

# ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO ANUAL E TRIMESTRAIS DA BACIA DO RIO DE CONTAS (SUB-BACIA 52)

Érica Cristine Medeiros Nobre Machado  
*Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: erica@ccta.ufcg.edu.br*

Osvalcélio Mercês Furtunato  
*Serviço Geológico do Brasil. E-mail: osvalcelio.furtunato@cprm.gov.br*

Eber José de Andrade Pinto  
*Serviço Geológico do Brasil. E-mail: eber.andrade@cprm.gov.br*

**Abstract:** The high spatial and temporal variability of the rainfall is mainly determined by general atmospheric circulation, but, local features, such vegetation and topography are also decisive. This paper presents Rio de Contas Basin's isohyets maps, with the support from 30 precipitations points in an area of about 56,290 km<sup>2</sup>, in state of Bahia, Northeast of Brazil. The period of sampling starts in 1975 and finished in 2007. ArcView® was the software used to definition equal precipitation's lines and Krigagem was the method used to interpolation the average precipitations points. Results are consistent with the mechanisms of formation of basin's rainfall. Precipitations were from 531.04 to 2,356.23 mm/year and the highest precipitations regions occurred in the coastal area, whose intensity gradually decreases as into to moves into the inner regions of the basin and increases slightly when approaching from the Chapada Diamantina. The rainiest trimester in the coastal regions starts in April and ends in June, and the inner regions of the basin the rainiest trimester occur from October to November and from January to March.

**Key-words:** variability rainfall, isohyets maps, krigagem.

## 1. Introdução

A importância do conhecimento das características da precipitação em uma bacia hidrográfica, e sua variabilidade temporal e espacial, sempre esteve associada à geração de estudos hidrológicos que subsidiem projetos de obras hidráulicas, e, após o advento da Política Nacional dos Recursos Hídricos, que ofereçam suporte técnico aos instrumentos dos sistemas de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Contudo, devido a um cenário cada vez mais freqüente de tragédias relacionadas a eventos extremos, e o desenvolvimento de sistemas de alertas cada vez mais precisos, o estudo da variabilidade espaço-temporal da precipitação se torna ainda mais imprescindível. Como bem enfatiza Mine (2006), os estudos da variabilidade da precipitação podem reduzir seus efeitos danosos e maximizar seus efeitos benéficos.

A variabilidade espaço-temporal da precipitação é determinada, principalmente, por padrões de grande escala da circulação geral da atmosfera. O estudo das relações entre as alterações da circulação atmosférica e seus efeitos no clima, e conseqüentemente no regime hidrológico, tiveram início no século XX e, os primeiros estudos procuraram estabelecer as relações dos diferentes indicadores climáticos com as precipitações (Pinto, 2005). Contudo, características locais, como vegetação e orografia também influenciam na precipitação. No Nordeste do Brasil (NEB), por exemplo, a ocorrência da precipitação em áreas relativamente próximas espacialmente não segue um padrão definido, quando consideradas pequenas escalas, sendo esta variabilidade determinada pela natureza convectiva das precipitações (Clarke e Galvão, 1995; Galvão, 1999).

Para geração de mapas que representem a variabilidade espacial da precipitação em uma bacia hidrográfica é necessária a interpolação dos dados pontuais obtidos por meio de pluviômetros ou pluviógrafos componentes de uma rede pluviométrica. A interpolação espacial converte dados de observações pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas (Queiroga et al, 2007). Mine (2006) destaca que ainda é comum o uso de métodos manuais em hidrologia para interpolação dos dados de precipitação, sendo freqüentemente utilizado o Método do Quadrado da Distancia e o os Polígonos de Thiessen. A autora ainda destaca que estes métodos são na maioria dos casos considerados arbitrários e inflexíveis, e defende o uso de métodos geoestatísticos, por serem facilmente automatizados e apresentarem resultados confiáveis a partir de um modelo explícito da variabilidade espacial.

Mello et al (2003), por exemplo, compararam o desempenho do interpolador geostatístico da Krigagem com o Inverso do Quadrado da Distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas em 140 estações meteorológicas do Estado de São Paulo. Os autores verificaram que ambos os métodos apresentaram boa precisão, mas, a Krigagem apresentou menores erros de interpolação dos parâmetros.

O objetivo deste trabalho é fornecer uma contribuição para estudos hidrológicos na bacia do Rio de Contas, estado da Bahia, através da espacialização dos dados de precipitação anual e trimestral utilizando o interpolador geostatístico da Krigagem e o software ArcView®, além da validação dos resultados através da correlação destes dados espacializados com os principais sistemas meteorológicos que atuam na região. Este estudo é derivado do Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil com o objetivo de reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional e apresentá-las em um sistema de informações geográficas.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1 Área de estudo

Segundo a resolução n° 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o Brasil é dividido em 12 regiões hidrográficas. A bacia do Rio de Contas possui uma área de 56.290 km<sup>2</sup> e está localizada entre os paralelos 13°00'W e 16°00'W. Também é denominada sub-bacia 52 por compor, juntamente com as sub-bacias 50, 51, 53, 54 e 55, a Região Hidrográfica do Atlântico Leste (Figura 1). Esta região contempla as capitais dos estados de Sergipe e da Bahia, alguns grandes núcleos urbanos e um parque industrial significativo, estando nela inseridos, parcial ou integralmente, 526 municípios (ANA, 2011).

