



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

BRUNO CLAYTON OLIVEIRA DA SILVA

**AS ABLEPSIAS DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS: ênfase na
caracterização da quadra chuvosa do Semiárido Potiguar**

Recife
2019

BRUNO CLAYTTON OLIVEIRA DA SILVA

**AS ABLEPSIAS DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS: ênfase na
caracterização da quadra chuvosa do Semiárido Potiguar**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito parcial para a obtenção de título de doutor em Geografia.

Área de concentração: Regionalização e Análise Regional.

Orientador: Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega.

Recife
2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves Silva, CRB4-1260

- S586a Silva, Bruno Clayton Oliveira da.
As ablepsias dos métodos quantitativos clássicos: ênfase na caracterização da quadra chuvosa do Semiárido Potiguar / Bruno Clayton Oliveira da Silva. – 2019.
330 f.: il.; 30 cm.
- Orientador: Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-graduação em Geografia, Recife, 2019.
Inclui referências, Apêndices e Anexos.
1. Geografia. 2. MQCs. 3. Chuva. 4. Seca 5. Proposição instrumental.
6. Potiguar. I. Nóbrega, Ranyére Silva (Orientador). II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2019-181)

BRUNO CLAYTTON OLIVEIRA DA SILVA

**AS ABLEPSIAS DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS: ênfase na
caracterização da quara chuvosa do Semiárido Potiguar**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Geografia.

Aprovada em: 21/02/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega (Orientador – Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo Dutra Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Cristiana Coutinho Duarte (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Eberson Pessoa Ribeiro (Examinador Externo)
Instituto Federal de Pernambuco

“À Deus e as minhas amadas mãe e filha”.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por conceder-me força, determinação e sabedoria, ao longo dos 15 anos dedicados a este sonho.

A minha família, em especial, a minha mãe (Cleide Oliveira da Silva), filha (Clara Beatriz Nascimento Oliveira da Silva), irmã (Brena Cledna Oliveira da Silva Barros), sobrinhos (Ada Santiago de Oliveira Barros e Danilo Santiago de Oliveira Barros) e cunhado (Jonatas Santiago de Oliveira Barros).

Ao meu amigo e orientador, o Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega, por sua postura sempre profissional e cordial – desde nossos primeiros contatos (antes mesmo do ingresso no curso) –, pelas diversas compreensões, incentivos e orientações, tanto de cunho científico quanto pessoal.

Ao Prof. Dr. Fernando Moreira da Silva, meu amigo e ex-orientador, pela “porta” que me abriu, ainda na graduação, ao universo da ciência, e ao constante incentivo e valorização de meu trabalho e desenvolvimento ao longo de mais de uma década.

À Danielle Patrícia do Nascimento, mãe de minha filha, pela tranquilidade que me proporcionou ao longo de toda a minha jornada acadêmico-profissional.

À Naide Janaína Ferreira de Moura, pelo encorajamento em duro momento inicial neste processo.

Ao Prof. Ms. José Jairo Teixeira da Silva e Prof. Dr. Rodrigo de Freitas Amorim, pela receptividade em Recife-PE e incentivos.

Aos “irmãos”, Alison Raniere de Souza, Diego Bezerra Cavalcante e Thales Alberto Freitas da Paixão, pelo respeito, amizade, admiração e votos positivos.

Aos profissionais Sanz e Raul Victor Maia, pelo acompanhamento médico-terapêutico.

A todos(as) os(as) meus(minhas) alunos(as), dos diversos níveis (Educação Básica e Superior) e instituições em que atuo.

Ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO-UFPE), pela oportunidade de realização do curso de Doutorado em Geografia.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEO-UFPE), Sr. Eduardo, pela sempre pronta atenção as minhas demandas de ordem administrativas e acadêmicas.

A bibliotecária Valdicea Alves (da Biblioteca do CFCH/UFPE), por sua atenção, dedicação e profissionalismo a mim dedicado, no momento de resolução das demandas formais de conclusão de tese.

À Secretaria de Estado da Educação e da Cultura (SEEC-RN), por me conceder o afastamento para qualificação e finalização do terço final de minha Tese de Doutorado.

Às servidoras da SEEC-RN, Marinalva e Ediete, pelo grande apoio na tramitação de meu processo de afastamento para qualificação e finalização do curso.

Aos(As) docentes da Escola Estadual Professora Maria Nalva Xavier de Albuquerque, ao qual atuo na Educação Básica, pelo apoio e votos de incentivo.

Aos(As) docentes da Universidade Potiguar (UnP), ao qual atuei por 10 anos, pelo apoio.

Aos amigos do "Tóra-Réia FC", pelos momentos de descontração tão importantes e necessários nesta trajetória.

RESUMO

Historicamente, a busca pela universalização das particularidades e, sobretudo, das diferenciações espaciais foi uma das grandes marcas de inúmeras correntes vinculadas à ciência geográfica. Todavia, na “contramão” desta perspectiva, sempre houveram incertezas não universalizáveis implícitas aos estudos geográficos e que, por conseguinte, foram/são tidas como produtoras de aspectos fundamentais, como a diferenciação e a singularidade das unidades geográficas espaciais. Deste modo, notando o impacto e a reincidência frequente do grande conjunto de incertezas nos históricos estudos, desenvolvidos pela ciência geográfica – especialmente aqueles alinhados à Geografia Física e que empregam os Métodos Quantitativos Clássicos (MQCs) –, é que nasce o interesse primordial desta tese. Especificamente, objetivou-se criticar os MQCs, tradicionalmente, empregados pela Geografia, no processo de caracterização do período chuvoso do Semiárido Potiguar. Neste sentido, partiu-se da seguinte hipótese: a desatenção às premissas previstas para o emprego devido dos MQCs, aliada as suas naturais e intrínsecas limitações, produz vieses diversos (e tangíveis) ao processo de caracterização supradito. Para tanto, foram empregadas inúmeras técnicas de análises quantitativas (Descritivas e Inferenciais), acopladas, ao final, a duas Abordagens Integrativas; proposição instrumental base desta tese. Quanto aos resultados, constatou-se que o emprego, seja individualizado ou agregado, de todo o conjunto de MQCs, frente as séries temporais em avaliação, não sucedeu diferença de natureza alguma, no que tange as várias proposições aqui investigadas. Todavia, notou-se que, ao se acoplar duas Abordagens Integrativas aos MQCs, novos resultados emergiram, sinalizando diferenças substanciais entre o comportamento característico das séries. Ademais, vale destacar as significativas variações (inter)anuais, observadas por meio da técnica dos Quantis, e a inversão do sinal das tendências de Mann-Kendall quando foram alterados os referenciais temporais bases e incorporada, a esta análise, os Desvios Absolutos (Médios). Finalmente, a partir dos resultados, discussões e proposições aqui realizadas, acredita-se que o trabalho, se não rompe com os MQCs (algo jamais objetivado!), propõe uma sistemática ponderada e eficiente para o emprego devido de tais métodos e, sobretudo, por meio de Abordagens Integrativas, destaca aspectos que seus resultados produzem para além daquilo que, até então, é comumente percebido. Ou seja, ressalta a necessidade de atenção às, aqui denominadas, Ablepsias.

Palavras-chave: Vieses metodológicos quantitativos. Precipitação pluviométrica. Seca. Abordagem integrativa. Rio Grande do Norte.

ABSTRACT

Historically, the search for the universalization of particularities and, above all, spatial differentiation was one of the great marks of innumerable currents linked to geographic science. However, in the "counter" of this perspective, there have always been unverifiable uncertainties implicit in geographical studies and have therefore been/are regarded as producing fundamental aspects such as the differentiation and uniqueness of spatial geographical units. In this way, noticing the impact and frequent recurrence of the great set of uncertainties in the historical studies developed by geographic science - especially those aligned with Physical Geography and employing the Classical Quantitative Methods (MQC) - is the prime interest of this thesis. Specifically, the objective was to criticize the MQCs, traditionally employed by Geography, in the characterization process of the rainy season of the Semi-Arid Potiguar. In this sense, the following hypothesis was taken: inattention to the premises foreseen for the employment due to the MQCs, together with their natural and intrinsic limitations, produces diverse (and tangible) biases to the process of characterization. Numerous techniques of quantitative analysis (Descriptive and Inferential), coupled, in the end, with two Integrative Approaches were used; instrumental proposition of this thesis. Regarding the results, it was verified that the employment, whether individualized or aggregated, of the whole set of QCMs, compared to the time series under evaluation, did not happen any difference of any kind, regarding the various propositions investigated here. However, it was noted that, by coupling two Integrative Approaches to MQCs, new results emerged, signaling substantial differences between the behavior characteristic of the series. In addition, it is worth highlighting the significant (inter)annual variations, observed through the Quantis technique, and the reversal of the signal of the Mann-Kendall tendencies when the temporal base references were altered and incorporated into this analysis, the (Mean) Absolute Deviations. Finally, from the results, discussions and propositions made here, it is believed that the work, if it does not break with the MQCs (something never objectified!), Proposes a weighted and efficient system for employment due to such methods and, above all, through Integrative Approaches, highlights aspects that their results produce beyond what has been commonly perceived so far. That is, it highlights the need for attention to, here called, Ablepsias.

