



Capítulo 2

Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon no Estado do Espírito Santo

Renato Corrêa Taques e Gilmar Gusmão Dadalto



1. INTRODUÇÃO

O café conilon constitui-se no principal produto agrícola do Espírito Santo, presente em 65 dos 78 municípios do Estado, sendo responsável pela geração da maior parte da renda e dos empregos do meio rural na maioria deles. Atualmente, o Espírito Santo possui uma área ocupada com café conilon de aproximadamente 290.000 ha e uma produção de 6,88 milhões sacas/ano, razão esta que lhe garante o título de maior produtor nacional de café conilon.

O Estado do Espírito Santo caracteriza-se por apresentar um quadro natural diversificado com diferentes ambientes climáticos, o que tem permitido o cultivo das variedades de café conilon nas regiões de baixas altitudes e de temperatura mais elevadas, e as de café arábica, nas regiões mais elevadas e de temperatura mais amenas.

A competitividade nacional e internacional a que o café capixaba está sujeito requer uma busca permanente por maior eficiência econômica, justiça social e equilíbrio ambiental, fatores que exigem capacitação dos agricultores, acesso à informação, redução dos custos de produção, melhoria da produtividade e qualidade do produto e locação de cultivos em áreas mais apropriadas. Desse modo, a observância da aptidão ou vocação natural dos espaços rurais para o estabelecimento da cafeicultura reveste-se de importância fundamental para o alcance de uma cafeicultura sustentável e competitiva.

Independentemente dos tratos culturais executados na lavoura de café, fatores ambientais relacionados ao clima e ao solo, quando em condições adversas, dificultam e até podem inviabilizar a exploração comercial do café, condicionando baixa produtividade. Assim, o zoneamento agroclimatológico para a cultura do café constitui uma ferramenta de apoio no planejamento e consolidação da atividade cafeeira, permitindo o conhecimento das áreas mais apropriadas ao cultivo do café e possibilitando maximizar a eficiência econômica em equilíbrio com o meio ambiente, condições básicas para a sua sustentabilidade ao longo do tempo.

Matilelo (1998) apresenta o mapa das áreas aptas para o cultivo de café conilon no Brasil, onde tem-se uma idéia macro das áreas onde existem condições térmicas e hídricas para o café robusta no Brasil. Observa-se também uma expressiva área apta no Espírito Santo, colocando o Estado como um dos destaques no panorama nacional (Figura 1).

Neste capítulo, é apresentado o zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo baseado numa nova proposta de uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) no processamento dos dados.

2. ZONEAMENTO AGRÍCOLA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

No início da década de 60, a então denominada Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (Acares) elaborou o primeiro zoneamento agrícola para o Estado do Espírito Santo. Desde então, diversos estudos relacionados ao zoneamento agrícola foram desenvolvidos, seja por iniciativa de instituições públicas, seja como publicações de autores independentes.

Nesses estudos, observa-se que as características climatológicas das regiões, associadas à informação de pesquisas e experimentação, foram determinantes para a definição das diferentes categorias de aptidão. Estes estudos oferecem, normalmente, subsídios de natureza qualitativa com nível de

detalhamento limitado, possibilitando, raramente, a quantificação das áreas mapeadas em razão da reduzida escala cartográfica dos mapas usados nesses zoneamentos.

Podemos observar, também, que o clima é o fator primordial da aptidão agroecológica nos estudos de viabilidade natural para implantação e desenvolvimento de atividades agropecuárias. As limitações e as possibilidades decorrentes dos solos e de outros fatores naturais, embora igualmente importantes, dependem das possibilidades e limitações climáticas (SILVA; ASSAD, 1998).



Figura 1. Mapa das áreas aptas para o cultivo do café Conilon no Brasil.

Fonte: MATIELO, 1998.

3. ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO E GEOPROCESSAMENTO

Os primeiros estudos de zoneamento, além de morosos, foram realizados de forma não muito detalhada em termos cartográficos, já que, na época (1997), não existiam ainda os sistemas para cartografia digital e geoprocessamento.