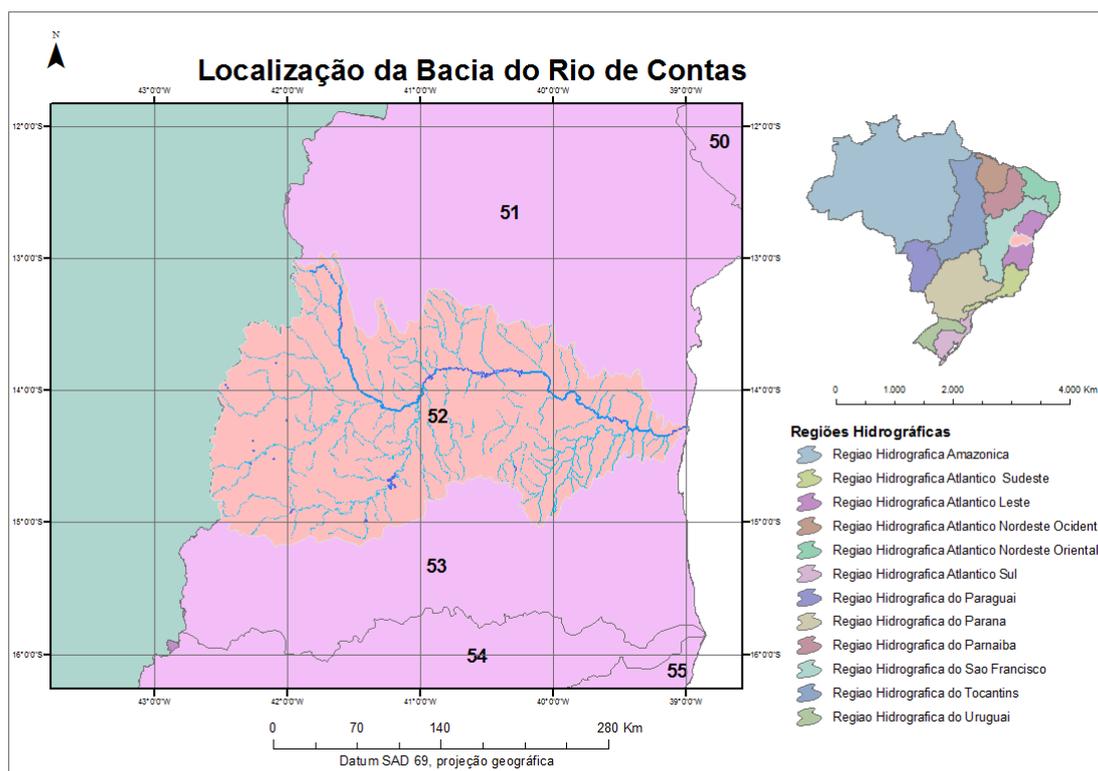


Figura 1 – Localização da Bacia do Rio de Contas na Região Hidrográfica Atlântico Leste.

O rio principal da sub-bacia 52, o Rio de Contas, tem origem nas terras de Trombas e do atalho da Chapada Diamantina no município de Piatã, em altitude superior a 1.000 m. Seus principais tributários são os rios Água Suja, Ribeirão, Machado, Água branca, São João, Brumado, Ribeirão das Furnas, Do São Paulo, Ourives, Mato grosso e Sincorá; rios com bacias de captação bastante consideráveis (Figura 2). As nascentes destes tributários, de um modo geral, apresentam-se como cursos permanentes, e à medida que se desenvolvem a jusante, traços tornam-se temporários (CPRM/SGB, 1998).

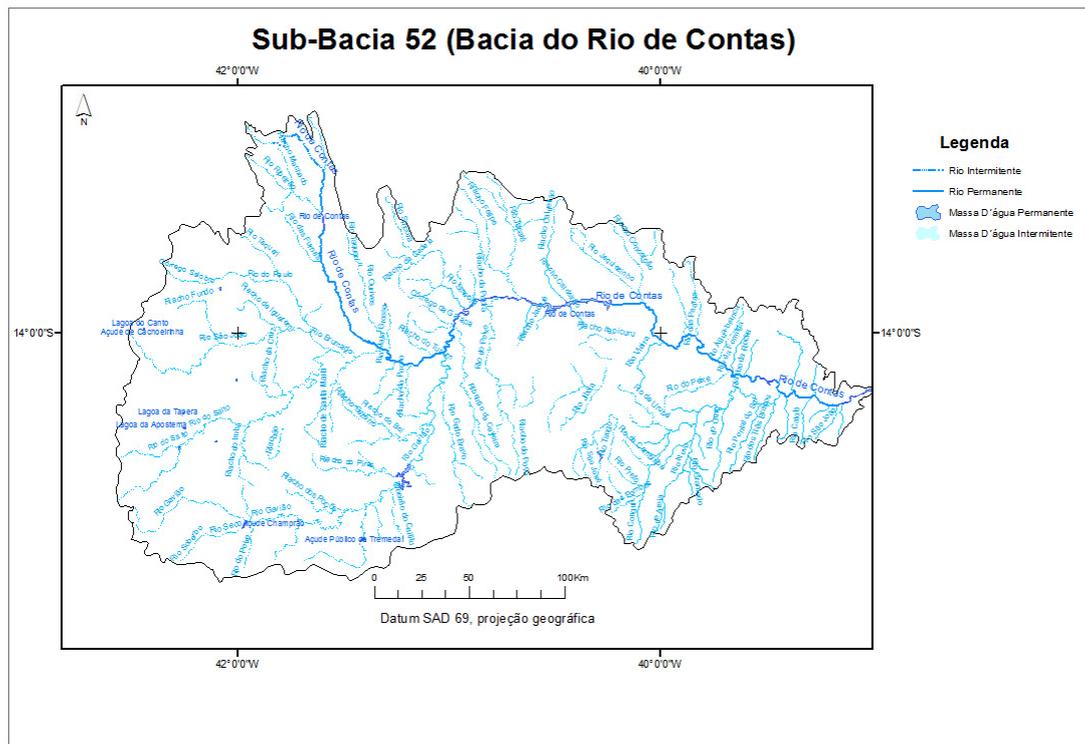


Figura 2 – Rede hidrográfica da Bacia do Rio de Contas.

A bacia do Rio de Contas enquadra-se nas regiões morfológicas da Chapada Diamantina e da Depressão Sertaneja, apresentando, portanto uma alta variabilidade de altitudes. Segundo Braga et al (1998), a Chapada Diamantina representa com maior expressividade o efeito orográfico da Bahia e afeta as circulações no sentido do litoral para o interior, que expressam o contraste dos parâmetros de umidade e vegetação de suas vertentes: enquanto que a vertente oriental retém mais umidade, a ocidental traz as características do semi-árido.

Com relação à vegetação da bacia do Rio de Contas, a formação do solo e as associações são relacionadas ao clima, e são distinguidas cinco zonas climáticas (CPRM/SGB, 1998): 1- Zona de vegetação Latófitas e Psamófitas na planície arenosa da praia e do litoral; 2 - Zona da Mata Pluvial Tropical; 3 - Zona de Transição Semidecídua, Mata do Cipó; 4 - Caatinga; e, 5- Campos Lindos e Campos Cerrados das regiões altas.

Segundo Rodrigues et al (2009) e Araújo e Rodrigues (2000), os principais sistemas meteorológicos de grande escala que atuam na formação da precipitação no Nordeste do Brasil são as Massas de Ar, os Sistemas Frontais (SF), a Zona de Convergência Atlântico do Sul (ZCAS) e os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS). Contudo, os autores destacam que sistemas de menor escala (Distúrbios de Leste, Sistemas orogenéticos e Sistemas de brisas) também influenciam a ocorrência de chuvas e, determinam, juntamente com os sistemas de grande escala, três principais períodos chuvosos bem como a distribuição espacial da precipitação sobre a região.

O efeito combinado destes vários sistemas, bem como características locais de orografia e vegetação, contribui para a divisão da região Nordeste do Brasil em quatro sub-regiões, para fins de análise climática regional: o Norte do Nordeste, o Leste do Nordeste, o Sul do Nordeste e a Pré-Amazônia (Figura 3). A bacia do Rio de Contas apresenta uma alta variabilidade espacial e temporal da precipitação principalmente por mesclar características de duas destas sub-regiões climáticas, a região do Leste do Nordeste e a região do Sul do Nordeste, conforme apresentado na Figura 4.

