

# Capítulo 1

## Comportamento espaço-temporal das chuvas no Norte Fluminense (RJ)<sup>1</sup>

Adriana Figueira Leite<sup>2</sup>

### 1.1 Introdução

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise do comportamento das chuvas do Norte Fluminense, tendo em vista a identificação de controles espaços-temporais sobre a sua distribuição.

O Norte Fluminense é a região do Estado do Rio de Janeiro que possui a maior extensão em área, sendo constituído pelos municípios de Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé e Quissamã. Segundo Faria (2006), trata-se de uma das regiões do Brasil que apresenta urbanização mais antiga, datando do século XVII.

Um dos aspectos mais marcantes de sua economia é a tradição agrícola centenária, fundamentada na monocultura da cana-de-açúcar. Contudo, tal atividade vem, progressivamente, perdendo espaço para o setor petrolífero em franca expansão, principalmente a partir da década de 70 do século XX (CRUZ, 2006). A atividade petrolífera vem contribuindo, significativamente, com o crescimento econômico e populacional da região, aumentando, conseqüentemente, a demanda por serviços e por espaços destinados à ocupação. Neste particular, verifica-se uma pressão cada vez maior sobre o ambiente físico o qual, por sua natureza, apresenta alta vulnerabilidade.

<sup>1</sup> Pesquisa desenvolvida com auxílio financeiro da UFF/PROPI (Universidade Federal Fluminense/Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação).

<sup>2</sup> Professora Adjunto I, Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense, Polo Universitário de Campos dos Goytacazes (UFF/PUCG), pesquisadora do Núcleo de Estudos Socioambientais (NESA), e-mail: adrianafilgueiraleite@id.uff.br.

A autora expressa sua gratidão ao professor Raul Reis Amorim do Departamento de Geografia da UFF/PUCG pela confecção dos mapas, e aos estagiários do mesmo departamento Wallace A. Nicknig, Jéssica O. R. Pereira, Taísa das Dores Pereira e Carlos W. M. de O. Rapozo pelo trabalho de preenchimento dos dados faltosos dos postos pluviométricos analisados, auxílios esses fundamentais à realização do presente estudo.

A área em questão se caracteriza por apresentar uma vasta planície, compreendida pelo baixo curso dos rios Paraíba do Sul e Itabapoana. O lençol freático aflorante resulta em uma paisagem singular, caracterizada pela existência de uma extensa rede de lagoas e lagoas (tanto de água doce, quanto de água salgada), perenes e temporárias, situadas entre a foz dos rios supracitados, e interligadas por uma igualmente extensa rede de canais naturais e artificiais que as conectam com o oceano (BIDEGAIN et al., 2002).

Ainda que tais características por si só já tornassem a Baixada Campista imprópria para a ocupação, as intervenções no ambiente destinadas a esse propósito não tardaram a ocorrer. Assim sendo, desde os primórdios do período colonial as áreas de brejo, lagoas e lagoas passaram a ser drenadas por órgãos públicos e por particulares, culminando na redução dos espelhos d'água ou na sua total colmatagem.

Desvios e canalizações de cursos d'água também fizeram parte das transformações impostas ao ambiente. Ainda que a primeira obra de engenharia hidráulica tenha sido implementada no final do século XVII com a criação da Barra do Furado, destinada ao escoamento das águas da Lagoa Feia e de outros ecossistemas lagunares para o oceano (LAMEGO, 1945), tais intervenções foram especialmente significativas a partir do final do século XIX (BIDEGAIN et al., 2002), tendo seu auge entre o primeiro quartel de 1930 e meados da década de 70 (CARNEIRO, 2004).

Os principais objetivos das obras de saneamento incluíam tanto o controle de transbordamentos e a eliminação de locais de procriação dos mosquitos transmissores da malária e da febre amarela, quanto a expansão das áreas destinadas à monocultura/irrigação da cana-de-açúcar (então em franco desenvolvimento), às pastagens e à urbanização (LAMEGO, 1945; BIDEGAIN et al., 2002; CARNEIRO, 2004; TOTTI & PEDROSA, 2006).

Contudo, apesar de as canalizações terem tido por objetivo viabilizar a agricultura e a ocupação das terras, o que se verificou na realidade, foi o efeito oposto, pois os canais de drenagem foram rapidamente assoreados, fazendo com que fosse necessário um alto investimento em manutenção por meio de dragagens e desobstruções (BIDEGAIN et al., 2002), normalmente não privilegiados pelas instâncias de gestão governamentais. Todas essas intervenções culminaram na completa alteração da dinâmica das vazões e da carga de sedimentos dos corpos hídricos, e logo, na resposta aos eventos pluviométricos que se tornaram cada vez mais catastróficos.

O que se verifica, atualmente, é uma realidade marcada pelo risco. A população convive com a constante ameaça dos transbordamentos da drenagem superficial os quais, embora expressem um comportamento natural (em especial por tratar-se de uma planície), foram fortemente agravados ao longo do tempo. Neste sentido, coube ao histórico de ocupação

não planejada, cada vez mais atrelado a interesses econômicos, e cada vez menos convergente com a dinâmica do ambiente, a maior responsabilidade pela ocorrência dos desastres. É dentro desta perspectiva que se insere o presente trabalho.

Os estudos pluviométricos, em aspecto amplo, costumam dar suporte a uma série de demandas que incluem planejamento de atividades agrícolas, previsão de desastres naturais relacionados à água (no caso específico do Norte Fluminense, transbordamentos de rios), dimensionamento de barragens e reservatórios, planejamento de obras de macro e microdrenagem, dentre outras. Neste sentido, ainda que o Norte Fluminense tenha sido sempre uma região a demandar toda essa gama de medidas estruturantes, não somente por sua importância econômica e elevada concentração populacional, como também por sua constante condição de risco, poucos foram os estudos pluviométricos que a tiveram como principal foco de análise.

Do ponto de vista da administração pública, trata-se de uma falta importante, especialmente pelo fato de os estudos pluviométricos regionais serem os mais compatíveis com a escala de ocorrência dos processos naturais e das atividades humanas, ambos, diretamente, afetados pela dinâmica das chuvas.

Visando contribuir com o preenchimento desta lacuna é que o presente estudo foi realizado. Para tanto, buscou-se compreender o comportamento espaço-temporal das entradas de chuvas do Norte Fluminense, por meio de levantamento e análises estatísticas longas (cinquenta anos) de postos pluviométricos distribuídos entre a região costeira e o interior do continente.