Segundo Câmara e Medeiros (1998), o termo geoprocessamento se refere à área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Os instrumentos computacionais do geoprocessamento, chamados de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados. Esta tecnologia tem influenciado, de maneira crescente, as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transporte, Comunicação, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

No final do século XX, com a evolução dos computadores, houve um grande impulso no desenvolvimento do geoprocessamento. Hoje, o uso desta tecnologia permite mapear amplas áreas, com elevado grau de exatidão e realizar análises espaciais complexas com grande agilidade.

3.1. CATEGORIAS DE APTIDÃO

Para a definição das categorias de aptidão, foram utilizadas as informações sobre as exigências

climáticas disponíveis em literatura, principalmente térmicas, hídricas e de relevo. O conhecimento do histórico agrônômico do comportamento do café, obtido por meio de viagens exploratórias em todo o Estado e de entrevistas a técnicos especializados em diferentes instituições, auxiliou na identificação das categorias de aptidão e foi determinante na separação das faixas de altitudes para café conilon (*Coffea canephora*).

Foi levada em consideração, também, a possibilidade de uso de tecnologias existentes e recomendadas pelo Incaper para o conilon, como mudas melhoradas, adubação, poda, entre outras, para melhoria da produtividade, com exceção da irrigação. O uso da irrigação é recomendado para as categorias de aptidão com restrição hídrica ou impedimento hídrico, viabilizando, assim, o cultivo do café conilon nessas áreas.

As categorias de aptidão agroclimatológica para o café conilon no Espírito Santo foram estratificadas da seguinte forma:

Áreas aptas

São áreas cujas condições climáticas se apresentam mais propícias para o desenvolvimento das atividades cafeeiras, possuindo elevado potencial de produção e baixo risco climático.

Áreas aptas com restrição hídrica

São áreas cujas condições climáticas permitem o cultivo do café conilon, porém de forma marginal, isto é, existem possibilidades de se produzir comercialmente o café conilon com potencial de produção mais baixo e riscos climáticos mais elevados em relação às áreas aptas. Para essas áreas, é recomendado o uso da irrigação suplementar.

Área com Impedimento hídrico

São áreas que apresentam fortes limitações hídricas que inviabilizam o cultivo comercial do café conilon ou apresentam risco excessivamente elevado ao sucesso da atividade. Nessas áreas é indispensável o uso da irrigação suplementar.

Área com Impedimento térmico

São áreas mais elevadas e de temperatura mais amenas, para as quais não se recomenda o cultivo do conilon.

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.

Dentro da faixa de altitude acima descrita (zonas térmicas aptas para o cultivo do conilon), foi feita uma estratificação das categorias de aptidão, baseada no déficit hídrico anual (DA) e no déficit do período estival (DE), correspondente aos meses de setembro a fevereiro, período de maior exigência hídrica do café conilon, conforme critérios apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Categorias de aptidão para café conilon com relação ao déficit hídrico anual e estival

Categoria de Aptidão	Déficit Hídrico Anual DA (mm)	Déficit Hídrico do Período Estival DE (mm)
Apta	< 200	< 40
Apta com restrição	200-400	40 -100
Impedimento hídrico	> 400	> 100

Fonte: MATIELO (1991) e técnicos do Maara/Procafé.

3.2. BASE DE DADOS

Para a realização deste estudo, foram selecionados 78 pluviômetros do Sistema de Informações Hidrológicas, HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br>) da Agência Nacional das Águas (ANA), que forma uma grade não regular de pontos. Os critérios de seleção tinham como base a homogeneidade e uniformidade da série histórica no período de 1971 a 2000.

Os dados de temperatura média, média das mínimas e média das máximas, mensal e anual, foram estimados segundo Feitoza et al. (1979; 1980ab) respectivamente. Os dados de evapotranspiração potencial mensal e anual foram estimados segundo Scardua, Feitoza e Castro (1984). Para agilizar os cálculos que são obtidos diretamente pela resolução das equações de regressão contidas nos trabalhos anteriormente citados, tanto para os dados referentes às estimativas dos parâmetros de temperatura como para os de evapotranspiração potencial, utilizou-se o programa denominado Sistema de Cálculo de Dados Climatológicos – Calcli (STOCK; FEITOZA; CASTRO, 1991) como ferramenta facilitadora de apoio.