Keywords: Quantitative methodological biases. Rainfall precipitation. Drought. Integrative pproach. Rio Grande do Norte.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	PERGUNTA PROBLEMA.....	16
3	HIPÓTESE.....	17
4	OBJETIVOS.....	18
4.1	GERAL.....	18
4.2	ESPECÍFICOS.....	18
5	JUSTIFICATIVA.....	20
6	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
6.1	LOCALIZAÇÃO.....	25
6.2	DIVERSIDADES NATURAIS DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA E POTIGUAR.....	34
6.2.1	Diversidade de Paisagem e Geoambiental.....	34
6.2.2	Diversidade Climática.....	46
6.2.2.1	Classificação Climática.....	46
6.2.2.2	Sistemas Atmosféricos.....	54
7	ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	66
7.1	MÉTODOS EMPREGADOS.....	66
7.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	68
7.3	FONTES DE DADOS E RECURSOS EMPREGADOS.....	71
7.3.1	Tipos de Dados e seus Procedimentos de Coleta e Crítica.....	72
7.3.2	Processos de Apuração, Exposição e Análise de Dados.....	76
7.3.2.1	<i>Software Action Stat (Pro)</i>	77
7.4	TÉCNICAS DE PESQUISA.....	78
7.4.1	Distribuições de Frequência.....	78
7.4.2	Medidas de Tendência Central (MTC).....	83
7.4.2.1	Média Aritmética Simples (\bar{x}).....	84
7.4.2.2	Moda (M_o).....	84
7.4.2.3	Mediana (M_d).....	85
7.4.3	Medidas Separatrizes (MS).....	85
7.4.3.1	Quartis (Q).....	86
7.4.3.2	Percentis (P).....	86
7.4.4	Medidas de Dispersão (MD).....	87
7.4.4.1	Amplitude (AT).....	88

7.4.4.2	Variância Amostral (s^2).....	88
7.4.4.3	Desvio Padrão Amostral (s).....	89
7.4.4.4	Coeficiente de Variação Amostral (CV%).....	90
7.4.5	Medidas de Assimetria (A_s) e Curtose (C).....	91
7.4.5.1	Assimetria e Distribuição Normal: considerações gerais e relações.....	92
7.4.5.2	Técnicas para Identificação da Assimetria (A_s).....	95
7.4.5.3	Técnicas para Identificação da Curtose (C).....	97
7.4.6	Testes de Hipóteses: fundamentos.....	99
7.4.7	Análise da (Não)Normalidade dos Resíduos.....	102
7.4.7.1	Teste de Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors (L).....	107
7.4.7.2	Teste de Shapiro-Wilk (SW, 1965).....	109
7.4.8	Análise de Dados Discrepantes ou <i>Outliers</i>.....	111
7.4.8.1	Proposta de Tukey (1977): Gráficos de Caixa ou <i>Boxplot</i>	112
7.4.8.2	Gráficos de Pontos ou <i>Dotplots</i>	115
7.4.8.3	Testes do Desvio Padrão, do Escore Z e do Escore Z Modificado.....	117
7.4.8.4	Teste de Grubbs (1969).....	121
7.4.8.5	Teste de Dixon (1950).....	122
7.4.9	Análise de Homocedasticidade.....	125
7.4.9.1	Teste de Bartlett (1937).....	126
7.4.9.2	Teste de Cochran (1941).....	128
7.4.9.3	Teste de Levene Absoluto (1960).....	130
7.4.10	Análise de Independência.....	134
7.4.10.1	Gráfico de Dispersão.....	135
7.4.10.2	Teste de Durbin-Watson (1951).....	136
7.4.11	Análise de Colinearidade e Relação entre Séries Estatísticas.....	138
7.4.11.1	Correlação Linear.....	139
7.4.11.1.1	<i>Diagrama de Dispersão Multipanel</i>	140
7.4.11.1.2	<i>Gráfico de Caixa ou Boxplot</i>	141
7.4.11.1.3	<i>Correlação Linear de Pearson (r) ou Momento-Produto de Pearson</i>	143
7.4.11.1.4	<i>Correlação Linear de Spearman</i>	146
7.4.12	Testes de Igualdade de Médias e Variâncias.....	146
7.4.12.1	Teste T de Student (1908).....	147
7.4.12.2	Teste F de Fisher-Snedecor para Análises Bivariadas.....	150
7.4.13	Testes para Comparações de Múltiplas Médias.....	152

7.4.13.1	Teste de Tukey (1953).....	152
7.4.13.2	Teste de Schffé (1959).....	166
7.4.13.3	Teste de (Fisher) Bonferroni.....	158
7.4.14	Análise de Regressão.....	159
7.4.14.1	Coefficiente de Determinação (r^2).....	171
7.4.15	Análise de Tendência de Mann-Kendall.....	162
7.4.16	Índices de Seca.....	164
7.4.16.1	Técnica dos Quantis (Q).....	166
7.4.17	Erro Médio (EM).....	169
8	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	170
8.1	GEOGRAFIA QUANTITATIVA, POR QUÊ NÃO?.....	172
8.2	MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS APLICADOS À CARACTERIZAÇÃO DA QUADRA CHUVOSA (FMAM) DO SEMIÁRIDO POTIGUAR.....	185
8.3	COMPLEXO METODOLÓGICO QUANTITATIVO: ABORDAGEM MULTIDIMENSIONAL DA VARIABILIDADE INTERANUAL DA QUADRA CHUVOSA (FMAM) DO SEMIÁRIDO DO RN, BRASIL.....	206
8.3.1	Análises Inferenciais de Base.....	216
8.3.2	Análises Inferenciais Aplicadas.....	225
8.4	PRESSUPOSTOS E ABLEPSIAS DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS: BASES E ABORDAGEM INTEGRATIVA.....	239
8.4.1	Concepção Teórica das Ablepsias dos MQCs.....	239
8.4.2	Abordagem Integrativa entre os MQCs ‘Descritivos, Inferenciais de Base e Aplicados*’ e o ‘Índice de Seca dos Quantis’.....	247
8.4.3	Abordagem Integrativa entre a ‘Análise de Tendência de Mann- Kendall’ e os ‘Desvios Absolutos’.....	259
9	CONCLUSÃO.....	270
	REFERÊNCIAS.....	271
	APÊNDICE A – Municípios Adicionados ao Semiárido Brasileiro, Conforme Aprovação do CONDEL-SUDENE (23/11/2017).....	300
	APÊNDICE B – Municípios do Semiárido Potiguar.....	303
	APÊNDICE C – Relatório de Aplicativo Online CopySpide Ferramenta Anti-Plágio.....	308

ANEXO A – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Kolmogorov-Smirnov (1933/1948).....	309
ANEXO B – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Lilliefors (1967).....	310
ANEXO C – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Shapiro-Wilk (1965).....	311
ANEXO D – Máximo Z-Score Absoluto por Tamanho da Amostra, Shiffler (1988).....	313
ANEXO E – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Grubbs (1969).....	314
ANEXO F – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Dixon (1950).....	316
ANEXO G – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Cochran (1941). Nível de significância de 5%.....	317
ANEXO H – Valores Críticos da Estatística do Durbin-Watson (1951). Níveis de Significância de 1,0%, 2,5% e 5,0%.....	319
ANEXO I – Valores Críticos da Estatística do Teste T de Student (WILLIAM SEALY GOSSET, 1908). Níveis de Significância de 1,0%, 5,0% e 10,0%.....	320
ANEXO J – Valores Críticos da Estatística do F de Fisher-Snedecor. Nível de Significância (NS) de 2,5% (como $F = NS/2$). Logo os valores abaixo correspondem, na prática, à NS igual a 5%:.....	322
ANEXO K – Valores da Amplitude Total Estudentizada (q), para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).....	324
ANEXO L – Valores Críticos da Estatística do Teste de Scheffé (1959), para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).....	327
ANEXO M - Valores Críticos da Estatística do Teste de Fisher-Bonferroni, para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).....	329

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a ciência geográfica tem sido marcada pela tentativa de universalização das particularidades e, sobretudo, das diferenciações espaciais; fato observado em qualquer uma de suas abordagens ou correntes modernas – Tradicional, Quantitativa, Crítica, Humanística... (GOMES E VITTE, 2017, p. 52).

Todavia, na “contramão” da perspectiva supramencionada, há sempre incertezas não universalizáveis nos estudos geográficos, que, por conseguinte, produzem aspectos como a diferenciação e singularidade das unidades geográficas espaciais (*Ibidem*, p.54).

Estatisticamente, o termo ‘incerteza’:

[...] refere-se ao facto de que quando se efetua a inferência indutiva (isto é, se caminha da AMOSTRA para a POPULAÇÃO) as conclusões extraídas têm inerente um grau de incerteza que só se pode quantificar recorrendo à teoria da probabilidade. (MELLO, 2014, p.127).