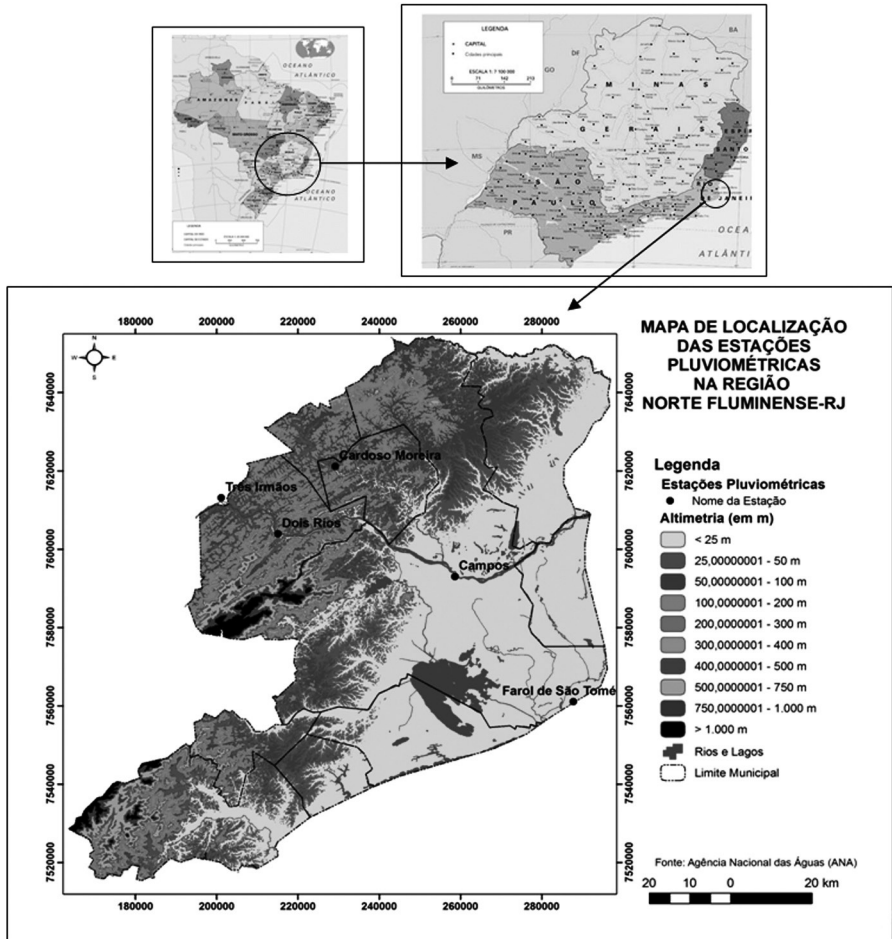
## 1.2 Procedimentos Metodológicos

### 1.2.1 Levantamento dos dados e seleção dos postos pluviométricos

Os dados utilizados, no presente estudo, correspondem às séries históricas provenientes dos seguintes postos pluviométricos: Farol de São Tomé (22°2'33" sul e 41°3'20" oeste), Campos (21°45'0" sul e 41°20'0" oeste), Cardoso Moreira (21°29'31" sul e 41°36'49" oeste), Dois Rios (pertencente ao município de São Fidélis) (21°38'43" sul e 41°45'8" oeste), e Três Irmãos (pertencente ao município de Cambuci<sup>3</sup>) (21°33'36" sul e 41°53'9" oeste). Tais postos distribuem-se sob a forma de um transeto que interliga o litoral com o interior do continente (figura 1).

<sup>3</sup> Apesar de o município de Cambuci pertencer à região Noroeste Fluminense, ele encontra-se exatamente no limite com a região Norte Fluminense.

**Figura 1** – Mapa de localização dos postos pluviométricos selecionados para análise no presente estudo: Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira, Dois Rios e Três Irmãos



Fonte: Simielli (2009)

Verifica-se que eles encontram-se dispostos sob a forma de um transeto que interliga o litoral ao setor interiorano da região Norte Fluminense.

Para a seleção dos referidos postos pluviométricos, realizou-se um levantamento junto à Agência Nacional de Águas (ANA), cujos dados encontram-se disponíveis no site <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Ao longo do levantamento, identificou-se um grande número de postos pluviométricos dentro da área compreendida pelo Norte Fluminense. Contudo, nem todos foram considerados aptos à utilização. Ainda que a maioria dispusesse de longas séries históricas, continham também grandes lacunas, impossibilitando,

deste modo, o seu preenchimento por métodos matemáticos (descritos no item 2.2). Por outro lado, boa parte deles não dispunha de dados referentes às últimas duas décadas. Todas as estações pluviométricas, enquadradas nestas condições, foram excluídas, e as demais com pequenas lacunas de dados (poucos meses a um ano), submetidas ao método matemático de recobrimento.

### 1.2.2 Recobrimento dos dados faltosos

O preenchimento dos dados faltosos foi feito com base no método matemático descrito por Holtz (1976) e Dunne & Leopold (1978), no qual são utilizados dados obtidos simultaneamente em estações vizinhas no período de ausência do dado no período de interesse (dia, mês ou ano), e sob condições de relevo semelhantes, conforme descrito abaixo:

$$P_A = \frac{1}{3} \left( \frac{N_A}{N_B} \cdot P_B + \frac{N_A}{N_C} \cdot P_C + \frac{N_A}{N_D} \cdot P_D \right)$$

Onde:

$P_A$  é o registro de chuva faltoso na **estação A** (de interesse);

$P_B, P_C, P_D$  são os totais pluviométricos registrados em três estações vizinhas durante a falta de registro na **estação A**;

$N_A, N_B, N_C, N_D$  correspondem aos dados normais da precipitação de longo-prazo nas quatro estações pluviométricas (incluindo a estação A). Estes dados de precipitação podem ser médias anuais, sazonais, ou mensais, dependendo do que for mais apropriado para o caso em questão.

O método em questão sugere a utilização de dados provenientes de ao menos três estações pluviométricas vizinhas. Contudo, diante da limitação oferecida pelo baixo número de estações próximas com séries de dados completas, as quais estivessem também submetidas às condições ambientais exigidas, optou-se pela utilização dos dados referentes a duas ou a uma única estação, fazendo os devidos ajustes na fórmula.

### 1.2.3 Seleção do recorte temporal analítico

O recorte temporal, selecionado para a pesquisa, é o período compreendido entre 1961 e 2010, o qual corresponde a um intervalo de cinquenta anos. Sua escolha levou em conta o fato de constituir uma série histórica longa e, portanto, representativa do comportamento regional das chuvas. Por outro lado, trata-se, também, de um intervalo de tempo em que as

séries históricas das estações selecionadas apresentaram menor quantidade de lacunas, facilitando, deste modo, a aplicação do método matemático de recobrimento. Contudo, ainda assim dois postos pluviométricos não apresentaram cinquenta anos de série histórica: Farol de São Tomé, cujo início da coleta de dados deu-se somente em 1967 (44 anos), e Campos, cujo final da coleta de dados ocorreu em 1998 (48 anos). Optou-se pela sua não exclusão tanto por se tratarem de intervalos próximos a cinquenta anos, quanto devido à sua posição espacial.

### 1.3 Resultados e Discussão

#### 1.3.1 Baixos totais pluviométricos anuais quando comparados aos dos demais segmentos do litoral sudeste brasileiro

As médias dos totais pluviométricos anuais entre os postos analisados variaram entre 735,2mm em Farol de São Tomé (localizada no litoral) e 1.089,5mm em Três Irmãos (o mais longínquo em relação ao litoral) (tabela 1). Tais valores são considerados baixos quando comparados aos de outras localidades litorâneas do sudeste brasileiro, tais como: 1.976,7mm/ano em Angra dos Reis (Região da Costa Verde (RJ), série histórica 1961–1990, SALGADO et al., 2007); 2.080mm/ano na vertente sul (oceânica) do Maciço da Tijuca (cidade do Rio de Janeiro, série histórica 1976–2002, FIGUEIRÓ et al., 2003); 1.390mm/ano na Baixada de Jacarepaguá (cidade do Rio de Janeiro, série histórica 2001–2010, TOGASHI, 2011). Entretanto, verifica-se que há forte semelhança entre os totais pluviométricos obtidos no presente estudo e os identificados na região das Baixadas Litorâneas (RJ), como em Cabo Frio (770,9mm/ano, DOURADO & SILVA, 2005), e em Araruama (890mm/ano, PRIMO & BIZERRIL, 2002)<sup>4</sup>.

**Tabela 1** – Totais pluviométricos médios anuais dos postos pluviométricos analisados (em mm), referentes à série histórica 1961–2010

MÉDIA DOS TOTAIS ANUAIS PLUVIOMÉTRICOS (em mm)	DP	CV (%)	
FAROL DE SÃO TOMÉ (1967-2010)	735,2	291,0	39,6
CAMPOS (1961-1998)	992,5	233,7	23,5
CARDOSO MOREIRA (1961-2010)	937,3	208,4	22,2
DOIS RIOS (1961-2010)	1049,8	264,4	25,2
TRÊS IRMÃOS (1961-2010)	1089,5	241,7	22,2

DP – Desvio Padrão; CV – Coeficiente de Variação

<sup>4</sup> Ambos, DOURADO & SILVA (2005) e PRIMO & BIZERRIL (2002), não declararam a extensão da série histórica dos dados pluviométricos apresentados.

Apesar de os dados supracitados se referirem apenas ao litoral fluminense, Sant'Anna Neto (2005) afirma que, de sul para norte, a pluviosidade da zona costeira do sudeste brasileiro é distribuída de maneira desigual. Assim, em Cananéia situada no extremo sul de Ubatuba no Estado de São Paulo (Trópico de Capricórnio), as chuvas são abundantes sem nenhum período de seca. Já no litoral do Rio de Janeiro até Cabo Frio, as precipitações diminuem, e tornam a aumentar somente no litoral capixaba, entre Vitória e São Mateus. Tal comportamento é atribuído à presença das cadeias montanhosas costeiras, a Serra do Mar em especial, que devido às elevadas altitudes (superiores a 1.000 m), produzem um marcante efeito orográfico, que incrementa as chuvas locais.