Os dados de precipitação e evapotranspiração foram trabalhados para geração do balanço hídrico de acordo com o método estabelecido por Thornthwaite e Mather (1955), citado em Pereira (2005), levando em consideração uma capacidade máxima de armazenamento de água no solo de 100 mm conforme exemplo exposto na Tabela 2.

Além dos dados climatológicos acima, foram utilizados planos de informações de curva de nível, limite municipal, bacia hidrográfica e bacia litorânea que fazem parte do Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo (Geobases).

Tabela 2. Médias mensais termopluiométricas e balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (100mm) para o município de Rio Bananal

Cód. 1940023	Nome - Rio Bananal	Lat. -19,2742	Long. -40,3208	Alt. 95
Mês	Temperatura	Precipitação	Balanço Hídrico	
			Excedente	Déficit
	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)
jan	26,1	206	43	0
fev	26,1	97	0	7
mar	25,5	147	0	0
abr	23,8	70	0	13
mai	21,7	40	0	23
jun	20,4	30	0	23
jul	19,9	46	0	28
ago	20,7	36	0	46
set	22,4	54	0	46
out	23,9	103	0	24
nov	24,6	184	0	0
dez	25,2	186	0	0
Ano	23,4	1199	43	210
Estival	24,7	830	43	77

3.3. MODELAGEM EM SIG

Segundo Felgueiras (1987), citado em Rocha (2000), o Modelo Numérico de Terreno (MNT), também conhecido como Modelo Digital do Terreno (MDT), é uma representação matemática tratável computacionalmente que representa a distribuição espacial de uma determinada característica (ou variável) vinculada a uma superfície real. Esta variável pode ser de natureza diversa, como temperatura, relevo, vegetação, hidrologia, mineralogia, tipo de solo etc. Os modelos digitais são utilizados para obter informações relevantes da superfície sem a necessidade de trabalhar diretamente na superfície.

Para o desenvolvimento deste zoneamento agroclimatológico, optou-se por trabalhar com modelos que utilizam grades regulares, principalmente pela maior facilidade no tratamento computacional. As grades regulares (*raster*) são representações matriciais em que cada elemento da matriz se encontra associado a um valor numérico. O modelo que utiliza grade triangular (TIN), que são estruturas do tipo vetorial compostas por arcos e nós, foi utilizado apenas para apoiar a geração de uma grade regular para a elevação.

Os dados de déficits hídricos, obtidos no balanço hídrico, foram interpolados utilizando o Método do Inverso do Quadrado da Distância (MIQD) para gerar uma imagem raster para cada informação. Essas imagens foram reclassificadas de acordo com os critérios de aptidão estabelecidos.

A partir do plano de informação de Curva de Nível, foi gerado um modelo TIN para elevação. Este modelo foi convertido para o formato *raster* e reclassificado de acordo com os limites de altitude estabelecidos.

Todas as imagens *rasters* reclassificadas foram convertidas para feições tipo polígono (estrutura vetorial). Os polígonos gerados passaram por um processo de interseção para a delimitação da área de abrangência de cada categoria de aptidão. O valor da área de cada polígono, resultante do cruzamento das informações, foi obtido de forma automática por uma rotina para cálculo de área de polígono, que é executado dentro do Sistema de Informações Geográficas (Figura 2).

4. RESULTADOS OBTIDOS

O resultado do zoneamento agroclimatológico mostra que as áreas consideradas aptas para o desenvolvimento do café conilon correspondem a 14,15% da área total do Estado. As áreas que possuem restrição hídrica ou impedimento hídrico, que podem ser consideradas aptas caso sejam irrigadas, correspondem a 63,24 % e as que possuem impedimento térmico, a 22,61%.

A Tabela 3 mostra a distribuição da área entre as quatro categorias de aptidão em nível estadual. Esta mesma informação também é apresentada na Figura 3.