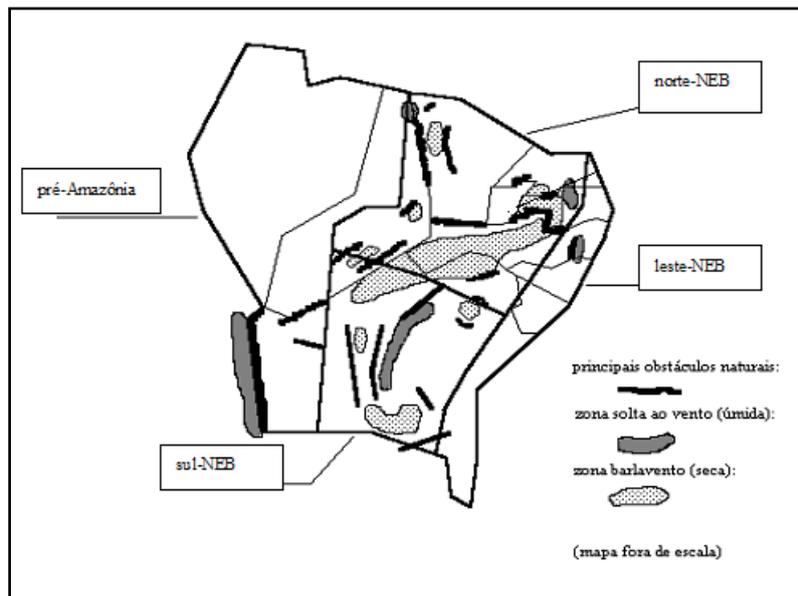


Figura 3 – Sub-regiões climáticas do Nordeste do Brasil (adaptação de Nobre e Molion, 1998 e Cadier, 1994 realizada por Galvão, 1999).

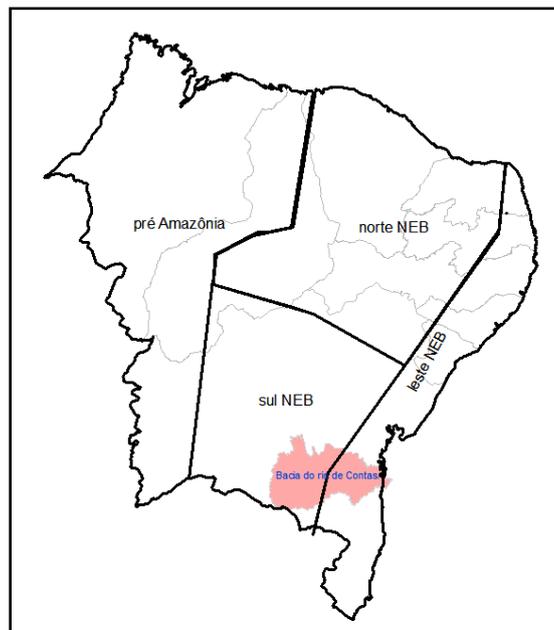


Figura 4 – Localização da bacia do rio de Contas nas Sub-regiões climáticas do Nordeste do Brasil.

A bacia do rio de Contas está totalmente inserida no território do estado da Bahia. Araújo e Rodrigues (2000) definiram regiões características para este estado, de acordo com os principais períodos de ocorrência de precipitação e os sistemas meteorológicos associados, e baseados na análise feita por Braga et al (1999), que utilizaram o método de agrupamento proposto por Ward (1963). Foram definidas oito regiões características para o estado da Bahia: Oeste, São Francisco, Norte, Chapada Diamantina, Sudoeste, Sul, Recôncavo e Nordeste, sendo que a bacia do Rio de Contas, apesar de quase totalmente inserida na região Sudoeste, apresenta também características da região Sul (leste da bacia), região da Chapada Diamantina (Noroeste da Bacia) e pequenas áreas não significativas na região do São Francisco e na região do Recôncavo, conforme apresentado na Figura 5.

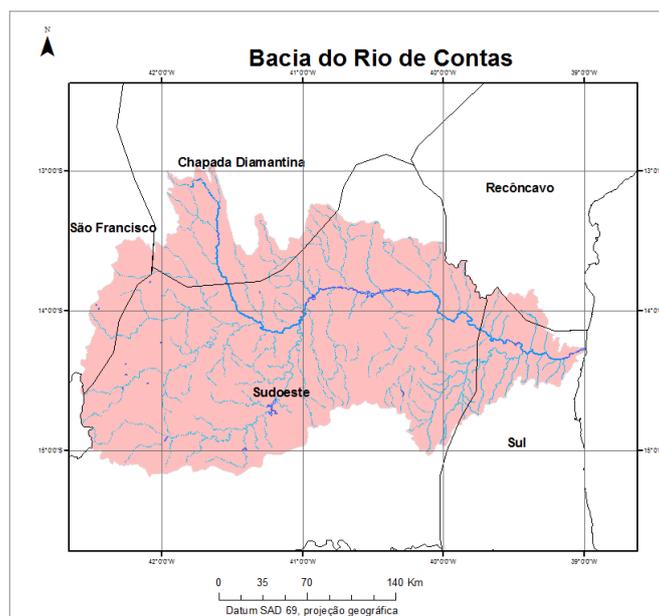


Figura 5 – Localização da bacia do Rio de Contas na proposta de divisão do estado da Bahia para efeito de previsão de tempo e clima realizada por Araujo e Rodrigues (2000).

Segundo Araujo e Rodrigues (2000), nas regiões São Francisco, Sudoeste e Chapada Diamantina o período de maior ocorrência de chuvas é de novembro a março, com máximo em dezembro. Sendo o principal mecanismo formador das chuvas nesse período o avanço dos sistemas frontais para a Região Nordeste do Brasil e sua interação com a convecção da Amazônia. Os autores caracterizam a região sul da Bahia como atípica no que se refere à intensidade de precipitação, em relação ao interior do estado, pois, nesta região, o período chuvoso concentra-se entre abril a julho, com máximos em junho. Os Distúrbios de Leste, os Sistemas Frontais e Sistemas de Brisa são os principais sistemas meteorológicos causadores de precipitação nesta região.

Essa predominância de precipitação no outono e inverno, período de abril a julho, é comum para toda a região leste do nordeste do Brasil (leste do NEB), a qual abrange, além do litoral baiano, a faixa úmida litorânea dos estados do Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. As chuvas neste período são responsáveis por 60% da precipitação média anual, enquanto que os meses mais secos, setembro a dezembro, correspondem a apenas 10% da precipitação média anual (Galvão, 1999).