Contudo, verifica-se que a distância entre o litoral e as referidas cadeias montanhosas é bastante variável ao longo da costa, sendo pequena no litoral sul entre Cananéia e a cidade do Rio de Janeiro, e significativamente maior entre Cabo Frio e o Norte Fluminense. De acordo com a SEA (2008), o litoral Norte Fluminense corresponde inclusive ao trecho no qual a Serra do mar encontra-se mais distante do Oceano Atlântico. Diante do exposto, constata-se que na ausência do efeito orográfico na região litorânea posicionada entre Cabo Frio<sup>5</sup> e o Norte Fluminense, os ventos alísios não só atuam livremente, contribuindo para que seus índices pluviométricos sejam os mais baixos do litoral sudeste brasileiro, como dispersam a umidade em direção ao interior do continente, conforme discutido no item 3.2, a seguir.

Outro fator associado a este comportamento é o discutido por Nimer (1989), segundo o qual, os mais elevados índices pluviométricos registrados no setor sul do litoral sudeste brasileiro teriam relação com a maior frequência das invasões exercidas pela frente polar, cujo deslocamento é de sul para norte. Neste sentido, Sant'Anna Neto (2005) acrescenta que as correntes de sul, particularmente a penetração do anticiclone polar atlântico, provoca a formação de extensas zonas de perturbação frontal no contato com as massas de ar tropicais (de leste e norte) e as equatoriais (de noroeste e oeste), produtoras de quase 2/3 da gênese pluvial dos estados do sudeste. O autor afirma, ainda, que estas correntes, acrescidas da umidade do oceano e da região amazônica que ali chegam, despejam chuvas de primavera/verão que decrescem de sul para norte.

Em outras palavras, o litoral sul seria o mais beneficiado com chuvas por diversos fatores que incluem a curta distância entre o litoral e as cadeias montanhosas costeiras que condicionam o efeito orográfico local, a sua posição espacial que lhe garante a maior frequência de eventos frontais (que se deslocam de sul para norte), e a concentração da maior proporção das entradas pluviométricas durante o período do verão. Já o litoral norte, além de

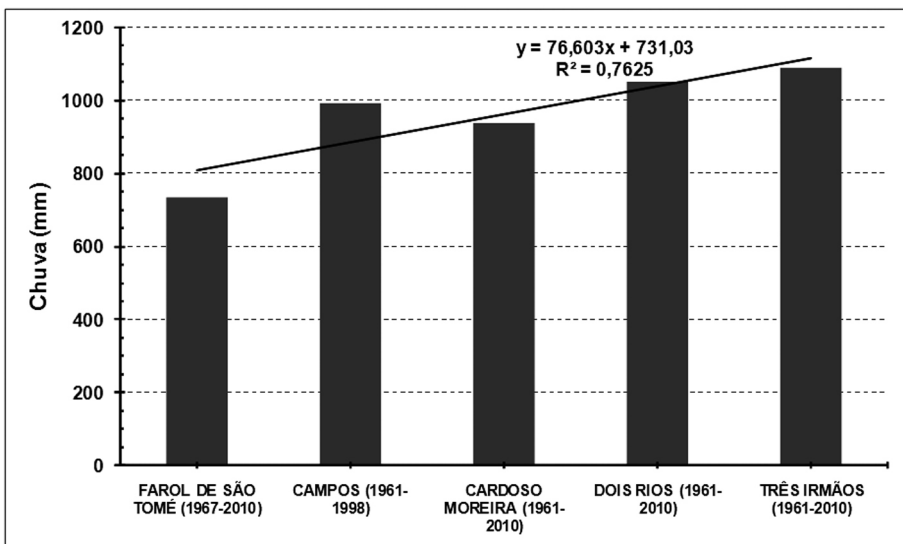
<sup>5</sup> Dourado & Silva (2005) afirmam também que há forte relação entre os baixos totais pluviométricos ali evidenciados e o fato de haver ressurgência no trecho litorâneo posicionado entre Cabo Frio e Arraial do Cabo. Seja como for, trata-se de um condicionante que intensifica o gradiente de pressão entre o oceano e o continente e, conseqüentemente, os ventos que sopram do litoral para o interior do continente, tal como discutido no item 3.5.

contar com frequência muito mais baixa de invasões frontais, já as receberia com déficits hídricos bastante significativos e, portanto, menos eficazes em promover eventos pluviométricos de magnitude semelhante aos do litoral sul.

### 1.3.2 Aumento dos totais pluviométricos do litoral em relação ao interior do continente

Conforme discutido no item anterior, verifica-se que no Norte Fluminense a extensa planície costeira sofre forte efeito dos ventos alísios, os quais dispersam o ar enriquecido em umidade proveniente tanto do oceano, quanto dos processos de evapotranspiração, para o interior do continente. Tal comportamento se reflete sobre o padrão de distribuição pluviométrica o qual, além de proporcionar baixos totais de chuva, tende a aumentar do litoral em relação ao interior do continente, ou seja, entre os postos Farol de São Tomé e Três Irmãos. Este resultado pode ser visto na figura 2, onde se observa tanto o aumento dos totais anuais médios entre o litoral e o interior, quanto um significativo valor de regressão positiva ( $R^2 = 0,76$ ) entre médias anuais de chuvas dos postos pluviométricos considerados.

**Figura 2** – Histogramas das médias pluviométricas anuais (em mm) dos postos pluviométricos Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira, Dois Rios e Três Irmãos, referentes ao período 1961–2010. Observa-se uma tendência de aumento das chuvas na medida em que se distancia do litoral em relação ao interior do continente. Tal comportamento é referendado pelo teste de regressão ( $R^2$ ), o apresenta alto valor de correlação positiva (0,76).





Este resultado é convergente com o obtido por Dereczynski et al. (2009) a respeito das chuvas da cidade do Rio de Janeiro (RJ). Neste, observou-se que os totais pluviométricos, nas áreas de planície, são sempre os mais baixos, tendendo a aumentar significativamente junto às serras (Serra da Carioca, Serra do Mendanha e Serra Geral de Guaratiba), na medida em que sofrem o efeito orográfico. No estudo em questão, entretanto, constata-se que, mesmo na ausência de um efeito orográfico, há aumento nos totais de chuvas em função de sua trajetória de deslocamento entre o litoral e o interior, ou seja, em função de sua posição espacial, o qual sugere relações de funcionalidade entre os dados dos postos pluviométricos analisados<sup>6</sup>.

Para testar a veracidade do referido modelo de respostas pluviométricas, os totais anuais de chuvas dos postos considerados no estudo foram submetidos a análises de regressão múltipla. Utilizou-se, para tanto, a série histórica 1967–1998 por constituir o intervalo de tempo no qual havia concomitância de dados entre os postos ( $n = 32$  anos). Considerou-se, também como premissa, o conjunto de dados do posto pluviométrico Três Irmãos como variável dependente ( $Y$ ), e os dos demais postos como variáveis independentes ( $X$ ). Tal iniciativa teve por princípio tanto verificar a existência de relações funcionais entre os postos Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira e Dois Rios com Três Irmãos (o mais longínquo e com os mais elevados totais anuais de chuvas), quanto o nível de relacionamento entre eles.

Os resultados mostram, de acordo com a tabela 2, que o coeficiente de regressão múltiplo ( $R$  múltiplo) é de 0,79. De acordo com Burt *et al.* (2009), trata-se de um parâmetro que mede a força de associação entre as variáveis independentes ( $X$ ), e a variável dependente ( $Y$ ), ou matematicamente, o grau de associação linear entre  $X$  e  $Y$ . Nesse caso, por constituir um valor considerado alto, pode-se afirmar que as variáveis consideradas apresentam grande associação entre si.

Já o coeficiente de determinação ou  $R^2$  ( $R$ -quadrado na tabela)<sup>7</sup> é igual a 0,634. Segundo Barbetta (2005), esse resultado indica que na amostra analisada, cerca de 63% da variação das chuvas no posto Três irmãos podem ser atribuídos a uma relação linear com o comportamento das chuvas dos demais postos. Os demais 37% são considerados como variações provocadas pelo efeito aleatório, ou seja, fatores não considerados no modelo de regressão, que, no caso, podem ser atribuídos ao sentido e à velocidade dos ventos, atribuídos à ocorrência de eventos de chuvas convectivos, dentre outros. Contudo, Zentgraf (2008) adverte que o valor de  $R^2$  tende a aumentar em função do número de variáveis independentes que são acrescentadas ao

<sup>6</sup> É possível que haja também um efeito cumulativo nos totais de chuvas na medida em que as nuvens são deslocadas pelos ventos do litoral em relação ao interior do continente. Porém, trata-se de um processo de difícil verificação estatística, pois além de as respostas pluviométricas entre os postos não serem simultâneas, nem sempre as chuvas se distribuem por todos os postos ao longo de um mesmo evento.

