and LINDENBERG, R. E. **On distinctions among Cartography, Remote Sensing, and Geographic Information Systems**. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v.55, n.10:1431-1434, nov. 1989.

INCAPER. **Espírito Santo bate recorde histórico na safra de café**. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/noticia_completa.php?id=372>. Acesso em: 18 jul. 2012.

INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural**. Vitória, 2011, 20p.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Divisão Regional do Estado do Espírito Santo: Microrregiões de Gestão Administrativa**. Vitória. Coordenação de Geoprocessamento, 2009.

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

IPPOTILI-RAMILO, G.A. **Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão**. 1998. 183 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

JESUS, W. C. de J. (2011) **Mudanças climáticas globais e seus potenciais impactos sobre a cafeicultura brasileira**. In: Tomaz M. A. et. al (org) *Tecnologias para sustentabilidade da cafeicultura*. 1. ed. Alegre: CCA-UFES, p. 263-293.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, São Carlos: Rima, 2006, 550p.

LUPPI, A. S. L. **Mapeamento da Área Plantada e Impactos das Mudanças Climáticas no Zoneamento Agroclimatológico para as Culturas do Café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e Arábica (*Coffea arabica* L.) na Microrregião Sudoeste Serrana, ES**. 2011.121 f. Monografia. (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

Mantovani, E.C.; Soares, A.R. **Irrigação do cafeeiro**: Informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais: UFV, DEA, 2003, 260p. Boletim Técnico, 8

MARBLE, Duane F.& PEUQUET, Donna J. (1993): "**The Computer and Geography**: Ten Years later", in: *The Professional Geographer*, 45 (4): 446-448.

MARTINS, C. A. da S. **Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação em áreas cultivadas no Sul do Estado do Espírito Santo**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2009.

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

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 387 p.

MELO, B. de; SOUZA, L. B. de. Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró-RN, v.5, n.3, p. 05-11, 2010.

MENDES, C. A. B. **Planejamento nacional de recursos hídricos baseado no uso de técnicas de geoprocessamento**. Porto Alegre: [s.n], 1997.

MOREIRA, M.A., ADAMI, M., RUDORFF, B.F.T. Análise **do comportamento espectral de café em imagens TM e ETM+ do Landsat 5 e 7**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte, **Anais...**Belo Horizonte: INPE,2003. p. 189-196.

NASA. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>. Acesso em: 18 jul. 2012.

Novas **Cultivares de Café Arábica Recomendadas** para o **Estado do Espírito Santo**. www.incaper.es.gov.br/servicos/images/Folder_Renovar_Arabica.pdf - outubro de 2008 , acesso em 20 de agosto de 2012.

OMETTO, J. C.; **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 440 p.

ODUM, H. T.; ODUM, E. C. **A prosperous way down:** principles and policies. Colorado, USA: University Press of Colorado, 2001.

OLIVEIRA, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS):** uma aplicação em agricultura. 2003.160 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

PAIVA, R; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**, Lavras: UFLA,2006.

PARENT, P.; CHURCH, R. Evolution of geographical information systems as decision making tools. Proceedings, **GIS**, v.87. p. 63-71, 1987.

PEDEAG. **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura** : novo PEDEAG 2007-2025. Vitória, ES: Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca, 2008.

PELÚZIO, J. B. **Zoneamento agroclimático para *Alpinia purpurata* no Estado do Espírito Santo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 17., 2009, Campinas, SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 4., 2009, Aracajú, SE. **Anais...** Campinas, SP: SBFPO, 2009.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. da S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. **Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo**, Revista Ciencia Agronomica, v. 41, n. 3, p. 341-348, jul- set, 2010 Centro de Ciencias Agrarias - Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, CE www.ccarevista.ufc.br.

PENDERGRAST, M., Uncommon Grounds: **The History of Coffee and How it Transformed Our World**. <http://markpendergrast.com>, abril de 2000. Acesso: 15 de agosto de 2000.

PINTO, H. S., **Interferências das mudanças climáticas em *Coffea canephora***. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE *COFFEA CANEPHORA*, 2012, Vitória, ES, p 28.

PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E.D.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.495-500, 2001. Número especial Zoneamento Agrícola.

RENA, A. B., Malavolta, E., ROCHA, M. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 447 p. il.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v.16, p. 81 – 90, 2005.

SANTOS, A. R. **Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES**. 1999.125 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2 : passo a passo : aplicações práticas**. Alegre, ES : CAUFES, p. 153, 2010.

SANTOS, E. C.; SOUZA, A. L. F.; AMARAL, G. M.; SOUSA, A. O.; PIFFER, T. R. O.; SOUZA, L. M. M.; OLIVEIRA, C. C. **Mapeamento da cultura do café na microrregião de Afonso Cláudio – Espírito Santo, com imagens de aerofotogrametria**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba, **Anais...Curitiba: INPE, 2011**. p. 4055-4061.

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

SEDIYAMA, G. C.; MELO, J. C. F. de J.; SANTOS, A. R. dos; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N. da; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n. esp., p.501-509, 2001.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: UNICAMP, 2003.

SIQUEIRA, J. D. P., LISBOA, R. S., FERREIRA, A. M., SOUZA, M. F. R., ARAUJO, E. de., JUNIOR, L. L., SIQUEIRA, M. M. Estudo ambiental para os programas de fomento florestal da Aracruz Celulose S. A. e extensão florestal do governo do estado do Espírito Santo. *Floresta*, Edição especial, nov/2004, p. 3-67.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351 - 1359, 2006b.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006.

STRECK, N. A.; LAGO, I.; ALBERTO, C. M.; BISOGNIN, D. A. Simulação do desenvolvimento da batata (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Asterix em cinco

cenários de mudanças climáticas em Santa Maria, RS. **Bragantia**, v. 65, p. 693-702, 2006.

STRECK, N.A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated CO₂ and temperature on crop growth, development, and yield. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 730-740, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Tradução de SANTARÉM, E. R. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TAQUES R.C.; DADALTO G.G. Zoneamento **Agroclimático para a cultura do Café Conilon no Estado do Espírito Santo**. FERRÃO R.G. FONSECA A.F.A.; BRAGANÇA S.M.; FERÃO M.A., MUNER L.H.D. In: **Café Conilon**. Vitória - ES. Incaper. P 53 – 62. 2007.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **Instruções and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).

TOMAZIELLO, R. A., OLIVEIRA, E. G., TOLEDO FILHO, J. A. **Cultura do café**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 3ª ed., 1997. 75 p. il. (Boletim Técnico, 193).

Zoneamento Agrícola”P “Portarias do Zoneamento por UF”<http://www.agricultura.gov.br>, clicando o link”Serviços”P ” acesso: 22 agosto 2012.

8. ANEXOS

ANEXO 1

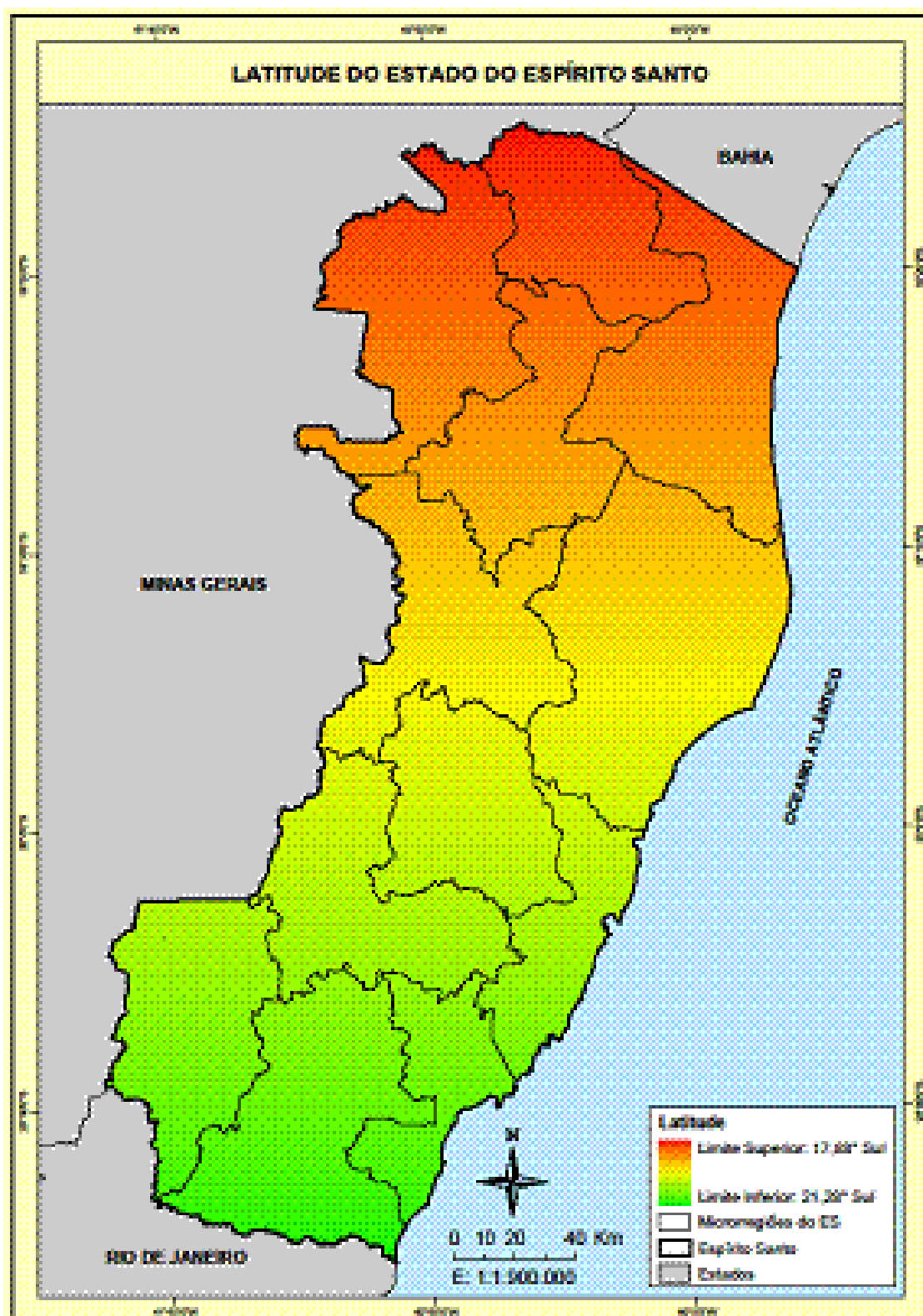


Figura 1 - Latitude interpolada da localização das estações meteorológicas no estado do Espírito Santo e dos estados limítrofes.

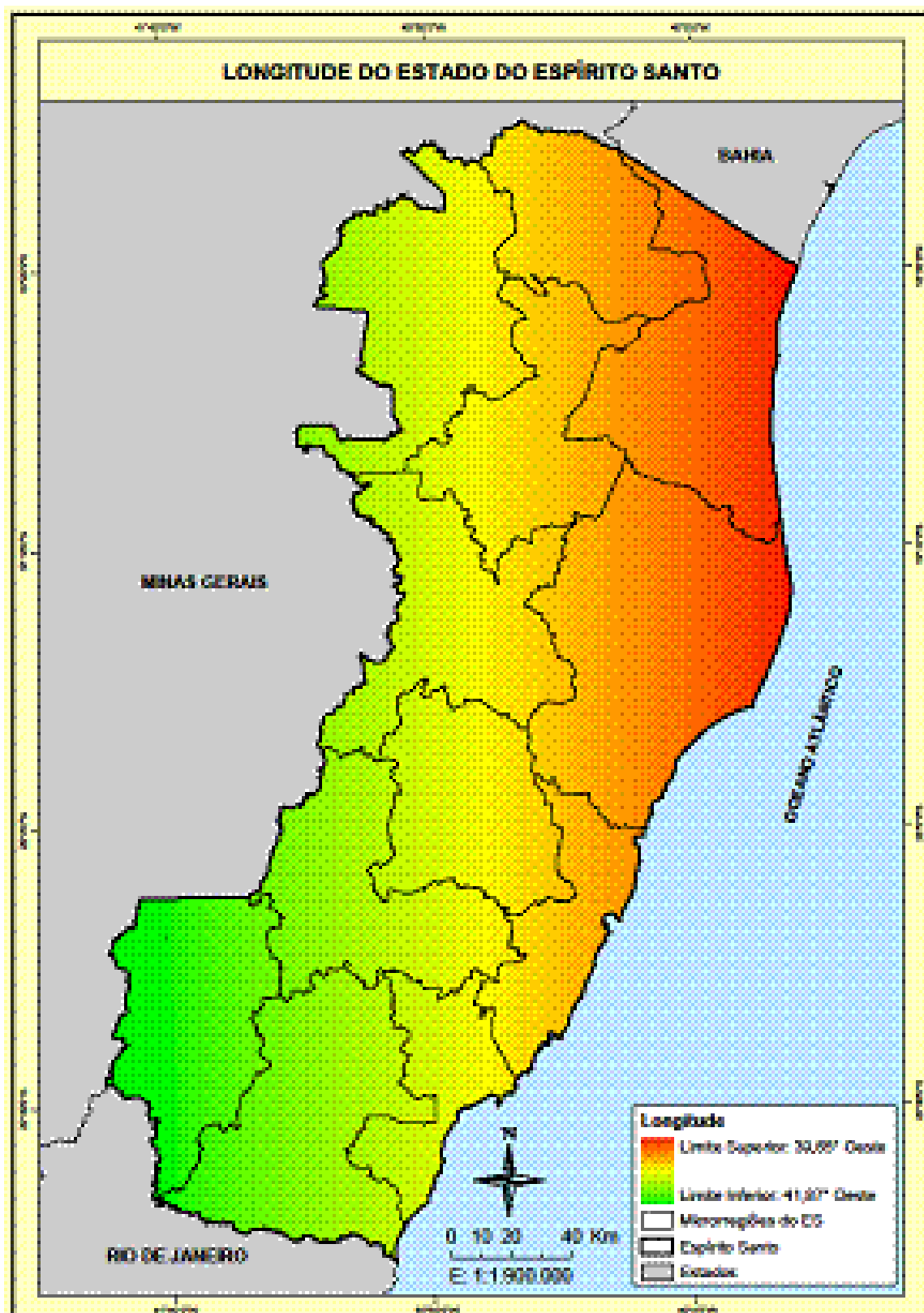


Figura 2 - Longitude interpolada da localização das estações meteorológicas no estado do Espírito Santo e dos estados limítrofes.

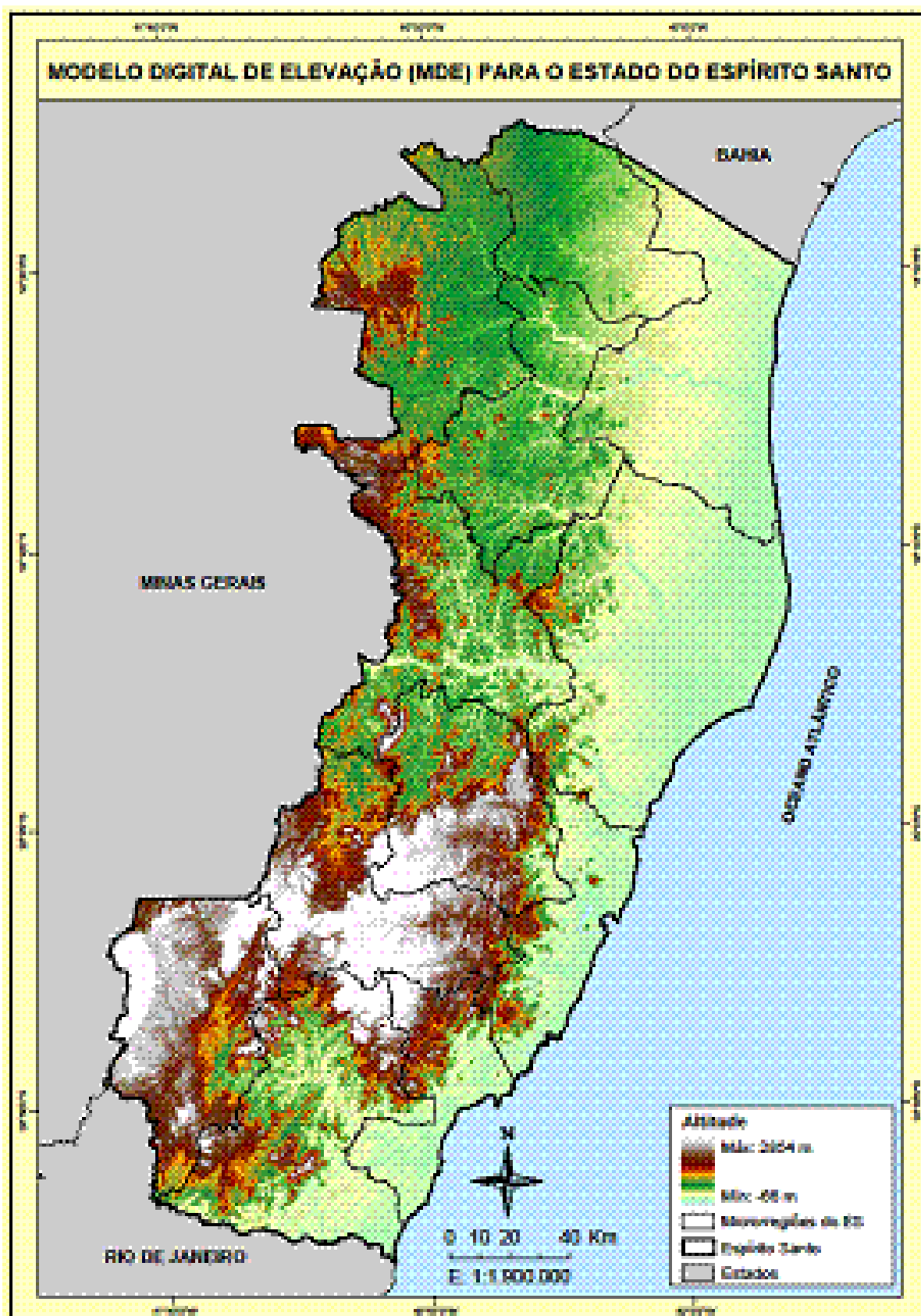


Figura 3 - Modelo digital de elevação (MDE) para o estado do Espírito Santo.

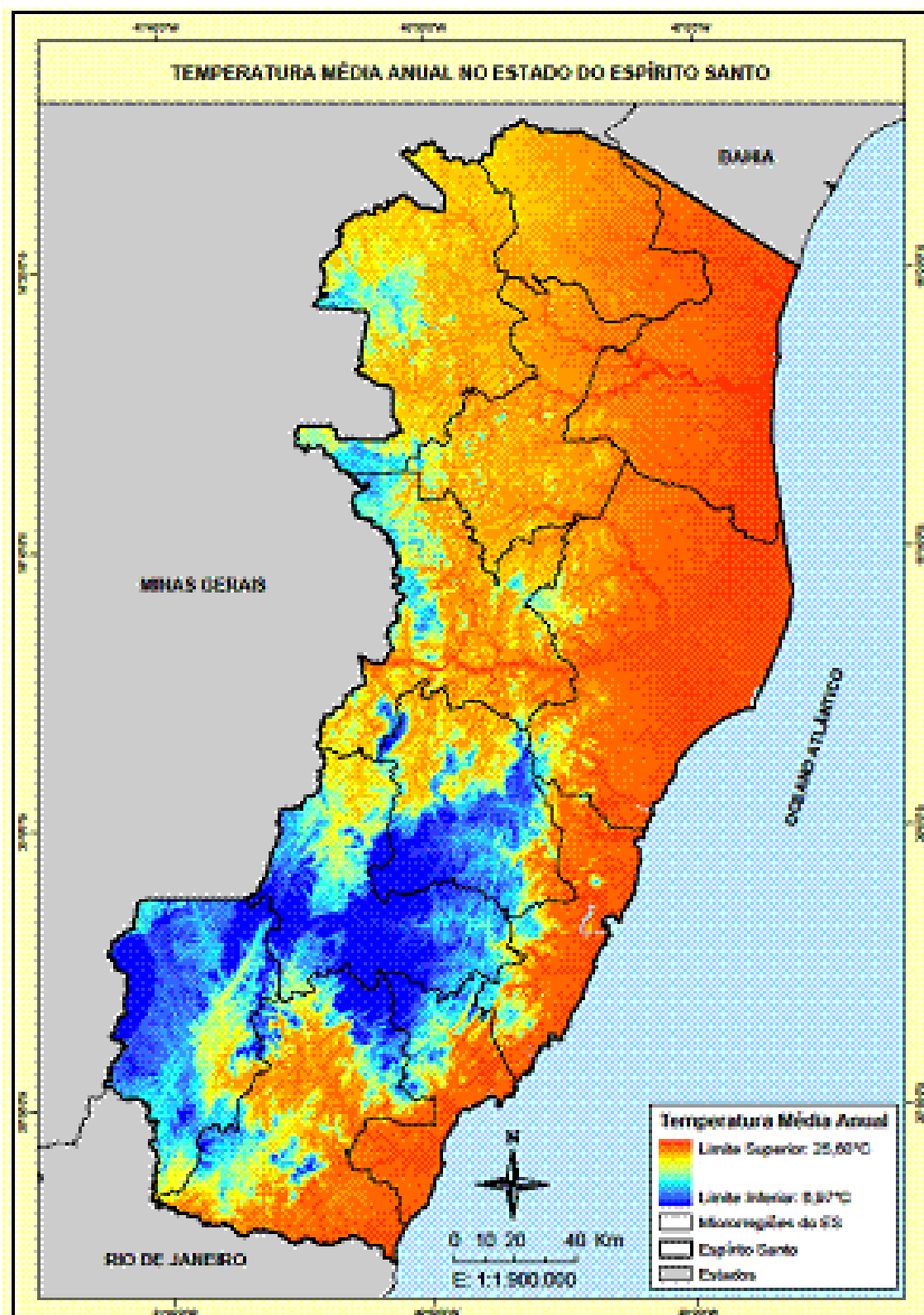


Figura 4 - Temperatura média anual para o estado do Espírito Santo.

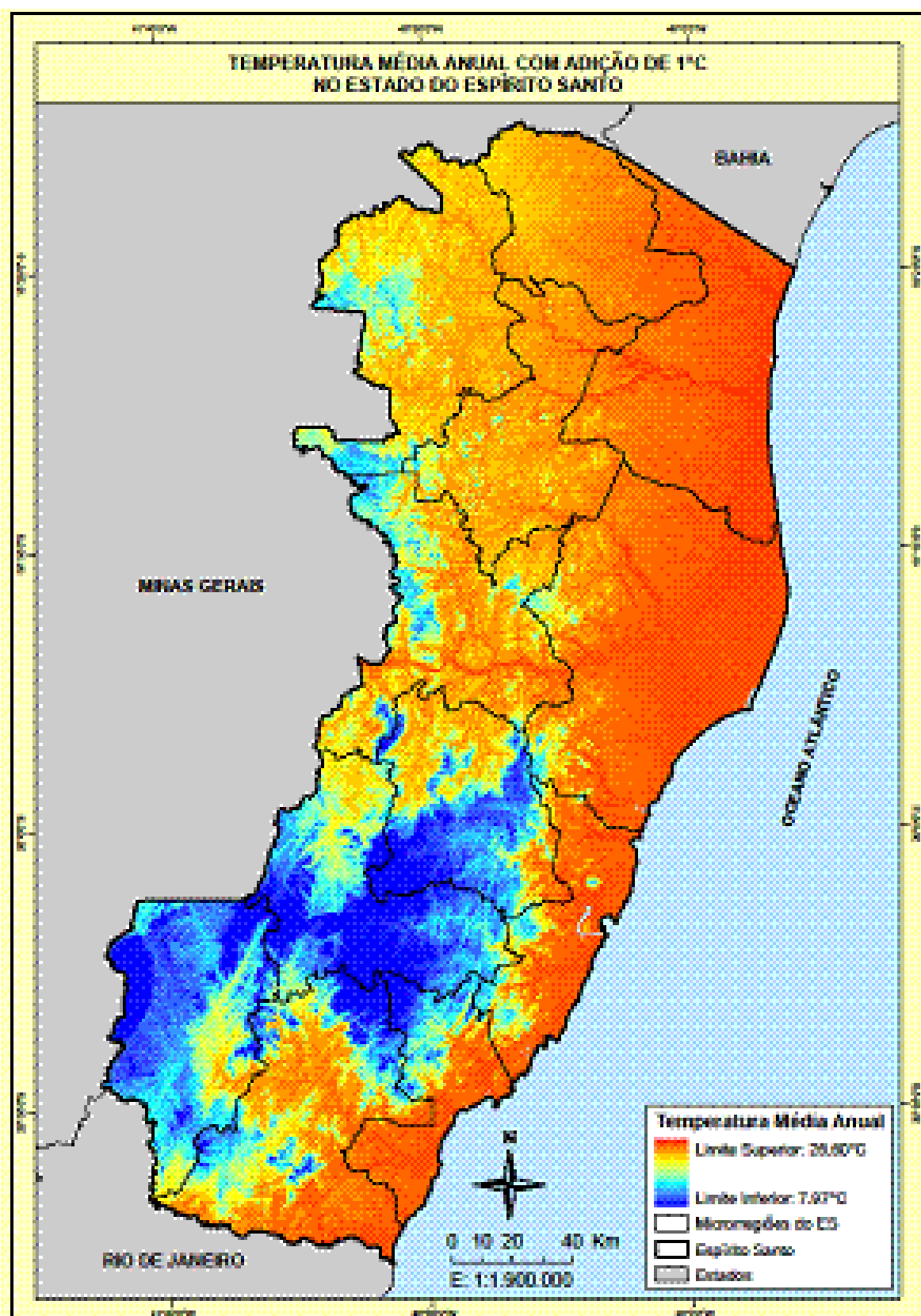


Figura 5 - Temperatura média anual com adição de +1°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

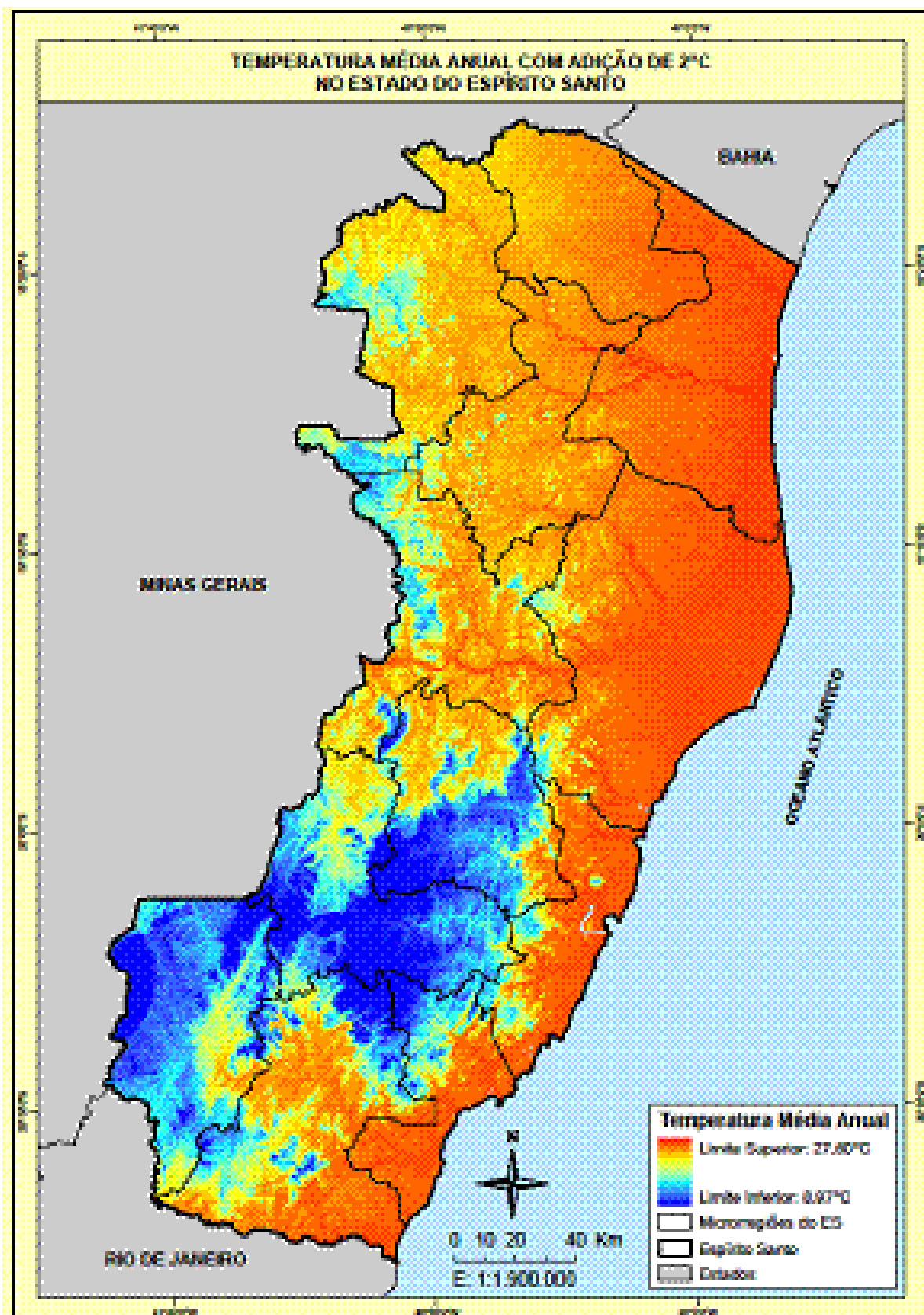


Figura 6 - Temperatura média anual com adição de 2°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

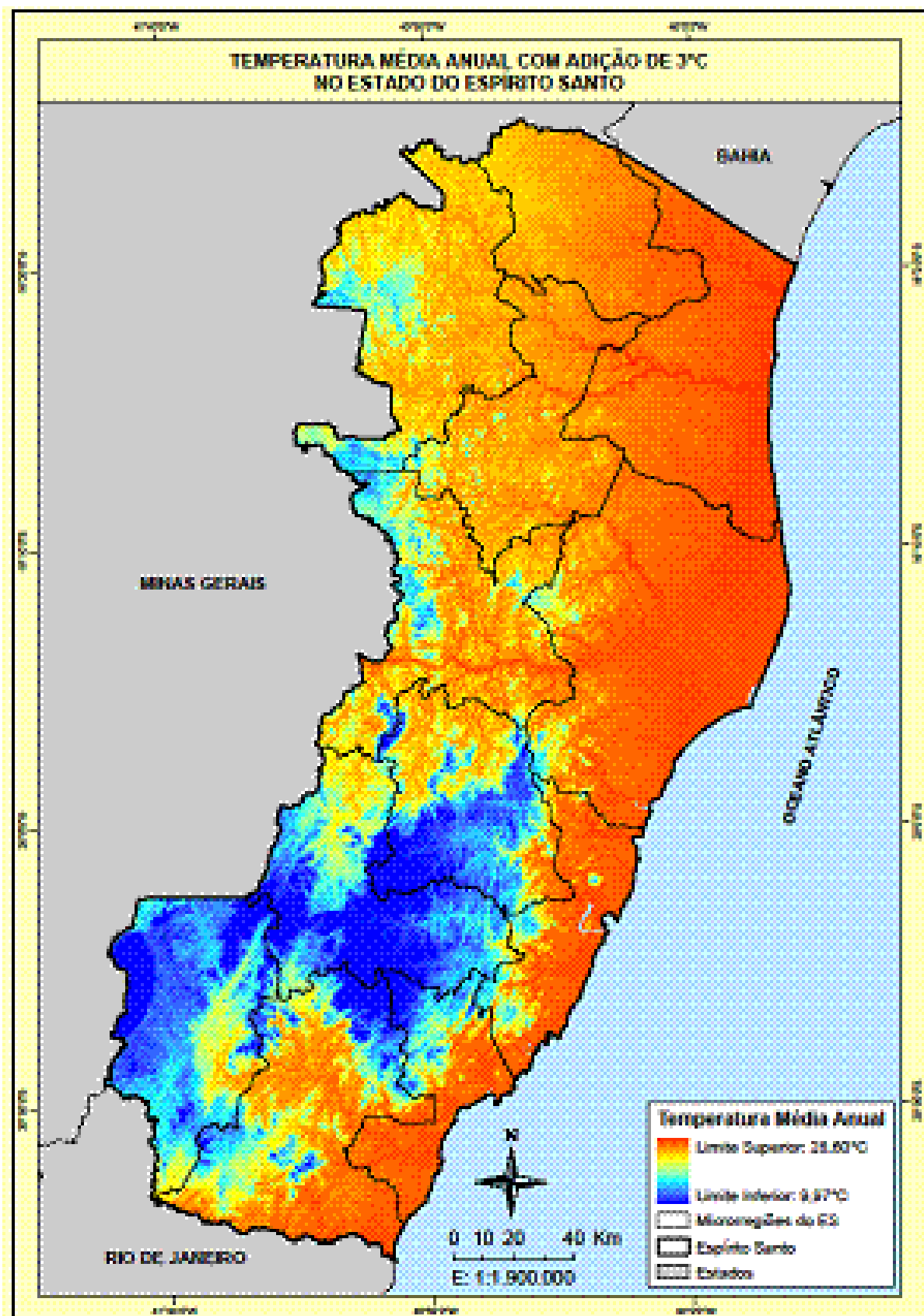


Figura 7 - Temperatura média anual com adição de 3°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

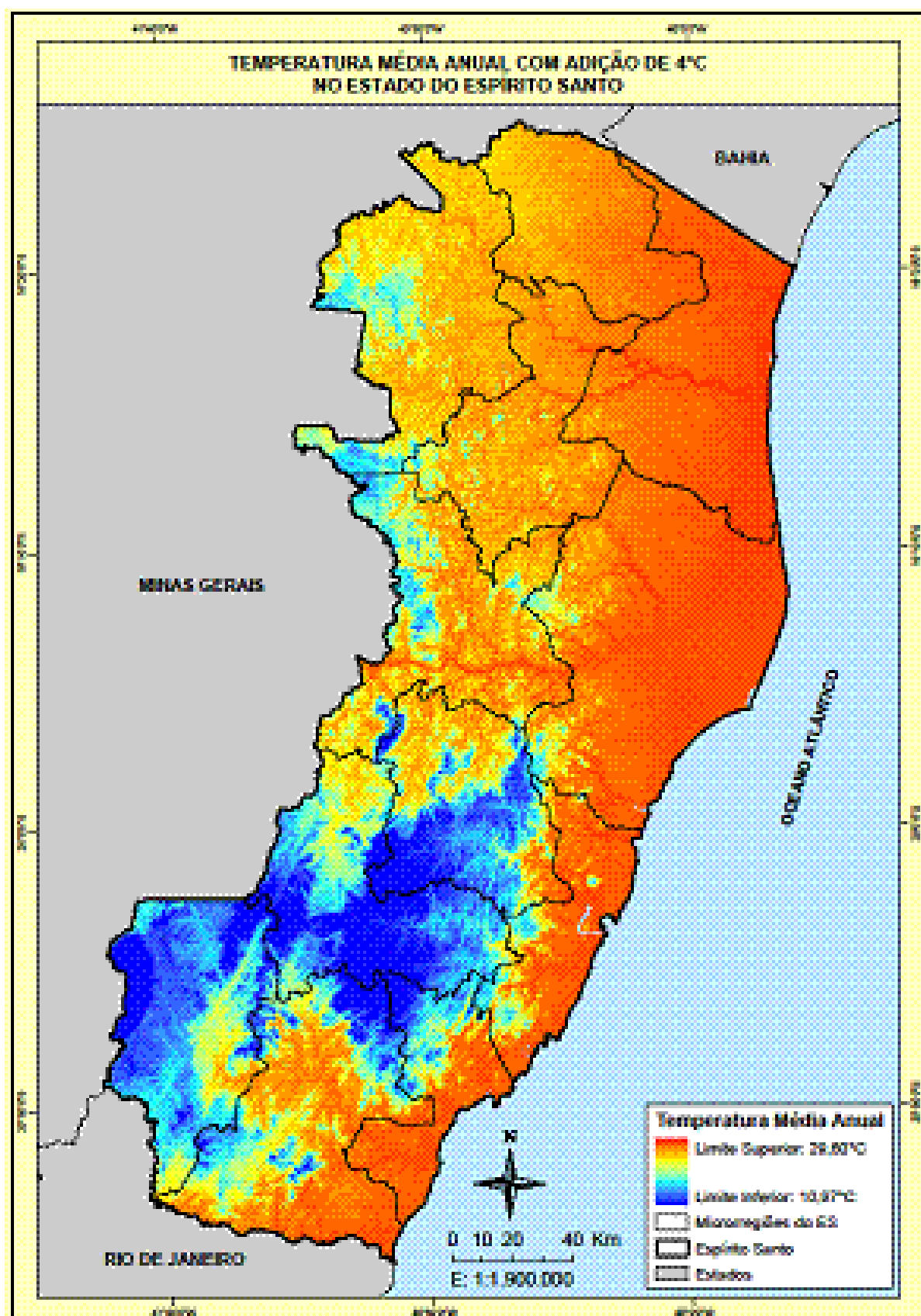


Figura 8 - Temperatura média anual com adição de 4°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

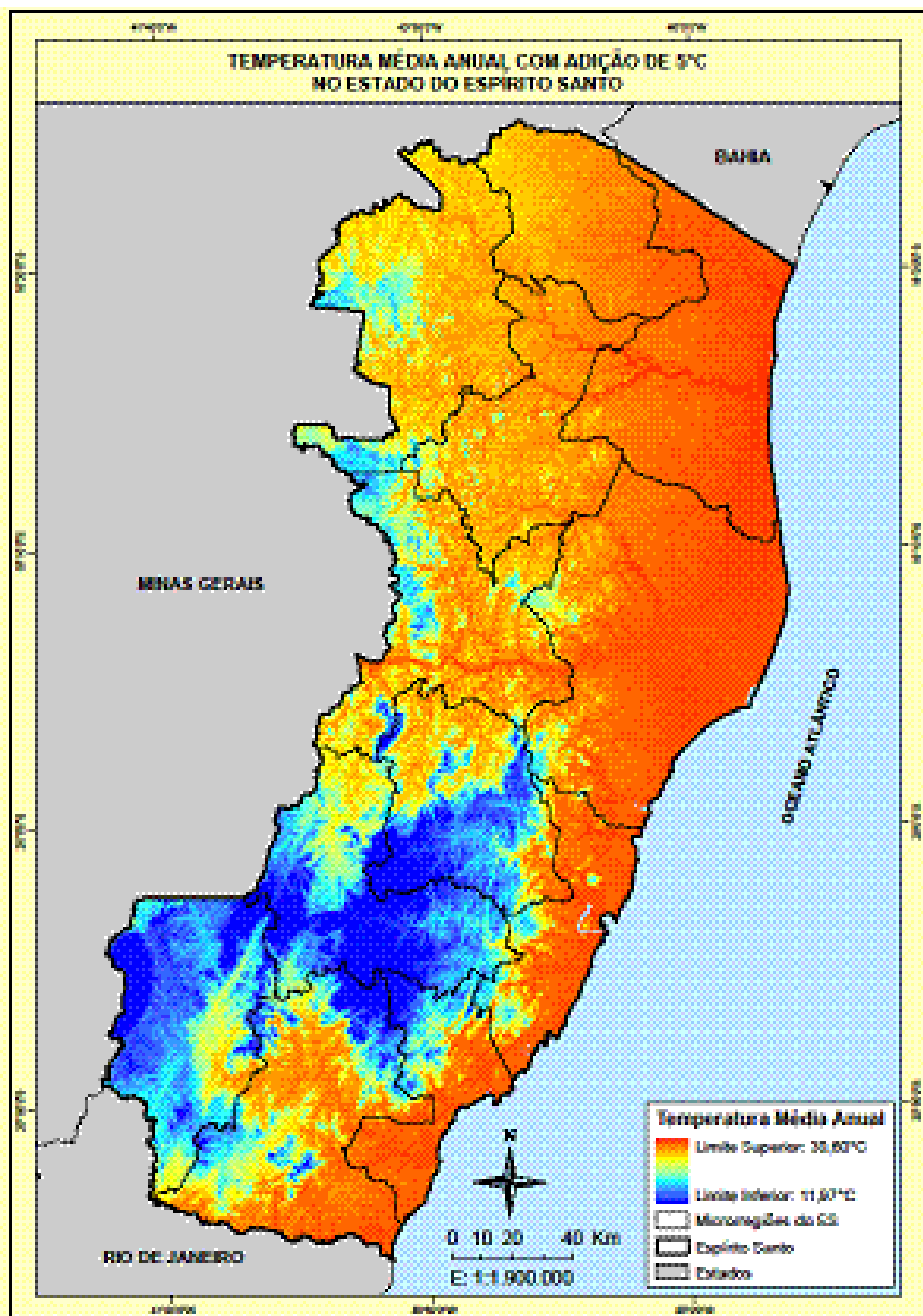


Figura 9 - Temperatura média anual com adição de 5°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

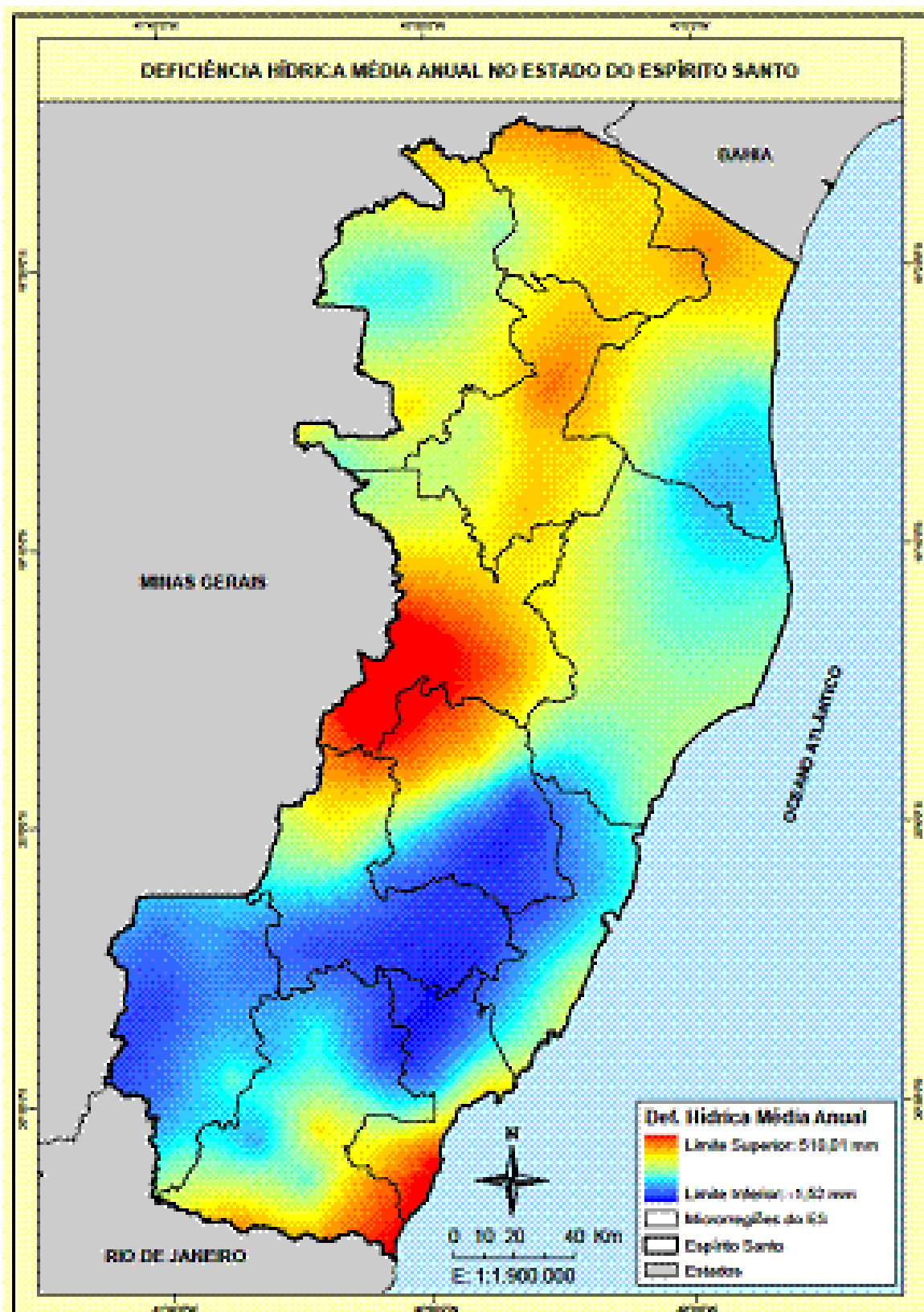


Figura 10 - Deficiência hídrica média anual para o estado do Espírito Santo.

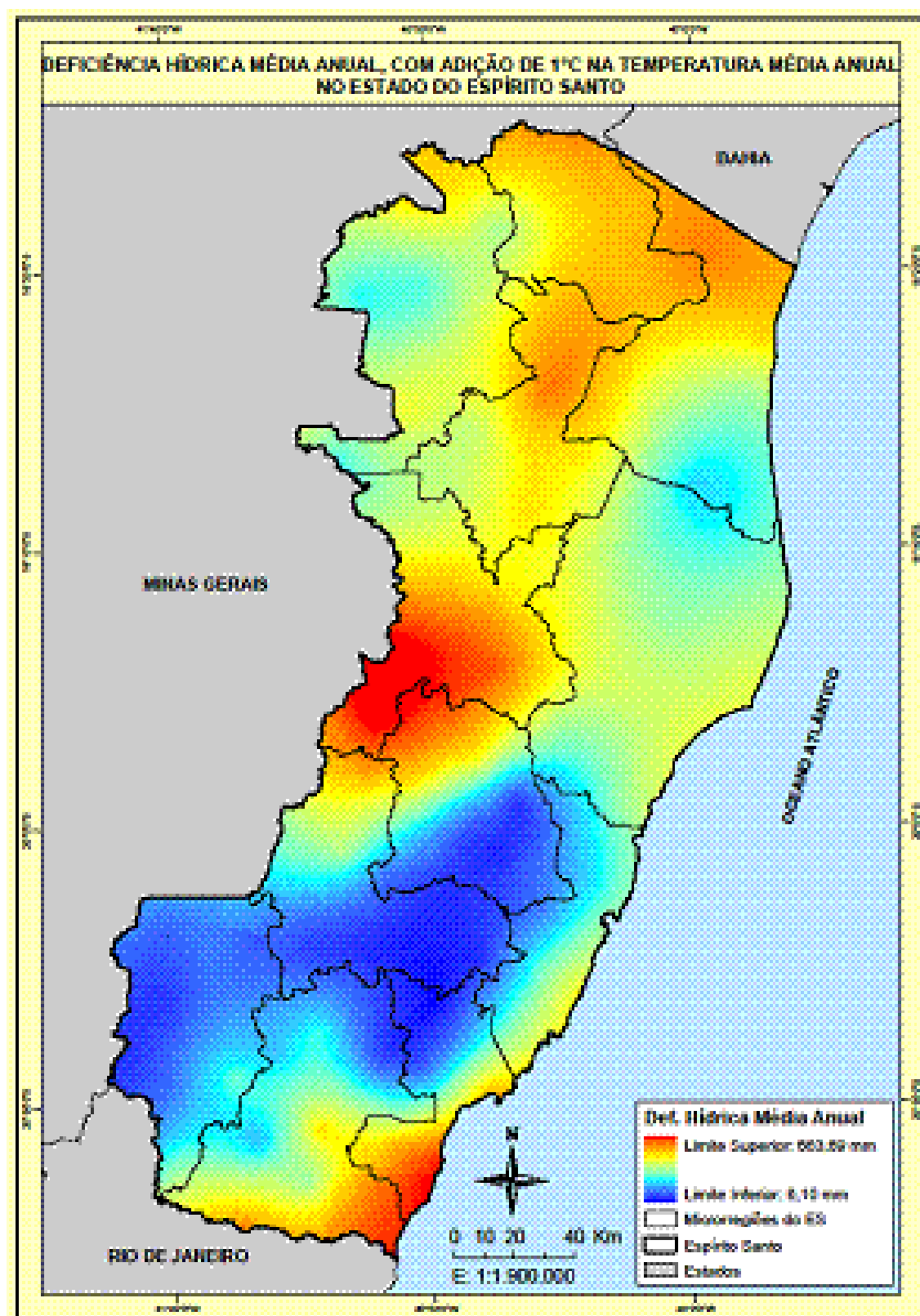


Figura 11 - Deficiência hídrica anual com adição de 1°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

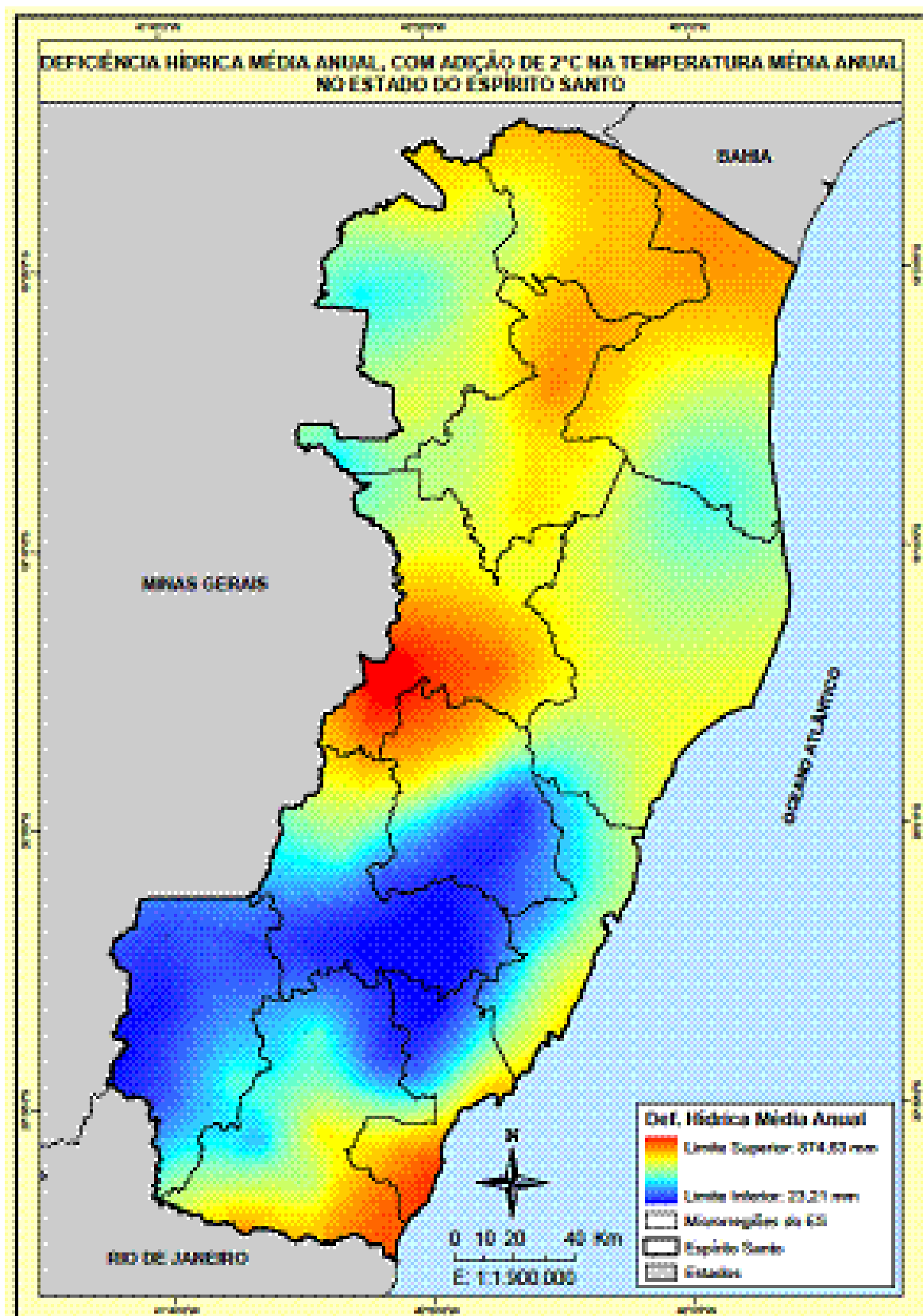


Figura 12 - Deficiência hídrica anual com adição de 2°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

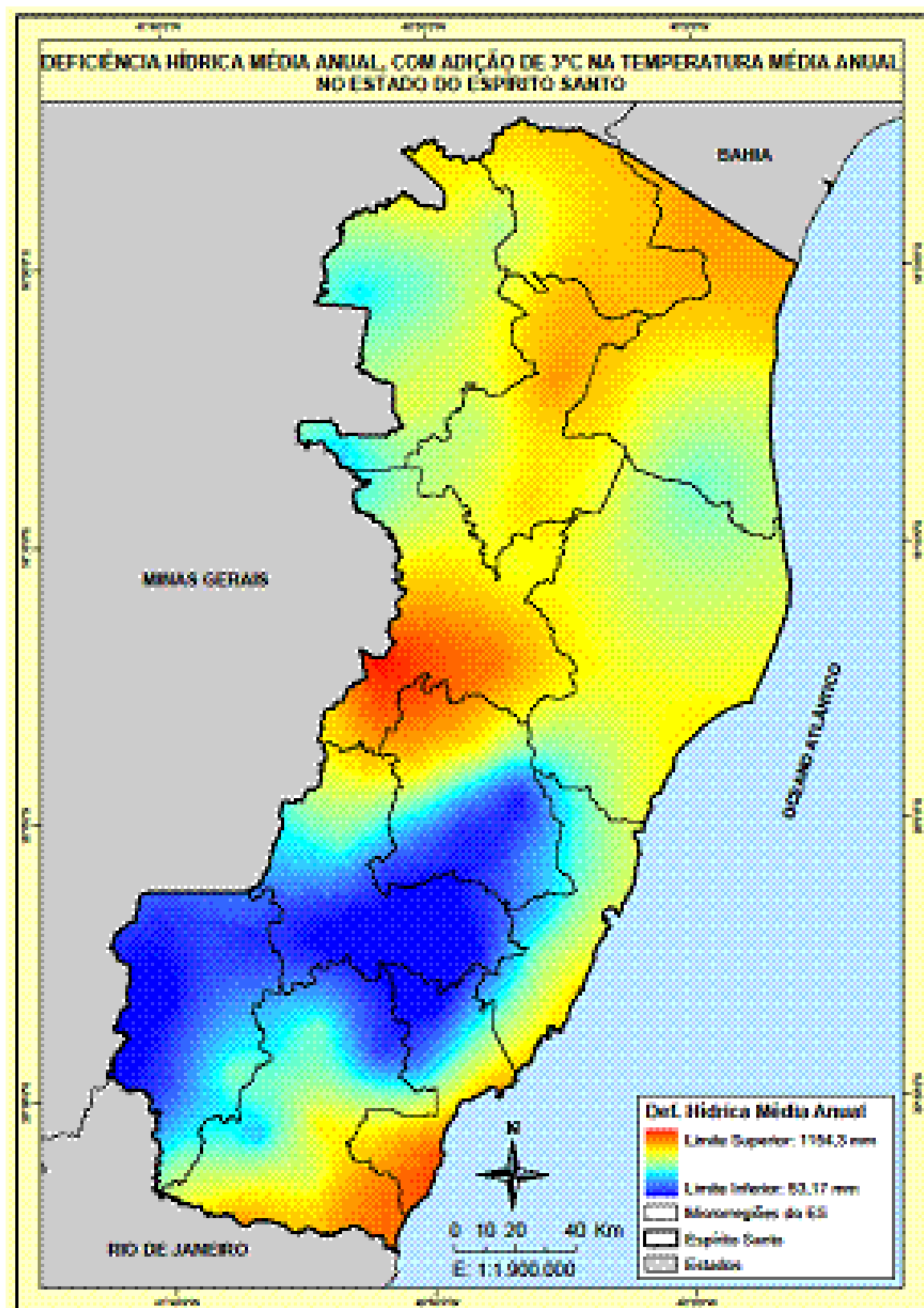


Figura 13 - Deficiência hídrica anual com adição de 3°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