## 2.2 Aquisição e consolidação dos dados

Como parte de uma análise em uma escala maior, a espacialização dos dados de precipitação da bacia do Rio de Contas foi obtida a partir de dados pluviométricos de estações contidas na área de abrangência da Superintendência Regional de Salvador (SUREG/SA) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), a qual abrange, além da bacia do Rio de Contas (sub-bacia 52), as sub-bacias 50, 51 e 53 da Região Hidrográfica do Atlântico Leste; e as sub-bacias 45, 46 e 47 da Região Hidrográfica do São Francisco.

O banco de dados pluviométricos da SUREG/SA gerado para atender aos estudos do projeto Atlas Pluviométrico do Brasil foi organizado através da reunião de dados de estações pluviométricas que continham, entre o período de 1975 a 2007, no mínimo 15 anos completos de dados (sem falhas), contínuos ou não, totalizando 277 estações. Destas, 126 são estações da Agência Nacional de Águas (ANA), pertencentes à Rede Hidrometeorológica Nacional, cujos dados são monitorados e consistidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB). As demais pertencem às redes hidrometeorológicas da CHESF, CODEVASF, DNOCS, EMBASA e SUDENE, e os dados brutos de precipitação foram obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da ANA. Deste universo, as 30 estações apresentadas na Tabela 1 estão contidas no território da bacia do Rio de Contas.

Antes do processamento dos dados pluviométricos, por ser dados oriundos de órgãos distintos e com níveis de consistências variados, foram executadas algumas análises a fim de verificar a qualidade e homogeneidade do banco de dados. Estas análises consistiram de: 1 - Detecção de erros grosseiros; 2 -

Preenchimento de falhas e consistência mensal dos dados; 3 – Verificação da homogeneidade e consistência anual dos dados.

Tabela 1 – Estações pluviométricas e período de dados utilizados para a bacia do Rio de Contas.

Código	Nome	Entidade	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Período de Dados
01340003	Jequié	ANA	-40,14	-13,87	197	1975 a 2007
01341029	Ituaçu	ANA	-41,31	-13,81	529	1985 a 2007
01439006	Pedrinhas	ANA	-39,47	-14,33	96	1975 a 2007
01439014	Ipiaú	ANA	-39,69	-14,17	129	1975 a 2007
01440032	Areião	ANA	-40,14	-14,61	607	1985 a 2007
01441000	Santo Antônio	ANA	-41,29	-14,10	339	1975 a 2007
01440019	Areião	CHESEF	-40,98	-14,03	280	1975 a 1991
01340007	Itiruçu	DNOCS	-40,13	-13,53	775	1975 a 1990
01341007	Contendas do Sincorá	DNOCS	-41,03	-13,77	329	1975 a 1991
01341011	Rio de Contas	DNOCS	-41,82	-13,57	1041	1975 a 1990
01440010	Açude Morrinhos	DNOCS	-40,30	-14,52	812	1975 a 1991
01440017	Catingal (Boa Esperança)	DNOCS	-40,57	-14,03	351	1975 a 1991
01441004	Malhada de Pedras	DNOCS	-41,90	-14,38	513	1975 a 1990
01441002	Piripá	SUDENE	-41,72	-14,94	652	1975 a 1999
01340006	Monte Branco	SUDENE	-40,37	-13,84	259	1976 a 1991
01340013	Lafaiete Coutinho	SUDENE	-40,21	-13,66	541	1978 a 1990
01340019	Fazenda Alagadiço	SUDENE	-40,75	-13,50	401	1978 a 1991
01341002	Barragem do Brumado	SUDENE	-41,82	-13,57	1046	1975 a 1990
01341010	Iguatemi	SUDENE	-41,9	-13,93	481	1975 a 1991
01341012	Dom Basílio (Iborocaim)	SUDENE	-41,78	-13,76	439	1975 a 1990
01439005	Ponto Chique	SUDENE	-39,93	-14,55	211	1975 a 1991
01439015	Itacaré	SUDENE	-39,00	-14,28	20	1975 a 1991
01439043	Ubaitaba (Itapira)	SUDENE	-39,32	-14,30	137	1975 a 1991
01440016	Caldeirão	SUDENE	-40,77	-14,36	391	1975 a 1990
01440022	Caetanos	SUDENE	-40,91	-14,34	418	1975 a 1991
01441001	Piabanha	SUDENE	-41,27	-14,30	453	1975 a 1991
01441010	Cristalândia (Cristais)	SUDENE	-41,44	-14,02	367	1975 a 1991
01441014	Alegre	SUDENE	-41,08	-14,43	386	1975 a 1991
01441015	Anagé (Joanópolis)	SUDENE	-41,13	-14,61	366	1975 a 1991
01541008	Cordeiros (Mandacaru)	SUDENE	-41,93	-15,04	715	1975 a 1989

Na detecção de erros grosseiros, conforme recomendado por Pinto et al (1976), foram buscadas observações marcadas em dias que não existem e de quantidades absurdas, que, sabidamente, não podem ter ocorrido. Utilizando, nesta última análise, quando disponível, dados de pluviógrafos e de estações telemétricas, como por exemplo, os dados do pluviógrafo instalado na estação de Ipiaú; e, dados de estudos de consistência e homogeneização de dados pluviométricos realizados em projetos anteriores, como o realizado pela ANEEL (1999).

Uma análise pluviométrica mensal geralmente é feita através do estudo do comportamento da série em análise em relação a séries históricas de estações vizinhas, pelo método da dupla acumulada ou pela comparação de cada série de uma determinada região com uma série de referência, elaborada a partir de todas as informações desta região (ANEEL, 1999). Esse processo deve ser criteriosamente executado, consultando, quando possível, informações acerca da topografia e uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica; boletins originais de monitoramento para esclarecimentos de eventuais dúvidas acerca das leituras; e, relatórios de visitas técnicas nas estações pluviométricas para verificação de registro de ocorrência de eventuais anormalidades. O conhecimento do especialista acerca da bacia em análise, bem como dos sistemas meteorológicos que interferem na formação de chuva na região, também são importantes.

Todos estes cuidados são necessários para que, valores reais extremos de precipitação não sejam simplesmente descartados ou corrigidos, pela simples não concordância com valores médios mensais de estações próximas. Bem como, para permitir que eventuais falhas de leituras ou valores absurdos sejam preenchidos/corrigidos, com certo grau de confiança. Dessa forma, por ser um processo por demais

dispendioso e criterioso, e por não se dispor de todas as informações necessárias para realizar a análise de consistência mensal de estações não monitoradas pela CPRM, a análise de consistência mensal foi realizada apenas nas estações pertencentes à ANA. Estas estações já apresentavam nível de status consistido no banco de dados, dessa forma, a análise deste trabalho pôde ser realizada de uma forma mais simplificada, apenas a título de validação dos dados consistidos.