<sup>7</sup> O valor de  $R^2$  resulta da Soma dos Quadrados da Regressão (SQ da Regressão) dividida pela Soma dos Quadrados Total (SQ Total), os quais constam na tabela 3. Sua variação vai de 0 a 1.

modelo de regressão, fazendo com que, muitas vezes, esse valor seja alto sem necessariamente representar uma alta correlação entre a variável dependente e as independentes. Para corrigir esse efeito, utiliza-se o coeficiente de correlação ajustado ou  $R^2$  ajustado (R-quadrado ajustado).

**Tabela 2** – Estatística de regressão referente ao modelo considerado no presente estudo, no qual se analisa a existência de relações funcionais entre os totais anuais de chuvas do posto Três Irmãos (variável dependente) e os de Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira e Dois Rios

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,7964311
R-Quadrado	0,6343024
R-quadrado ajustado	0,580125
Erro padrão	139,06004
Observações	32

De acordo com Lapponi (2005), o  $R^2$  ajustado constitui um parâmetro que tenta compensar o aumento natural de explicação provocado pelo aumento do número de variáveis independentes e o tamanho da amostra. Por esse motivo é, também, considerado como o melhor indicador nas análises de regressão múltiplas. No estudo em questão, o  $R^2$  ajustado corresponde a um valor de 0,58 ou 58%, ou seja, mesmo com o efeito do número elevado de variáveis independentes no modelo proposto, quase 60% das chuvas do posto Três Irmãos podem ser explicados pelo comportamento das chuvas dos demais postos pluviométricos.

Já a tabela 3 apresenta a análise de variância (ANOVA) do modelo. Dentre os parâmetros analisados, destaca-se o do coeficiente de distribuição de Fisher-Snedecor, ou distribuição F, o qual é obtido por meio da divisão da média dos quadrados (MQ) da regressão pela MQ dos resíduos. De acordo com Barbeta (2005), trata-se de um teste estatístico que tanto avalia as hipóteses que podem aceitar ou rejeitar o modelo de regressão proposto, ou seja, se (1) os coeficientes das variáveis independentes são considerados nulos ( $H_0$ ), ou se (2) os coeficientes das variáveis independentes são significativamente diferentes de zero ( $H_1$ ), quanto apresenta o nível de significância (na coluna F de significação) do referido modelo. Para tanto, o fator de significação deve ser inferior a 0,05 (ou 5%), por ser o valor equivalente ao intervalo de confiança de 95% no qual a hipótese nula deve ser rejeitada.

No caso em estudo, o valor de F foi igual a 11,7, com valor correspondente do fator de significação igual a 1,20989E-05 (ou seja,  $p = 1,20989^8$  com a

<sup>8</sup> Nesse caso, F de significância é o mesmo que valor p.

vírgula cinco posições à esquerda). Como o valor  $p$  é extremamente pequeno (0,0012%), o teste estatístico rejeita a hipótese (1), indicando que os coeficientes dos totais de chuva em Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira e Dois Rios são significativos para explicar os totais de Três Irmãos.

**Tabela 3** – Análise de Variância (ANOVA) referente ao modelo considerado no presente estudo, no qual se analisa a existência de relações funcionais entre os totais anuais de chuvas do posto Três Irmãos (variável dependente) e os de Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira e Dois Rios

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	4	905613,33	226403,33	11,707876	1,20989E-05
Resíduo	27	522117,77	19337,695		
Total	31	1427731,1			

*gl* – graus de liberdade; *SQ* – Soma dos Quadrados; *MQ* – Médias dos Quadrados; *F* – coeficiente de distribuição de Fisher-Snedecor; *F de significação* – nível de significação referente à *F*.

Na tabela 4 são apresentados dois testes estatísticos: o teste  $t$  de student (também chamado de estatística  $t$ ), e o valor- $P$ , ou valor de probabilidade. O primeiro é utilizado para verificar se a correlação entre as variáveis é realmente válida. Neste caso, a hipótese nula é rejeitada (ou seja, há correlação), quando  $t$  apresenta valor maior que o nível de significância de 0,05 (5%). No caso em análise, todos os postos pluviométricos, considerados como variáveis independentes, apresentaram resultados superiores ao referido nível de significância, rejeitando, portanto, mais uma vez a hipótese nula.

**Tabela 4** – Coeficiente linear, coeficientes de regressão parciais, teste  $t$  e valor- $P$  referentes à equação do modelo considerado no presente estudo, no qual se analisa a existência de relações funcionais entre os totais anuais de chuvas do posto Três Irmãos (variável dependente) e os de Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira e Dois Rios.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	254,830	144,592	1,762	0,089	-41,848	551,507
Farol de São Tomé	0,200	0,144	1,396	0,174	-0,094	0,495
Cardoso Moreira	0,042	0,329	0,127	0,900	-0,633	0,716
Campos	0,206	0,149	1,381	0,179	-0,100	0,513
Dois Rios	0,428	0,197	2,178	0,038	0,025	0,832

*Stat t* – teste  $t$  de Student; *valor-P* – valor de probabilidade.

Já com relação ao valor-P, representa o menor nível de significância ou probabilidade no qual a hipótese nula ( $H_0$ ) do modelo pode ser rejeitada. Normalmente se estabelece um nível de significância previamente à aplicação deste teste, o qual é utilizado para aceitar ou rejeitar a hipótese nula. No caso em questão, o nível de significância utilizado foi de 0,05 (95%). Valores iguais ou inferiores a ele rejeitam a hipótese nula. Os resultados obtidos mostram que a exceção do posto Dois Rios, todos os demais aceitam a hipótese nula com valores bastante superiores a 0,05. Contudo, cabe, aqui, a observação de que tais resultados referem-se apenas ao nível de significação adotado, sugerindo que a hipótese nula teria sido rejeitada caso o referido valor fosse mais elevado, algo que não invalida os resultados dos demais testes estatísticos até então apresentados.

Na tabela 4, além de testes estatísticos são apresentadas também na primeira coluna as estimativas do coeficiente linear (coeficiente da interseção) e dos coeficientes de regressão. Estes últimos medem a quantidade de mudança esperada na variável dependente (Y) para cada unidade de mudança das variáveis independentes (no caso,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  e  $X_4$ ), ou conforme Zentgraf (2008), os efeitos causados por cada uma das variáveis explicativas ou independentes (dados de chuva dos postos Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira, Dois Rios) sobre a variável dependente (Três Irmãos). Tais relações são expressas por meio da fórmula abaixo:

$$y_i = a + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + b_3X_{3i} + b_4X_{4i} \quad (\text{equação 1})$$

Na equação 1 "a" corresponde ao coeficiente linear e "b" aos coeficientes de regressão de cada uma das variáveis independentes. De acordo com a literatura estatística (BARBETTA, 2005; ZENTGRAF, 2008; BURT *et al.*, 2009), trata-se de uma equação que permite prever a resultante de Y em função do comportamento de uma das variáveis X ( $X_1$ , ou  $X_2$ , ou  $X_3$ , ou  $X_4$ ), desde que as demais sejam mantidas constantes, ou seja, é possível fazer a predição das chuvas ocorridas em Três Irmãos (Y), em função das chuvas ocorridas em Farol de São Tomé ( $X_1$ ), Campos ( $X_2$ ), Cardoso Moreira ( $X_3$ ), e Dois Rios ( $X_4$ ), tal como na equação 2:

$$Y = 254,8 + 0,20X_1 + 0,04X_2 + 0,21X_3 + 0,43X_4 \quad (\text{equação 2})$$

Contudo, como a previsibilidade dos dados de chuva de Três Irmãos foge ao foco da presente discussão, ela não será aqui tratada. Por outro lado, observa-se que uma análise de caráter mais qualitativo referente ao comportamento dos coeficientes de regressão mostra o efeito diferencial que cada uma das variáveis independentes causa sobre a variável dependente, ou

seja, os diferentes níveis de influência que os totais de chuva de cada um dos postos considerados exerce sobre Três Irmãos.