Entretanto, as incertezas relativas aos estudos geográficos – sobretudo os que visam analisar-avaliar o meio físico-natural – não se configuram, apenas, como de natureza Estatística. Essas podem ser, também, de caráter Físico.

Por exemplo, em casos onde ocorrem variações nas condições iniciais de coleta de dados – referente as descrições de campo – associados a flutuações de certos parâmetros e variáveis consideradas, podem conduzir a descrição a bifurcações. Isto é, um modelo pode explicar certas situações de maneira bastante divergente em relação àquelas produzidas por um outro modelo semelhante (GOMES E VITTE, 2017, p.64).

Além das incertezas de origem Física, influentes nos estudos elaborados pela Geografia, existem aquelas que decorrem dos (limites inerentes aos) procedimentos teórico-metodológicos adotados. Esses vão desde os critérios empregados para a seleção do referencial teórico do estudo e/ou base documental, até aspectos relacionados aos métodos, técnicas, critérios de identificação das variáveis, formas de mensuração, de seleção amostral, instrumentos de coleta de dados, parametrizações necessárias, recursos para validação dos dados/resultados obtidos...

Na mesma “corrente” do último campo de incertezas citadas, está um conjunto de aspectos potencializadores de erros inferências; termo aqui denotado como deduções, induções e/ou conclusões.

Tal conjunto é denominado de vieses. Esses podem ser classificados como Amostral, Processual, de Especificação e de Tipo, que se diferenciam pelas seguintes características (IBGE, 1970, p.292):

- ☼ Viés Amostral: originado de vários vícios, tais como definições imperfeitas e/ou construção de um sistema de referência falho;
- ☼ Viés Processual: erros sistemáticos nos resultados decorrentes da técnica de observação ou de coleta de dados;
- ☼ Viés de Especificação: oriundo de um ‘modelo’ – representação estruturada e simplificada da realidade ou de um aspecto do mundo real (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.8) – inapropriado ao caso associado, geralmente, à existência de erros em suas variáveis;
- ☼ Viés de Tipo: erro sistemático introduzido no cálculo de ‘números índices’ – relação entre dois estados de uma variável ou de um grupo de variáveis (CRESPO, 2002, p.161) – devido ao uso de uma média inapropriada.

Notando o impacto e a reincidência frequente do grande conjunto de ‘incertezas’ aos históricos estudos desenvolvidos pela ciência geográfica – especialmente àqueles alinhados à Geografia Física – é que nasce o interesse primordial desta pesquisa. Ou seja, é justamente no bojo desta discussão que este trabalho se insere.

Desde já, enfatiza-se que esta obra não aspira sobrepujar nenhum dos procedimentos metodológicos, até hoje descritos na literatura, relativos as técnicas descritivo-exploratórias, matemático-estatísticas tradicionais ou contemporâneas, estáticas ou dinâmicas/rítmicas... Ao mesmo tempo, não se pretende, aqui, consubstanciar com a ideia de banimento das técnicas ditas ‘aborrecidas’, ‘entediantes’ e ‘destrutivas’ – como afirmam Zavattini e Boin (2013, p.8-9), citando Monteiro (1999) e Pédelaborde (1991).

Portanto, não se intenta com o trabalho romper ou criar um paradigma reinante, metodologicamente, para ciência geográfica. Ao contrário! Propôs-se uma sistemática racional e eficiente para o emprego apropriado do conjunto dos Métodos Quantitativos Clássicos (MQCs), já existentes, à Geografia. E, além disso, destacar aspectos que seus resultados produzem para além daquilo que, até então, é comumente percebido.

2 PERGUNTA PROBLEMA

Em face das características e, sobretudo, dos objetivos do trabalho, optou-se por delinear a ‘pergunta problema’ segundo o modelo ‘pergunta que busca relações de causa e efeito’ – como descreve Borges (2010, p.567) –, estando ela representada a seguir:

Quais impactos são produzidos pela desatenção as premissas e limitações dos MQCs – empregados histórica e recentemente pela Geografia –, quais as nuâncias intrínsecas aos seus resultados e como elas podem ser suprimidas/mitigadas?

3 HIPÓTESE

Baseado em Marconi e Lakatos (2003, p.125 e p.127), definiu-se pela descrição da 'hipótese' do trabalho, de forma Categórica; sendo ela apresentada abaixo:

A desatenção às 'premissas' previstas para o emprego devido dos Métodos Quantitativos Clássicos (MQCs), aliadas as suas naturais e intrínsecas 'limitações', produzem 'vieses' diversos (e, possivelmente, tangíveis) no processo de caracterização do período chuvoso no Semiárido potiguar.

4 OBJETIVOS

A elaboração dos objetivos, tanto geral como específicos, deste trabalho, estão baseadas na taxonomia de Bloom *et al.* (1956) – em especial, no domínio Cognitivo desta classificação – e em concordância com a atualização realizada por Ferraz e Belhot (2010) à supradita taxonomia.

O domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom está:

Relacionado ao aprender, dominar um conhecimento. Envolve a aquisição de um novo conhecimento, do desenvolvimento intelectual, de habilidade e de atitudes. Inclui reconhecimento de fatos específicos, procedimentos padrões e conceitos que estimulam o desenvolvimento intelectual constantemente. Nesse domínio, os objetivos foram agrupados em seis categorias e são apresentados numa hierarquia de complexidade e dependência (categorias), do mais simples ao mais complexo. Para ascender a uma nova categoria, é preciso ter obtido um desempenho adequado na anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores. As categorias desse domínio são: Conhecimento; Compreensão; Aplicação; Análise; Síntese; e Avaliação. (FERRAZ E BELHOT, 2010, p.423).

Em face do exposto, são apresentados, abaixo, os objetivos deste trabalho:

4.1 GERAL

- ☁ Criticar os Métodos Quantitativos Clássicos (MQC_s) empregados, historicamente, no processo de caracterização da quadra chuvosa – fevereiro, março, abril e maio (FMAM) – do Semiárido do estado do Rio Grande do Norte (RN).

4.2 ESPECÍFICOS

- ☁ Analisar o processo histórico de inserção dos Métodos Quantitativos Clássicos (MQC_s) na Geografia;
- ☁ Empregar os principais MQC_s em séries históricas quadrimestrais, relativas à precipitação pluvial acumulada no período chuvoso (FMAM), oriundas de Estações Climatológicas Principais (ECP) localizadas no Semiárido do RN;

☁ Examinar a representatividade/efetividade dos resultados obtidos, a partir do emprego dos MQCs, no processo de caracterização da quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido do RN;

☁ Detectar as ablepsias produzidas pelos MQCs no processo de caracterização da quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido Potiguar, bem como sugerir Abordagens Integrativas para sua mitigação.

5 JUSTIFICATIVA

Como menciona Tarifa (1973, p.5) “em qualquer campo do conhecimento científico, é essencial um aprimoramento cada vez maior das técnicas e métodos de análise, evitando-se generalizações [...]”.

Ao longo do desenvolvimento, especialmente, da ciência moderna e, conseqüentemente, dos diversos campos e áreas do conhecimento que dela surgiram, houve uma tendência à divisão dos métodos, técnicas e testes em dois ramos: Qualitativos e Quantitativos.

Isso ocorreu, dentre tantas justificativas, devido ao surgimento de abordagens cada vez mais diversificadas e, ao mesmo tempo, específicas em relação aos (antigos e novos) problemas de pesquisa.

Com os seus desdobramentos, e no seio desta segregação técnico-metodológica, surgiram taxaões pejorativas, oriundas dos adeptos de cada um dos citados ramos, que afirmavam que a abordagem quantitativa é positivista e está falida ou que a abordagem qualitativa necessita de, ou não possui, embasamento científico.

Como destaca Gomes (2001, p.11), “Na verdade, tal debate muitas vezes contribuiu muito mais para ofuscar do que esclarecer o tema. A tendência a acreditar que as abordagens metodológicas se opõem e se negam oculta a falta de conhecimento sobre o tema”.

Entretanto, mais recentemente, vários autores – seguidores de determinadas correntes filosóficas ou do pensamento – têm concebido a possibilidade de emprego, numa mesma área do conhecimento, dos dois citados ramos; o que tem colaborado para o distanciamento da visão segregada e confrontativa entre eles.

Tal olhar é compartilhado por Soriano (2004, p.184-185) que assevera que:

[...] ambos os tipos de técnicas de coleta e análise de dados (os de caráter quantitativo e os de natureza qualitativa) podem ser utilizados complementarmente, se necessário, para atingir os objetivos da pesquisa. Entretanto, em certo tipo de trabalho pode ser preciso utilizar principalmente procedimentos quantitativos para colher e analisar a informação, enquanto outra pesquisa pode estar baseada em informação qualitativa que tem de ser obtida mediante as técnicas correspondentes.

