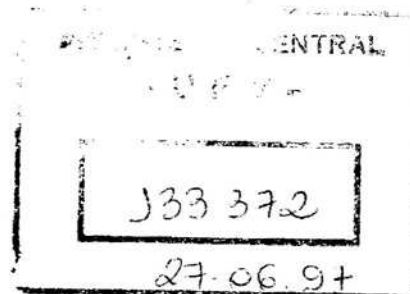


CÉLIA MARIA PAIVA



DETERMINAÇÃO DAS DATAS DE INÍCIO E FIM DA ESTAÇÃO
CHUVOSA E DA OCORRÊNCIA DE VERANICO NA
BACIA DO RIO DOCE

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Curso de Meteorologia Agrícola, para
obtenção do título de "Magister Scientiae".

UFV	BIBLIOTECA	BBT	OBRA	RG000762990
	CLASSIFICAÇÃO	T 551.577 / P149d / 1997		
TÍTULO				
Determinação das datas de início e fim da				
				
133372 BBT				

VIÇOSA - MINAS GERAIS - BRASIL

MARÇO - 1997

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

P149d
1997

Paiva, Célia Maria

Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranico na bacia do Rio Doce / Célia Maria Paiva. – Viçosa : UFV, 1997.

65p. : il.

Orientador: Gilberto Chohaku Sedyama

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

1. Estação chuvosa – Doce, Rio, Bacia (MG e ES). 2. Estação chuvosa – Duração – Doce, Rio, Bacia (MG e ES). 3. Veranico – Ocorrência – Doce, Rio, Bacia (MG e ES). I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD.19.ed. 551.57781

CDD.20.ed. 551.577

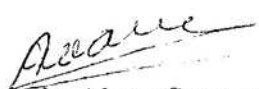
CÉLIA MARIA PAIVA

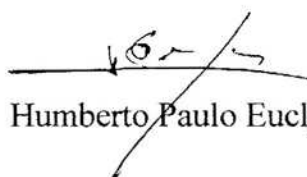
DETERMINAÇÃO DAS DATAS DE INÍCIO E FIM DA ESTAÇÃO
CHUVOSA E DA OCORRÊNCIA DE VERANICO NA
BACIA DO RIO DOCE

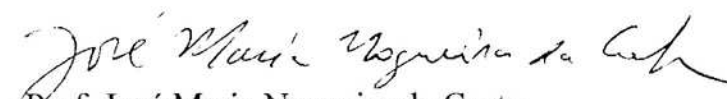
Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Curso de Meteorologia Agrícola, para
obtenção do título de "Magister Scientiae".


APROVADA: 16 de setembro de 1996.


Prof. Paulo Afonso Ferreira
(Conselheiro)


Prof. Antonio Alves Soares
(Conselheiro)


Humberto Paulo Euclides


Prof. José Maria Nogueira da Costa


Prof. Gilberto C. Sedyama
(Orientador)

Ao meu pai Antônio e minha mãe Palmira,
pelo amor, pela orientação, pela educação
e pelo incentivo aos estudos.

Às minhas irmãs Hermínia e Maria,
pelo carinho, pelo apoio e pela amizade.

Aos meus sobrinhos Thiago e Thaís,
pelo carinho.

Aos meus cunhados Marcelo e Rivail,
pela amizade.

Ao meu afilhado que está a caminho,
pela alegria e entusiasmo de ser madrinha.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela força nas horas difíceis.

À Universidade Federal de Viçosa, pelo aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao professor Gilberto C. Sedyama, pelo apoio, pela amizade e pela orientação.

Aos professores Paulo Afonso Ferreira e Antônio Alves Soares, pelos conselhos.

A Humberto Paulo Euclides, pelo apoio e amizade.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, pelos ensinamentos.

Ao professor Adil Rainier Alves, pelas aulas e pelo estímulo ao aprendizado.

A todos os colegas do curso de Meteorologia Agrícola, pela amizade, pelo companheirismo, pelo apoio, especialmente à Valéria, Gunter e Silvando pela união nos bons e maus momentos.

A Edna, Fernanda e Marcos, pela atenção.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a elaboração deste trabalho.

BIOGRAFIA

CÉLIA MARIA PAIVA, filha de Antônio Paiva Teixeira e Palmira Paiva Cardoso, nasceu na cidade do Rio de Janeiro. Em 1992, graduou-se em Meteorologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), aonde participou de dois projetos de pesquisa como bolsista do CNPq. No período entre outubro de 1992 a outubro de 1993 estagiou em FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A., Departamento de Engenharia Civil, no Escritório Central localizado em Botafogo na cidade do Rio de Janeiro. Em março de 1994, iniciou o curso de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa onde foi monitora II da disciplina “Meteorologia e Climatologia - ENG 210”.

CONTEÚDO

EXTRATO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Região estudada	10
3.2. Base de dados	11
3.3. Duração e datas inicial e final da estação chuvosa	14
3.4. Classificação da estação chuvosa	17
3.5. Probabilidades teóricas de duração das estações chuvosas	18
3.6. Frequência de dias secos nas classes precoce, normal e tardia do início da estação chuvosa	18
3.7. Probabilidade de ocorrência de veranicos	19
3.8. Programas computacionais	20
3.9. Regionalização dos resultados	22

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Data inicial e duração da estação chuvosa	24
4.2. Relação entre a data inicial e duração da estação chuvosa	26
4.3. Relação entre início e duração da estação chuvosa e o total de precipitação	32
4.4. Probabilidade de início da estação chuvosa ser precoce, normal ou tardio	35
4.5. Probabilidade da estação chuvosa exceder durações específicas	38
4.6. Frequência de dias secos nas classes precoce, normal e tardia conforme o início da estação chuvosa	39
4.7. Probabilidade de ocorrência de veranicos com sete, 10 e 15 dias de duração	45
5. RESUMO E CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

EXTRATO

PAIVA, Célia Maria M.S., Universidade Federal de Viçosa, Março de 1997.
Determinação das Datas Inicial e Final da Estação Chuvosa e da Ocorrência de Veranico na Bacia do Rio Doce. Professor Orientador: Gilberto C. Sedyama.
Professores Conselheiros: Paulo Afonso Ferreira e Antônio Alves Soares.

No presente trabalho, utilizaram-se séries de 22 anos (1967 a 1988) de dados diários de precipitação observados em 42 postos pluviométricos, pertencentes ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), para investigar a duração, as datas inicial e final da estação chuvosa e a ocorrência de veranico de sete, 10 e 15 dias de duração na bacia hidrográfica do Rio Doce (Minas Gerais). Por fim, foi elaborada a regionalização das variáveis estudadas utilizando o *software* de sistema de informação geográfica *Idrisi*, visando obter os parâmetros balizadores para a estratégia de manejo das atividades agrícolas e a probabilidade de ocorrência de períodos secos com conseqüente estresse hídrico das culturas, bem como melhor aproveitamento da chuva como recurso natural. Pela análise realizada conclui-se que, na bacia do Rio Doce, as datas iniciais da estação chuvosa ocorreram mais cedo nas partes sul e sudoeste, enquanto as mais tardias ocorreram ao centro e a sudeste. As estações chuvosas mais curtas foram observadas na parte central e em pequena área a sudeste da bacia, enquanto as mais longas ocorreram em pequenas áreas a leste, extremo sul e sudoeste da bacia. Observou-se uma tendência a

durações menores da estação chuvosa à medida que seu início tornava-se mais tardio. Observou-se ainda uma tendência a maiores totais de precipitação durante a estação chuvosa à medida que seu início ocorre mais cedo ao longo do ano e à medida que sua duração aumenta. Os maiores totais médios de precipitação ocorreram em uma parte a sudoeste da bacia, enquanto os menores ocorreram em duas pequenas áreas ao centro da bacia. As maiores probabilidades de ocorrência de veranico foram observadas no mês de setembro, em que os valores variaram entre 80 e 89% para as três durações estudadas (sete, 10 e 15 dias). Concluindo, pode-se dizer que a bacia do Rio Doce não apresenta em toda a sua extensão comportamento homogêneo das variáveis estudadas, mas comportamentos diferenciados nas várias partes da bacia.

ABSTRACT

PAIVA, Célia Maria M.S., Federal University of Viçosa, March 1997.
Determination of the Rainy Season Initial and Final Dates and Dry Period Occurrence in Rio Doce Basin. Advisor: Professor Gilberto C. Sedyama. Committee Members: Professor Paulo A. Ferreira and Professor Antônio A. Soares.

In this study it were used a 22 years series (from 1967 to 1988) from daily rainfall data observed in 42 pluviometria stations pertinent to the Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) to investigate the duration, the rainy season initial and final dates and the dry period occurrence during 7, 10 and 15 days in the Rio Doce Basin (Minas Geras State). Finally it was elaborated the regionalization from the studied variables using the geographic information system *IDRISI software* in order to obtain the threshold parameters for programming agricultural activity management and the probability of dry period occurrence and consequent crop hydric stress as well as a better use of rainy season. Based on the analysis, it was concluded that in Rio Doce Basin the rainy season initial dates occurred earlier at South and Southwestern while the later ones occurred at the central and Southeast parts of the basin. The shortest rainy seasons were observed in the central part and a small area at the basin Southeastern while the longest ones were observed in small areas at East, Extreme South and Southwestern of the basin. It was observed a tendency to shorter rainy season durations as the onset

became later. Also it was observed a tendency to greater total precipitations during the rainy season as its onset occurred earlier along the year and its duration increased. The greater total mean precipitation data were observed in a Southwestern part of the basin while the small areas at the basin central part. The greatest probabilities of dry period occurrence were observed in September when values varied from 80% to 89% for the studied durations (7, 10 and 15 days). Finally it may be concluded that throughout the Rio Doce basin there isn't a homogeneous performance from the studied variables, but differentiate performances for the various parts of the basin.

1. INTRODUÇÃO

O sucesso da produção agrícola, principalmente em áreas não irrigadas, depende das características do regime pluviométrico local. O conhecimento sobre a duração, quantidade e distribuição das chuvas é fundamental para o planejamento das atividades agrícolas, bem como para definição das datas mais apropriadas ao preparo do solo e plantio.

O agricultor que não utiliza a irrigação ao decidir sobre o início das atividades de campo para o plantio, geralmente determina as datas iniciais do período chuvoso baseando-se em critérios próprios e subjetivos. Embora ricos em informações locais e regionais, esses critérios podem levar o agricultor a erros graves em suas tomadas de decisão o que resultará em perdas significativas de sementes, corretivos e fertilizantes. A investigação das séries históricas pluviométricas de cada local é necessária a fim de fornecer melhores informações aos agricultores sobre esse importante elemento de planejamento e manejo das atividades agrícolas. Assim, é necessário que os planejadores de sistemas de produção agrícola conheçam o comportamento dos elementos climáticos em cada localidade, especialmente o regime pluviométrico, a fim de subsidiá-los na tarefa de otimização do aproveitamento dos recursos naturais e na obtenção de máxima produção ao menor custo possível.

Além da distribuição irregular das chuvas, é necessário considerar também o risco de ocorrência de veranicos. Toda a zona intertropical é afetada por esse fenômeno, que se caracteriza por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa. A influência do veranico sobre a produtividade das culturas pode ser acentuada, principalmente quando coincide com a fase na qual a planta é mais sensível à deficiência hídrica. O veranico é um dos fenômenos limitantes para a produção agrícola de sequeiro e necessita de estudos detalhados em nível regional.

O presente trabalho pretende alcançar os seguintes objetivos:

- 1) Determinar as probabilidades teóricas de duração das estações chuvosas de acordo com a data (média) inicial do período chuvoso e estabelecer o número de dias dos períodos chuvosos em função das classes denominadas antes, durante e depois da data considerada como média inicial das chuvas.
- 2) Analisar a ocorrência e a duração dos períodos consecutivos de dias secos, em função das datas iniciais do período chuvoso.
- 3) Analisar espacialmente as datas iniciais e a duração da estação chuvosa, a ocorrência de veranicos nas diferentes regiões da bacia do Rio Doce e definir as áreas homogêneas por meio de um sistema de informação geográfica.

Propõe-se investigar o regime de distribuição de chuvas na bacia hidrográfica do Rio Doce (Minas Gerais), objetivando a obtenção de parâmetros balizadores de estratégias de manejo das atividades agrícolas. Este trabalho poderá resultar em benefícios práticos tais como a minimização dos efeitos de eventuais períodos secos e conseqüente estresse hídrico às culturas, além do aproveitamento mais eficiente da chuva como recurso natural.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Dentre os múltiplos fatores que podem condicionar as safras agrícolas destaca-se o clima, por sua acentuada influência sobre o desenvolvimento e a produtividade das culturas. A literatura disponível a respeito da influência do clima sobre a agricultura é extensa e relata uma acentuada relação entre o comportamento dos elementos climáticos e a produtividade agrícola.

Dependendo da cultura, da latitude, do solo, etc., a influência exercida por cada elemento componente do clima sobre a produtividade pode ser diferente. Em latitudes tropicais, principalmente para as principais culturas anuais, a chuva é o elemento climático que mais afeta as culturas (BRUNINI et alii, 1982).

O Estado de Minas Gerais apresenta grande variabilidade nas condições de precipitação devido à sua grande extensão e relevo variado. Há, porém, características comuns a todas as regiões tais como a ocorrência de dois períodos bem definidos, ou seja, um chuvoso no verão e o outro seco no inverno. Concentrando-se no período de outubro a março, a precipitação induz a atividades agrícolas mais intensas neste período. No entanto, embora as chuvas possam ser consideradas suficientes para suprir as necessidades hídricas da maioria das culturas, a deficiência hídrica pode ocorrer em consequência de sua distribuição irregular e, ou, de alta demanda de água.

Quando se deseja relacionar o crescimento e desenvolvimento das plantas com as condições atmosféricas, torna-se necessário proceder à avaliação dos parâmetros envolvidos os quais irão determinar as potencialidades agrícolas de um determinado local. Essas potencialidades estão diretamente ligadas às condições climáticas da estação de crescimento das culturas. SANSIGOLO (1989) afirma que a principal causa de variação na produção agrícola de um ano para outro consiste na irregularidade dos elementos do clima, principalmente aqueles relacionados com as datas iniciais, fim e duração da estação chuvosa nas regiões tropicais.

A definição das épocas de plantio por meio da análise da quantidade e distribuição pluvial pode contribuir para diminuir o risco de deficiência hídrica das culturas, conforme revelam os trabalhos de Assad em 1976, Sans e Goodwin em 1978, Alfonsi e colaboradores em 1979, Steinmetz e colaboradores em 1985, citados por SILVA (1994). LIU e LIU (1983) advertem que para melhor planejamento das atividades agrícolas, em plantio de sequeiro, é importante minimizar o risco provocado pela ocorrência do período seco. Além de diminuir esse risco, a escolha da melhor época de plantio permitirá o aproveitamento da chuva durante o ciclo fenológico da cultura.

De acordo com NEILD et alii (1987), os produtores que não aplicam a irrigação têm poucas opções para tomar decisões corretas, em tempo hábil, quanto ao suprimento de água para as culturas após o plantio. Em localidades com estação seca bem caracterizada, como é o caso do Norte de Minas Gerais, a data inicial das chuvas é mais importante do que a data de término porque, sendo menos variável, esta faz com que a duração da estação chuvosa dependa mais da data inicial das chuvas.

Conforme SIVAKUMAR (1988), existe uma relação significativa entre a data inicial das chuvas e a duração da estação chuvosa. O autor observou que, quando a estação chuvosa estendia-se pelo mês de julho, no Oeste da África, ocorria um aumento na frequência e quantidade de precipitação. STEWART e HASH (1982) conduziram um estudo em que as precipitações efetivas são analisadas para verificar a adequabilidade da cultura do milho na região semi-árida do Quênia. Os

autores concluíram que, naquela região, a data inicial das chuvas pode ser classificadas em períodos denominados precoce, tardio e muito tardio, os quais têm ditado a época adequada para iniciar as atividades de semeadura e fertilização.

Segundo Stewart, citado por MACHADO (1995), na agricultura de sequeiro, a estação de cultivo depende da época em que as chuvas efetivamente começam. Geralmente, as estações de chuva com início precoce resultam em maior produtividade das culturas do que aquelas com início tardio. Portanto, dependendo do início das chuvas, o manejo de culturas em determinadas regiões pode ser alterado.

Segundo MACHADO (1995), num total de 40 observações segundo as quais o início do período chuvoso ocorreu antes da data média, em Viçosa (MG), aproximadamente 27 (67,5%) delas apresentaram durações das estações chuvosas maiores do que a duração média. Nos anos em que o início do período chuvoso ocorreu depois do dia 27 de outubro (300^o dia Juliano), a duração média da estação chuvosa foi aproximadamente igual à duração média da estação chuvosa para toda a série estudada. Os fatos mostram ainda que, quando o início do período chuvoso ocorre posteriormente à data considerada média, há uma tendência para as estações chuvosas serem consideravelmente menores. Por exemplo, para as quatro categorias estudadas, as probabilidades de que a duração da estação chuvosa exceda 220 dias vão sendo progressivamente diminuídas à medida que a estação chuvosa passa de muito precoce para precoce, de precoce para normal e de normal para tardia. Assim, torna-se possível a orientação de táticas de manejo de culturas que poderão ser alteradas de acordo com o início das chuvas. Se estas começarem precocemente numa localidade, em relação a uma data média, será mais seguro usar cultivares com ciclo médio de crescimento. Se o início dessas chuvas atrasar alguns dias além dessa data média, os cultivares precoces ou até mesmo outras culturas terão maior probabilidade para alcançar maior produtividade. Assim, o produtor pode associar sua experiência pessoal ao comportamento da precipitação sazonal e à data inicial do período chuvoso. O importante é conhecer a variabilidade da data inicial da

estação chuvosa e, conseqüentemente, a incerteza quanto às relações com a estação chuvosa precoce ou tardia.

Além da distribuição irregular das chuvas, é necessário considerar também o risco de ocorrência de veranicos. Este fenômeno foi caracterizado por vários autores, entre eles Cochrace e colaboradores, em 1988, Mieuwolt, em 1989 e Luchiari Jr. e colaboradores, em 1986, citados por ASSAD e SANO (1993), como um período de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa que ocorre em toda a zona intertropical. A influência do veranico sobre a produtividade das culturas pode ser acentuada, principalmente se coincidir com a fase em que a planta é mais sensível à deficiência hídrica. Apesar de ser citado como um fenômeno que limita a agricultura de sequeiro, o veranico ainda necessita ser estudado detalhadamente em nível regional (ASSAD e SANO, 1993). Praticamente todos os estudos realizados nos últimos anos, além do caráter local pouco abrangente e representativo, não abordam a espacialização do fenômeno em termos de probabilidades e, ou, freqüências. Segundo ASSAD (1994), as primeiras preocupações nesse sentido surgiram com os trabalhos de Garcia e Rodriguez de Castro, em 1986, que analisaram a ocorrência de precipitação em 81 estações pluviométricas na região do Pantanal Matogrossense, e com os trabalhos que Moreira, em 1985, a partir das médias mensais de 200 estações pluviométricas localizadas nas região de Cerrado definiu os padrões pluviométricos da região dividindo-a em cinco zonas apresentando ocorrências pluviométricas mensais bem definidas e diferenciadas espacialmente.