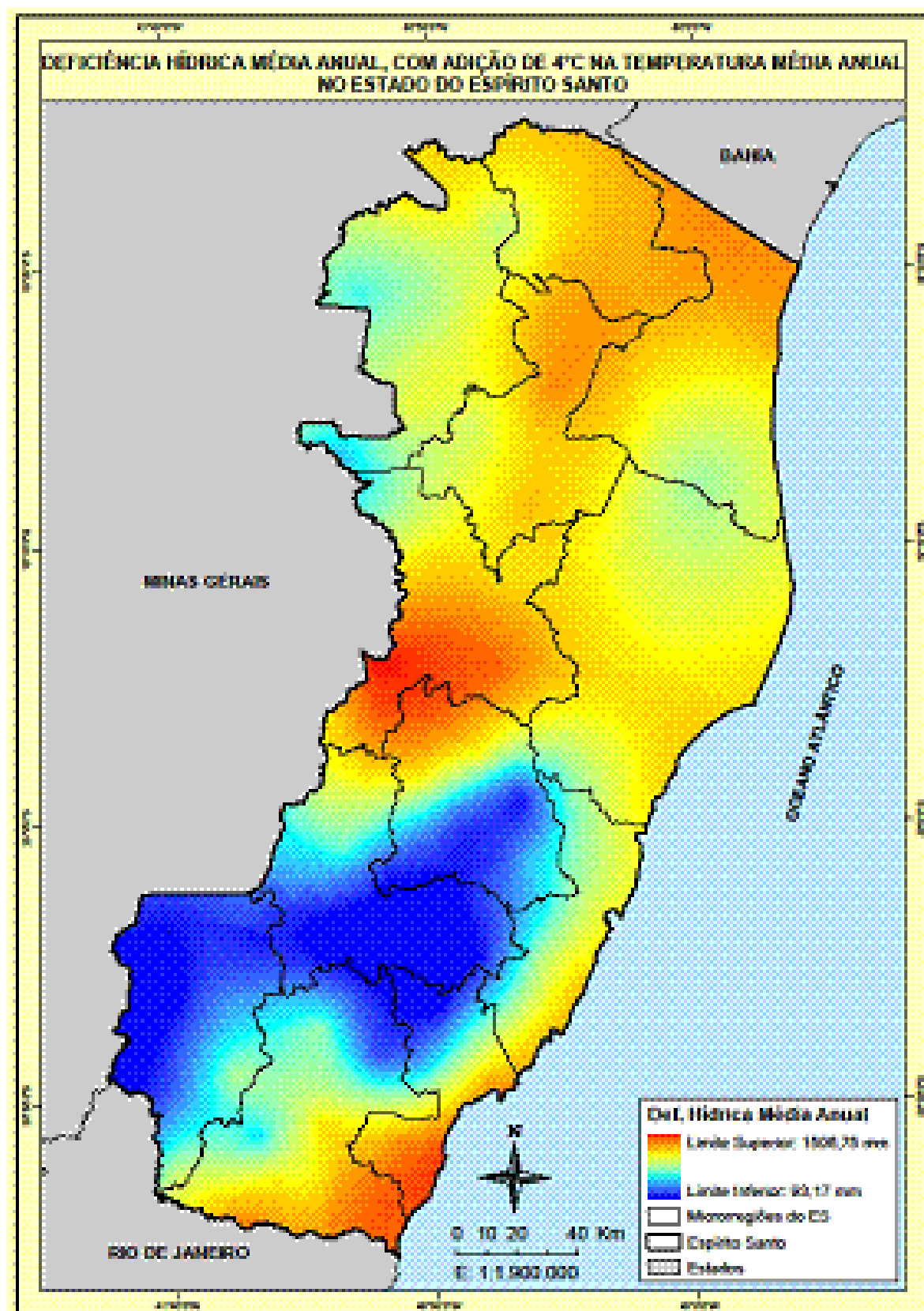


Figura 14 - Deficiência hídrica anual com adição de 4°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

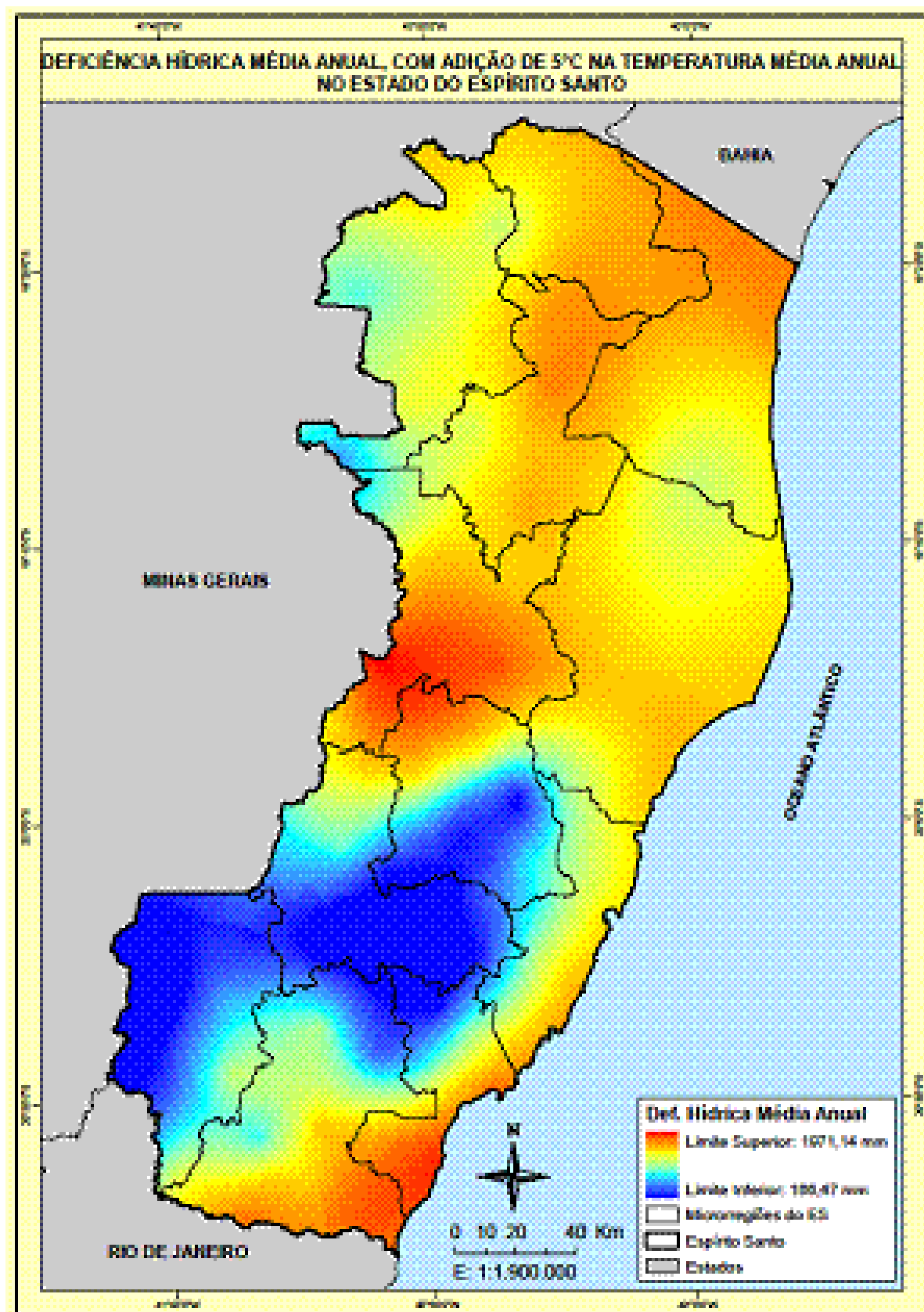


Figura 15 - Deficiência hídrica anual com adição de 5°C na temperatura média anual, para o estado do Espírito Santo.

ANEXO 2

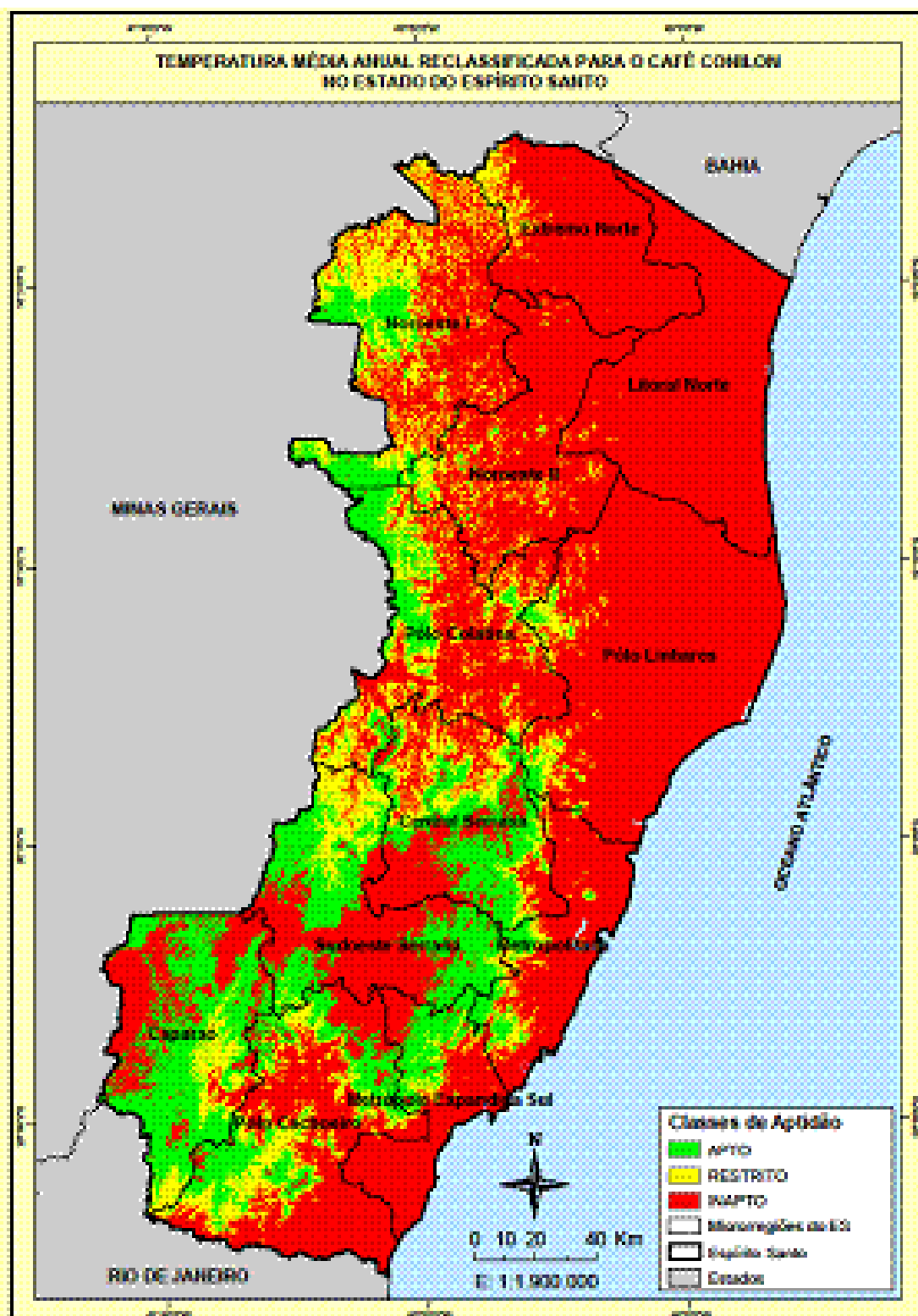


Figura 1 - Aptidão de temperatura para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

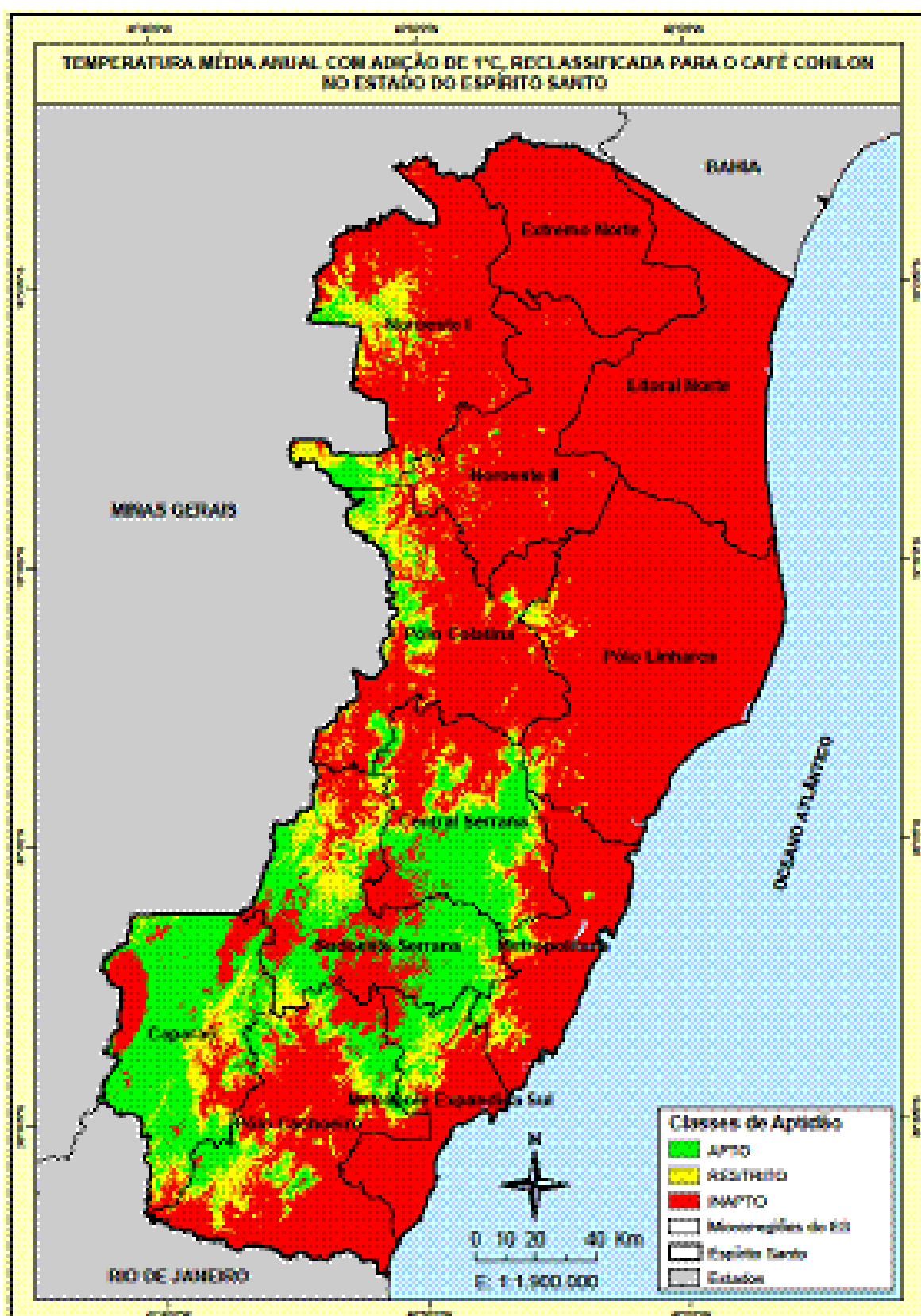


Figura 2 - Aptidão de temperatura com adição de 1°C, para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

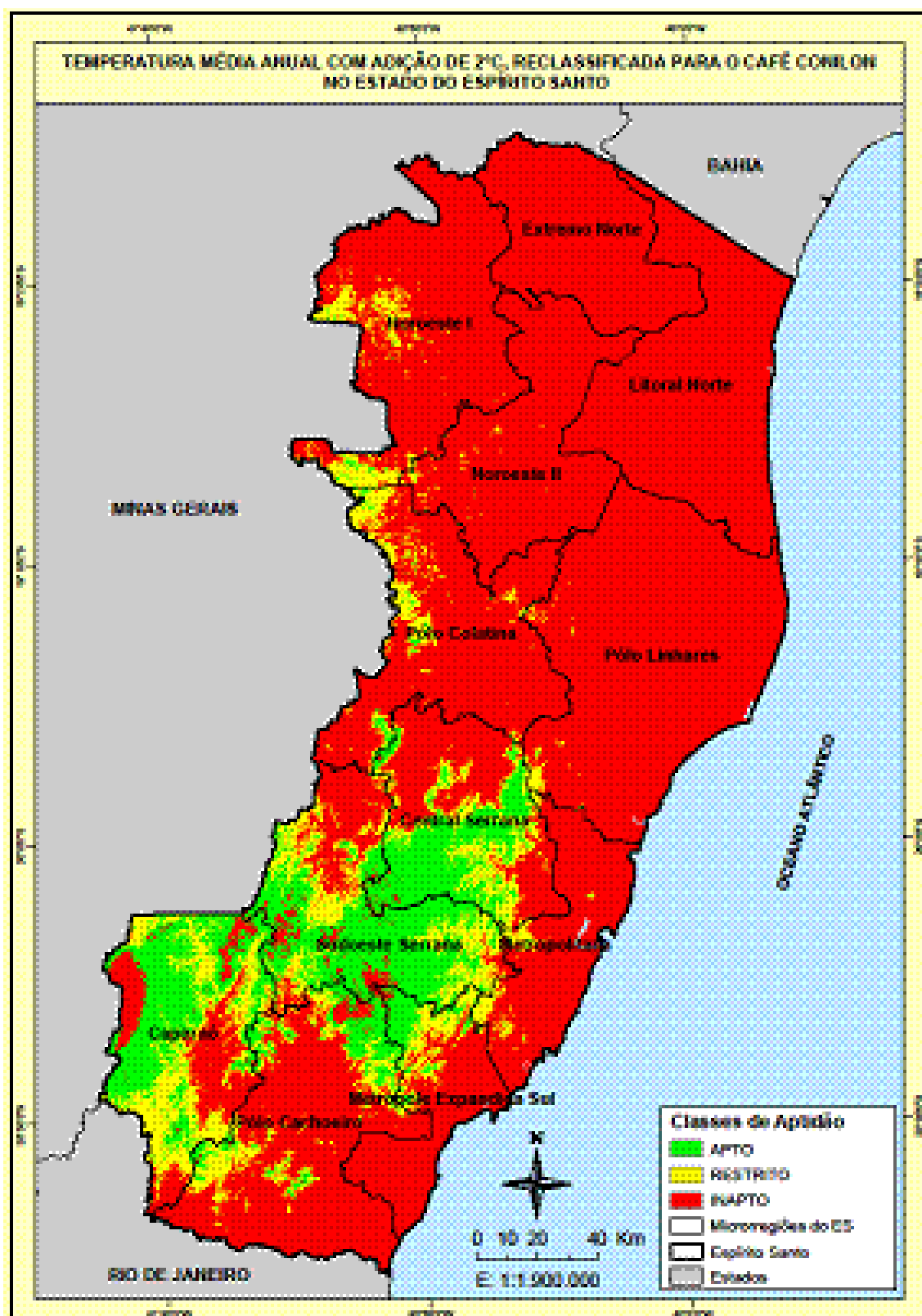


Figura 3 - Aptidão de temperatura com adição de 2°C, para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

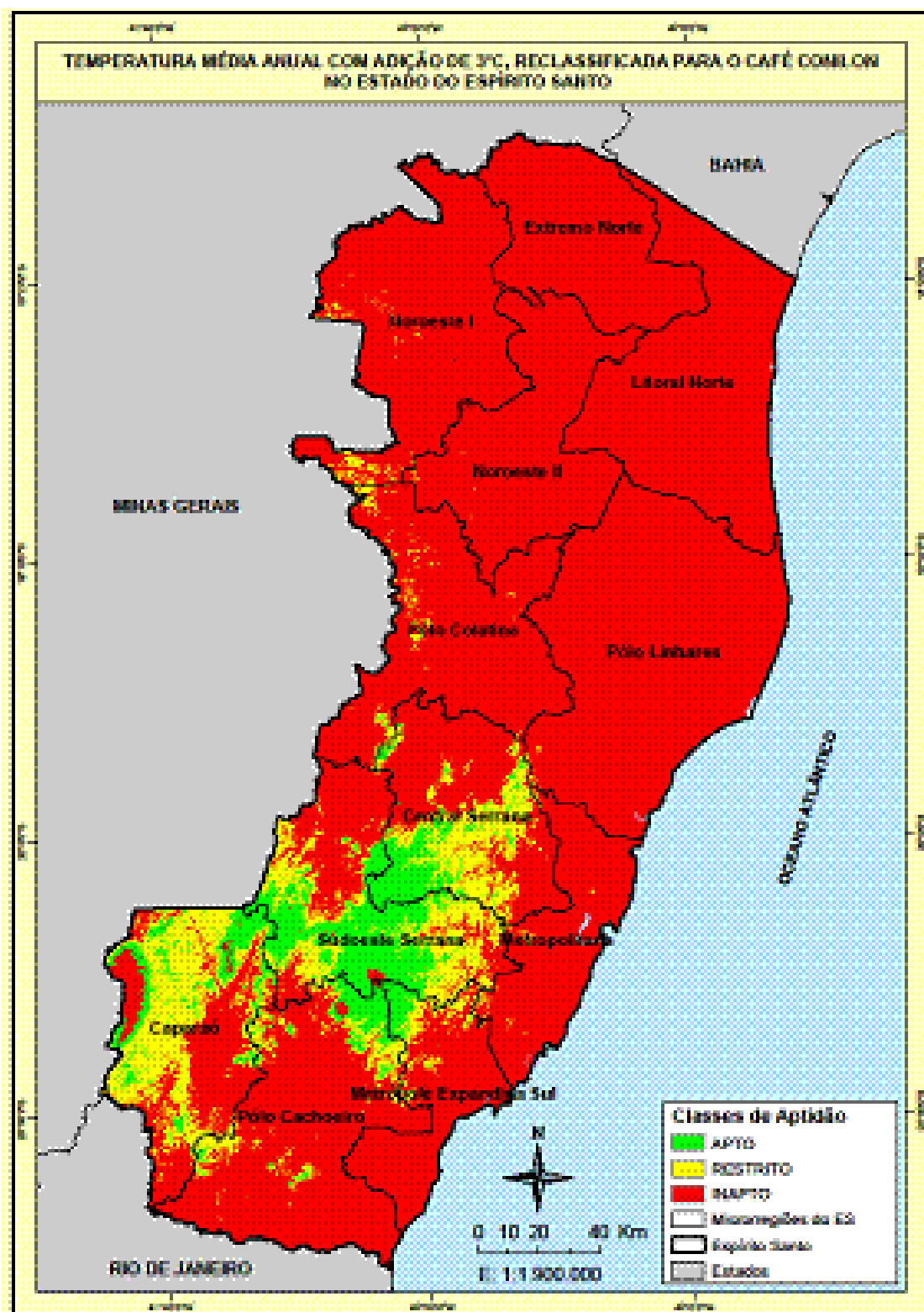


Figura 4 - Aptidão de temperatura com adição de 3°C, para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

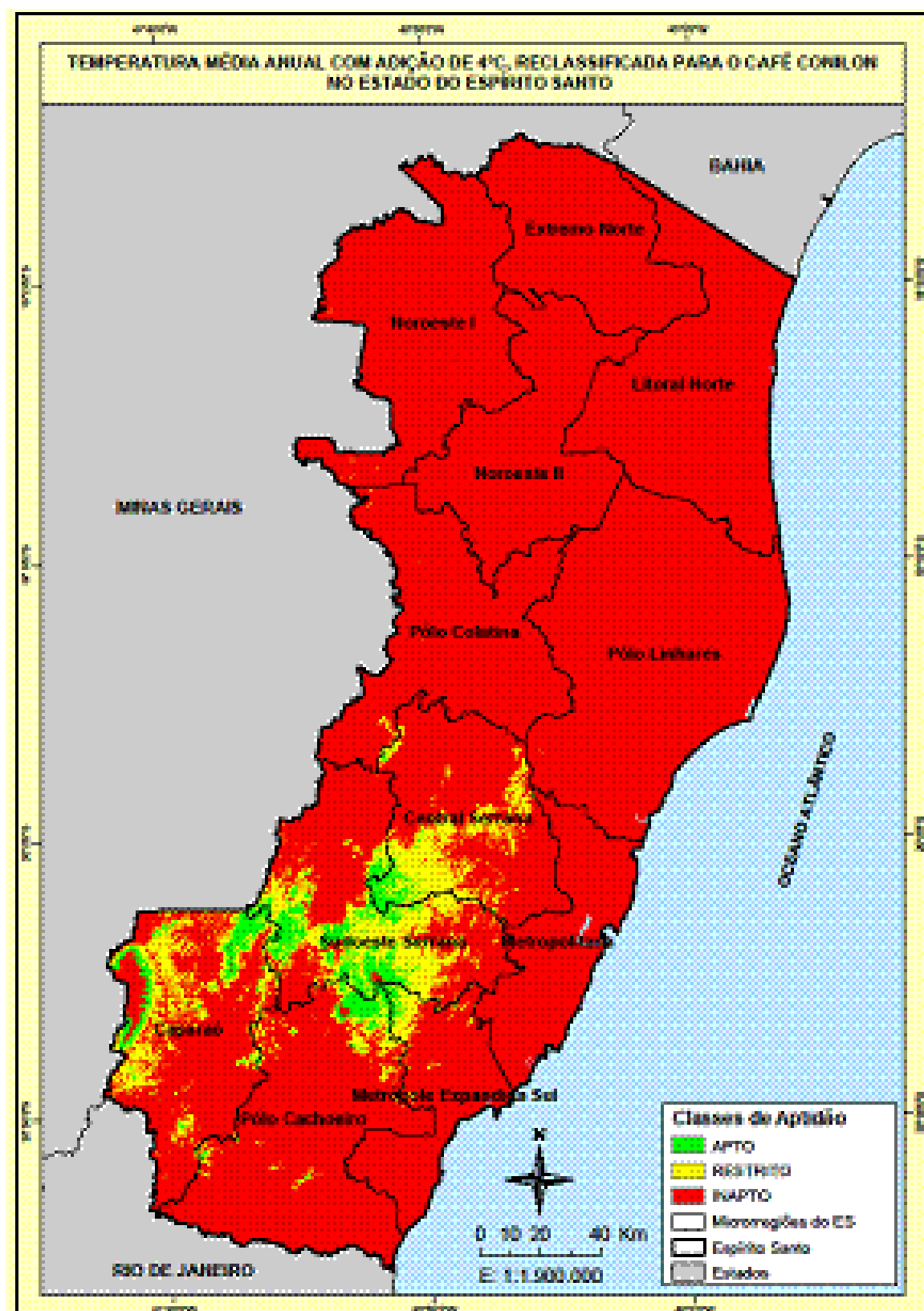


Figura 5 - Aptidão de temperatura com adição de 4°C, para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

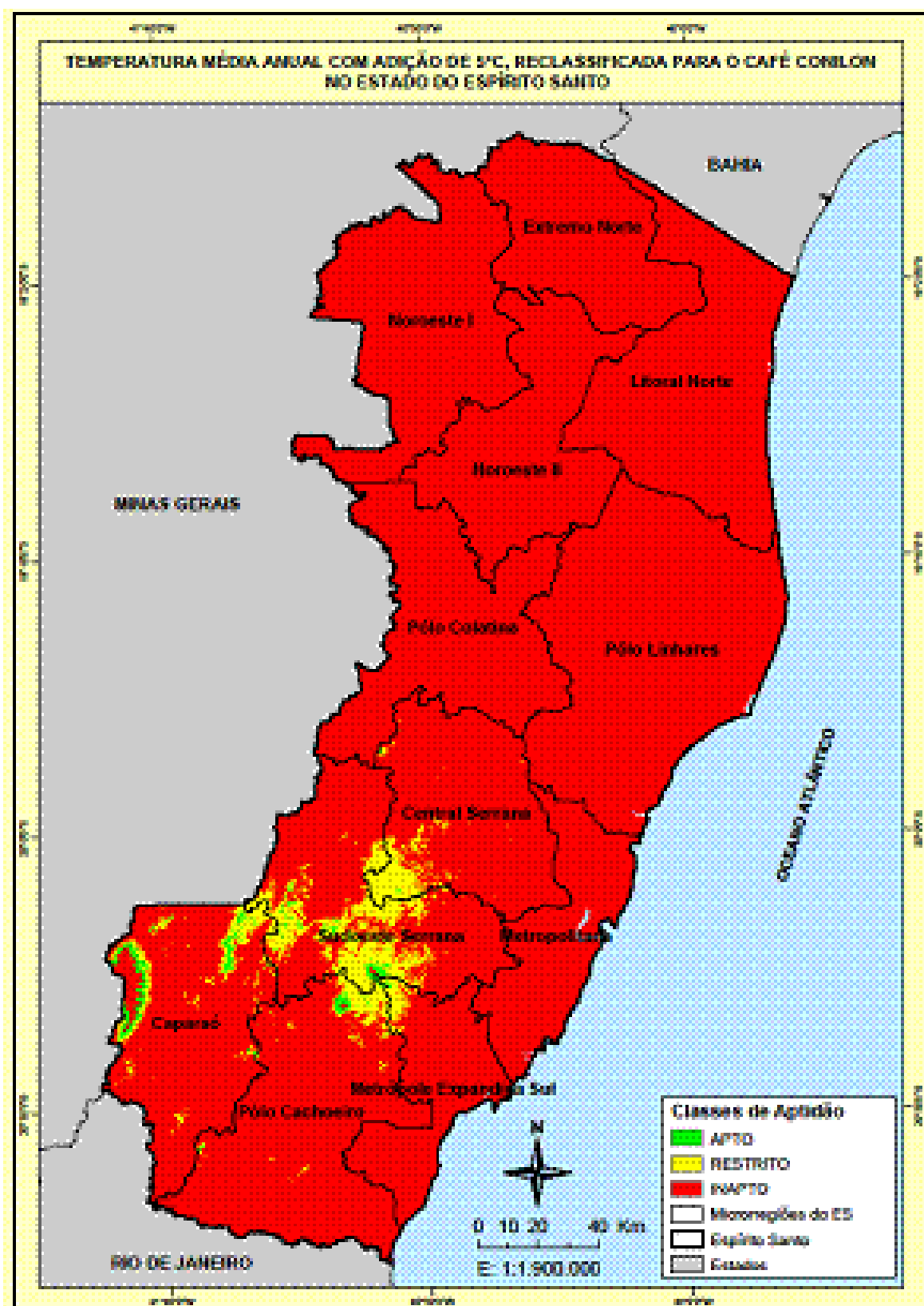


Figura 6 - Aptidão de temperatura com adição de 5°C, para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

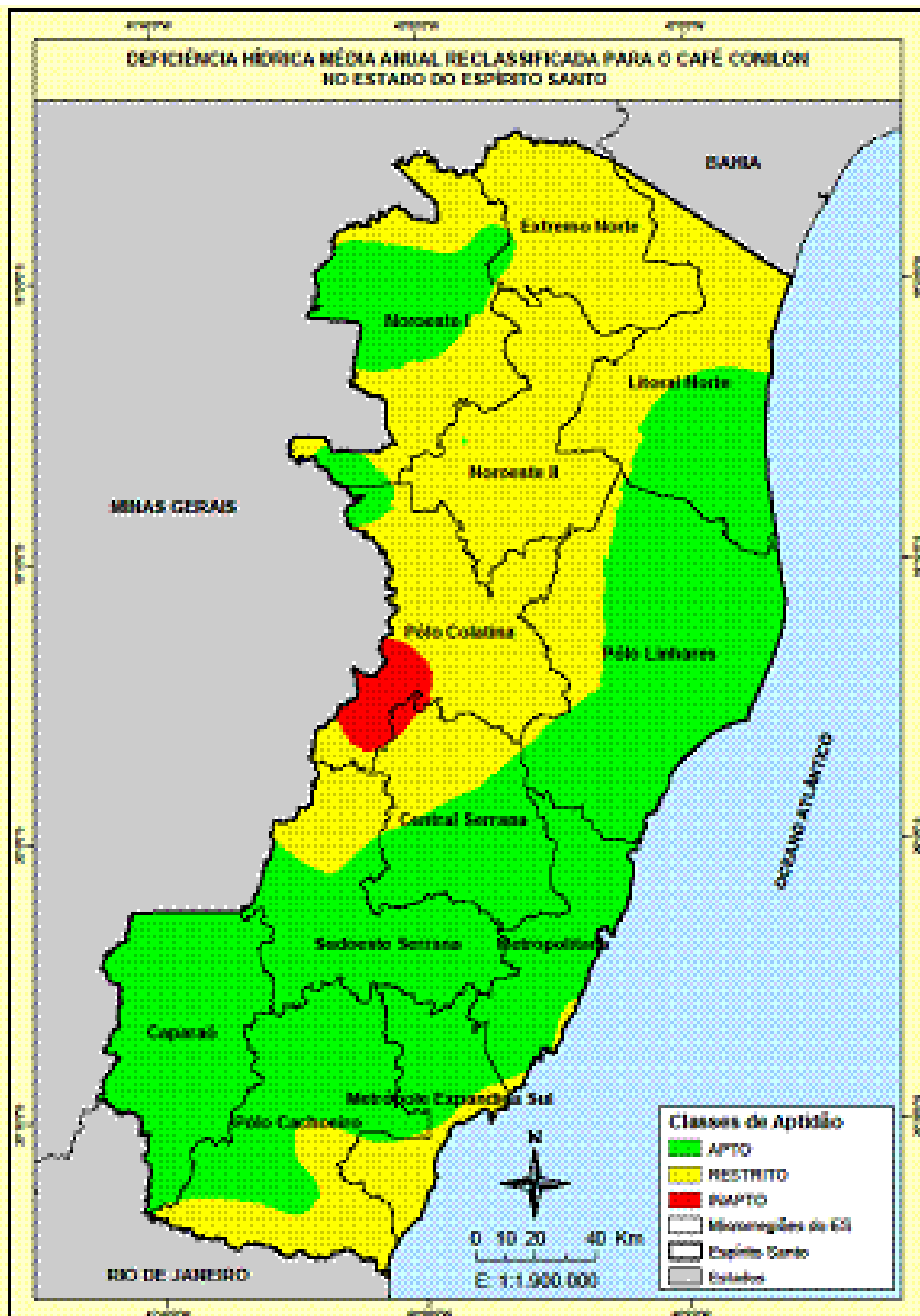


Figura 7 - Aptidão de deficiência hídrica para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

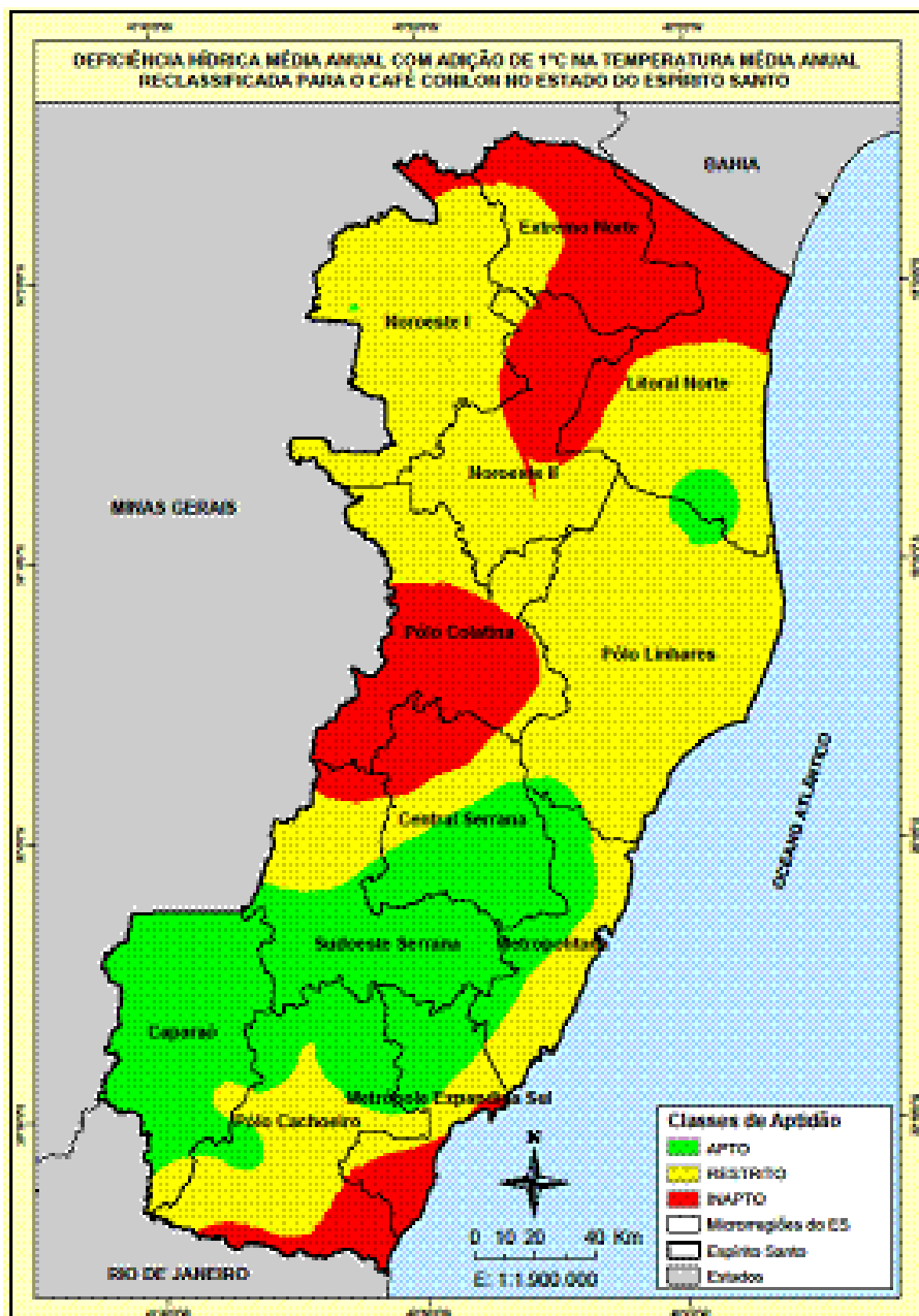


Figura 8 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 1°C nos dados de temperatura para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

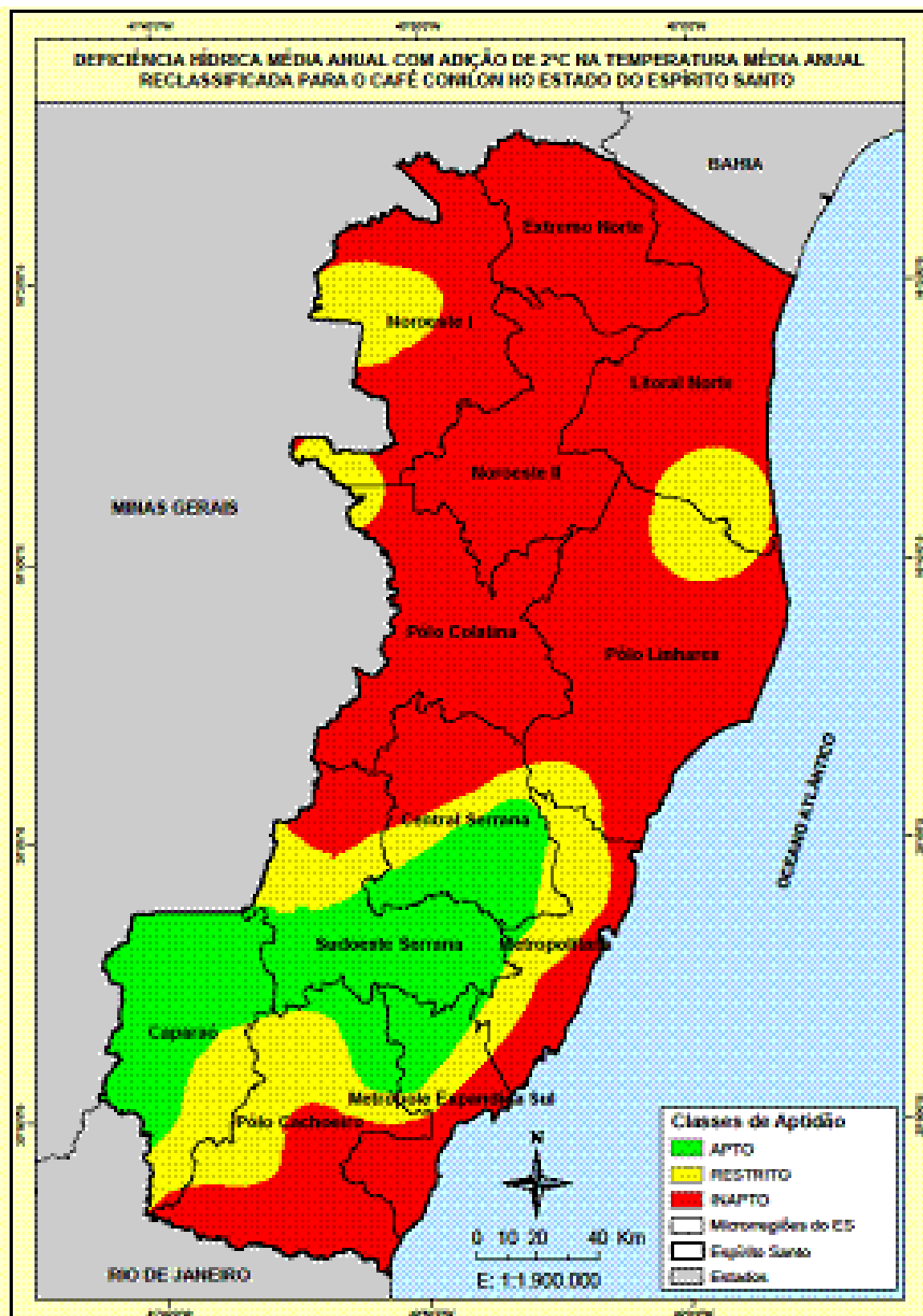


Figura 9 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 2°C nos dados de temperatura para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

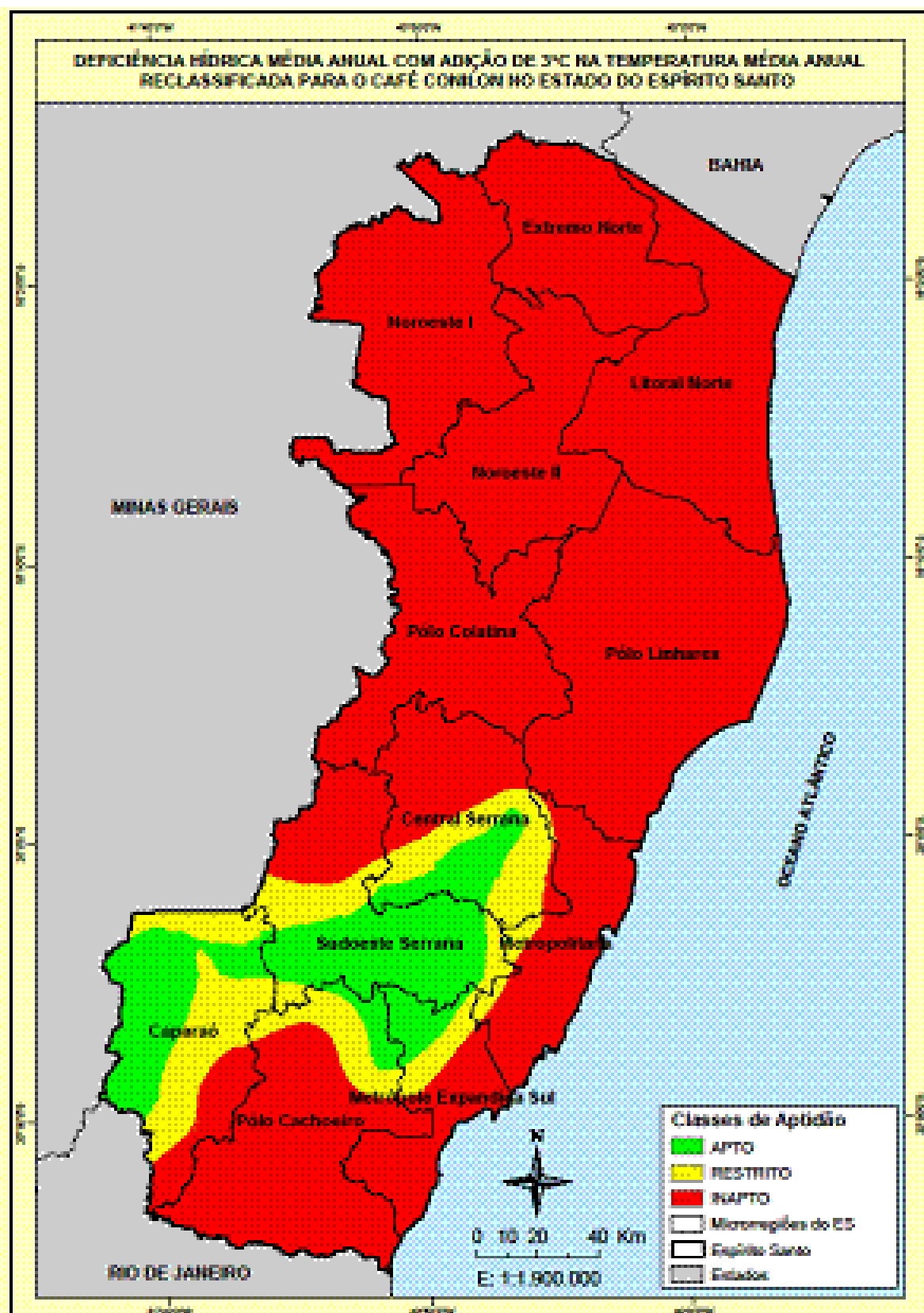


Figura 10 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 3°C nos dados de temperatura para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

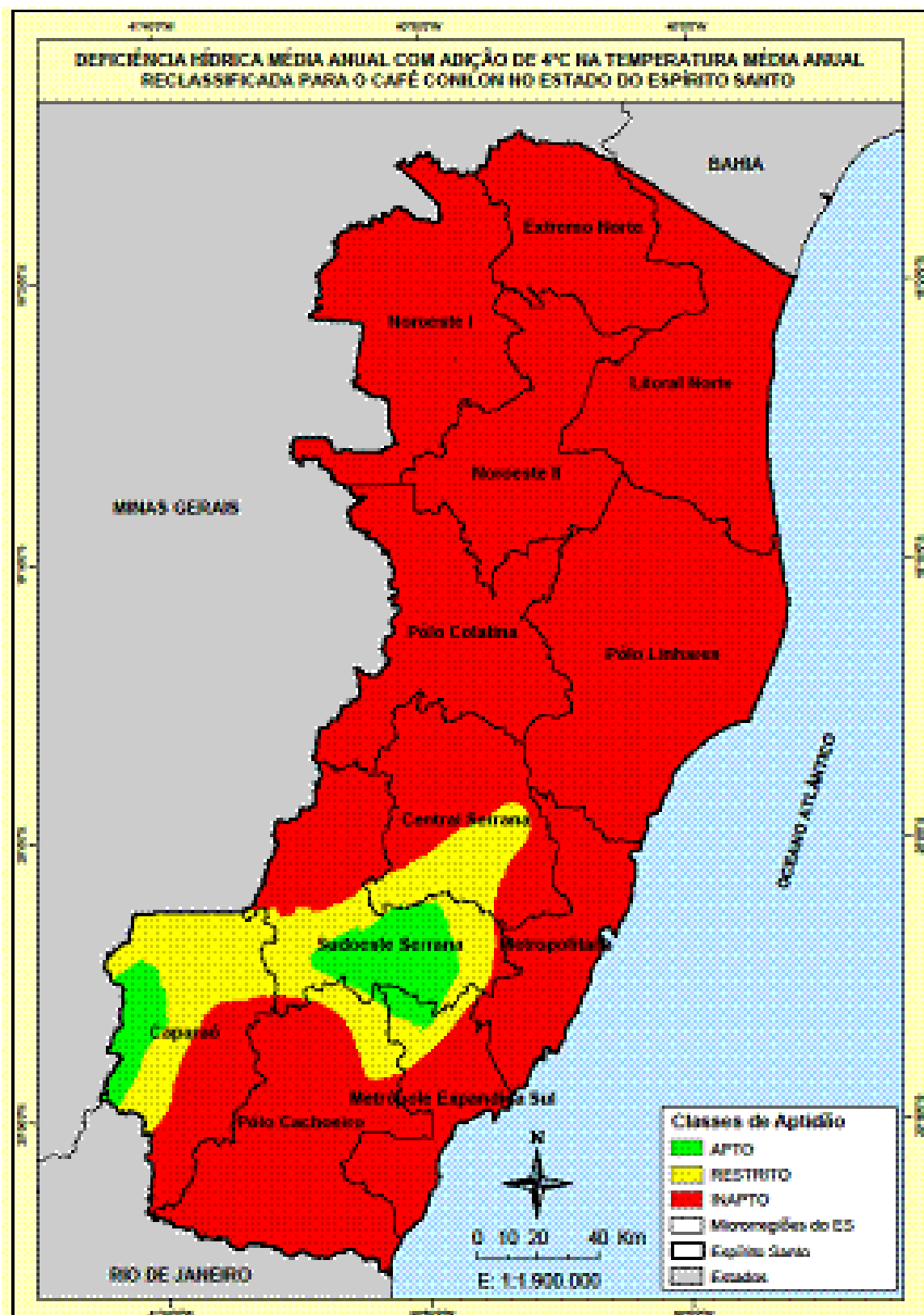


Figura 11 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 4°C nos dados de temperatura para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

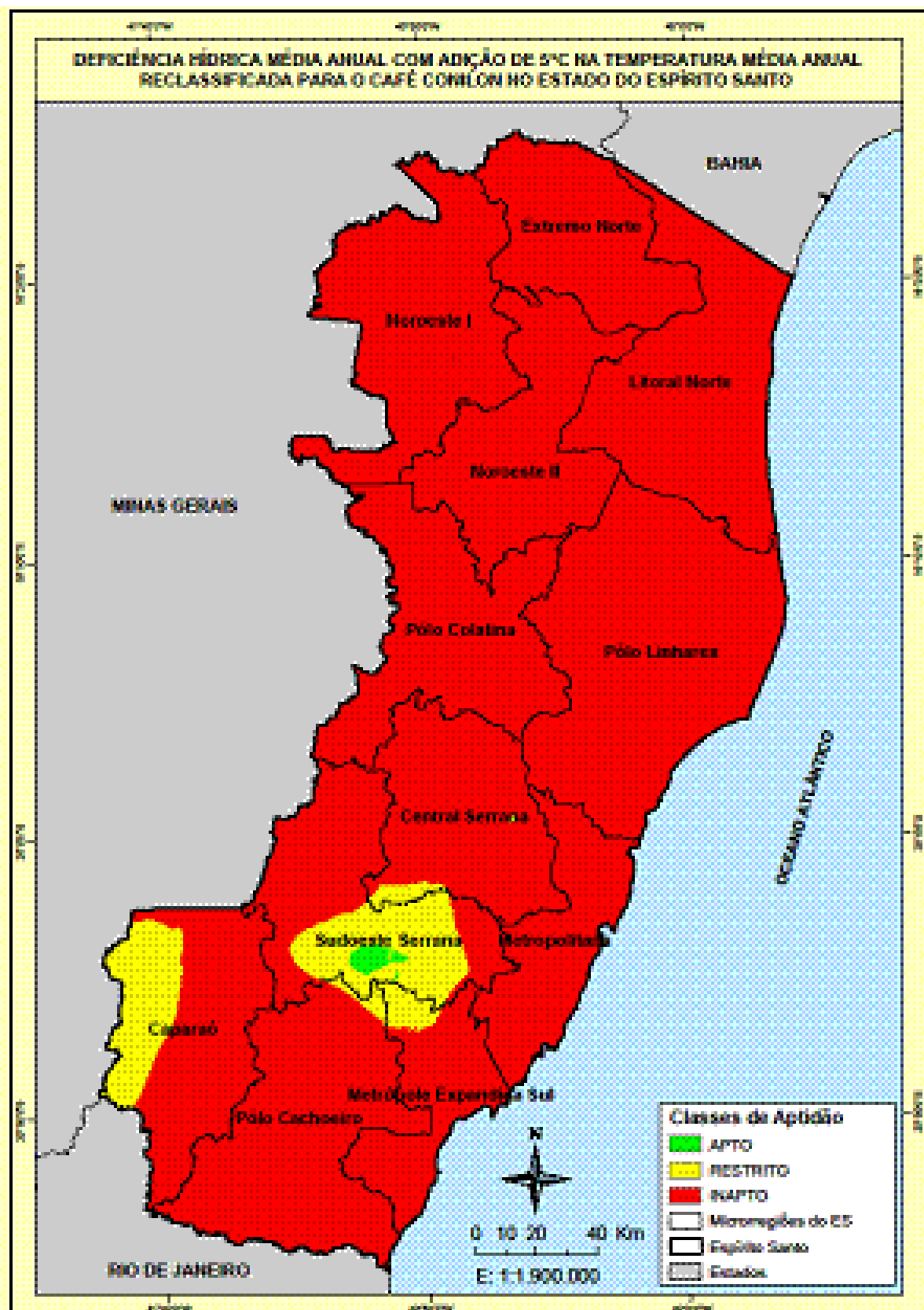


Figura 12 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 5°C nos dados de temperatura para o café conilon para o estado do Espírito Santo.