Apesar da última concepção configurar-se como uma *praxe* bastante racional, essa ainda não foi absorvida plenamente, e/ou de forma pacífica, nem pelas ciências da Terra, da Natureza, Exatas e Tecnológicas, tão pouco no contexto das ciências Humanas e Sociais.

Tal fato relaciona-se, ao menos, a duas justificativas (GUEDES, 2013, p.158):

- ☛ Buscar-se empregar de forma irrestrita e, por vezes, impositiva, as metodologias e ferramentas quantitativas (em particular, as Matemáticas e/ou Estatísticas);

- ☛ A tentativa de supremacia/imposição de um ramo (Qualitativo ou Quantitativo) sobre outro, e suas consequências à respectiva ciência.

Como consequência desta visão restritiva, surgiram inúmeras argumentações favoráveis ao emprego, exclusivo, de um dos dois ramos.

Especificamente em relação aos Métodos Qualitativos, suas fundamentações, frequentemente, estão alicerçadas na concepção de que (ALVES-MAZOTTI E GEWANDSZNAJDER, 1999, p.147-176; GIL, 2002, p.133-134; MARCONI E LAKATOS, 2003, p.88; GIL, 2008, p.175; CHIAPETTI, 2010, p.143):

- ☛ Seu marco epistemológico circunscreve técnicas que buscam a compreensão ou interação simbólica, como a fenomenologia;

- ☛ Nesta abordagem há maior valorização dos aspectos descritivos e as percepções pessoais dos sujeitos, por meio de seus valores, crenças, atitudes, representações, significados, opiniões, visões de mundo...;

- ☛ Eles possuem menor formalidade e maior flexibilidade, se adequando, integralmente, aos objetos e objetivos de determinados estudos;

- ☛ A estruturação prévia de um projeto, típica de trabalhos que se inserem numa abordagem Quantitativa, deve ser minimizada – principalmente para problemas complexos – devido ao caráter múltiplo da realidade e por ela ser socialmente construída;

- ☁ Para dados estudos, não é possível admitir-se regras precisas/exatas aplicáveis a uma gama universal de situações;
- ☁ Certos fenômenos (por exemplo, os socioeconômicos) possuem natureza ideográfica (não repetível) e holística (necessitam ser abordados em sua totalidade);
- ☁ É necessário haver, em alguns trabalhos, a possibilidade de ajustes do problema de pesquisa, e das questões do estudo, ao longo do seu processo; o que não exclui a necessidade de problematização prévia;
- ☁ Diferentemente dos estudos de base quantitativa, em alguns outros, a formulação da hipótese, a coleta, análise e a interpretação dos dados, não possuem uma sequência específica, podendo ocorrer de forma, inclusive, interativa;
- ☁ Em determinados trabalhos, há a necessidade de reexame e alteração das categorias analisadas ao longo do trabalho, algo geralmente impraticável quando se emprega métodos Quantitativos;
- ☁ Em certos projetos, o tamanho da amostra, bem como os seus integrantes/componentes, não pode ser previamente apontado, um aspecto fundamental em trabalhos de base quantitativa e que possuem natureza probabilística/aleatória;
- ☁ Alguns estudos possuem critérios específicos quanto à: credibilidade (se são plausíveis), transferibilidade (capacidade de generalização/representação) e consistência/fidedignidade-confirmabilidade (precisão);
- ☁ A capacidade de análise de dados, em circunstâncias onde não há “fórmulas” ou “receitas” prontas, depende sobremaneira da capacidade e do estilo do pesquisador.

A partir do exposto, sinteticamente, pode-se inferir que os argumentos para a aplicação, exclusiva, dos métodos Qualitativos em certos trabalhos, em detrimento

aos Quantitativos, estão relacionadas aos seus aspectos: subjetivos, temporalmente circunscritos, assistemáticos, singulares e multifacetados.

Já em relação aos métodos Quantitativos, é comum destacar-se que (ALVES-MAZOTTI E GEWANDSZNAJDER, 1999, p.82-85; GIL, 2002, p.133-134; MARCONI E LAKATOS, 2003, p.108; GIL, 2008, p.175-177; MACHADO, 2014, p.221):

- ☁ Eles tornam possível extrair, de conjuntos complexos, representações simples e constatar se essas verificações simplificadas têm relações entre si, além de prover generalizações sobre sua natureza, ocorrência e/ou significado;
- ☁ Em tais métodos é possível descrever-se, com exatidão, as características de certa população ou universo;
- ☁ As observações e os testes quantitativos tornam, de certo modo, os conceitos mais precisos e fornecem mais informações sobre os fenômenos;
- ☁ Fundamentado neste método, a estruturação prévia do projeto de pesquisa, em geral, bem como sua hipótese, é um pré-requisito para o seu desenvolvimento pleno;
- ☁ As fases do método científico tradicional (coleta, crítica, tabulação, exposição, análise e interpretação) precisam ser, a rigor, seguidas sistematicamente;
- ☁ Os aspectos temporais e espaciais, bem como o dimensionamento amostral e sua(s) respectiva(s) técnica(s) de seleção amostral, devem ser, previamente, assinaladas;
- ☁ A mensuração quantitativa, comumente, aumenta a objetividade de uma observação e a torna passível de repetição, ou seja, elimina-minimiza a intersubjetividade;
- ☁ A partir de tais métodos há um maior controle sobre os fatores que influenciam no experimento/trabalho, o que reduz a probabilidade de erro accidental/pessoal;

- ☼ Dado ao seu rigor, os testes quantitativos possuem mais recursos para se refutar uma lei ou teoria;
- ☼ Elas possuem critérios procedimentais, baseados nos conceitos de validade interna (no que tange ao controle de variáveis estranhas ao escopo do trabalho), validade externa (em relação ao grau de generalização dos resultados) e fidelidade (relativa a possibilidade de replicação dos resultados);
- ☼ As categorias de análise são definidas *a priori*;
- ☼ Mesmo que não excluam a incerteza de certos eventos, eles podem torná-la mais precisa.

Tal como foi observado para os métodos Qualitativos, pode-se resumir as razões para utilização dos métodos Quantitativos em face desses se apresentarem como: rigorosos, estruturados, sistemáticos, objetivos, precisos, testáveis, replicáveis, passíveis de generalizações e, por vezes, atemporais.

A partir do exposto, pode-se realizar a seguinte indagação: ao longo da história, como os geógrafos empregaram (ou tem empregado) os métodos Qualitativos e Quantitativos?

A resposta para tal questão pode ser proferida de modo objetivo: justificadas e embasadas pelas críticas supramencionadas, historicamente, na Geografia, o emprego dos métodos Quantitativos – em detrimento dos Qualitativos – recorrentemente, foi/é passível de severas desaprovações, rejeições e, quiçá, até condenações.

Portanto, a partir do exposto, entende-se que, sobretudo hoje, os estudos que se caracterizam por abordar o emprego dos MQCs, pela Geografia, de forma equilibrada, racional, distante de saudosismos e/ou radicalismos, são de extrema valia e possuem inúmeras perspectivas quanto as suas aplicações.

Assim, mais especificamente, este trabalho se justifica dadas as lacunas, ainda existentes, em relação a contribuições/produções efetivas sobre as críticas aos citados métodos, com vistas as formas (apropriadas) para seu emprego e, portanto, para sua ressignificação no cenário atual da Geografia.

6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O processo de caracterização da área de estudo (Semiárido Brasileiro e Potiguar) está dividido em duas grandes seções secundárias: a 'Localização' da área e representação das 'Diversidades Naturais da Região Semiárida Brasileira e Potiguar'; sendo que esta última se divide em dois subitens 'Diversidade de Paisagem e Geoambiental' e 'Diversidade Climática'; que serão, todos, abordados a seguir:

6.1 LOCALIZAÇÃO

Atualmente, segundo o IBGE (2017), o Brasil possui 5.570 municípios. Desses, 1.133 estão inseridos na região do Semiárido Brasileiro (SAB). Ou seja, segundo cálculos do próprio autor, cerca de 20,3% das unidades federativas brasileiras integram a região supracitada.

A concepção de Semiárido, no ordenamento jurídico brasileiro, foi inicialmente descrita na lei 7.827, de 27 de setembro de 1989, em seu Art. 5º, inciso IV, que a define como sendo:

[...] a região inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - Sudene, com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm (oitocentos milímetros), definida em portaria daquela Autarquia.

Todavia, o citado diploma normativo foi, sensivelmente, modificado pela lei complementar (em vigor) n. 125, de 3 de janeiro de 2007, em seu Art. 18, inciso IV, que passou a considerá-la como "a região natural inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – Sudene, definida em portaria daquela Autarquia".

A partir da mencionada lei, passou-se a levar em conta, como critério para seleção dos municípios, não só a precipitação pluviométrica acumulada média anual, mas, dentre outros, a evapotranspiração potencial; como menciona o IBGE (2005, p.02):

Os conhecimentos acumulados sobre o clima permitem concluir que não é a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água na região, mas sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resultam no fenômeno da seca, a qual periodicamente assola a população da região.