Embora considerada como solução mais eficaz para o problema da ocorrência de veranicos, a irrigação nem sempre está disponível ao pequeno agricultor. Segundo ASSAD (1994) e PEDRO NETO e VILELA (1986), uma alternativa importante consiste no conhecimento das probabilidades de ocorrência de veranico na região. O conhecimento das épocas com maior probabilidade de ocorrência de veranicos possibilita plantar no momento adequado, de modo que os estádios mais críticos das plantas ao estresse hídrico coincidem com os períodos

favoráveis de chuva, além de permitir o aproveitamento dos períodos secos para atividades como cultivos, pulverizações, colheita, etc.

Tanto o tratamento qualitativo do veranico para identificar o seu comportamento espaço-temporal nas regiões mais e menos afetadas, quanto o tratamento quantitativo para determinação de sua amplitude, frequência e a probabilidade de ocorrência são fundamentais. Em relação à ocorrência dos veranicos e início e duração da estação chuvosa, tais tratamentos são viáveis através da aplicação de técnicas de sistema de informação geográfica (SIG).

Na literatura, há várias definições para o sistema de informação geográfica. Segundo TEIXEIRA et alii (1995) dentre as várias definições existentes de SIG, em síntese a melhor seria "...Conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuários), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georeferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação..".

Segundo ASPIAZU e BRITES (1989) os SIGs são ferramentas poderosas, empregadas na integração e análise de dados provenientes de fontes muito díspares, como imagens fornecidas por satélites terrestres, mapas (de solos, de propriedade da terra, , de vegetação, topográficos etc.), cartas climatológicas, censos, etc. Podem ser caracterizados como sistemas constituídos a partir da escolha, obtenção e armazenamento de dados, de modo a fornecer ao usuário meios para sua recuperação e manipulação através de computadores. Geralmente, tais dados estão vinculados a uma dada região geográfica, condição que os diferencia dos sistemas puramente de gerenciamento de bases de dados. Tecnicamente, diz-se que os dados estão georreferenciados ou geocodificados. Resumindo, pode-se dizer que os sistemas de informações geográficas têm como objetivo principal processar dados espaciais, sejam eles bi ou tridimensionais.

Até o momento, o planejamento do uso da terra e o manejo dos recursos naturais terrestres apresentam-se como as atividades que mais têm se beneficiado com a adoção de tais sistemas. Isto deve-se ao fato de eles serem considerados o

meio mais viável e eficiente para obtenção e manipulação de informações relevantes para as tomadas de decisões.

A seguir, são apresentados exemplos de tipos de dados utilizáveis em sistema de informação geográfica e, entre parênteses, as informações deriváveis destes segundo Lillesand e Kiefer, citados por ASPLAZU e BRITES (1989), ou seja: elevação dos terrenos (declividade e exposição); tipos de solos (permeabilidade, textura, profundidade, potencial agrícola); cobertura do solo (potencial de escoamento das águas, habitat faunístico); características geológicas (recursos minerais, estabilidade geológica, possibilidade de mineração); características hidrológicas (recursos hídricos, áreas inundáveis, várzeas, águas subterrâneas); características climáticas (temperatura, precipitação, evapotranspiração); características microclimáticas (áreas com geadas, áreas com nevoeiro); legislação (restrições no uso da terra, planejamento do uso da terra); serviços de água e esgoto (capacidade dos serviços); censos (dados sócio-econômicos); sistemas de transportes (capacidade dos serviços, proximidade de centros de consumo); áreas naturais (recursos recreacionais, reservas ecológicas); características históricas (sítios históricos).

Conforme BRANDALIZE (1993), existem certas funções que devem (ou deveriam) integrar um SIG. Essas funções são: operações matemáticas tais como soma, subtração, divisão, multiplicação, média (matemática básica), funções trigonométricas, raiz quadrada, potência, logaritmos e soluções de integrais (matemática avançada) e operações que devem permitir a execução de condição de teste numérico ou lógico (*if*) e laços faça-enquanto (*do-while*) em uma sequência de comandos do sistema (linguagem de programação); operações de análise que além de identificar uma variável simples sobre um conjunto de feições de um mapa tais como média, frequência, desvio-padrão, variância, máximo, mínimo, moda e mediana (estatística descritiva), devem comparar duas ou mais variáveis de um mapa através do teste *t* de student ou qui-quadrado (comparativo) e ainda estabelecer a relação entre duas variáveis de um mapa por regressão linear simples ou múltipla com ajuste através dos mínimos quadrados (previsiva); operações de

medidas tais como identificar todos os objetos dentro de um determinado raio de abrangência a partir de um ponto, linha ou feição (pesquisa de objetos), calcular a distância entre pontos, linhas ou feições da área mapeada (proximidade simples) e determinar a distância mais curta, mas não necessariamente em linha reta, entre pontos, linhas ou feições da área mapeada (proximidade com peso); operações de engenharia tais como realizar cálculos de declividade, perfis e corte/aterro para projetos de engenharia (civil) e realizar cálculos de transformação de sistemas de coordenadas e de datum para os pontos de um mapa (cartografia); operações de visualização tais como identificar todos os objetos que estão conectados a um ponto, área ou feição (ligação), calcular a quantidade de objetos de determinado tipo que estão conectados a um ponto, área ou feição (densidade de ligação) e calcular um valor de densidade de ligação considerando sua relativa importância para cada ponto, área ou feição (densidade de ligação com peso); operações de determinação do caminho ótimo como determinar o melhor caminho entre pontos, entre vários caminhos ou sobre uma superfície contínua (caminho simples), determinar o número de passagens ou caminhos em uma superfície contínua ou de uma rede que conecta de maneira otimizada pontos iniciais e finais (densidade de caminhos); e por fim, as operações de integridade tais como medir a integridade de uma feição areal em relação aos seus “buracos” e fragmentos como, por exemplo, uma clareira em uma floresta provocada por desmatamentos (integridade espacial).

O *software* de sistema de informação geográfica *Idrisi*, desenvolvido pelo Departamento de Geografia da Clark University, nos EUA, por conjugar natureza acadêmica, concepção aberta permitindo acoplar novos algoritmos e preço acessível às funções mencionadas anteriormente, foi adotado em várias instituições (GUIMARÃES et alii, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Região estudada

A bacia do Rio Doce situa-se na Região Sudeste brasileira, na faixa tropical do hemisfério sul entre os paralelos de 17°30' e 21° de latitude Sul e entre os meridianos de 40°30' e 44° de longitude Oeste.

O Rio Doce, cujas nascentes encontram-se na Serra da Mantiqueira e no Complexo do Espinhaço, em Minas Gerais, percorre 853 km até atingir o Oceano Atlântico na cidade de Regência, Estado do Espírito Santo. Sua área de drenagem abrange 83.431 km², dos quais 86,1% pertencem a território mineiro e 13,9% ao capixaba.

A distribuição das precipitações na bacia do Rio Doce é heterogênea, devido ao relevo variado. Porém, há ocorrência de dois períodos bem definidos, ou seja, um chuvoso no verão e o outro seco no inverno. As precipitações no período de outubro a março induzem a atividades agrícolas mais intensas neste período. No entanto, embora as chuvas possam ser consideradas suficientes para suprir as necessidades hídricas da maioria das culturas, a deficiência hídrica pode ocorrer em consequência da distribuição irregular da chuva e, ou, de uma alta demanda de água.

Além da distribuição irregular das chuvas, é necessário considerar ainda o risco de ocorrência de veranicos. Toda a zona intertropical é afetada por este

fenômeno caracterizado por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa.

Na bacia do Rio Doce, a irrigação ocorre em pequena escala, em áreas pequenas e descontínuas e é praticada principalmente nos municípios de Caratinga, Conselheiro Pena e Aimorés representando somente 3% da área cultivada, estimada em 30.000 hectares, em 1985.

Assim, neste trabalho estudou-se a duração e as datas inicial e final da estação chuvosa, o total de chuva e a seqüência de dias secos com durações de 7, 10 e 15 dias durante a estação chuvosa, na bacia hidrográfica do Rio Doce. A região estudada situa-se no Estado de Minas Gerais.

3.2. Base de dados

Os dados diários de precipitação observados em 42 postos pluviométricos pertencentes ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), distribuídos ao longo da bacia hidrográfica do Rio Doce (Figura 1), foram utilizados nos cálculos visando obter: a) datas inicial (IEC) e final (FEC) da estação chuvosa; b) duração da estação chuvosa (DEC); c) total de precipitação e freqüência dos veranicos de sete, 10 e 15 dias, durante a estação chuvosa.

As séries de dados abrangem um período de 22 anos (1967 a 1988) na maioria dos postos pluviométricos selecionados, sendo que o período de anos difere do citado em apenas cinco postos, conforme demonstrado no Quadro 1.

Foram utilizados dados das normais mensais de temperatura do ar coletados em abrigos meteorológicos, temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e precipitação (mm). Com os dados de temperatura mencionados, calculou-se a evapotranspiração de referência, empregando o método de Hargreaves, 1985, por meio do software *Reference Evapotranspiration Calculator* (REF-ET) Versão 2.0, elaborando-se os gráficos de superposição das curvas da distribuição mensal da

evapotranspiração de referência e da precipitação. O método de Hargreaves, 1985, citado por JENSEN (1990), foi considerado adequado por sua disponibilidade de dados de entrada para calcular a evapotranspiração de referência utilizando o *software* REF-ET.

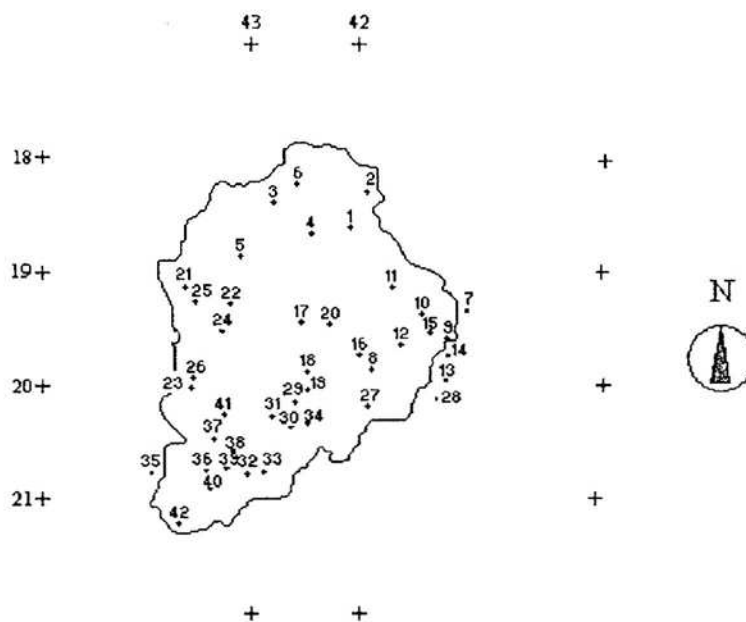


Figura 1 - Distribuição geográfica dos postos pluviométricos da Bacia do Rio Doce.

Quadro 1 - Postos pluviométricos da Bacia do Rio Doce

Nº	CÓDIGO	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	LAT	LONG	PERÍODO
1	01841001	Vila Matias-Montante	Vila Matias	18º 33'	41º 55'	1967-1988
2	01841003	Campanário	Campanário	18º 15'	41º 45'	1967-1988
3	01842004	São Pedro do Suaçui	São Pedro do Suaçui	18º 20'	42º 38'	1967-1988
4	01842005	Coroaci	Coroaci	18º 36'	42º 17'	1967-1988
5	01842007	Guanhães	Guanhães	18º 48'	42º 57'	1967-1988
6	01842008	Santa Maria do Suaçui	Sta. Maria do Suaçui	18º 11'	42º 25'	1969-1988
7	01940009	Pancas	Pancas	19º 16'	40º 51'	1967-1988
8	01941000	Ipanema	Ipanema	19º 48'	41º 43'	1967-1988
9	01941003	Baixo Guandu	Baixo Guandu	19º 32'	41º 01'	1967-1988
10	01941004	Resplendor-Jusante	Resplendor	19º 19'	41º 15'	1967-1988
11	01941005	Barra do Cuitê-Jusante	Conselheiro Pena	19º 04'	41º 32'	1967-1988
12	01941006	Assaraí-Montante	Pocrane	19º 35'	41º 27'	1967-1988
13	01941008	Laranja da Terra	Afonso Cláudio	19º 54'	41º 03'	1967-1988
14	01941009	Ibituba	Baixo Guandu	19º 41'	41º 01'	1967-1988
15	01941010	São Sebastião da Encruz.	Aimorés	19º 28'	41º 11'	1968-1988
16	01941011	Sto. Antônio do Manhaçu	Caratinga	19º 40'	41º 50'	1970-1988
17	01942001	Cachoeira Escura	Belo Oriente	19º 23'	42º 22'	1967-1988
18	01942002	Bom Jesus do Galho	Bom Jesus do Galho	19º 49'	42º 19'	1967-1988
19	01942006	Vermelho Velho	Raul Soares	19º 59'	42º 20'	1967-1988
20	01942008	Dom Cavati	Dom Cavati	19º 24'	42º 06'	1969-1988
21	01943002	Conceição do Mato Dentro	Conc.do Mato Dentro	19º 04'	43º 28'	1969-1988
22	01943003	Ferros	Ferros	19º 14'	43º 02'	1969-1988
23	01943007	Santa Bárbara	Santa Bárbara	19º 58'	43º 24'	1967-1988
24	01943008	Santa Maria do Itabira	Sta. Maria do Itabira	19º 27'	43º 07'	1967-1988
25	01943025	Morro do Pilar	Morro do Pilar	19º 12'	43º 22'	1967-1988
26	01943027	Usina Peti	São Gonçalo do Rio Acima	19º 53'	43º 23'	1967-1988
27	02041008	Dores do Manhumirim	Manhuaçu	20º 07'	41º 45'	1967-1988
28	02041023	Afonso Cláudio-Montante	Afonso Cláudio	20º 04'	41º 07'	1967-1988
29	02042008	Raul Soares-Montante	Raul Soares	20º 06'	42º 26'	1967-1988
30	02042010	Abre Campo	Abre Campo	20º 18'	42º 28'	1967-1988
31	02042011	Rio Casca	Rio Casca	20º 13'	42º 39'	1967-1988
32	02042015	Seriquite	Viçosa	20º 44'	42º 53'	1967-1988
33	02042016	São Miguel do Anta	São Miguel do Anta	20º 42'	42º 43'	1967-1988
34	02042017	Matipó	Matipó	20º 17'	42º 20'	1967-1988
35	02043005	Conselheiro Lafaiete	Cons. Lafaiete	20º 42'	43º 47'	1967-1988
36	02043010	Piranga	Piranga	20º 41'	43º 17'	1967-1988
37	02043011	Fazenda Paraíso	Mariana	20º 25'	43º 12'	1967-1988
38	02043014	Porto Firme	Porto Firme	20º 40'	43º 05'	1967-1988
39	02043025	Usina da Brecha	Guaraciaba	20º 31'	43º 01'	1967-1988
40	02043026	Braz Pires	Bras Pires	20º 51'	43º 14'	1967-1988
41	02043027	Fazenda Ocidente	Barra Longa	20º 16'	43º 06'	1967-1988
42	02143003	Desterro do Melo	Desterro do Melo	21º 09'	43º 31'	1967-1988

Fonte: DNAEE

3.3. Duração e datas iniciais e final da estação chuvosa

A data inicial da estação chuvosa foi determinada conforme critério proposto por STERN et alii, 1981. O início da estação chuvosa foi definido como aquele dia depois de uma data específica, que no caso é primeiro de setembro, que apresenta a primeira ocorrência de uma quantidade mínima de 20 mm de chuva totalizada em até três dias consecutivos, desde que não ocorra seqüência de sete dias secos durante os 30 dias seguintes. Este critério considera que as necessidades hídricas das plantas podem ser normalmente satisfeitas, em períodos de até 10 dias, pela água armazenada no solo. Foi considerado como dia chuvoso aquele em que ocorreu uma precipitação de pelo menos um milímetro. Nos anos que o IEC ultrapassou o 365º dia do ano (anos bissextos), considerou-se como IEC a data de primeiro de janeiro do ano seguinte.

Analogamente, segundo STERN et alii, 1981, a primeira ocorrência de um longo período seco depois de uma data pré-determinada pode definir o final do período chuvoso. Este foi o critério adotado, admitindo-se o dia primeiro de março como a data escolhida, após a qual não ocorreria chuva num período de 20 dias consecutivos. Assim, a duração (em dias) da estação chuvosa, para o calendário Juliano, foi obtida por

$$DEC = FEC - IEC + 365 \quad \text{Eq. 1}$$

A escolha das datas de primeiro de setembro e primeiro de março como as datas a partir das quais iniciaram-se as análises para a determinação do IEC e do FEC, respectivamente, baseou-se no método empregado por Frére e Popov, segundo o qual o início da estação chuvosa ocorre a partir da semana em que a precipitação atinge 50% da evapotranspiração potencial (evapotranspiração de referência-grama), e não são registrados períodos secos na semana seguinte. Analogamente, o término da EC é determinado como a semana em que a precipitação reduz-se à metade da evapotranspiração potencial.

Com base no exposto, foram elaborados gráficos de sobreposição das curvas mensais da evapotranspiração de referência e da precipitação, para quatro postos pluviométricos da bacia do Rio Doce, para os quais haviam dados disponíveis nas normais climatológicas: Aimorés, Caratinga, Conceição do Mato dentro e Viçosa (Figuras 2,3,4 e 5). Os gráficos mostraram que, na bacia do Rio Doce, o IEC pode ocorrer ainda no mês de setembro, e o FEC sempre depois do dia primeiro de março.

Para fins de análise de regressão, os dados de IEC, FEC e DEC foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov, objetivando verificar se tais dados possuíam distribuição normal. Com as datas de IEC e FEC determinadas, computaram-se os totais de precipitação durante a EC.

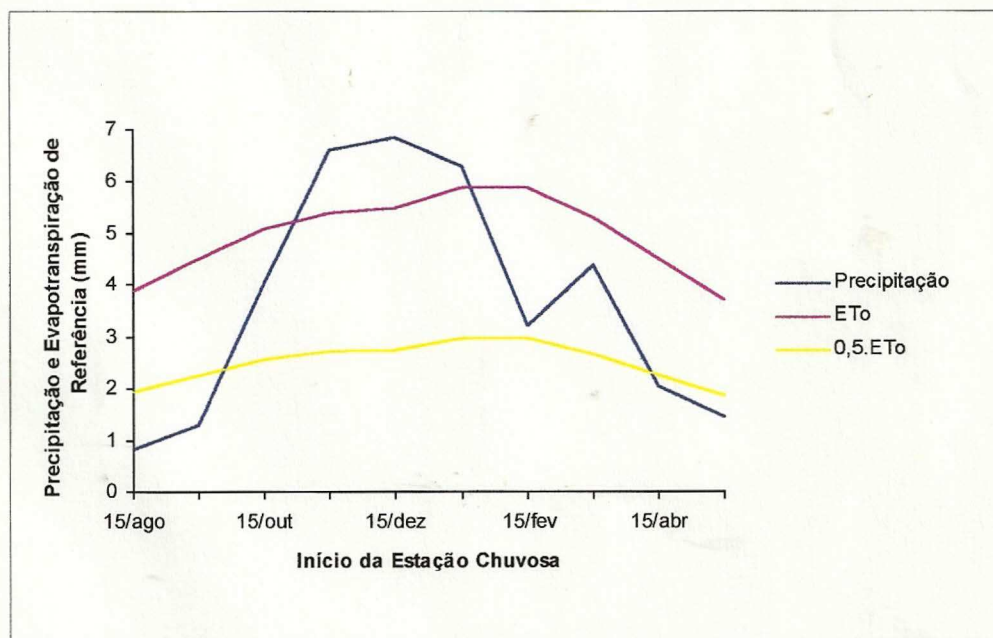


Figura 2 - Curvas normais mensais de precipitação e evapotranspiração de referência para a localidade de Aimorés.