A análise de consistência mensal foi realizada com o auxílio do *software* Hidro-Plu, Programa de homogeneização de dados pluviométricos desenvolvido pela ANEEL. O Hidro-Plu critica os totais mensais incompatíveis da estação em análise com os totais mensais das estações de apoio e sugere novos valores, quando for o caso, tanto para substituição de dados inconsistentes quanto para preenchimento de falhas. Foram utilizados nesta análise todos os períodos de dados disponíveis das estações da bacia do Rio de Contas e das estações das bacias vizinhas, empregando-se a opção de média de longo período como tipo de média de testes e os parâmetros: G1=1,5; G2=1,4 e G5=0,5, recomendados para a região.

Na seleção dos apoios para cada estação em análise, tanto na análise de consistência mensal quanto na análise de consistência anual, foram considerados os seguintes critérios: mínimo de 2 e máximo de 9 apoios; distância máxima de 70 km; e, correlação mínima de 0,70. A Tabela 2 mostra os dados das estações de apoio consideradas para cada estação pluviométrica da bacia do Rio de Contas, segundo estes critérios. Desta tabela observa-se que cada estação possui, em média, 6 apoios com uma correlação média de 0,82 e uma distancia média de 50,41 km.

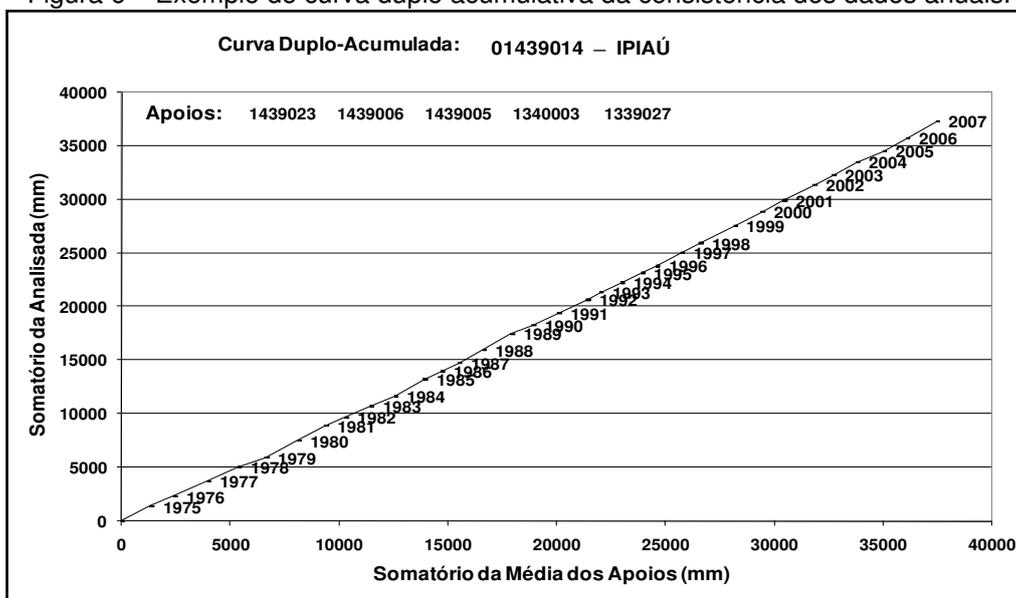
Tabela 2 – Dados das estações de apoios selecionadas para cada estação da bacia do Rio de Contas.

<b>Código</b>	<b>Quantidade de apoios</b>	<b>Correlação</b>	<b>Distância média (km)</b>
01340003	9	0,80	69,47
01341029	4	0,88	66,30
01439006	2	0,79	35,00
01439014	5	0,75	52,82
01440032	6	0,90	52,65
01441000	7	0,87	33,76
01441002	5	0,85	44,90
01340006	4	0,77	31,80
01340007	4	0,78	35,40
01340013	5	0,82	69,54
01340019	9	0,78	68,63
01341002	5	0,89	30,20
01341007	4	0,83	36,25
01341010	9	0,85	59,01
01341011	3	0,92	29,37
01341012	4	0,87	28,40
01439005	9	0,75	61,01
01439015	4	0,62	75,75
01439043	3	0,66	64,33
01440010	9	0,65	79,83
01440016	6	0,88	38,37
01440017	5	0,86	46,96
01440019	9	0,87	85,57
01440022	5	0,85	34,12
01441001	7	0,83	36,07
01441004	7	0,79	83,83
01441010	3	0,84	31,17
01441014	7	0,86	34,11
01441015	6	0,85	39,22
01541008	9	0,79	58,33
<b>Média</b>	<b>6</b>	<b>0,82</b>	<b>50,41</b>

A verificação da homogeneidade e consistência dos dados anuais foi realizada para todas as estações da bacia do Rio de Contas, utilizando-se, como referência, a curva dupla acumulativa ou curva de massa. Esta curva foi gerada plotando-se no eixo y os totais anuais acumulados da estação em análise e, no eixo x, o acumulado da média aritmética dos totais anuais precipitados em cada estação de apoio. Uma mudança

brusca de direção da reta indica alguma anormalidade ocorrida na estação em análise naquele ano, e neste caso, a decisão tomada variou da seguinte forma: 1- Nas estações em que foi realizada previamente a análise de consistência mensal, a mesma foi revisada, compatibilizando os totais mensais com qualquer eventual correção efetuada no total anual; 2- Nas estações que não foram submetidas ao processo de consistência mensal dos dados, foram simplesmente excluídos do banco de dados os dados de precipitação dos anos cujos totais anuais estavam incompatíveis com os apoios ou estavam incompletos, visto que não se dispunha de informações adicionais confiáveis para se realizar qualquer alteração ou preenchimento destes dados. A Figura 6 mostra um exemplo de uma curva duplo acumulativa para uma destas estações.

Figura 6 – Exemplo de curva duplo acumulativa da consistência dos dados anuais.



### 2.3 Espacialização dos dados de precipitação

Foram calculados os valores das precipitações médias anuais de cada estação da bacia do Rio de Contas, bem como os valores médios associados aos trimestres Janeiro-Fevereiro-Março (JFV), Abril-Maio-Junho (AMJ), Julho-Agosto-setembro (JAS) e Outubro-Novembro-Dezembro (OND). Estas informações pontuais, bem como as informações das bacias circunvizinhas, foram espacializadas gerando isoietas, utilizando o interpolador geoestatístico Krigagem através do *software* ArcView®, com a seguinte configuração: modelo exponencial com anisotropia; vizinhos a incluir: 5; incluir no mínimo: 2; tipo de seção: quatro setores; ângulo da elipse: default; eixo maior: 2; eixo menor: 1.

Durante a geração das isolinhas foi verificada a ocorrência de estações cujos erros absolutos resultaram muito alto e destoante dos demais (maior do que 500 mm para a variável anual e maior do que 200 mm para as variáveis trimestrais), removendo-as do processo de modo a melhorar a eficiência do traçado. Além disso, após a geração automática das isolinhas pelo interpolador Krigagem, as mesmas foram ajustadas manualmente, suavizando-as e observando-se a concordância do traçado com o modelo digital do terreno e o relevo sombreado da região, e, no caso da média anual, a comparação com o mapa de isolinhas pré-existente gerado pela SEI (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia) para o estado da Bahia, utilizando as normais climatológicas de 1961 a 1990.