Segundo o IBGE (2017c), o SAB foi delimitado com base na isoieta de 800mm, no Índice de Aridez de Thornthwaite de 1941 (municípios com índice de até 0,50) e no Risco de Seca (superior a 60%).

Mais detalhadamente, os três critérios técnicos, previstos na Portaria Interministerial n. 01, de 01 de março de 2005, para a nova delimitação do Semiárido brasileiro, e indicados pelo Grupo Interministerial de Trabalho (GTI) para tal fim, estão listados a seguir (IBGE, 2010, p.56; MI, 2005, p.04):

- ☁ Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- ☁ Índice de aridez de até 0,5, calculado com base no balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990;
- ☁ Risco de Seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

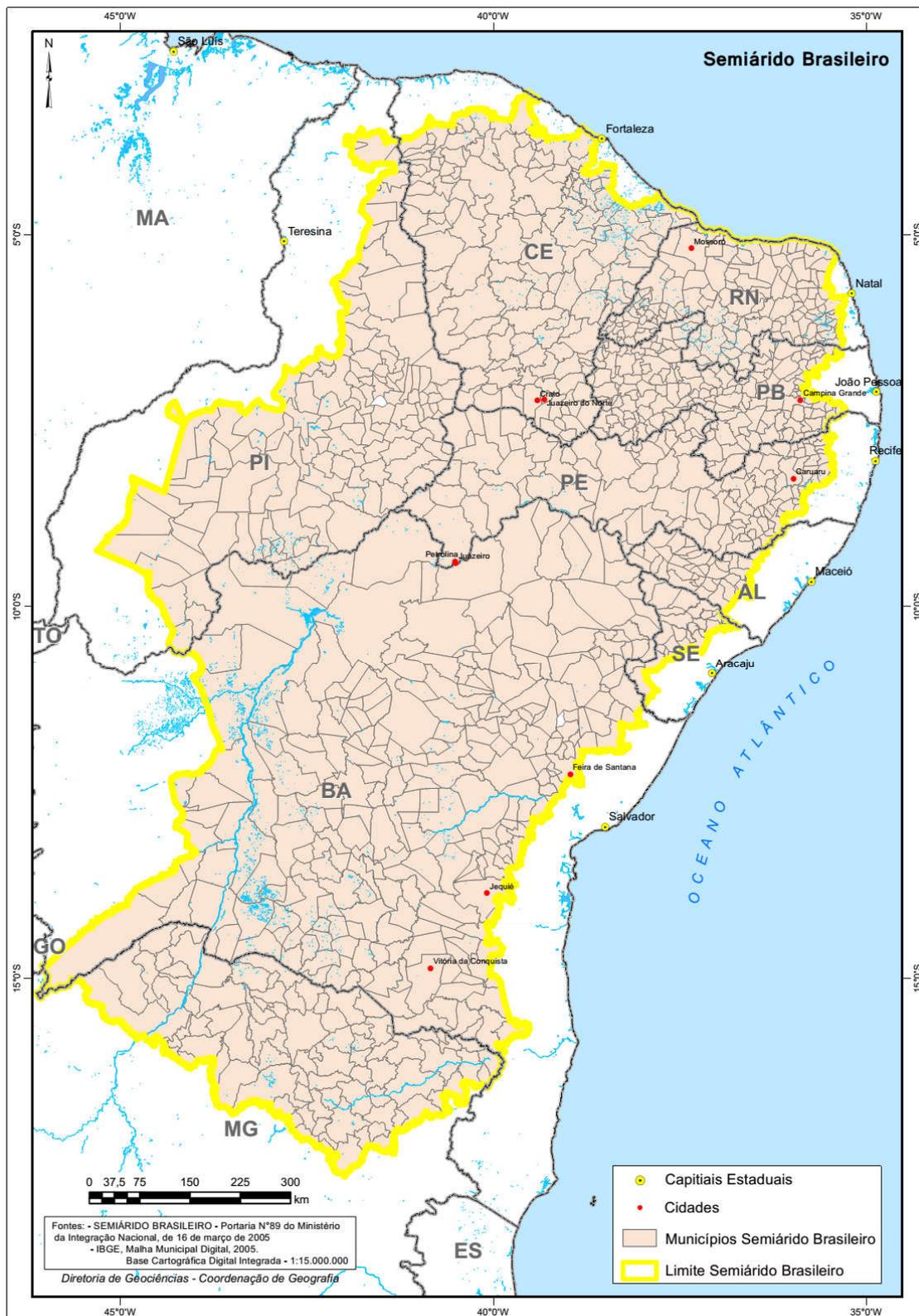
Destaca-se que, para a inclusão de um município como integrante da região do SAB, restava-lhe se enquadrar em, pelo menos, um dos supracitados critérios (MMA, 2017, p.24).

Em face desta última condicionante, e da nova norma jurídica para tal fim, 102 novos municípios passaram a compor o Semiárido brasileiro; além dos 1.031 já existentes (MI, 2005, p.05). Ou seja, de acordo com os cálculos do próprio autor, houve um aumento de, aproximadamente, 9,9% em seu cômputo total.

Tal revisão está prevista na portaria n. 89, de 16 de março de 2005 (MI, 2005b).

Abaixo, é apresentado o mapa político-administrativo com os municípios que integram o Semiárido brasileiro, segundo a supramencionada portaria:

Mapa 1 – Mapa Político-Administrativo do Semiárido Brasileiro (2005)



Fonte: IBGE (2017b).

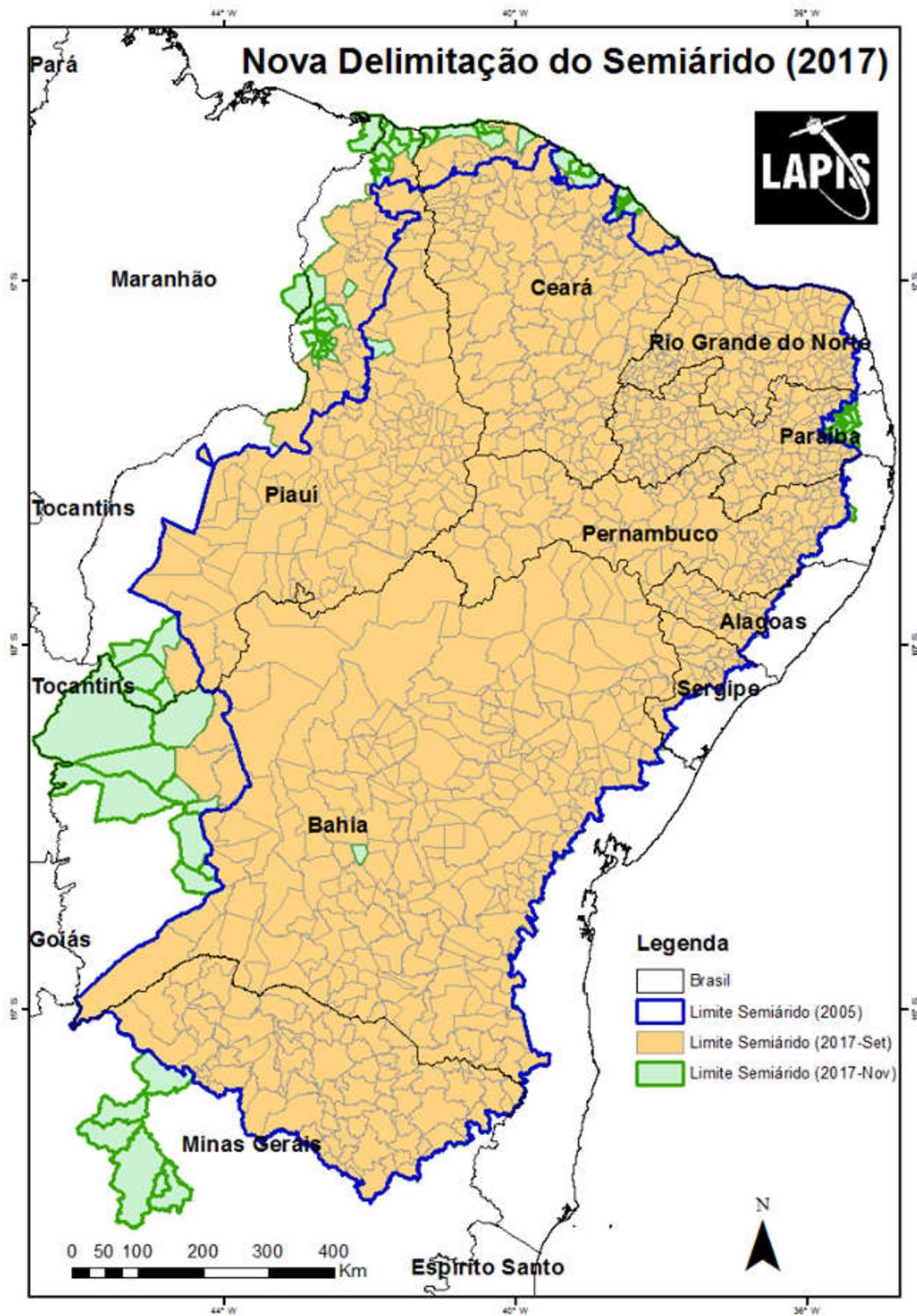
Todavia, recentemente, durante a XXII Reunião do Conselho Deliberativo da SUDENE (CONDEL), realizada na sede do Banco do Nordeste (BNB), em 23 de novembro de 2017, na cidade de Fortaleza-CE, foi decidido que mais 73 municípios seriam incorporados à região do Semiárido brasileiro (FUNCEME, 2017). Logo, tal medida representou, segundo cálculos do próprio autor, uma elevação de cerca de 7,1% em seu total.