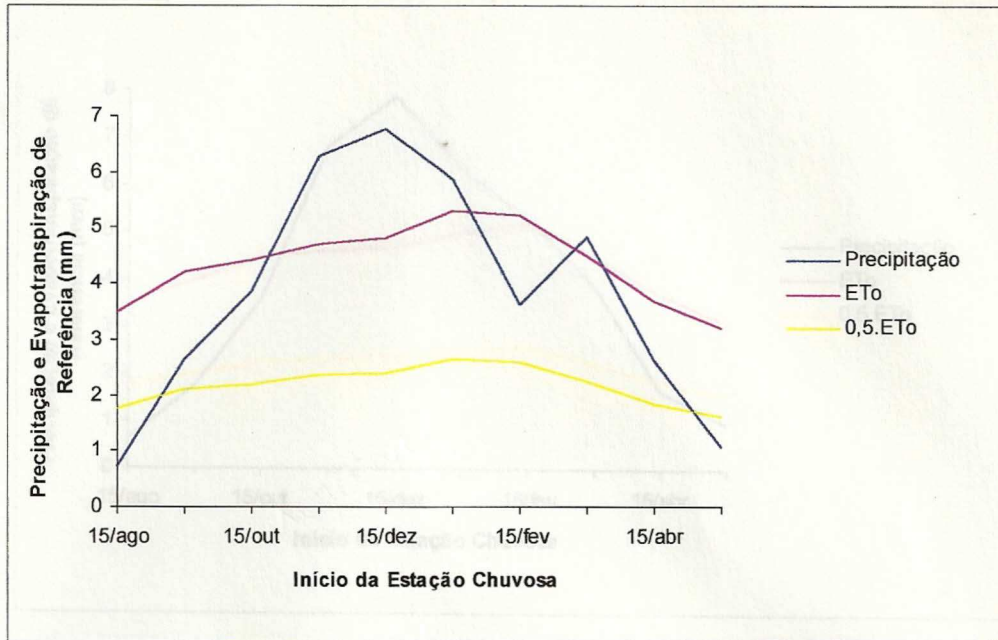


Figura 3 - Curvas normais mensais de precipitação e evapotranspiração de referência para a localidade de Caratinga.

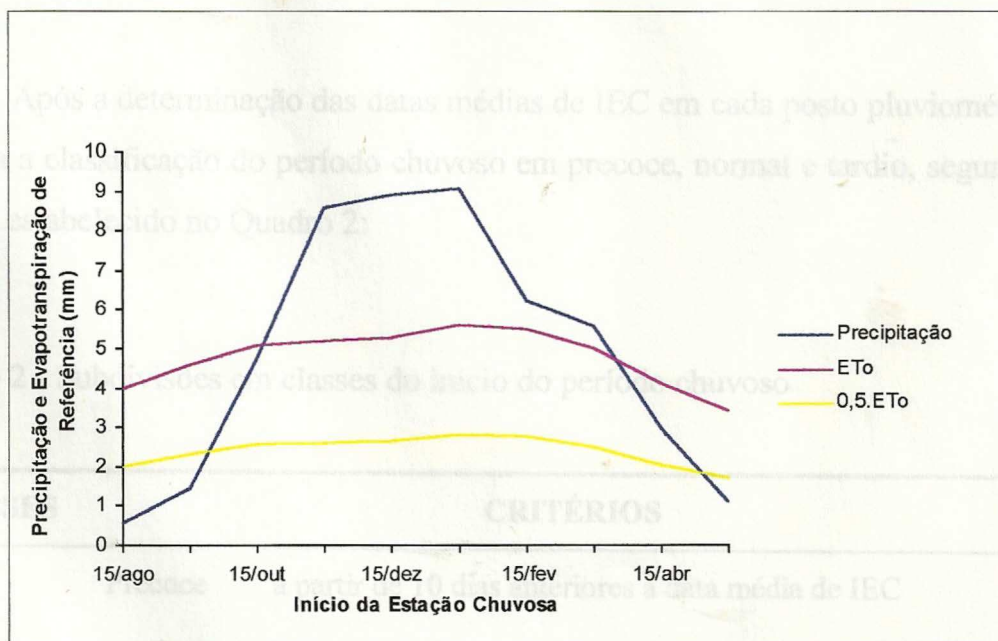


Figura 4 - Curvas normais mensais de precipitação e evapotranspiração de referência para a localidade de Conceição do Mato Dentro.

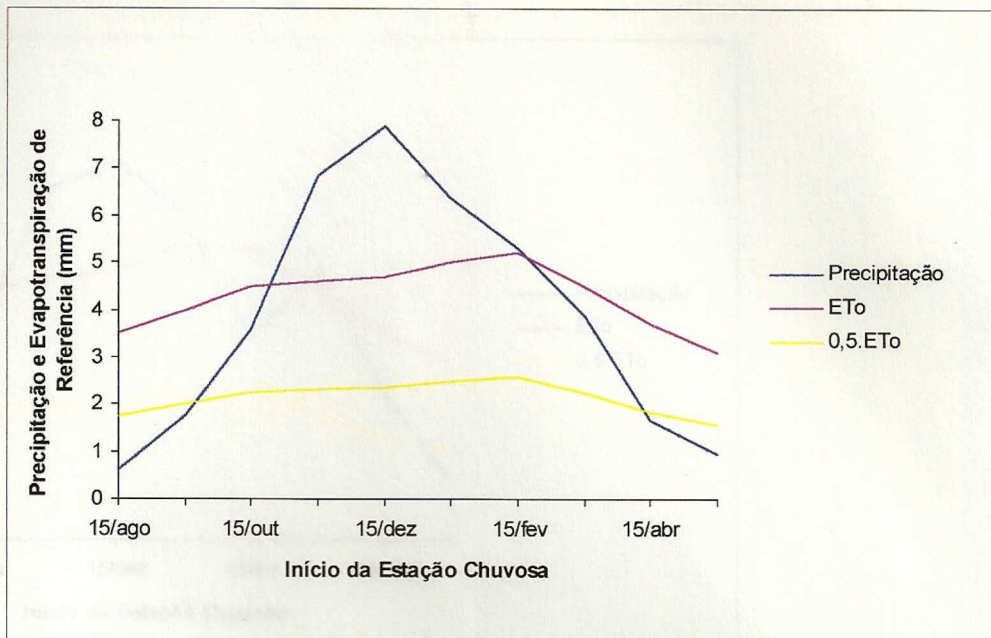


Figura 5 - Curvas normais mensais de precipitação e evapotranspiração de referência para a localidade de Viçosa.

3.4. Classificação da estação chuvosa

Após a determinação das datas médias de IEC em cada posto pluviométrico, foi feita a classificação do período chuvoso em precoce, normal e tardio, segundo o critério estabelecido no Quadro 2:

Quadro 2 - Subdivisões em classes do início do período chuvoso

CLASSES		CRITÉRIOS
Classe I	Precoce	a partir de 10 dias anteriores à data média de IEC
Classe II	Normal	10 dias antes até 10 dias depois da data média de IEC
Classe III	Tardio	a partir de 10 dias posteriores à data média de IEC

Calcularam-se, para todos os anos e para cada posto pluviométrico as probabilidades de que a EC pertença a uma determinada classe contida no Quadro 2.

3.5. Probabilidades teóricas de duração das estações chuvosas

Após determinar as durações das estações chuvosas, em dias, foram calculadas as probabilidades dessas durações excederem durações específicas (D), também em dias, de acordo com as datas (móveis) iniciais da estação chuvosa. Os valores de D foram determinados a partir do menor e do maior valor médio das DEC's, para os 42 postos pluviométricos considerados, sendo essas durações específicas correspondentes a 150 e 224 dias. Assim, atribuiu-se a D os valores entre 145 e 225 espaçados de 20 em 20 dias de modo a abranger todo o espectro dos valores das DEC's da seguinte forma:

$$P(DEC > D) = F / (T + 1) \quad \text{Eq. 2}$$

em que F é a frequência com que a DEC excede o valor de D na série de dados de um determinado posto pluviométrico, e T é a frequência com que a EC pertence à classe Precoce, Normal ou Tardia para um determinado posto pluviométrico.

3.6. Frequência de dias secos nas classes precoce, normal e tardia iniciais da estação chuvosa

Foram computadas as frequências de ocorrência de veranico de 7, 10 e 15 dias de duração entre os meses de IEC e FEC para cada ano da série de dados, de cada posto pluviométrico. Assim, determinaram-se os totais médios das frequências de ocorrência dos veranicos de sete, dez e 15 dias de duração nos meses da EC, nas classes precoce, normal e tardia de IEC.

3.7. Probabilidades de ocorrência dos veranicos

Esta etapa consistiu em quantificar a frequência acumulada para os 42 postos selecionados, no período de anos correspondente (22 anos para a maioria dos postos pluviométricos) e no cálculo das probabilidades de ocorrência dos veranicos nos meses de setembro a março.

Para a quantificação das frequências, foram determinados o número de seqüências de dias secos com duração igual a n dias, cuja variação foi contabilizada de um até o número de dias do mês. Uma seqüência de dias secos foi definida como um período contínuo de dias em que não ocorreu precipitação maior ou igual a 1,0 mm.

Esses dados foram submetidos à análise de regressão cujo modelo é

$$y = ab^n e \quad \text{eq. 3}$$

em que

y = número de ocorrência de períodos secos;

n = duração mínima do período seco;

a e b = parâmetros da equação de regressão;

e = erro;

Pela aplicação do logaritmo decimal à equação (3), obteve-se a forma linear:

$$\log y = a_0 + nb_0 + e^* \quad \text{eq. 4}$$

em que

$$e^* = \log(e)$$

Para cada mês, se transcorridos n_1 dias sem chuva, a probabilidade de que o próximo dia seja também seco foi dada por

$$P = (y_{n_1+1})/y_{n_1} \quad \text{eq. 5}$$

que é o valor correspondente ao coeficiente b na equação (3). Esse valor é independente de n , ou seja, se um dia é seco, a probabilidade de que o dia seguinte seja seco é constante, independentemente do número de dias secos ocorridos anteriormente. Esta afirmação é verdadeira se for válida a relação linear entre $\log(y)$ e n .

Os valores de y_{n_1+1} e y_{n_1} são dados pela frequência acumulada dos períodos secos com duração igual ou maior a n dias, conforme Quadro 3, onde estão listadas tais frequências, para o mês de janeiro em Vila Matias. Portanto, de acordo com o Quadro 3, a probabilidade de que transcorridos dois dias secos, o próximo também seja seco é igual a $1409/1718 = 0,82$, ou seja, 82%.

Foram ajustadas também as equações aos dados de dias secos, para os meses de setembro a março, para as 42 localidades da bacia do Rio Doce.

Para fins de análise, foram considerados apenas os veranicos com sete, dez e 15 dias de duração.

3.8. Programas computacionais

Foram elaborados programas computacionais em linguagem Pascal e Basic para determinar das DECs, das datas de IEC e FEC, para a classificação da EC, como também para calcular as probabilidades das ECs pertencerem às classes precoce, normal e tardia e das DEC excederem durações específicas, para a computação das frequência de dias secos durante a EC e na computação dos totais de precipitação durante a EC.

Quadro 3 - Frequências simples e acumulada de períodos secos com duração maior ou igual a n dias, no mês de janeiro em Vila Matias

Duração (n)	Frequência de períodos secos com duração maior ou igual a n dias	Frequência acumulada de períodos secos (y) com duração maior ou igual a n dias
1	397	2115
2	309	1718
3	255	1409
4	210	1154
5	175	944
6	148	769
7	125	621
8	106	496
9	88	390
10	72	302
11	59	230
12	46	171
13	36	125
14	26	89
15	19	63
16	13	44
17	9	31
18	7	22
19	5	15
20	4	10
21	3	6
22	2	3
23	1	1
24	0	0
25	0	0
26	0	0
27	0	0
28	0	0
29	0	0
30	0	0
31	0	0

3.9. Regionalização dos resultados

Para a regionalização das datas de IEC, das DEC e das probabilidades de ocorrência dos veranicos de sete, 10 e 15 dias de duração, utilizou-se o *software* de sistema de informação geográfica *Idrisi*, desenvolvido pelo Departamento de Geografia da Clark University nos EUA e disponível no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Primeiramente foi elaborado um mapa matricial (mapa-base) da bacia do Rio Doce com “Y” linhas e “X” colunas, tendo como base o Mapa Geográfico do Estado de Minas Gerais, de projeção Policônica Meridiano - Central - 45^o Greenwich e escala de 1:1.000.000, do ano de 1985 confeccionado na Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia - Instituto de Geociências Aplicadas.

A área que compõe o mapa-base da Bacia do Rio Doce constitui uma área retangular imaginária de 360 km de largura por 500 km de comprimento, totalizando 180.000 km². Essa área foi dividida em 180 colunas e 250 linhas, contendo assim 45.000 células (pixels) com dimensões 2 por 2 km representando a resolução do mapa-base da bacia do Rio Doce.

Posteriormente, foram utilizados os módulos computacionais (programas) contidos no *software Idrisi*. Por meio da rotina *interpol*, efetuou-se a interpolação dos valores pontuais georeferenciados dos IEC, DEC e das probabilidades de ocorrências dos veranicos de sete, 10 e 15 dias de duração, distribuídos sobre o mapa da bacia hidrográfica em questão, contidos em arquivos vetoriais tipo ASCII e previamente criados por um editor de textos. Esta rotina utiliza um interpolador linear que calcula as médias dos m pontos vizinhos mais próximos com peso Wi , ou seja,

$$Wi = 1/d^m, i = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{Eq. 6}$$

em que

d = distância Euclidiana do i -ésimo ponto amostrado i ao ponto interpolado;

m = expoente da função distância.

Os valores “ d ” e “ m ” podem variar de 1 a 16 e de 1 a 8, respectivamente (EASTMAN, 1992). Neste estudo optou-se por $d = 4$ e $m = 3$, conforme sugestões de ASSAD e SANO (1993), os quais relatam que tais valores de “ d ” e “ m ” foram os que apresentaram menor erro médio, dentre as combinações possíveis.

Em seguida, foram gerados mapas temáticos da bacia do Rio Doce por meio da rotina de reclassificação (*Reclass*), contendo as classes de datas de IEC e das DEC. Procedeu-se do mesmo modo para os meses de setembro a março, para as probabilidades de ocorrência dos veranicos com as durações citadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Data inicial e duração da estação chuvosa

Conforme apresentado na Figura 6, por meio da análise das datas de IEC observou-se que, para as regiões sul e sudoeste da bacia do Rio Doce, as datas médias do IEC ocorreram entre os dias 17 de outubro e primeiro de novembro, ou seja, estas foram as datas mais precoces da bacia. Já para as regiões norte, nordeste, noroeste, este, sudeste e maior parte da região central, esta data média ocorreu entre dois de novembro e 16 de novembro. As datas entre 17 de novembro e primeiro de dezembro compreendem o período em que as datas médias de IEC foram observadas para pequenas regiões situadas na parte central e sudeste da bacia do Rio Doce, sendo essas datas médias as mais tardias da bacia.

Quanto às DEC's médias, os menores valores ocorreram em parte da região central e em pequenas partes da região sudeste da bacia do Rio Doce, apresentando valores entre 150 e 170 dias de duração (Figura 7). Os maiores valores médios de DEC ocorreram em pequenas áreas das regiões este, sudoeste e extremo sul, com duração entre 191 e 210. Valores intermediários das DEC's médias foram observados em todo o restante da bacia, com durações entre 171 e 190 dias.

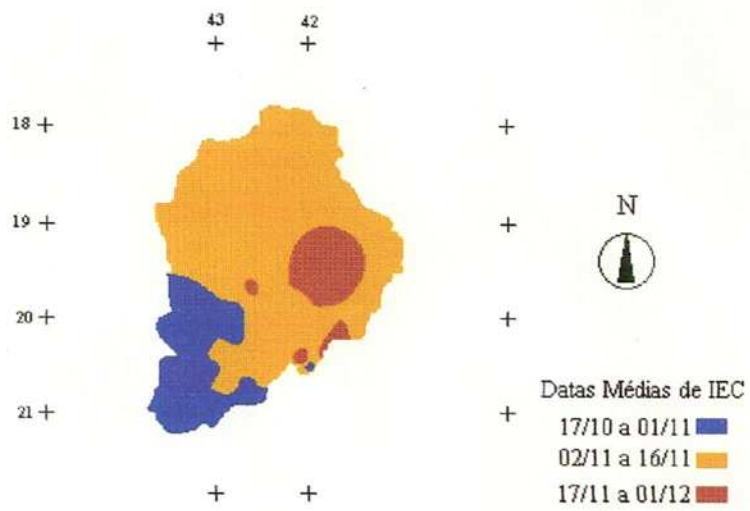


Figura 6 - Datas médias de início da estação chuvosa.

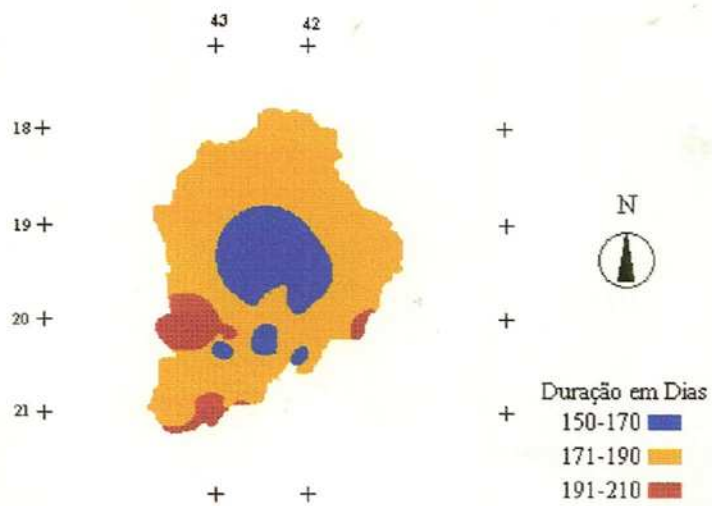


Figura 7 - Durações médias da estação chuvosa.

Conforme se pode observar no Quadro 4, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para um nível de significância de 10% ($D_{\max} = 0,260$), todos os 42 postos apresentaram distribuição normal para os dados de IEC, FEC e DEC. Para o nível de significância de 20% ($D_{\max} = 0,228$), excetuando Viçosa e Afonso Cláudio para os dados de FEC e de Abre Campo e novamente Viçosa para os dados de DEC, os demais postos apresentaram distribuição normal.

4.2. Relação entre a data inicial e a duração da estação chuvosa

Das 42 localidades estudadas, apenas Vila Matias, Barra Longa e São Pedro do Suaçui apresentaram coeficientes de correlação (r) entre os IECs e as DECs anuais acima de 80%, com valores respectivamente iguais a 87, 82 e 81% (Quadro 5). Segue-se Conselheiro Lafaiete com 77%, Caratinga com 76%, Raul Soares e Brás Pires com 74% e Afonso Cláudio (Montante) e Matipó com 73%, sendo que, para o restante dos municípios, o valor de r ficou abaixo de 70%. O menor coeficiente de correlação observado foi em Resplendor, com valor correspondente a 27%. Entretanto, o coeficiente de correlação entre os valores médios dos IECs e das DECs apresentou valor igual a 73%.