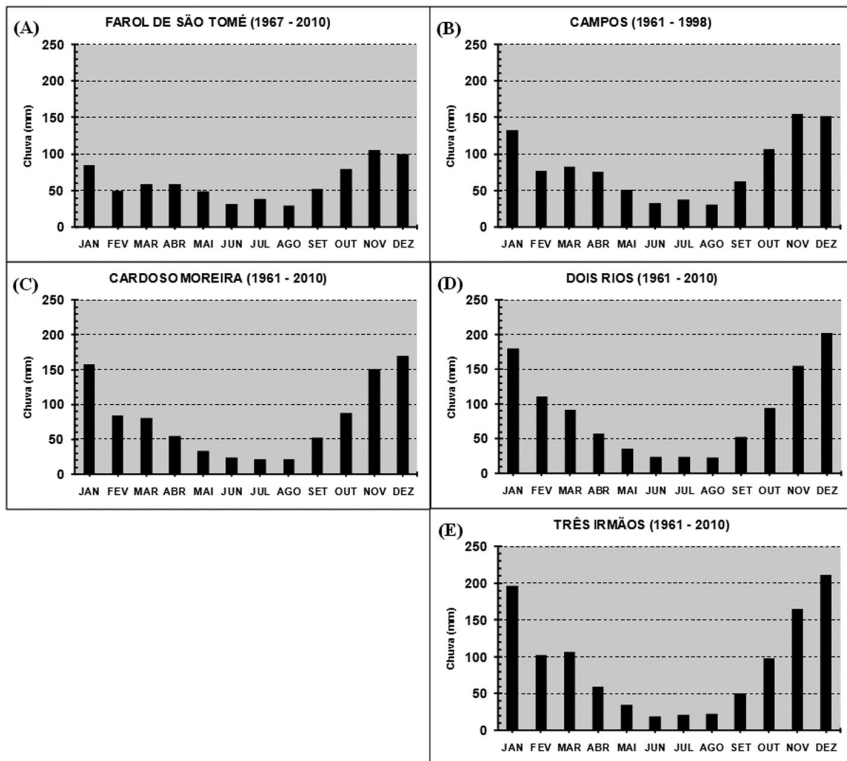
Nesse sentido, verifica-se que o posto Dois Rios ( $X_4$ ) é o que exerce maior influência sobre o valor unitário de Três Irmãos ( $Y$ ) com um coeficiente de 0,43, enquanto Cardoso Moreira ( $X_2$ ) é o que exerce menor influência, com um coeficiente de 0,04. A explicação mais provável para este comportamento relaciona-se, de acordo com a premissa do modelo proposto, com a distribuição espacial dos postos pluviométricos. Conforme visto na figura 1, Dois Rios é o mais próximo a Três Irmãos, enquanto Cardoso Moreira é o que se encontra mais afastado, ou "fora" do transeito de postos pluviométricos distribuídos entre o litoral e o interior do continente.

Por outro lado, verifica-se que o efeito aleatório teve também uma relativa importância na análise realizada, fato esse que, de acordo com Ferreira (2005), comprova-se pelos altos valores dos resíduos/erros, tal como os encontrados nas tabelas 2, 3 e 4. Todos esses resultados vêm a demonstrar que, apesar de a análise de regressão múltipla comprovar as relações de funcionalidade entre os totais anuais de chuvas de Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira e Dois Rios e os de Três Irmãos em uma proporção de cerca de 60%, há ainda outros fatores não incluídos no modelo os quais explicam os demais 40%. Contudo, ainda que se considere a necessidade de uma investigação mais aprofundada a esse respeito, há fortes indícios de que tais fatores sejam os mesmos a explicar a alta variabilidade dos dados discutida no item 3.4.

### 1.3.3 Chuvas concentradas no Verão ainda que os totais pluviométricos e o comportamento sazonal sejam influenciados pela posição espacial dos postos analisados (relação continentalidade/maritimidade)

Quando analisada isoladamente, a estação Farol de São Tomé, localizada na região costeira, além de apresentar os menores totais pluviométricos anuais médios (tabela 1) e mensais médios (tabela 2), apresenta, também, as menores amplitudes de variação entre os meses (figura 3A). Ainda que não se disponha dos dados entre os anos de 1961 e 1966, a série amostral é, suficientemente, representativa para revelar tendências temporais. Neste particular, é nítido que tal comportamento se diferencia em relação aos dos demais postos pluviométricos (figura 3B, 3C e 3D), o que se revela pelos mais baixos totais pluviométricos nos meses referentes à primavera, ao verão e ao outono, e mais altos nos meses de inverno, constituindo, deste modo, as mais baixas amplitudes pluviométricas anuais observadas entre os postos analisados.

**Figura 3** – Histogramas das médias pluviométricas mensais (em mm) referentes ao período 1961–2010 nos postos pluviométricos Farol de São Tomé (A), Campos (B), Cardoso Moreira (C), Dois Rios (D), e Três Irmãos (E)



Observa-se que a mais baixa amplitude de variação entre os meses ocorre no litoral (Farol de São Tomé) e aumenta progressivamente em direção ao posto pluviométrico mais interiorano (Três Irmãos). Simultaneamente, o mês mais chuvoso é novembro em Farol de São Tomé e Campos, em detrimento dos demais postos pluviométricos, cujo máximo mensal ocorre em dezembro. Tal comportamento é atribuído ao regime monçônico, segundo o qual as chuvas se propagam do litoral para o continente entre o final da primavera e o verão, e no sentido inverso durante o inverno, condicionadas, por sua vez, pela ação dos ventos alísios. O atraso do mês mais chuvoso que ocorre no interior do continente em relação ao litoral pode ser também atribuído a este condicionante.

Tal comportamento pode ser atribuído a maior influência da maritimidade, que devido ao mais alto valor de calor específico da água em relação aos dos materiais rochosos que constituem o continente, faz com que a temperatura se mantenha sempre mais baixa e com as mais baixas amplitudes de oscilação ao longo do tempo em relação aos ambientes não submetidos ao seu efeito (STRAHLER & STRAHLER, 2002).

Isso se reflete sobre os teores de umidade que tendem a se manter também menos variáveis em resposta ao referido comportamento da temperatura, condicionando totais pluviométricos mais bem distribuídos ao longo do ano. Este efeito se reduz progressivamente em direção ao interior do continente (figura 3B, C, D e E), o qual se torna cada vez mais submetido à influência do substrato rochoso

(com maiores oscilações de temperatura e, conseqüentemente, de umidade), algo que se reflete em maiores amplitudes de distribuição pluviométrica ao longo do ano nas estações pluviométricas interioranas.

Com relação ao fato de as chuvas se concentrarem no verão, Nimer (1989) afirma que, na região sudeste, os máximos de chuva ocorrem normalmente em dezembro ou janeiro, estando relacionadas às chuvas trazidas pelas linhas de instabilidade tropical (IT) e da Frente Polar (FP), ou seja, à conjugação das correntes de circulação perturbadas de Oeste (típicas de verão) e das correntes de circulação perturbadas de Sul, as quais contribuem para que haja maior abundância de chuvas durante o verão. Entretanto, ao se observar a figura 3, verifica-se que esse modelo se aplica somente aos postos Cardoso Moreira, Dois Irmãos e Três Rios (figuras, 3C, 3D e 3E, respectivamente). Em Farol de São Tomé (figura 3A) e Campos (figura 3B), os máximos pluviométricos ocorrem um mês antes, em novembro.

O provável motivo, para que esse comportamento ocorra, é a evidência do padrão monçônico de distribuição pluviométrica, no qual o sentido de propagação das chuvas a partir da ação dos ventos alísios é invertido entre o verão e o inverno, sendo do litoral para o continente durante o verão, e do continente para o litoral no inverno. Neste sentido, as chuvas se distribuiriam progressivamente do litoral para o interior entre a primavera e o verão (mais precisamente no mês de novembro) a começar pelos postos pluviométricos ali posicionados (Farol de São Tomé e Campos), para em um momento posterior (dezembro) se tornarem mais concentradas nos postos mais longínquos e interioranos. Considerando que o presente trabalho ainda apresentará outras evidências que consolidam esta linha interpretativa, esse tópico será retomado mais adiante no item 3.5.

#### 1.3.4 Grande variabilidade dos totais anuais de chuva entre e intra postos pluviométricos, reflexo da igualmente elevada variabilidade dos totais mensais e diários

Com relação ao comportamento dos totais anuais, verifica-se uma grande variabilidade que se expressa pelas altas dispersões dos dados em todos os postos pluviométricos analisados, e pelos altos valores de desvio padrão e do coeficiente de variação (em especial os valores acima de 50%) (tabela 5). Tal fato constitui um indicador da alta variabilidade dos totais mensais, tanto dentro de um mesmo posto pluviométrico, quanto entre eles.