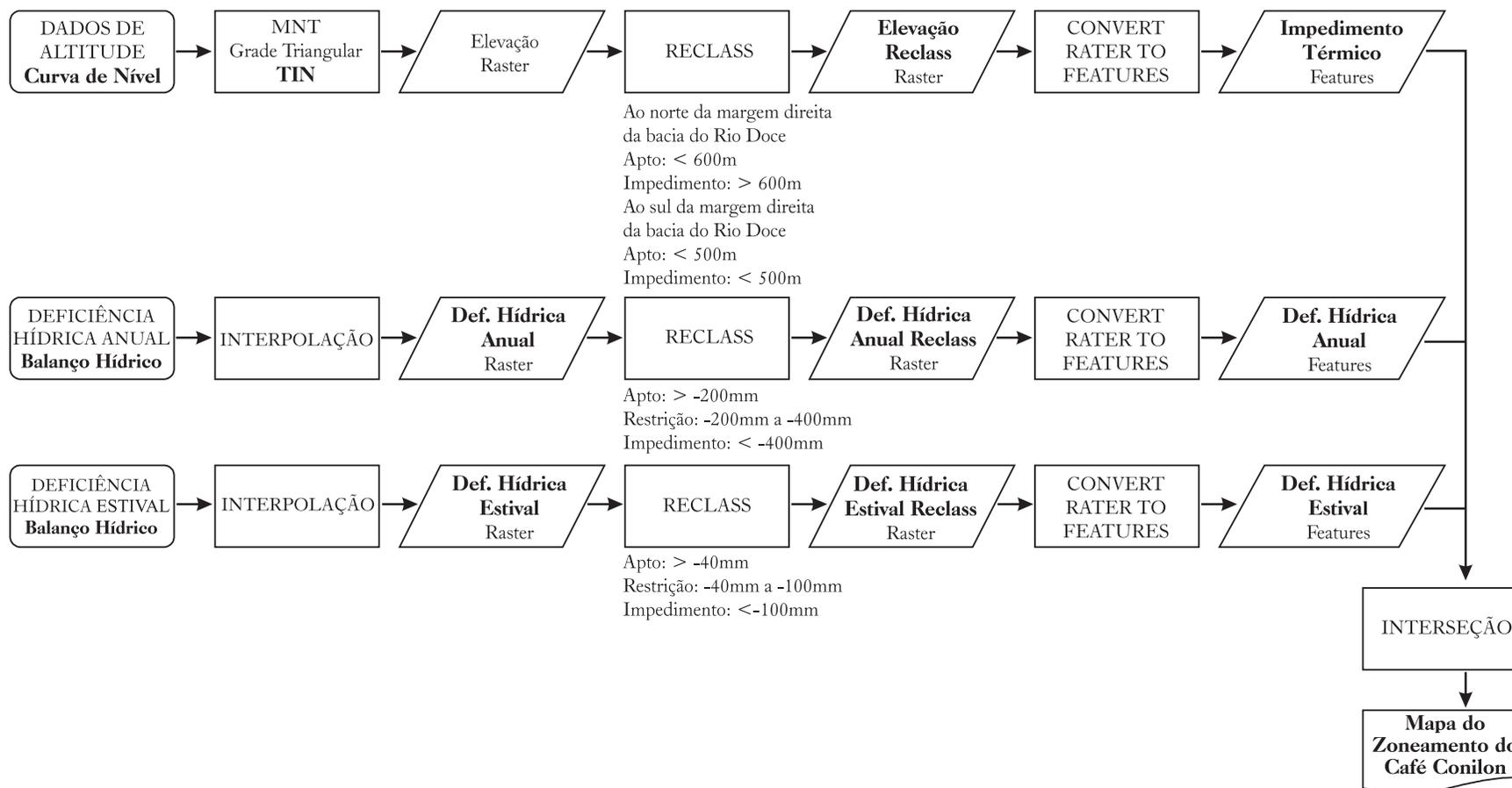
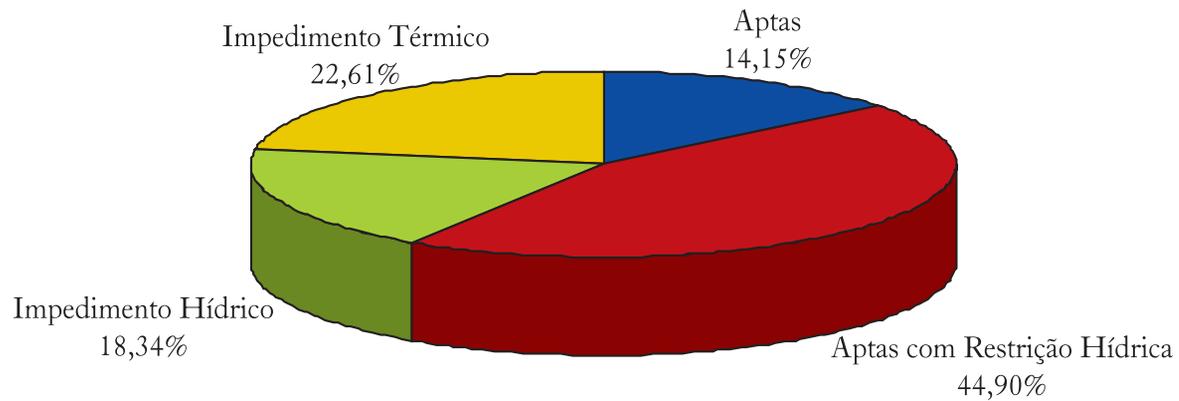