Embora na maioria dos postos pluviométricos os resultados não indiquem uma forte correlação entre os IECs e as DECs, observou-se uma tendência para DECs cada vez menores à medida que os IECs avançam do mês de setembro para o mês de outubro e assim por diante, conforme apresentado nas Figuras de 8 a 13. Tais gráficos ilustram a dispersão para as seis localidades escolhidas, dentro das três classes de IEC, indicadas na Figura 6, isto é, Sta. Maria do Suaçui, Ipanema, Dom Cavati, Conceição do Mato Dentro, Sta. Bárbara e Desterro de Melo.

Quadro 4 - Coeficientes do Teste de Kolmogorov-Smirnov

MUNICÍPIO	IEC	FEC	DEC
Abre Campo	0,1360714	0,1339068	0,2493301
Afonso Cláudio	0,1312640	0,2310441	0,1307737
Afonso Cláudio (Montante)	0,1638656	0,1139210	0,1221427
Aimorés	0,1367066	0,1024989	0,0847244
Baixo Guandu	0,1431724	0,0990366	0,0978160
Baixo Guandu (Ibituba)	0,2034534	0,1279450	0,0746546
Barra Longa	0,1607002	0,1455663	0,1304899
Belo Oriente	0,1291509	0,1269103	0,1043877
Bom Jesus do Galho	0,2239230	0,0865290	0,2260121
Brás Pires	0,1849753	0,1229914	0,1630349
Campanário	0,1539621	0,1449066	0,1009307
Caratinga	0,2005561	0,1564708	0,1639180
Conc. do Mato dentro	0,1260417	0,1183091	0,1440809
Conselheiro Lafaiete	0,1787595	0,1152386	0,1377573
Conselheiro Pena	0,1290846	0,1627221	0,1219596
Coroaci	0,1270278	0,1538706	0,1552895
Desterro de Melo	0,1499589	0,1930953	0,1564783
Dom Cavati	0,1487819	0,1015565	0,2124124
Ferros	0,1510070	0,0837929	0,1281479
Guanhães	0,1219024	0,1310721	0,1503720
Guaraciaba	0,1972424	0,1078303	0,1637644
Ipanema	0,2243886	0,0948487	0,1163770
Manhuaçu	0,1542688	0,2117764	0,1209423
Mariana	0,1934213	0,1609242	0,0815989
Matipó	0,1180929	0,1043453	0,1346964
Morro do Pilar	0,1080862	0,1102858	0,0974568
Pancas	0,1193588	0,1215315	0,1243700
Piranga	0,1328941	0,1080130	0,1446434
Pocrane	0,1593406	0,0955231	0,1294276
Porto Firme	0,1574695	0,1542906	0,1649804
Raul Soares	0,1644121	0,1234644	0,1291838
Raul Soares (Montante)	0,0959059	0,1447202	0,0891334
Resplendor	0,1656741	0,1749503	0,1192808
Rio Casca	0,1034187	0,0981553	0,0822234
São Gonsalo do Rio Acima	0,1664288	0,1222622	0,1066884
São Miguel do Anta	0,1639492	0,1744945	0,1328517
São Pedro do Suaçui	0,1452709	0,1188262	0,1252509
Sta. Maria do Itabira	0,0906593	0,0860466	0,1427439
Sta. Bárbara	0,0792010	0,1300635	0,1198070
Sta. Maria do Suaçui	0,1686880	0,1049358	0,1064672
Viçosa	0,1310813	0,2404703	0,2352738
Vila Matias	0,1321244	0,1264150	0,1114732

Quadro 5 - Coeficientes de correlação entre IEC e DEC

MUNICÍPIO	r
Abre Campo	-0.59
Afonso Cláudio	-0.63
Afonso Cláudio-Montante	-0.73
Aimorés	-0.46
Baixo Guandu	-0.41
Baixo Guandu (Ibituba)	-0.51
Barra Longa	-0.82
Belo Oriente	-0.49
Bom Jesus do Galho	-0.45
Bras Pires	-0.74
C. do Mato Dentro	-0.37
Campanário	-0.53
Caratinga	-0.76
Cons. Lafaiete	-0.77
Conselheiro Pena	-0.57
Coroaci	-0.35
Desterro de Melo	-0.38
Dom Cavati	-0.55
Ferros	-0.56
Guanhães	-0.45
Guaraciaba	-0.61
Ipanema	-0.37
Manhuaçu	-0.55
Mariana	-0.61
Matipó	-0.73
Morro do Pilar	-0.38
Pancas	-0.28
Piranga	-0.64
Pocrane	-0.33
Porto Firme	-0.62
Raul Soares	-0.74
Raul Soares (Montante)	-0.54
Resplendor	-0.27
Rio Casca	-0.52
S. Gons. do rio Acima	-0.47
S. Miguel do Anta	-0.63
São Pedro do Suaçui	-0.81
Sta. Bárbara	-0.42
Sta. Maria do Itabira	-0.69
Sta. Maria do Suaçui	-0.58
Viçosa	-0.38
Vila Matias	-0.87

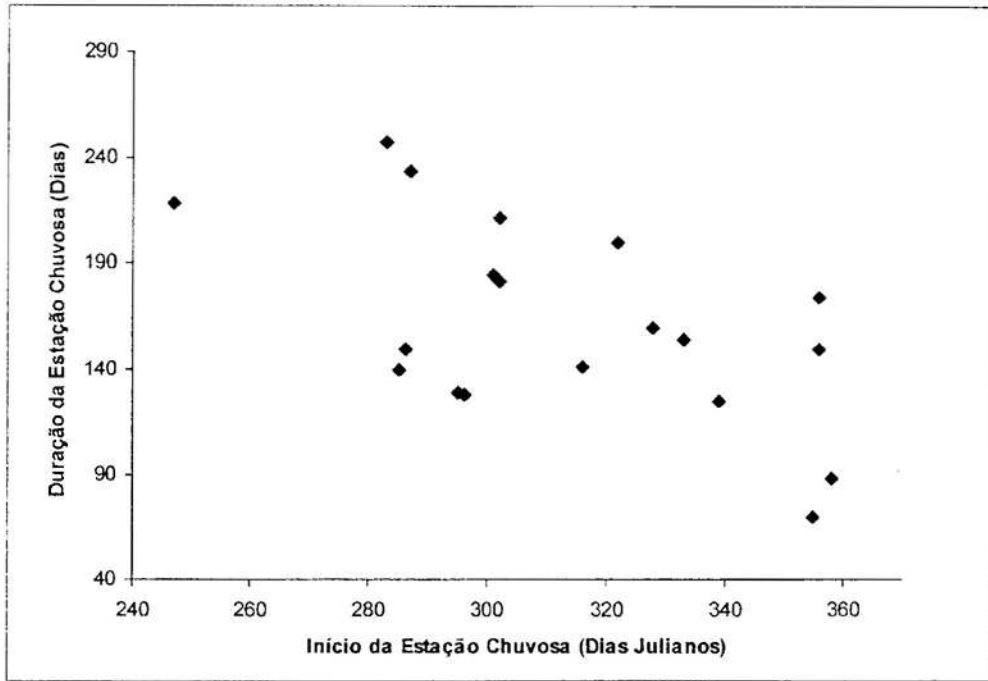


Figura 8 - Relação entre a data inicial (IEC) e a duração (DEC) da estação chuvosa para o Município de Sta Maria do Suaçui.

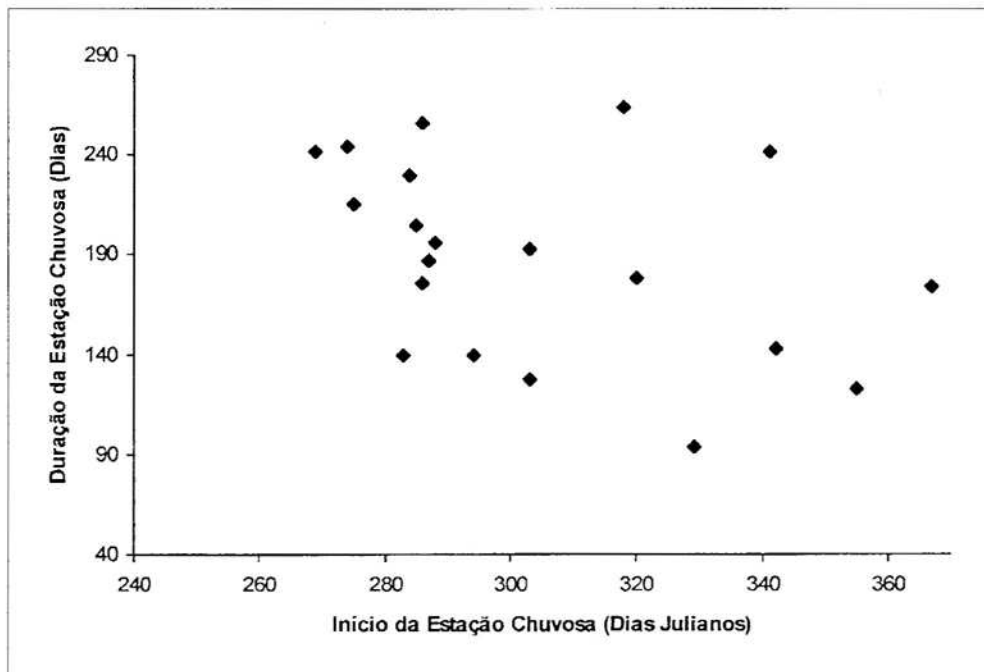


Figura 9 - Relação entre a data inicial (IEC) e a duração (DEC) da estação chuvosa para o Município de Ipanema.

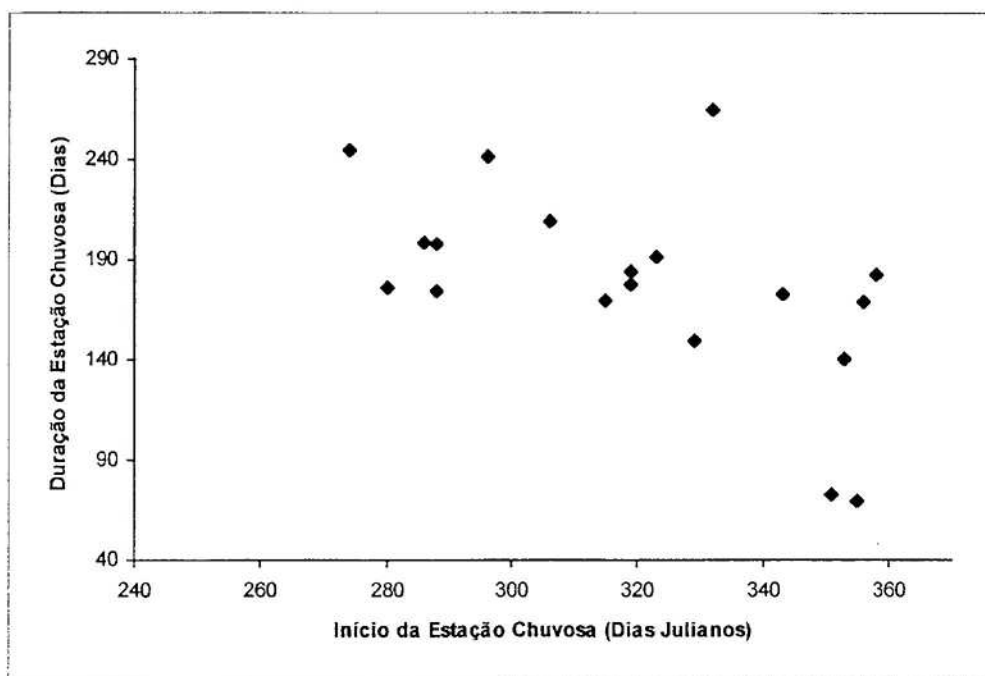


Figura 10 - Relação entre a data inicial (IEC) e a Duração (DEC) da estação chuvosa para o Município de Dom Cavati

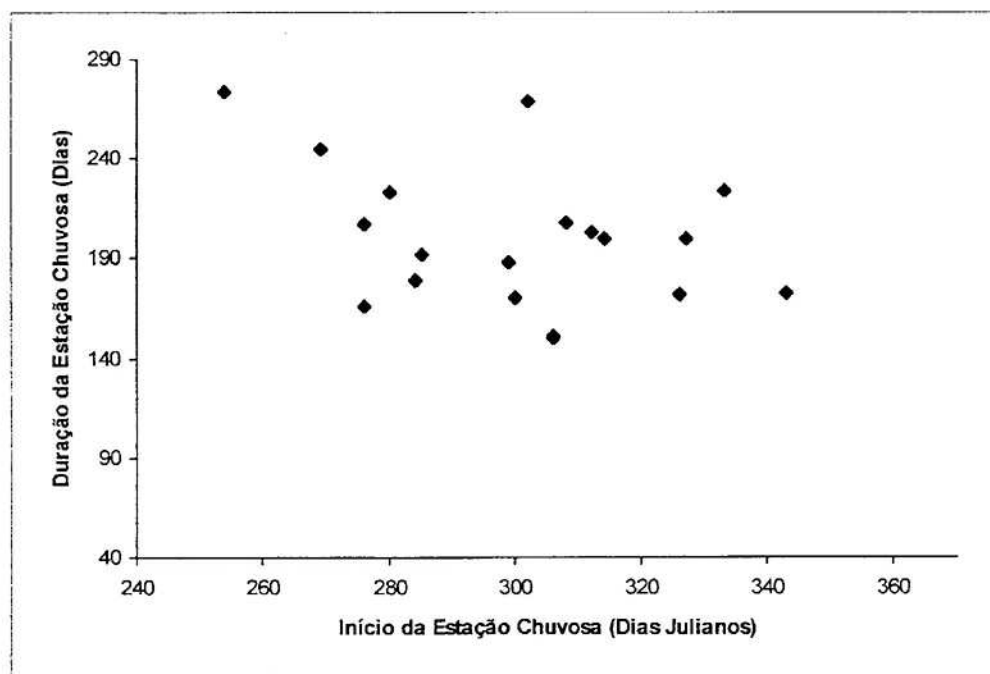


Figura 11 - Relação entre a data inicial (IEC) e a duração (DEC) da estação chuvosa para o Município de Conceição do Mato Dentro.

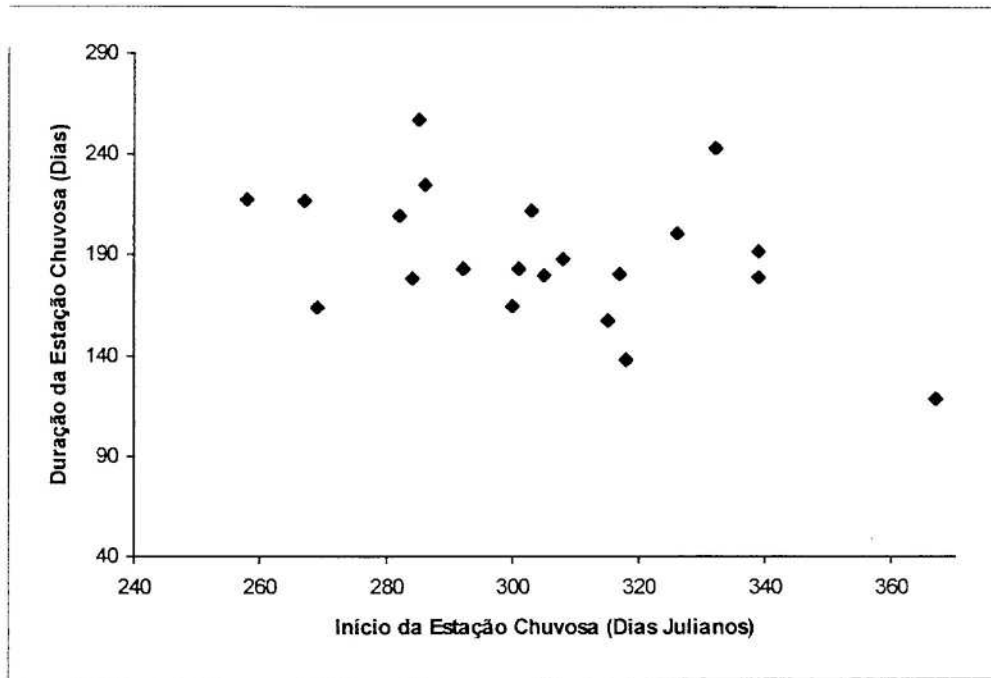


Figura 12 - Relação entre a data inicial (IEC) e a duração (DEC) da estação chuvosa para o Município de Sta. Bárbara.

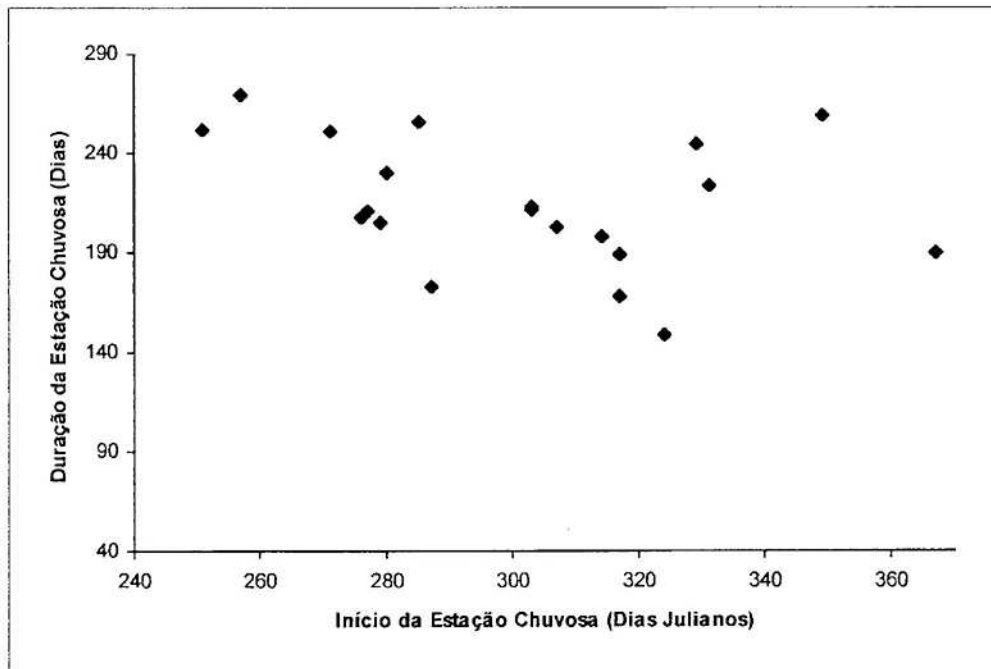


Figura 13 - Relação entre a data inicial (IEC) e a duração (DEC) da estação chuvosa para o Município de Desterro de Melo.

4.3. Relação entre o início e a duração da estação chuvosa e o total de precipitação

Quanto aos coeficientes de correlação entre o IEC e o total de chuva em cada EC de cada uma das 42 localidades, citadas no Quadro 6, apenas em Sta. Maria do Suaçui o coeficiente de correlação foi maior do que 80% (83%), seguida por Caratinga (72%). No restante da bacia não ocorreram valores acima de 70%. Porém, os resultados mostram uma tendência para totais de precipitação maiores durante a EC à medida que o IEC ocorre mais cedo ao longo do ano.

Resultado semelhante foi observado para os coeficientes de correlações entre DEC e o total de precipitação durante a EC. Os maiores valores ocorreram em Pancas, $r = 99\%$, Sta. Maria do Itabira, $r = 77\%$, Baixo Guandu (Montante), $r = 74\%$ e Barra longa, $r = 71\%$. No restante da bacia não foram observados valores de r superiores a 70%. No entanto, foi observada uma tendência para totais de precipitação maiores durante a EC à medida que DEC aumentava (Quadro 6).