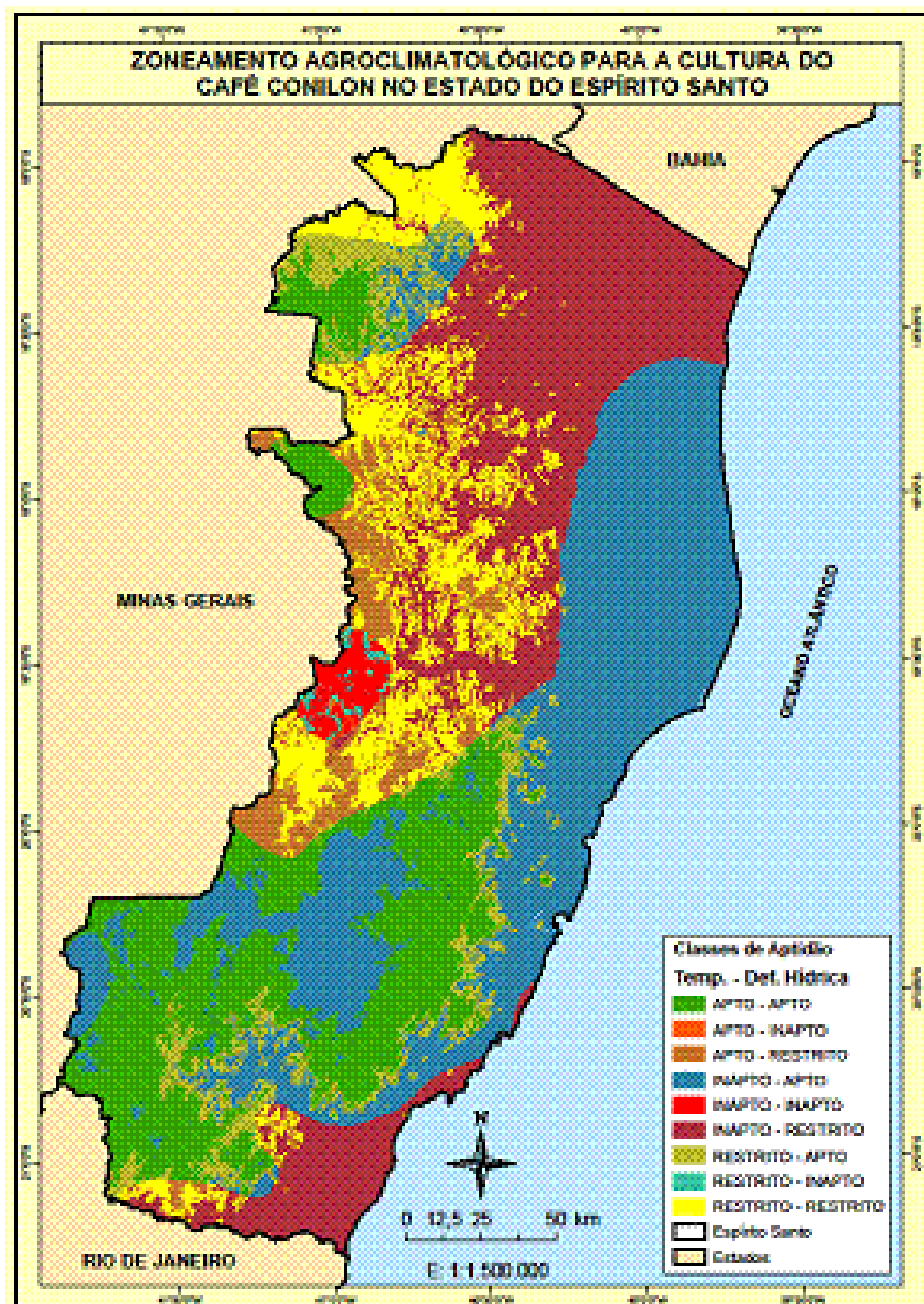


Figura 13 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão, para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para o estado do Espírito Santo – ZONACC.

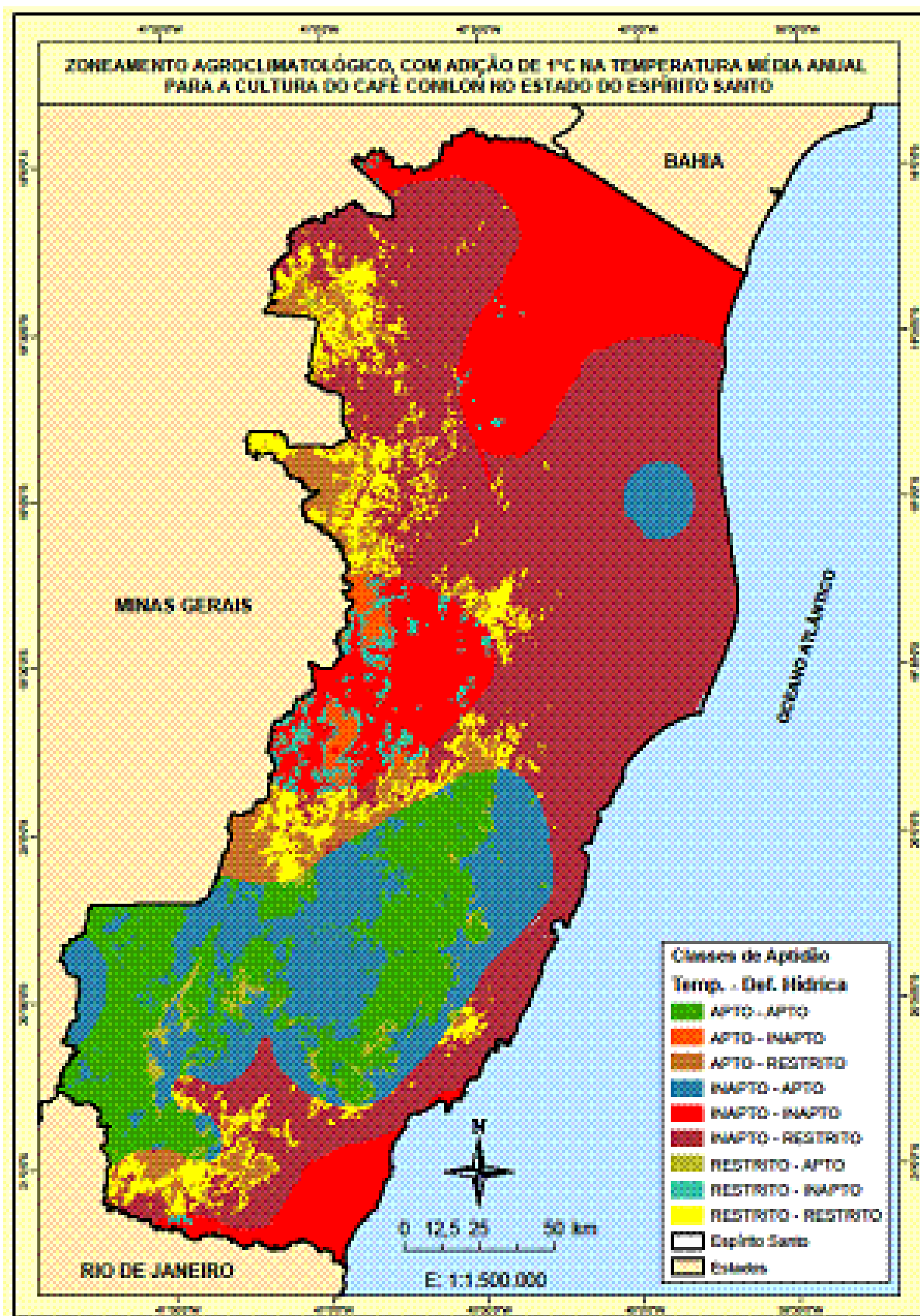


Figura 14 - ZONACC + 1°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

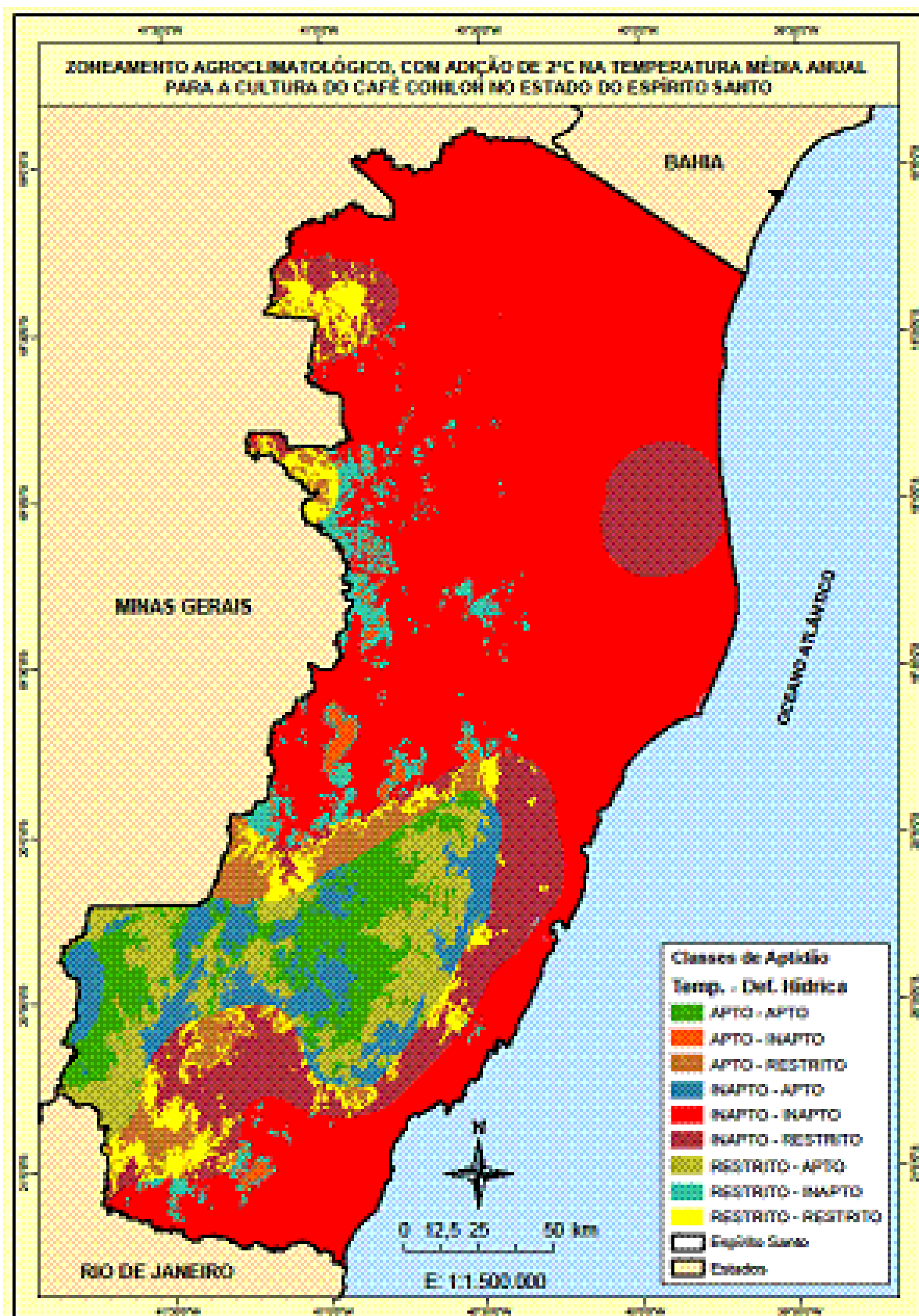


Figura 15 - ZONACC + 2°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

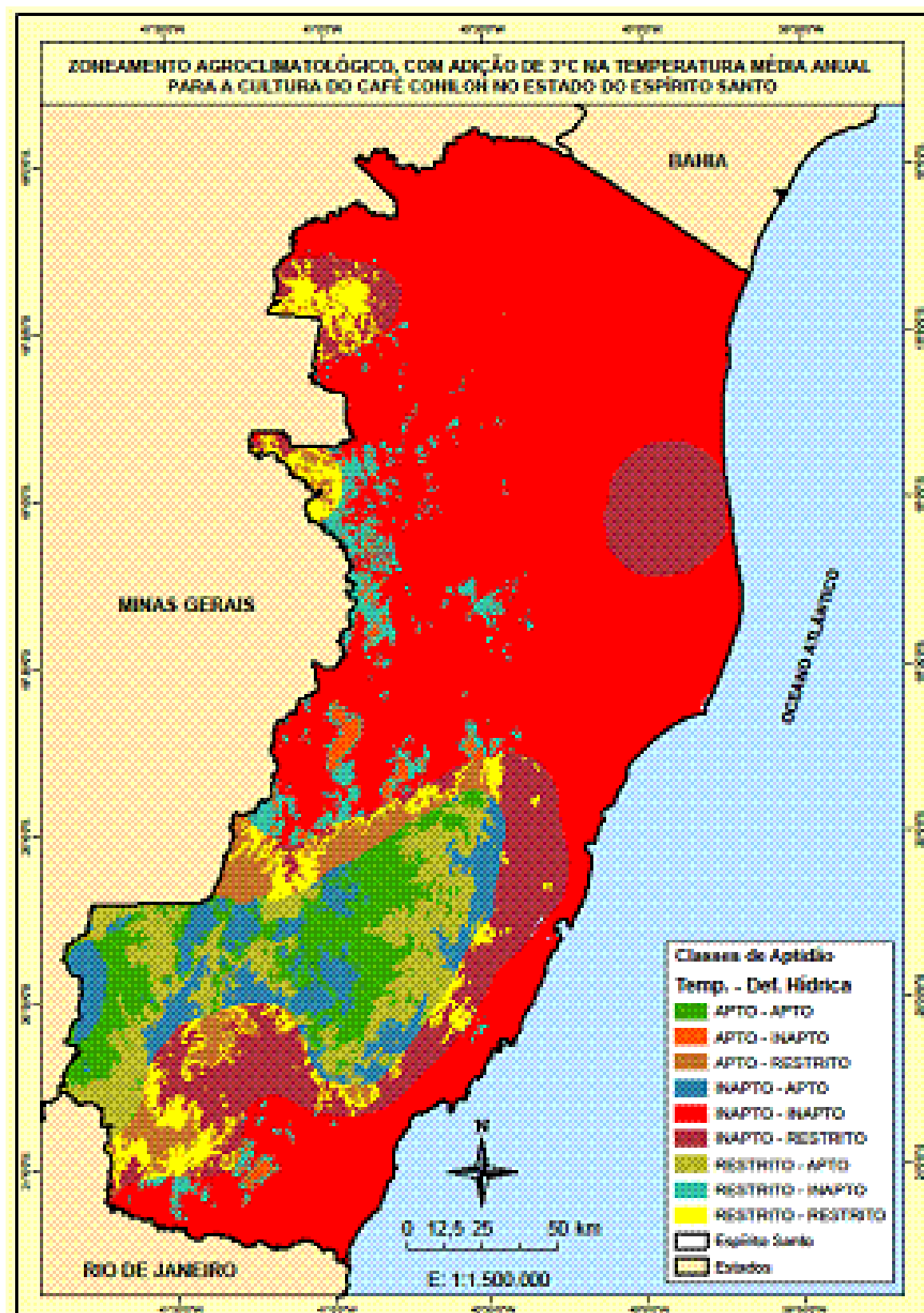


Figura 16 - ZONACC + 3°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

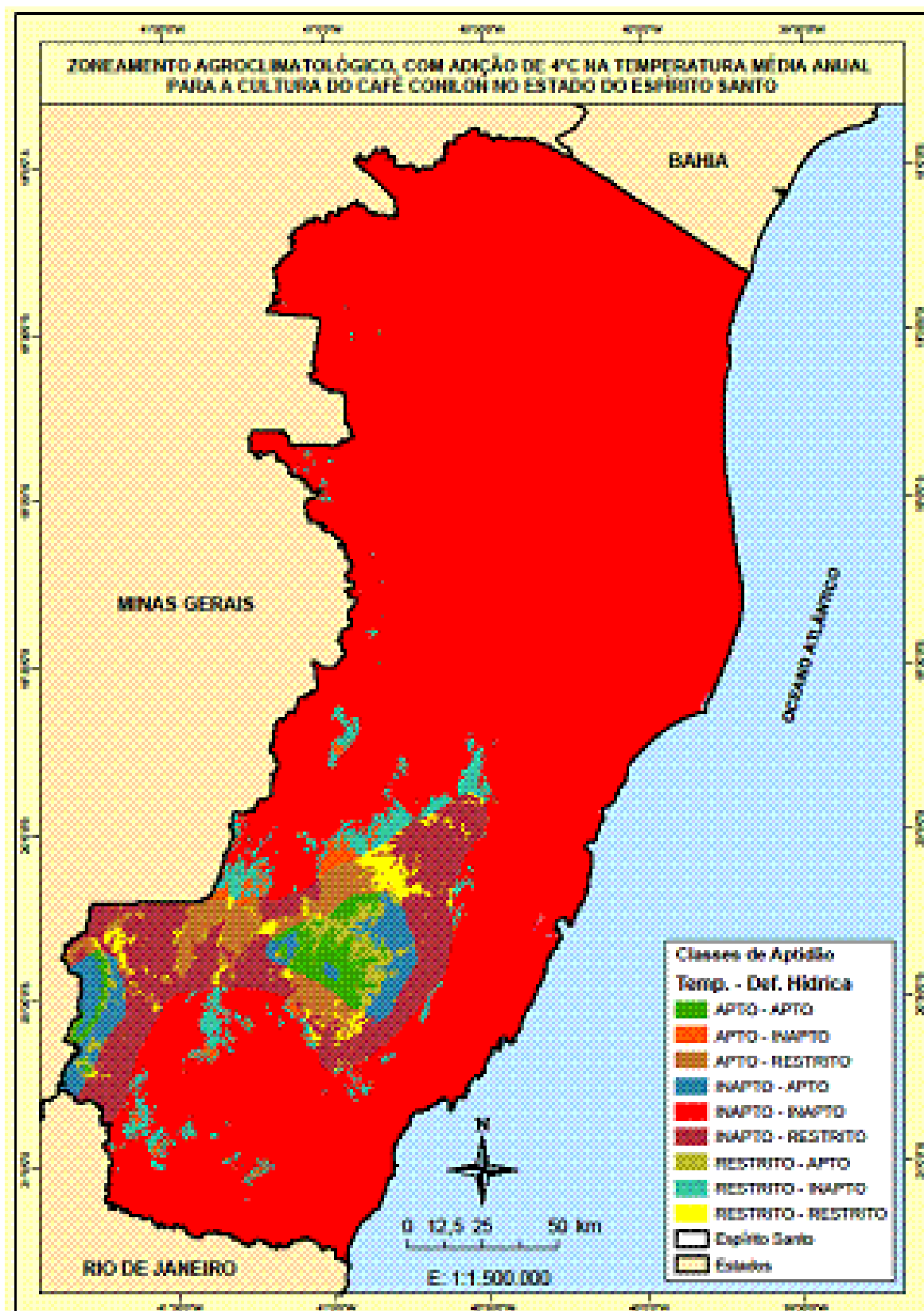


Figura 17 - ZONACC + 4°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

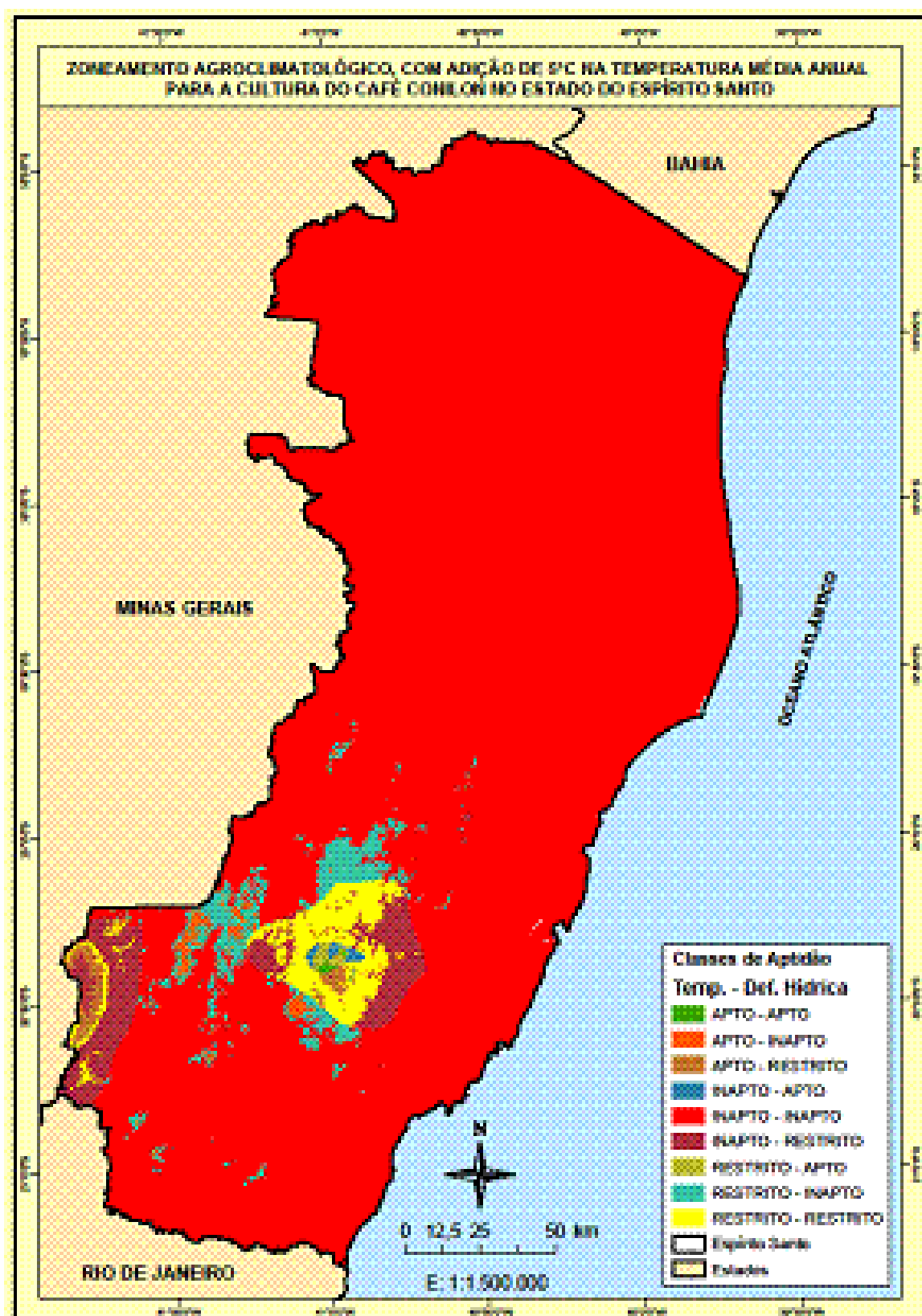


Figura 18 - ZONACC + 5°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

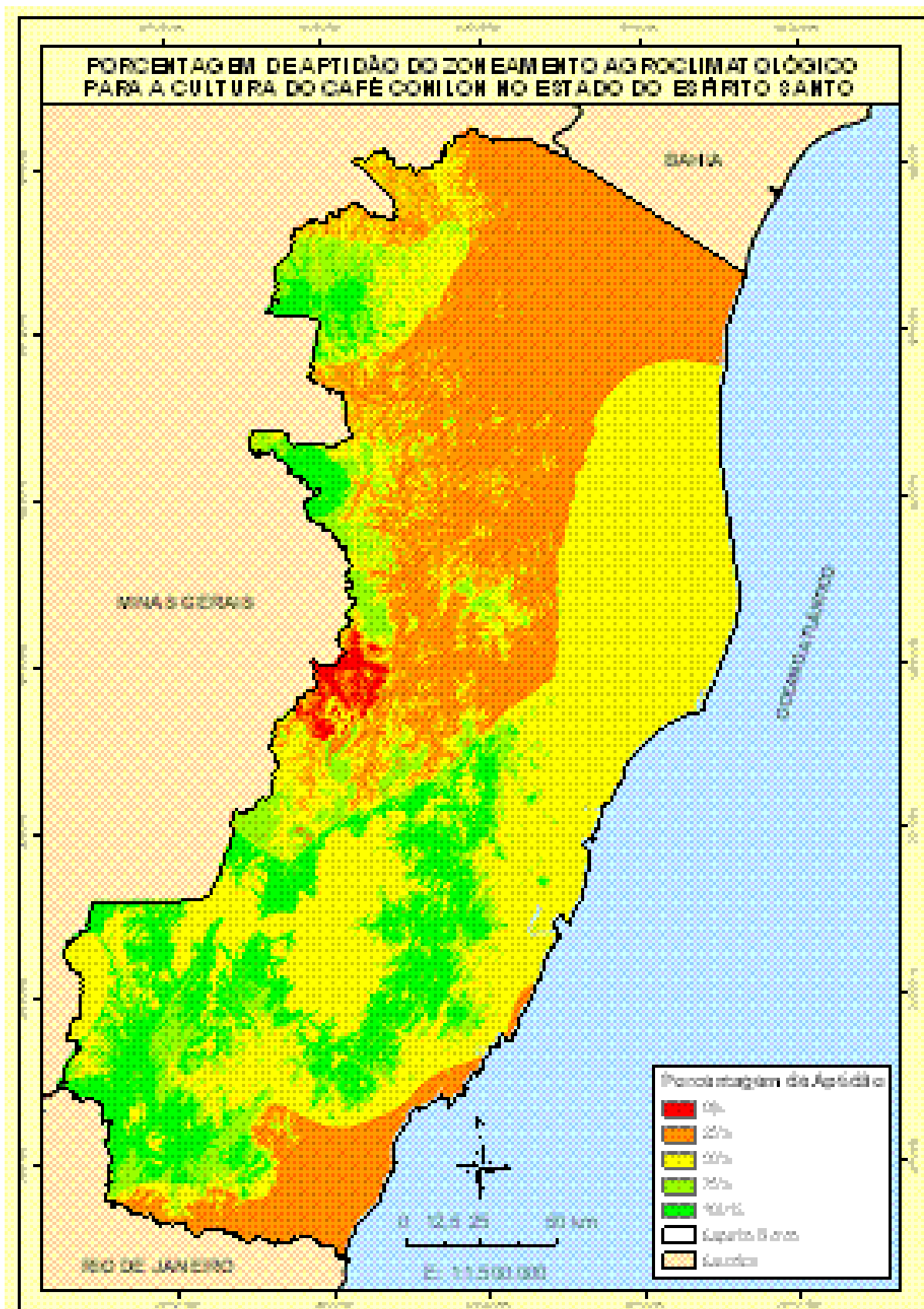


Figura 19 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para o estado do Espírito Santo.

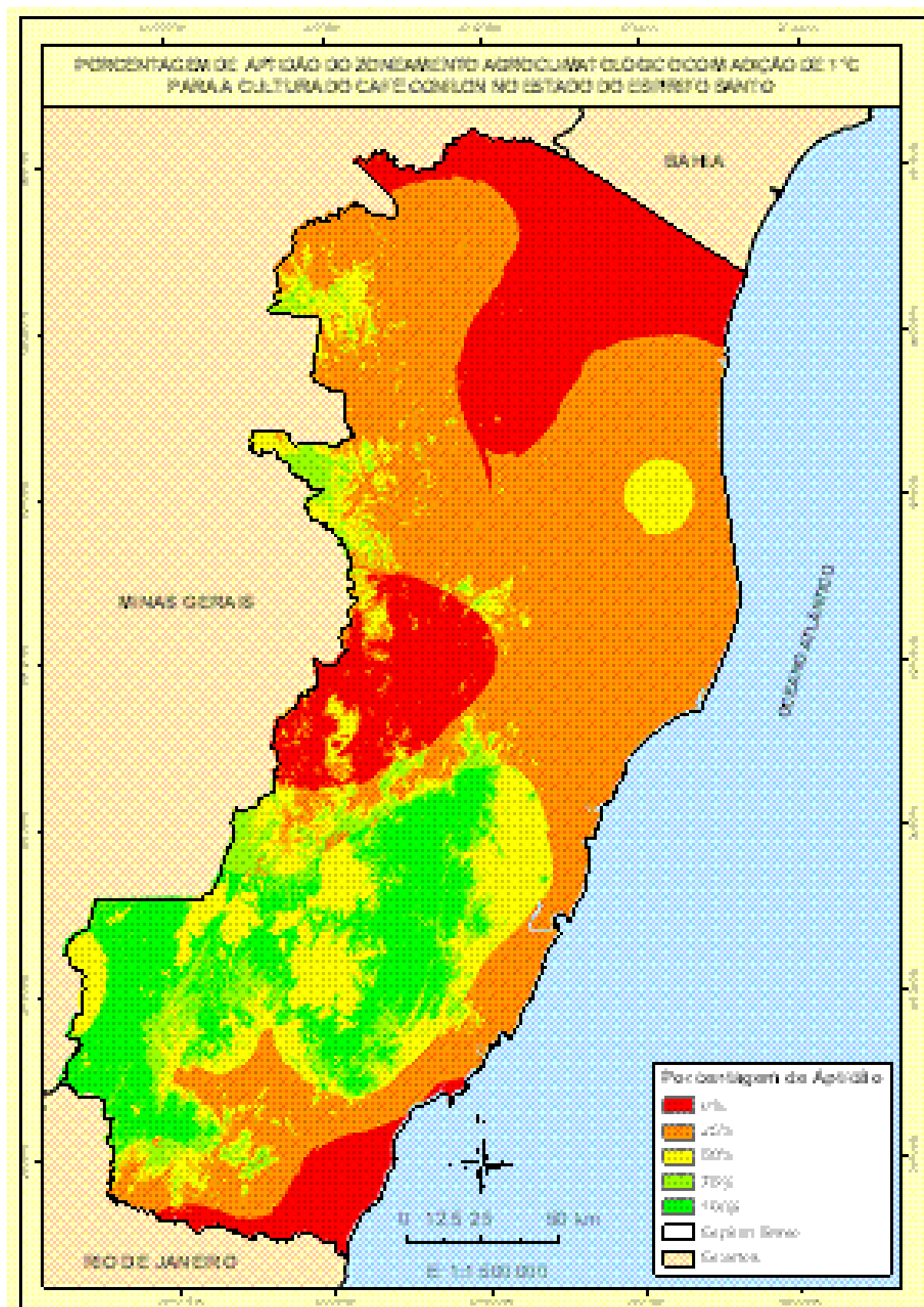


Figura 20 - ZONACC + 1°C, por porcentagem de aptidão, para o estado do Espírito Santo.

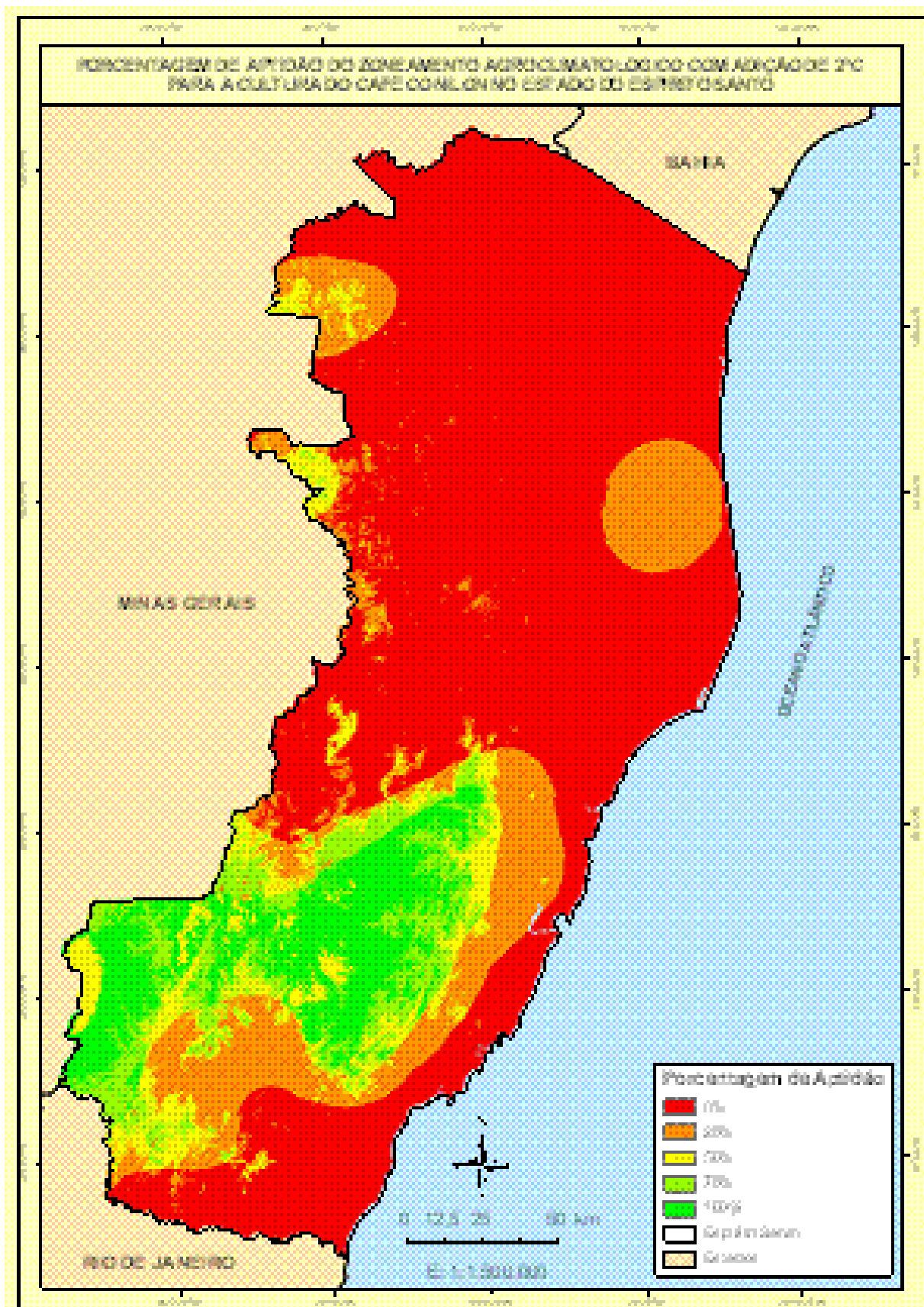


Figura 21 - ZONACC + 2°C, por porcentagem de aptidão, para o estado do Espírito Santo.

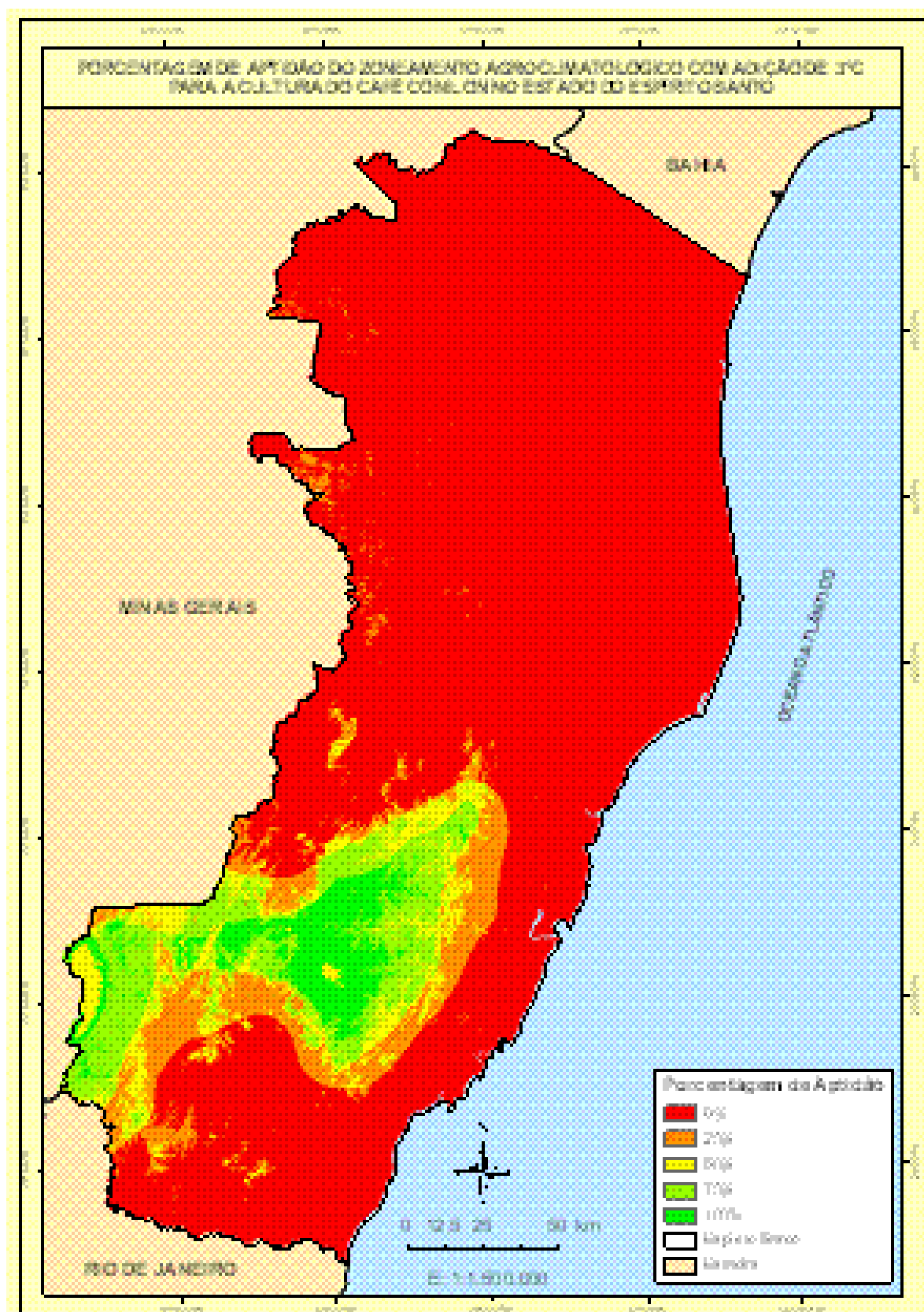


Figura 22 - ZONACC + 3°C, por porcentagem de aptidão, para o estado do Espírito Santo.

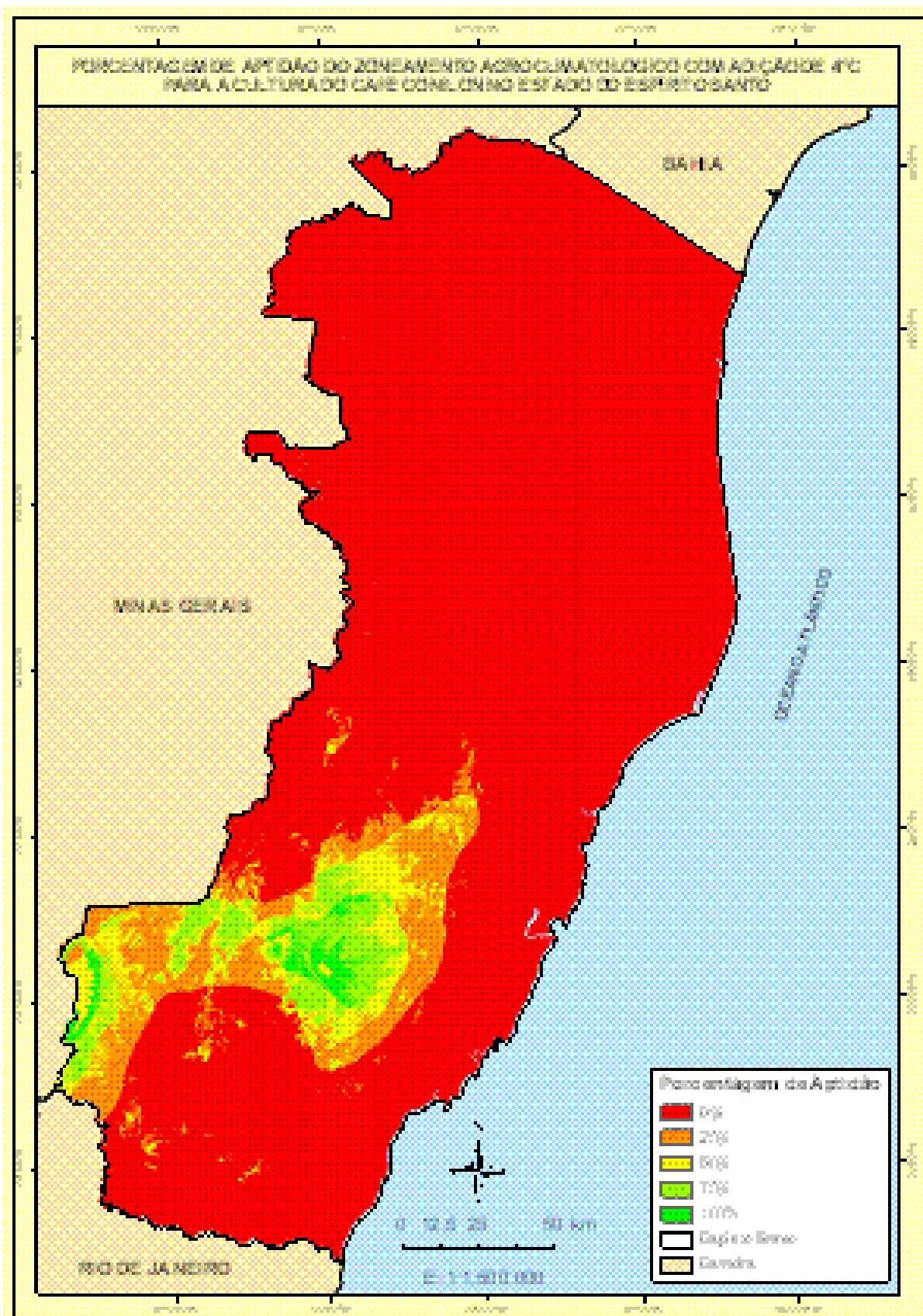


Figura 23 - ZONACC + 4°C, por porcentagem de aptidão, para o estado do Espírito Santo.

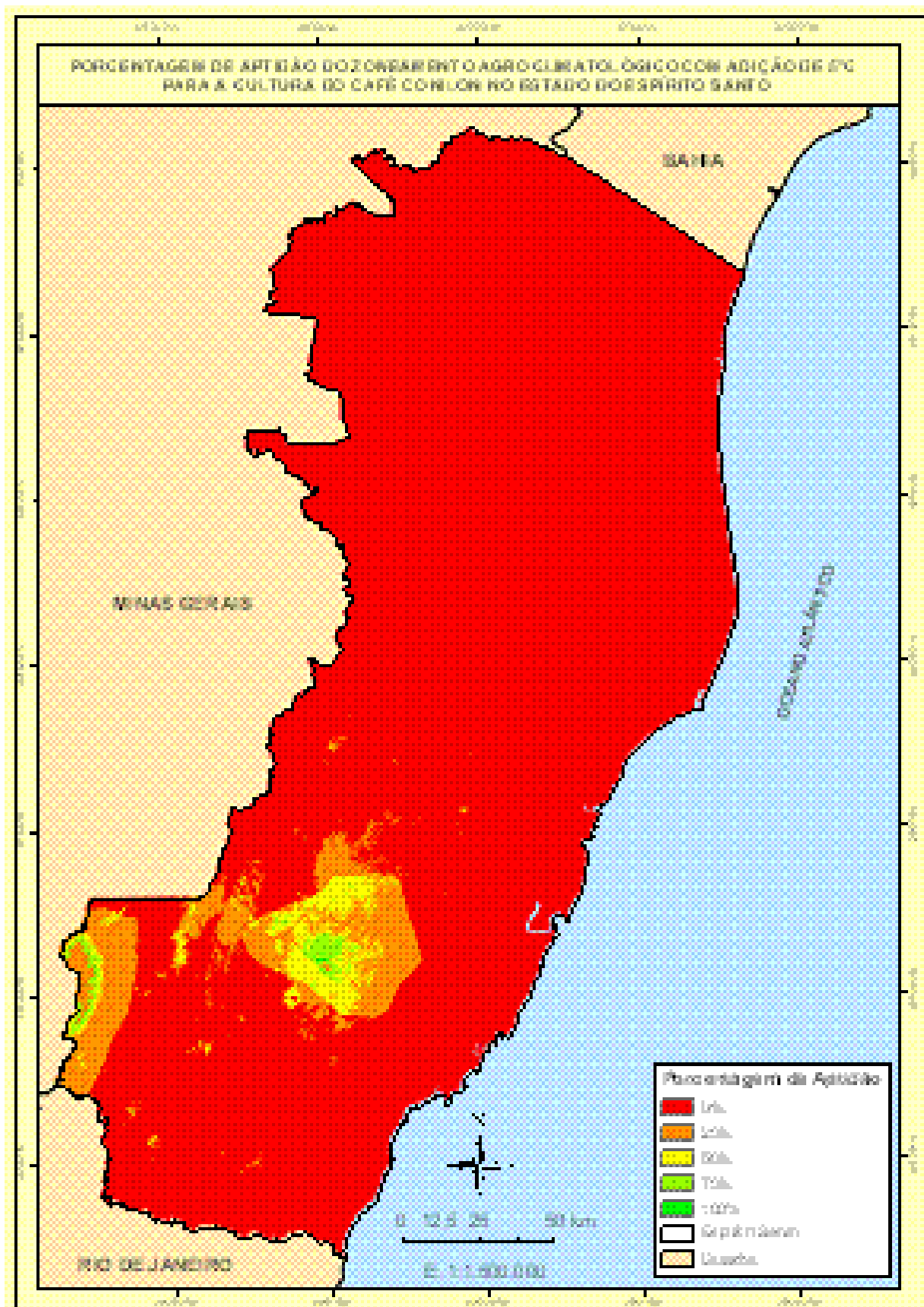


Figura 24 - ZONACC + 5°C, por porcentagem de aptidão, para o estado do Espírito Santo.

ANEXO 3

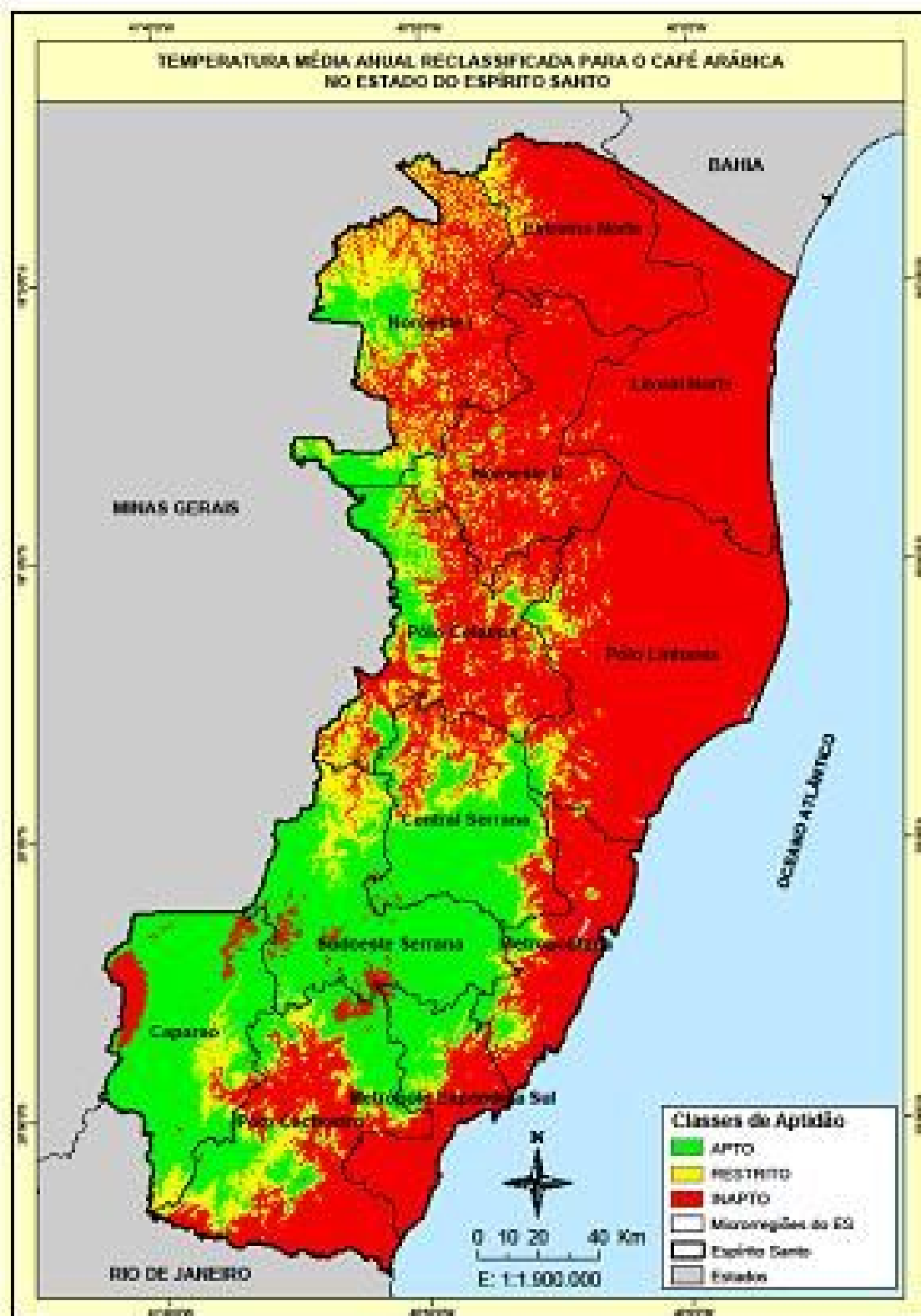


Figura 1 - Aptidão de temperatura para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

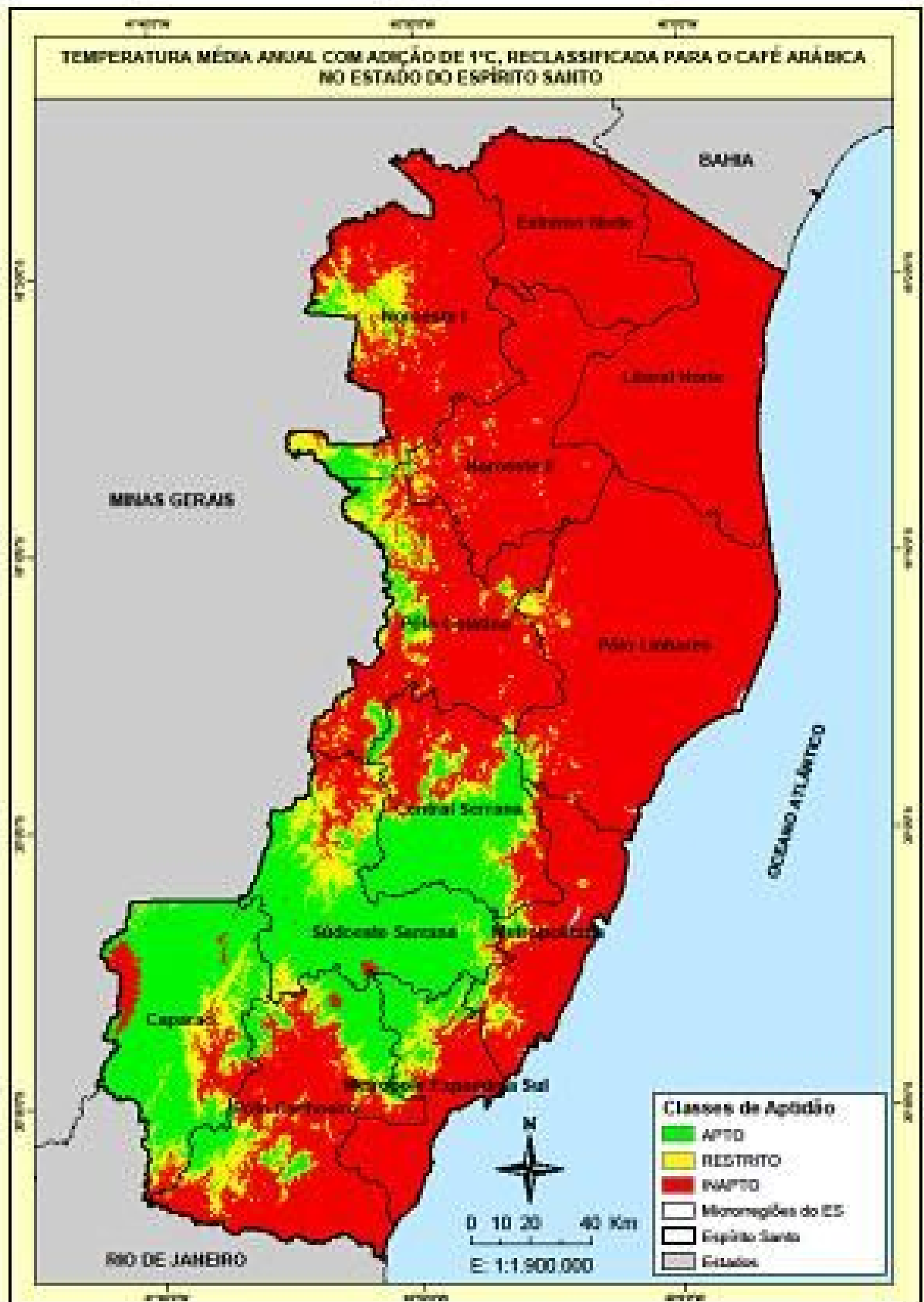


Figura 2 - Aptidão de temperatura com adição de 1°C, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

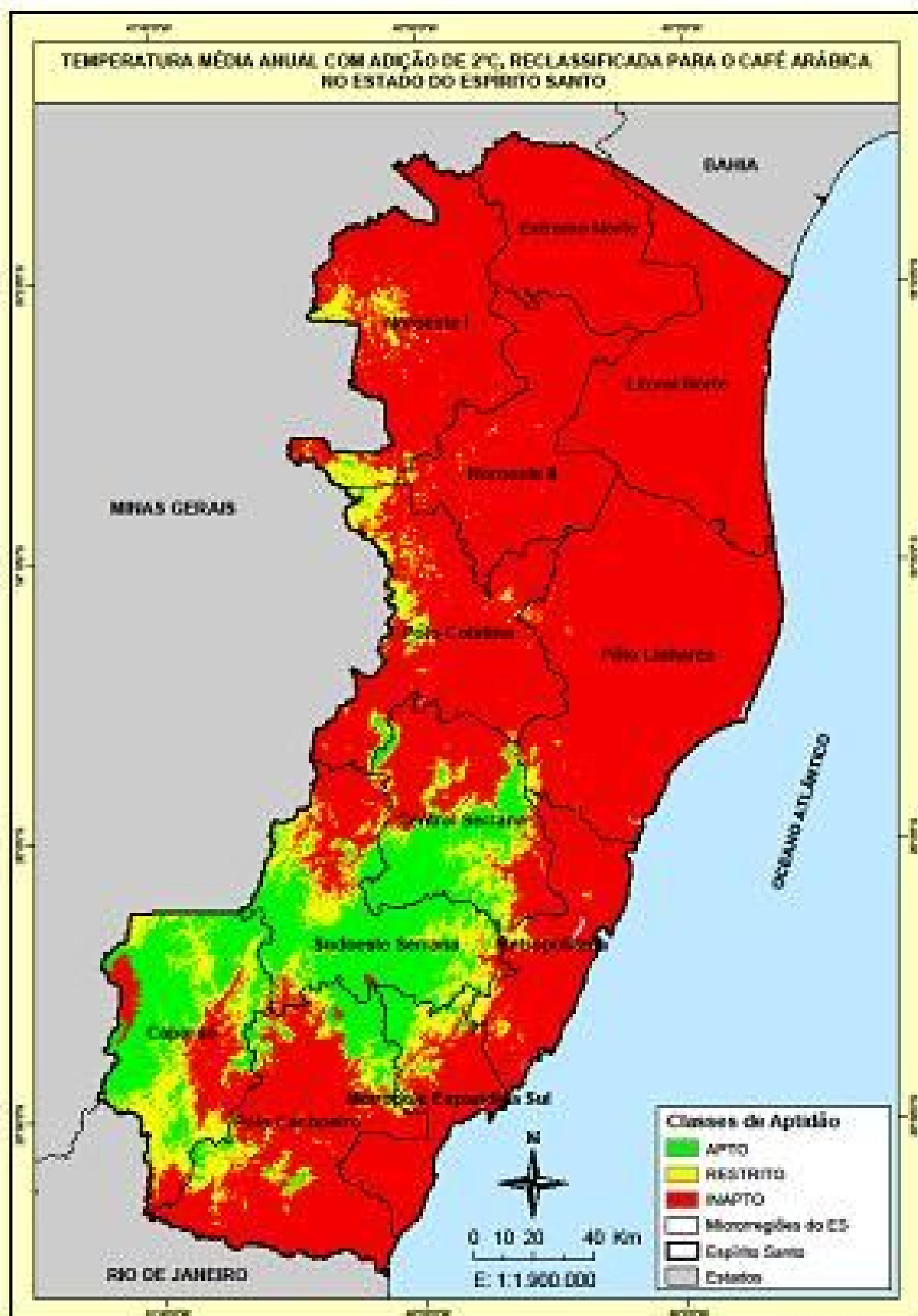


Figura 3 - Aptidão de temperatura com adição de 2°C, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