As mais altas dispersões são também verificadas nos meses do inverno, devido aos mais baixos totais pluviométricos (diários e mensais), e também à maior frequência de dias secos. As mais baixas dispersões ocorrem no início da estação chuvosa por constituir-se o momento do ano em que a quantidade

de dias chuvosos, assim como a sua regularidade (sequência de dias chuvosos) são as mais elevadas do ano. Nos meses do verão Dois Rios e Três Irmãos, os postos mais pluviosos são os que apresentam as mais baixas dispersões, fato este explicado pela maior frequência e regularidade das chuvas que possuem em relação aos demais postos analisados.

Do ponto de vista espacial, Farol de São Tomé (litoral) é o posto pluviométrico que apresenta as maiores dispersões, tanto em relação à média anual (tabela 1), quanto a nível sazonal (tabela 5). Esse efeito pode ter relação com o fato de ser o posto mais influenciado pela ação dos ventos, que tendem a dispersar as nuvens de chuva, aumentando deste modo, o número de dias secos ao longo do ano.

De acordo com Nunes *et al.* (2009), a alta variabilidade no comportamento dos dados acima assinalada constitui um padrão característico do sudeste brasileiro. Os autores afirmam que as chuvas nesta região apresentam enorme variação inter e intra-anual, devido aos arranjos entre os controles de grande escala, os distúrbios de mesoescala e condições locais como topografia, exposição de vertentes e uso da terra, conforme discutido nos itens anteriores.

**Tabela 5** – Comportamento sazonal das chuvas (em mm) entre os postos pluviométricos analisados (Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira, Dois Rios e Três Irmãos), de acordo com a série histórica 1961–2010

PRIMAVERA	SET			OUT			NOV		
	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)
FAROL DE SÃO TOMÉ (1967 - 2010)	52,4	67,5	128,9	78,8	73,0	92,7	105,3	67,2	63,9
CAMPOS (1961 - 1998)	62,0	55,2	89,1	106,2	64,7	60,9	155,2	100,5	64,8
CARDOSO MOREIRA (1961 - 2010)	52,1	44,5	85,5	87,6	54,0	61,6	150,9	77,7	51,5
DOIS RIOS (1961 - 2010)	52,6	42,6	80,9	94,0	52,2	55,5	154,9	81,0	52,3
TRÊS IRMÃOS (1961 - 2010)	50,4	37,1	73,6	98,1	55,8	56,9	165,1	71,8	43,5

VERÃO	DEZ			JAN			FEV		
	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)
FAROL DE SÃO TOMÉ (1967 - 2010)	99,2	62,5	63,1	84,4	78,1	92,5	49,7	57,8	116,2
CAMPOS (1961 - 1998)	151,6	65,6	43,3	131,9	88,5	67,0	76,5	57,7	75,5
CARDOSO MOREIRA (1961 - 2010)	170,2	75,8	44,5	158,4	103,4	65,3	83,8	60,9	72,7
DOIS RIOS (1961 - 2010)	202,3	81,6	40,4	180,0	99,3	55,2	111,0	74,0	66,7
TRÊS IRMÃOS (1961 - 2010)	211,4	78,5	37,1	196,7	109,3	55,6	102,5	70,3	68,7

OUTONO	MAR			ABR			MAI		
	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)
FAROL DE SÃO TOMÉ (1967 - 2010)	58,8	52,0	88,3	58,7	41,5	70,8	48,8	36,2	74,1
CAMPOS (1961 - 1998)	82,9	59,2	71,3	75,7	35,0	46,2	50,4	32,4	64,2
CARDOSO MOREIRA (1961 - 2010)	80,6	58,1	72,1	55,1	35,3	64,1	32,6	22,2	68,1
DOIS RIOS (1961 - 2010)	91,9	56,5	61,5	57,1	31,9	55,9	36,2	26,8	74,1
TRÊS IRMÃOS (1961 - 2010)	106,5	64,8	60,8	59,8	40,4	67,5	35,3	26,5	75,2

INVERNO	JUN			JUL			AGO		
	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)	MÉDIA	DP	CV (%)
FAROL DE SÃO TOMÉ (1967 - 2010)	31,3	32,1	102,6	38,2	35,1	91,9	29,6	36,9	124,7
CAMPOS (1961 - 1998)	32,6	34,1	104,8	37,4	27,0	72,4	30,2	28,4	94,2
CARDOSO MOREIRA (1961 - 2010)	23,2	28,8	124,5	21,4	21,5	100,5	21,5	22,1	103,1
DOIS RIOS (1961 - 2010)	23,4	23,0	98,5	23,8	22,5	94,9	22,8	23,0	100,7
TRÊS IRMÃOS (1961 - 2010)	19,6	19,8	100,9	21,6	22,4	103,9	22,6	23,6	104,3

DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação

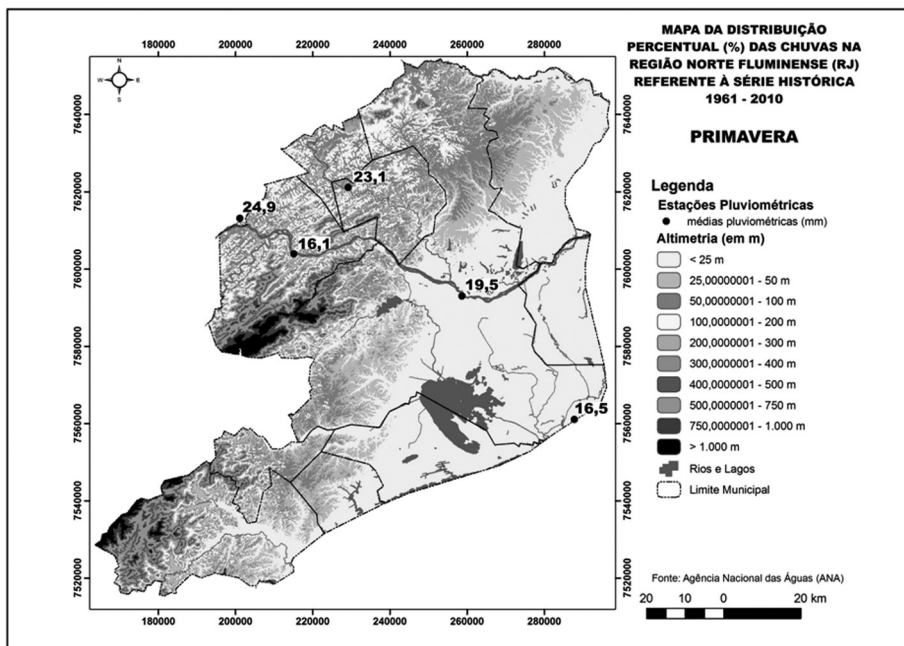


### 1.3.5 Inversão sazonal litoral-continente no sentido de deslocamento das chuvas, caracterizando comportamento monçônico

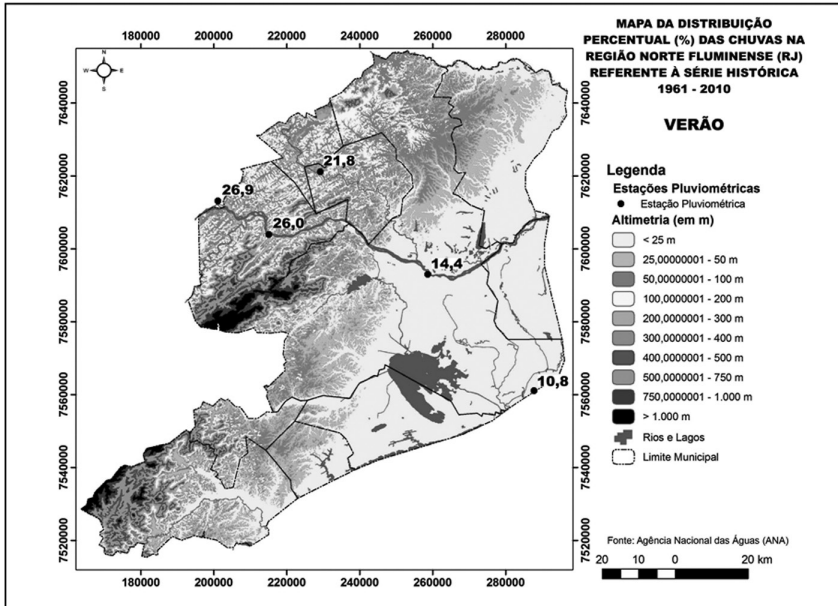
Outro comportamento observado diz respeito à inversão sazonal no sentido de deslocamento das chuvas ao longo do ano, na medida em que a componente média anual (discutida no item 3.2) é removida. Neste sentido, enquanto no verão os mais elevados totais pluviométricos tendem a se concentrar no interior do continente, diminuindo em direção ao litoral, no inverno verifica-se a situação oposta. Tais resultados podem ser identificados na tabela 2 (médias mensais de chuvas nos meses de verão e de inverno) e nas figuras de 4 a 7.