Quanto aos totais médios de precipitação durante a estação chuvosa, na Figura 14 pode-se observar que os maiores totais (1201 a 1400 mm) ocorreram somente em uma pequena área a sudoeste da bacia do Rio Doce. Os menores valores (500 a 700 mm), ocorreram em duas pequenas áreas ao centro da bacia. Valores intermediários entre 701 e 900 mm ocorreram em toda a parte leste e em parte da região central, enquanto valores entre 901 e 1200 mm foram observados em todo o restante da bacia do Rio Doce.

Em alguns postos pluviométricos, por falta de dados para alguns meses da estação chuvosa, não foi possível calcular o total de chuva durante a EC para os anos apresentados no Quadro 7.

Quadro 6 - Coeficientes de correlação entre IEC, DEC e total de chuva na EC

MUNICÍPIO	IEC=f(TOTAL DE CHUVA NA EC)	DEC=f(TOTAL DE CHUVA NA EC)
	r	r
Abre Campo	-0,42	0,52
Afonso Cláudio	-0,53	0,61
Afonso Cláudio-Mont.	-0,41	0,39
Aimorés	-0,41	0,54
Baixo Guandu	-0,53	0,46
Baixo Guandu (Ibit.)	-0,61	0,74
Barra Longa	-0,59	0,71
Belo Oriente	-0,63	0,66
Bom Jesus do Galho	-0,41	0,46
Bras Pires	-0,52	0,67
C. do Mato Dentro	-0,07	0,41
Campanário	-0,42	0,61
Caratinga	-0,72	0,64
Cons. Lafaiete	-0,46	0,61
Conselheiro Pena	-0,38	0,36
Coroaci	-0,41	0,56
Desterro de Melo	-0,14	0,38
Dom Cavati	-0,43	0,42
Ferros	-0,41	0,45
Guanhães	-0,57	0,39
Guaraciaba	-0,28	0,41
Ipanema	-0,28	0,55
Manhuaçu	-0,53	0,49
Mariana	-0,19	-0,01
Matipó	-0,31	0,09
Morro do Pilar	0,04	0,39
Pancas	-0,59	0,99
Piranga	-0,16	0,43
Pocrane	-0,54	0,51
Porto Firme	-0,31	0,52
Raul Soares	-0,54	0,51
Raul Soares-Mont.	-0,35	0,35
Resplendor	-0,46	0,54
Rio Casca	0,09	0,23
S. Gons. do rio Acima	-0,33	0,38
S. Miguel do Anta	-0,43	0,41
São Pedro do Suaçui	-0,48	0,56
Sta. Bárbara	-0,32	0,53
Sta. Maria do Itabira	-0,58	0,77
Sta. Maria do Suaçui	-0,83	0,58
Viçosa	-0,17	0,37
Vila Matias	-0,53	0,65

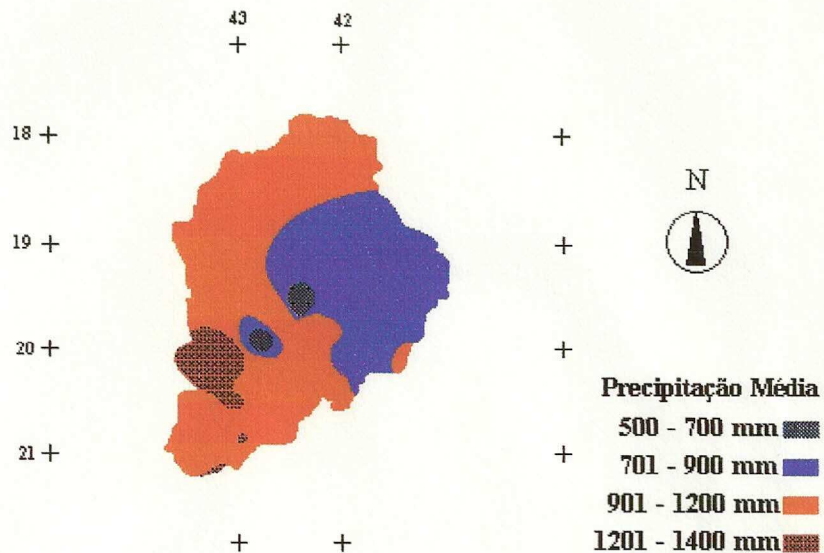


Figura 14 - Totais médios de precipitação durante a estação chuvosa.

Quadro 7 - Municípios com falhas na série de dados

MUNICÍPIOS	ANOS COM FALHAS DE DADOS
Abre Campo	1970;1971
Belo Oriente	1988
Bom Jesus do Galho	1967;1974;1976
Bras Pires	1972;1973
Caratinga	1983;1988
Conselheiro Pena	1979;1987;1988
Dom Cavati	1981;1988
Ferros	1970;1977;1984;1988
Manhuaçu	1979
Matipó	1969;1970
Pancas	1977
Pocrane	1975
Raul Soares (Montante)	1978
Sta. Bárbara	1978;1979
Sta. Maria do Suaçui	1972;1975

4.4. Probabilidade do início da estação chuvosa ser precoce, normal ou tardio

Pela análise das Figuras 15, 16, 17 e 18, pode-se observar as regiões onde a data de IEC tem maior probabilidade para ser precoce, normal ou tardia na bacia do Rio Doce, respectivamente.

Na Figura 15 são apresentadas as diferentes probabilidades do IEC ser precoce ao longo da bacia. Os maiores valores de probabilidade, entre 41 e 50%, para essa classe, distribuiu-se na parte central e em pequenas áreas a sudeste e extremo sul da bacia.

Para a classe normal, apenas uma área a sudoeste e outra pequena área a sudeste apresentaram as maiores probabilidades para o IEC ser normal, com os valores variando entre 31 e 40% (Figura 16).

No caso da classe tardia, as áreas ao centro, sudeste e extremo sul da bacia apresentaram as maiores probabilidades do IEC pertencer a essa classe, com os valores variando entre 41 e 50% (Figura 17).

Na Figura 18, obtida pela superposição das Figuras 15, 16 e 17, pode-se observar as áreas efetivas de maior probabilidade para cada classe e as áreas de interseção entre as mesmas. As áreas essencialmente precoces situam-se no centro-oeste, sudeste e extremo sul da bacia, com probabilidades entre 41 e 50%. Aquelas essencialmente tardias distribuem-se pelo centro-leste, sudeste e extremo sul da bacia e apresentam valores entre 41 e 50%. Há áreas com probabilidades iguais para as classes precoce e tardia, as quais aparecem ao centro, a sudeste e no extremo sul da bacia, com valores variando entre 41 e 50%. A classe normal aparece apenas em duas áreas a sudoeste e sudeste da bacia. Entretanto, nessas regiões, as probabilidades são iguais tanto para a classe normal, quanto para a precoce e a tardia, com valores variando entre 31 e 40%. O restante da bacia apresenta probabilidades iguais do IEC ser precoce ou tardia, com os valores variando entre 31 e 40%.

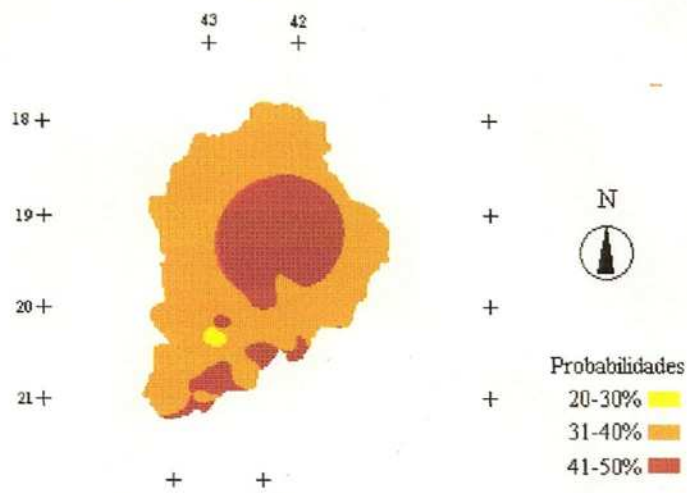


Figura 15 - Probabilidades do início da estação chuvosa pertencer a classe precoce.

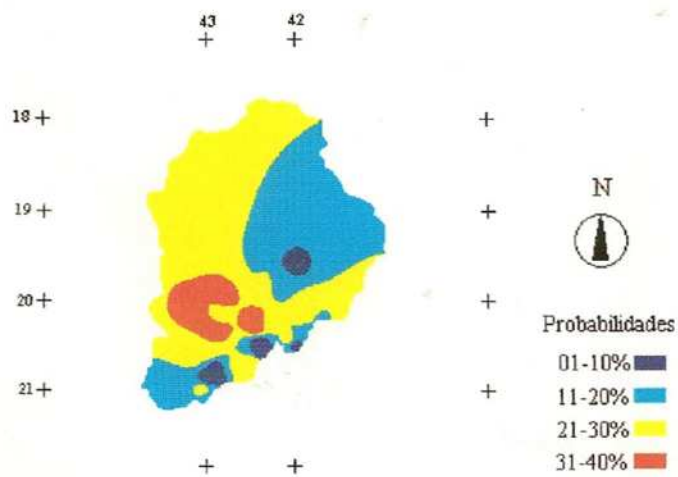


Figura 16 - Probabilidades do início da estação chuvosa pertencer a classe normal.

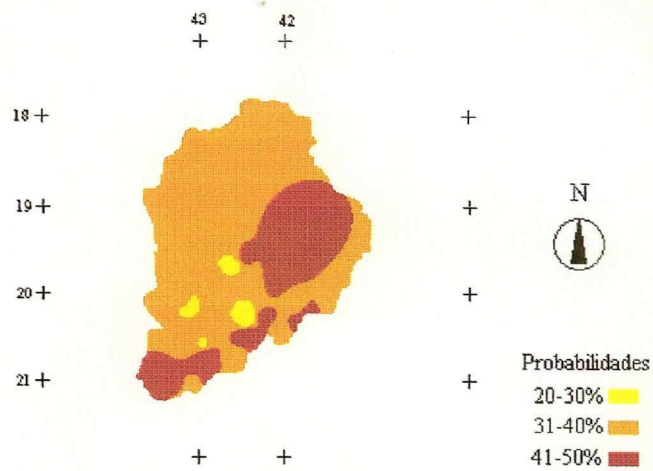


Figura 17 - Probabilidades do início da estação chuvosa pertencer a classe tardia.

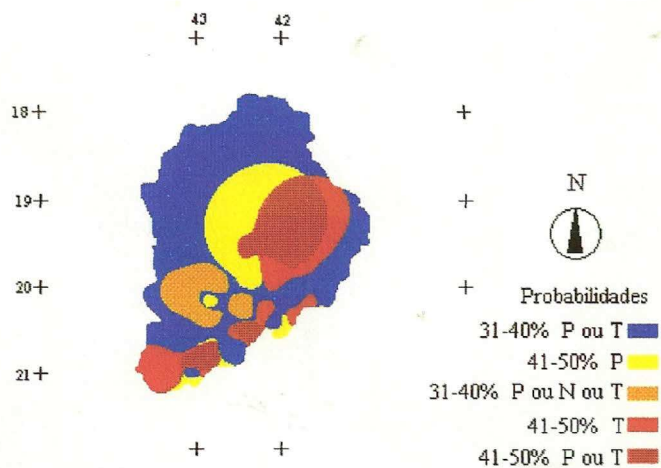


Figura 18 - Maiores probabilidades do início da estação chuvosa pertencer a classe precoce, normal ou tardia.

4.5. Probabilidade da estação chuvosa exceder durações específicas

No Quadro 8 são listadas as probabilidades para que a DEC exceda as durações de 145, 165, 185, 205 e 225 dias nas classes precoce, normal e tardia, em relação ao início da estação chuvosa. Observa-se que as probabilidades para que a DEC exceda as cinco durações especificadas, apresentam valores decrescentes à medida que o IEC passa da classe precoce para a normal e da normal para a tardia em 11 das 42 localidades estudadas (Vila Matias, São Pedro do Suaçuí, Pocrane, Afonso Cláudio, Belo Oriente, Raul Soares, Manhuaçu, Conselheiro Lafaiete, Piranga, Porto Firme e Barra Longa). Nas demais localidades, embora essa tendência não tenha permanecido, observou-se na classe precoce os maiores valores de probabilidades de DEC exceder as cinco durações citadas, com exceção de 11 outras localidades, das quais três, isto é, Pancas, Baixo Guandu e Viçosa apresentaram maiores probabilidades, somente para a duração de 225 dias, com valores respectivamente iguais a 43% na classe normal, 12% na tardia e 14% na normal.

Para Sta. Maria do Suaçuí e Abre Campo, as exceções ocorreram para as durações de 165 e 205 dias, respectivamente, com valores de probabilidades correspondentes a 50% e 14%, ambas para a classe normal. Em Coroaci, Caratinga e Bom Jesus do Galho, as exceções ocorreram tanto para as durações de 205 quanto para 225 dias; sendo que para Coroaci, as probabilidades foram iguais a 37% para a duração de 205 dias na classe tardia e 33% para a duração de 225 dias na classe normal, enquanto para Caratinga foi 40% para as duas durações na classe normal e em Bom Jesus do Galho 50% para as duas durações na classe normal. Em Ferros ocorreram exceções nas durações de 165, 185 e 225, envolvendo probabilidades de 83% , 67% e 33%, todas na classe normal, respectivamente. Em Sta. Maria do Itabira as exceções ocorreram somente para a duração de 145 dias, com 90% de probabilidade para a classe normal. Em Aimorés observou-se resultado semelhante, porém a probabilidade de 83% para a classe normal.

Observou-se, para as 20 localidades restantes, que a classe precoce que apresentou a maior probabilidade para que a DEC excedesse as cinco durações especificadas, porém em cada uma dessas localidades houve, pelo menos, uma duração em que as probabilidades diminuíram da classe precoce para normal, porém aumentaram da classe normal para a tardia; portanto, a tendência das probabilidades diminuir à medida que se passa da classe precoce para a normal e desta para a tardia não ocorrem, como por exemplo em Campanário, para a duração de 205 dias, Guanhães para as durações de 205 e 225 dias e Baixo Guandu (Ibituba) para as cinco durações, etc.

4.6. Frequência de dias secos nas classes precoce, normal e tardia conforme o início da estação chuvosa

O Quadro 9 apresenta as frequências médias dos veranicos de sete, 10 e 15 dias de duração, no período considerado, em cada posto pluviométrico, nas classes precoce, normal e tardia de IEC.

As maiores frequências de veranico de sete dias de duração ocorreram: na classe precoce, em 50% das localidades; na classe normal, em 36% das localidades e na classe tardia em 14% das localidades. Para os veranicos de 10 dias de duração as maiores frequências ocorreram: na classe normal, em 41% das localidades; na classe precoce, em 38% e na classe tardia, em 21% . Para os veranicos de 15 dias de duração, as maiores frequências ocorreram em 36% das localidades nas classes precoce e normal, enquanto em apenas 28% das localidades as frequências foram maiores na classe tardia (Quadros 10 e 11).

Portanto, embora não havendo obrigatoriamente uma classe preferencial para a ocorrência dos maiores valores de frequências de veranicos com as durações citadas, para as durações de sete dias, observou-se uma tendência para os maiores valores ocorrerem na classe precoce como, por exemplo, em Conselheiro Pena, Conceição do Mato dentro, Sta. Maria do Itabira, São Gonsalo do Rio Acima, Abre Campo, Viçosa, Matipó, Cons. Lafaiete, Piranga, Mariana e Desterro de Melo. Para

Quadro 8 - Probabilidades da estação chuvosa exceder as durações específicas

MUNICÍPIO	Precip. Média Durante EC	DEC Médio	Duração da Estação Chuvosa (dias) Excedente														
			Classe Precoce					Classe Normal					Classe Tardia				
			145	165	185	205	225	145	165	185	205	225	145	165	185	205	225
Abre Campo	1073.83	173	89	89	55	11	11	57	57	14	14	0	50	50	25	12	0
Afonso Cláudio	832.18	152	67	55	55	44	0	50	33	17	17	0	11	0	0	0	0
Afonso Cláudio (Montante)	820.79	167	89	67	55	44	33	33	33	33	0	0	42	25	0	0	0
Aimorés	737.43	165	67	55	44	33	33	83	50	33	0	0	37	25	12	12	12
Baixo Guandu	662.51	164	64	64	64	45	10	40	0	0	0	0	50	50	12	12	12
Baixo Guandu (Ibituba)	639.41	156	70	60	40	30	20	0	0	0	0	0	42	25	17	10	10
Barra Longa	1072.38	178	90	90	80	50	20	67	67	67	33	0	54	27	18	0	0
Belo Oriente	961.10	160	67	55	33	22	22	55	33	33	0	0	50	17	17	0	0
Bom Jesus do Galho	960.28	185	90	60	50	30	20	50	50	50	50	50	75	50	17	10	0
Bras Pires	1113.35	204	92	92	83	75	33	75	50	50	25	0	75	62	50	25	0
Campanário	796.24	169	70	70	60	40	20	67	33	33	0	0	45	27	18	10	0
Caratinga	983.25	165	75	75	62	37	25	60	60	60	40	40	0	0	0	0	0
Conc. do Mato Dentro	1273.67	199	87	87	62	50	25	86	57	43	28	14	86	86	57	14	0
Cons. Lafaiete	1047.57	186	89	89	78	55	22	75	75	50	25	0	54	45	27	10	0
Conselheiro Pena	745.19	178	75	75	62	50	25	28	14	14	14	14	55	44	22	11	11
Coroaci	1107.39	185	80	80	50	30	20	67	33	33	33	33	62	62	37	37	0
Desterro do Melo	1417.45	224	91	91	82	73	54	75	75	75	50	0	89	78	67	33	22
Dom Cavati	921.78	178	87	87	62	37	25	80	80	20	0	0	55	44	11	11	11
Ferros	1068.45	192	88	77	44	44	22	83	83	67	33	33	71	43	28	14	0
Guanhães	657.59	189	87	75	75	62	37	87	37	37	12	12	50	37	25	25	25
Guaraciaba	1190.58	189	92	83	75	58	25	50	50	50	0	0	80	50	40	20	0

Continua...

Quadro 8, Cont.