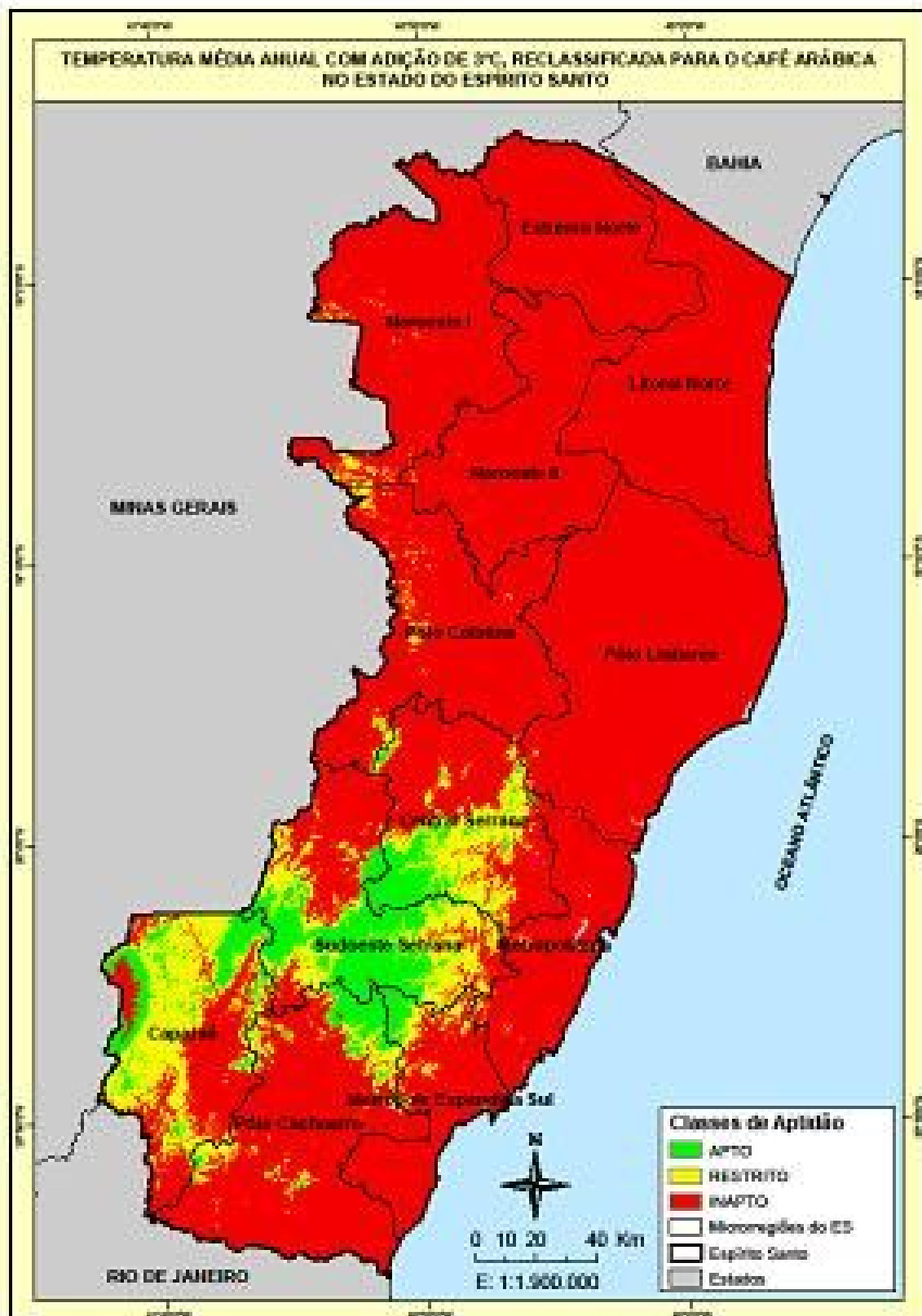


Figura 4 - Aptidão de temperatura com adição de 3°C, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

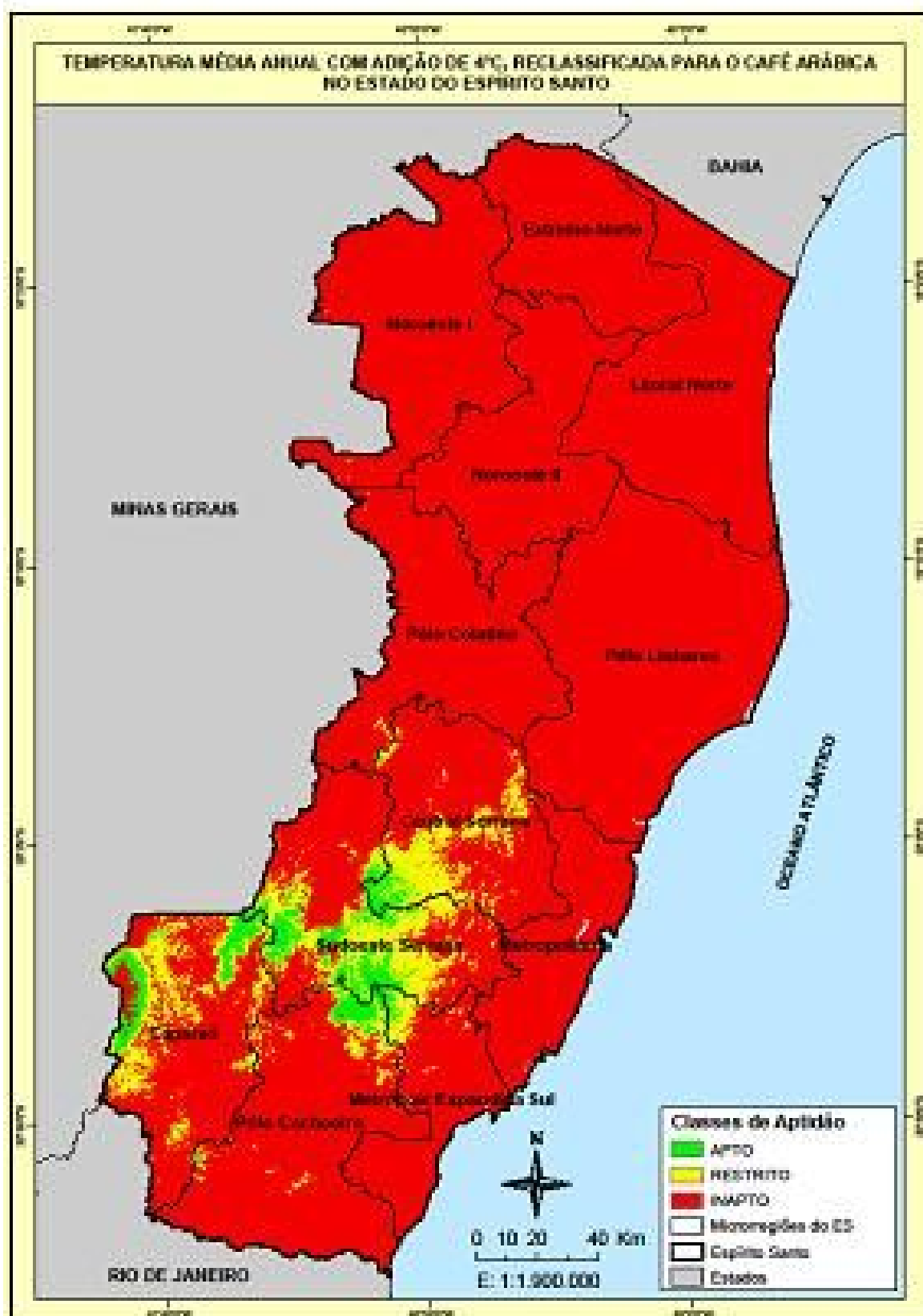


Figura 5 - Aptidão de temperatura com adição de 4°C, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

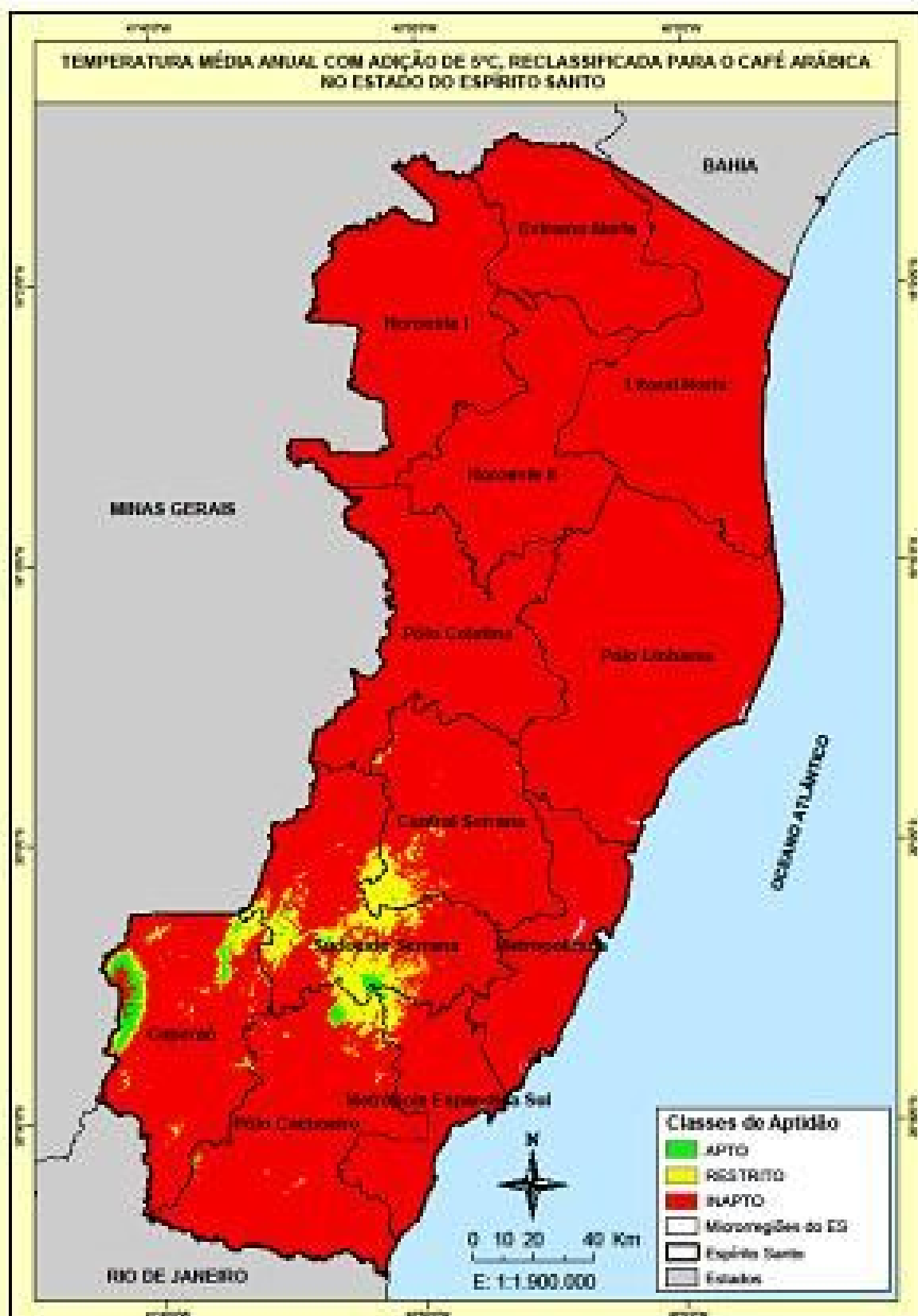


Figura 6 - Aptidão de temperatura com adição de 5°C, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

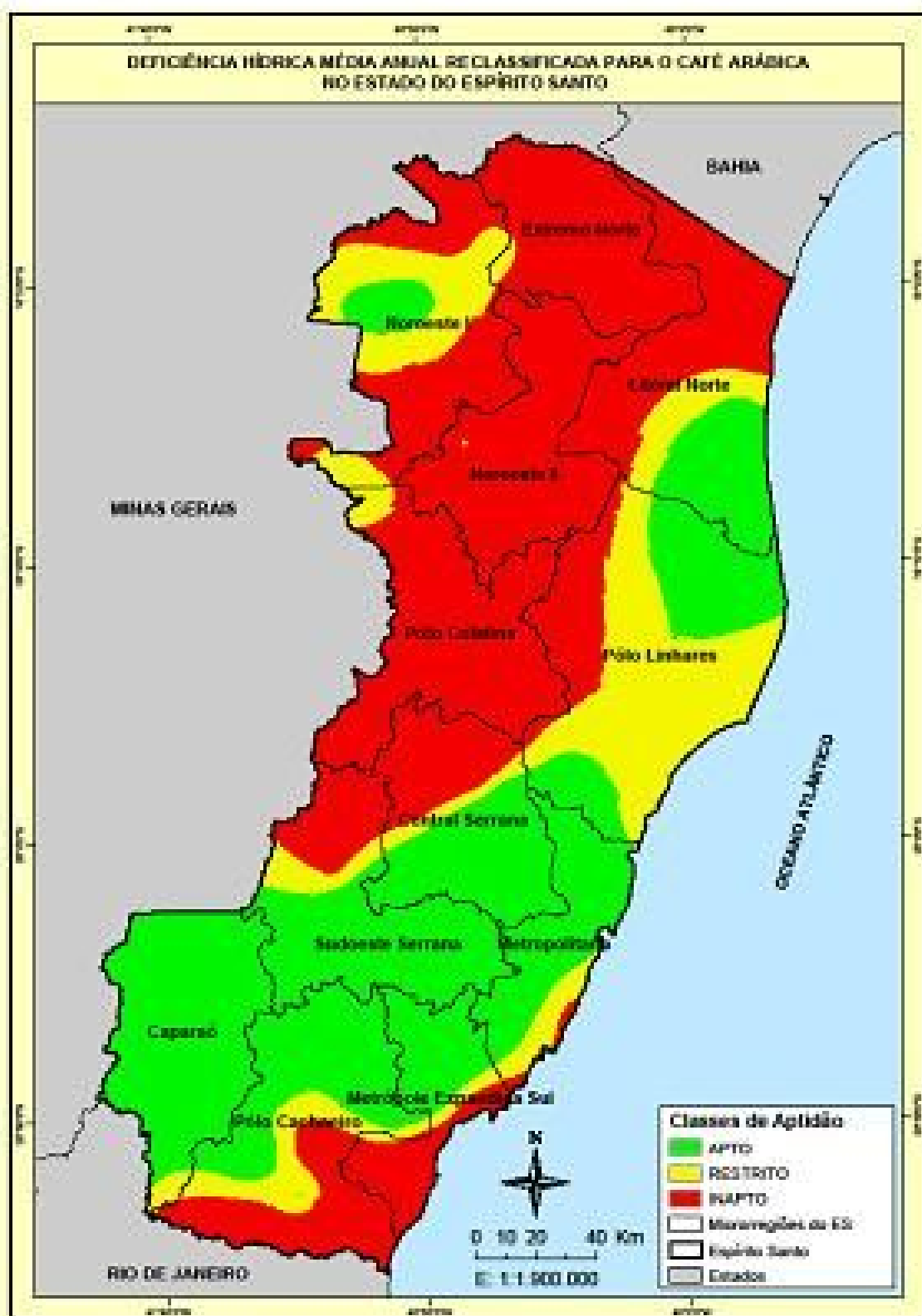


Figura 7 - Aptidão de deficiência hídrica para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

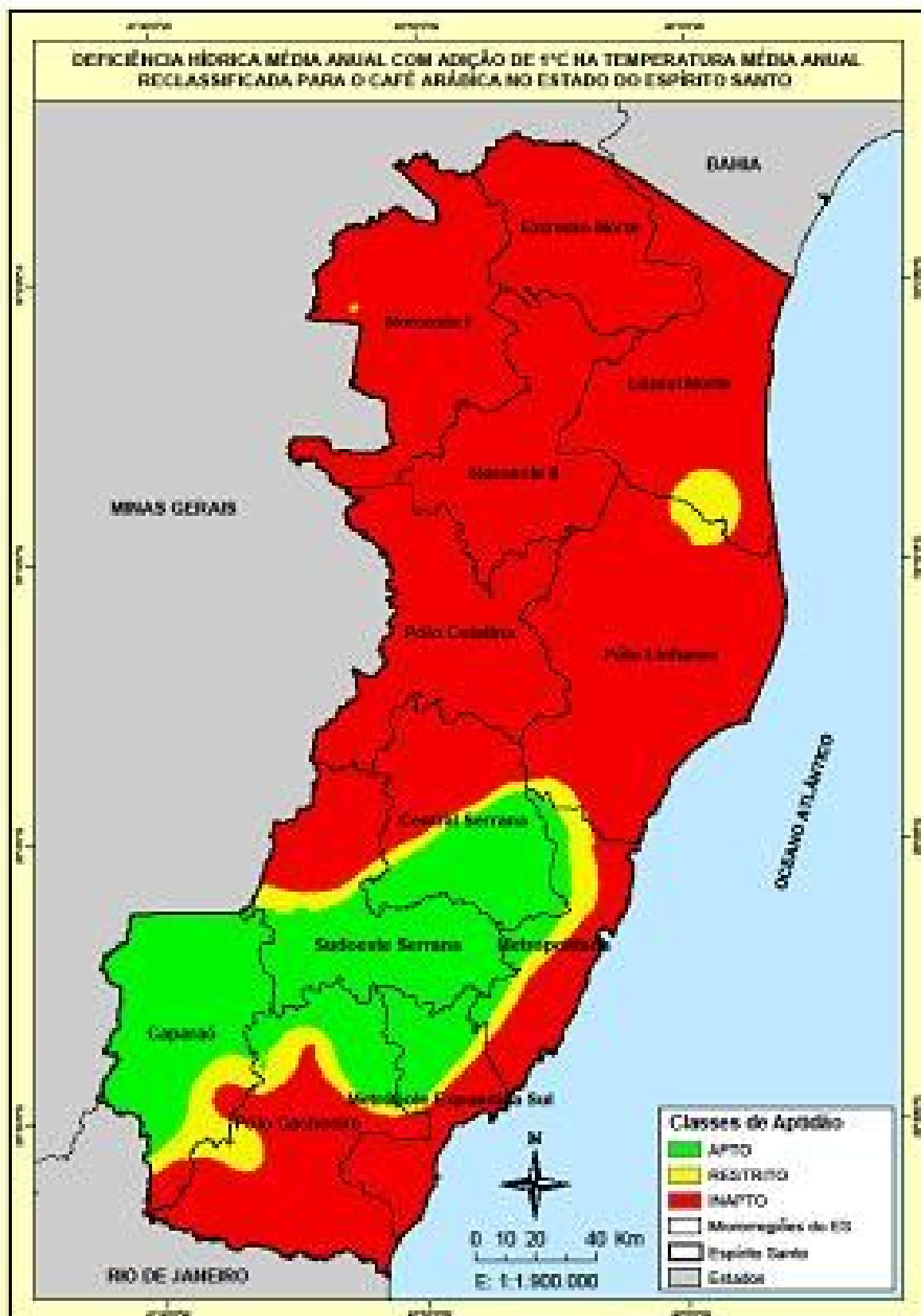


Figura 8 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 1°C nos dados de temperatura, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

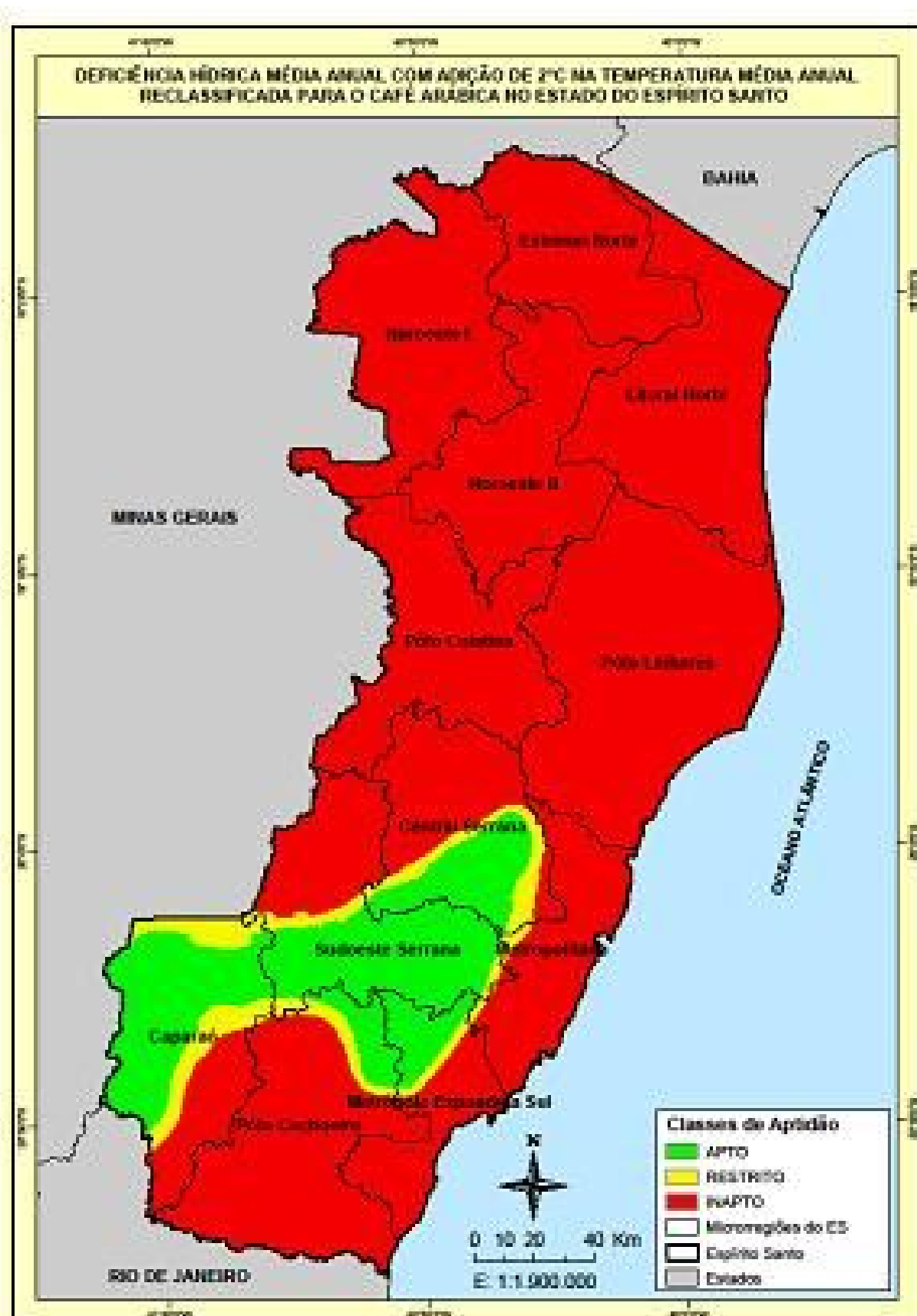


Figura 9 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 2°C nos dados de temperatura, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

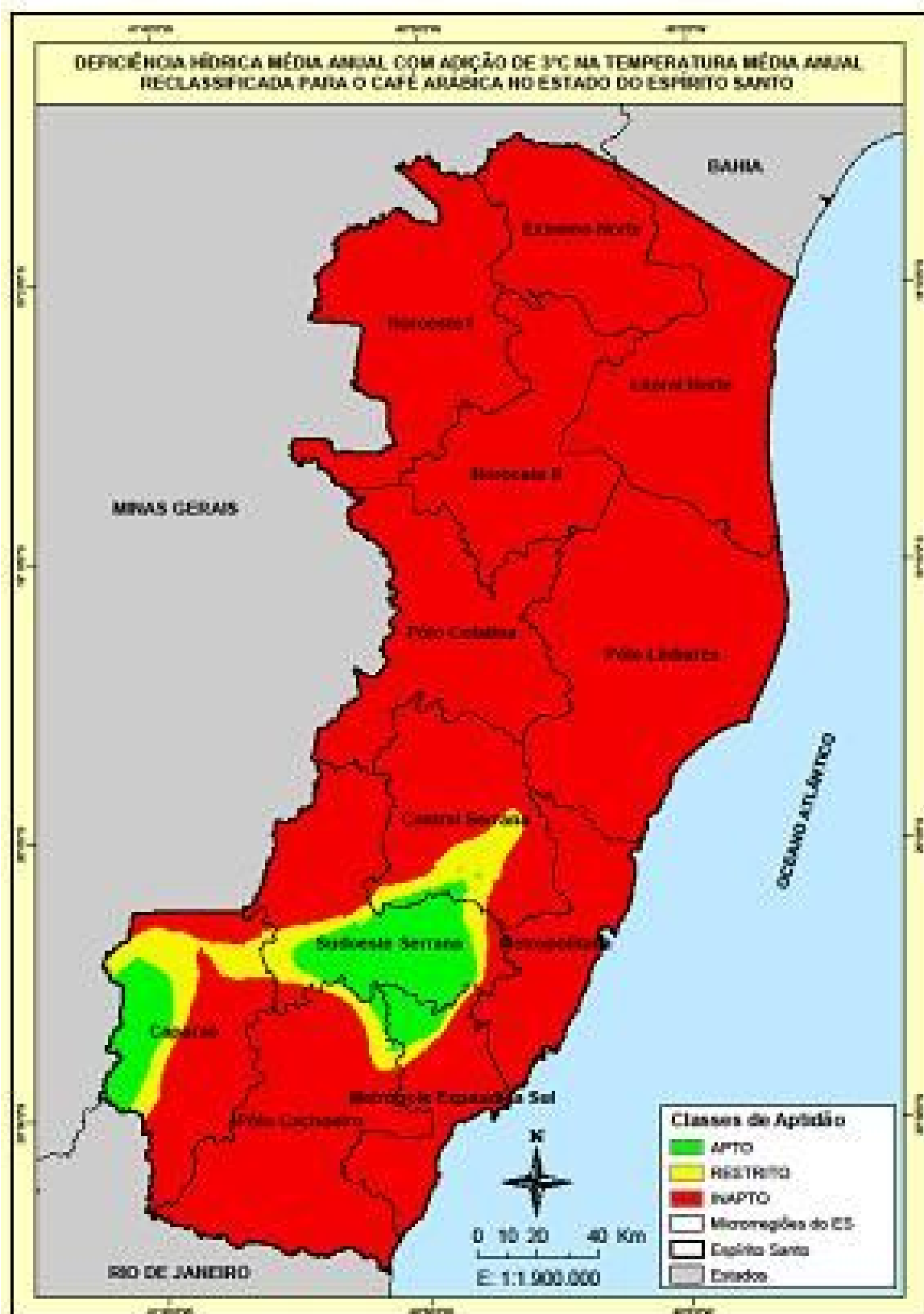


Figura 10 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 3°C nos dados de temperatura, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

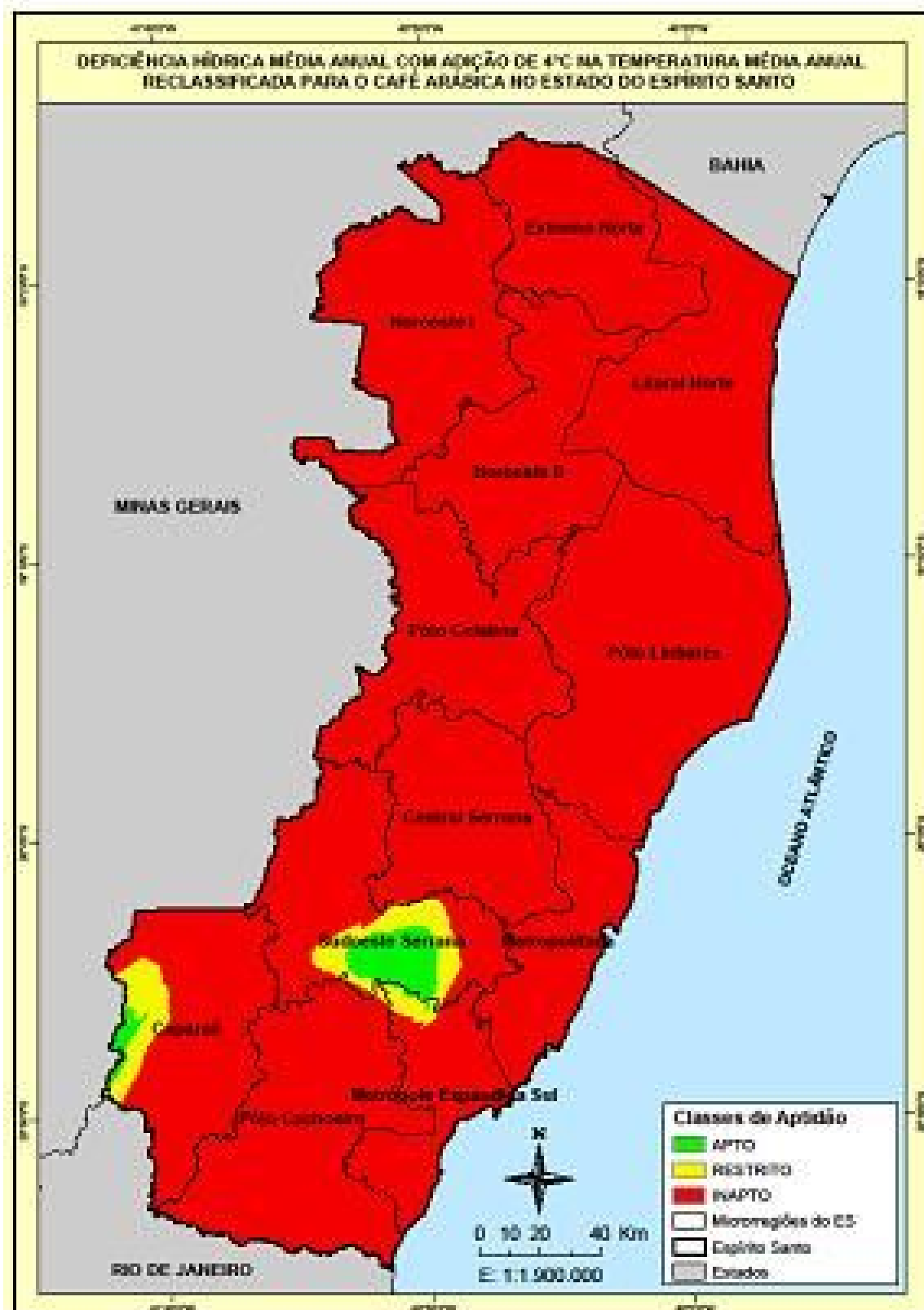


Figura 11 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 4°C nos dados de temperatura, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

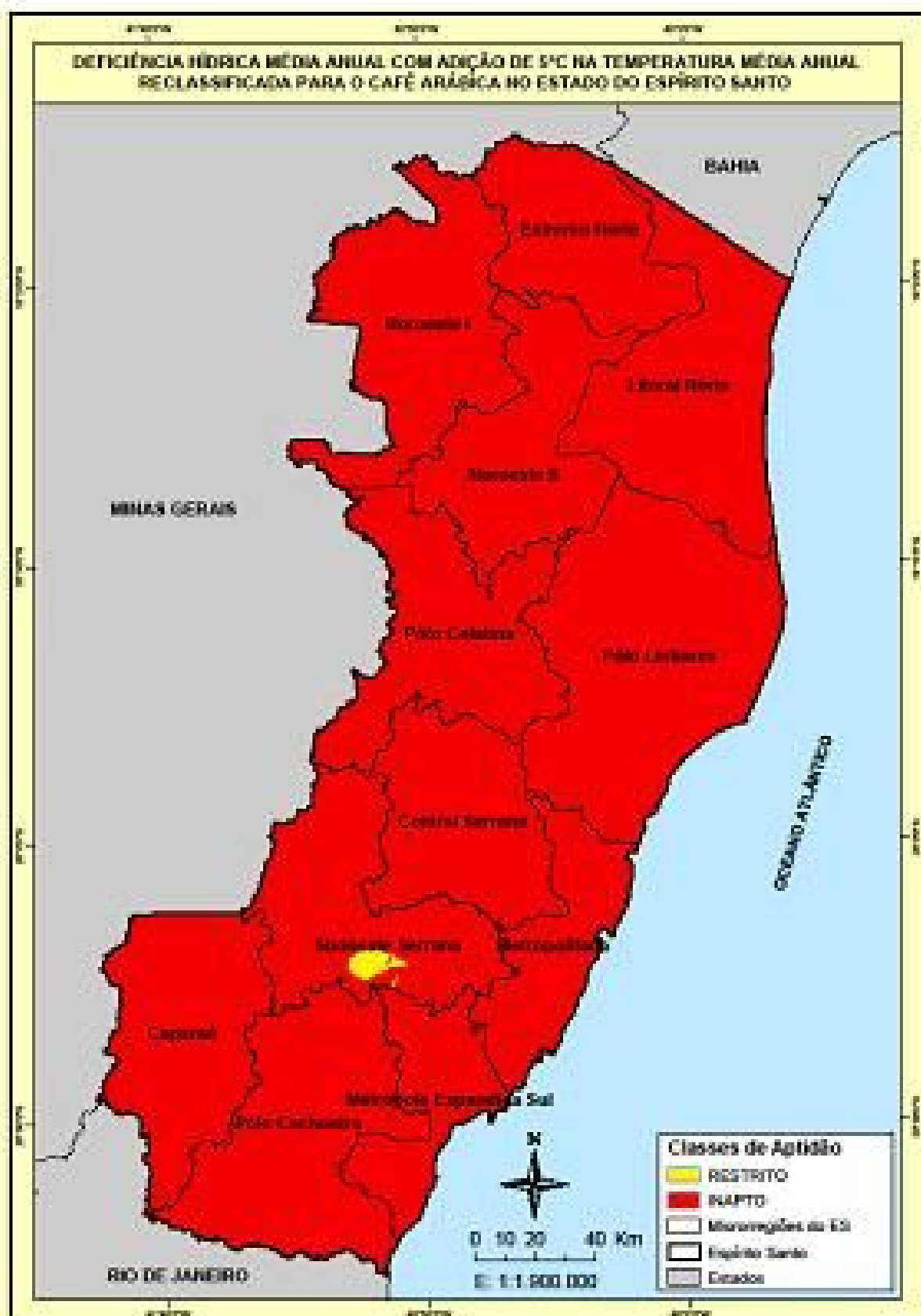


Figura 12 - Aptidão de deficiência hídrica com adição de 5°C nos dados de temperatura, para o café arábica para o estado do Espírito Santo.

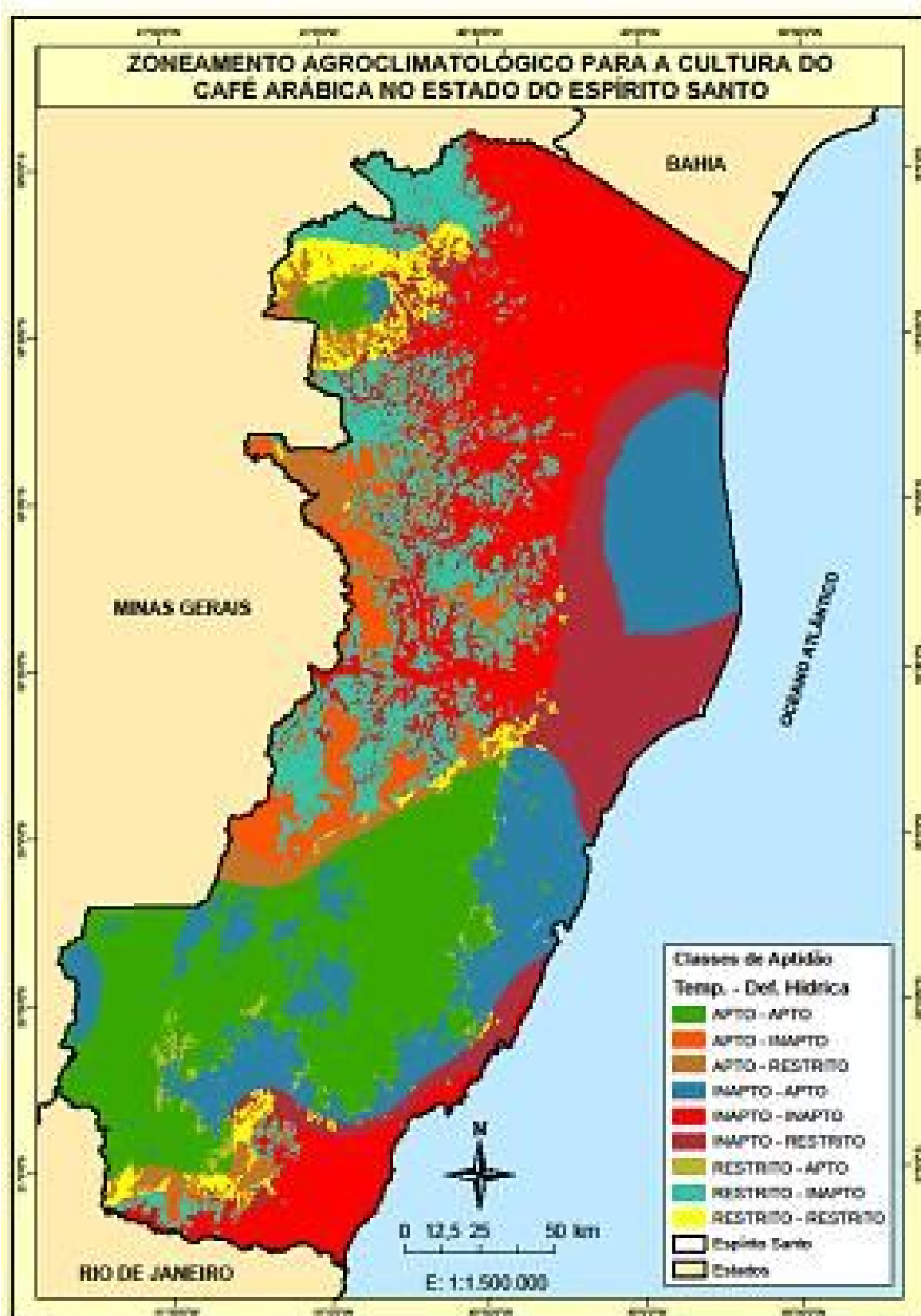


Figura 13 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão, para o arábica (*Coffea arabica* L.) para o estado do Espírito Santo - ZONACA.

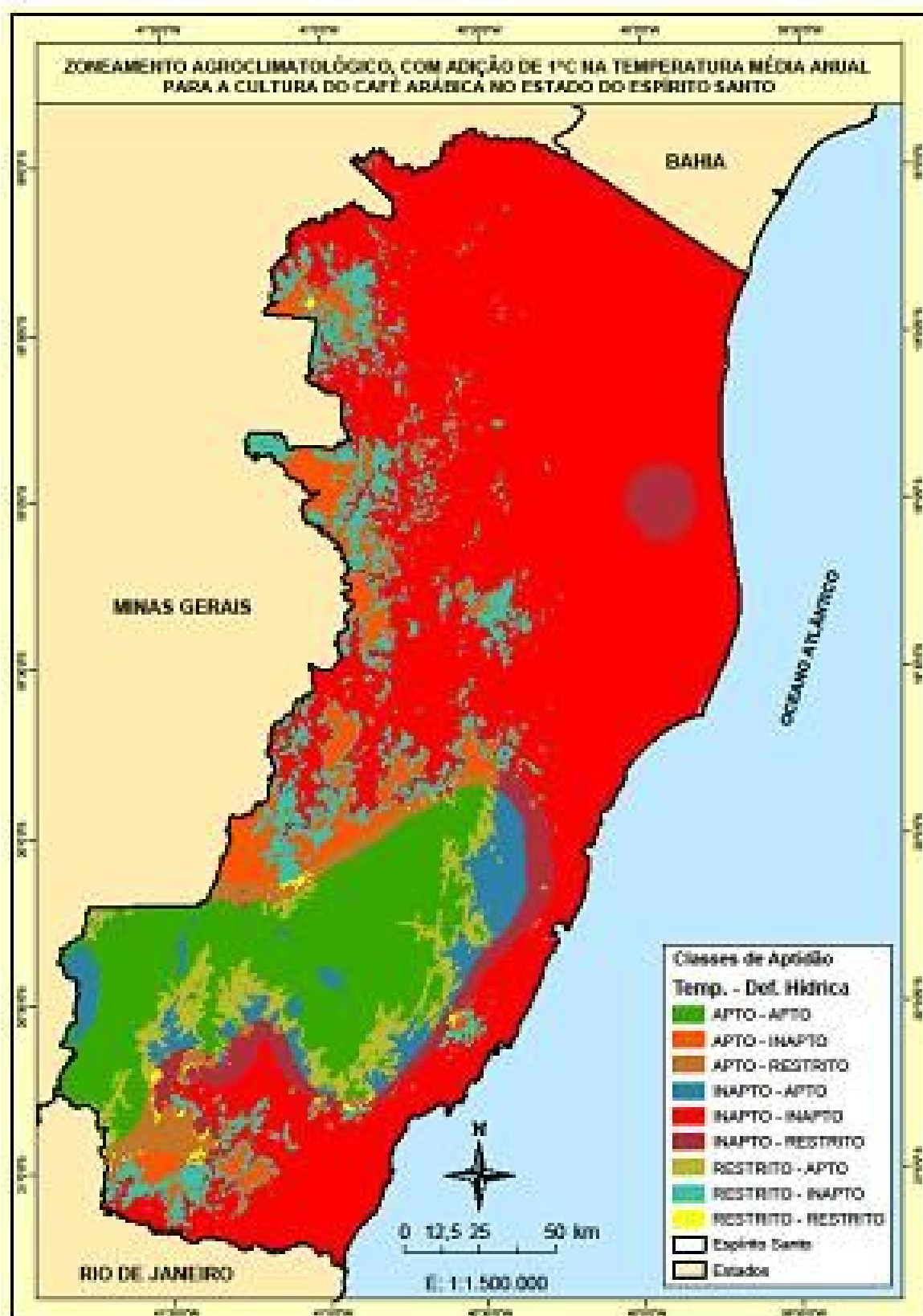


Figura 14 - ZONACA + 1°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

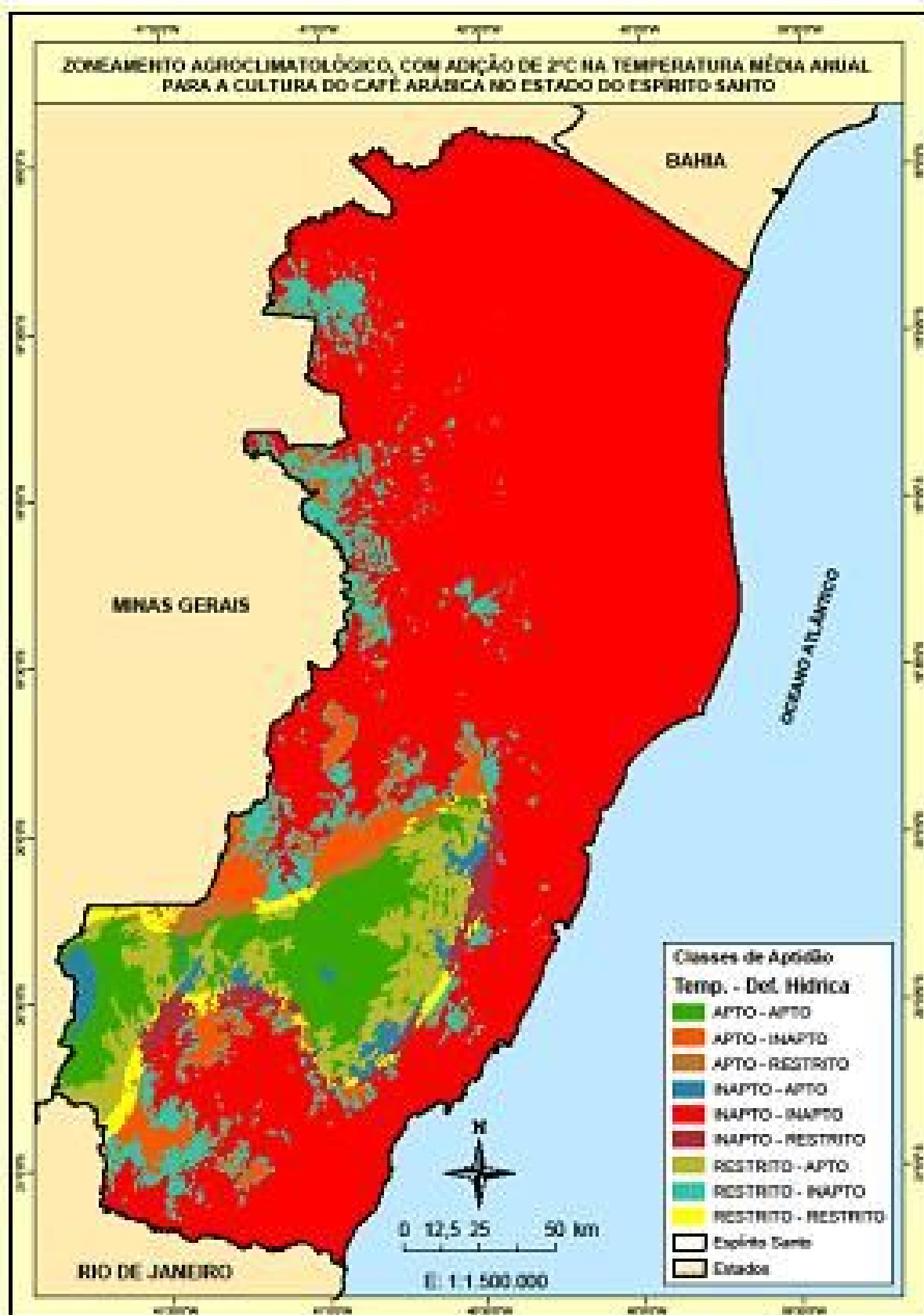


Figura 15 - ZONACA + 2°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

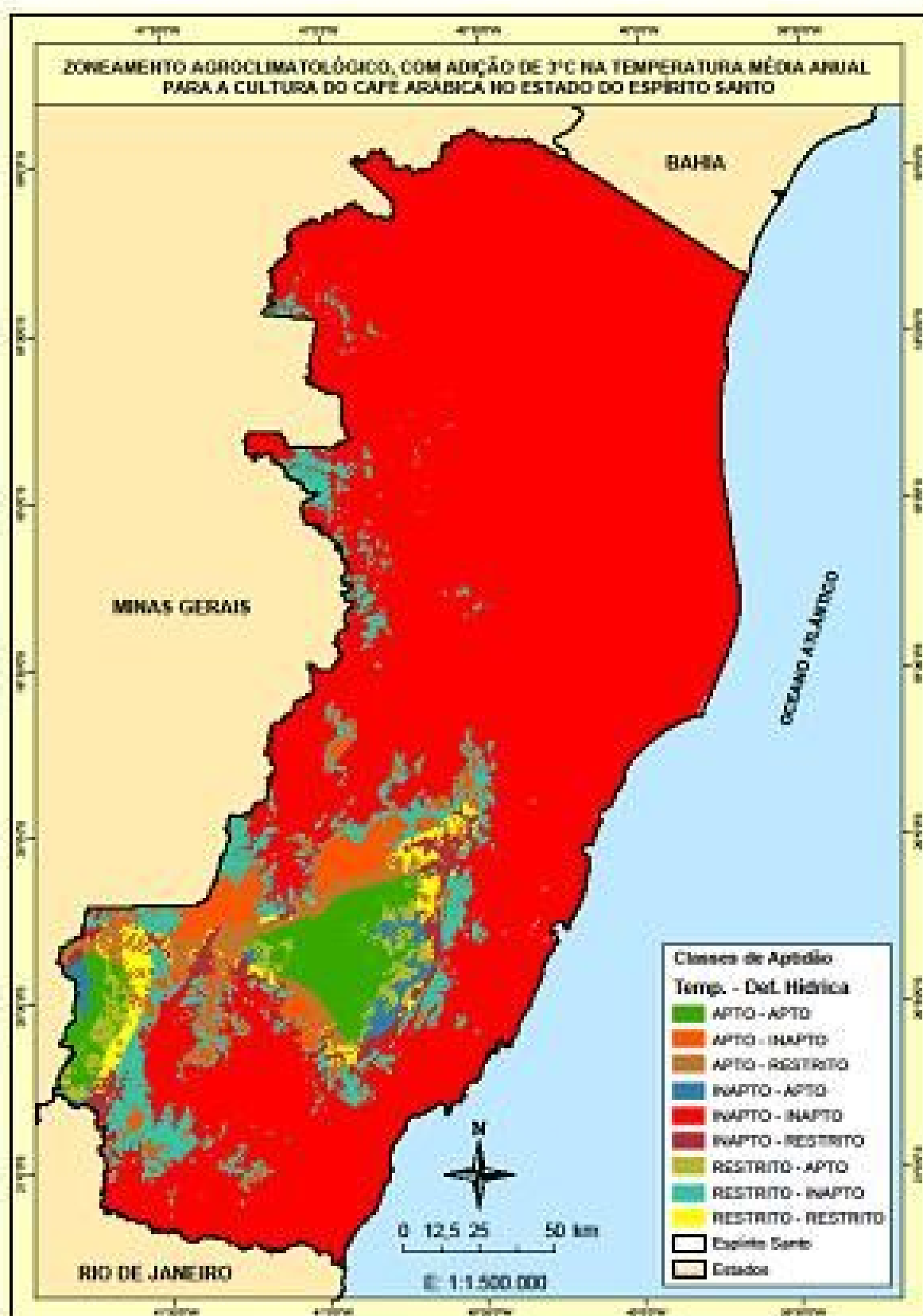


Figura 16 - ZONACA + 3°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

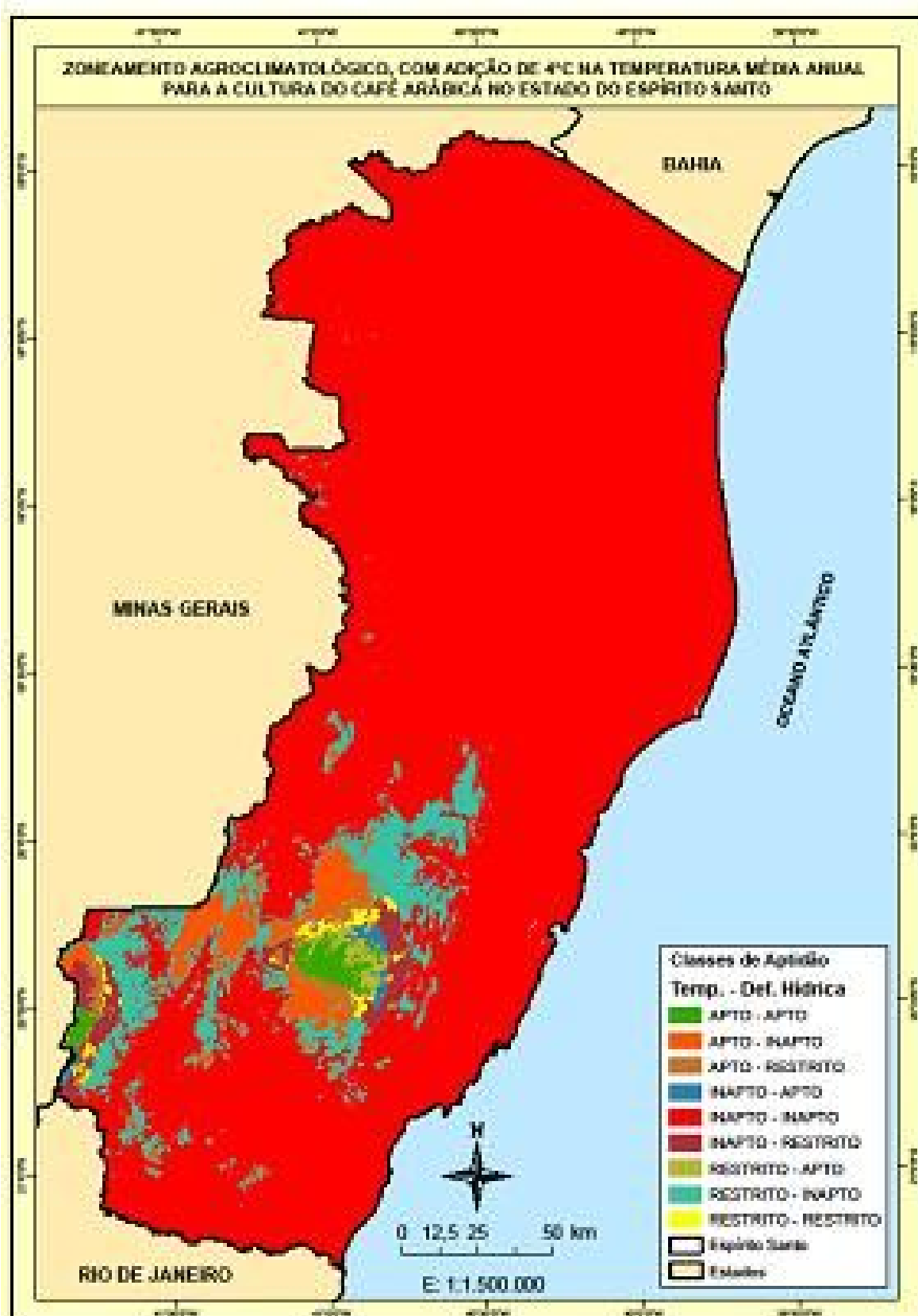


Figura 17 - ZONACA + 4°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

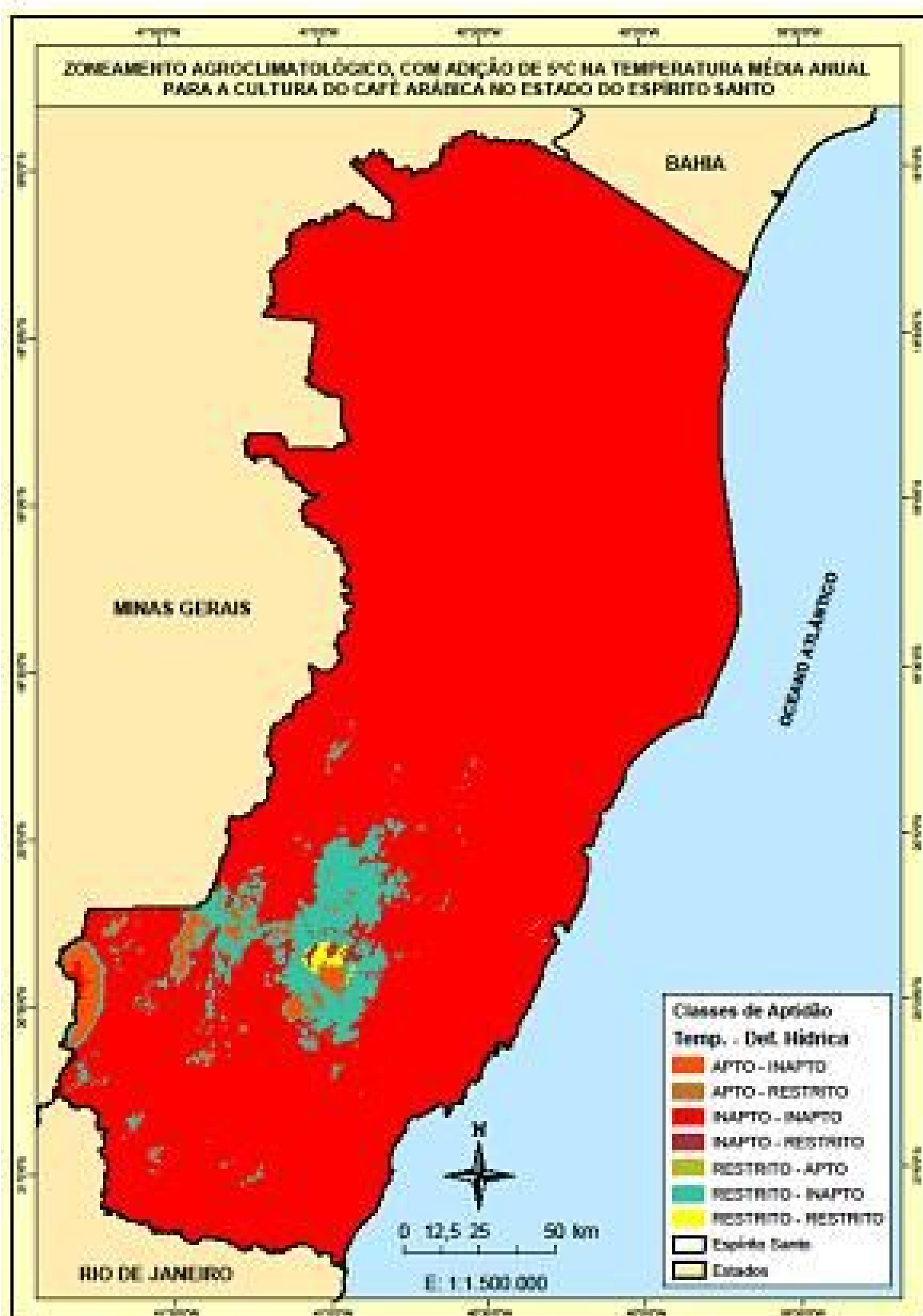


Figura 18 - ZONACA + 5°C, por classe de aptidão para o estado do Espírito Santo.