## 3. Resultados e discussão

A Tabela 3 mostra os valores médios de precipitação anual e trimestrais obtidos para cada estação da bacia do Rio de Contas, divididas por regiões climáticas do estado da Bahia, na qual se observa uma precipitação média anual de 1.006,13 mm para a bacia. Contudo, ao analisar as sub-regiões individualmente, verifica-se que todas as estações contidas na região sul da Bahia, estações mais próximas do litoral, apresentam totais anuais superiores à média anual da bacia, resultando em uma média anual de 1.556,02 mm para esta região.

Houve pouca variação no total médio anual nas estações contidas na região da Chapada Diamantina e na Região Sudoeste da Bahia, sendo de 772,42 mm para a primeira e 689,95 mm para a segunda. Porém, apesar de próximo, observa-se um ligeiro aumento do valor médio da precipitação anual das estações próximas a chapada diamantina, influenciadas provavelmente por fatores orográficos.

Tabela 3 – Valores médios de precipitação anual e trimestrais das estações da bacia do Rio de Contas.

Estação		Precipitação (mm)				
Código	Nome	Anual	JFM	AMJ	JAS	OND
<i>Região da Chapada Diamantina</i>						
01341002	Barragem do Brumado	836,74	339,16	108,22	43,06	346,3
01341011	Rio de Contas	891,22	372,42	121,40	54,55	342,85
01341012	Dom Basílio (Iborocaim)	589,31	264,02	43,08	14,77	267,45
<i>Valores médios</i>		<i>772,42</i>	<i>325,20</i>	<i>90,90</i>	<i>37,46</i>	<i>318,87</i>
<i>Região Sudoeste da Bahia</i>						
01340003	Jequié	633,08	227,57	106,43	73,61	225,47
01340006	Monte Branco	560,58	183,69	84,39	63,3	229,2
01340007	Itiruçu	814,26	273,54	172,45	144,8	223,47
01340013	Lafaiete Coutinho	876,33	330,35	160,49	86,96	298,52
01340019	Fazenda Alagadiço	621,15	252,47	92,24	35,92	240,53
01341007	Contendas do Sincora	651,6	252,32	80,96	42,19	276,14
01341010	Iguatemi	553,92	212,09	43,09	14,41	284,33
01341029	Ituaçu	635,78	248,82	79,10	31,93	275,92
01439005	Ponto Chique	1115,64	334,74	236,58	151,89	392,42
01440010	Açude Morrinhos	944,55	358,07	162,52	106,98	316,98
01440016	Caldeirão	531,04	242,77	48,80	10,42	229,05
01440017	Catingal (Boa Esperança)	657,78	308,99	81,59	25,64	241,55
01440019	Areião	641,39	279,83	82,01	27,17	252,39
01440022	Caetanos	572,78	243,73	62,21	15,73	251,11
01440032	Areião	511,16	205,28	53,18	19,12	233,58
01441000	Santo Antônio	581,56	253,41	63,95	21,48	242,72
01441001	Piabanha	696,11	287,88	95,35	29,2	283,68
01441002	Piripá	747,12	334,81	56,49	20,88	334,95
01441004	Malhada de Pedras	780,80	359,39	79,65	36,09	305,66
01441010	Cristalândia (Cristais)	539,97	221,64	51,41	15,12	251,80
01441014	Alegre	635,64	278,41	67,42	16,79	273,03
01441015	Anagé (Joanópolis)	719,52	307,09	75,62	25,99	310,82
01541008	Cordeiros (Mandacaru)	847,14	362,79	58,67	14,01	411,66
<i>Valores médios</i>		<i>689,95</i>	<i>276,51</i>	<i>91,07</i>	<i>44,77</i>	<i>277,61</i>
<i>Região Sul da Bahia</i>						
1439006	Pedrinhas	1145,05	330,43	296,33	204,38	313,9
1439014	Ipiaú	1129,88	338,20	273,87	192,22	325,59
1439015	Itacaré	2356,23	583,52	754,34	496,12	522,24
1439043	Ubaitaba (Itapira)	1592,9	428,96	400,18	331,55	432,22
<i>Valores médios</i>		<i>1556,02</i>	<i>420,28</i>	<i>431,18</i>	<i>306,07</i>	<i>398,49</i>
<i>Toda a bacia do Rio de Contas</i>						
<i>Valores médios</i>		<i>1006,13</i>	<i>340,66</i>	<i>204,38</i>	<i>129,43</i>	<i>331,65</i>

Em relação aos valores médios de precipitações trimestrais, nas estações contidas na região da Chapada Diamantina e na região Sudoeste da Bahia é evidente a predominância de chuva nos trimestres Janeiro-Fevereiro-Março e Outubro-Novembro-Dezembro, em torno de 80% do total anual. Este comportamento já era o esperado e validam os resultados, pois, o principal mecanismo formador de chuvas nestas regiões é o avanço dos sistemas frontais para a região nordeste do Brasil e sua interação com a convecção da Amazônia, ocasionando uma maior ocorrência de chuvas de novembro a março.

Já na região Sul do estado da Bahia, o comportamento esperado era de predominância de chuva no período de abril a julho, pois, nesta região o principal mecanismo gerador das chuvas é a convergência das frentes frias, que sopram de sudeste, com a brisa terrestre, que sopra do continente para o oceano, convergência esta que atinge o seu máximo nos meses de outono e inverno, quando os ventos alísios de sudeste são relativamente fortes. Contudo, os efeitos das brisas terrestres e marítimas, que contribuem para a ocorrência de chuvas na costa nordestina, ocorrem durante todo o ano. Os resultados dos valores médios de precipitações trimestrais das estações contidas na região Sul do estado da Bahia evidenciam este comportamento, pois, verifica-se a ocorrência de precipitação relativamente bem distribuída em todos os trimestres do ano, mas, um ligeiro aumento na precipitação no trimestre de abril a junho.

Durante a espacialização dos dados médios de precipitação da bacia do Rio de Contas utilizando o interpolador geostatístico Krigagem, foram removidos, conforme previsto na metodologia, os dados referentes a estação de Areião (1440032) e Itacaré (1439015), para a isolinha anual, e os dados referentes a estação de Itacaré (1439015) para a isolinha do trimestre Abril-Maio-Junho, os quais estavam destoantes dos demais. As isoietas de precipitação anual e trimestrais geradas estão apresentadas, respectivamente, na Figura 7 e na Figura 8, com a espacialização dos dados em toda a bacia do Rio de Contas.