MUNICÍPIO	Precip. Média Durante EC	DEC Médio	Duração da Estação Chuvosa (dias) Excedente														
			Classe Precoce					Classe Normal					Classe Tardia				
			145	165	185	205	225	145	165	185	205	225	145	165	185	205	225
Ipanema	1072.4	188	75	75	67	50	33	33	33	33	0	0	55	55	33	22	22
Manhuaçu	964.36	202	89	89	78	67	44	83	67	50	50	33	55	33	11	11	11
Mariana	1205.47	193	90	90	80	60	30	50	50	0	0	0	83	67	42	10	0
Matipó	1037.73	182	90	90	80	60	30	67	33	33	17	17	50	37	25	0	0
Morro do Pilar	1426.81	196	78	78	67	55	44	75	62	50	25	25	71	57	57	28	0
Pancas	995.44	210	89	89	89	67	33	57	57	57	43	43	62	25	12	12	12
Piranga	1184.19	191	89	78	78	44	33	83	67	50	17	0	78	55	33	0	0
Pocrane	832.74	172	78	78	67	55	44	60	40	40	20	20	30	20	0	0	0
Porto Firme	1085.58	192	88	78	78	55	44	75	75	50	50	25	73	36	10	0	0
Raul Soares	923.58	179	90	90	90	60	40	50	50	50	0	0	50	33	17	0	0
Raul Soares (Montante)	1011.18	180	78	78	44	44	22	67	50	33	0	0	55	44	33	22	11
Resplendor	835.99	177	89	67	55	44	11	80	40	40	40	0	40	40	30	20	20
Rio Casca	1184.80	178	78	78	55	44	22	67	50	17	0	0	78	33	22	22	0
S. Gonsalo do Rio Acima	1282.23	187	89	89	67	55	22	50	50	17	17	0	78	67	33	22	0
Santa Bárbara	1070.55	190	89	78	55	55	22	83	83	33	17	0	67	55	33	11	11
São Miguel do Anta	1001.16	196	90	90	90	80	40	67	33	17	0	0	75	50	37	12	0
São Pedro do Suaçui	1191.21	150	80	80	60	20	10	43	28	14	14	0	14	0	0	0	0
Sta. Maria do Itabira	1069.15	164	83	67	66	50	17	90	60	20	20	0	25	12	12	12	0
Sta. Maria do Suaçui	567.18	162	55	44	44	33	22	50	50	25	25	0	55	22	11	0	0
Viçosa	1096.76	201	89	89	78	67	11	71	71	57	43	14	87	62	50	0	0
Vila Matias	911.71	168	89	89	78	55	44	75	50	0	0	0	27	18	0	0	0

Quadro 9 - Freqüências médias de veranicos nas classes iniciais da estação chuvosa

Município	Classes								
	Precoce			Normal			Tardia		
	7 Dias	10 Dias	15 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias
Abre Campo	19.49	11.10	03.25	13.88	06.71	01.15	17.82	07.85	03.99
Afonso Cláudio	27.81	13.73	06.76	28.36	17.24	07.76	16.62	08.44	04.89
Af. Cláudio-Mont.	77.87	53.49	26.25	70.18	48.65	25.89	59.26	43.14	24.89
Aimorés	31.77	21.34	06.05	43.62	25.74	08.81	29.37	33.92	09.37
Baixo Guandu	20.71	09.38	02.12	21.81	11.48	03.75	24.81	13.86	05.36
Baixo Guand.(Ibit.)	67.76	45.33	22.55	00.00	00.00	00.00	46.87	33.40	19.03
Barra Longa	69.03	47.76	24.49	74.04	48.56	24.18	56.59	40.69	32.33
Belo Oriente	20.36	10.46	05.14	26.14	13.52	04.30	14.97	08.29	03.73
Bom Jesus do Galh.	58.59	37.72	15.22	79.22	53.05	30.44	52.48	34.93	19.37
Bras Pires	57.83	39.90	19.41	47.23	30.85	13.66	59.24	41.66	23.19
Campanário	30.11	15.82	06.53	25.49	13.59	05.68	19.38	08.42	02.36
Caratinga	18.56	07.58	01.49	40.99	20.62	03.59	14.57	08.89	03.28
Conc.do Mato Dent	21.54	10.00	02.43	19.99	08.83	01.04	19.77	12.10	03.14
Cons. Lafaiete	21.06	09.46	01.86	18.51	10.74	04.93	16.69	07.98	02.46
Conselheiro Pena	34.23	15.27	04.44	24.10	13.35	04.77	26.34	14.97	04.55
Coroaci	22.42	11.00	03.54	20.72	12.62	03.89	26.83	13.44	06.37
Desterro do Melo	26.79	12.70	03.67	21.68	12.85	04.43	19.25	08.83	03.51
Dom Cavati	60.72	05.35	01.41	69.77	12.10	06.59	45.56	19.19	13.89
Ferros	26.09	13.52	05.06	29.79	16.61	10.33	18.48	08.52	02.16
Guanhães	26.34	14.11	05.85	18.89	09.65	02.35	20.83	09.44	03.39
Guaraciaba	18.91	09.25	03.24	24.35	15.00	05.00	14.21	04.39	01.00
Ipanema	25.15	13.48	04.11	25.93	14.87	03.74	26.70	14.86	04.41
Manhuaçu	32.79	17.99	15.45	39.84	24.38	13.62	23.47	13.56	06.31
Mariana	28.56	15.11	05.35	20.00	15.50	08.00	22.20	10.68	02.13
Matipó	62.60	41.86	21.54	44.69	27.37	10.25	56.54	41.97	25.91
Morro do Pilar	22.48	10.58	03.68	18.37	09.39	01.76	22.67	11.34	03.52
Pancas	28.31	12.62	04.03	28.54	14.41	02.91	17.00	06.89	01.10
Piranga	20.53	11.10	03.51	15.00	07.51	03.95	18.47	08.93	01.67
Pocrane	33.19	21.69	13.48	17.56	11.63	02.00	18.29	10.66	02.67
Porto Firme	35.13	19.69	07.19	24.73	13.20	05.85	15.41	07.44	02.37
Raul Soares	39.37	23.10	11.92	41.32	25.10	09.00	30.15	16.75	07.05
Raul Soares-Mont.	20.23	11.61	02.44	21.27	10.02	09.75	19.66	08.11	02.65
Resplendor	25.18	12.07	05.72	19.75	08.49	03.04	29.12	14.98	06.61
Rio Casca	21.10	10.32	03.12	15.93	06.91	01.63	19.38	09.00	01.94
Santa Bárbara	26.34	12.90	04.99	18.35	09.33	02.99	22.10	09.78	02.93
São G.do Rio Ac.	21.04	10.12	04.62	14.43	08.00	06.63	18.96	07.44	01.77
São Miguel do Anta	50.90	31.55	13.94	37.04	24.24	09.75	36.48	22.47	13.30
São Pedro do S.	26.34	13.17	04.00	28.64	17.10	06.18	12.10	06.30	03.29
Sta. Maria do Itab.	26.36	14.36	05.72	22.43	14.80	05.75	18.31	11.63	02.86
Sta. Maria do S.	29.62	16.48	06.36	20.10	05.39	01.00	23.26	12.11	03.56
Viçosa	33.63	18.50	05.91	32.13	16.97	06.40	28.71	15.89	07.39
Vila Matias	32.67	14.94	04.14	36.47	18.72	07.10	18.69	08.64	02.83

Quadro 10 - Ocorrência das maiores frequências de veranicos relativamente ao início da estação chuvosa, nas classes precoce (P), normal (N) e tardia (T)

Municípios	Durações		
	7 Dias	10 Dias	15 Dias
Abre Campo	P	P	T
Afonso Cláudio	N	N	N
Afonso Cláudio-Montante	P	P	P
Aimorés	N	T	T
Baixo Guandu	T	T	T
Baixo Guandu (Ibituba)	P	P	P
Barra Longa	N	N	T
Belo Oriente	N	N	P
Bom Jesus do Galho	N	N	N
Bras Pires	T	T	T
Campanário	P	P	P
Caratinga	N	N	N
Conc.do Mato Dentro	P	T	T
Cons. Lafaiete	P	N	N
Conselheiro Pena	P	P	N
Coroaci	T	T	T
Desterro do Melo	P	N	N
Dom Cavati	N	T	T
Ferros	N	N	N
Guanhães	P	P	P
Guaraciaba	N	N	N
Ipanema	T	N	T
Manhuaçu	N	N	P
Mariana	P	N	N
Matipó	P	T	T
Morro do Pilar	T	T	P
Pancas	N	N	P
Piranga	P	P	N
Pocrane	P	P	P
Porto Firme	P	P	P
Raul Soares	N	N	P
Raul Soares-Montante	N	P	N
Resplendor	T	T	T
Rio Casca	P	P	P
Santa Bárbara	P	P	P
São Gonsalo do Rio Acima	P	P	N
São Miguel do Anta	P	P	P
São Pedro do Suaçui	N	N	N
Sta. Maria do Itabira	P	N	N
Sta. Maria do Suaçui	P	P	P
Viçosa	P	P	T
Vila Matias	N	N	N

Quadro 11 - Percentagem dos municípios com maiores frequências de veranico nas classes precoce, normal e tardia

Classe	Durações dos Veranicos		
	7 Dias	10 Dias	15 Dias
Precoce	50%	38%	36%
Normal	36%	41%	36%
Tardia	14%	21%	28%
Total	100%	100%	100%

as durações de 10 dias, houve tendência para os maiores valores frequências ocorrerem na classe normal como, por exemplo, em Pancas, Ipanema, Belo Oriente, Raul Soares, Sta Maria do Itabira, Manhuaçu, Conselheiro Lafaiete, Mariana, Barra Longa e Desterro de Melo. Para durações de 15 dias, os maiores valores ocorreram tanto na classe precoce quanto normal (Quadros 10 e 11).

As localidades em que as maiores frequências dos veranicos ocorreram para as três durações na classe precoce foram: Campanário, Guanhães, Sta. Maria do Suaçui, Pocrane, Baixo Guandu, Sta. Barbara, Afonso Cláudio (Montante), Rio Casca, São Miguel do Anta e Porto Firme, enquanto na classe normal foram: Vila Matias (Montante), São Pedro do Suaçui, Afonso Cláudio, Caratinga, Bom Jesus do Galho, Ferros e Guaraciaba. Finalmente, na classe tardia, foram em: Coroaci, Baixo Guandu, Resplendor e Brás Pires.

As correlações entre as médias de IEC das 42 localidades e as frequências médias dos veranicos com sete, 10 e 15 dias de durações foram fracas apresentando coeficientes de correlação correspondente a 48%, 49% e 36%, respectivamente.

Resultado semelhante foi observado para as correlações entre as médias de DEC e as frequências médias dos veranicos com sete, 10 e 15 dias de duração, com coeficientes de correlação correspondente a 18%, 25% e 27%, respectivamente.

4.7. Probabilidades de ocorrência de veranicos com sete, 10 e 15 dias de duração

As maiores probabilidades de ocorrência de veranicos com sete dias de duração foram observadas no mês de setembro. Toda a bacia do Rio Doce apresentou valores entre 80 a 89% (Figura 19). Nos meses de fevereiro e março as probabilidades foram superiores a 70% em toda a bacia (Figuras 20 e 21). O mesmo ocorreu nos meses de outubro e janeiro, exceto em pequenas áreas ao sul, onde os valores variam entre 60 a 69% (Figuras 22 e 23). No mês de dezembro predominaram os valores acima de 60% em quase toda a bacia, exceto em pequenas áreas ao centro, sul e sudeste onde os valores variaram entre 40 a 49% e 50 e 59% (Figura 24). As menores probabilidades de ocorrência dos veranicos com sete dias de duração foi no mês de novembro quando, em quase toda a bacia, predominaram valores inferiores a 50% (Figura 25).

No mês de setembro, as probabilidades de ocorrência de veranicos com 10 dias de duração foram idênticas às de sete dias de duração (Figura 19). Nos meses de fevereiro e março, as probabilidades de ocorrência de veranicos com dez dias de duração mostraram comportamento semelhante àquelas relativas a veranicos com sete dias de duração. Os valores para probabilidade de ocorrência foram superiores a 70% na maior parte da bacia, exceto em pequenas áreas ao extremo sul onde os valores variaram entre 60 e 69% (Figuras 26 e 27). Nos meses de outubro e janeiro, houve também grande semelhança quanto ao comportamento das probabilidades dos veranicos de 10 dias com os de sete dias, embora a duração de 10 dias tenha apresentado uma classe a mais com os valores variando entre 50 a 59% ao sul da bacia (Figuras 28 e 29). Nos meses de novembro e dezembro, entretanto, as probabilidades de ocorrência de veranicos de dez dias de duração apresentaram comportamento bem distintos em relação àquelas de sete dias. No mês de novembro predominou a classe de probabilidade abrangendo valores entre 50 a 59% em quase toda a bacia. A classe de valores variando entre 60 a 69% abrangeu por toda a parte leste bem como algumas áreas ao centro, sul e nordeste da bacia. Valores superiores a 70% foram observados em pequenas áreas ao centro, sul e sudeste da bacia.

Probabilidades inferiores a 50% foram observadas em pequenas partes ao centro da bacia, com valores entre 40 - 49% (Figura 30). No mês de dezembro, a classe abrangendo valores entre 50 e 59% de probabilidade de ocorrência de veranicos predominou em grande parte da bacia. Valores superiores relativos às classes de 60 e 69%, 70 e 79% e 80 e 89% ocorreram ao centro, sul e sudeste da bacia. Valores inferiores foram observados no extremo sul, a sudeste e centro da bacia (Figura 31).

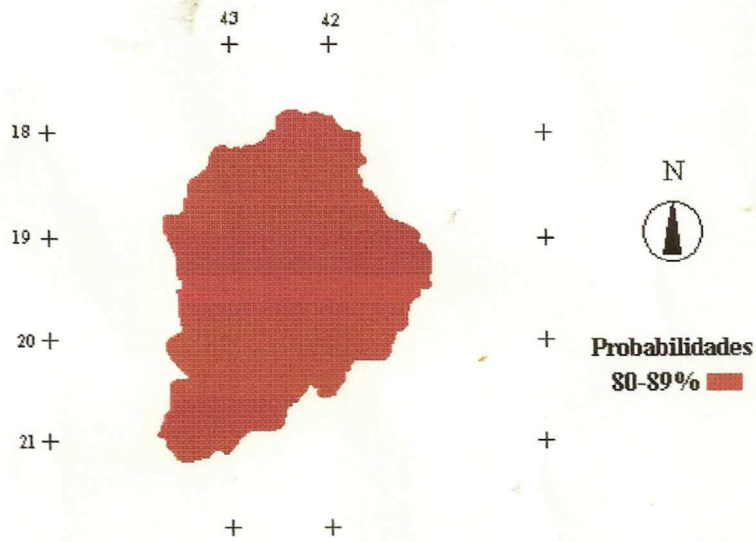


Figura 19 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete, dez e 15 dias no mês de setembro.

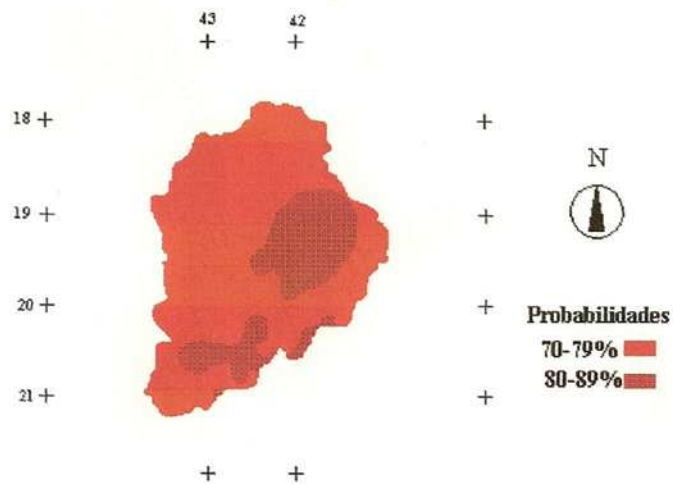


Figura 20 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete dias no mês de fevereiro.

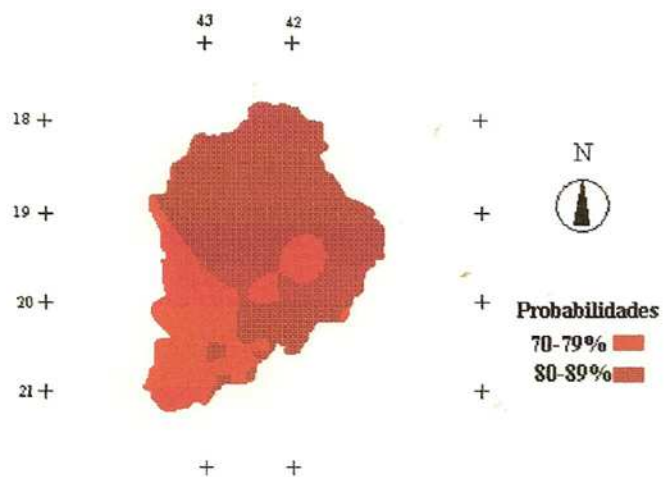


Figura 21 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete dias no mês de março.

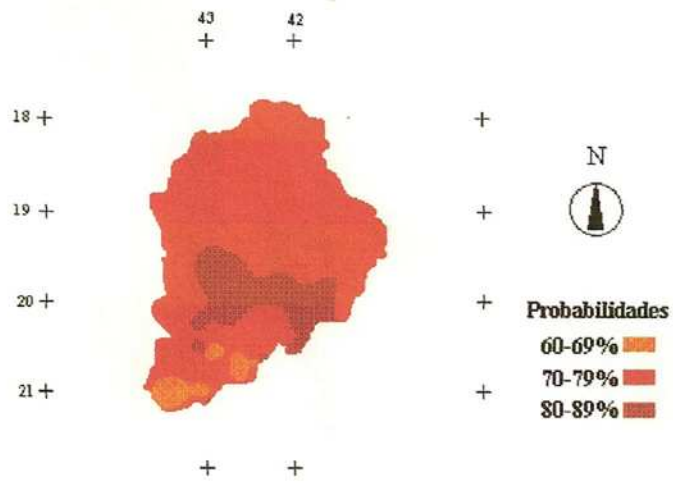


Figura 22 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete dias no mês de outubro.

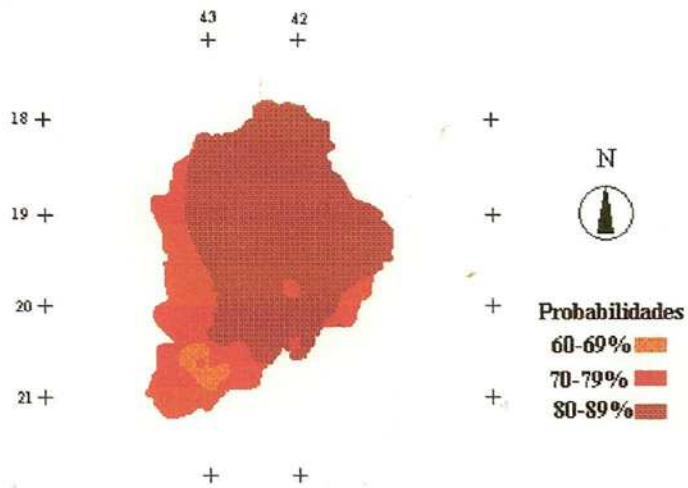


Figura 23 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete dias no mês de janeiro.

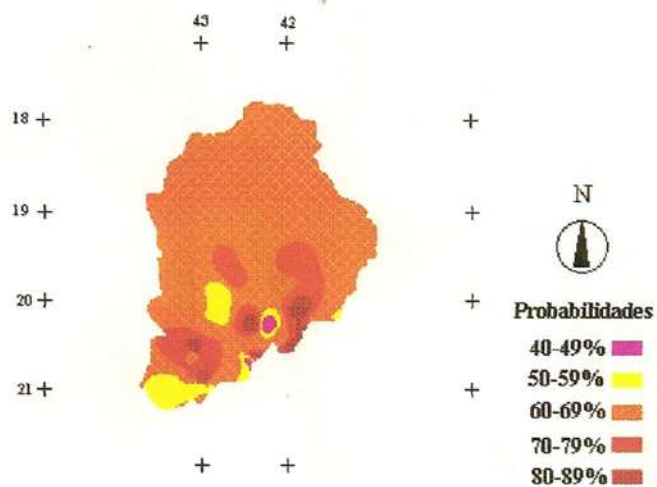


Figura 24 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete dias no mês de dezembro.