Para tanto, a SUDENE considerou os recursos interpostos por estados, bem como critérios de contiguidade. Entre tais estudos, que embasaram a nova delimitação, destacam-se aqueles que tiveram como base o percentual diário de *déficit* hídrico e o Regime de Aridez (RA) (FUNCEME, 2017).

O levantamento técnico foi validado por um grupo de trabalho Interministerial do Ministério da Integração Nacional (MI) e da própria SUDENE. Como consequência, a região do Semiárido brasileiro passou a ter 1.262 municípios, sendo os recém integrantes da/do: Bahia, nove municípios; Ceará, dez municípios; Maranhão, dois municípios; Minas Gerais, seis municípios; Paraíba, 24 municípios; Pernambuco, um município; e Piauí, 21 municípios (FUNCEME, 2017).

Abaixo, no mapa 2, é apresentada a última versão da delimitação do Semiárido (2017):

Mapa 2 – Mapa Político-Administrativo do Semiárido Brasileiro (2017)



Fonte: LAPIS (2017), citado pela UFAL (2018).

A lista completa, composta por todos os municípios recém inseridos na nova delimitação do Semiárido brasileiro, encontra-se no Apêndice A – Municípios Adicionados ao Semiárido Brasileiro, Conforme Aprovação do CONDEL-SUDENE (23/11/2017).

Em nível regional, segundo os dados do IBGE (2005) e IBGE (2017), tabulados e analisados por Silva (2017), observou-se os seguintes quantitativos (em termos absolutos e relativos), no que tange aos municípios inseridos no Semiárido brasileiro, por estados da federação: em Alagoas, 38 de um total de 102 municípios (37,3%); na Bahia, 265 de 417 municípios (63,5%); no Ceará, 150 de 184 municípios (81,5%); em Minas Gerais, 85 de 853 municípios (10,0%); na Paraíba, 170 de 223 municípios (76,2%); em Pernambuco, 122 de 185 municípios (65,9%); no Piauí, 127 de 224 municípios (56,7%); no Rio Grande do Norte, 147 de 167 municípios (88,0%); e em Sergipe, 29 de 75 municípios (38,7%).

De acordo com os dados acima expostos, percebe-se que o estado do Rio Grande do Norte (RN) se destaca, dentre os demais, como aquele que possui o maior percentual de municípios, em relação ao total de cada estado, inseridos na região do Semiárido brasileiro (SAB).

A lista completa, com todos os municípios inseridos, em especial, no Semiárido do estado do RN, está disponível no Apêndice B – Municípios do Semiárido Potiguar. Inclusive, nesta representação tabular, faz-se distinção entre os municípios antigos (140 municípios) e aqueles que foram incluídos a partir dos novos critérios (sete municípios).

Oportunamente, destaca-se que, para tal, foram utilizados dados e informações constantes na portaria n. 89, de 16 de março de 2005 (MI, 2005b) e na Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro (MI, 2005).

O estado do RN, unidade administrativa (ente) da federação em estudo, possui 52.810,70km²; o que corresponde a 0,62% do território nacional. Seus pontos extremos/limites, e respectivas coordenadas geográficas, são: ao norte, 04°49'53"S e 37°15'11"W; ao sul, 06°58'57"S e 36°43'01"W; a leste, 06°29'18"S e 35°58'03"W; e a oeste, 06°23'23"S e 38°36'12"W (IDEMA, 2015).

Mais especificamente, o recorte espacial, deste trabalho, é o Semiárido do estado do RN representado, especialmente, pelos municípios/ECP de: Apodi-RN, Caicó-RN, Cruzeta-RN, Florânia-RN e Macau-RN.

O município de Apodi (RN) possui uma área territorial total de 1.602,66km² (o equivalente a 3,04% da superfície estadual) e está inserido na mesorregião Oeste do estado, na microrregião da Chapada do Apodi e na Zona Homogênea do Planejamento de Mossoroense (IDEMA, 2008a, p.7).

O último citado ente federado é o município mais a oeste do estado em estudo. Ele possui as seguintes coordenadas geográficas e altitude (sede administrativa): 5°39'51"S e 37°47'56"W e 67m. Além disso, seus limites territoriais são: ao norte, Governador Dix-Sept-Rosado (RN), o estado do Ceará e o município de Felipe Guerra (RN); ao sul, Umarizal (RN), Itaú (RN) e Severiano Melo (RN); a leste, Caraúbas e Felipe Guerra; e a oeste, o estado do Ceará, Severiano Melo (RN) e Itaú (RN) (IDEMA, 2008b, p.7).

Já o município de Caicó (RN) possui uma área 1.228,57km² (cerca de 2,33% da superfície do RN) e pertence à: mesorregião Central do estado, microrregião do Seridó Ocidental e Zona Homogênea do Planejamento de Caicó (IDEMA, 2008c, p.7).

Caicó (RN) possui as seguintes coordenadas geográficas e altitude (sede administrativa): 6°27'30"S e 37°5'52"W e 151m. Acrescenta-se que os limites do município são: ao norte, Jucurutu (RN), Florânia (RN) e São Fernando (RN); ao sul, São João do Sabugi (RN) e o estado da Paraíba; a leste, São João do Seridó (RN), Cruzeta (RN), Jardim do Seridó (RN) e Ouro Branco (RN); e a oeste, Timbaúba dos Batistas (RN), São Fernando (RN) e Serra Negra do Norte (RN) (IDEMA, 2008c, p.7).

O município de Florânia (RN) apresenta uma área territorial total de 504,02km² (cerca de 0,95% da superfície do RN) e pertence à: mesorregião Central do estado, microrregião da Serra de Santana e Zona Homogênea de Planejamento das Serras Centrais (IDEMA, 2008d, p.7).

O último mencionado município possui as seguintes coordenadas geográficas e altitude (sede administrativa): 6°07'38"S e 36°49'05"W e 315m. Além disso, seus municípios limites pertencem todos ao estado do Rio Grande do Norte, a saber: ao

norte, Santana do Matos e Jucurutu; ao sul, Cruzeta e São Vicente; a leste, Tenente Laurentino Cruz e São Vicente; e a oeste, Jucurutu e Caicó (IDEMA, 2008d, p.7).

Já o município de Macau (RN) possui uma área superficial total de 788,02km² – aproximadamente, 1,49% da área total do estado – e compõe a: mesorregião Central do RN, microrregião de Macau e Zona Homogênea do Planejamento Mossoroense (IDEMA, 2008e, p.7).

Macau (RN) é o município mais setentrional do estado em estudo. Ele possui as seguintes coordenadas geográficas e altitude (sede administrativa): 5°06'54"S e 36°38'04"W e 4m. Ademais, seus limites são: ao norte, Oceano Atlântico; ao sul, os municípios de Pendências (RN) e Pedro Avelino (RN); a leste, Guamaré e Pedro Avelino; e a oeste, Porto do Mangue (RN) e Pendências (RN).

A escolha dos municípios supraditos está relacionada à presença, em seus territórios, de Estações Climatológicas Principais (ECP) pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Por conseguinte, dada a relevância da entidade, tais séries temporais apresentam elevado grau de confiabilidade no que tange aos procedimentos de observação, crítica, tabulação, apuração e registro dos dados.