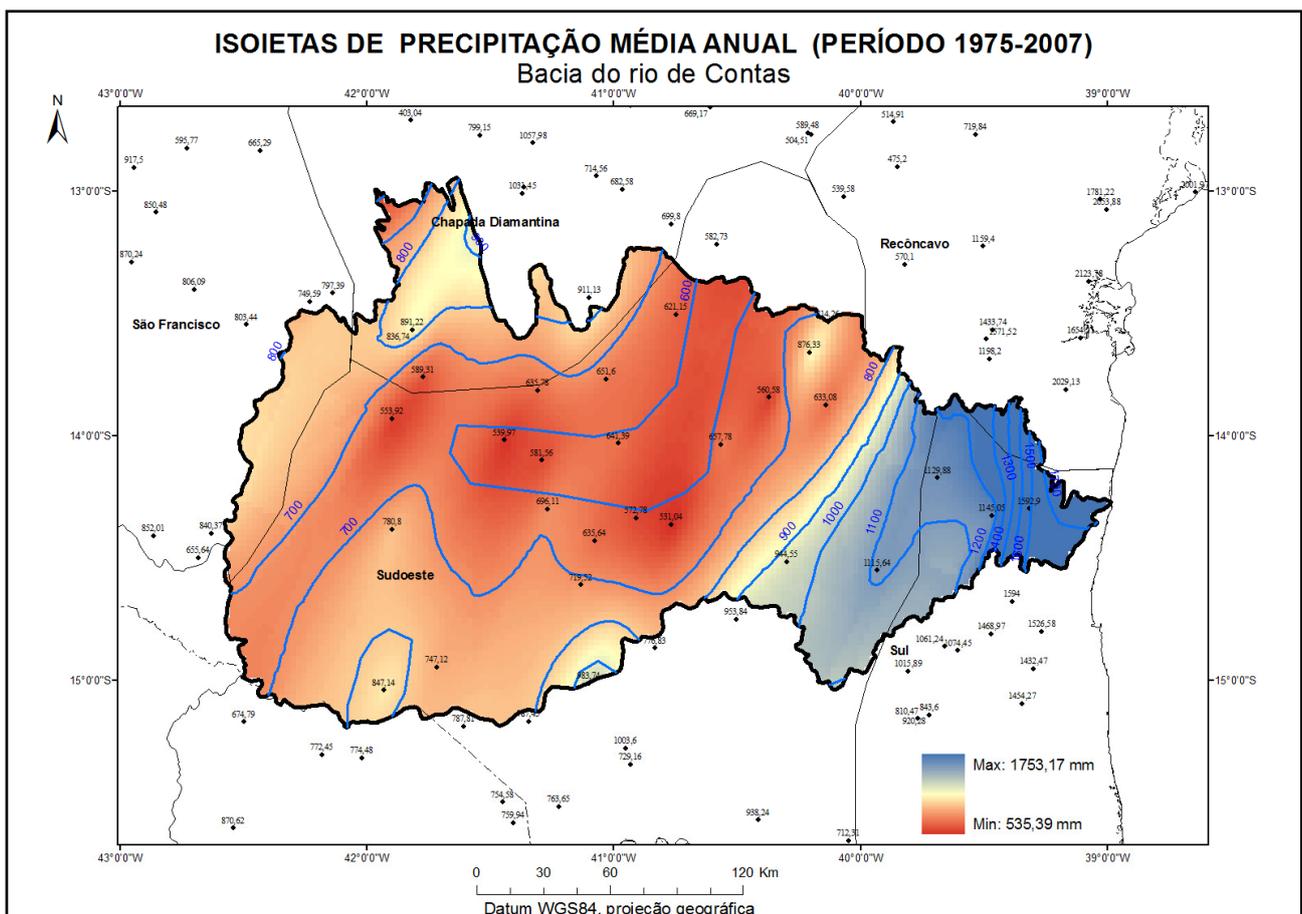


Figura 7 – Espacialização dos dados de precipitação média anual na bacia do Rio de Contas.

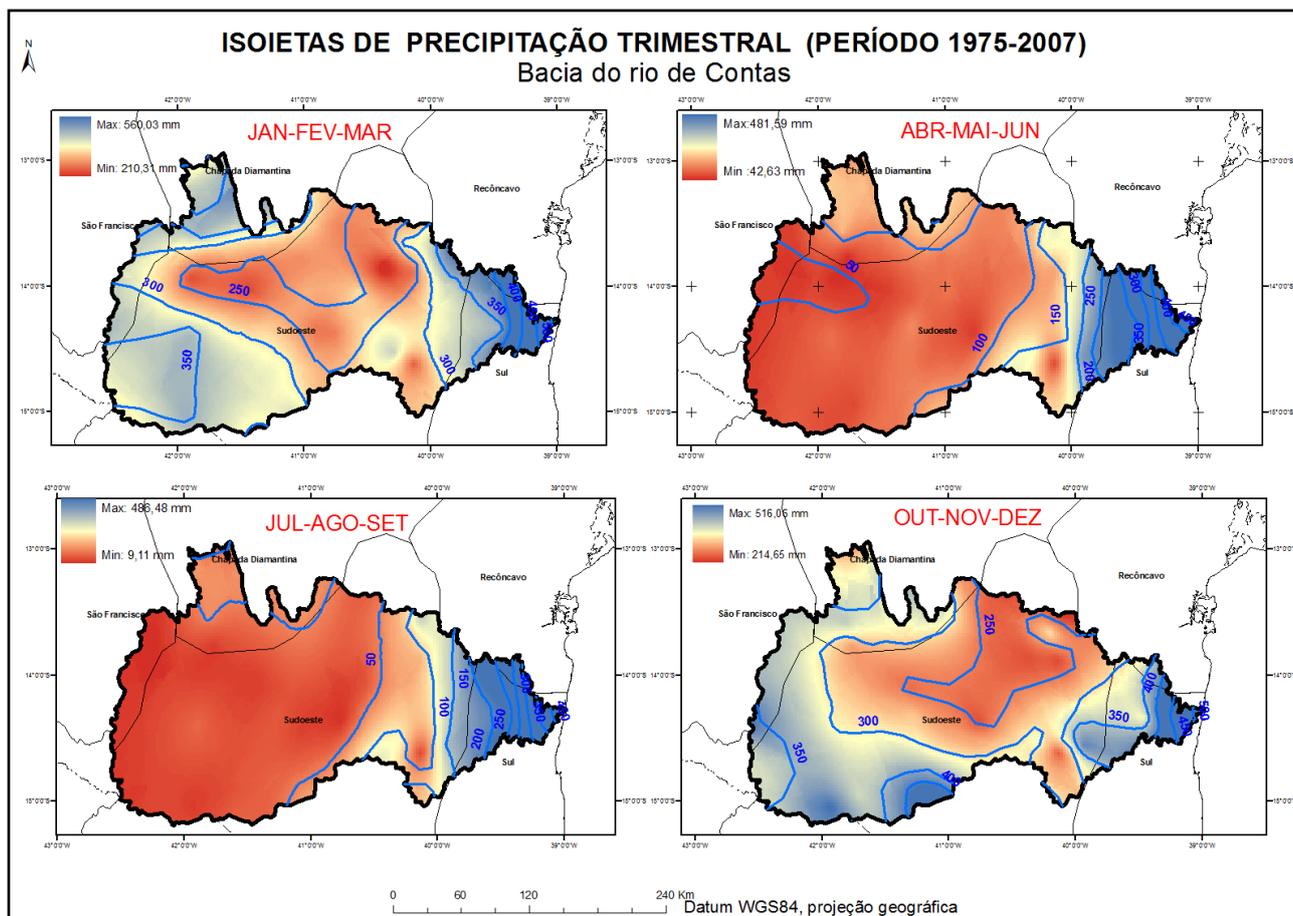


Figura 8 – Espacialização dos dados de precipitação média trimestral na bacia do Rio de Contas.