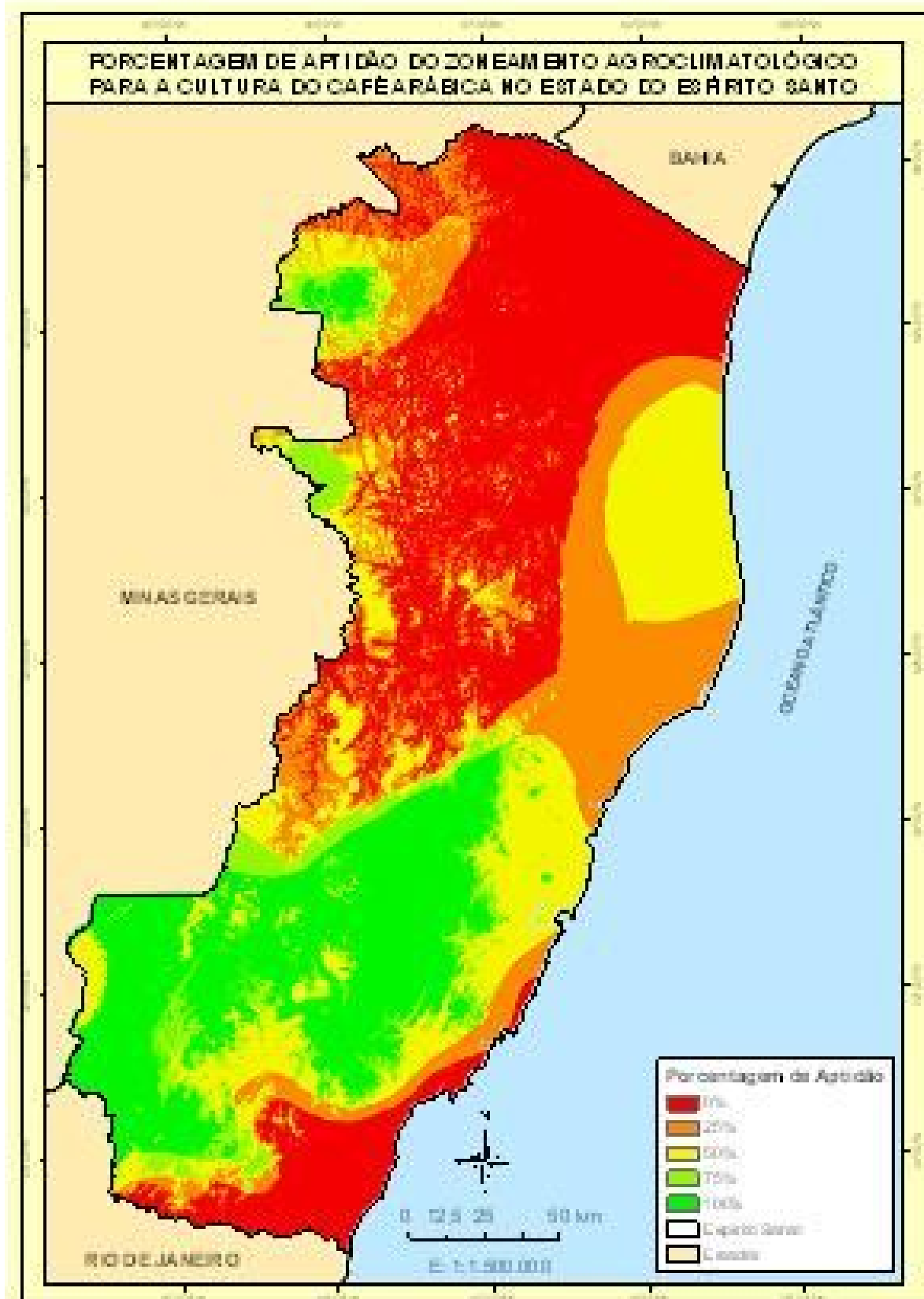


Figura 19 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão para o café arábica (*Coffea arabica* L.) para o estado do Espírito Santo.

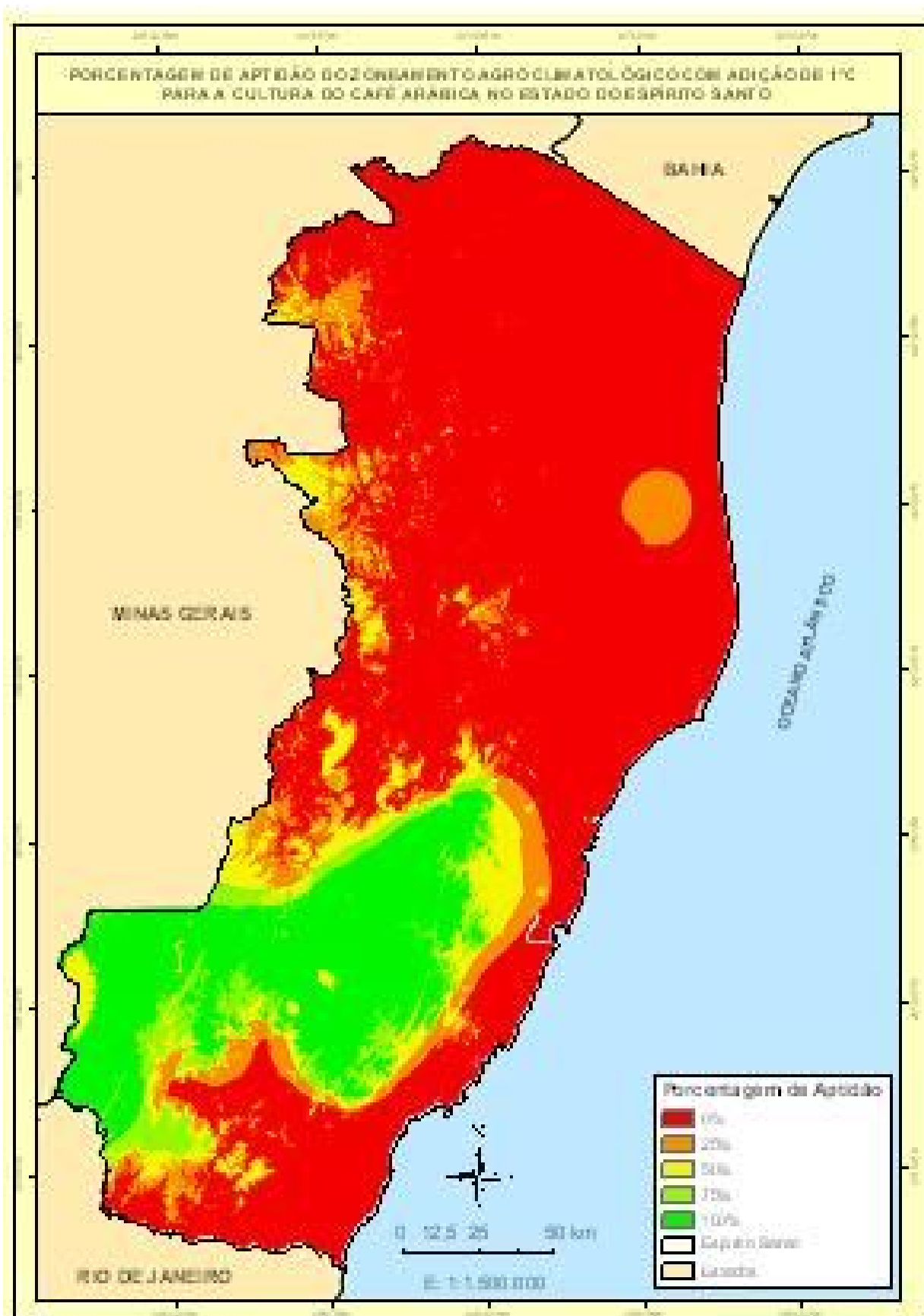


Figura 20 - ZONACA + 1°C, por porcentagem de aptidão para o estado do Espírito Santo.

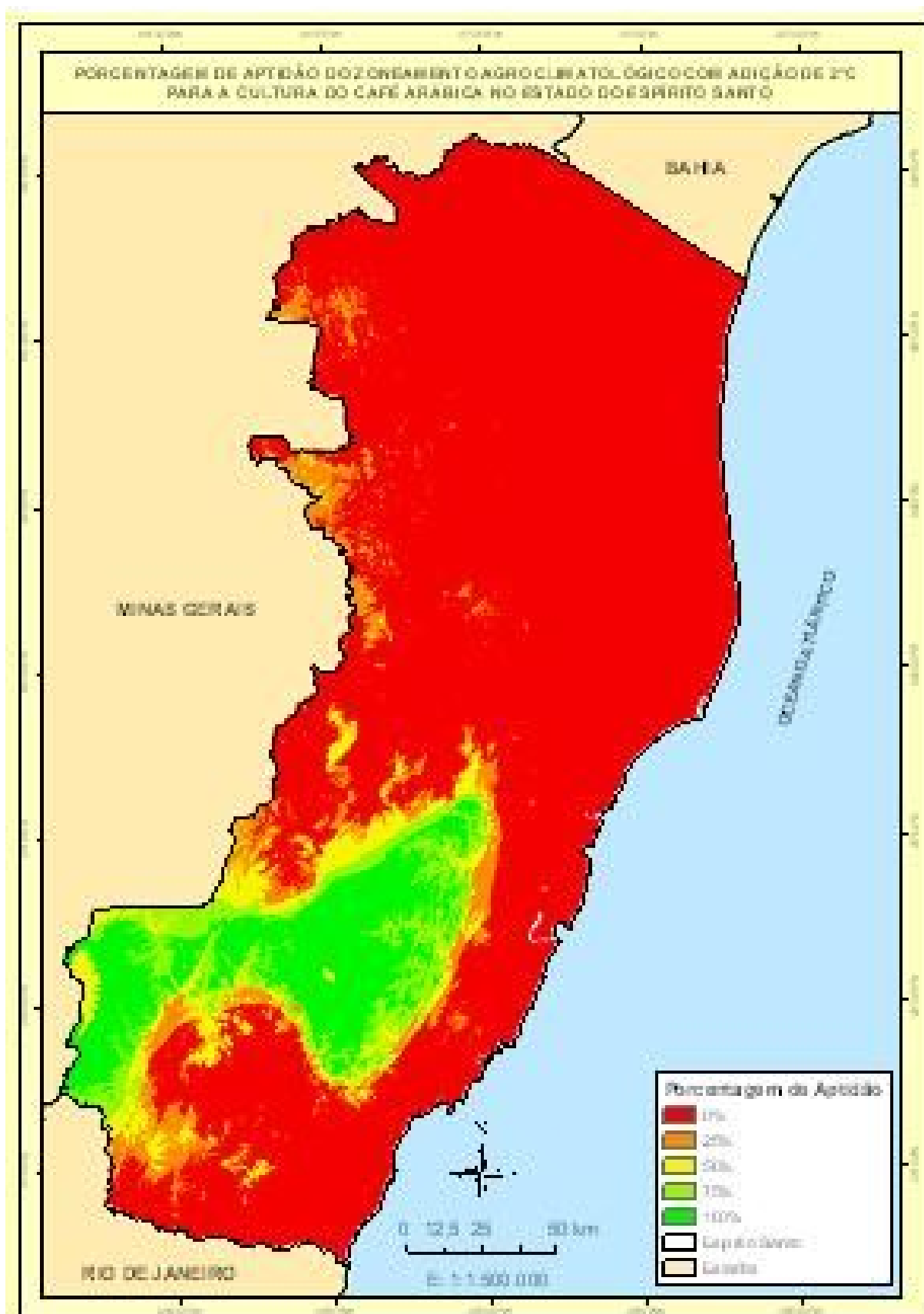


Figura 21 - ZONACA + 2°C, por porcentagem de aptidão para o estado do Espírito Santo.

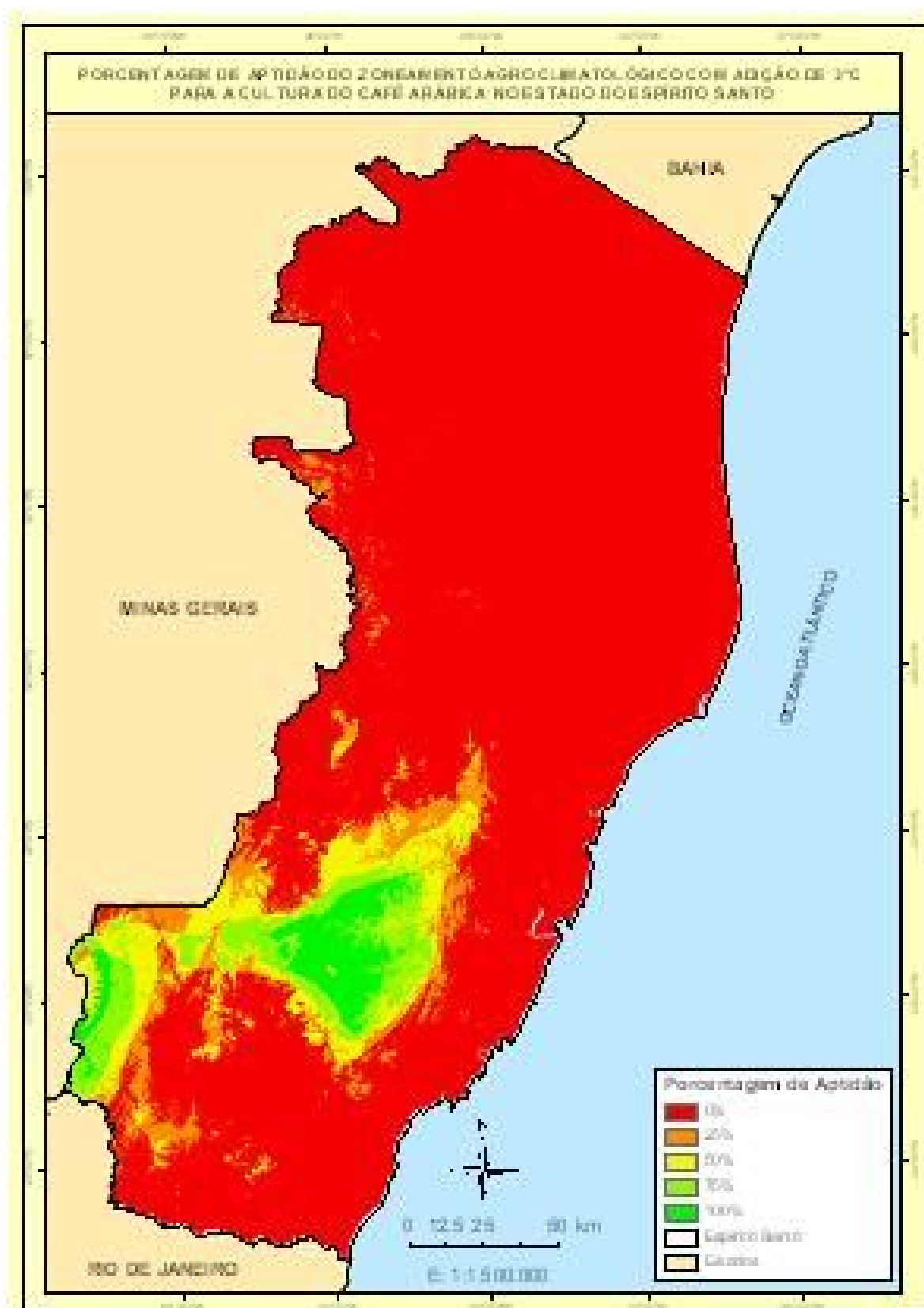


Figura 22 - ZONACA + 3°C, por porcentagem de aptidão para o estado do Espírito Santo.

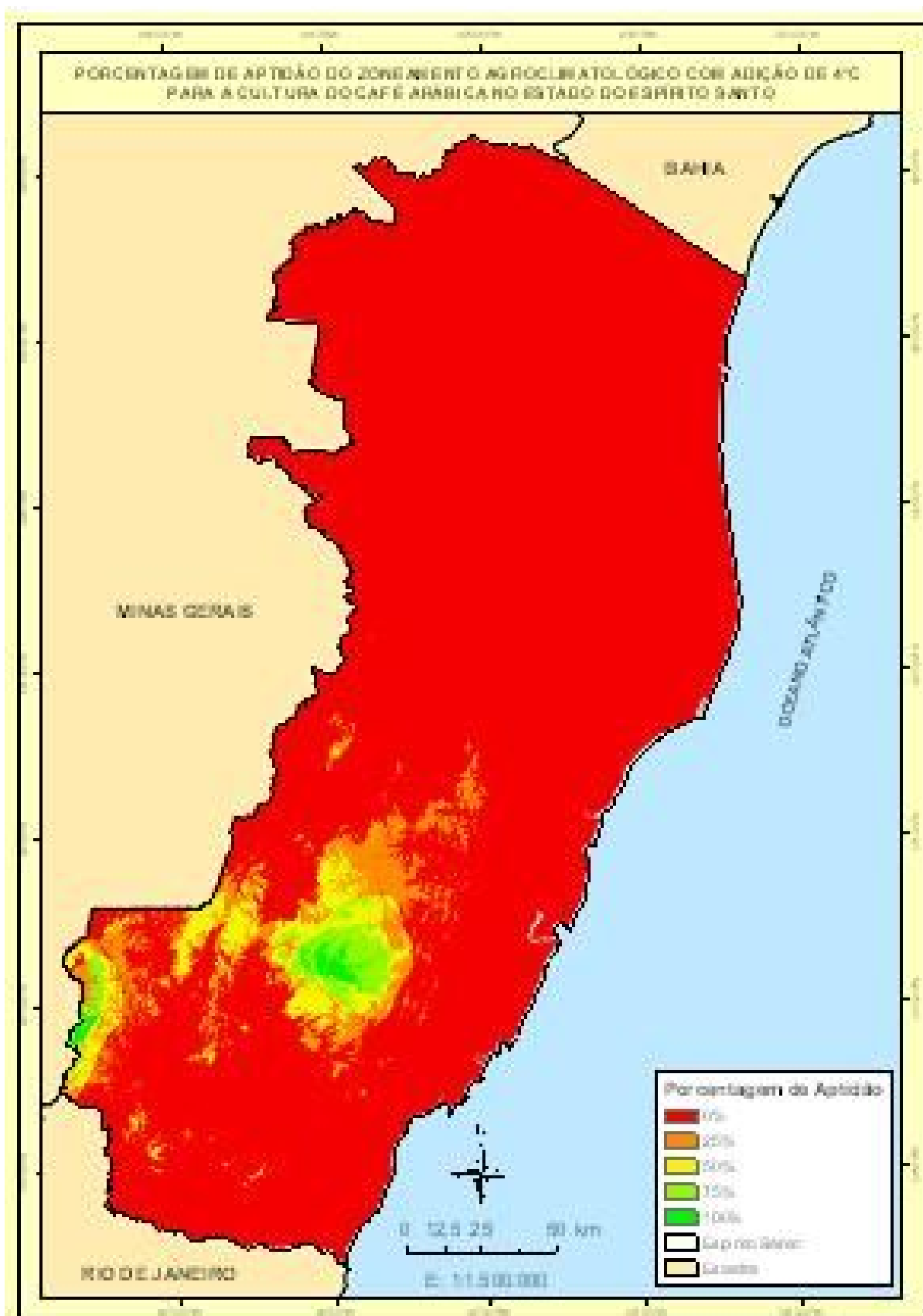


Figura 23 - ZONACA + 4°C, por porcentagem de aptidão para o estado do Espírito Santo.

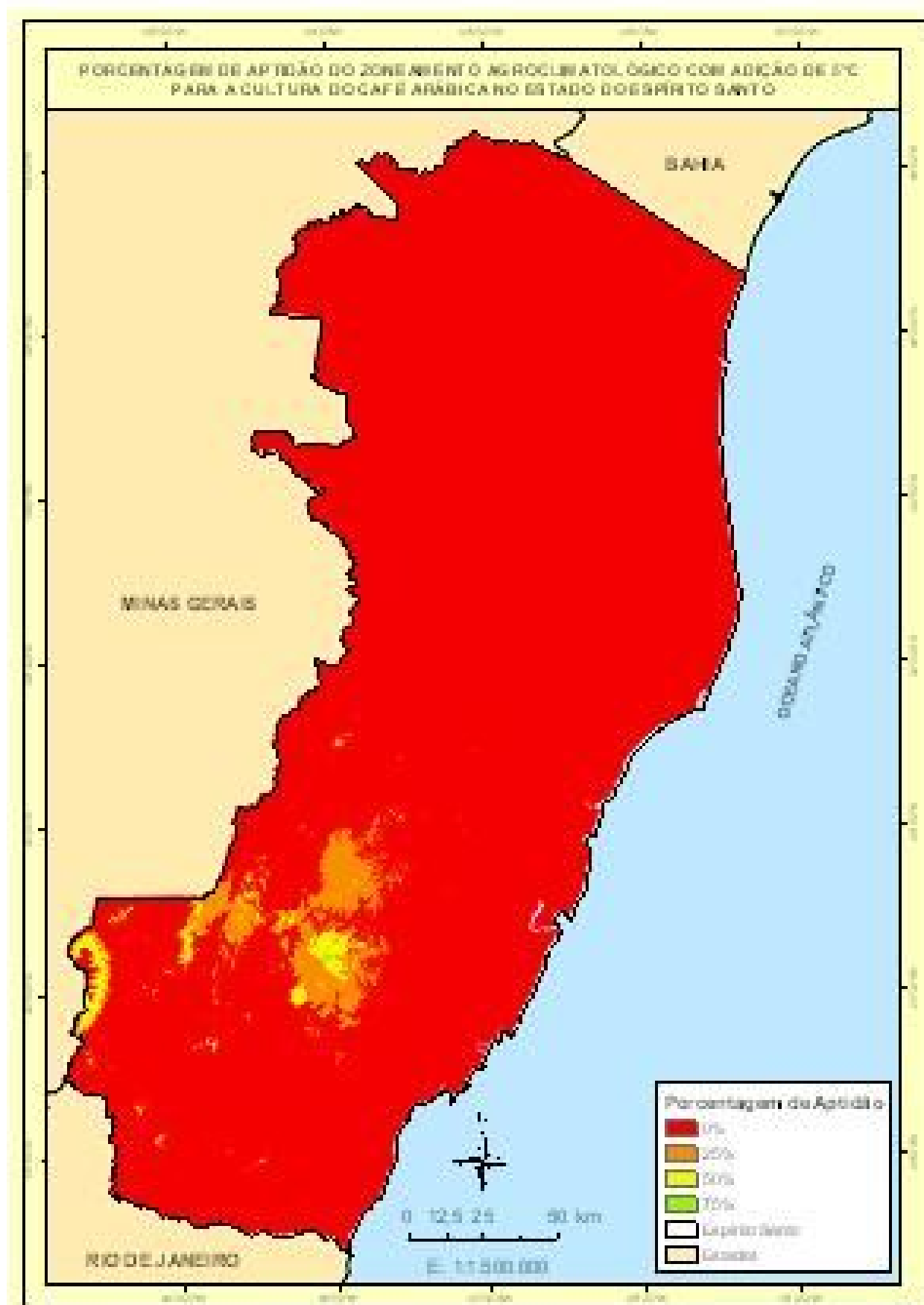


Figura 24 - ZONACA + 5°C, por porcentagem de aptidão para o estado do Espírito Santo.

ANEXO 4

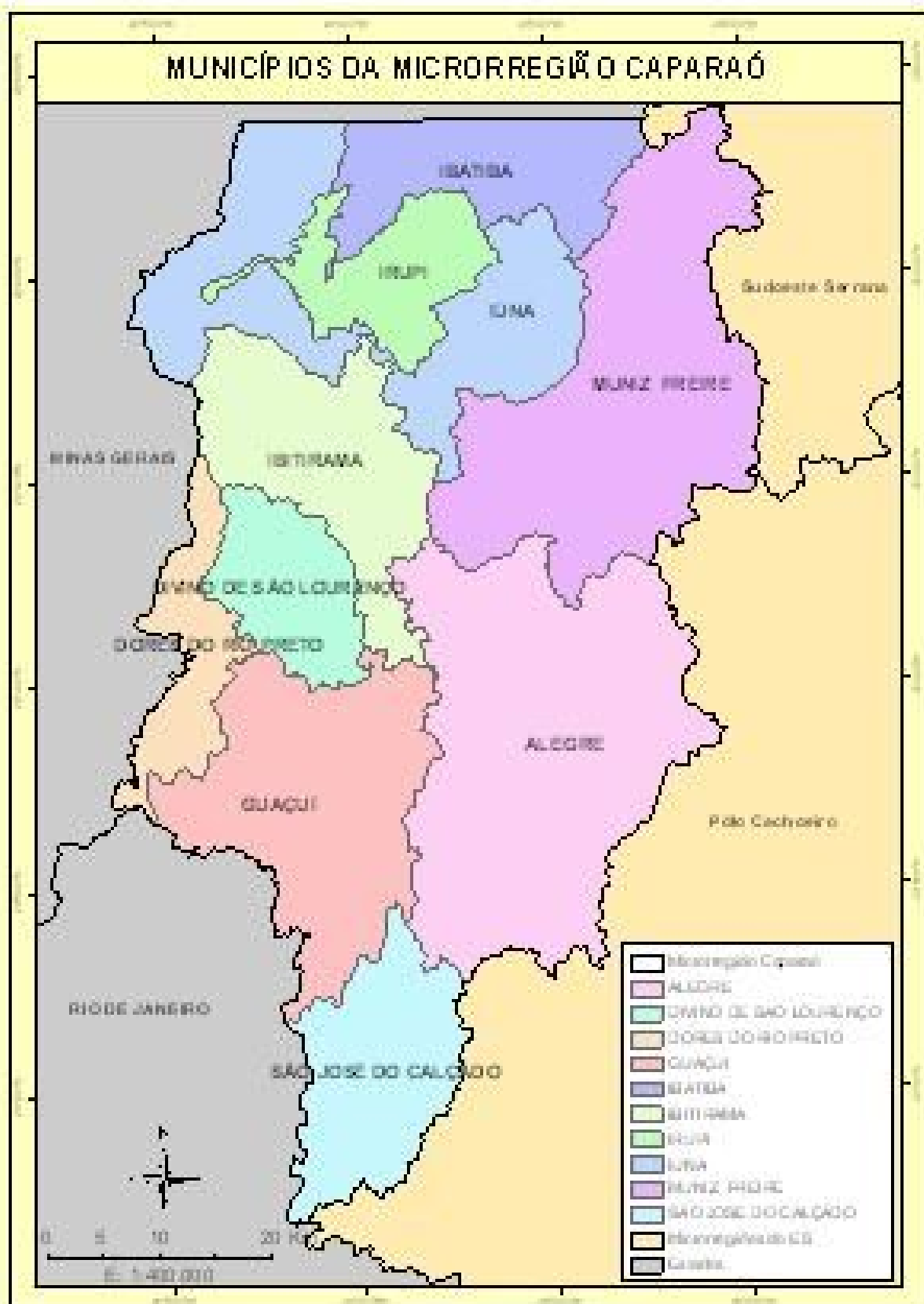


Figura 1 - Municípios da Microrregião de Planejamento Caparaó/ES.

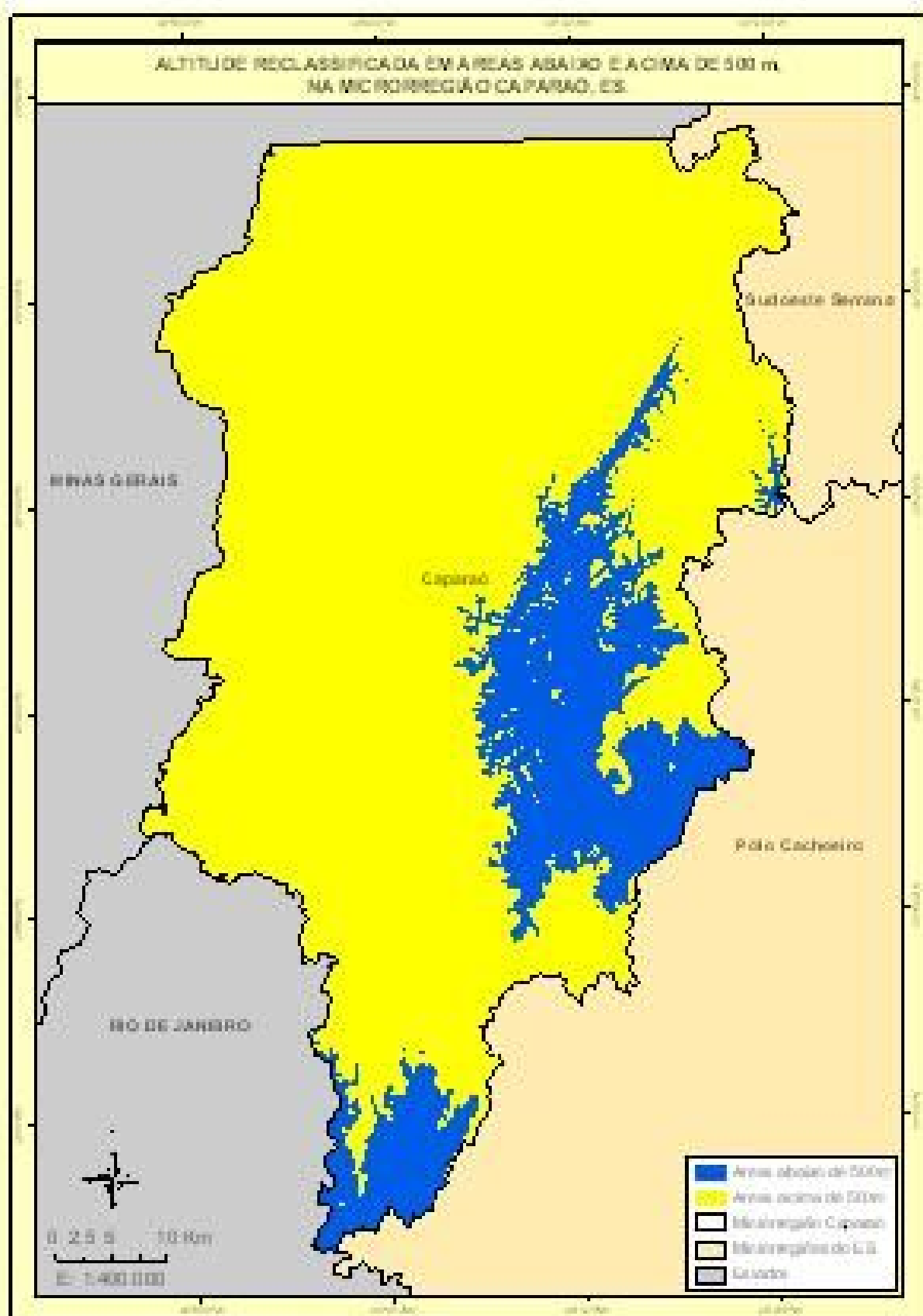


Figura 2 - MDE reclassificado em áreas abaixo e acima de 500m para Microrregião Caparaó/ES.

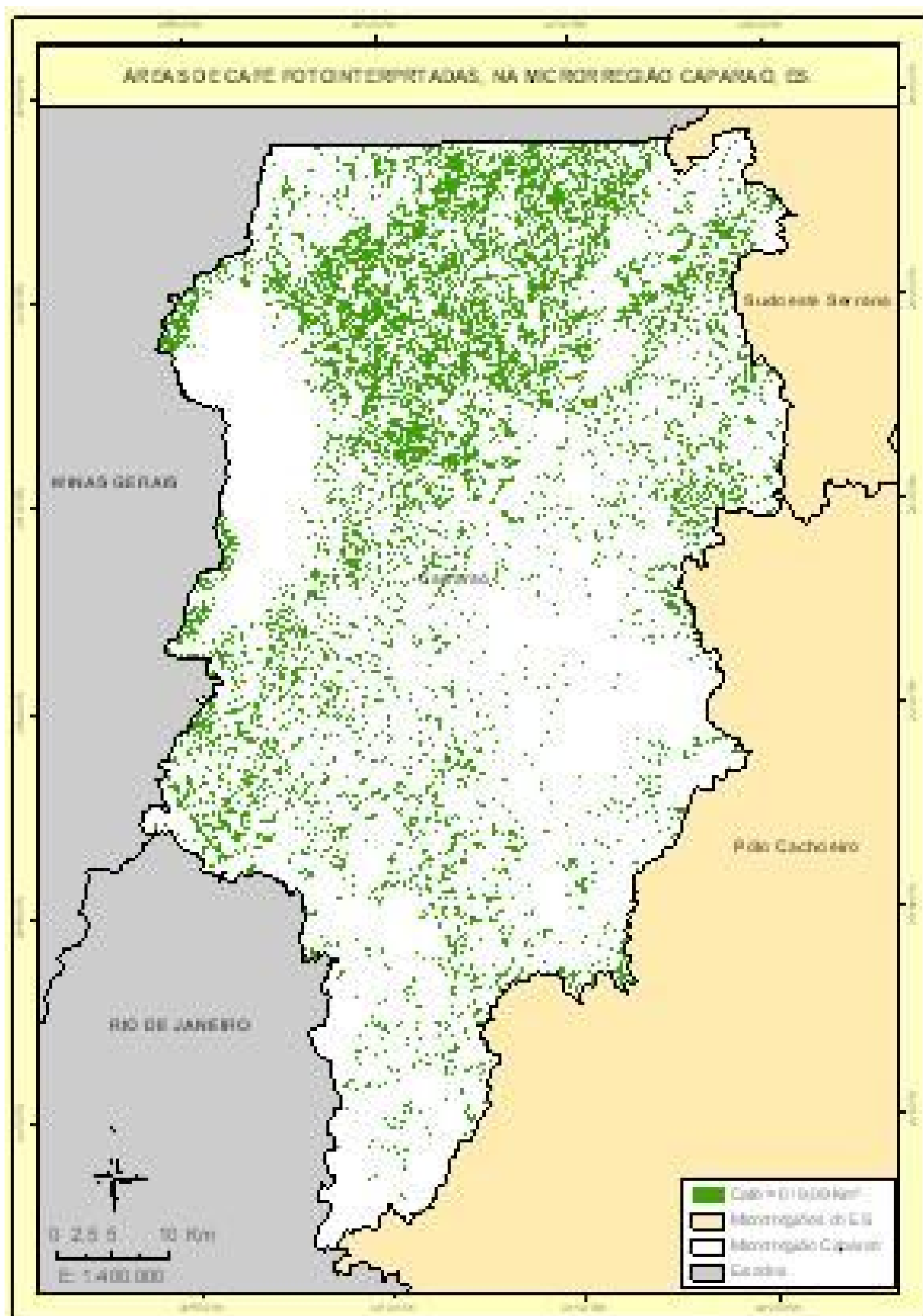


Figura 3 - Áreas fotointerpretadas de café Conilon e Arábica para Microrregião Caparaó/ES.

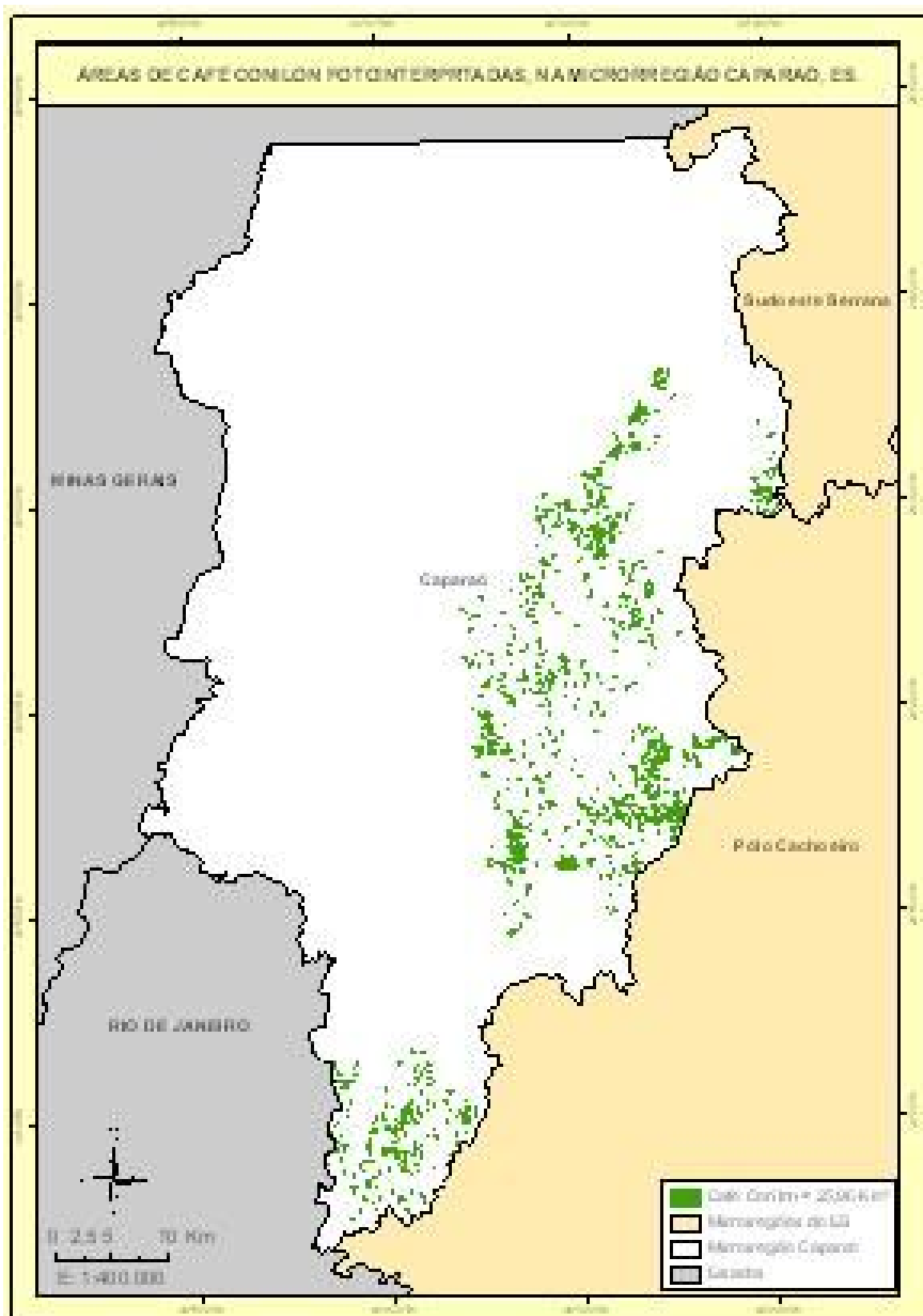


Figura 4 - Áreas de Café conilon fotointerpretadas na Microrregião Caparaó/ES.

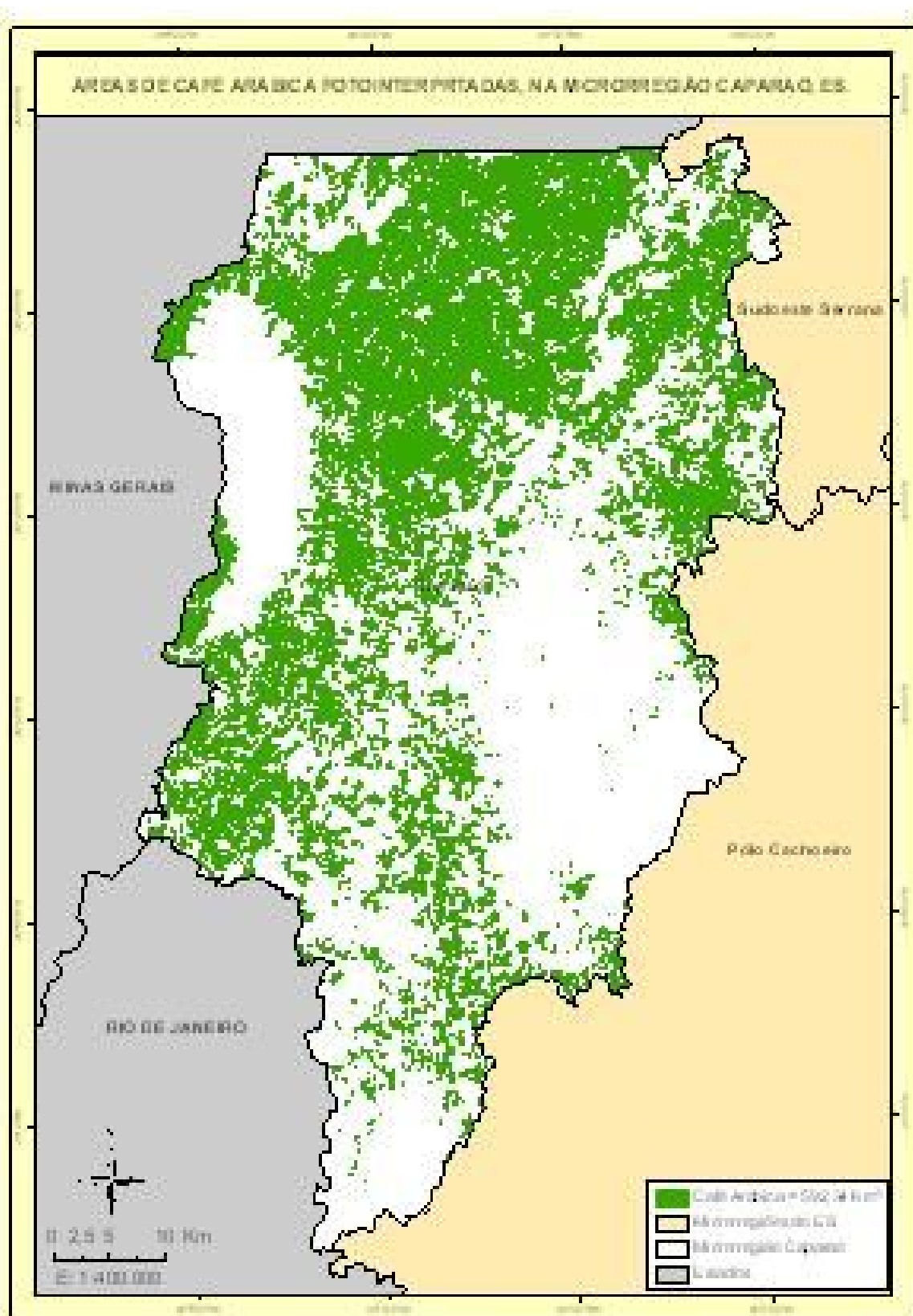


Figura 5 - Áreas de café Arábica fotointerpretadas na Microrregião Caparaó/ES.

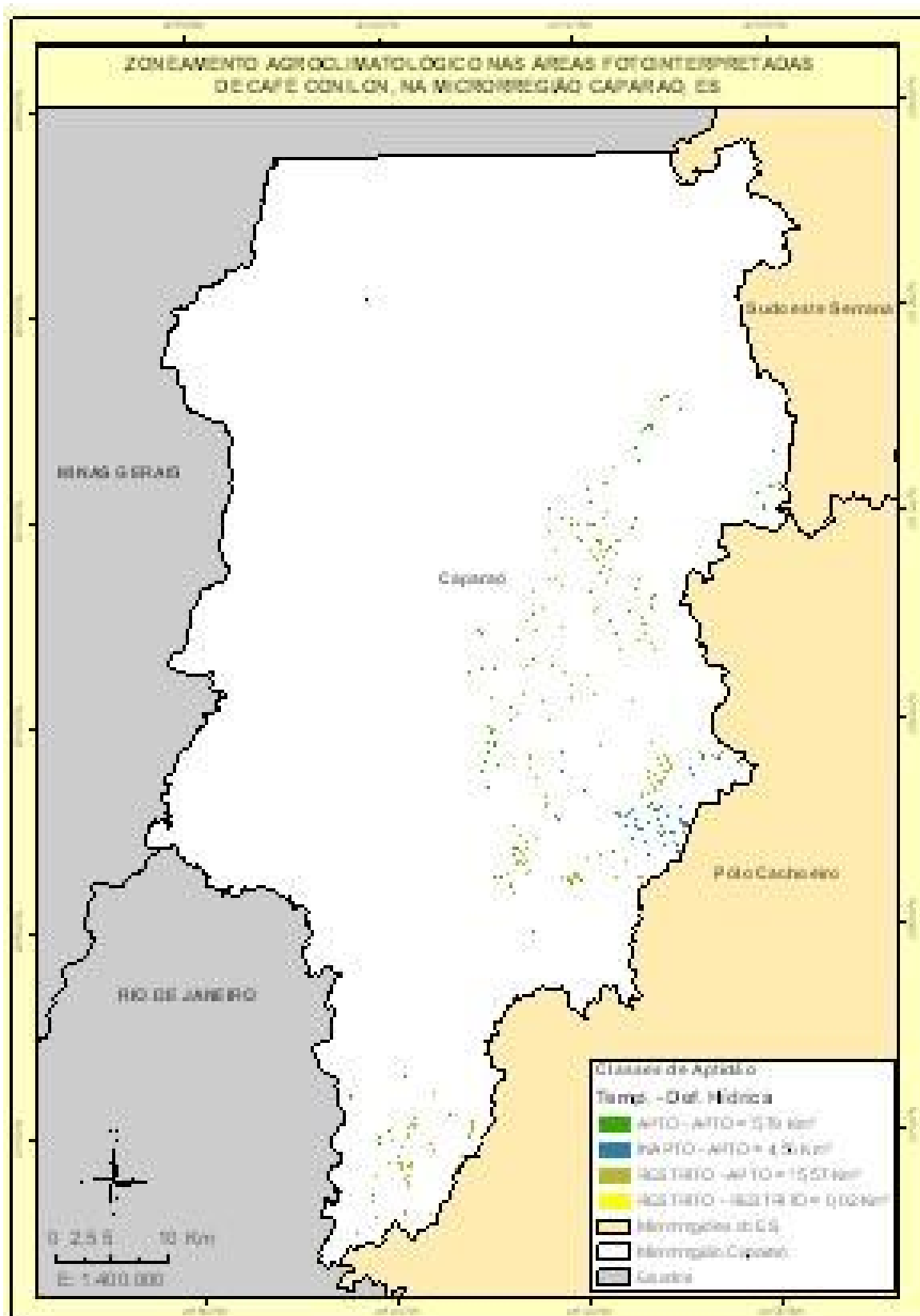


Figura 6 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de Café Conilon na Microrregião Caparaó/ES.

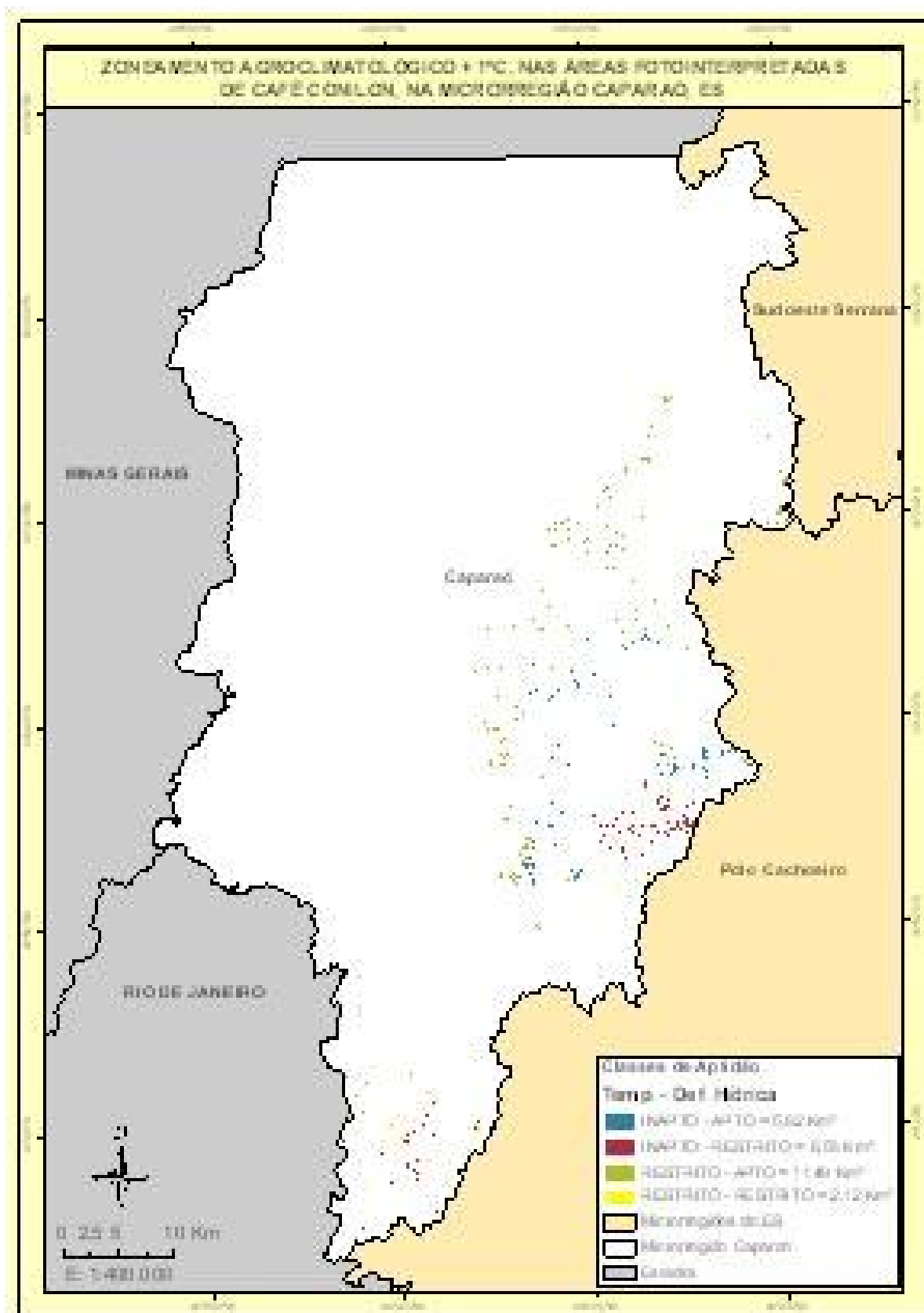


Figura 7 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de Café Conilon - ZONACC + 1°C para Microrregião Caparaó/ES.

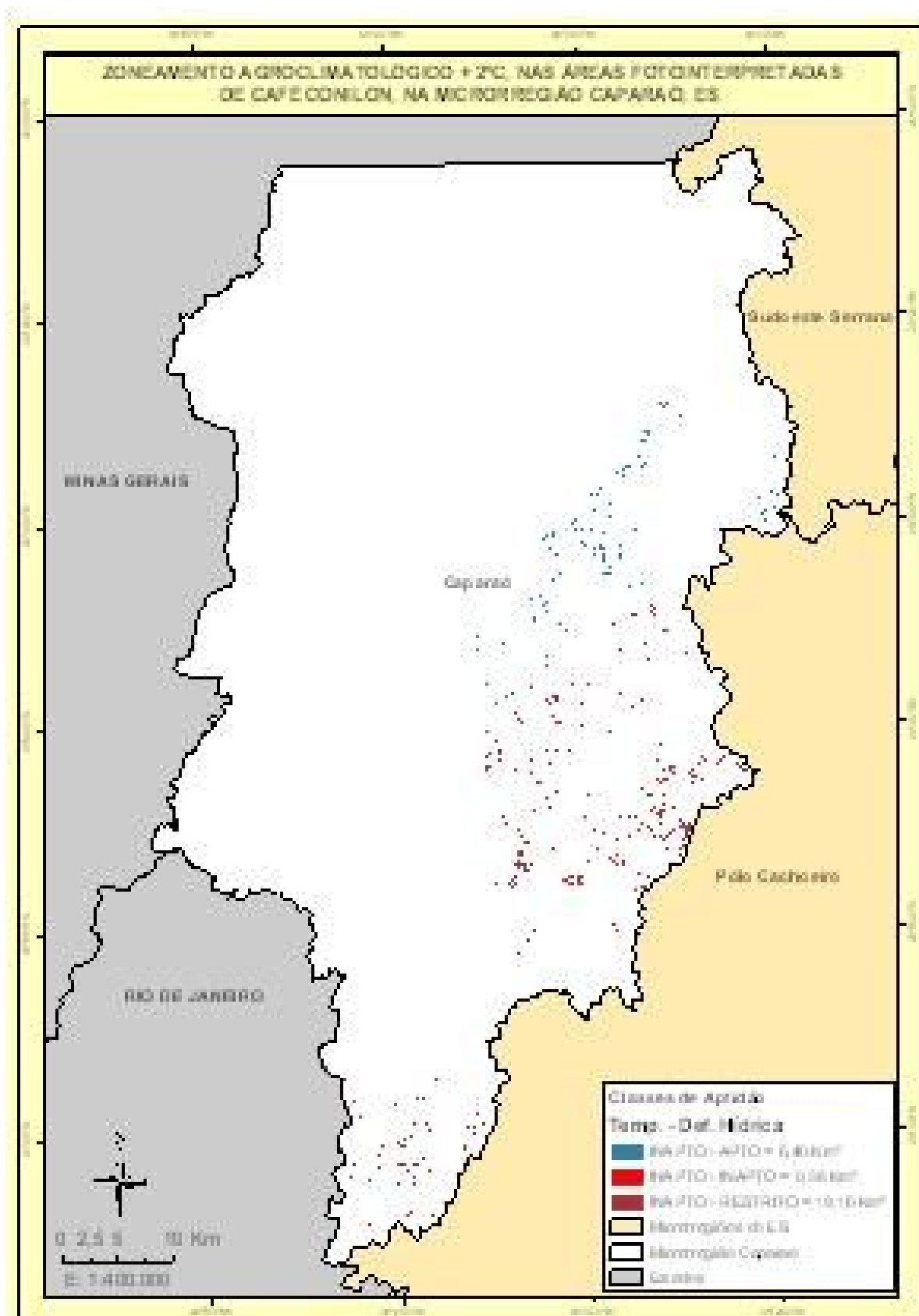


Figura 8 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de Café Conilon - ZONACC + 2°C para Microrregião Caparaó/ES.