As cinco ECP analisadas possuem as seguintes denominações, municípios, numerações-padrão OMM, coordenadas geográficas, altitudes e situação quanto à operação, respectivamente (BDMEP, 2017):

☁ Estação Apodi (em Apodi, OMM 82590, operante), Lat. -5,61° e Log. -37,81° e 150,00m;

☁ Estação Seridó (em Caicó, OMM 82690, operante), Lat. -6,46° e Log. -37,08° e 169,85m;

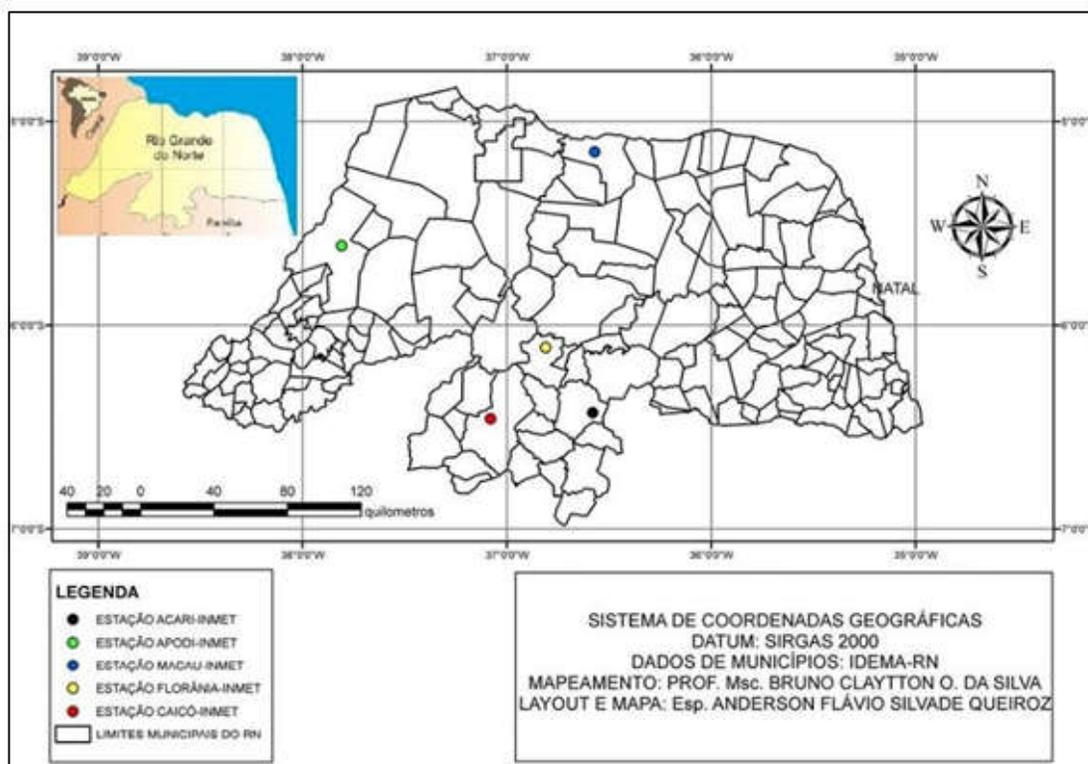
☁ Estação Cruzeta (em Acari, OMM 82693, operante), Lat. -6,43° e Log. -36,58° e 226,46m;

☁ Estação Florânia (em Florânia, OMM 82691, operante), Lat. -6,11° e Log. -36,81° e 324,45m;

☁ Estação Macau (em Macau, OMM 82594, operante), Lat. -5,15° e Log. -36,57° e 32,00m.

No mapa 3, logo abaixo, tem-se a localização das ECP utilizadas no trabalho:

Mapa 3 – Mapa de Localização das Estações Climatológicas Principais do Semiárido Potiguar



Fonte: próprio autor e Queiroz, 2015.

6.2 DIVERSIDADES NATURAIS DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA E POTIGUAR

A região do Semiárido Brasileiro (SAB) possui uma extensão total de 982.563,3km². Deste total, a região Nordeste (NE) corresponde a, aproximadamente, 89,5%. Além disso, correspondendo aos 10,5% restantes da área (103.589,96 km²), tem-se a porção mais setentrional do estado de Minas Gerais – que se situa na região Sudeste do país – e, hoje, possui cerca de 51,7% de sua área total inserida SAB (IBGE, 2017c; MI, 2005).

Contrariando a histórica concepção equivocada, ou inapropriada atualmente, de ‘região geográfica’, como menciona Figueiredo (2010, p.51), entendida como um

“edifício estável” – ou seja, algo estático e uniforme –, a região do SAB apresenta inúmeras diversidades no que tange tanto aos seus aspectos físico-naturais, quanto socioeconômicos.

Em face do foco e características deste trabalho, serão aqui apresentadas e discutidas a seguir, apenas, as componentes relativas aos aspectos físicos-naturais do NEB.

Deste modo, dar-se-á ênfase, nos níveis regional (SAB e NEB) e local (Semiárido Potiguar), às seguintes diversidades: de Paisagem, Geoambiental e Climática.

6.2.1 Diversidade de Paisagem e Geoambiental

A partir da perspectiva de diversos autores e obras, Christofolletti (1999) afirma que dada a sua denotação inicial (estética), a concepção de ‘Paisagem’ só foi incorporada aos trabalhos desenvolvidos pelos Geógrafos no século XIX, estando relacionada, naquele momento, aos aspectos visual, territorial e fisionômico de um lugar, ou, às expressões espaciais das estruturas realizadas na natureza.

Todavia, a partir do século XX, despontam concepções distintas que passam a considerar o fenômeno global da ‘Paisagem’ como um todo, como destaca Christofolletti (1999, p.39):

O conteúdo da paisagem é constituído pela combinação de elementos materiais e de recursos naturais, disponíveis em um lugar, com as obras humanas correspondendo ao uso que deles fizeram os grupos culturais que viveram neste lugar.

A perspectiva acima apresentada é aquela que, até hoje, ao menos na ciência geográfica, tem se concebido por ‘Paisagem’; mesmo se sabendo que essa representa apenas uma das múltiplas possibilidades de abordagem sobre tal categoria espacial.

Uma concepção bastante complexa, completa e atual de ‘Paisagem’, que engloba não só os aspectos físico-naturais, mas também as diversas expressões humanas (culturais), é descrita por Maximiliano (2004, p.90):

A paisagem pode ser entendida como o produto das interações entre elementos de origem natural e humana, em um determinado espaço. Estes elementos de paisagem organizam-se de maneira dinâmica, ao longo do tempo e do espaço. Resultam daí feições e condições também dinâmicas, diferenciadas ou repetidas, o que permite uma classificação, ao agrupar-se os arranjos similares, separando-os dos diferentes. No todo, forma-se um mosaico articulado. Este processo poderá ser tão detalhado ou amplo, quanto interesse ao observador.

Além disso, merece ser destacado que o conceito de 'Paisagem' é a principal categoria de análise no estudo dos Geossistemas.

Segundo Martinelli e Pedrotti (2001, p.41), o Geossistema é “[...] um constructo teórico visto como unidade dimensional ideal que abarcaria a integridade da realidade concreta, um espaço que hoje se confunde com o meio técnico-científico-informacional”.

Numa perspectiva talvez mais esclarecedora, Amorim e Oliveira (2008, p.178) destacam que:

Os geossistemas são definidos como fenômenos naturais (aspectos geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos) que englobam os fenômenos antrópicos (aspectos sociais e econômicos). Somados, representam a paisagem modificada ou não pela sociedade.

Além disso, os Geossistemas são a categoria de análise das Unidades de Paisagem, sendo que essas podem ser particularizadas através das componentes: relevo, clima, cobertura vegetal, solos, arranjo estrutural e tipo de litologia (ROSS, 1992).

Todavia, tais componentes, estudadas isoladamente, não permitem a diferenciação e, conseqüentemente, a individualização taxonômica, em escalas maiores ou menores, de “classes” de 'Paisagem'; então denominadas Unidades de Paisagem (MAXIMIANO, 2004).

Tal afirmação é corroborada por Martinelli e Pedrotti (2001, p.41) que asseguram que “para sua completa apreensão, não basta a análise separada de seus elementos. É preciso compreender sua complexidade, que é dada pela forma, estrutura e funcionalidade”.

Igualmente, ou seja, na mesma linha, Amorim e Oliveira (2008, p.178) afirmam que:

Em uma abordagem sistêmica, as informações temáticas como vegetação, relevo, aspectos edáficos e pedológicos, substrato geológico, isoladamente, não ajudam muito na compreensão das Unidades de Paisagem.

A questão metodológica principal, para a individualização das Unidades de Paisagem, está relacionada às escalas temporo-espaciais. Onde, ter-se-á que se observar o tempo para organização e a, conseqüente, manifestação espacial característica dos fenômenos nele inseridos (MARTINELLI E PEDROTTI, 2001).

Contudo, segundo os últimos supracitados autores e obra, nas p.42-43, para realização do processo de particularização das Unidades de Paisagem, deve-se identificar e caracterizar as Unidades Paisagísticas em três seções/níveis de agrupamento:

- ☁ Seção Primária: obtida por meio do conhecimento lito-geomorfológico, que produz macrounidades paisagísticas, denominadas Grandes Agregados;
- ☁ Seção Secundária: gerada a partir do conhecimento da ossatura geomorfológica e do modelado escultural do relevo, além da vegetação potencial, intituladas Complexos Geomorfológicos;
- ☁ Seção Terciária: produzida a partir da avaliação da vegetação real em relação às respectivas tendências dinâmicas de suas associações no espaço, sendo designadas Unidades de Paisagem.

Diante das várias concepções metodológicas, elaboradas para a individualização de Unidades de Paisagem, no território brasileiro – em especial, para a região Nordeste –, a EMBRAPA (1993), através do Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPq), realizou o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE), que objetivou diagnosticar e prognosticar tanto o quadro natural como agrossocioeconômico da citada região (EMBRAPA, 2017).