Na tabela 2 verifica-se que as médias entre os postos pluviométricos Farol de São Tomé, Campos, Cardoso Moreira, Dois Rios e Três Irmãos (nessa ordem) aumentam entre os meses de novembro e março, ou seja, entre o final da primavera e o final do verão (figuras 4 e 5). Tal tendência, no entanto, se inverte entre os meses de maio e julho (entre o final do outono e o final do inverno) (figuras 6 e 7).

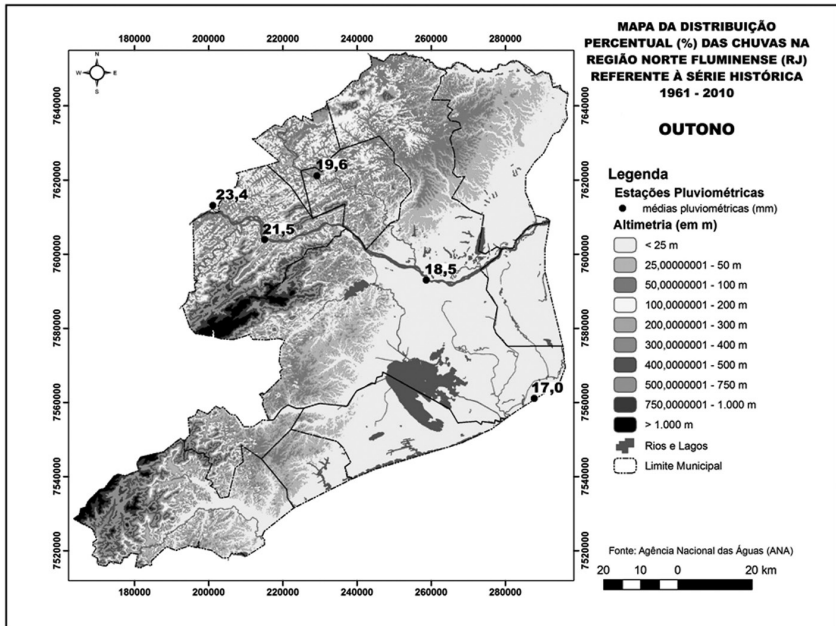
**Figura 4** – Mapa da distribuição percentual (%) das chuvas na região Norte Fluminense (RJ), referente à série histórica 1961–2010, durante a primavera



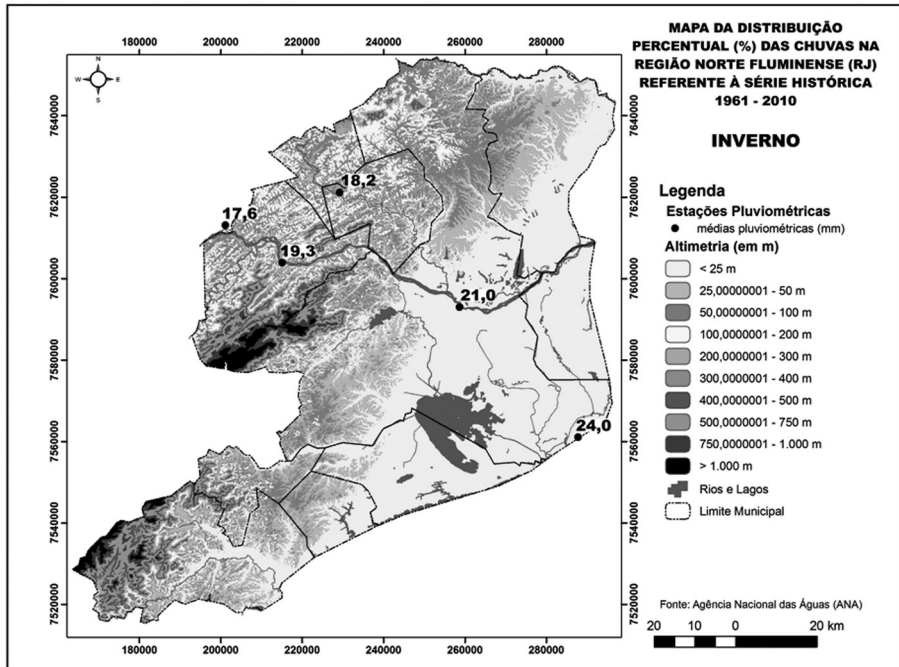
**Figura 5** – Mapa da distribuição percentual (%) das chuvas na região Norte Fluminense (RJ), referente à série histórica 1961–2010, durante o verão



**Figura 6** – Mapa da distribuição percentual (%) das chuvas na região Norte Fluminense (RJ), referente à série histórica 1961–2010, durante o outono



**Figura 7** – Mapa da distribuição percentual (%) das chuvas na região Norte Fluminense (RJ), referente à série histórica 1961–2010, durante o inverno



A Baixada Campista está entre as áreas do Estado do Rio de Janeiro que apresentam as mais elevadas temperaturas médias anuais (INEA, 2011). As outras áreas com características comuns seriam justamente os demais trechos constituídos pelas baixadas litorâneas. No contexto do presente estudo, trata-se de um dado interessante, pois sugere que, nestes segmentos costeiros, os contrastes de temperatura entre os continentes e os oceanos podem ser maiores que nos demais, intensificando os ventos e o deslocamento das chuvas para o interior, conforme discutido no item 3.2.

Quando se leva em consideração o comportamento sazonal, observa-se, de acordo com a SEA (2008), que na área compreendida pelas baixadas e vales dos rios Muriaé, médio Itabapoana, baixo Pombo e nas bacias contribuintes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, ou seja, em praticamente todo o Norte Fluminense, durante o período entre dezembro e fevereiro (verão), as temperaturas médias mensais são sempre superiores a 25°C. Já no período entre junho e agosto (inverno), esse valor decresce para a faixa entre 20°C e 25°C, nunca a excedendo. Em outras palavras, há um forte contraste sazonal de temperaturas, ou seja, entre o período do verão e o do inverno.

De acordo com Strahler & Strahler (2002), nessas ocasiões os oceanos apresentam um padrão de temperatura que é sempre inverso ao dos

continentes. Em função das já mencionadas diferenças de calor específico, verifica-se que, durante o verão, enquanto o aquecimento das superfícies emersas é rápido, dando origem a centros de baixa pressão, o das águas, ocorre de forma gradual, e por estarem frias em relação aos continentes, constituem centros de alta pressão. Durante o inverno este comportamento se inverte, assim como os centros de alta e baixa pressão. A principal consequência dessa dinâmica é a formação de sistemas de ventos cujos vetores apresentam sentidos opostos entre o verão e o inverno, sendo do oceano para o continente durante o verão, e do continente para o oceano durante o inverno.

Quando se leva em consideração a atuação dos controles de mesoescala, observa-se que eles tendem a intensificar o gradiente de pressão durante o verão. De acordo com Grimm (2003), durante o verão austral, na medida em que a zona de maior aquecimento migra em direção aos subtropicais, forma-se um sistema de baixa pressão termal sobre a região do Chaco, no centro da América do Sul, enquanto a pressão aumenta sobre o noroeste do Saara. Verifica-se, então, o fortalecimento do gradiente de pressão sudoeste-nordeste, que intensifica os ventos alísios tropicais, e condiciona uma forte dispersão dos ventos úmidos do litoral em relação ao interior do continente.

O comportamento descrito anteriormente seria concordante com a definição mais simples para regime monçônico, de acordo com Moran & Morgan (1986 *apud* GAN *et al.*, 2009), segundo a qual “uma determinada região está sob circulação de monção quando reversões sazonais na direção dos ventos causam verões chuvosos e invernos secos”. Grimm (2003) afirma, também, que, embora a reversão sazonal dos ventos superficiais em um regime “clássico” de monções não seja aparente no Sistema de Monções da América do Sul, existem feições climáticas na região que lhe são características. Neste sentido, quando a componente média anual é removida (como no caso analisado), a reversão sazonal dos ventos superficiais, induzidos pelo forte aquecimento adiabático nas cadeias montanhosas subtropicais se torna evidente.