Figura 2. Fluxograma das etapas para obtenção do mapa de zoneamento agroclimatológico para o café conilon no Estado do Espírito Santo.

Tabela 3. Distribuição da área entre as categorias de aptidão para cultivo do café conilon no Estado do Espírito Santo

Categoria	Área(km²)	%
Aptas	6514,488	14,15%
Aptas com Restrição Hídrica	20679,119	44,90%
Impedimento Hídrico	8448,240	18,34%
Impedimento Térmico	10411,478	22,61%
Total Estadual	46.053,326	100,00%

Categorias de aptidão para a cultura do café conilon

**Figura 3.** Distribuição da área entre as categorias de aptidão para cultivo do café conilon.

A Figura 4 mostra o mapa do zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon.

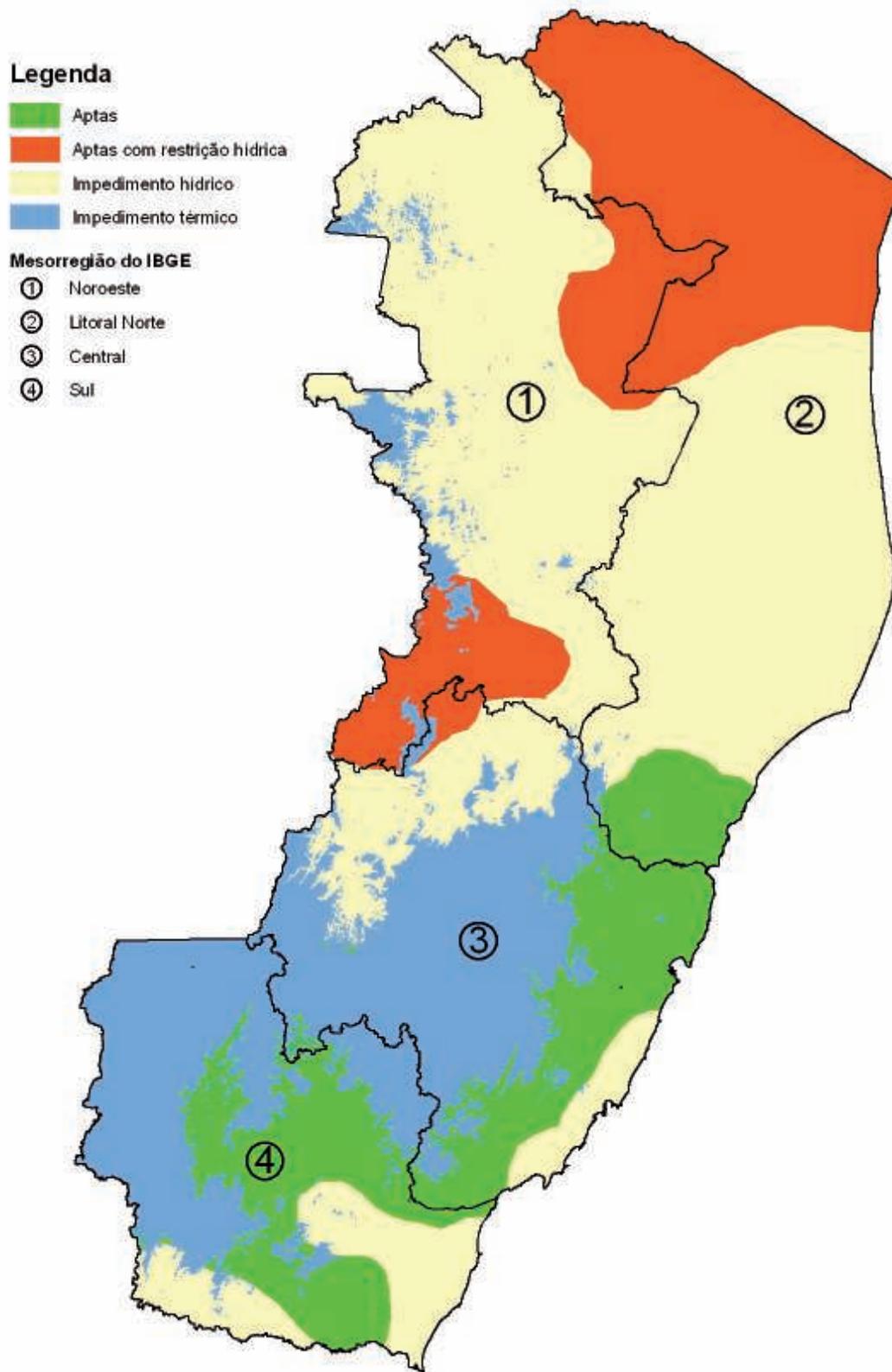


Figura 4. Mapa do zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo, Incaper 2007.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Deficiência Hídrica Estival mostrou-se mais severa que a Deficiência Hídrica Anual e é a grande responsável pela delimitação das áreas com restrição hídrica e com impedimento hídrico para café conilon no Estado. Este aspecto justifica o fato de áreas consideradas chuvosas apresentarem restrição hídrica ou impedimento hídrico para o cultivo do café conilon.