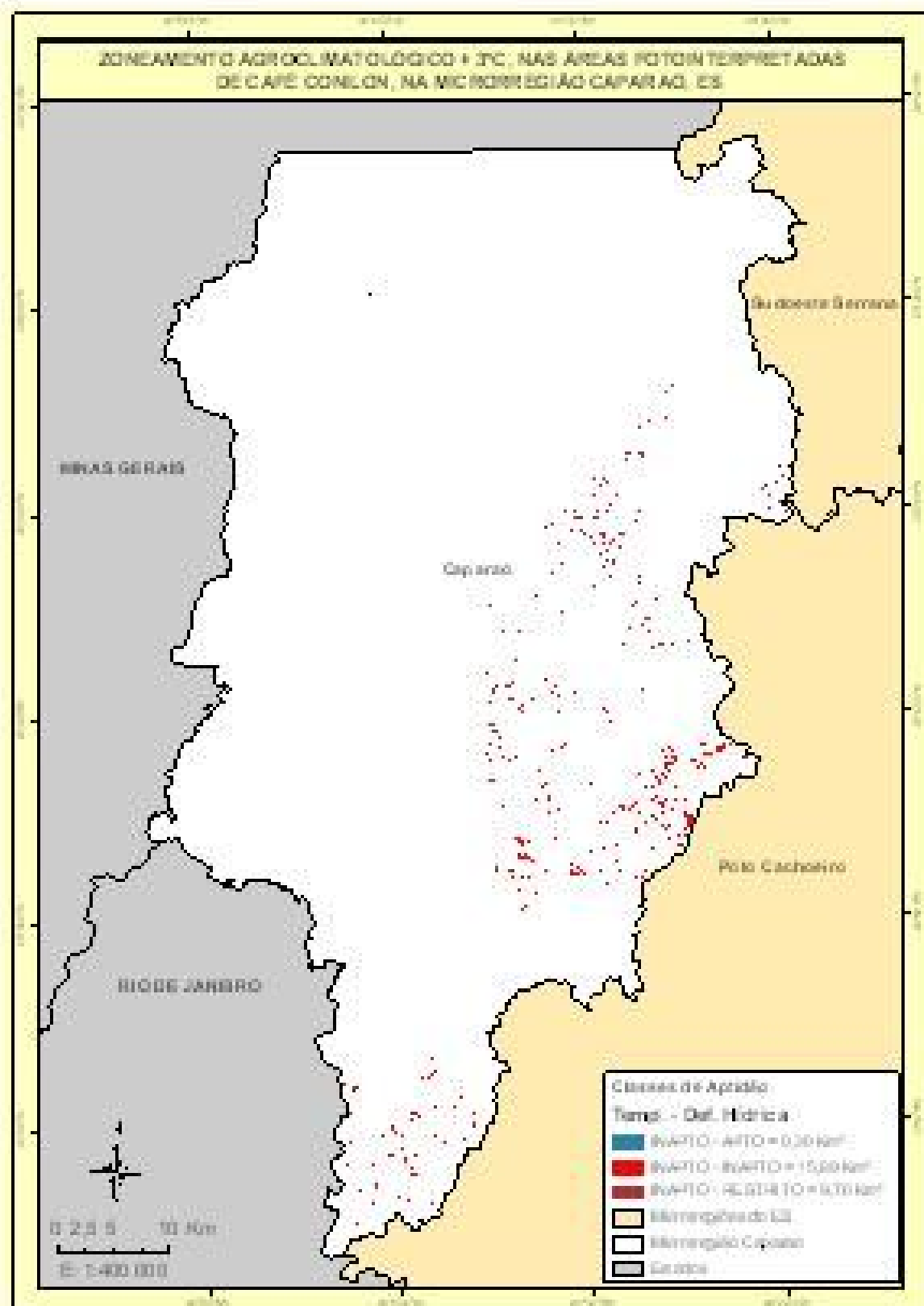


Figura 9 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de Café Conilon - ZONACC + 3°C para Microrregião Caparaó/ES.

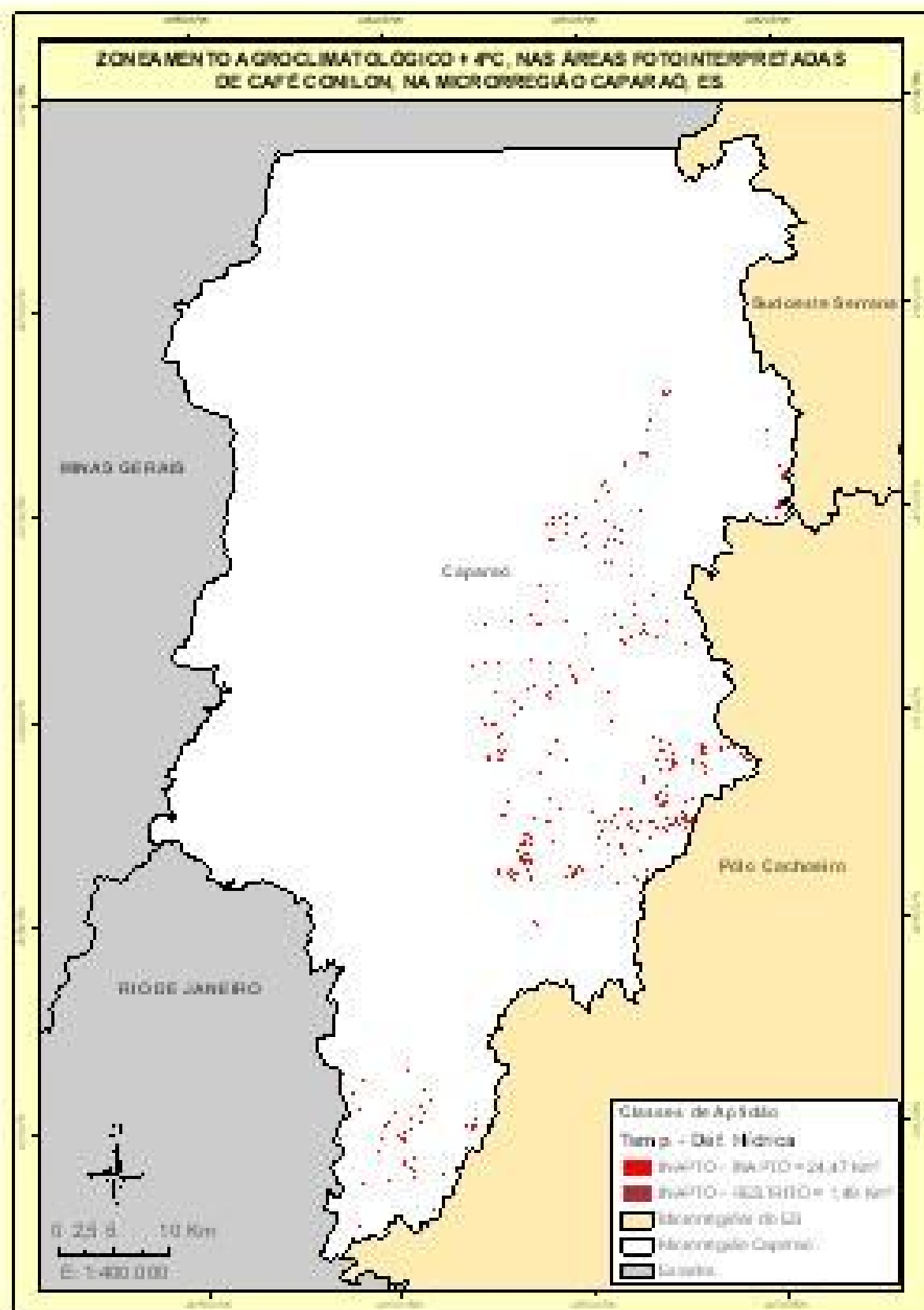


Figura 10 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de Café Conilon - ZONACC + 4°C para Microrregião Caparaó/ES.

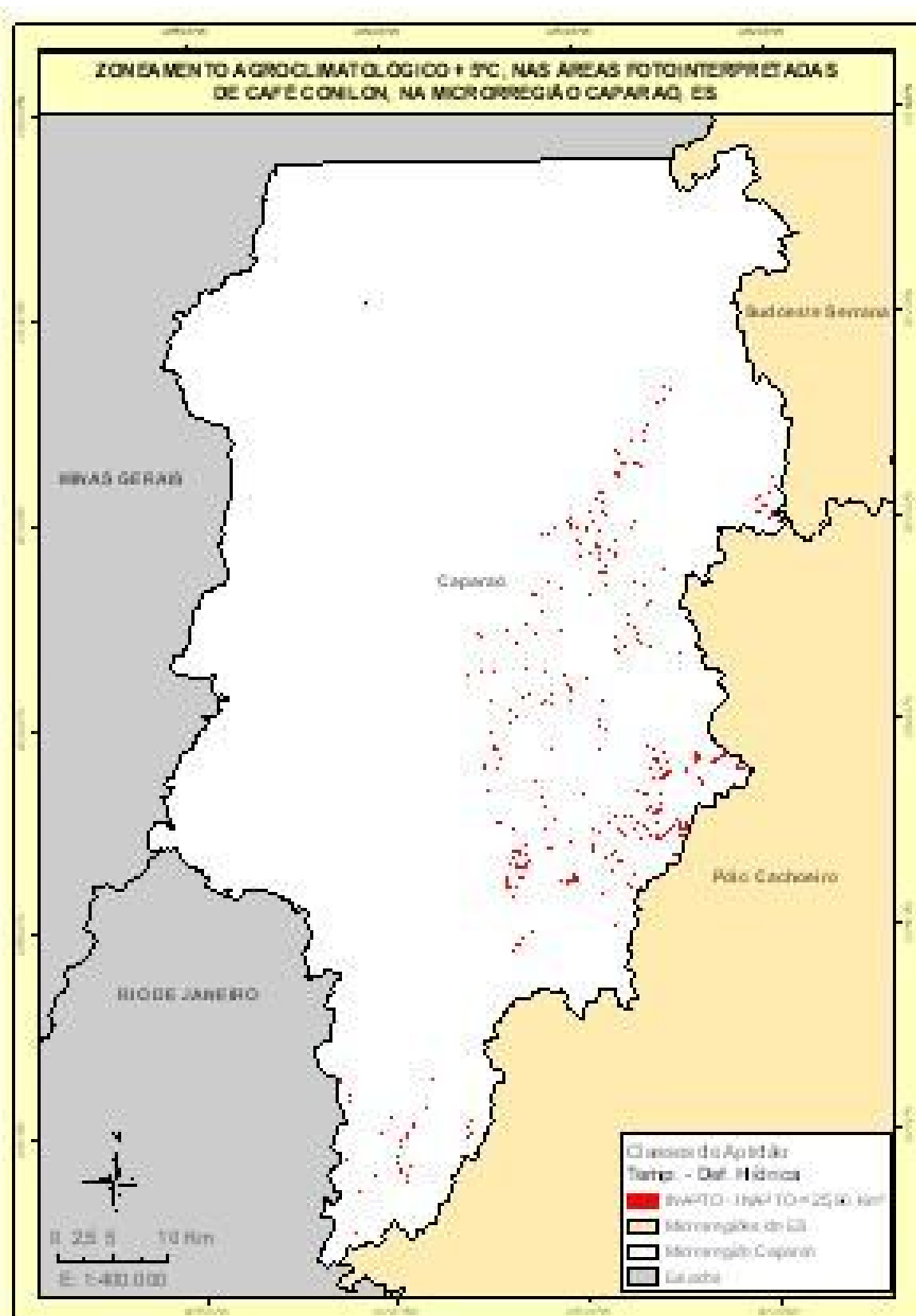


Figura 11 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de Café Conilon - ZONACC + 5°C para Microrregião Caparaó/ES.

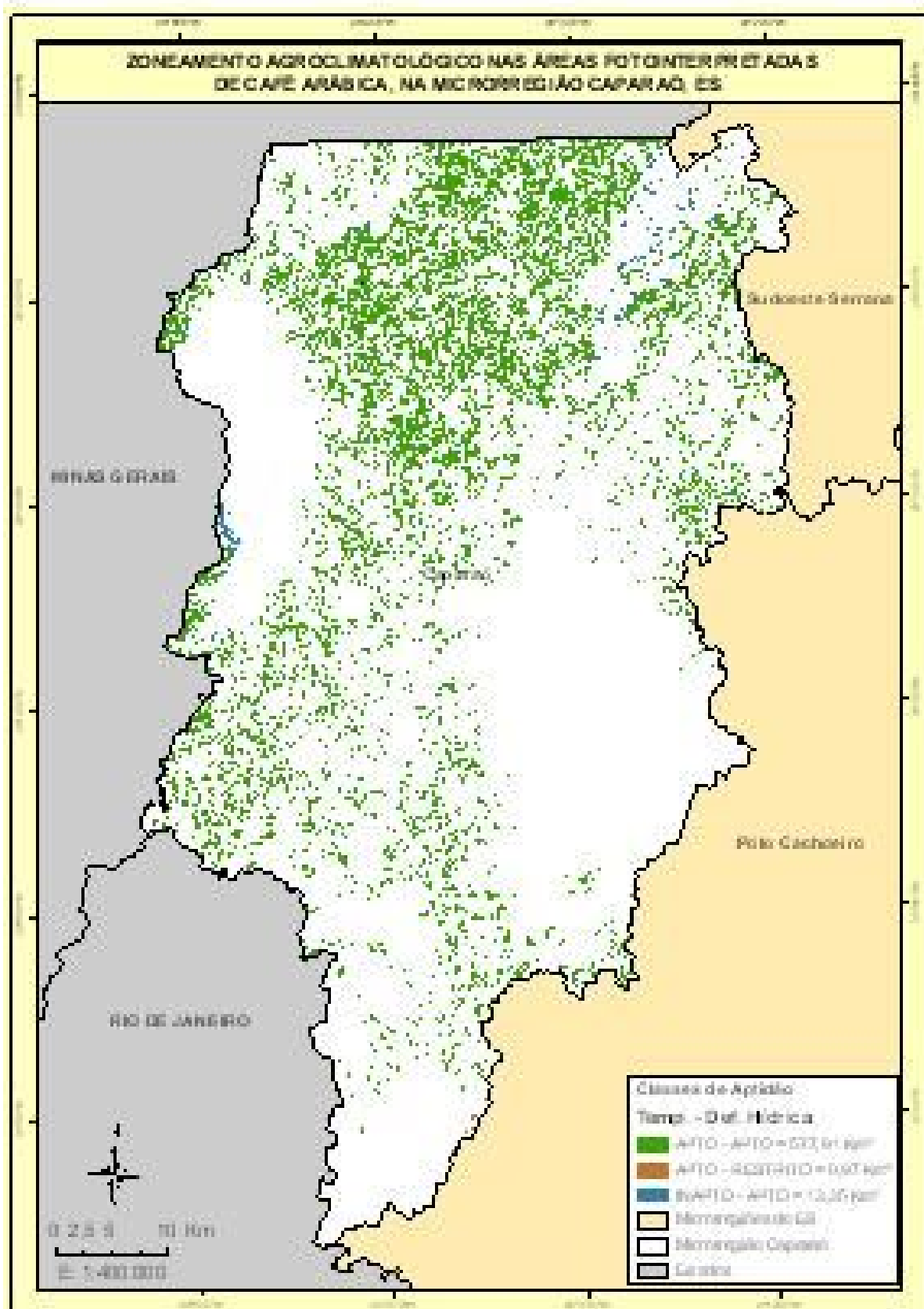


Figura 12 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA, para a Microrregião Caparaó/ES.

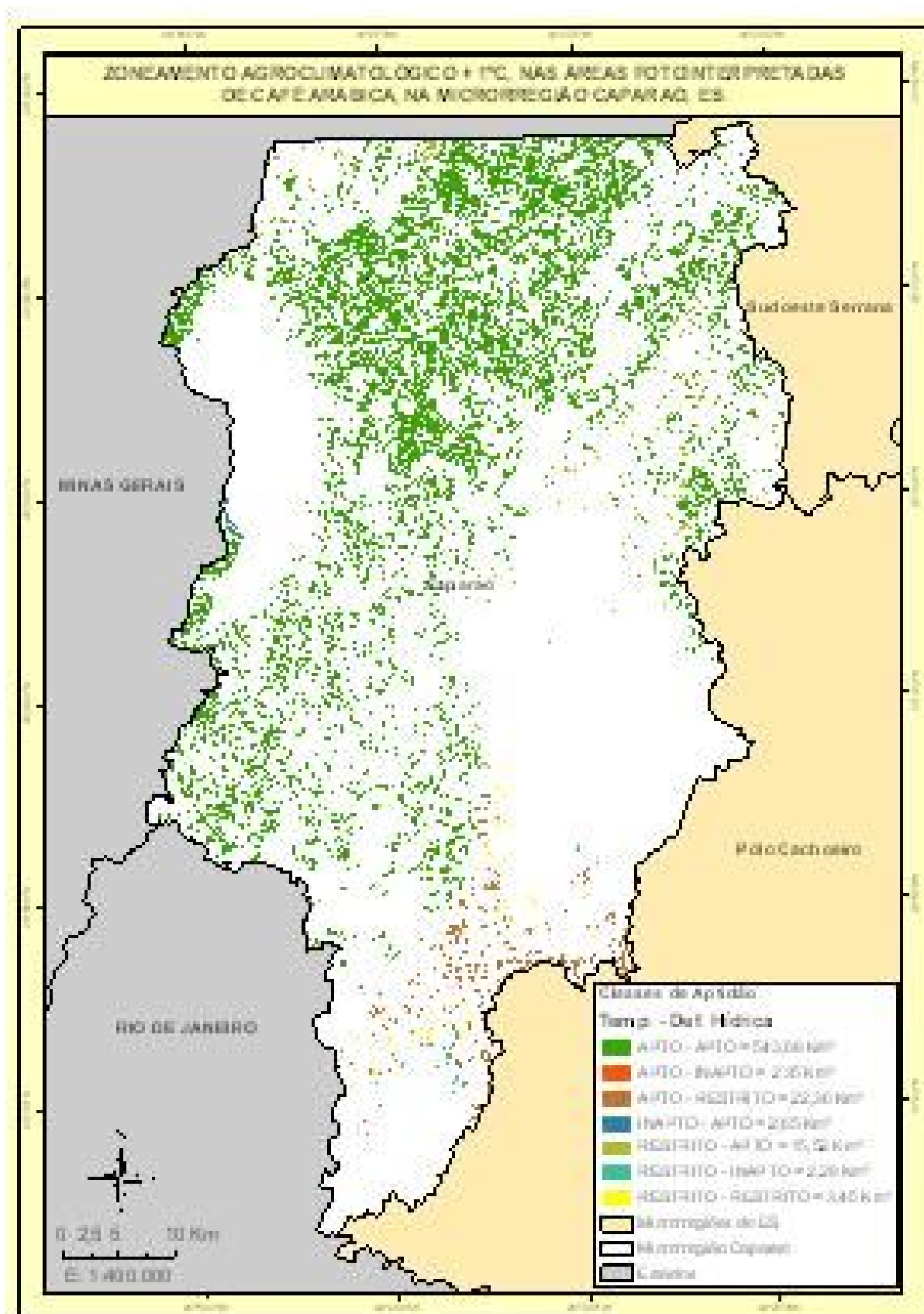


Figura 13 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica - ZONACA + 1°C para a Microrregião Caparaó/ES.

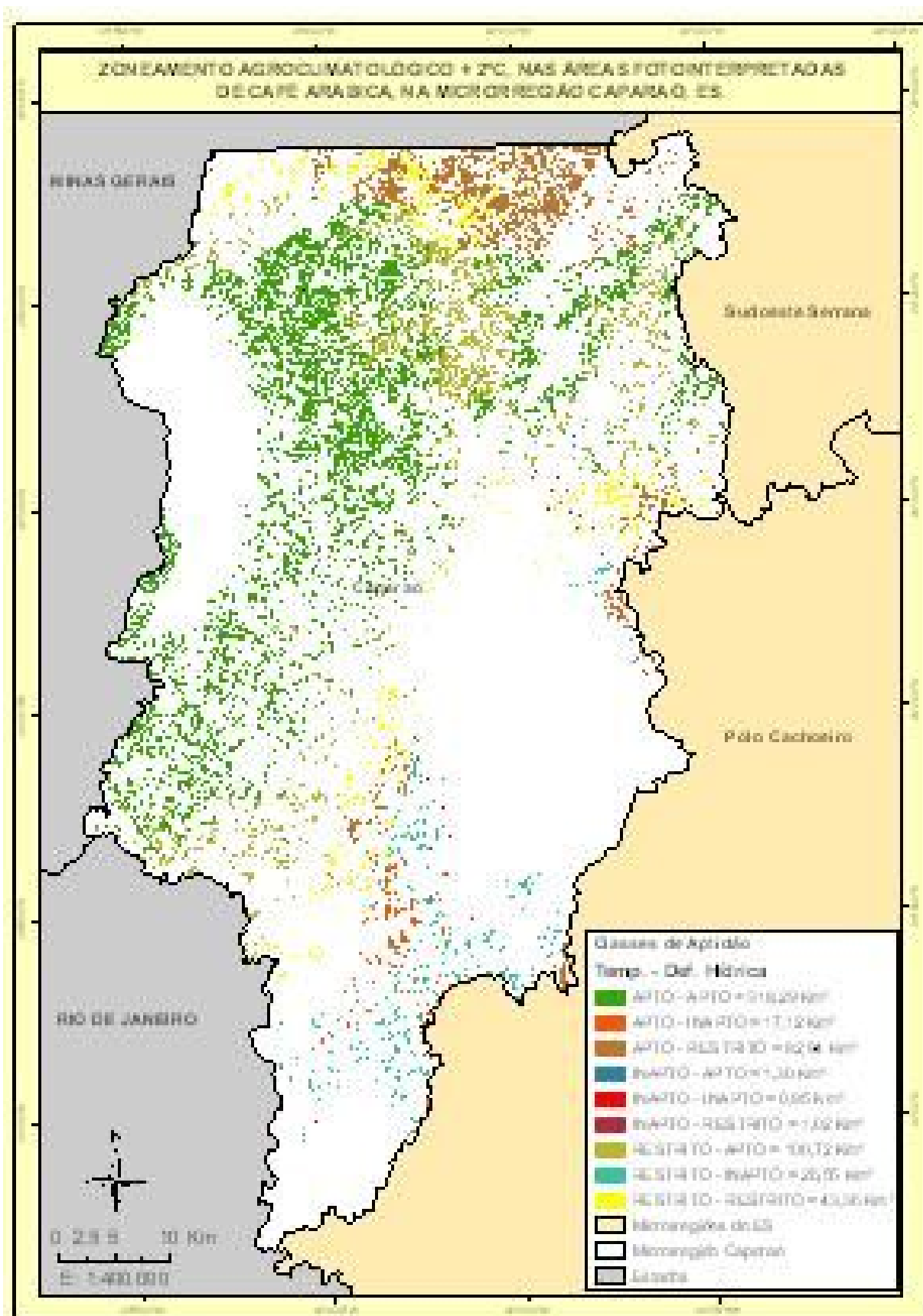


Figura 14 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de café rábica - ZONACA + 2°C para a Microrregião Caparaó/ES.

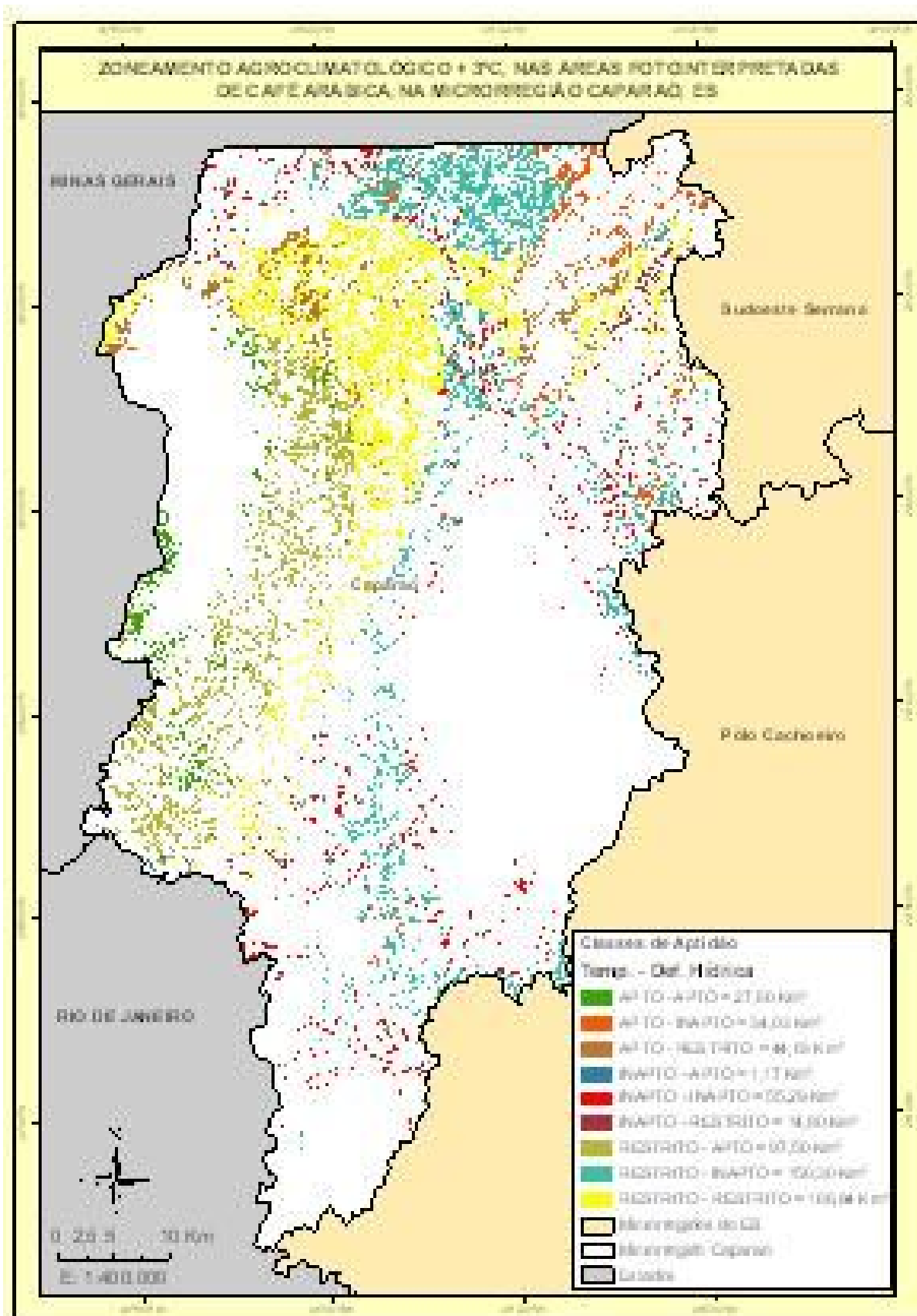


Figura 15 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica - ZONACA + 3°C para a Microrregião Caparaó/ES.

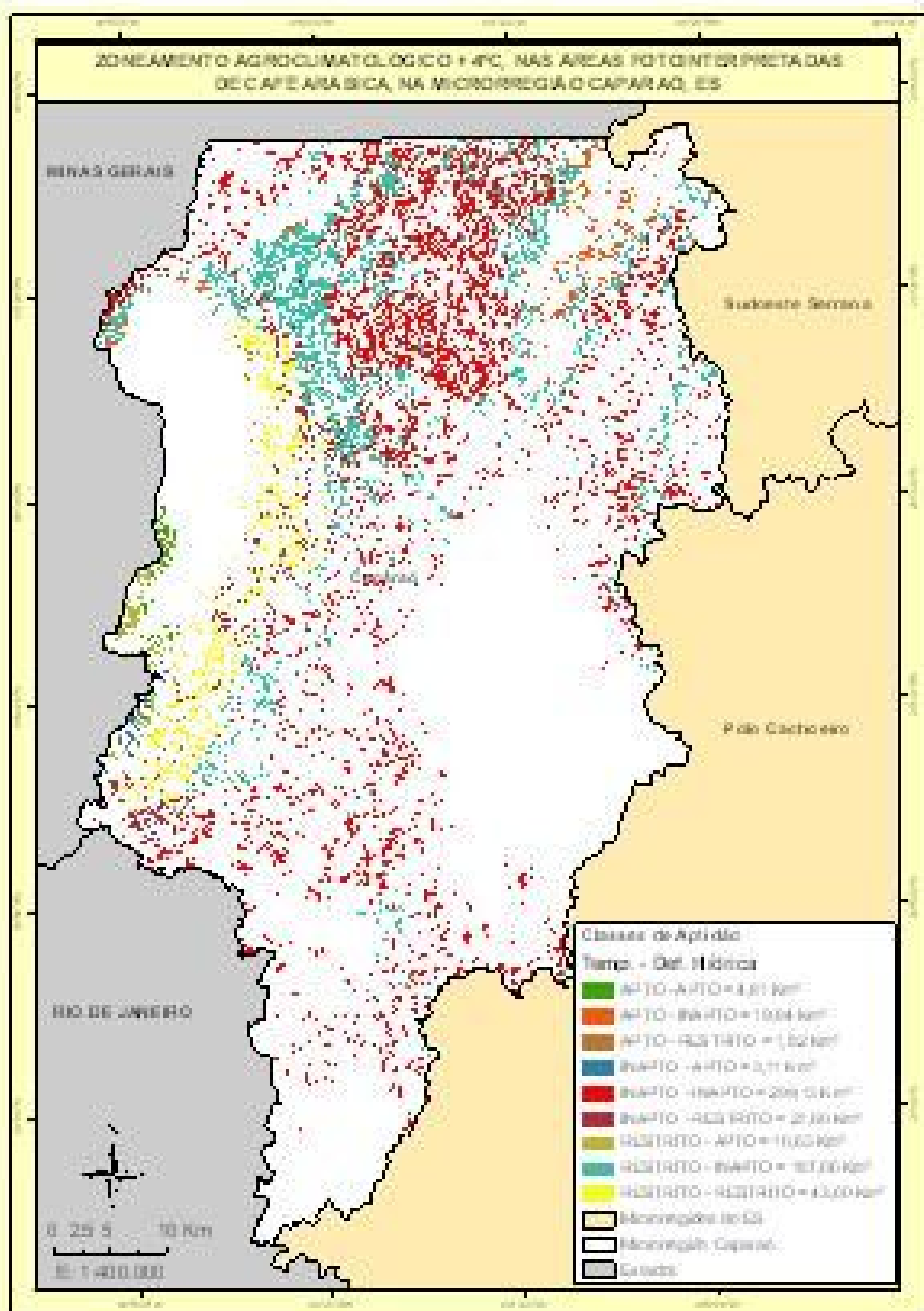


Figura 16 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica - ZONACA + 4°C para a Microrregião Caparaó/ES.

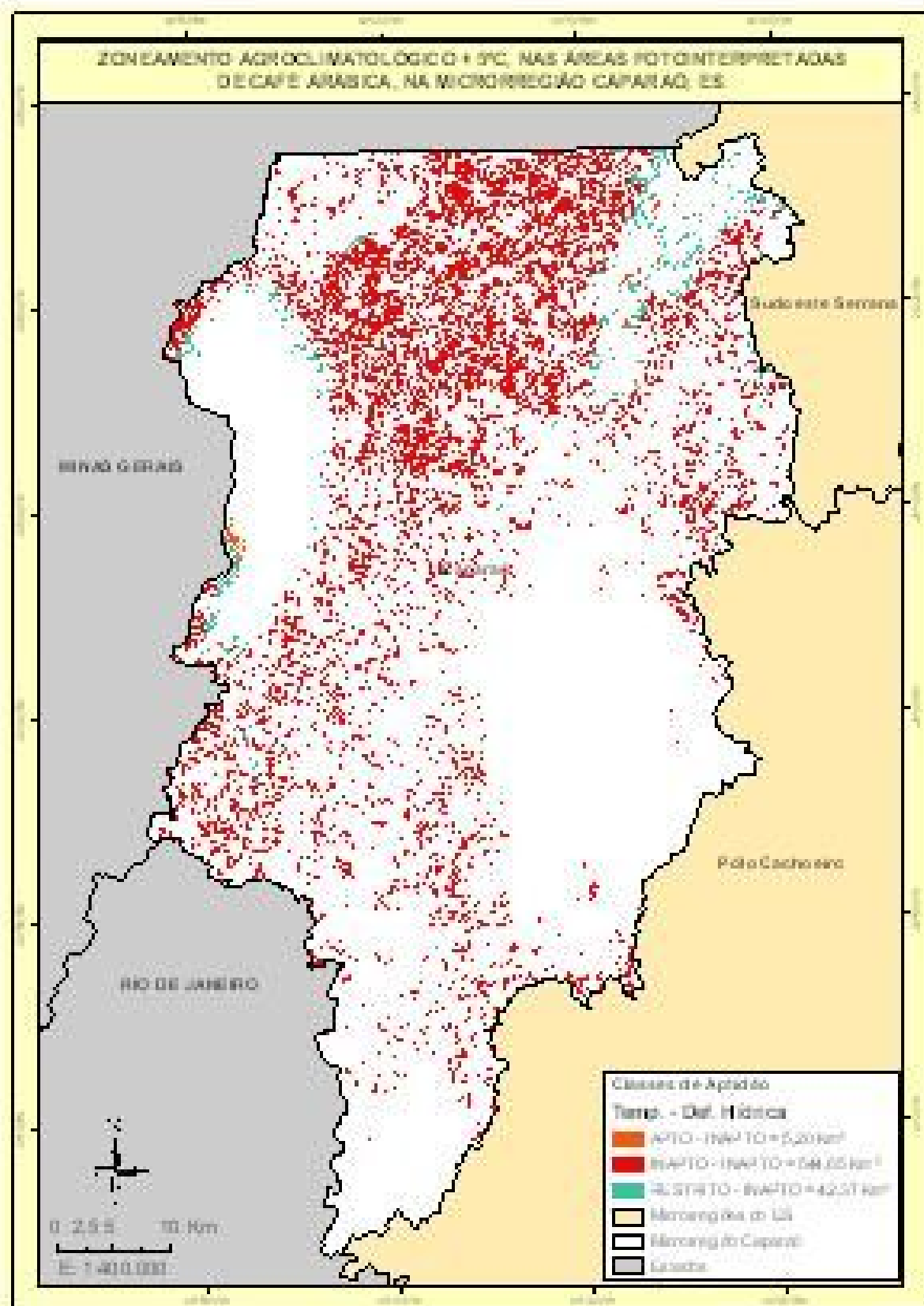


Figura 17 - Zoneamento agroclimatológico por classe de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica - ZONACA + 5°C para a Microrregião Caparaó/ES.

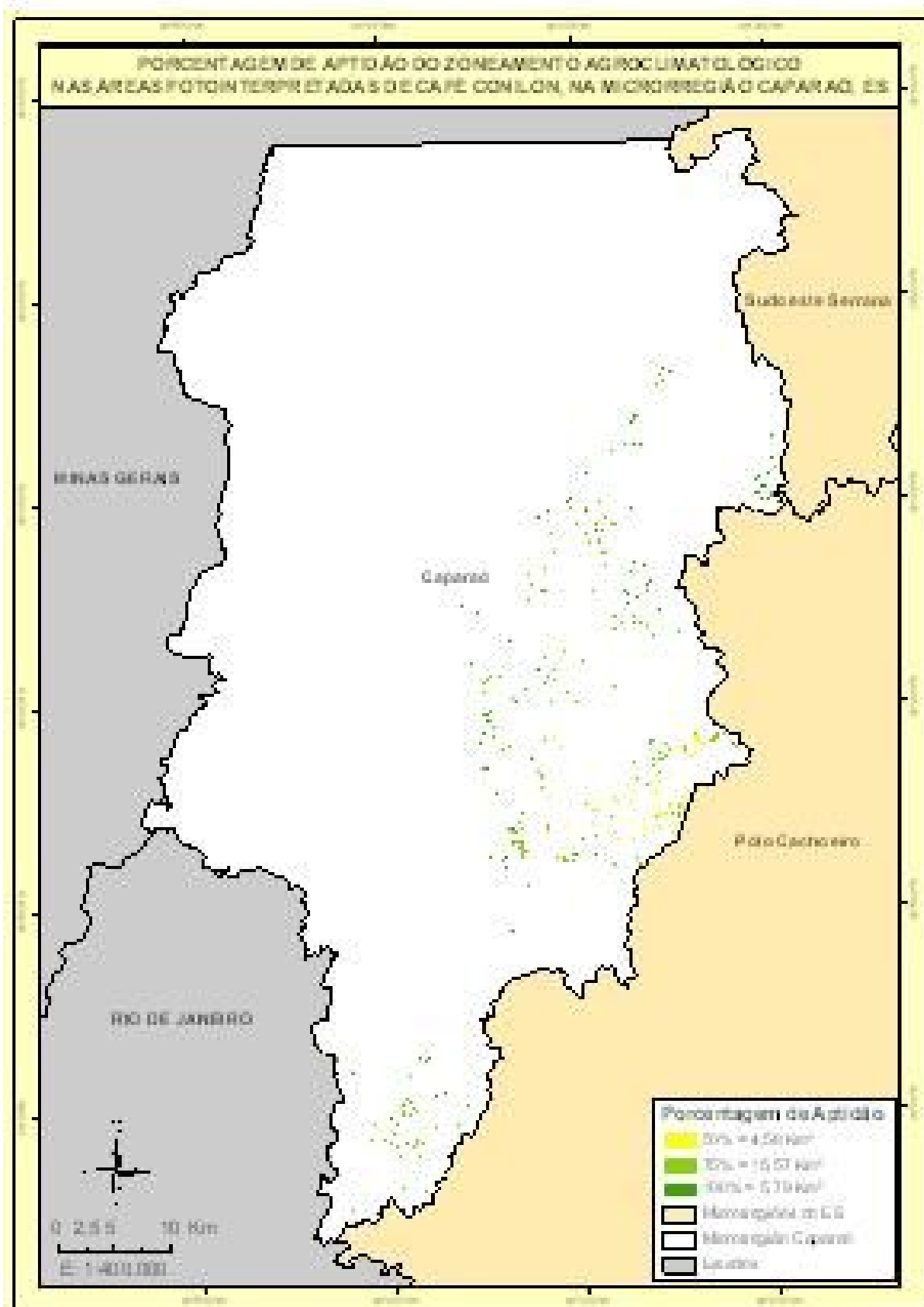


Figura 18 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café conilon – ZONACC, para a Microrregião Caparaó/ES.

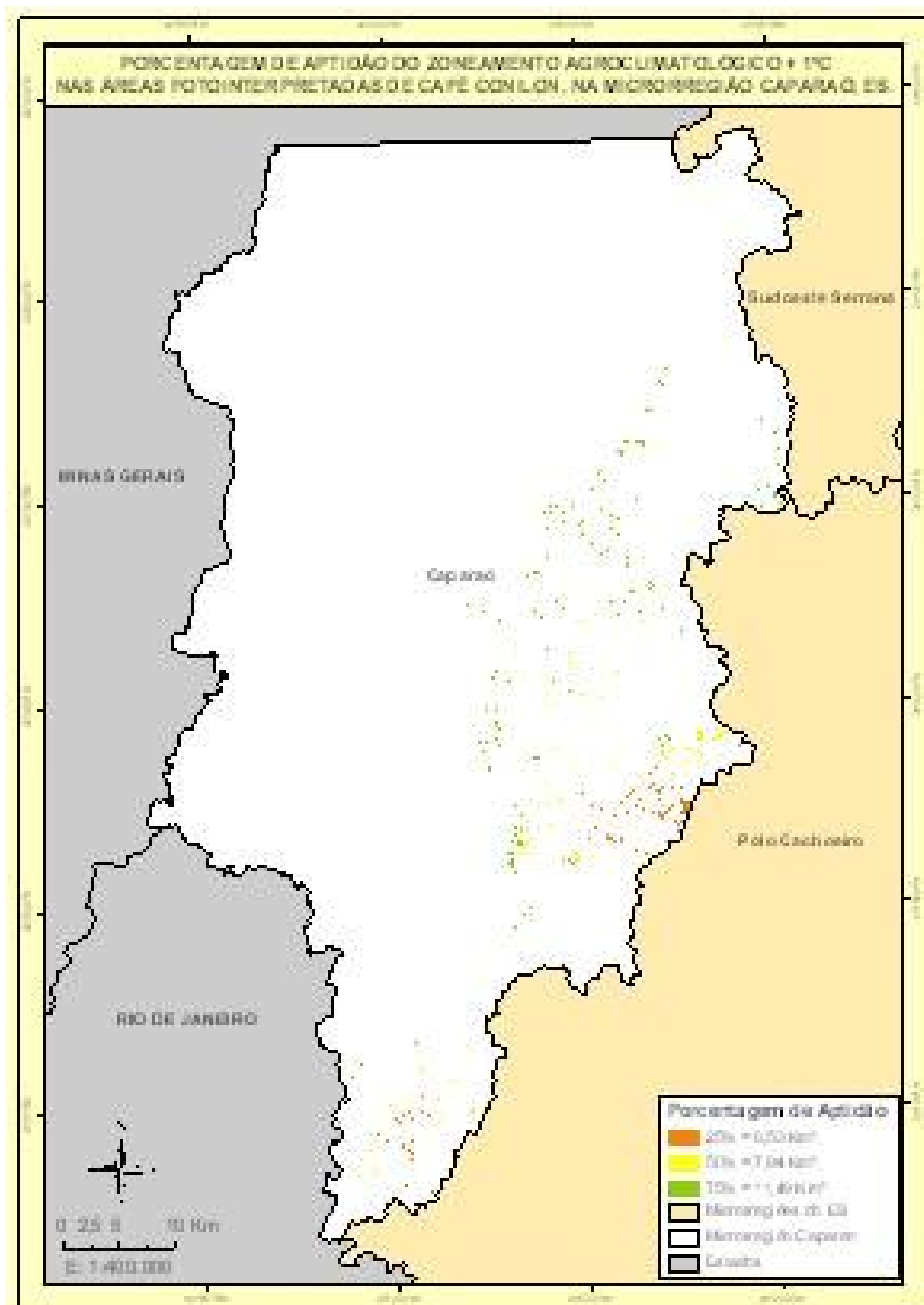


Figura 19 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café conilon – ZONACC + 1°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

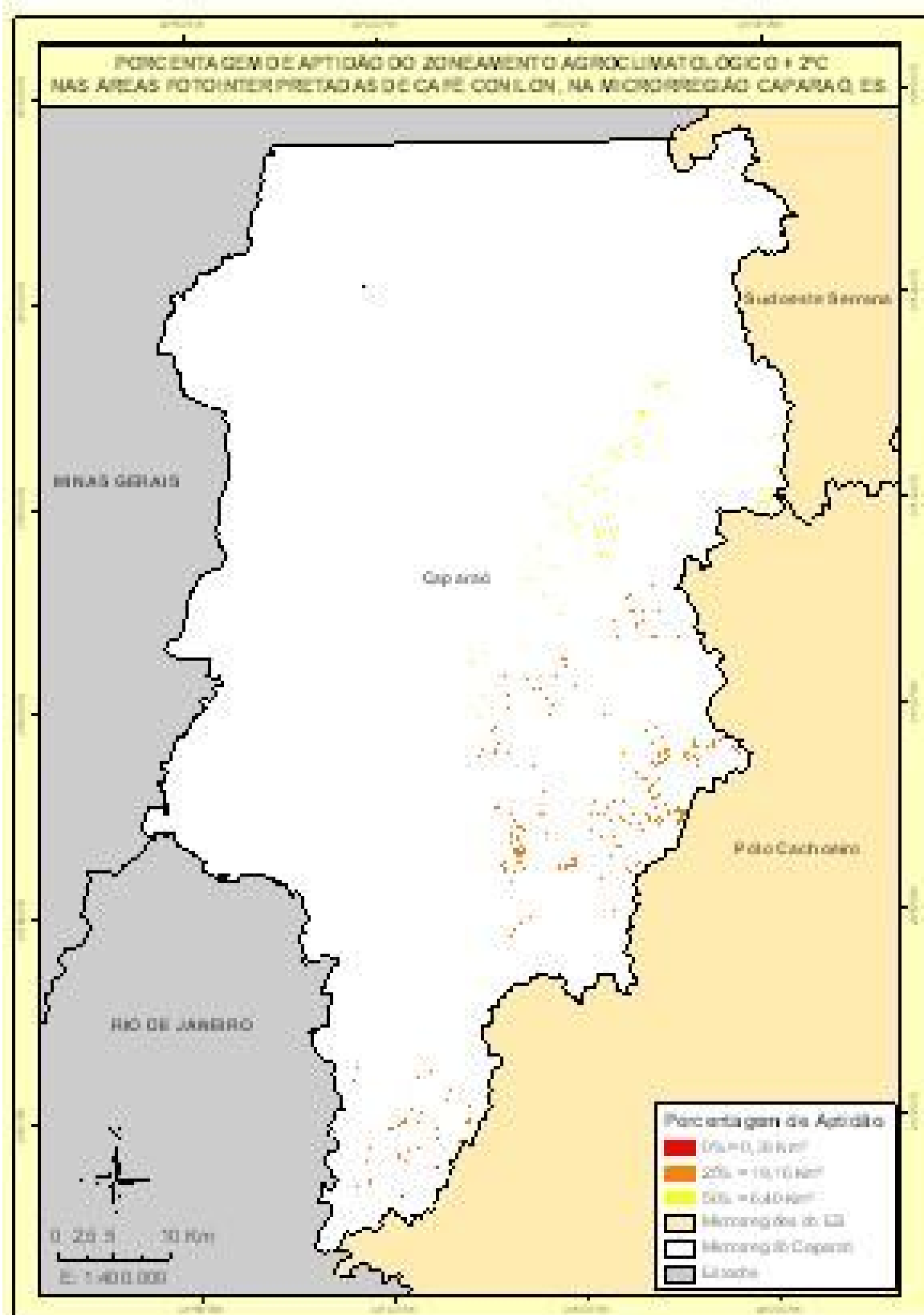


Figura 20 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café conilon – ZONACC + 2°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

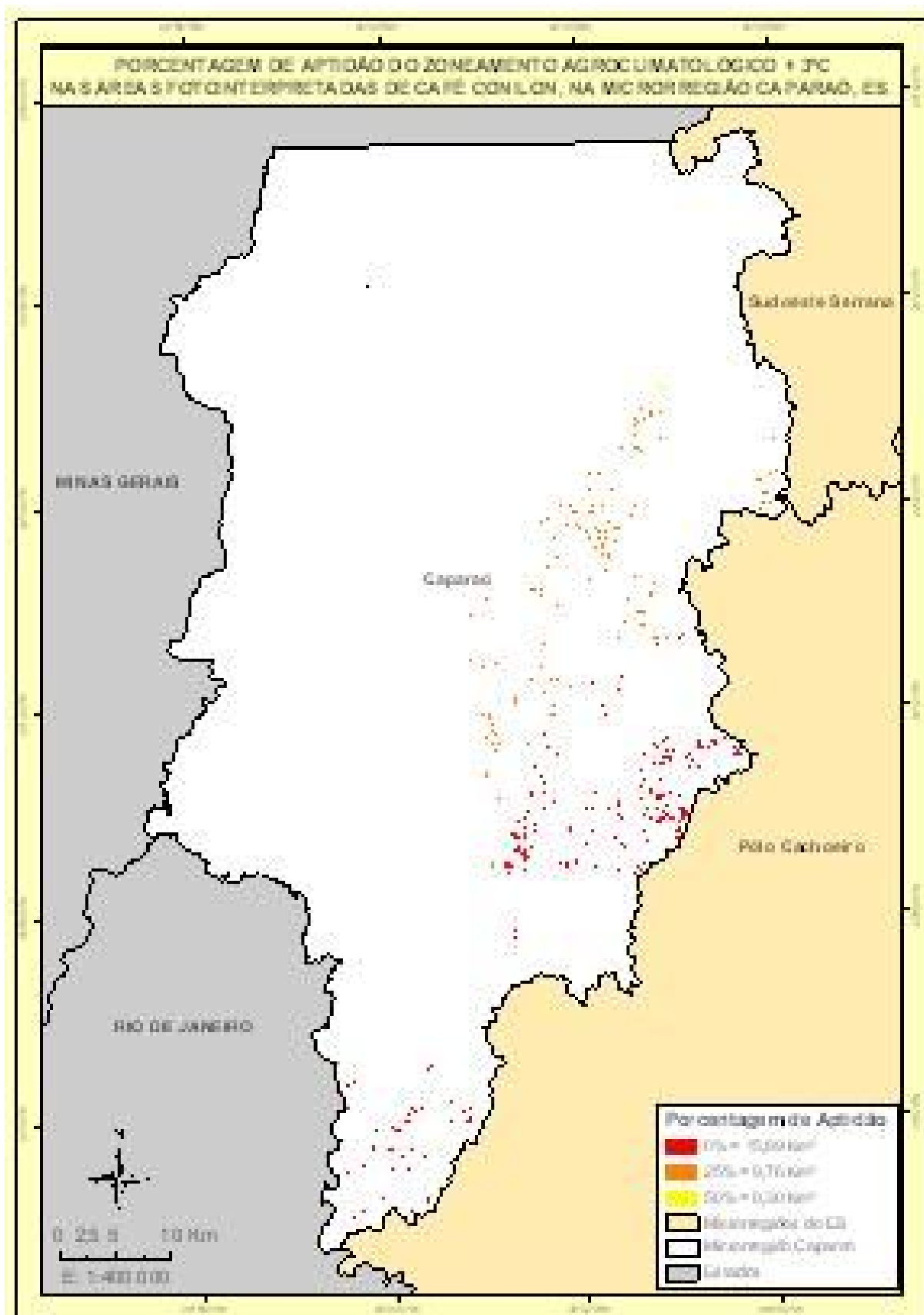


Figura 21 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café conilon – ZONACC + 3°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

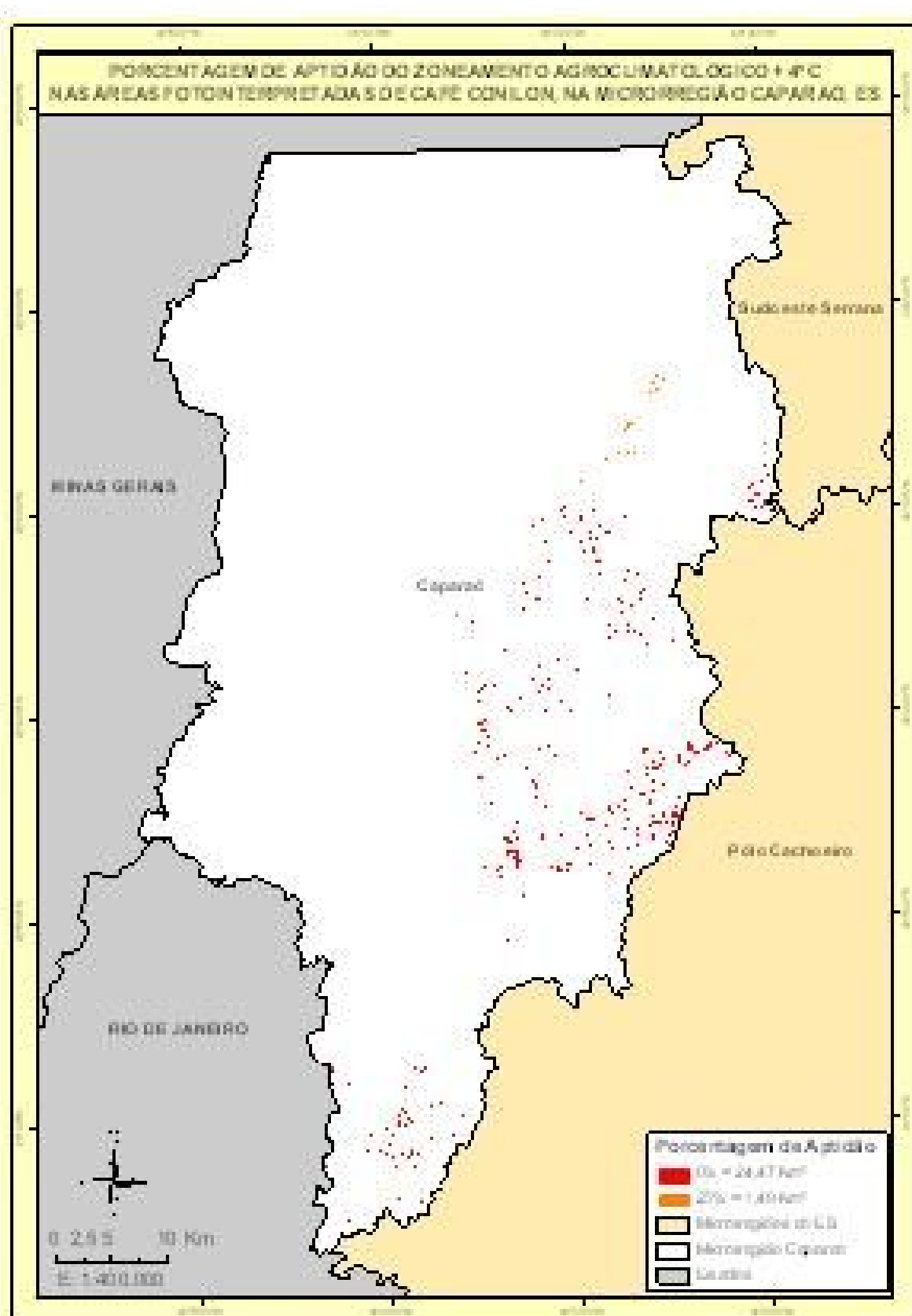


Figura 22 - Zoneamento agroclimatólogico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café conilon – ZONACC + 4°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

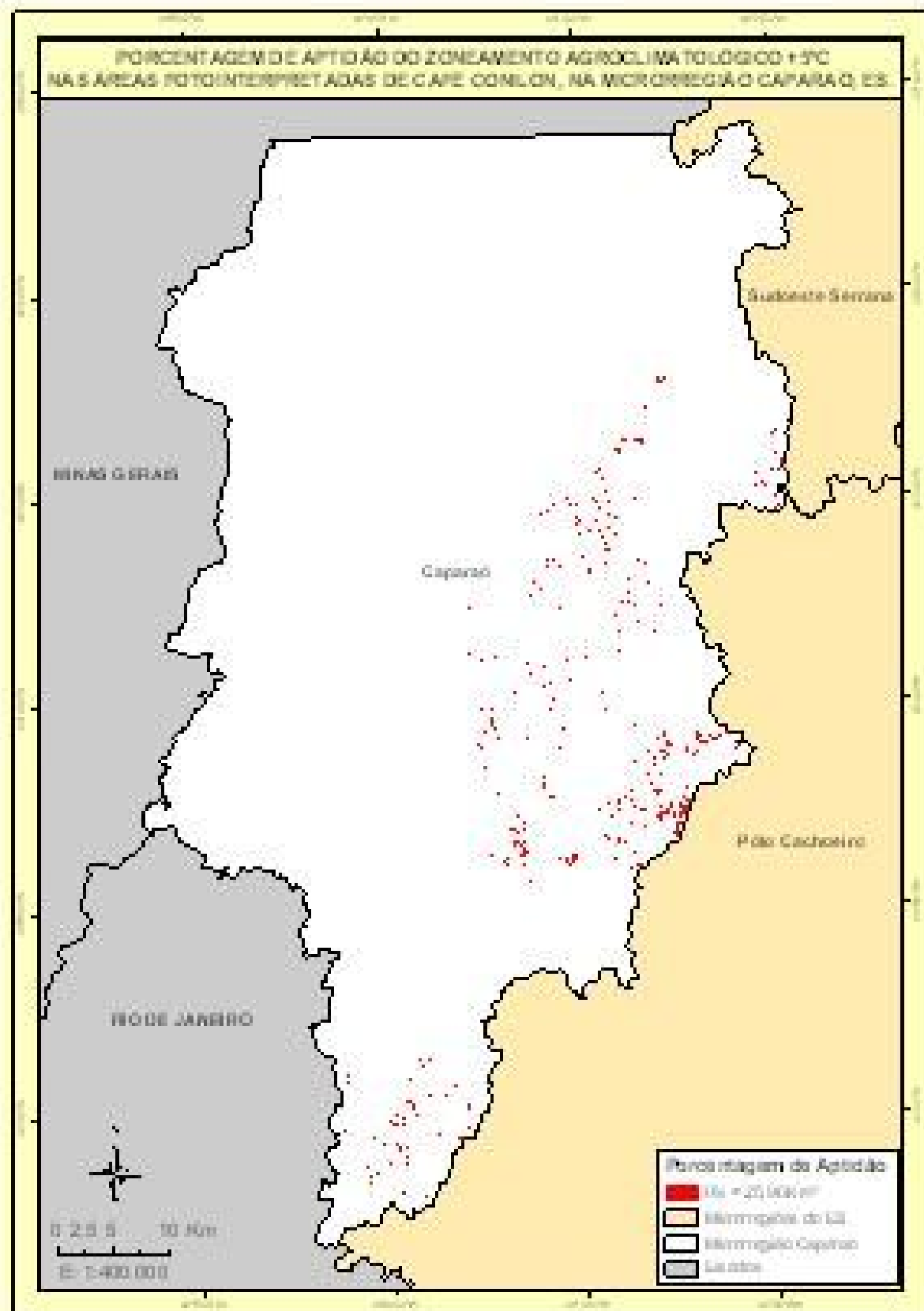


Figura 23 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café conilon – ZONACC + 5°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

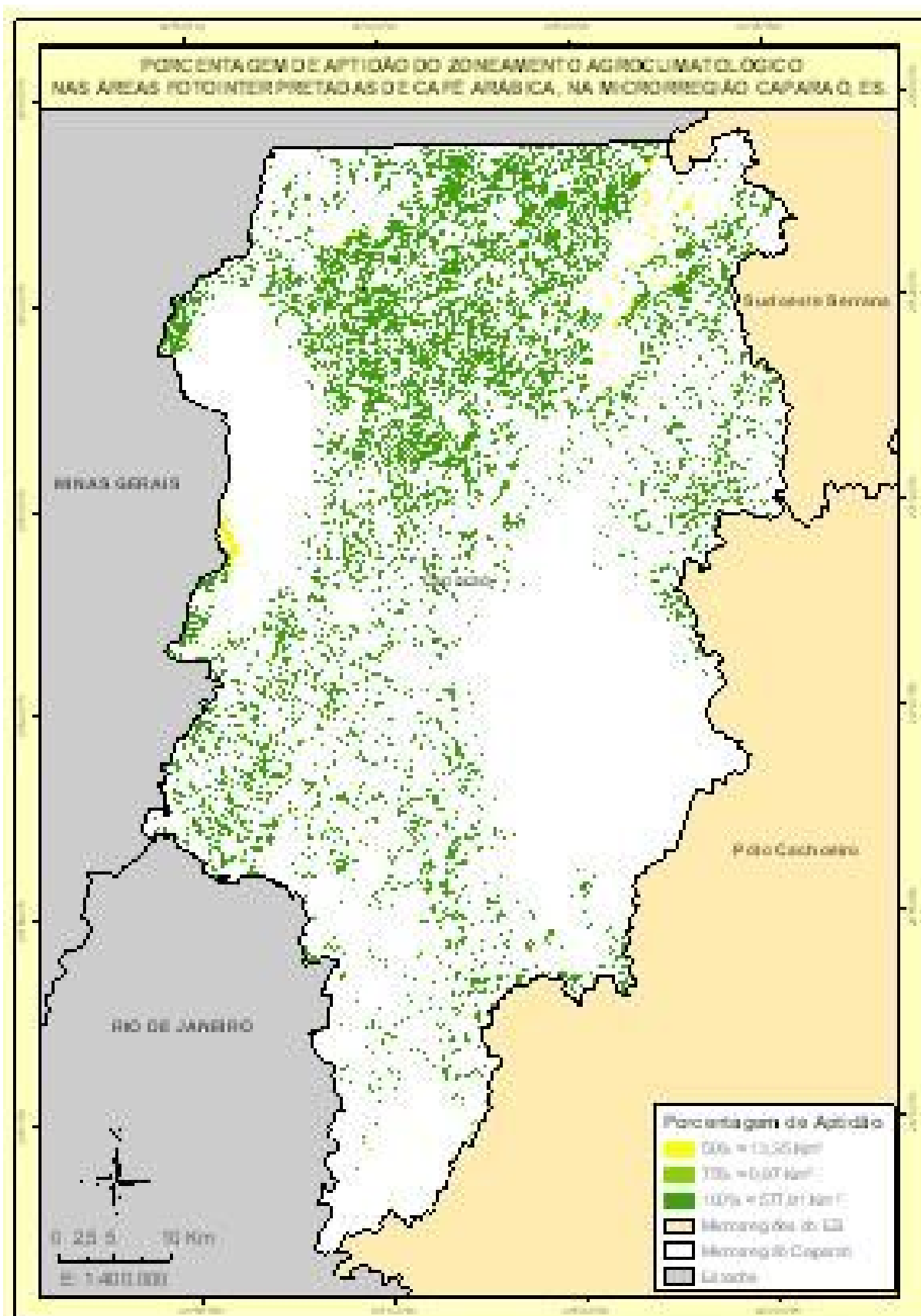


Figura 24 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA, para a Microrregião Caparaó/ES.