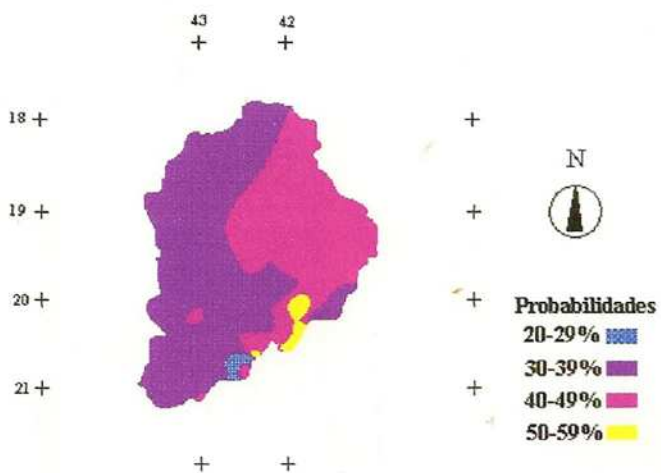


Figura 25 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de sete dias no mês de novembro.

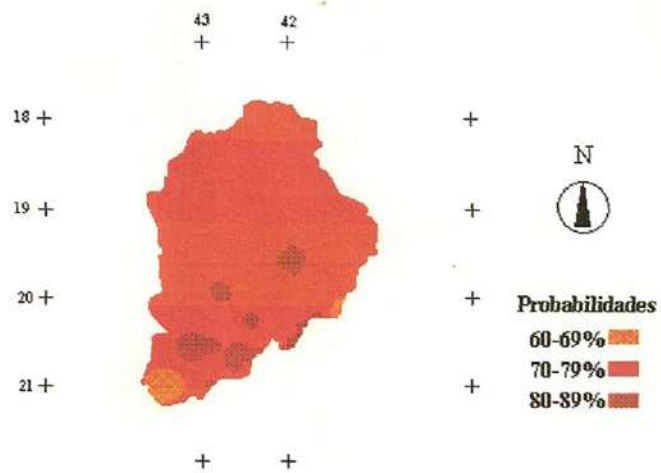


Figura 26 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 10 dias no mês de fevereiro.

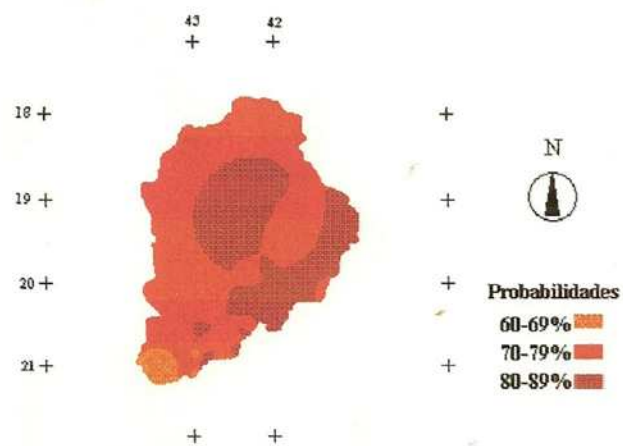


Figura 27 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 10 dias no mês de março.

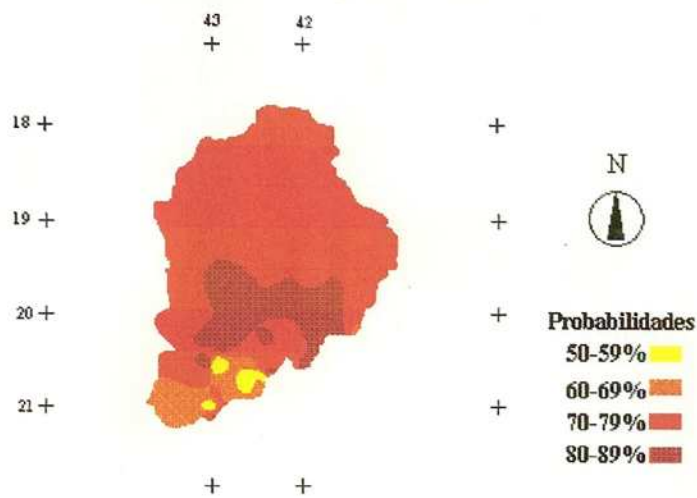


Figura 28 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 10 dias no mês de outubro.

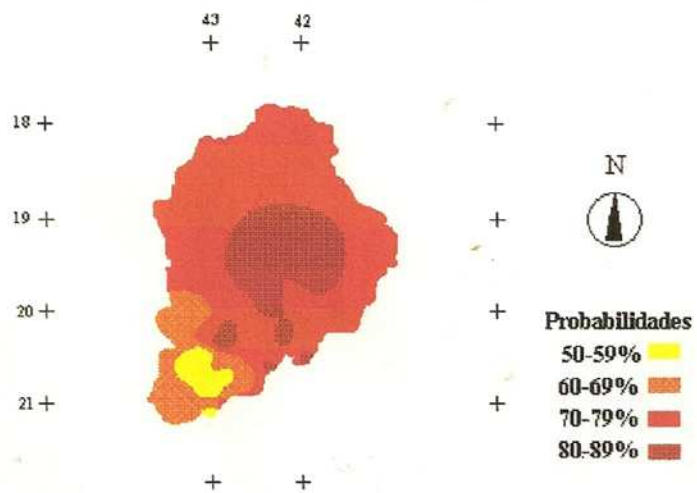


Figura 29 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 10 dias no mês de janeiro.

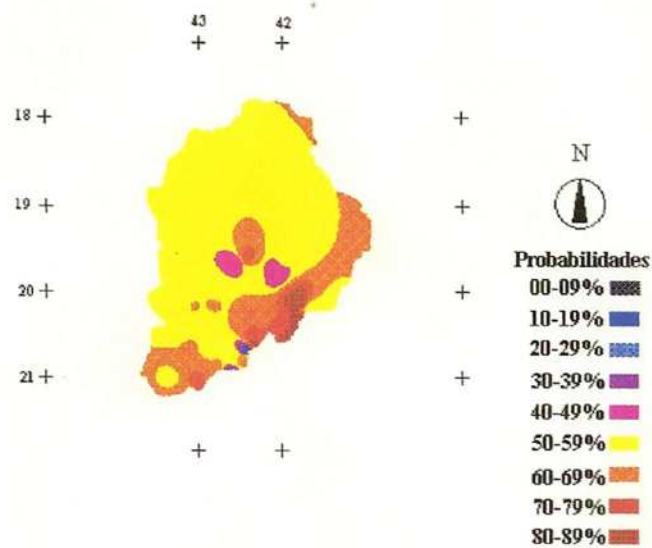


Figura 30 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 10 dias no mês de novembro.

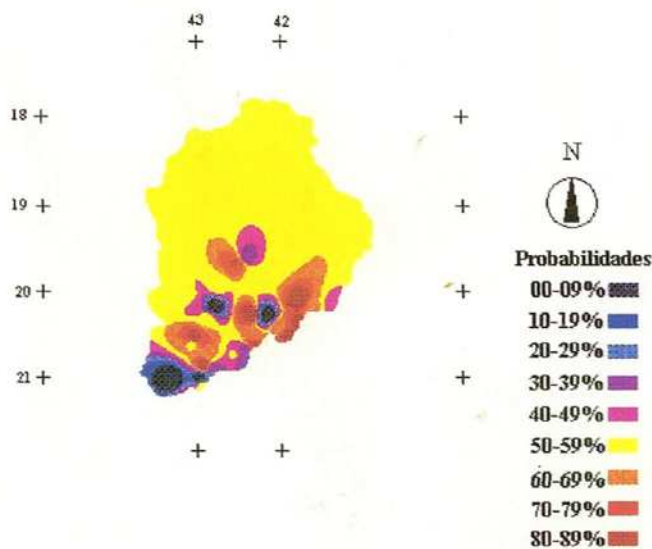


Figura 31 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 10 dias no mês de dezembro.

As probabilidades de ocorrência de veranicos de 15 dias de duração no mês de setembro apresentaram comportamento idêntico às de durações de sete e dez dias (Figura 19). Nos meses de outubro, janeiro e março (Figuras 31, 32, e 33) as probabilidades de ocorrência de veranicos de 15 dias foram semelhantes e os menores valores de probabilidade ocorreram ao sul da bacia, aumentando no sentido norte. Na parte sul da bacia as probabilidades ocorreram desde o intervalo 00-09% ao intervalo 70-79%. Na região norte, predominaram os valores entre 70 a 79%. Os maiores valores ocorreram na parte central, entre 80 e 89% (Figuras 32, 33 e 34). No mês de fevereiro predominaram em quase toda a bacia, os valores de probabilidade correspondendo entre 60 e 69%, sendo que os valores superiores, variando de 70 a 79%, ocorreram em pequenas áreas ao centro, sudeste e sul da bacia. Valores inferiores, variando de 50 a 59%, foram observados em pequenas áreas a este, sudeste, sudoeste e extremo sul da bacia. Em uma pequena área a leste da bacia foram observados valores variando entre 40 e 49%, 30 e 39% e 20 e 29% (Figura 35). Para os meses de novembro e dezembro, em quase toda a bacia predominaram valores inferiores a 30%. Valores superiores ocorreram em pequenas partes ao centro, sudeste e sul da bacia, variando nas classes limitadas entre 30 e 39% e 80 e 89% (Figuras 36 e 37).

No Quadro 12 são listados os coeficientes de determinação (r^2) da regressão linear entre $\log(y)$ e n (equação 4) e os coeficientes das equações ajustadas aos dados de dias secos. Os valores de r^2 foram superiores a 90% em todos os meses e em todos os postos pluviométricos estudados, comprovando a validade da relação linear entre $\log(y)$ e n .

No Quadro 13, são apresentadas as probabilidades observadas e estimadas dos veranicos sete e 15 dias de duração, no mês de janeiro, para os 42 postos pluviométricos selecionados, com erro-padrão de estimativa correspondente a 6 para a duração de sete dias, e correspondente a 31 para a duração de 15 dias.

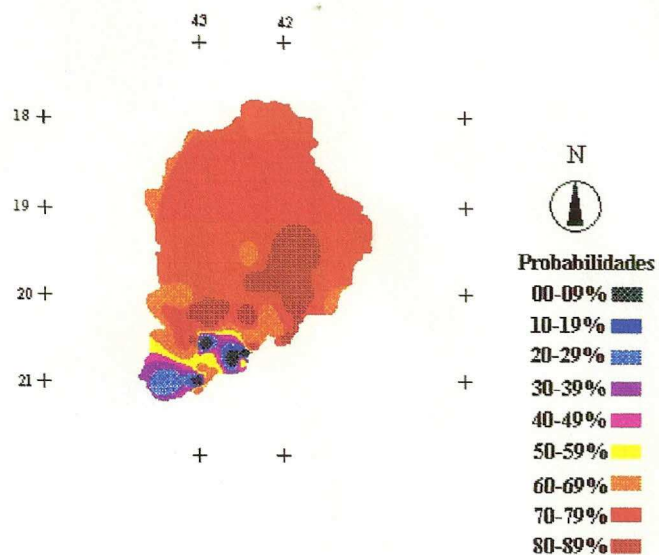


Figura 32 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de outubro.

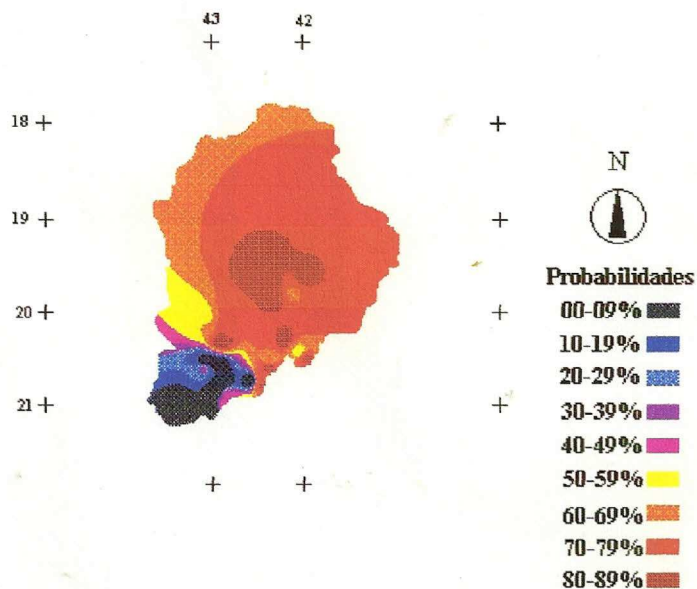


Figura 33 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de janeiro.

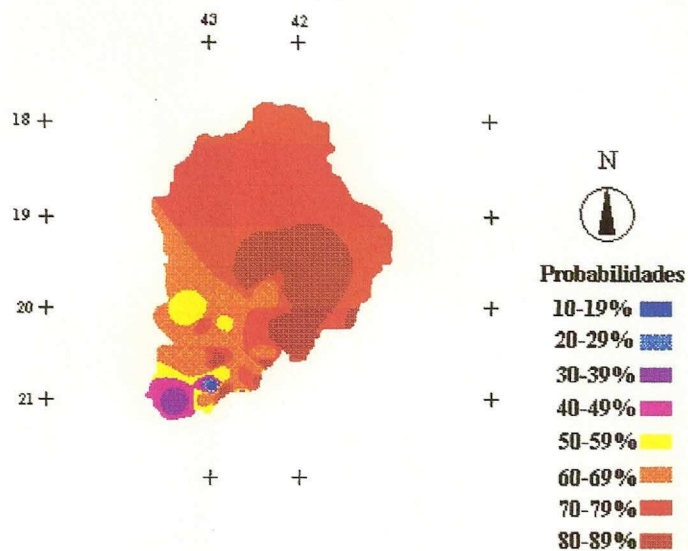


Figura 34 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de março.

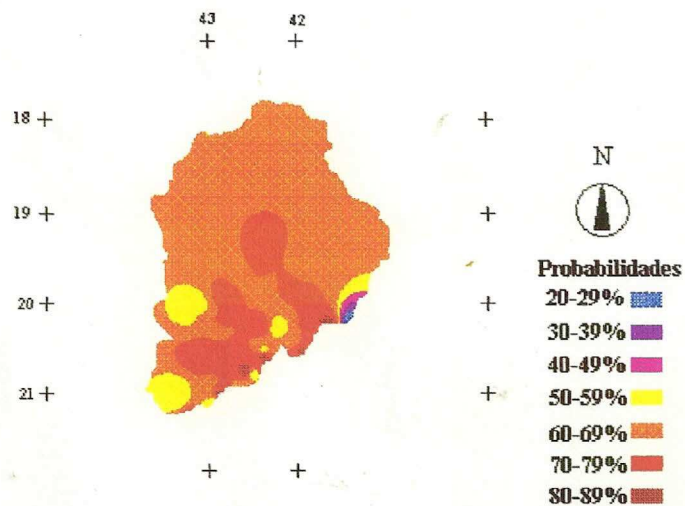


Figura 35 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de fevereiro.

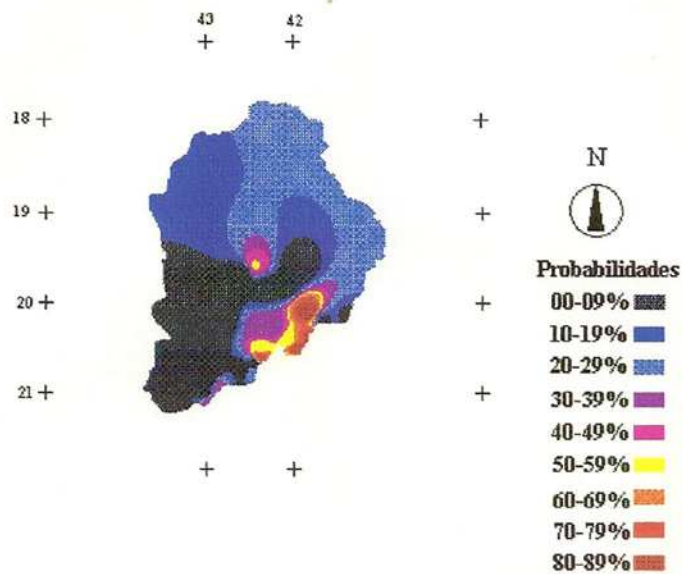


Figura 36 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de novembro.

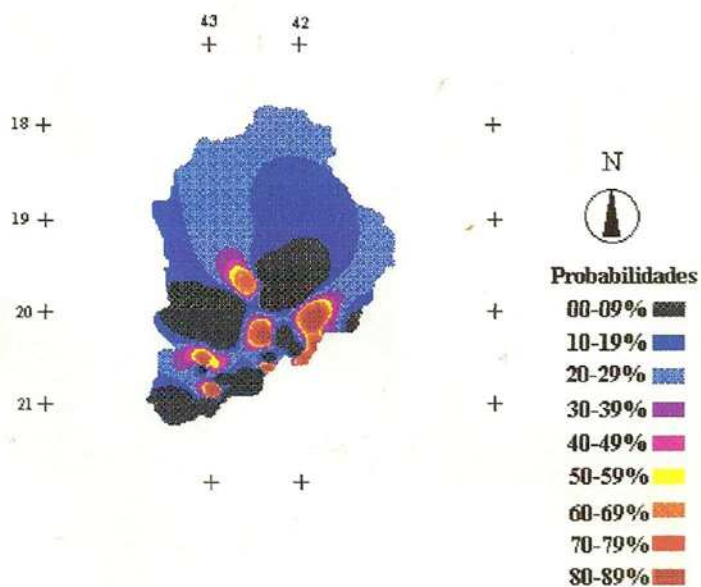


Figura 37 - Probabilidade de ocorrência de veranicos de 15 dias no mês de dezembro.