A maior parte das áreas com tradição de cultivo do café conilon, situada nas mesorregiões noroestes e no litoral norte, possui restrições hídricas, necessitando do uso de irrigação suplementar sob a ótica da produtividade e redução de riscos climáticos. Já nas mesorregiões central e sul, as condições hídricas são mais favoráveis e o risco climático é menor.

O café conilon possui elevado potencial nos intervalos de altitude entre 400 m e 500 m ao sul do divisor da margem direita do Rio Doce. Estas áreas são atualmente ocupadas, em sua maioria de forma marginal, pelo café arábica. Desta forma, é possível implementar plantios de conilon nessas áreas, não tradicionalmente cultivadas com essa variedade, e que são potencialmente aptas para o cultivo de café conilon e que possuem restrição para o cultivo do café arábica.

No zoneamento agroclimatológico foi levado em consideração basicamente o macroclima, pela sua compatibilidade com escalas menores, não possibilitando contemplar níveis climáticos mais detalhados. Por isso, além dos fatores macroclimáticos utilizados nesse trabalho, é necessário que, em nível local, sejam consideradas as condições topoclimáticas (face de relevo) e o microclima dentro da lavoura, fazendo-se adaptações das aptidões recomendadas.

Independente da categoria de aptidão, é necessário, para cada situação, o uso de práticas conservacionistas eficientes e manejo correto do solo, sem as quais dificilmente será alcançado o desenvolvimento sustentável desta atividade.