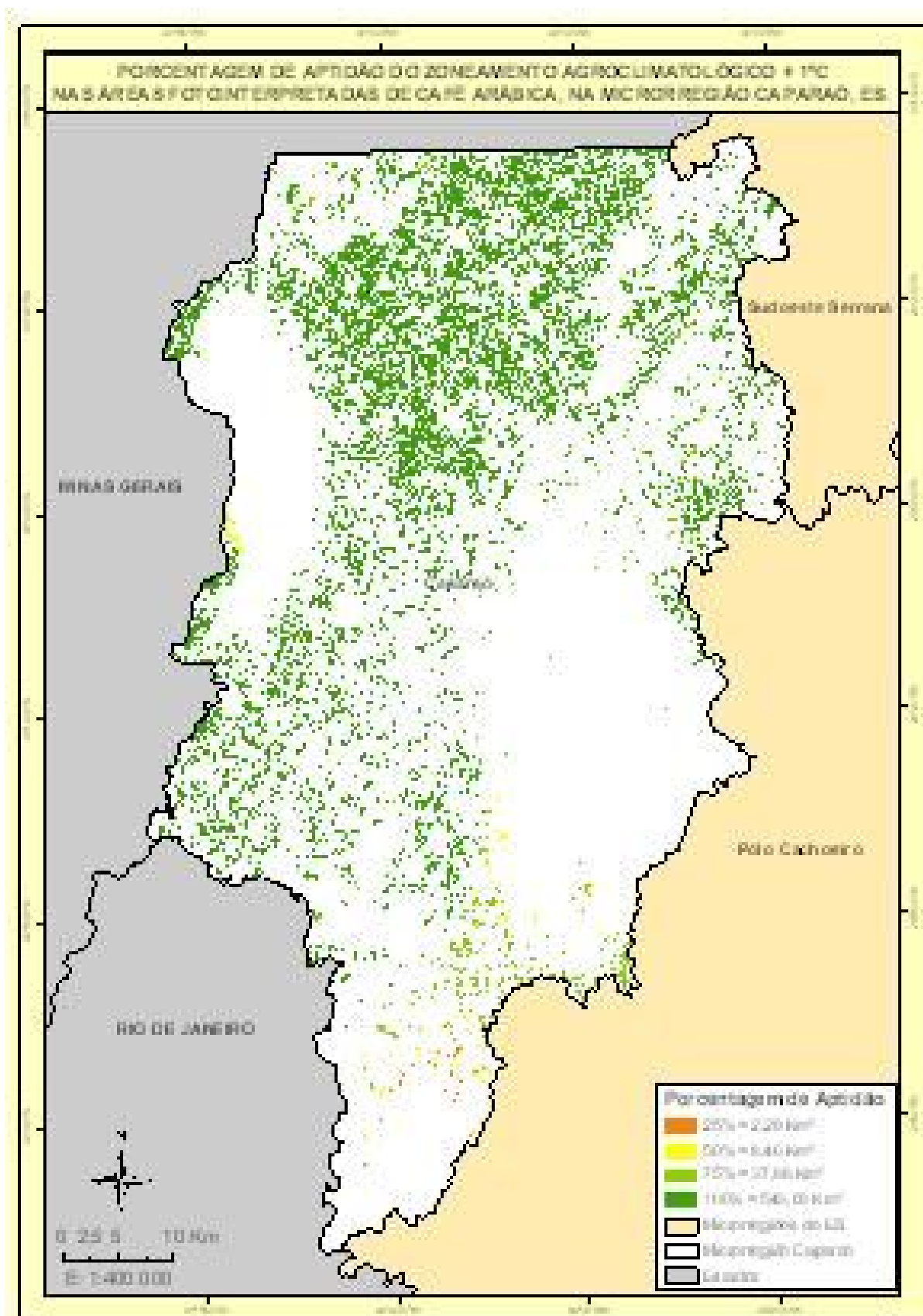


Figura 25 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA + 1°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

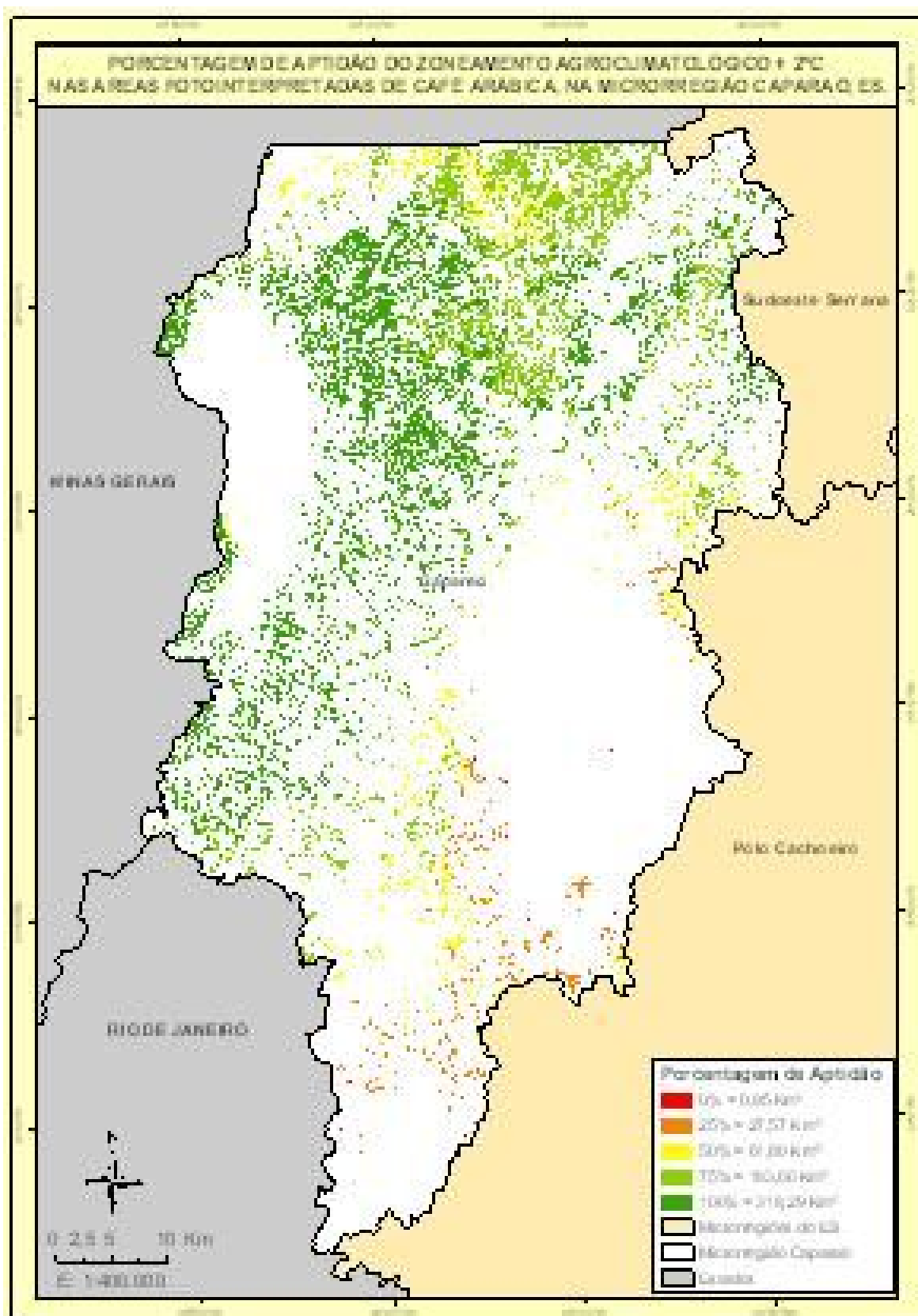


Figura 26 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA + 2°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

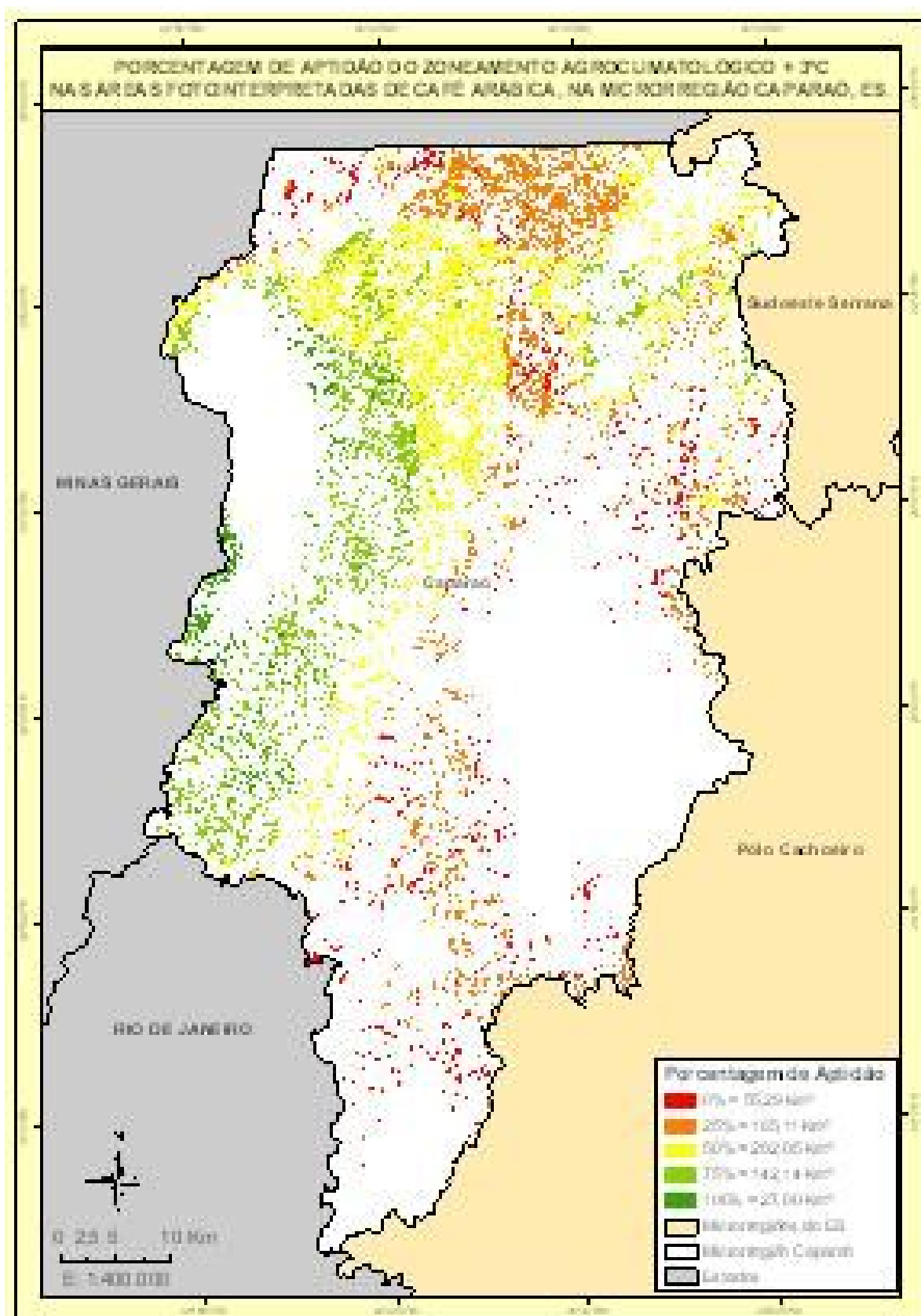


Figura 27 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA + 3°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

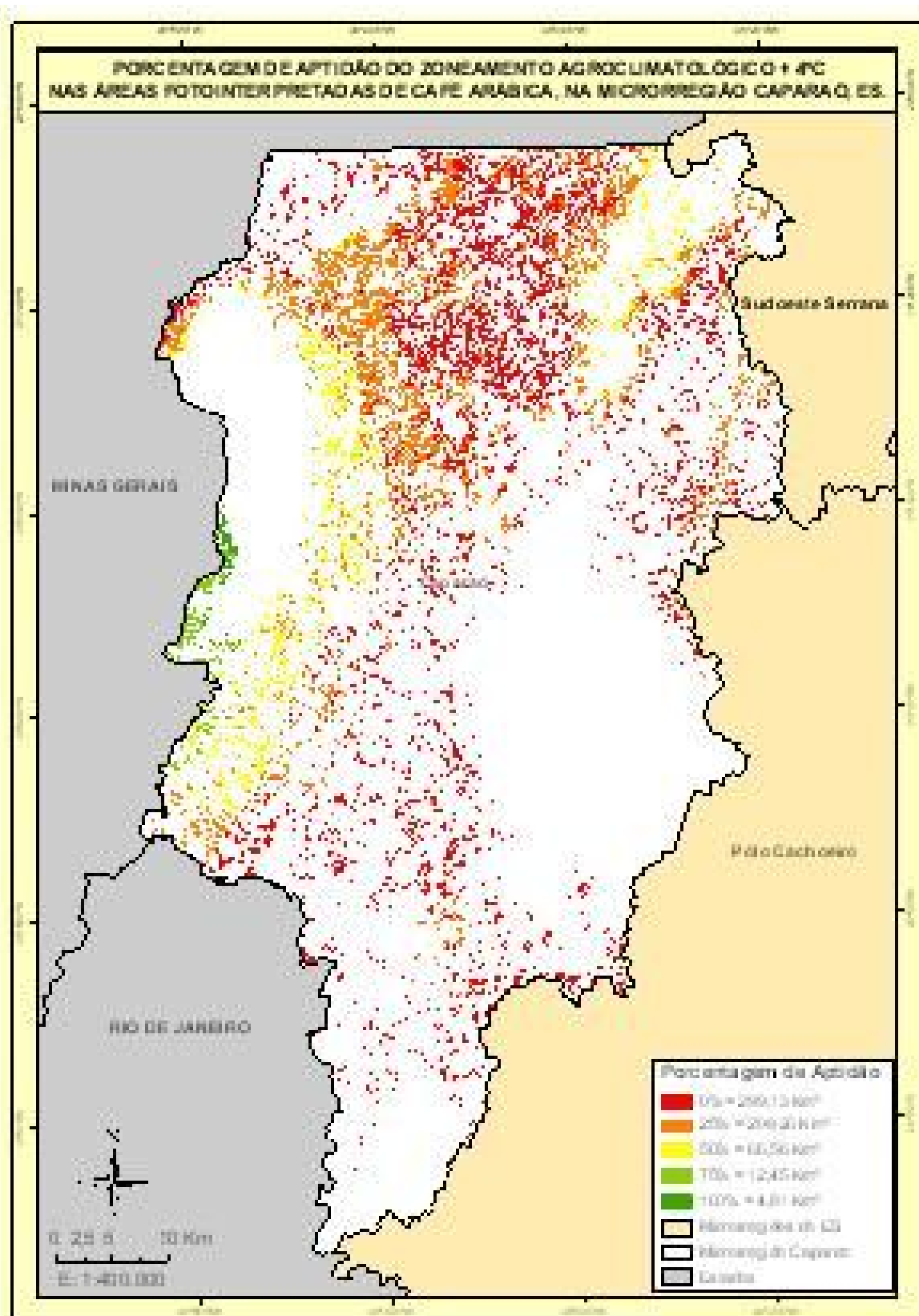


Figura 28 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA + 4°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

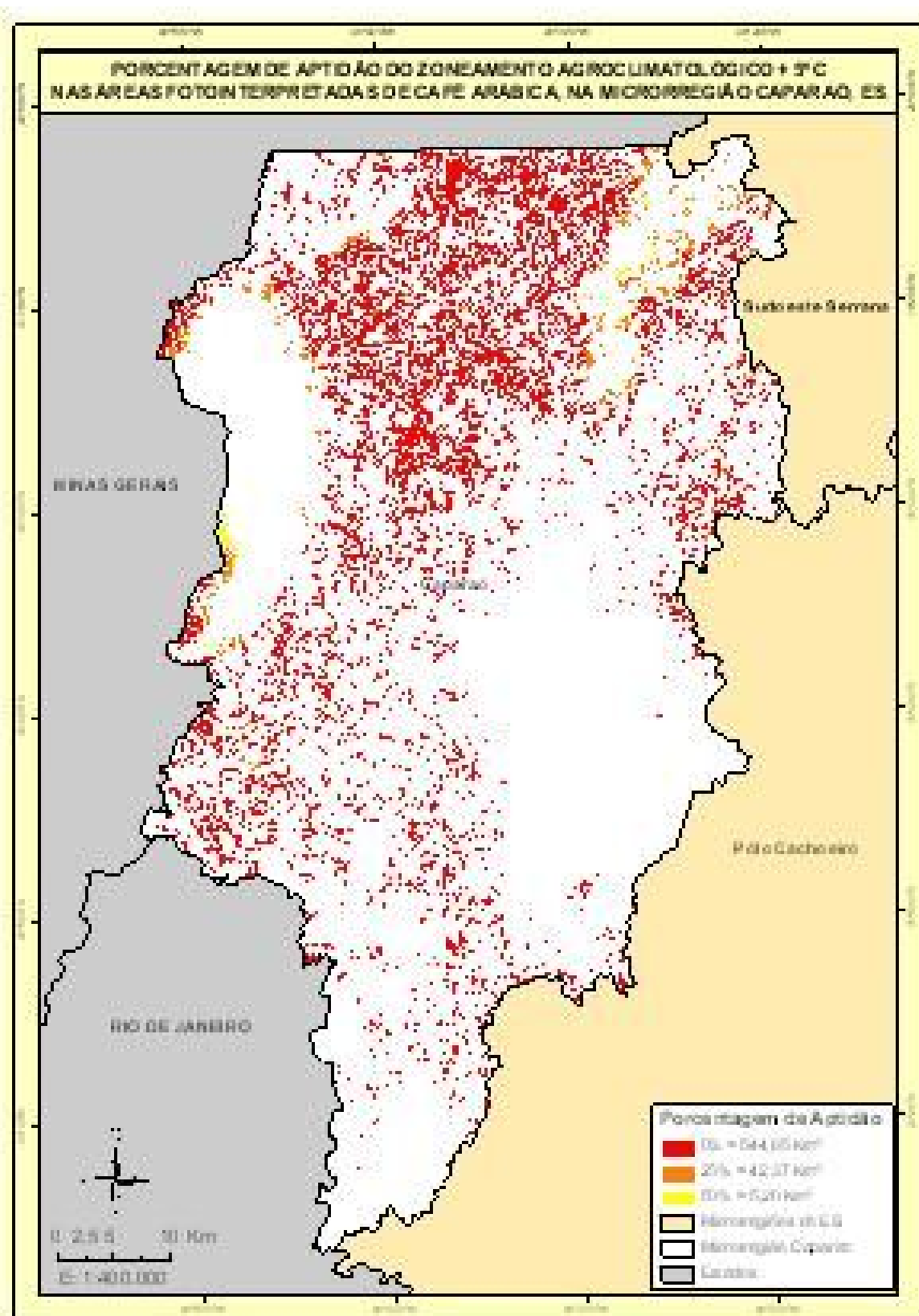


Figura 29 - Zoneamento agroclimatológico por porcentagem de aptidão das áreas fotointerpretadas de café arábica – ZONACA + 5°C, para a Microrregião Caparaó/ES.

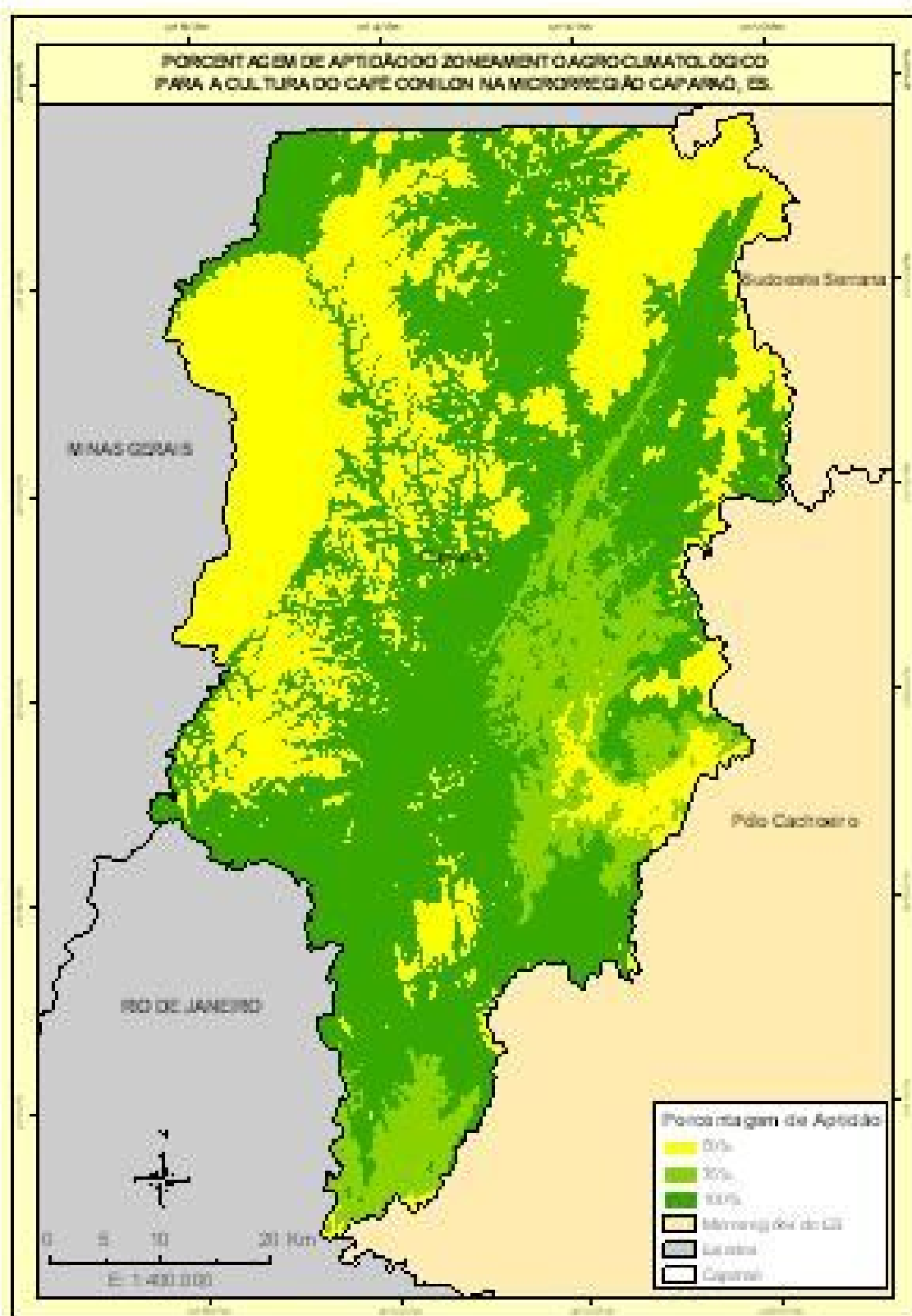


Figura 30 - Zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café conilon (ZONACC), por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

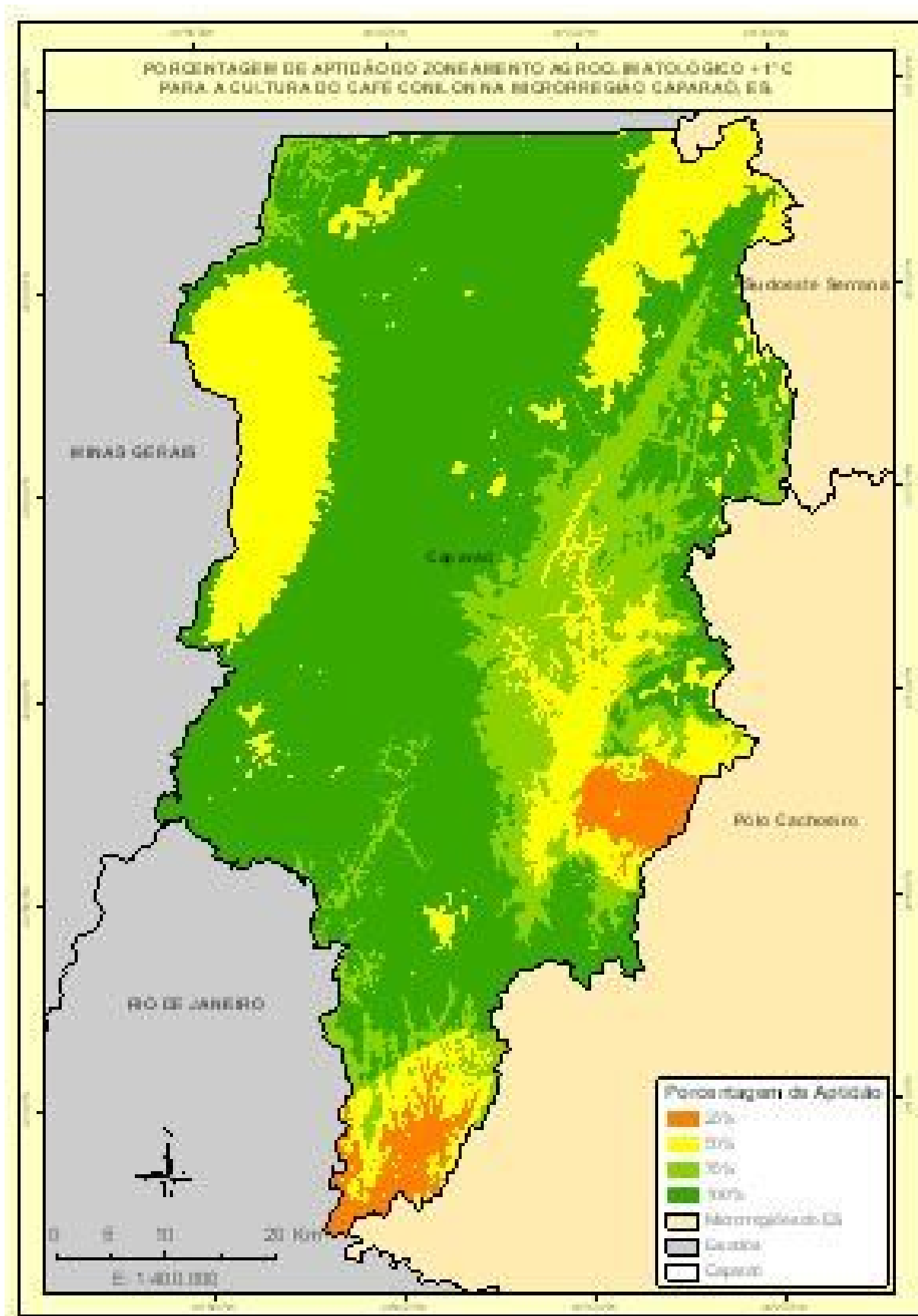


Figura 31 - ZONACC +1° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

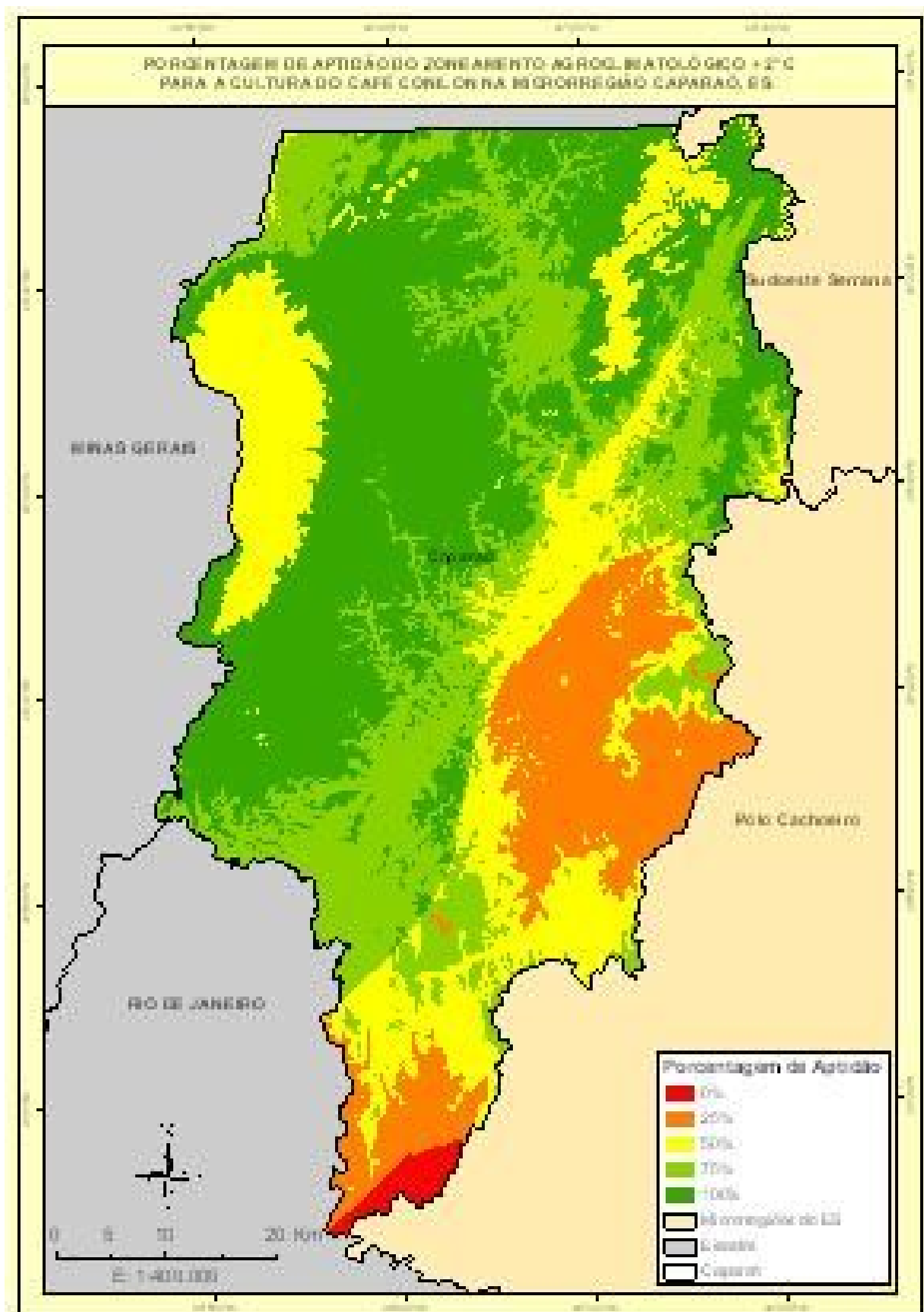


Figura 32 - ZONACC +2° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

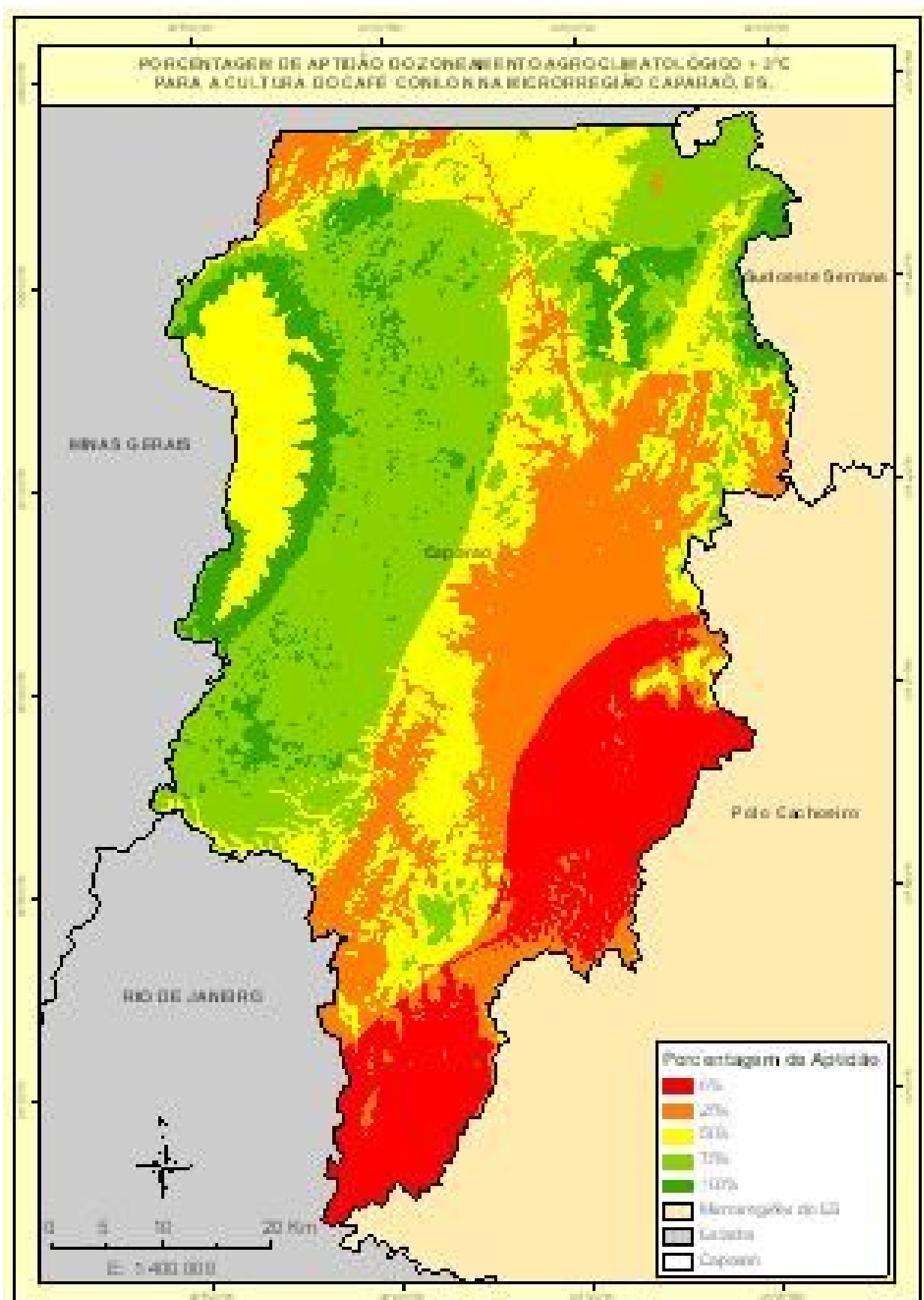


Figura 33 - ZONACC +3° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

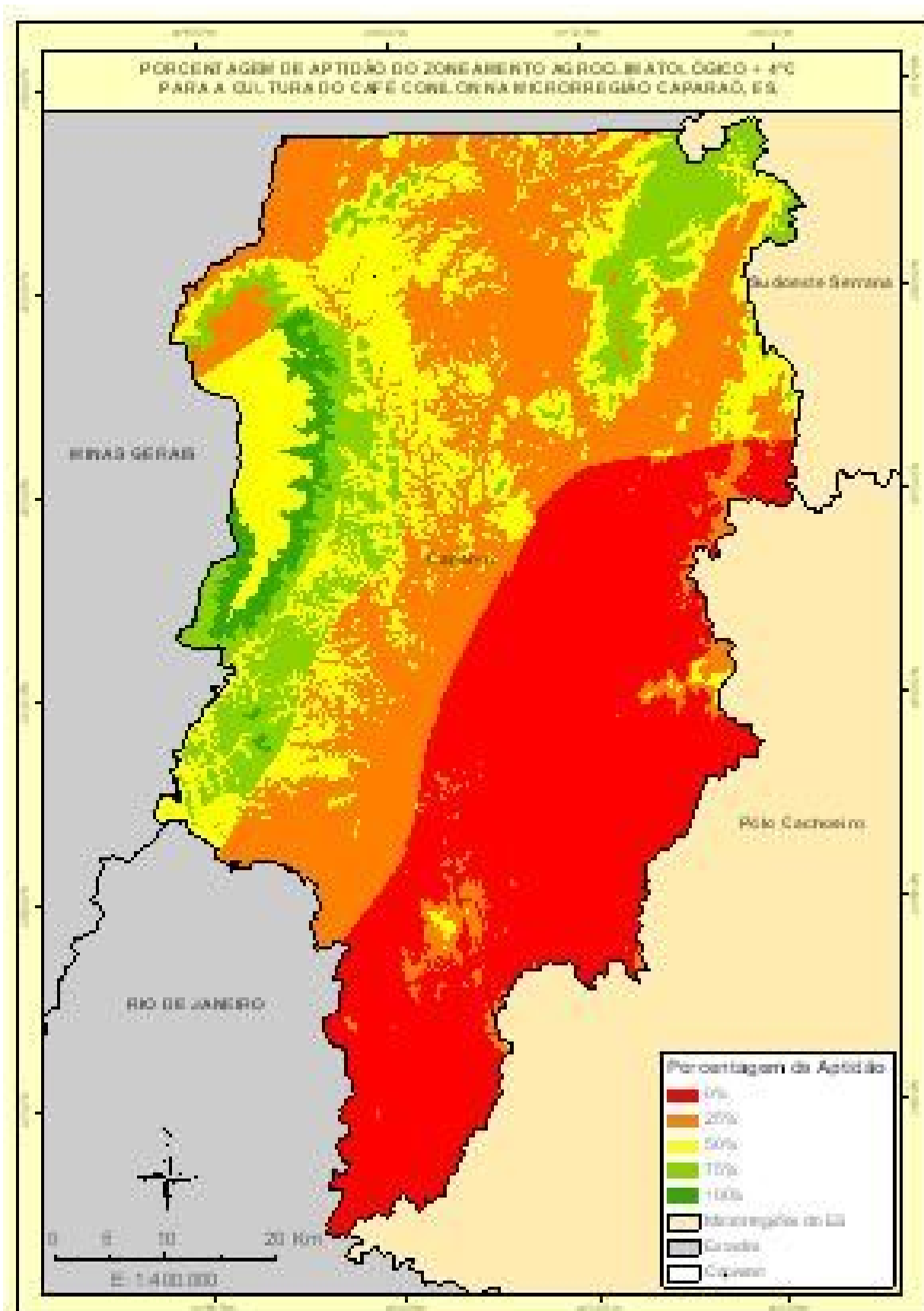


Figura 34 - ZONACC +4° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

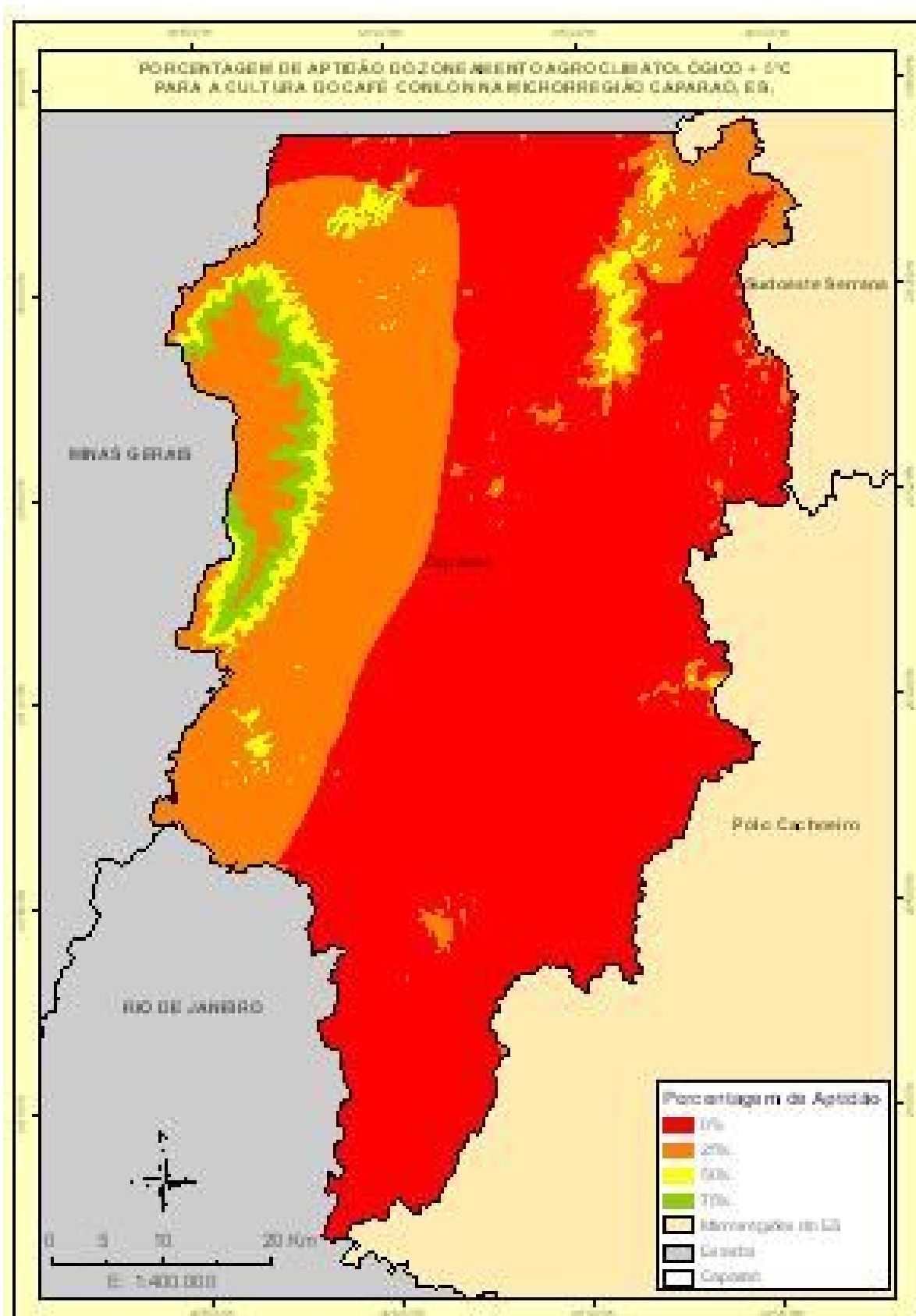


Figura 35 - ZONACC +5° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

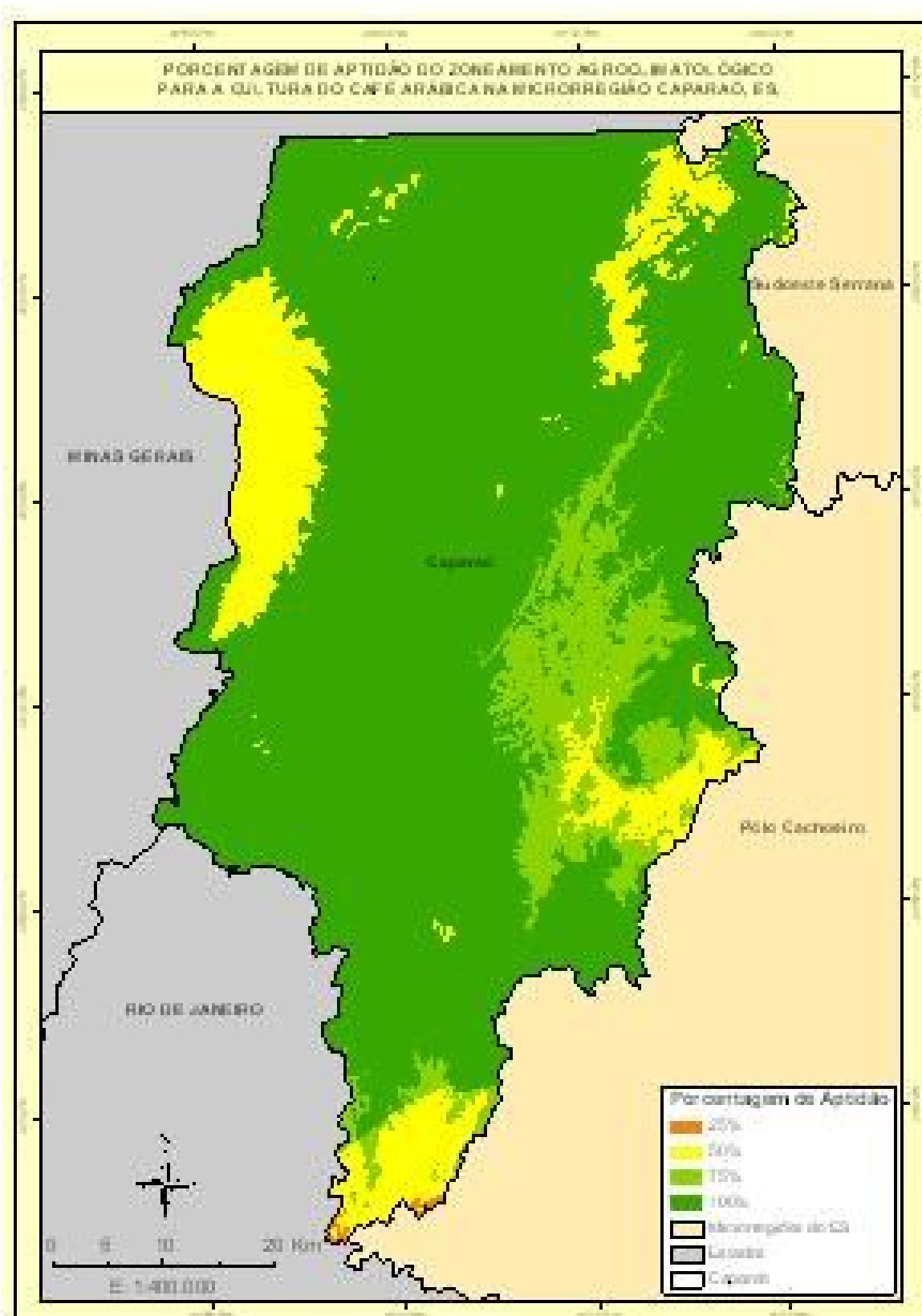


Figura 36 - Zoneamentos agroclimatológicos para a cultura do café arábica (ZONACA), por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