## 1.4 Conclusões

De acordo com o estudo de caracterização espaço-temporal das chuvas do Norte Fluminense ora realizado, pode-se identificar cinco padrões fundamentais de comportamento: (1) baixos totais pluviométricos anuais quando comparados aos dos demais segmentos do litoral sudeste brasileiro; (2) aumento dos totais pluviométricos do litoral em relação ao interior do continente; (3) chuvas concentradas no verão ainda que os totais pluviométricos e o comportamento sazonal sejam influenciados pela posição espacial dos postos analisados, expressando a influência da continentalidade

e da maritimidade; (4) grande variabilidade dos totais anuais de chuva entre e intra postos pluviométricos, reflexo da igualmente elevada variabilidade dos totais mensais e diários; e (5) inversão sazonal litoral–continente no sentido de deslocamento das chuvas, caracterizando comportamento monçônico.

Tais resultados vêm a demonstrar que, apesar de o presente estudo ter sido feito com base em apenas cinco postos pluviométricos, a distribuição das chuvas, na região analisada, mostra-se bastante heterogênea tanto no espaço, quanto no tempo. Dessa forma, não devem ser negligenciados, pois destacam a necessidade de intervenções no ambiente que levem em consideração as particularidades locais.

Os resultados em questão reforçam também a importância tanto da ampliação da cobertura de postos pluviométricos na região, quanto e principalmente da continuidade na sequência dos levantamentos, condição sem a qual se torna impossível garantir a existência de um banco de dados com séries históricas longas. Neste particular, apesar de constar um grande número de postos pluviométricos relacionados ao Norte Fluminense na rede do hidroweb/ANA, eles encontram-se, em sua maior parte, desativados e/ou com grandes lacunas de dados, fatores estes que restringem sobremaneira a realização de análises comparativas de longo prazo, com base em séries de dados simultâneas.

Os padrões de comportamento ora observados, também, destacam a importância dos estudos regionais. Contudo, devem sempre estar associados a estudos de maior detalhe. Isto se justifica pelo fato de que estes, muitas vezes, revelam tendências não perceptíveis em recortes de maior abrangência. Neste sentido, apesar da existência de estudos de grande escala no sudeste brasileiro que abordem aspectos climáticos do Norte Fluminense (SEA, 2008; INEA, 2011), somente o presente estudo pode evidenciar a existência de regime monçônico na referida região. É possível que tal tendência só tenha se revelado em virtude do número reduzido de postos pluviométricos considerados, os quais induziram a uma análise de maior detalhamento, mesmo que ainda de caráter regional.

Por fim, dada a grande variabilidade dos totais mensais e anuais apresentados por todos os postos pluviométricos considerados, resultado este que converge com o baixo potencial de previsibilidade de chuvas identificado por outros estudos relacionados ao sudeste brasileiro (NIMER, 1985; SANT'ANNA NETO, 2005; DERECZYNSKI et al., 2009; NUNES et al., 2009), destaca-se a necessidade de uma análise mais aprofundada a respeito do comportamento diário dos dados de chuva, a qual aborde questões como tendências temporais da distribuição dos dias chuvosos e suas possíveis relações com as transformações da paisagem nos últimos cinquenta anos, magnitude e frequência de eventos extremos, dentre outras perspectivas. Tal estudo, por sua vez, já se encontra em andamento na sequência do presente trabalho.

## Referências

BARBETTA, P. A. Correlação e regressão. In: \_\_\_\_\_. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 5 ed. Santa Catarina: Editora da UFSC, 2005. cap. 13.

BIDEGAIN, P.; BIZZERIL, C.; SOFFIATI NETO, A. A. **Lagoas do Norte Fluminense: perfil ambiental**. 1 ed. Rio de Janeiro: SEMADS, 2002. 148p.

BURT, J. E.; BARBER, G. M.; RIGBY, D. L. Extending regression analysis. In: \_\_\_\_\_. **Elementary statistics for geographers**. 3 ed. New York: Guilford Press, 2009. cap. 13.

CARNEIRO, P. R. F. Dos pântanos à escassez: uso da água e conflito na Baixada dos Goytacazes. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE (ANPPAS), 2., 2004, Indaiatuba. **Anais eletrônico...** Indaiatuba: ANPPAS, 2004. Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/GT03/paulo\\_carneiro.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT03/paulo_carneiro.pdf)>. Acesso em: 11 maio 2012.

CRUZ, J. L. V. Origem, natureza e persistência das desigualdades sociais no Norte Fluminense. In: CARVALHO, A. M.; TOTTI, M. E. F. (Orgs.). **Formação Histórica e Econômica do Norte Fluminense**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2006. cap. 2.

DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, n. 1, p. 24–38, 2009.

DOURADO, F. A.; SILVA, A. S. Monitoramento do avanço da frente de dunas na região do Perú, Cabo Frio, Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia. p. 2957–2964.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. Precipitation. In: \_\_\_\_\_. **Water in environmental planning**. 1 ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1978. cap. 2.

FARIA, T. P. Gênese da rede urbana no Norte e Noroeste Fluminenses. In: CARVALHO, A. M.; TOTTI, M. E. F. (Orgs.). **Formação Histórica e Econômica do Norte Fluminense**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2006. cap. 3.

FERREIRA, D. F. Regressão linear simples. In: \_\_\_\_\_. **Estatística Básica**. 1 ed. Lavras: Editora UFLA, 2005. cap. 14.

FIGUEIRÓ, A.; LEAL, P. J. V.; COELHO NETTO, A. L. Do local ao regional: análise comparativa de transectos pluviométricos em diferentes escalas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA (ANPEGE), 5., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANPEGE, 2003. p. 2192–2201.

GAN, M.; RODRIGUES, L. R.; RAO, V. B. Monção na América do Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Orgs.) **Tempo e Clima no Brasil**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. cap. 19.

GRIMM, A. The El Niño impact on the Summer Monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, v. 16, p. 263–280, 2003.

HOLTZ, A. C. T. Precipitação. In: PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. (Orgs.) **Hidrologia Básica**. 1 ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1976. cap. 2.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **O estado do ambiente**: indicadores ambientais do Rio de Janeiro – 2010, 2011. Rio de Janeiro, 2011. 160p.

LAMEGO, A. R. O Homem e o Brejo. 1 ed. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia (CNG), 1945. 204p.

LAPPONI, J. C. Regressão linear. In: \_\_\_\_\_. **Estatística usando Excel**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. cap. 15.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. T.; CANDIDO, D. H. Clima da Região Sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Orgs.) **Tempo e Clima no Brasil**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. cap. 16.

PRIMO, P. B. S.; BIZERRIL, C. R. S. F. **Lagoa de Araruama**: Perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo. 1 ed. Rio de Janeiro: SEMADS, 2002. 160p.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria Estadual do Ambiente. Análise e qualificação sócio-ambiental do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:100.000): subsídios ao ZEE–Zoneamento Ecológico Econômico – Relatório da Etapa V, Fase I: Análise e qualificação sócio-ambiental das regiões hidrográficas de Macaé (RH – VII), Baixo Paraíba do Sul (RH – IX) e Itabapoana (RH – X). Rio de Janeiro, 2008. 223p.

SALGADO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; MOURA, J. R. S. Caracterização espaço-temporal da chuva como subsídio à análise de episódios de enchentes no município de Angra dos Reis, RJ. **Geosul**, v. 22, n. 44, p. 7–26, 2007.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 43–60, 2005.

STRAHLER, A.; STRAHLER, A. Air temperature and air temperature cycles. In: \_\_\_\_\_. **Physical Geography: science and systems of the human environment**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 2002. cap. 5.

STRAHLER, A. & STRAHLER, A. Winds and the global circulation system. In: \_\_\_\_\_. **Physical Geography: science and systems of the human environment**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 2002. cap. 7.

TOGASHI, H. F. **Caracterização dos fluxos hídricos em três estágios sucessionais na sub-bacia do rio Caçambe, maciço da Pedra Branca (RJ)**. 2011. 169p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

TOTTI, M. E. F.; PEDROSA, P. Região Norte Fluminense: terra de contrastes. In: CARVALHO, A. M.; TOTTI, M. E. F. (orgs.). **Formação Histórica e Econômica do Norte Fluminense**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2006. cap. 1.

ZENTGRAF, R. Modelos de regressão. In: \_\_\_\_\_. **Estatística Objetiva**. 4 ed. Rio de Janeiro: ZTG Editora, 2008. cap. 7.