As isolinhas de precipitação anual foram geradas de 100 em 100 mm, e variaram entre um máximo de 1.700 mm, próximo ao litoral, e 600 mm, no centro da bacia. Observa-se do mapa a concentração de isolinhas na faixa próxima ao litoral, as quais vão se tornando cada vez mais espaçadas e diminuindo de intensidade à medida que se avança para o interior da bacia, voltando a apresentar um leve aumento na região da Chapada Diamantina.

Comportamento semelhante é observado nas isolinhas de precipitação trimestral, porém, com intensidades diferentes. Todas as isolinhas trimestrais foram geradas de 50 em 50 mm, e apresentaram a seguinte variação: Trimestre JFM - valor mínimo 250 mm (centro da bacia) e valor máximo 500 mm (litoral da bacia); Trimestre AMJ – valor mínimo 50 mm (oeste da bacia) e valor máximo 450 mm (litoral da bacia); Trimestre JAS – valor mínimo 500 mm (centro-oeste da bacia) e valor máximo 450 mm (litoral da bacia); Trimestre OND – valor mínimo 250 mm (centro da bacia) e valor máximo 500 mm (litoral da bacia).

#### 4. Conclusões

Os resultados obtidos são coerentes com os mecanismos de formação de precipitação atuantes na bacia do Rio de Contas e evidenciam a alta variabilidade espacial e temporal da precipitação influenciada por estes sistemas. Nas regiões da Chapada Diamantina e Sudoeste da Bahia, como o principal mecanismo formador de chuvas é o avanço dos sistemas frontais para a região nordeste do Brasil e sua interação com a convecção da Amazônia, uma maior ocorrência de chuvas foi verificada nos trimestres Janeiro-Fevereiro-Março e Outubro-Novembro-Dezembro, em torno de 80% do total anual. Já na região Sul do estado da Bahia, o principal mecanismo gerador das chuvas é a convergência das frentes frias, que sopram de sudeste, com a brisa terrestre, que sopra do continente para o oceano, convergência esta que atinge o seu máximo nos meses de outono e inverno, conforme evidenciado nos resultados, cujo trimestre mais chuvoso foi o de Abril-Maio-Junho.

A espacialização dos dados torna mais fácil a visualização desta variabilidade, além de ratificar o comportamento da precipitação da bacia, pois, observa-se pelos mapas (gerados utilizando não apenas os dados médios da bacia, mas de todas as estações contidas na área de abrangência da SUREG/SA) um

mesmo padrão de precipitação encontrado na análise pontual dos valores médios da bacia, a saber: 1- Maior intensidade de precipitação junto ao litoral; 2- Ocorrência de precipitação junto ao litoral durante todo o ano, mas com trimestre mais chuvoso de abril a junho; 3- Diminuição da intensidade da precipitação à medida que se avança para o interior da bacia, com um ligeiro aumento nas proximidades da chapada diamantina; 4- Período chuvoso (outubro a março) e seco (abril a setembro) bem definidos no interior da bacia.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) pela disponibilização dos dados para a realização deste trabalho.

## **Referências Bibliográficas**

ANA - Agência Nacional de Águas (2011). [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica (1999). *Projeto análise de consistência de dados pluviométricos. Sub-bacia 52. Bacia do rio de Contas.*

ARAÚJO, H. A.; RODRIGUES, R. S. (2000). *Regiões características do Estado da Bahia para previsão de tempo e clima.* SEINFRA/SRH/GEREI, Salvador-BA.

BRAGA, C. C.; MELO, M. L. D.; MELO, E. C. S. (1998). *Análise de agrupamento aplicada a distribuição da precipitação no estado da Bahia.* X Congresso brasileiro de meteorologia, Brasília-DF.

CADIER, E. (1994). *Hidrologia das pequenas bacias do Nordeste semi-árido: transposição hidrológica.* Recife-PE.

CLARKE, R. T.; GALVÃO, C. O. (1995). *Descrição de tendências espaciais na precipitação média anual através de "polimento por medianas".* XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Recife-PE.

CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil (1998). *Projeto análise de consistência de dados fluviométricos. Bacia do Atlântico Sul – Trecho leste. Sub-bacia 52 – Rio das Contas.* Relatório Técnico.

GALVÃO, C. O. (1999). *Aplicabilidade em recursos hídricos da previsão de precipitação de longo prazo no nordeste do Brasil.* Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre-RS.

MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S. (2003). *Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas.* R. Bras. Ci. Solo, 27:925-933,2003.

MINE, M. R. M. (2006). *Aplicação da geoestatística no estudo da variabilidade da precipitação.* VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Gravatá-PE.

NOBRE, C.A.; MOLION, L.C.B. (1988). *The climatology of droughts and drought prediction*. In: Parry, M.L., Carter, T.R., Konijn, N.T. (Ed.) *The Impact of Climate Variations on Agriculture*. Dordrecht: Kluwer:IIASA:UNEP. v.2, p.305-323.

PINTO, E. J. A. (2005). *Estudo de indicadores climáticos para a previsão de longo termo de vazões na bacia do alto São Francisco*. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. (1976). *Hidrologia Básica*. Editora Edgard Blucher LTDA, São Paulo-SP.

QUEIROGA, Y. G. A.; ASSUNÇÃO, R.; SILVA, F. E. O. (2007). *Análise das previsões de precipitação do modelo ETA realizadas durante a operação do sistema de alerta da bacia do rio Doce – o uso da krigagem na interpolação espacial*. XVII Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos, São Paulo-SP.

RODRIGUES, R. S.; SILVA, R. A.; DINIZ, M. C. (2009). *Os sistemas meteorológicos atuantes no nordeste do Brasil e suas interveniências no traçado das isoietas de Precipitação*. Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil, Salvador-BA.

WARD, J. H. (1963). *Hierarchical grouping to optimize an objective function*. Journal American association, 58: 236 – 244 p.1963.