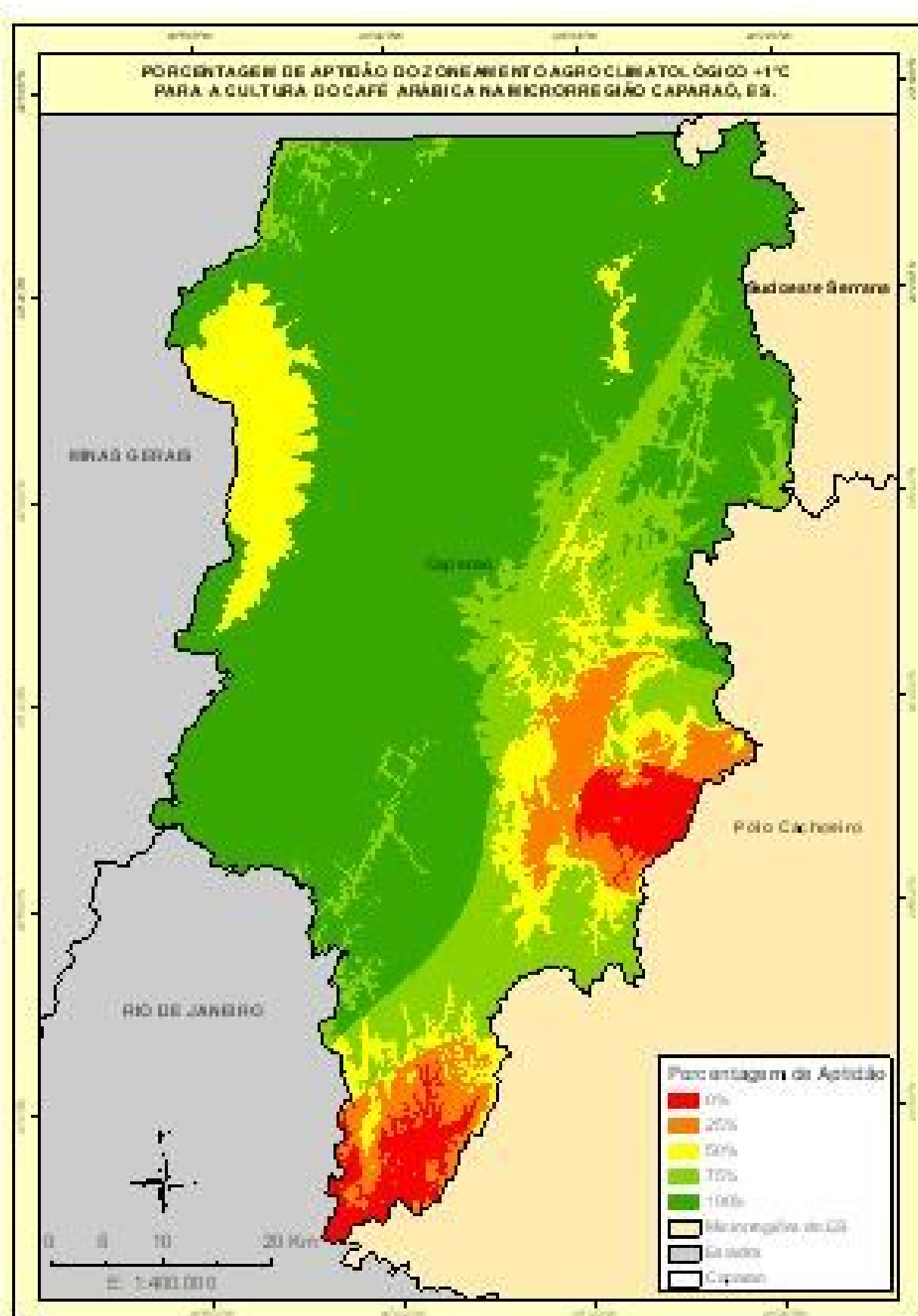


Figura 37 - ZONACA + 1° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

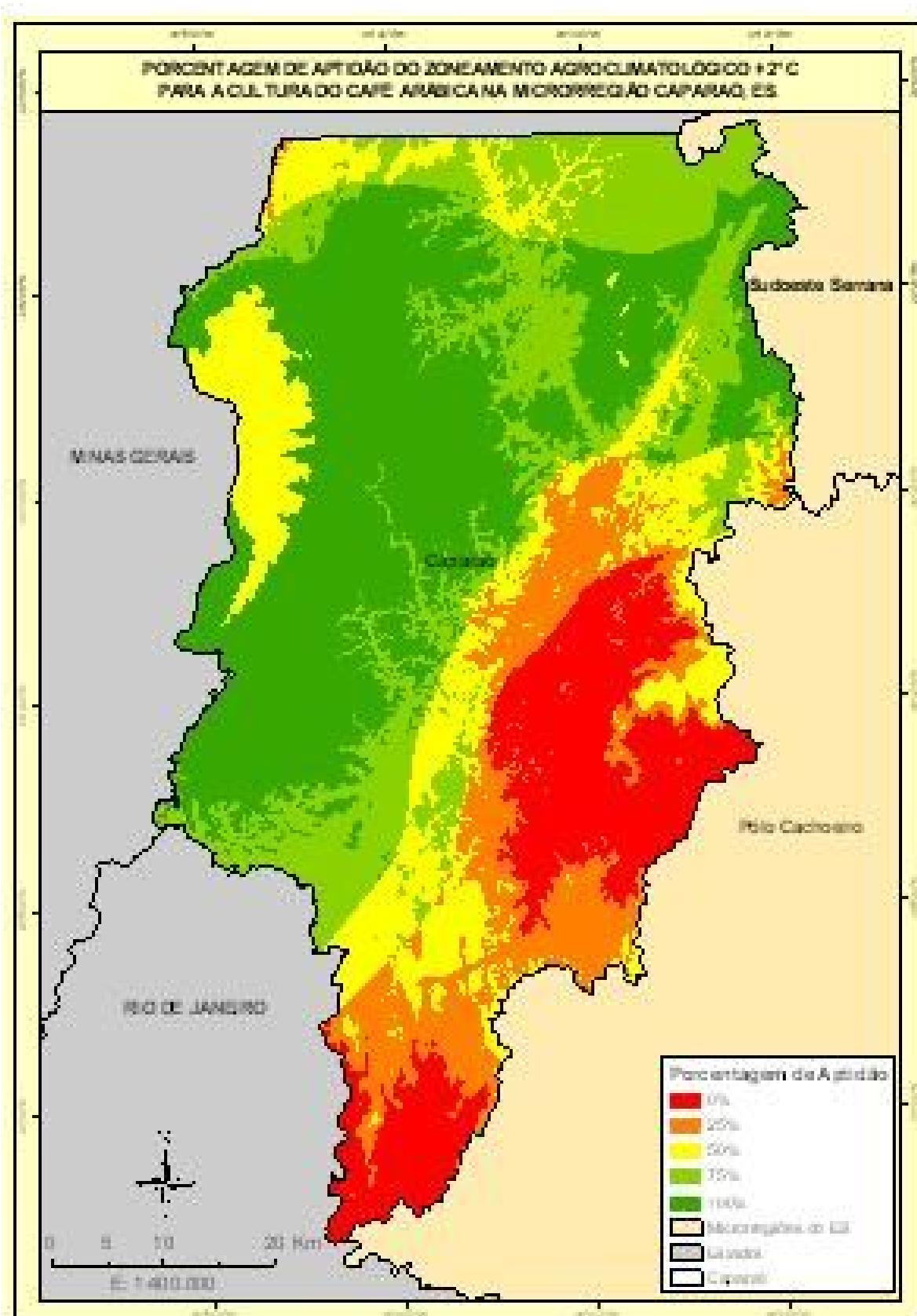


Figura 38 - ZONACA + 2° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

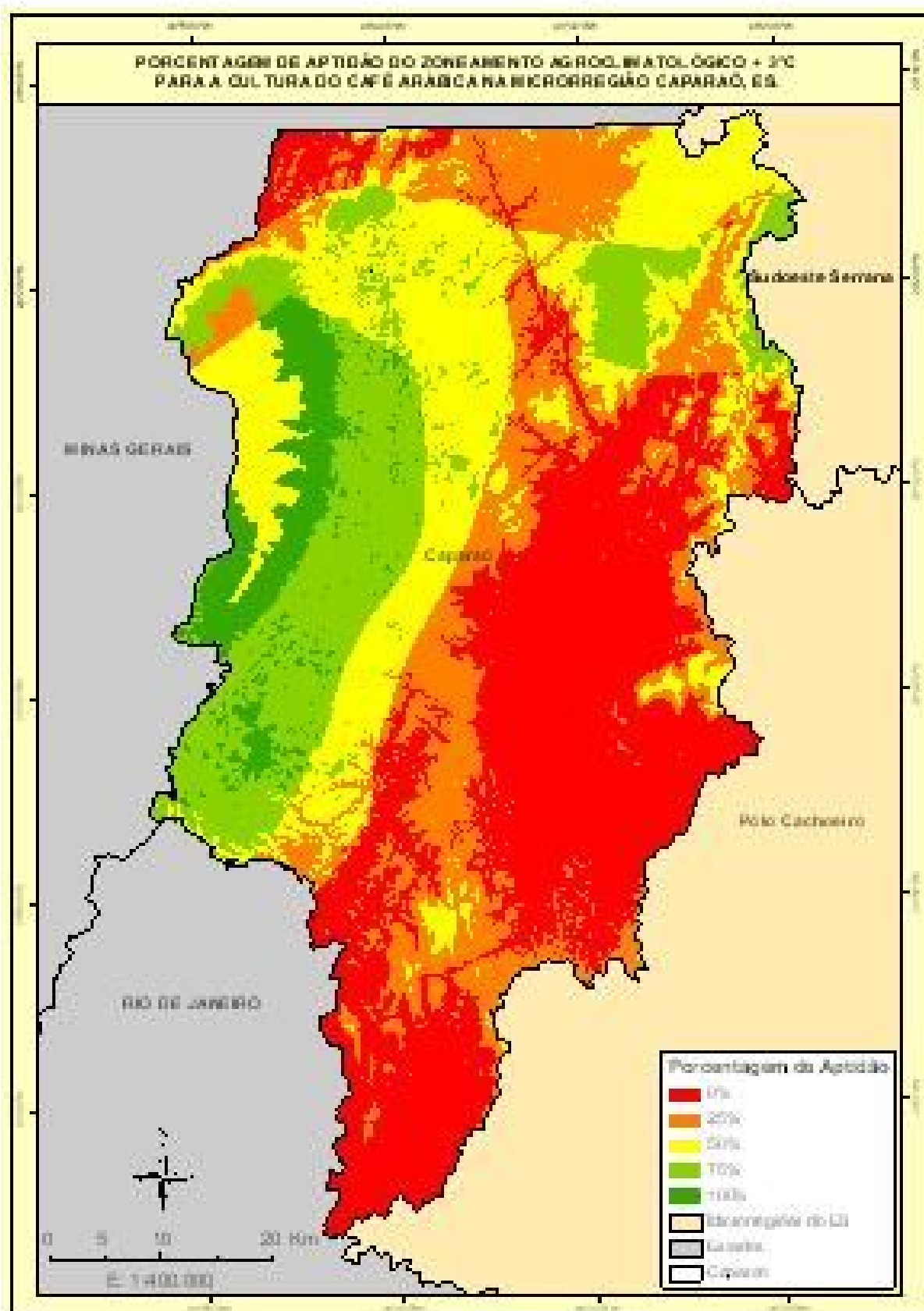


Figura 39 - ZONACA + 3° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

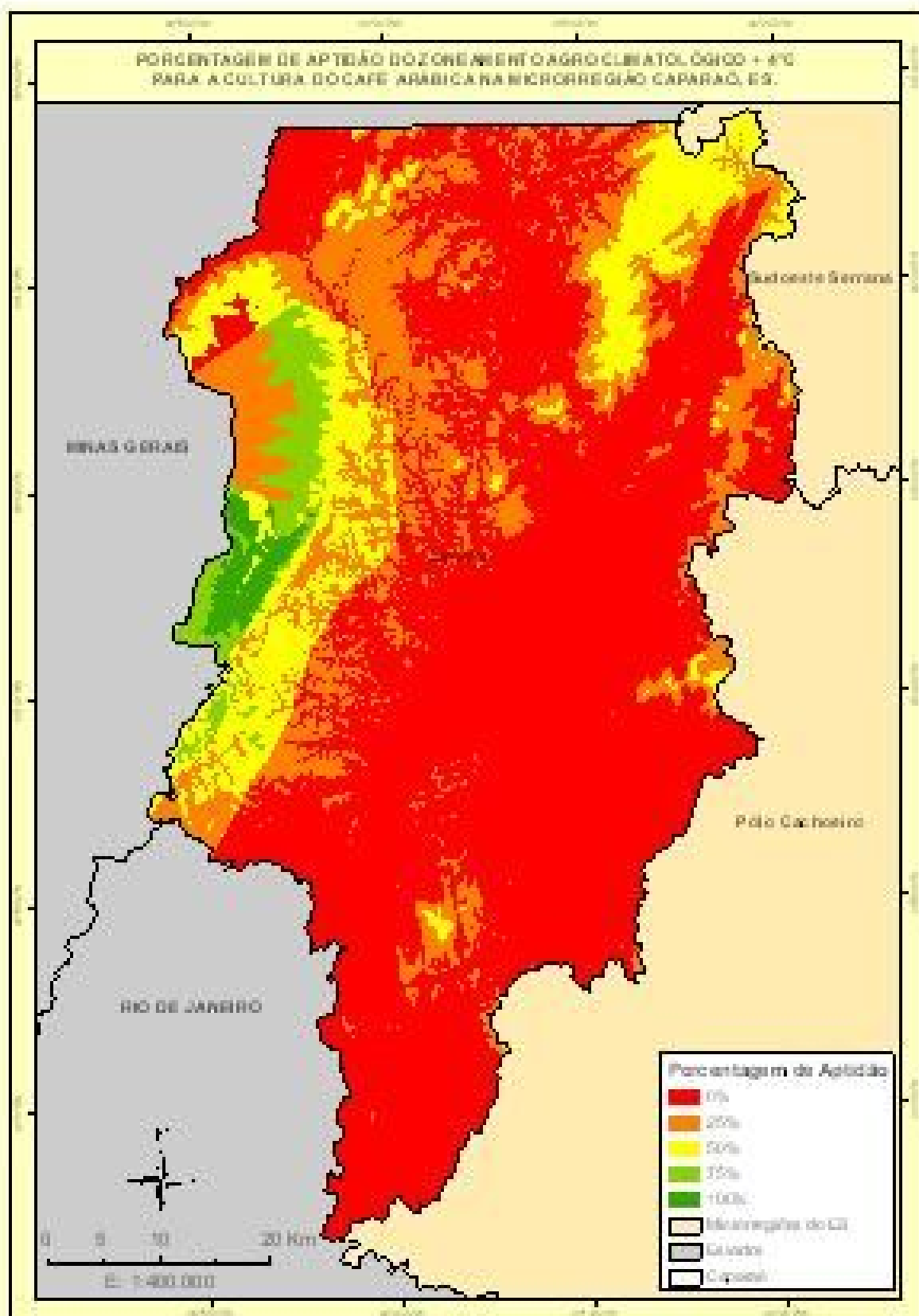


Figura 40 - ZONACA + 4° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

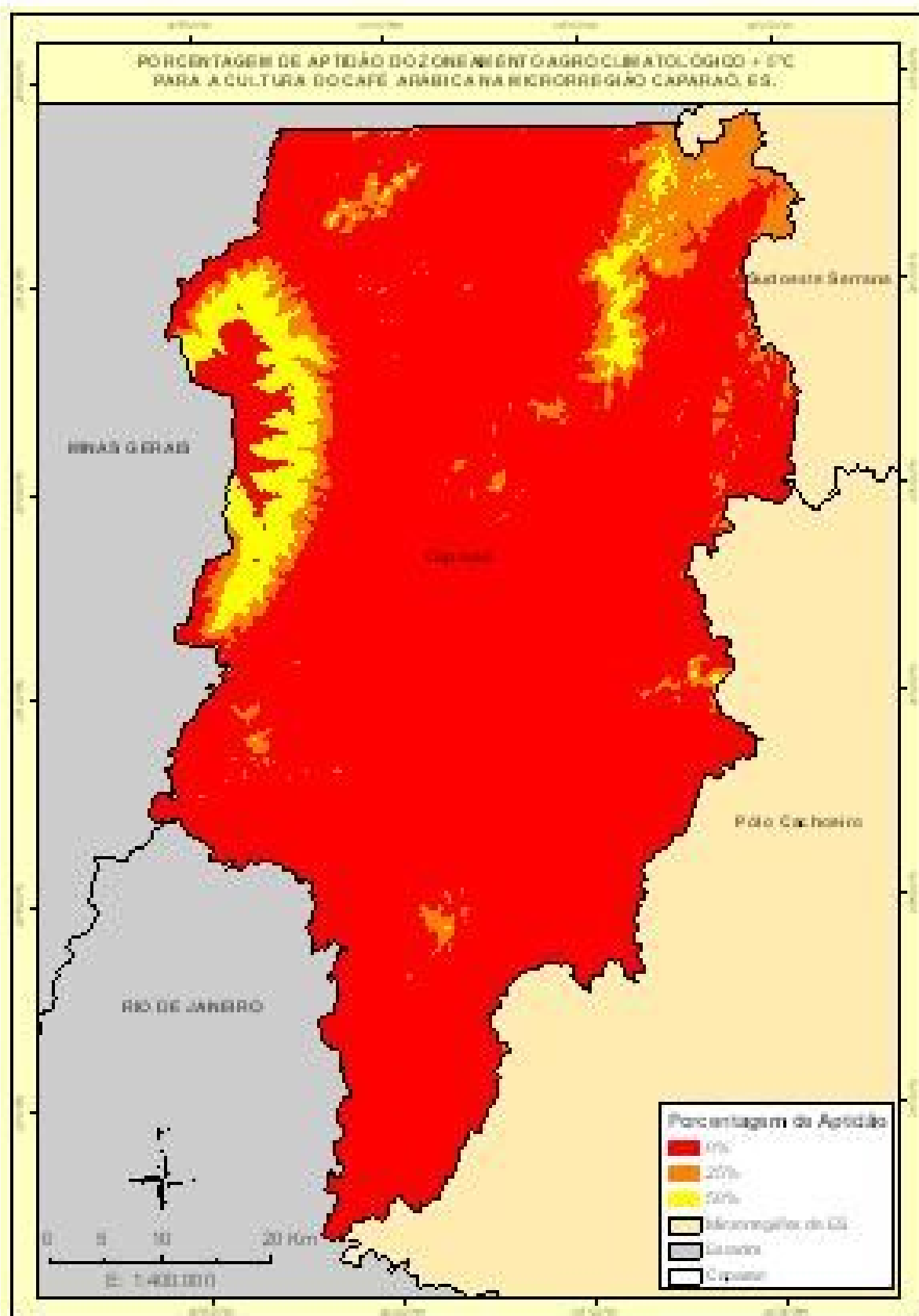


Figura 41 - ZONACA + 5° C, por porcentagem de aptidão, na Microrregião Caparaó, ES.

ANEXO 5

Tabela 1 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para o estado do Espírito Santo.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon			Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	6568,37	14,29
	Apto	Inapto	100,13	0,22
	Apto	Restrito	1400,26	3,05
	Inapto	Apto	15712,16	34,18
	Inapto	Inapto	359,63	0,78
	Inapto	Restrito	15095,76	32,84
	Restrito	Apto	2784,07	6,06
	Restrito	Inapto	245,59	0,53
	Restrito	Restrito	3696,51	8,04
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	5853,88	12,74
	Apto	Inapto	239,58	0,52
	Apto	Restrito	1226,77	2,67
	Inapto	Apto	4494,45	9,78
	Inapto	Inapto	9726,82	21,16
	Inapto	Restrito	19735,71	42,94
	Restrito	Apto	1689,42	3,68
	Restrito	Inapto	451,70	0,98
	Restrito	Restrito	2544,18	5,54
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	4279,05	9,31
	Apto	Inapto	156,70	0,34
	Apto	Restrito	921,62	2,01
	Inapto	Apto	1338,40	2,91
	Inapto	Inapto	28180,45	61,31
	Inapto	Restrito	6145,01	13,37
	Restrito	Apto	2230,69	4,85
	Restrito	Inapto	925,09	2,01
	Restrito	Restrito	1785,51	3,88
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	1804,46	3,93
	Apto	Inapto	157,46	0,34
	Apto	Restrito	757,93	1,65
	Inapto	Apto	687,17	1,50
	Inapto	Inapto	35617,84	77,49
	Inapto	Restrito	2228,29	4,85
	Restrito	Apto	2266,38	4,93
	Restrito	Inapto	1007,45	2,19

Tabela 1. Continuação...

	Restrito	Restrito	1435,57	3,12
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	356,53	0,78
	Apto	Inapto	119,93	0,26
	Apto	Restrito	637,21	1,39
	Inapto	Apto	514,52	1,12
	Inapto	Inapto	38723,82	84,25
	Inapto	Restrito	2523,06	5,49
	Restrito	Apto	911,05	1,98
	Restrito	Inapto	719,25	1,56
	Restrito	Restrito	1457,42	3,17
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	6,15	0,01
	Apto	Inapto	76,68	0,17
	Apto	Restrito	133,13	0,29
	Inapto	Apto	19,55	0,04
	Inapto	Inapto	42154,78	91,72
	Inapto	Restrito	1863,99	4,06
	Restrito	Apto	92,63	0,20
	Restrito	Inapto	789,74	1,72
	Restrito	Restrito	826,11	1,80

Tabela 2 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para o estado do Espírito Santo.

Cultura	Classe de aptidão		Área Km ²	Porcentagem (%)
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica				
ZONACA (atual)	Apto	Apto	8955,82	19,49
	Apto	Inapto	1570,98	3,42
	Apto	Restrito	1271,97	2,77
	Inapto	Apto	6409,15	13,94
	Inapto	Inapto	15384,73	33,47
	Inapto	Restrito	5643,63	12,28
	Restrito	Apto	1616,96	3,52
	Restrito	Inapto	3942,15	8,58
	Restrito	Restrito	1167,18	2,54
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	6816,03	14,83
	Apto	Inapto	1529,67	3,33
	Apto	Restrito	775,61	1,69
	Inapto	Apto	1141,37	2,48
	Inapto	Inapto	29399,39	63,96
	Inapto	Restrito	1615,37	3,51
	Restrito	Apto	1249,99	2,72
	Restrito	Inapto	2995,79	6,52
	Restrito	Restrito	439,34	0,96

Tabela 2. Continuação...

ZONACA + 2°C	Apto	Apto	4032,98	8,77
	Apto	Inapto	1108,93	2,41
	Apto	Restrito	688,57	1,50
	Inapto	Apto	371,06	0,81
	Inapto	Inapto	34294,75	74,61
	Inapto	Restrito	524,94	1,14
	Restrito	Apto	1607,13	3,50
	Restrito	Inapto	2710,75	5,90
	Restrito	Restrito	623,55	1,36
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	1262,28	2,75
	Apto	Inapto	934,65	2,03
	Apto	Restrito	647,25	1,41
	Inapto	Apto	241,64	0,53
	Inapto	Inapto	37827,11	82,30
	Inapto	Restrito	340,66	0,74
	Restrito	Apto	1094,36	2,38
	Restrito	Inapto	2442,81	5,31
	Restrito	Restrito	1171,78	2,55
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	181,60	0,40
	Apto	Inapto	783,18	1,72
	Apto	Restrito	233,00	0,51
	Inapto	Apto	71,30	0,16
	Inapto	Inapto	41220,92	90,71
	Inapto	Restrito	3,00	0,01
	Restrito	Apto	385,11	0,85
	Restrito	Inapto	386,28	0,85
	Restrito	Restrito	2176,64	4,79
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	275,87	0,60
	Apto	Restrito	7,06	0,02
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	43952,68	95,63
	Inapto	Restrito	18,64	0,04
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	1615,90	3,52
	Restrito	Restrito	92,63	0,20

Tabela 3 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Caparaó/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café conilon	Ta ° C	DHA mm	Km ²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	1942,27	52,07
	Apto	Inapto	0,00	0,00

Tabela 3 Continuação...

	Apto	Restrito	0,36	0,01
	Inapto	Apto	1355,97	36,35
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	428,55	11,49
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	2,83	0,08
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	2226,71	59,70
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	24,62	0,66
	Inapto	Apto	716,30	19,20
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	138,39	3,71
	Restrito	Apto	523,23	14,03
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	100,72	2,70
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	1405,93	37,69
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	132,80	3,56
	Inapto	Apto	492,83	13,21
	Inapto	Inapto	34,35	0,92
	Inapto	Restrito	498,97	13,38
	Restrito	Apto	839,07	22,50
	Restrito	Inapto	0,43	0,01
	Restrito	Restrito	325,52	8,73
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	318,51	8,54
	Apto	Inapto	17,02	0,46
	Apto	Restrito	207,88	5,57
	Inapto	Apto	310,22	8,32
	Inapto	Inapto	566,97	15,20
	Inapto	Restrito	695,22	18,64
	Restrito	Apto	922,73	24,74
	Restrito	Inapto	106,72	2,86
	Restrito	Restrito	584,73	15,68
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	83,08	2,23
	Apto	Inapto	10,50	0,28
	Apto	Restrito	186,33	5,00
	Inapto	Apto	240,29	6,44
	Inapto	Inapto	1274,72	34,18
	Inapto	Restrito	1091,46	29,26
	Restrito	Apto	221,56	5,94
	Restrito	Inapto	90,80	2,43
	Restrito	Restrito	531,23	14,24
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	39,12	1,05
	Apto	Restrito	88,82	2,38

Tabela 3 Continuação...

	Inapto	Apto	0,07	0,00
	Inapto	Inapto	2408,33	64,57
	Inapto	Restrito	902,57	24,20
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	194,66	5,22
	Restrito	Restrito	96,31	2,58

Tabela 4 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Caparaó/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica			Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	1942,27	52,07
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,36	0,01
	Inapto	Apto	1355,97	36,35
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	428,55	11,49
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	2,83	0,08
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	2226,71	59,70
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	24,62	0,66
	Inapto	Apto	716,30	19,20
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	138,39	3,71
	Restrito	Apto	523,23	14,03
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	100,72	2,70
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	1405,93	37,69
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	132,80	3,56
	Inapto	Apto	492,83	13,21
	Inapto	Inapto	34,35	0,92
	Inapto	Restrito	498,97	13,38
	Restrito	Apto	839,07	22,50
	Restrito	Inapto	0,43	0,01
	Restrito	Restrito	325,52	8,73
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	318,51	8,54
	Apto	Inapto	17,02	0,46
	Apto	Restrito	207,88	5,57
	Inapto	Apto	310,22	8,32

Tabela 4. Continuação...

	Inapto	Inapto	566,97	15,20
	Inapto	Restrito	695,22	18,64
	Restrito	Apto	922,73	24,74
	Restrito	Inapto	106,72	2,86
	Restrito	Restrito	584,73	15,68
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	83,08	2,23
	Apto	Inapto	10,50	0,28
	Apto	Restrito	186,33	5,00
	Inapto	Apto	240,29	6,44
	Inapto	Inapto	1274,72	34,18
	Inapto	Restrito	1091,46	29,26
	Restrito	Apto	221,56	5,94
	Restrito	Inapto	90,80	2,43
	Restrito	Restrito	531,23	14,24
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	39,12	1,05
	Apto	Restrito	88,82	2,38
	Inapto	Apto	0,07	0,00
	Inapto	Inapto	2408,33	64,57
	Inapto	Restrito	902,57	24,20
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	194,66	5,22
	Restrito	Restrito	96,31	2,58

Tabela 5 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Central Serrana/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon			Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	910,00	27,42
	Apto	Inapto	11,26	0,34
	Apto	Restrito	207,47	6,25
	Inapto	Apto	1009,87	30,43
	Inapto	Inapto	41,53	1,25
	Inapto	Restrito	474,13	14,29
	Restrito	Apto	203,80	6,14
	Restrito	Inapto	26,12	0,79
	Restrito	Restrito	434,01	13,08
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	1113,33	33,55
	Apto	Inapto	59,21	1,78
	Apto	Restrito	208,75	6,29
	Inapto	Apto	545,49	16,44
	Inapto	Inapto	609,36	18,36
	Inapto	Restrito	317,27	9,56

Tabela 5. Continuação...

	Restrito	Apto	186,69	5,63
	Restrito	Inapto	93,01	2,80
	Restrito	Restrito	185,09	5,58
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	789,95	23,81
	Apto	Inapto	70,05	2,11
	Apto	Restrito	277,40	8,36
	Inapto	Apto	262,70	7,92
	Inapto	Inapto	1013,45	30,54
	Inapto	Restrito	242,38	7,30
	Restrito	Apto	382,03	11,51
	Restrito	Inapto	134,82	4,06
	Restrito	Restrito	145,41	4,38
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	208,98	6,30
	Apto	Inapto	59,89	1,80
	Apto	Restrito	225,50	6,80
	Inapto	Apto	77,24	2,33
	Inapto	Inapto	1367,81	41,22
	Inapto	Restrito	422,48	12,73
	Restrito	Apto	377,47	11,38
	Restrito	Inapto	195,79	5,90
	Restrito	Restrito	383,03	11,54
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	1,86	0,06
	Apto	Inapto	20,39	0,61
	Apto	Restrito	107,04	3,23
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2033,41	61,28
	Inapto	Restrito	448,30	13,51
	Restrito	Apto	1,12	0,03
	Restrito	Inapto	293,48	8,84
	Restrito	Restrito	412,61	12,43
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,46	0,01
	Apto	Restrito	1,67	0,05
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3017,25	90,93
	Inapto	Restrito	25,28	0,76
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	174,92	5,27
	Restrito	Restrito	98,61	2,97

Tabela 6 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Central Serrana/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem	
	Ta ° C	DHA mm			
Café arábica			Km²	(%)	
	ZONACA (atual)	Apto	Apto	1516,32	45,70
		Apto	Inapto	256,95	7,74
		Apto	Restrito	168,50	5,08
		Inapto	Apto	228,45	6,88
		Inapto	Inapto	477,42	14,39
		Inapto	Restrito	6,60	0,20
		Restrito	Apto	140,11	4,22
		Restrito	Inapto	460,15	13,87
Restrito		Restrito	63,70	1,92	
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	1206,36	36,36	
	Apto	Inapto	290,31	8,75	
	Apto	Restrito	159,66	4,81	
	Inapto	Apto	284,93	8,59	
	Inapto	Inapto	904,35	27,25	
	Inapto	Restrito	7,84	0,24	
	Restrito	Apto	166,27	5,01	
	Restrito	Inapto	278,04	8,38	
	Restrito	Restrito	20,42	0,62	
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	614,51	18,52	
	Apto	Inapto	352,25	10,62	
	Apto	Restrito	194,11	5,85	
	Inapto	Apto	62,29	1,88	
	Inapto	Inapto	1251,01	37,70	
	Inapto	Restrito	181,76	5,48	
	Restrito	Apto	335,39	10,11	
	Restrito	Inapto	280,25	8,45	
	Restrito	Restrito	46,62	1,41	
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	72,82	2,19	
	Apto	Inapto	285,46	8,60	
	Apto	Restrito	136,75	4,12	
	Inapto	Apto	2,76	0,08	
	Inapto	Inapto	1790,29	53,95	
	Inapto	Restrito	73,95	2,23	
	Restrito	Apto	31,32	0,94	
	Restrito	Inapto	578,76	17,44	
	Restrito	Restrito	346,09	10,43	
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00	
	Apto	Inapto	127,44	3,84	
	Apto	Restrito	1,86	0,06	
	Inapto	Apto	0,00	0,00	

Tabela 6. Continuação...

	inapto	Inapto	2481,66	74,79
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	706,12	21,28
	Restrito	Restrito	1,12	0,03
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	2,12	0,06
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3042,59	91,69
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	273,48	8,24
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 7 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Extremo Norte/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café conilon	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	0,10	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	59,36	2,00
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	2679,72	90,28
	Restrito	Apto	8,07	0,27
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	220,82	7,44
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2307,52	77,74
	Inapto	Restrito	659,34	22,21
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,04	0,00
	Restrito	Restrito	1,17	0,04
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,08	100,00

Tabela 7. Continuação...

	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,08	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
ZONACC + 4°C	Restrito	Restrito	0,00	0,00
	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,08	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
ZONACC + 5°C	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,08	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
Restrito	Apto	0,00	0,00	
Restrito	Inapto	0,00	0,00	
Restrito	Restrito	0,00	0,00	

Tabela 8 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Extremo Norte/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café arábica	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,10	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2679,72	90,28
	Inapto	Restrito	59,36	2,00

Tabela 8. Continuação...

	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	220,82	7,44
	Restrito	Restrito	8,07	0,27
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2966,86	99,96
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	1,22	0,04
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,07	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,07	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,07	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2968,07	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00

Tabela 8. Continuação...

	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 9 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Litoral Norte/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área Km ²	Porcentagem (%)
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon				
ZONACC (atual)	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	2000,90	43,42
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	2594,86	56,30
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	12,90	0,28
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	291,74	6,33
	Inapto	Inapto	1793,18	38,91
	Inapto	Restrito	2523,72	54,76
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3813,51	82,75
	Inapto	Restrito	795,15	17,25
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00

Tabela 9. Continuação...

	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 10 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Litoral Norte/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café arábica	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	1345,76	29,20
	Inapto	Inapto	2594,86	56,30
	Inapto	Restrito	655,14	14,22
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	12,90	0,28
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4316,92	93,67
	Inapto	Restrito	291,74	6,33
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00

Tabela 10. Continuação...

	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4608,65	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 11 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Metropolitana/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon			Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	242,30	10,60
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	1705,97	74,67
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	76,44	3,35
	Restrito	Apto	260,06	11,38
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	100,67	4,41
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	9,88	0,43
	Inapto	Apto	803,56	35,17
	Inapto	Inapto	0,01	0,00
	Inapto	Restrito	1167,97	51,12
	Restrito	Apto	148,40	6,50
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	54,29	2,38
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	7,49	0,33
	Apto	Inapto	0,08	0,00
	Apto	Restrito	4,78	0,21
	Inapto	Apto	28,34	1,24
	Inapto	Inapto	971,26	42,51
	Inapto	Restrito	1103,63	48,30
	Restrito	Apto	55,75	2,44
	Restrito	Inapto	4,10	0,18
	Restrito	Restrito	109,34	4,79
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,42	0,02
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2057,02	90,03
	Inapto	Restrito	182,85	8,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	8,76	0,38
	Restrito	Restrito	35,72	1,56
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00

Tabela 11. Continuação...

	Inapto	Inapto	2281,47	99,86
	Inapto	Restrito	0,13	0,01
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	3,17	0,14
	Restrito	Restrito	0,01	0,00
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2284,78	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 12 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Metropolitana/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café arábica	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	243,85	10,67
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	1,60	0,07
	Inapto	Apto	1346,97	58,95
	Inapto	Inapto	76,44	3,35
	Inapto	Restrito	355,86	15,58
	Restrito	Apto	254,10	11,12
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	5,97	0,26
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	96,34	4,22
	Apto	Inapto	9,88	0,43
	Apto	Restrito	4,35	0,19
	Inapto	Apto	298,77	13,08
	Inapto	Inapto	1167,98	51,12
	Inapto	Restrito	504,80	22,09
	Restrito	Apto	107,24	4,69
	Restrito	Inapto	54,29	2,38
	Restrito	Restrito	41,13	1,80
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	2,03	0,09
	Apto	Inapto	4,86	0,21
	Apto	Restrito	5,45	0,24
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2074,88	90,81

Tabela 12. Continuação...

	Inapto	Restrito	28,35	1,24
	Restrito	Apto	3,77	0,17
	Restrito	Inapto	113,45	4,97
	Restrito	Restrito	51,99	2,28
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,42	0,02
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2239,87	98,03
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	44,48	1,95
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2281,61	99,86
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	3,16	0,14
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2284,78	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 13 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Metrópole Exp. Sul/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café conilon	Ta ° C	DHA mm	Km ²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	441,02	22,21
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	594,17	29,92
	Inapto	Inapto	0,00	0,00

Tabela 13. Continuação...

	Inapto	Restrito	809,22	40,75
	Restrito	Apto	140,40	7,07
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,88	0,04
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	358,92	18,08
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,08	0,00
	Inapto	Apto	311,13	15,67
	Inapto	Inapto	541,04	27,25
	Inapto	Restrito	541,57	27,27
	Restrito	Apto	230,34	11,60
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
ZONACC + 2°C	Restrito	Restrito	2,64	0,13
	Apto	Apto	226,77	11,42
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	10,33	0,52
	Inapto	Apto	147,46	7,43
	Inapto	Inapto	1008,19	50,77
	Inapto	Restrito	299,65	15,09
	Restrito	Apto	254,51	12,82
	Restrito	Inapto	0,19	0,01
Restrito	Restrito	38,62	1,94	
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	132,36	6,67
	Apto	Inapto	0,56	0,03
	Apto	Restrito	1,69	0,08
	Inapto	Apto	115,64	5,82
	Inapto	Inapto	1294,77	65,20
	Inapto	Restrito	232,38	11,70
	Restrito	Apto	124,72	6,28
	Restrito	Inapto	13,69	0,69
	Restrito	Restrito	69,89	3,52
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	37,13	1,87
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	10,21	0,51
	Inapto	Apto	45,78	2,31
	Inapto	Inapto	1546,93	77,90
	Inapto	Restrito	206,49	10,40
	Restrito	Apto	64,37	3,24
	Restrito	Inapto	12,45	0,63
	Restrito	Restrito	62,34	3,14
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	6,96	0,35
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	1774,43	89,36
	Inapto	Restrito	114,78	5,78

Tabela 13. Continuação...

	Restrito	Apto	0,05	0,00
	Restrito	Inapto	9,47	0,48
	Restrito	Restrito	80,01	4,03

Tabela 14 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Metrópole Exp. Sul/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área Km ²	Porcentagem (%)
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica				
ZONACA (atual)	Apto	Apto	610,68	30,75
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,54	0,03
	Inapto	Apto	273,97	13,80
	Inapto	Inapto	809,22	40,75
	Inapto	Restrito	150,03	7,56
	Restrito	Apto	137,89	6,94
	Restrito	Inapto	0,88	0,04
	Restrito	Restrito	2,48	0,12
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	447,05	22,51
	Apto	Inapto	0,08	0,00
	Apto	Restrito	5,64	0,28
	Inapto	Apto	110,85	5,58
	Inapto	Inapto	1082,60	54,52
	Inapto	Restrito	106,48	5,36
	Restrito	Apto	211,20	10,64
	Restrito	Inapto	2,64	0,13
	Restrito	Restrito	19,16	0,97
ZONACA + 2°C	Apto	Inapto	10,33	0,52
	Apto	Restrito	18,66	0,94
	Inapto	Apto	74,16	3,73
	Inapto	Inapto	1307,83	65,86
	Inapto	Restrito	56,90	2,87
	Restrito	Apto	221,52	11,16
	Restrito	Inapto	38,81	1,95
	Restrito	Restrito	33,10	1,67
ZONACA + 3°C	Apto	Inapto	2,25	0,11
	Apto	Restrito	1,54	0,08
	Inapto	Apto	53,94	2,72
	Inapto	Inapto	1527,16	76,91
	Inapto	Restrito	58,88	2,97
	Restrito	Apto	81,37	4,10
	Restrito	Inapto	83,56	4,21

Tabela 14. Continuação...

	Restrito	Restrito	43,33	2,18
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	5,69	0,29
	Apto	Inapto	10,21	0,51
	Apto	Restrito	31,92	1,61
	Inapto	Apto	5,49	0,28
	Inapto	Inapto	1753,39	88,30
	Inapto	Restrito	39,86	2,01
	Restrito	Apto	9,64	0,49
	Restrito	Inapto	74,81	3,77
	Restrito	Restrito	54,68	2,75
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	6,96	0,35
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	1889,21	95,14
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	89,48	4,51
	Restrito	Restrito	0,05	0,00

Tabela 15 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (ZONACC), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Noroeste I /ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café conilon	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	606,08	13,68
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	120,42	2,72
	Inapto	Apto	727,93	16,43
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	1350,14	30,47
	Restrito	Apto	787,25	17,77
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	839,30	18,94
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	0,01	0,00
	Apto	Inapto	0,06	0,00
	Apto	Restrito	262,57	5,93
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	260,27	5,87
	Inapto	Restrito	3186,62	71,91
	Restrito	Apto	5,58	0,13
	Restrito	Inapto	5,74	0,13
	Restrito	Restrito	710,29	16,03

Tabela 15. Continuação...

ZONACC + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	1,36	0,03
	Apto	Restrito	22,85	0,52
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3137,81	70,81
	Inapto	Restrito	815,11	18,39
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	60,42	1,36
	Restrito	Restrito	393,67	8,88
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,12	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4326,87	97,64
	Inapto	Restrito	0,01	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	104,26	2,35
	Restrito	Restrito	0,04	0,00
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4429,30	99,95
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	2,00	0,05
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4431,34	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 16 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Noroeste I /ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica			Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	239,04	5,39
	Apto	Inapto	120,42	2,72
	Apto	Restrito	369,17	8,33
	Inapto	Apto	46,43	1,05
	Inapto	Inapto	1350,14	30,47
	Inapto	Restrito	679,52	15,34
	Restrito	Apto	162,84	3,67
	Restrito	Inapto	839,30	18,94
	Restrito	Restrito	624,30	14,09
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	262,63	5,93
	Apto	Restrito	0,01	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3446,84	77,79
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	716,03	16,16
	Restrito	Restrito	5,58	0,13
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	24,20	0,55
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3952,84	89,21
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	454,12	10,25
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,12	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4326,89	97,64
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	104,29	2,35
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00

Tabela 16. Continuação...

	Inapto	Inapto	4429,30	99,95
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	2,00	0,05
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4431,34	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 17 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Noroeste II /ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café conilon	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	80,61	2,29
	Inapto	Apto	2,53	0,07
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	3000,74	85,15
	Restrito	Apto	0,20	0,01
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	440,12	12,49
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,04	0,00
	Apto	Restrito	16,24	0,46
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	1323,80	37,56
	Inapto	Restrito	2046,86	58,08
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	4,68	0,13
	Restrito	Restrito	132,58	3,76
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,71	0,02
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3485,35	98,90
	Inapto	Restrito	0,00	0,00

Tabela 17. Continuação...

	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	38,14	1,08
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3519,42	99,86
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	4,79	0,14
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3524,21	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3524,21	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 18 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Noroeste II /ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café arábica	Ta ° C	DHA mm	Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	80,61	2,29
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3000,74	85,15
	Inapto	Restrito	2,53	0,07
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	440,12	12,49

Tabela 18. Continuação...

	Restrito	Restrito	0,20	0,01
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	16,29	0,46
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3370,67	95,64
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	137,25	3,89
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,71	0,02
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3485,36	98,90
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	38,14	1,08
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3519,42	99,86
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	4,79	0,14
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3524,21	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3524,21	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 19 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Pólo Cachoeiro/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon			Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	960,27	20,81
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	56,69	1,23
	Inapto	Apto	1394,24	30,22
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	1268,39	27,49
	Restrito	Apto	702,51	15,23
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	231,71	5,02
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	575,13	12,47
	Apto	Inapto	0,26	0,01
	Apto	Restrito	158,68	3,44
	Inapto	Apto	672,78	14,58
	Inapto	Inapto	726,19	15,74
	Inapto	Restrito	1736,05	37,63
	Restrito	Apto	353,63	7,66
	Restrito	Inapto	6,32	0,14
	Restrito	Restrito	384,76	8,34
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	323,18	7,00
	Apto	Inapto	23,56	0,51
	Apto	Restrito	153,34	3,32
	Inapto	Apto	142,06	3,08
	Inapto	Inapto	2080,20	45,09
	Inapto	Restrito	1277,42	27,69
	Restrito	Apto	162,95	3,53
	Restrito	Inapto	108,18	2,34
	Restrito	Restrito	342,92	7,43
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	171,46	3,72
	Apto	Inapto	32,42	0,70
	Apto	Restrito	92,04	1,99
	Inapto	Apto	14,43	0,31
	Inapto	Inapto	3483,50	75,50
	Inapto	Restrito	367,83	7,97
	Restrito	Apto	89,33	1,94
	Restrito	Inapto	209,09	4,53
	Restrito	Restrito	153,70	3,33
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	19,19	0,42
	Apto	Inapto	20,25	0,44
	Apto	Restrito	118,00	2,56

Tabela 19. Continuação...

	Inapto	Apto	1,69	0,04
	Inapto	Inapto	4023,72	87,21
	Inapto	Restrito	169,70	3,68
	Restrito	Apto	1,95	0,04
	Restrito	Inapto	109,21	2,37
	Restrito	Restrito	150,07	3,25
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	22,83	0,49
	Apto	Restrito	7,98	0,17
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4374,68	94,82
	Inapto	Restrito	7,62	0,17
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	123,97	2,69
	Restrito	Restrito	76,73	1,66

Tabela 20 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Pólo Cachoeiro/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área Km ²	Porcentagem (%)
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica	Apto	Apto	1092,28	23,67
	Apto	Inapto	56,88	1,23
	Apto	Restrito	209,86	4,55
	Inapto	Apto	708,53	15,36
	Inapto	Inapto	1268,17	27,49
	Inapto	Restrito	343,72	7,45
	Restrito	Apto	441,57	9,57
	Restrito	Inapto	231,71	5,02
	Restrito	Restrito	261,08	5,66
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	618,82	13,41
	Apto	Inapto	168,34	3,65
	Apto	Restrito	160,04	3,47
	Inapto	Apto	124,48	2,70
	Inapto	Inapto	2452,83	53,16
	Inapto	Restrito	344,60	7,47
	Restrito	Apto	215,79	4,68
	Restrito	Inapto	391,09	8,48
	Restrito	Restrito	137,81	2,99
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	326,81	7,08
	Apto	Inapto	181,23	3,93
	Apto	Restrito	68,62	1,49
	Inapto	Apto	8,55	0,19

Tabela 20. Continuação...

	Inapto	Inapto	3353,20	72,68
	Inapto	Restrito	61,23	1,33
	Restrito	Apto	90,26	1,96
	Restrito	Inapto	451,18	9,78
	Restrito	Restrito	72,71	1,58
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	64,02	1,39
	Apto	Inapto	139,52	3,02
	Apto	Restrito	110,77	2,40
	Inapto	Apto	0,81	0,02
	Inapto	Inapto	3836,28	83,15
	Inapto	Restrito	10,30	0,22
	Restrito	Apto	9,92	0,21
	Restrito	Inapto	362,78	7,86
	Restrito	Restrito	79,40	1,72
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,54	0,01
	Apto	Inapto	145,94	3,16
	Apto	Restrito	20,06	0,43
	Inapto	Apto	0,28	0,01
	Inapto	Inapto	4185,79	90,72
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	259,23	5,62
	Restrito	Restrito	1,95	0,04
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	34,65	0,75
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4378,40	94,90
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	200,75	4,35
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 21 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Pólo Colatina/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
Café conilon	Ta ° C	DHA mm	Km ²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	150,78	3,72
	Apto	Inapto	88,80	2,19
	Apto	Restrito	495,78	12,24
	Inapto	Apto	3,26	0,08
	Inapto	Inapto	318,05	7,85

Tabela 21. Continuação...

	Inapto	Restrito	1882,62	46,49
	Restrito	Apto	11,25	0,28
	Restrito	Inapto	219,45	5,42
	Restrito	Restrito	879,47	21,72
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	174,26	4,30
	Apto	Restrito	163,21	4,03
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	1980,76	48,91
	Inapto	Restrito	1064,57	26,29
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	289,65	7,15
	Restrito	Restrito	376,94	9,31
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	46,37	1,15
	Apto	Restrito	14,65	0,36
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3488,34	86,14
	Inapto	Restrito	7,17	0,18
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	390,48	9,64
	Restrito	Restrito	102,41	2,53
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	6,16	0,15
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3887,03	95,99
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	156,20	3,86
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,98	0,02
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4028,59	99,49
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	19,82	0,49
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,33	0,01
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4047,55	99,95

Tabela 21. Continuação...

	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	1,50	0,04
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 22 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Pólo Colatina/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área Km ²	Porcentagem (%)
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica				
ZONACA (atual)	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	603,00	14,89
	Apto	Restrito	152,47	3,77
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2182,21	53,89
	Inapto	Restrito	1,55	0,04
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	1098,95	27,14
	Restrito	Restrito	11,25	0,28
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	339,32	8,38
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3043,50	75,16
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	666,59	16,46
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	61,66	1,52
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3494,84	86,30
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	492,93	12,17
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	6,16	0,15
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	3887,02	95,99
	Inapto	Restrito	0,00	0,00

Tabela 22. Continuação...

	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	156,20	3,86
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,98	0,02
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4028,59	99,49
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	19,82	0,49
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,33	0,01
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	4047,55	99,95
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	1,50	0,04
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 23 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Pólo Linhares/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área Km ²	Porcentagem (%)
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon				
ZONACC (atual)	Apto	Apto	77,88	1,17
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	53,10	0,80
	Inapto	Apto	5240,27	79,05
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	896,73	13,53
	Restrito	Apto	163,93	2,47
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	197,14	2,97
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	13,02	0,20
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	26,03	0,39
	Inapto	Apto	241,83	3,65
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	6168,79	93,06
	Restrito	Apto	15,93	0,24

Tabela 23. Continuação...

	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	163,46	2,47
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	2,87	0,04
	Apto	Restrito	0,92	0,01
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	5649,46	85,22
	Inapto	Restrito	903,35	13,63
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	30,89	0,47
	Restrito	Restrito	41,58	0,63
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,04	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	6615,15	99,79
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	13,86	0,21
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	6628,39	99,99
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,66	0,01
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	6629,06	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 24 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Pólo Linhares/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica			Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	49,06	0,74
	Apto	Inapto	53,10	0,80
	Apto	Restrito	29,44	0,44
	Inapto	Apto	1854,26	27,97
	Inapto	Inapto	896,73	13,53
	Inapto	Restrito	3385,37	51,07
	Restrito	Apto	81,86	1,23
	Restrito	Inapto	197,14	2,97
	Restrito	Restrito	82,08	1,24
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	0,01	0,00
	Apto	Inapto	26,03	0,39
	Apto	Restrito	13,01	0,20
	Inapto	Apto	0,94	0,01
	Inapto	Inapto	6168,78	93,06
	Inapto	Restrito	240,90	3,63
	Restrito	Apto	0,27	0,00
	Restrito	Inapto	163,46	2,47
	Restrito	Restrito	15,65	0,24
ZONACA + 2°C	Apto	Inapto	3,78	0,06
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	6552,83	98,85
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	72,45	1,09
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
	ZONACA + 3°C	Apto	Apto	0,00
Apto		Inapto	0,04	0,00
Apto		Restrito	0,00	0,00
Inapto		Apto	0,00	0,00
Inapto		Inapto	6615,17	99,79
Inapto		Restrito	0,00	0,00
Restrito		Apto	0,00	0,00
Restrito		Inapto	13,85	0,21
Restrito		Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	6628,39	99,99

Tabela 24. Continuação...

	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,66	0,01
	Restrito	Restrito	0,00	0,00
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	0,00	0,00
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	6629,06	100,00
	Inapto	Restrito	0,00	0,00
	Restrito	Apto	0,00	0,00
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	0,00	0,00

Tabela 25 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café conilon (**ZONACC**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Sudoeste Serrana/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café conilon			Km²	(%)
ZONACC (atual)	Apto	Apto	1237,15	32,43
	Apto	Inapto	0,00	0,00
	Apto	Restrito	385,49	10,10
	Inapto	Apto	1616,58	42,37
	Inapto	Inapto	0,00	0,00
	Inapto	Restrito	61,10	1,60
	Restrito	Apto	77,98	2,04
	Restrito	Inapto	0,00	0,00
	Restrito	Restrito	436,85	11,45
ZONACC + 1°C	Apto	Apto	1465,74	38,42
	Apto	Inapto	5,67	0,15
	Apto	Restrito	356,43	9,34
	Inapto	Apto	911,53	23,89
	Inapto	Inapto	183,19	4,80
	Inapto	Restrito	183,06	4,80
	Restrito	Apto	225,47	5,91
	Restrito	Inapto	52,16	1,37
	Restrito	Restrito	431,95	11,32
ZONACC + 2°C	Apto	Apto	1525,45	39,98
	Apto	Inapto	11,65	0,31
	Apto	Restrito	304,43	7,98
	Inapto	Apto	264,96	6,94
	Inapto	Inapto	527,41	13,82
	Inapto	Restrito	201,99	5,29

Tabela 25. Continuação...

	Restrito	Apto	536,10	14,05
	Restrito	Inapto	157,25	4,12
	Restrito	Restrito	285,96	7,50
ZONACC + 3°C	Apto	Apto	973,13	25,51
	Apto	Inapto	41,21	1,08
	Apto	Restrito	230,33	6,04
	Inapto	Apto	169,57	4,44
	Inapto	Inapto	919,09	24,09
	Inapto	Restrito	327,42	8,58
	Restrito	Apto	751,99	19,71
	Restrito	Inapto	194,07	5,09
	Restrito	Restrito	208,35	5,46
ZONACC + 4°C	Apto	Apto	215,27	5,64
	Apto	Inapto	67,79	1,78
	Apto	Restrito	215,60	5,65
	Inapto	Apto	226,62	5,94
	Inapto	Inapto	1372,49	35,97
	Inapto	Restrito	606,73	15,90
	Restrito	Apto	622,03	16,30
	Restrito	Inapto	187,58	4,92
	Restrito	Restrito	301,07	7,89
ZONACC + 5°C	Apto	Apto	6,15	0,16
	Apto	Inapto	13,94	0,37
	Apto	Restrito	27,71	0,73
	Inapto	Apto	19,48	0,51
	Inapto	Inapto	2082,28	54,58
	Inapto	Restrito	813,47	21,32
	Restrito	Apto	92,59	2,43
	Restrito	Inapto	285,13	7,47
	Restrito	Restrito	474,44	12,44

Tabela 26 - Porcentagem das áreas das classes de aptidão dos zoneamentos agroclimatológico para a cultura do café arábica (**ZONACA**), com incrementos de temperatura para os próximos 100 anos para a microrregião Sudoeste Serrana/ES.

Cultura	Classe de aptidão		Área	Porcentagem
	Ta ° C	DHA mm		
Café arábica			Km²	(%)
ZONACA (atual)	Apto	Apto	2340,02	61,33
	Apto	Inapto	399,22	10,46
	Apto	Restrito	319,72	8,38
	Inapto	Apto	193,37	5,07
	Inapto	Inapto	47,38	1,24
	Inapto	Restrito	0,66	0,02

Tabela 26. Continuação...

	Restrito	Apto	56,88	1,49
	Restrito	Inapto	436,85	11,45
	Restrito	Restrito	21,10	0,55
ZONACA + 1°C	Apto	Apto	2122,46	55,63
	Apto	Inapto	391,20	10,25
	Apto	Restrito	194,99	5,11
	Inapto	Apto	57,88	1,52
	Inapto	Inapto	337,23	8,84
	Inapto	Restrito	1,94	0,05
	Restrito	Apto	168,35	4,41
	Restrito	Inapto	484,08	12,69
	Restrito	Restrito	57,08	1,50
ZONACA + 2°C	Apto	Apto	1571,87	41,20
	Apto	Inapto	331,91	8,70
	Apto	Restrito	111,03	2,91
	Inapto	Apto	45,84	1,20
	Inapto	Inapto	713,54	18,70
	Inapto	Restrito	61,75	1,62
	Restrito	Apto	439,31	11,51
	Restrito	Inapto	443,21	11,62
	Restrito	Restrito	96,74	2,54
ZONACA + 3°C	Apto	Apto	791,79	20,75
	Apto	Inapto	272,90	7,15
	Apto	Restrito	199,69	5,23
	Inapto	Apto	71,46	1,87
	Inapto	Inapto	1245,20	32,64
	Inapto	Restrito	79,87	2,09
	Restrito	Apto	573,60	15,03
	Restrito	Inapto	402,37	10,55
	Restrito	Restrito	178,29	4,67
ZONACA + 4°C	Apto	Apto	126,04	3,30
	Apto	Inapto	283,85	7,44
	Apto	Restrito	98,64	2,59
	Inapto	Apto	42,22	1,11
	Inapto	Inapto	1978,83	51,87
	Inapto	Restrito	174,95	4,59
	Restrito	Apto	341,06	8,94
	Restrito	Inapto	488,59	12,81
	Restrito	Restrito	281,00	7,37
ZONACA + 5°C	Apto	Apto	0,00	0,00
	Apto	Inapto	45,53	1,19
	Apto	Restrito	7,06	0,19
	Inapto	Apto	0,00	0,00
	Inapto	Inapto	2891,81	75,80
	Inapto	Restrito	18,57	0,49
	Restrito	Apto	0,01	0,00

Tabela 26. Continuação...

	Restrito	Inapto	759,64	19,91
	Restrito	Restrito	92,58	2,43