Quadro 12 - Coeficientes de determinação da regressão linear e das equações ajustadas aos dados de dias secos

MUNICÍPIO	SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO			DEZEMBRO			JANEIRO			FEVEREIRO			MARÇO		
	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b
Abre Campo	0,91	4,08	-0,09	0,97	3,65	-0,18	0,94	3,53	-0,18	0,99	3,27	-0,28	0,97	3,41	-0,11	0,97	3,47	-0,17	0,96	3,56	-0,10
Afonso Cláudio	0,93	4,04	-0,11	0,96	3,74	-0,12	0,97	3,60	-0,15	0,95	3,53	-0,16	0,96	3,67	-0,09	0,95	3,81	-0,12	0,95	3,86	-0,11
Afonso Cláudio-Mont.	0,93	4,06	-0,09	0,93	3,71	-0,10	0,94	3,33	-0,09	0,98	3,58	-0,22	0,92	3,79	-0,14	0,97	3,78	-0,10	0,96	3,71	-0,11
Aimorés	0,93	3,91	-0,10	0,97	3,69	-0,12	0,93	3,69	-0,19	0,95	3,61	-0,22	0,96	3,61	-0,10	0,95	3,72	-0,13	0,97	3,66	-0,12
Baixo Guandu	0,97	3,78	-0,10	0,96	3,69	-0,12	0,97	3,54	-0,18	0,96	3,59	-0,24	0,96	3,54	-0,10	0,93	3,68	-0,17	0,95	3,73	-0,10
Baixo Guandu (Ibituba)	0,92	4,03	-0,10	0,93	3,69	-0,10	0,98	3,62	-0,18	0,96	3,58	-0,17	0,92	3,82	-0,13	0,94	3,85	-0,12	0,93	3,87	-0,12
Barra Longa	0,95	3,87	-0,09	0,94	3,72	-0,17	0,95	3,43	-0,21	0,96	3,19	-0,20	0,94	3,52	-0,21	0,96	3,56	-0,13	0,94	3,63	-0,17
Belo Oriente	0,94	3,93	-0,09	0,96	3,53	-0,10	0,98	3,30	-0,18	0,94	3,20	-0,10	0,96	3,63	-0,13	0,96	3,70	-0,12	0,93	3,86	-0,11
Bom Jesus do Galho	0,91	4,02	-0,09	0,96	3,65	-0,16	0,97	3,45	-0,17	0,98	3,47	-0,22	0,94	3,77	-0,15	0,93	3,77	-0,15	0,93	3,73	-0,15
Bras Pires	0,89	4,09	-0,10	0,94	3,62	-0,14	0,98	3,19	-0,18	0,99	3,16	-0,22	0,94	3,48	-0,18	0,94	3,63	-0,16	0,95	3,58	-0,16
Campanário	0,93	4,10	-0,10	0,96	3,63	-0,11	0,97	3,57	-0,21	0,97	3,52	-0,21	0,96	3,63	-0,11	0,92	3,75	-0,16	0,96	3,61	-0,12
Caratinga	0,93	3,98	-0,10	0,94	3,66	-0,14	0,95	3,39	-0,15	0,99	3,26	-0,20	0,93	3,61	-0,15	0,95	3,67	-0,15	0,95	3,56	-0,09
Conc.do Mato Dentro	0,91	4,02	-0,10	0,95	3,54	-0,15	0,95	3,35	-0,22	0,98	3,16	-0,22	0,96	3,52	-0,18	0,95	3,59	-0,17	0,95	3,65	-0,17
Cons. Lafaiete	0,90	4,07	-0,10	0,96	3,66	-0,19	0,96	3,45	-0,20	0,99	3,26	-0,30	0,96	3,32	-0,18	0,97	3,54	-0,18	0,95	3,61	-0,18
Conselheiro Pena	0,94	4,03	-0,10	0,94	3,79	-0,10	0,94	3,38	-0,09	0,98	3,31	-0,08	0,95	3,57	-0,11	0,98	3,59	-0,15	0,96	3,57	-0,09
Coroaci	0,93	3,98	-0,09	0,95	3,45	-0,10	0,97	4,42	-0,22	0,96	3,36	-0,19	0,95	3,60	-0,09	0,95	3,63	-0,15	0,95	3,73	-0,16
Desterro do Melo	0,96	3,74	-0,09	0,96	3,57	-0,18	0,98	3,17	-0,19	0,98	3,17	-0,24	0,94	3,40	-0,19	0,96	3,40	-0,10	0,94	3,48	-0,17
Dom Cavati	0,90	4,04	-0,10	0,95	3,68	-0,15	0,98	3,36	-0,19	0,94	3,49	-0,28	0,96	3,49	-0,10	0,95	3,67	-0,16	0,95	3,53	-0,09
Ferros	0,91	3,93	-0,10	0,95	3,40	-0,09	0,97	3,39	-0,20	0,98	3,23	-0,27	0,93	3,54	-0,12	0,95	3,56	-0,14	0,94	3,72	-0,15
Guanhães	0,92	4,05	-0,10	0,93	3,76	-0,11	0,95	3,38	-0,21	0,99	3,34	-0,24	0,96	3,53	-0,13	0,96	3,54	-0,13	0,92	3,72	-0,15
Guaraciaba	0,92	3,88	-0,10	0,97	3,54	-0,16	0,98	3,28	-0,18	0,98	3,17	-0,24	0,95	3,47	-0,17	0,95	3,57	-0,13	0,94	3,46	-0,09
Ipanema	0,94	3,99	-0,09	0,95	3,58	-0,09	0,95	3,44	-0,08	0,96	3,30	-0,08	0,96	3,71	-0,10	0,98	3,63	-0,09	0,95	3,63	-0,09
Manhuaçu	0,95	3,87	-0,09	0,98	3,55	-0,17	0,97	3,27	-0,19	0,98	3,35	-0,24	0,94	3,62	-0,15	0,93	3,57	-0,11	0,97	3,65	-0,17
Mariana	0,91	4,02	-0,10	0,96	3,64	-0,16	0,97	3,34	-0,21	0,92	3,24	-0,08	0,94	3,56	-0,22	0,95	3,69	-0,14	0,91	3,62	-0,18

Continua...

Quadro 12, Cont.

MUNICÍPIO	SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO			DEZEMBRO			JANEIRO			FEVEREIRO			MARÇO		
	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b
Matipó	0,93	3,91	-0,10	0,93	3,71	-0,20	0,97	3,41	-0,22	0,97	3,09	-0,28	0,94	3,41	-0,08	0,95	3,41	-0,10	0,94	3,36	-0,10
Morro do Pilar	0,94	3,95	-0,08	0,95	3,38	-0,09	0,96	3,32	-0,19	0,96	3,28	-0,22	0,95	3,64	-0,15	0,95	3,45	-0,15	0,96	3,57	-0,13
Pancas	0,96	3,65	-0,10	0,98	3,57	-0,16	0,95	3,49	-0,21	0,96	3,46	-0,23	0,97	3,45	-0,14	0,92	3,62	-0,18	0,96	3,60	-0,12
Piranga	0,90	3,95	-0,11	0,94	3,66	-0,22	0,99	3,17	-0,19	0,99	3,17	-0,30	0,95	3,40	-0,19	0,95	3,46	-0,14	0,96	3,56	-0,15
Pocrane	0,93	4,04	-0,11	0,96	3,68	-0,09	0,93	3,29	-0,08	0,92	3,52	-0,09	0,92	3,77	-0,15	0,95	3,77	-0,11	0,96	3,69	-0,10
Porto firme	0,90	3,98	-0,11	0,93	3,70	-0,14	0,99	3,33	-0,19	0,96	3,34	-0,24	0,93	3,50	-0,15	0,92	3,73	-0,11	0,93	3,64	-0,11
Raul Soares	0,92	4,03	-0,08	0,95	3,61	-0,09	0,95	3,35	-0,08	0,97	3,18	-0,07	0,93	3,68	-0,09	0,98	3,59	-0,09	0,95	3,58	-0,09
Raul Soares-Montante	0,93	3,99	-0,09	0,93	3,78	-0,21	0,94	3,55	-0,27	0,98	3,36	-0,28	0,97	3,44	-0,13	0,96	3,51	-0,11	0,96	3,66	-0,15
Resplendor	0,93	3,95	-0,09	0,96	3,68	-0,11	0,95	3,59	-0,22	0,98	3,47	-0,19	0,96	3,70	-0,14	0,96	3,55	-0,10	0,95	3,71	-0,12
Rio Casca	0,96	3,80	-0,09	0,94	3,63	-0,22	0,99	3,39	-0,24	0,96	3,37	-0,21	0,90	3,68	-0,19	0,95	3,66	-0,10	0,97	3,49	-0,14
S. Gons. do Rio Acima	0,92	3,95	-0,10	0,95	3,55	-0,09	0,98	3,25	-0,23	0,91	3,23	-0,08	0,95	3,49	-0,22	0,94	3,63	-0,13	0,97	3,48	-0,15
Santa Bárbara	0,90	4,06	-0,10	0,96	3,57	-0,15	0,99	3,16	-0,21	0,98	3,23	-0,23	0,96	3,54	-0,19	0,94	3,69	-0,13	0,95	3,66	-0,15
São Miguel do Anta	0,93	3,95	-0,10	0,96	3,50	-0,19	0,93	3,54	-0,34	0,98	3,27	-0,25	0,97	3,21	-0,14	0,96	3,48	-0,17	0,96	3,60	-0,19
São Pedro do Suaçuí	0,91	4,12	-0,09	0,95	3,71	-0,11	0,93	3,60	-0,23	0,97	3,40	-0,13	0,96	3,59	-0,10	0,95	3,84	-0,15	0,93	3,74	-0,10
Sta. Maria do Itabira	0,93	4,00	-0,10	0,96	3,51	-0,11	0,95	3,44	-0,21	0,97	3,25	-0,22	0,95	3,49	-0,09	0,95	3,70	-0,14	0,96	3,70	-0,16
Sta. Maria do Suaçuí	0,91	4,06	-0,09	0,96	3,57	-0,15	0,94	3,53	-0,16	0,94	3,56	-0,24	0,94	3,44	-0,09	0,97	3,65	-0,12	0,92	3,73	-0,09
Viçosa	0,92	3,89	-0,11	0,98	3,52	-0,18	0,98	3,08	-0,19	0,98	3,19	-0,24	0,97	3,35	-0,17	0,98	3,42	-0,16	0,97	3,59	-0,17
Vila Matias	0,93	4,00	-0,09	0,96	3,56	-0,10	0,95	3,50	-0,22	0,98	3,48	-0,21	0,96	3,71	-0,14	0,96	3,70	-0,13	0,96	3,62	-0,10

Quadro 13 - Probabilidades observadas e estimadas de ocorrência de veranicos de sete e 15 dias de duração no mês de janeiro

MUNICÍPIO	DURAÇÃO					
	7 Dias			15 Dias		
	Probab. Obs. (%)	Probab. Estimada (%)	Resíduo	Probab. Obs. (%)	Probab. Estimada (%)	Resíduo
Abre Campo	78	78	0	80	77	3
Afonso Cláudio	84	81	3	83	81	2
Afonso Cláudio-Mont.	81	72	9	69	72	-3
Aimorés	82	79	3	81	79	2
Baixo Guandu	81	79	2	82	79	3
Baixo Guandu-Mont.	82	74	8	73	74	-1
Barra Longa	67	62	5	0	62	-62
Belo Oriente	81	74	7	74	74	0
Bom Jesus do Galho	80	71	9	64	71	-7
Bras Pires	70	66	4	0	66	-66
C. do Mato Dentro	73	66	7	50	66	-16
Campanário	84	78	6	81	78	3
Cartinga	79	71	8	57	71	-14
Cons. Lafaiete	71	66	5	0	66	-66
Conselheiro Pena	81	78	3	78	78	0
Coroaci	83	81	2	84	81	3
Desterro de Melo	71	64	7	0	64	-64
Dom Cavati	83	79	4	82	79	3
Ferros	82	76	6	78	76	2
Guanhães	80	74	6	72	74	-2
Guaraciaba	75	68	7	42	68	-26
Ipanema	84	79	5	81	79	2
Manhuaçu	78	71	7	52	71	-19
Mariana	67	60	7	0	60	-60
Matipo	85	83	2	86	83	3
Morro do Pilar	78	71	7	60	71	-11
Pancas	75	72	3	72	72	0
Piranga	71	64	7	0	64	-64
Pocrane	80	71	9	60	71	-11
Porto Firme	77	71	6	44	71	-27
Raul Soares	86	81	5	85	81	4
Raul Soares	77	74	3	75	74	1
Resplendor	79	72	7	71	72	-1
Rio Casca	73	64	9	0	64	-64
S. Gons. do rio Acima	65	60	5	0	60	-60
S. Miguel do Anta	76	72	4	71	72	-1
São Pedro do Suaçui	82	79	3	83	79	4
Sta. Bárbara	70	64	6	33	64	-31
Sta. Maria do Itabira	84	81	3	85	81	4
Sta. Maria do Suaçui	85	81	4	86	81	5
Viçosa	72	68	4	50	68	-18
Vila Matias	79	72	7	69	72	-3

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Séries de 22 anos (1967 a 1988) de dados diários de precipitação observados em 42 postos pluviométricos pertencentes ao Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE) e distribuídos ao longo da bacia hidrográfica do Rio Doce foram utilizadas para calcular a duração, o total de precipitação e as datas médias inicial e final da estação chuvosa. A região estudada corresponde àquela abrangendo o Estado de Minas Gerais.

Com os cálculos das datas médias iniciais da estação chuvosa, em cada posto pluviométrico, classificou-se o período chuvoso em precoce, normal e tardio segundo as datas médias iniciais da estação chuvosa. Em seguida, calculou-se as probabilidades das estações chuvosas excederem durações específicas (D), em dias, de acordo com as datas (móveis) iniciais da estação chuvosa.

Foram computadas as frequências de ocorrência de veranico de sete, 10 e 15 dias de duração entre os meses iniciais e final da estação chuvosa, para cada ano da série de dados de cada posto pluviométrico .

Por fim, foi elaborada a regionalização das datas inicial e final da estação chuvosa bem como as probabilidades da estação chuvosa ser precoce, normal ou tardia e as probabilidades de ocorrência dos veranicos com sete, 10 e 15 dias de duração, utilizando-se o *software* de sistema de informação geográfica *Idrisi*.

Considerando os resultados das análises realizadas e o critério adotado no presente trabalho concluiu-se:

- a) Nas partes sul e sudoeste da bacia do Rio Doce, o início da estação chuvosa ocorreu mais cedo (entre 17/10 e 01/11) do que no restante da bacia. As datas mais tardias (entre 17/11 e 01/12) ocorreram em pequenas áreas ao centro e a sudeste da bacia. Entretanto, os valores intermediários variando entre 02/11 e 16/11 predominaram na maior parte da bacia.
- b) As estações chuvosas mais curtas, de 150 a 170 dias, ocorreram na parte central e em pequena área a sudeste da bacia. As estações chuvosas mais longas, 191 a 210 dias, ocorreram em pequenas áreas a este, extremo sul e sudoeste da bacia. Predominaram, no entanto, as estações chuvosas de duração média, 171 a 190 dias, em quase toda a bacia.
- c) Observou-se uma tendência na bacia do Rio Doce a durações menores da estação chuvosa à medida que seu início torna-se mais tardio.
- d) Observou-se uma tendência a maiores totais de precipitação durante a estação chuvosa à medida que seu início ocorre mais cedo ao longo do ano e à medida que sua duração aumenta.
- e) Os maiores totais médios de precipitação ocorreram em uma parte a sudoeste da bacia (1201-1400 mm). Os menores valores ocorreram em duas pequenas áreas ao centro da bacia (500-700 mm). Predominaram, porém, valores entre 701 a 1200 mm em quase toda bacia.
- f) As maiores probabilidades da estação chuvosa ser precoce ocorreram em uma parte da região central e em pequenas áreas da região sul e sudeste da bacia. Para estações chuvosas tardias, as maiores probabilidades ocorreram em uma parte da região central e em pequenas áreas a sudeste e extremo sul. No restante da bacia predominaram as estações chuvosas precoces e tardias, com exceção de duas áreas sendo uma situada a

sudoeste e a outra a sudeste da bacia, nas quais as probabilidades da estação chuvosa ser precoce, normal ou tardia foram iguais.

- g) As análises das probabilidades da estação chuvosa exceder as durações de 145, 165, 185, 205 e 225 dias revelaram que, em algumas localidades, as probabilidades decresceram para as cinco durações à medida que o início da estação chuvosa passava da classe precoce para a classe normal e desta para a tardia. No restante da bacia observou-se uma tendência a comportamento semelhante em algumas regiões, enquanto em outras foram observados comportamentos bem distintos não sendo, assim, caracterizado um regime homogêneo para toda a bacia do Rio Doce.
- h) As maiores frequências de veranicos de sete dias de duração tenderam a ocorrer na classe precoce. Para 10 dias de duração, essa tendência ocorreu na classe normal. E, finalmente, para 15 dias, a tendência ocorreu igualmente tanto na classe precoce quanto normal. As menores frequências tenderam a ocorrer na classe tardia, para as três durações.
- i) As correlações entre os inícios e as durações médias das estações chuvosas com as frequências médias dos veranicos de sete, 10 e 15 dias de duração foram fracas.
- j) No mês de novembro, as probabilidades de veranico de sete dias apresentaram valores abaixo de 50% na maior parte da bacia. Nos meses de outubro, janeiro, fevereiro e março os valores foram superiores a 70% e no mês de dezembro abrangeram a classe entre 60 a 69%.
- k) As probabilidades de ocorrência de veranicos de 10 dias nos meses de novembro e dezembro foram baixas em quase toda a bacia, quando os valores foram inferiores a 50%. Para os meses de outubro, janeiro, fevereiro e março predominaram as probabilidades superiores a 70%.
- l) As probabilidades de ocorrência dos veranicos com 15 dias de duração apresentaram os menores valores nos meses de novembro e dezembro quando, em quase toda a bacia predominaram valores inferiores a 30%.

Nos meses de outubro e janeiro, valores inferiores a 60% predominaram em toda a parte sul, enquanto os superiores predominaram em todo o restante da bacia. Nos meses de fevereiro e março predominaram valores superiores a 60%.

Concluindo, pode-se dizer que para a bacia do Rio Doce, em toda sua extensão, não há comportamento homogêneo da DEC, das datas de IEC, do total de precipitação e da ocorrência de veranico de sete, 10 e 15 dias de duração, mas, sim, comportamentos particulares para diferentes partes da bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPIAZU, A., BRITES, R.S. **SIGs sistemas de informações geográficas conceituação e importância.** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, UFV, 1989. 29p. (Boletim Técnico, 2).
- ASSAD, E. D. **Chuvas nos cerrados: análise e espacialização.** Brasília, DF: EMBRAPA/SPI, 1994, 423p.
- ASSAD, E. D., SANO, E. E. **Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993, 274p.
- BRANDALIZE, A.A. Funções básicas de um GIS. **Fator GIS a revista do geoprocessamento.** Curitiba: Sagres, 1993. 2p.
- BRUNINI, O., MIRANDA, M. A. C. de, MASCARENHAS, H. A. A. et al. **Determinação do efeito da precipitação pluvial na produtividade agrícola.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1982. 46p.
- EASTMAN, J. R. **IDRISI technical reference.** Massachusetts: Clark University, 1992. 213p.
- GUIMARÃES, R. F., CARVALHO JR., O. A. de, BAPTISTA, G. M. **IDRISI: um sistema acessível. Fator GIS a revista do geoprocessamento.** Curitiba: Sagres, 1995. 3p.
- JENSEN, M.E., BURMAN, R.D., ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements.** New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 332p.

- LIU, W. T. H., LIU, B. W. Y. Seleção das melhores épocas de plantio de milho e sorgo na região do alto São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1983, Campinas. **Resumos...** Campinas: s.n., 1983. 164p.
- MACHADO, M. A. de M. **Caracterização e avaliação climática da estação de crescimento de cultivos agrícolas para o Estado de Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 61p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- NEILD, R. E., WILHITE, D. A., HUBBARD, K. G. Preseason precipitation probabilities as an aid to corn planting decision. **Agricultural and Forest Meteorology**, Nebraska, v.41, n.3-4, p.259-266, dec. 1987.
- PEDRO NETO, C., VILELA, E. A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p. 59-62, jun. 1986.
- SANSIGOLO, C. A. Análise das precipitações diárias de Piracicaba, SP, visando ao planejamento agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 4, 1989, Maceió. **Anais...**Maceió: Fundação Cargill, 1989. p.224-231.
- SILVA, S. C. da. **Estudo do risco climático para a cultura de arroz de sequeiro no Estado de Goiás.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 21p.
- SOUZA, A. **Avaliação agroclimática para o manejo da cultura do arroz, para as microregiões do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba.** Viçosa, MG: UFV, 1989. 91p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- STERN, R.D. Fitting models to daily rainfall data. **Journal of Applied Meteorology**, England, v.21, n.7-12, p. 1024-1031, jul. 1981.
- SIVAKUMAR, M. V. K. Prediction of rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa. **Agricultural and Forest Meteorology**, Niger, v.42, n.4, p.295-305, apr. 1988.
- STEWART, J. I, HASH, C. T. Impact of weather analysis on agricultural production and planning decision for the semiarid areas of Kenya. **Journal of Applied Meteorology**, Kenya, v.21, n.1-6, p.477-494, apr. 1982.
- TEIXEIRA, A., MATIAS, L., NOAL, R. et al. Qual a melhor definição de SIG. **Fator GIS a revista do geoprocessamento.** Curitiba: Sagres, 1995. 5p.