6. REFERÊNCIAS

- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Sistema de informações hidrológicas – HidroWeb*. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2006.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) *Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura*. 2. ed. rev. e amp. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CPAC, 1998, 434p.
- CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. *Zoneamento Climático da Cultura do Café*. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/cafe/index.shtml>>. Acesso em: 19 jan. 2006.
- COSTA, E. B. da. *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG-ES, 1995. 163p.
- DADALTO, G. G. Degradação do solo em lavouras cafeeiras: tecnologia de controle In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 1994, Vitória. *Palestra, Painel e Debates...* CETCAF, 1995. p.69-73.
- DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A. *Zoneamento agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, ES: SEAG, 1997, 28p.
- FEITOZA, L. R.; SCÁRDUA, J. A.; SEDIYAMA, G. C.; OLIVEIRA, L. M. de; VALLE, S. S. Estimativas das temperaturas médias mensais e anuais do Estado do Espírito Santo. *Revista Centro Ciências Rurais*. Santa Maria, v. 9 n. 3, 1979, p. 79-91.
- FEITOZA, L. R.; SCÁRDUA, J. A.; SEDIYAMA, G. C.; VALLE, S. S. Estimativas das temperaturas médias das mínimas mensais e anuais do Estado do Espírito Santo. *Revista Centro Ciências Rurais*. Santa Maria, v. 10 n. 1, 1980a. p. 15-24.
- FEITOZA, L. R.; SCÁRDUA, J. A.; SEDIYAMA, G. C.; VALLE, S. S. Estimativas das temperaturas médias das máximas mensais e anuais do Estado do Espírito Santo. *Revista Centro Ciências Rurais*. Santa Maria, v. 10 n. 1, 1980b. p. 25-32.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (Rio de Janeiro, RJ) *Cultura do café no Brasil: manual de recomendações*. 2. ed. Rio de Janeiro: 1977. 312p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ (Rio de Janeiro, RJ) *Cultura do café no Brasil: manual de recomendações*. 5. ed. Rio de Janeiro, 1985. 580p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICO – IBGE. *Carta*

Internacional ao Milionésimo. Disponível em: <http://ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2006.

MATIELO, J. B. *O Café: do Cultivo ao Consumo*. São Paulo: Globo, 1991. 320p.

MATIELO, J. B. *Café Conilon: Como plantar, tratar, colher, preparar e vender*. Rio de Janeiro: 1998. 162p.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. *Bragantia*, 2005, vol. 64, n. 2, p. 311-313. ISSN 0006-8705.

PINTO, S. P. Zoneamento de risco climático para a cafeicultura do estado de São Paulo. Passo Fundo: *Revista Brasileira*, v. 9, n. 3, 2001. (nº especial: Zoneamento Agrícola)

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220p.

RUSCHI, A. *O Café e o Estado do Espírito Santo: zoneamento ecológico-agrícola*. Santa Teresa, ES: Museu de Biologia Mello Leitão, 1978. 51p. (Boletim do Museu de Biologia. Série Divulgação, 42).

SCÁRDUA, J. A.; FEITOZA, L. R.; CASTRO, L. L. F. *Estimativas da evapotranspiração potencial para do Estado do Espírito Santo*. Cariacica, ES: EMCAPA, 1984. 48p. (Emcapa – Boletim de Pesquisa, 6)

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA-ES. *Programa de revitalização da cafeicultura capixaba – RECAFÉ*. Vitória, ES: 1993. 134p.

SILVA, F. A. M. da; ASSAD, E. D. Análise espaço-temporal do potencial hídrico climático do Estado de Goiás. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) *Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura*. 2. ed. rev. e amp. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CPAC, 1998, 434p.

SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEORREFERENCIADAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – GEOBASES. Curva de nível, limite municipal – GEOBASES/IBGE. *Bacia Hidrográfica, Bacia Litorânea – GEOBASES/IPES*.

STOCK, L. A.; FEITOZA, L. R.; CASTRO, L. L. F. *Sistema de cálculos climatológicos para o Estado do Espírito Santo – CALCLI*. Emcapa. Aracê: ES, 1991. 37p.