Como cita a EMBRAPA (2017, p.1) “essa nova abordagem dividiu a região em 20 Grandes Unidades de Paisagem, que agrupam 172 Unidades Geoambientais”.

Nesta classificação, as grandes Unidades de Paisagem são representadas por letras maiúsculas de ‘A’ a ‘U’. Já as Unidades Geoambientais, são tidas como

subcategorias das Unidades de Paisagem, sendo, assim, identificadas por números (EMBRAPA, 2000).

Segundo a última referência citada, tais Unidades (de Paisagem e Geoambientais) são:

- ☁ Chapadas Altas (A1 a A8);
- ☁ Chapadas Intermediárias e Baixas (B1 a B15);
- ☁ Chapada Diamantina (C1 a C8);
- ☁ Planalto da Borborema (D1 a D7);
- ☁ Superfícies Retrabalhadas (E1 a E13);
- ☁ Depressão Sertaneja (F1 a F34);
- ☁ Superfícies Dissecadas dos Vales dos Rios Gurguéia, Paranaíba, Itapecuru e Tocantins (G1 a G18);
- ☁ Superfícies Dissecadas Diversas (H1 a H4);
- ☁ Bacias Sedimentares (I1 a I12);
- ☁ Superfícies Cársticas (J1 a J12);
- ☁ Tabuleiros Costeiros (L1 a L17);
- ☁ Baixada Litorânea (M1 a M6);
- ☁ Grandes Áreas Aluviais (N1 a N3);
- ☁ Golfão Maranhense (O);
- ☁ Grande Baixada Maranhense (P);
- ☁ Dunas Continentes (Q1 e Q2);
- ☁ Complexo de Campo Maior (R1 e R2);

☁ Maciços e Serras Altas (S1 a S3);

☁ Maciços e Serras Baixas (T1 a T3);

☁ Serrotes, Inselbergues e Maciços Residuais (U1 a U3).

Tais Unidades são apresentadas no mapa 4, logo abaixo:

Figura 1 – Zoneamento Agroecológico do Nordeste: principal legenda

GRANDES UNIDADES DE PAISAGEM E RESPECTIVAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS	
A	- CHAPADAS ALTAS A1A8
B	- CHAPADAS INTERMEDIÁRIAS E BAIXAS B1B15
C	- CHAPADA DIAMANTINA C1C8
D	- PLANALTO DA BORBOREMA D1D7
E	- SUPERFÍCIES RETRABALHADAS E1E13
F	- DEPRESSÃO SERTANEJA F1F34
G	- SUPERFÍCIES DISSECADAS DOS VALES DOS RIOS GURGUÉIA, PARNAÍBA, ITAPECURU E TOCANTINS G1G18
H	- SUPERFÍCIES DISSECADAS DIVERSAS H1H4
I	- BACIAS SEDIMENTARES I 1I 12
J	- SUPERFÍCIES CÁRSTICAS J1J12
L	- TABULEIROS COSTEIROS L1L17
M	- BAIXADA LITORÂNEA M1M6
N	- GRANDES ÁREAS ALUVIAIS N1N3
O	- GOLFÃO MARANHENSE
P	- GRANDE BAIXADA MARANHENSE
Q	- DUNAS CONTINENTAIS Q1Q2
R	- COMPLEXO DE CAMPO MAIOR R1R2
S	- MACIÇOS E SERRAS ALTAS S1S3
T	- MACIÇOS E SERRAS BAIXAS T1T3
U	- SERROTOS, INSELBERGUES E MACIÇOS RESIDUAIS U1U3

Fonte: EMBRAPA, 2000.

A partir do mapa 4, pode-se observar, em nível regional, que, dentre a diversidade de Paisagens-Geoambientais do Nordeste brasileiro, as seguintes Unidades de Paisagem são registradas no Semiárido do país: A, B, C, D, E, F, H, I, J,

L, M, N, Q, T e U. Dessas, destacam-se, quanto a abrangência e área total, no Semiárido do Nordeste brasileiro, a/as/o:

- ☁ Depressão Sertaneja (F), por toda a sua extensão;
- ☁ Chapadas Intermediárias e Baixas (B), a oeste;
- ☁ Superfícies Cársticas (J), em suas porções nordeste, central e sudoeste;
- ☁ Chapada Diamantina, em sua porção centro-sul;
- ☁ Planalto da Borborema, em sua porção leste;
- ☁ Superfícies Retrabalhadas, em sua porção sul.

Em nível local, ou seja, especialmente na região natural do Semiárido Potiguar, as Unidades de Paisagem e suas respectivas Unidades Geoambientais registradas são:

- ☁ Chapadas Altas (A), nas mesorregiões Central e Oeste Potiguar;
- ☁ Planalto da Borborema (D), nas mesorregiões Agreste e Central Potiguar;
- ☁ Depressão Sertaneja (F), nas mesorregiões Agreste, Central e Oeste Potiguar;
- ☁ Superfícies Cársticas (J), nas mesorregiões Agreste, Central e Oeste Potiguar;
- ☁ Tabuleiros Costeiros (L), nas mesorregiões Agreste e Central Potiguar;
- ☁ Baixada Litorânea (M), nas mesorregiões Agreste, Central e Oeste Potiguar;
- ☁ Maciços e Serras Baixas (T), nas mesorregiões Central e Oeste Potiguar;
- ☁ Serrotes, *Inselbergues* e Maciços Residuais (U), exclusivamente, na mesorregião Agreste Potiguar.

Assim como se observou na classificação, inicialmente apresentada (MEDEIROS *et al.*, 2011), percebe-se o destaque, em termos de abrangência, da Depressão Sertaneja (F) no Semiárido do estado do Rio Grande do Norte.

A tempo, destaca-se que os municípios e, conseqüentemente, as ECP, em foco neste trabalho, estão inseridos, respectivamente, nas/nos seguintes Unidades de Paisagem:

☁ Apodi-RN, no domínio das Superfícies Cársticas (J), da mesorregião Oeste Potiguar;

☁ Caicó-RN, na grande área de abrangência da Depressão Sertaneja (F), no Semiárido Potiguar;

☁ (Estação) Cruzeta-RN, numa zona de transição entre o Planalto da Borborema (D) e os Maciços e Serras Baixas (T), da mesorregião Central Potiguar;

☁ Florânia-RN, na restrita extensão dos Maciços e Serras Baixas (T), da mesorregião Central Potiguar;

☁ Macau-RN, na extensão da Baixada Litorânea (M), no extremo setentrional da mesorregião Central Potiguar.

Esclarece-se que a identificação das Unidades de Paisagem dos municípios do RN e das ECP foi obtida por meio de princípios de Geometria Plana (ou Euclidiana) aplicados sobre o mapa 4.

Ressalta-se que a identificação precisa das Unidades de Paisagem e Geoambientais, que caracterizam as formas/unidades de relevo dos municípios/ECP

estudados, configura-se como de grande relevância, haja vista que, essas, em geral, exercem influência em seu clima e, conseqüentemente, no comportamento de sua precipitação pluviométrica, como destacam Moura *et al.* (2007, p.39):

“Os aspectos de relevo definem alguns locais com maiores altitudes, e, conseqüentemente, microclimas específicos, além disso, a proximidade com o oceano, em alguns locais, resulta na influência das frentes frias e maiores índices pluviométricos”.

Ainda sobre o relevo, diversos autores o destacam como um importante componente na compreensão da climatologia e das precipitações pluviométricas do Nordeste Brasileiro (NEB) – sobretudo, em sua porção Semiárida –, dentre eles:

☁ Ayoade (2006, p.163), que versa sobre o tipo de precipitação e as características das áreas à barlavento e sotavento de regiões montanhosas, apontando que:

A precipitação orográfica é usualmente definida como aquela que é causada inteira ou principalmente pela elevação do ar úmido sobre terreno elevado. Contudo, as montanhas, sozinhas, não são muito eficientes para fazer com que a umidade seja removida da massa de ar que se desloca por elas. Todavia, as áreas montanhosas recebem mais precipitação do que os terrenos baixos adjacentes. Além disso, as vertentes a barlavento das montanhas são conhecidas por receberem mais precipitação do que as vertentes a sotavento, que são consideradas como sofrendo o efeito da “sobra de chuva” das vertentes a barlavento. O grau de influência das montanhas sobre a precipitação depende de seu tamanho e de seu alinhamento relativo aos ventos portadores de chuvas. Ele também depende da estabilidade ou, de outra maneira, da atmosfera, bem como da umidade da massa de ar. Em uma atmosfera estável, a influência orográfica restringe-se à proximidade da montanha ou da escarpa, de maneira que a ação principal do terreno é apenas redistribuir a precipitação. Por outro lado, quando a atmosfera é instável, a orografia tende a aumentar o volume de precipitação bem como distribuí-la por sobre uma área maior.

☁ Pereira (2013, p.240), assim como Ayoade (2006), menciona o papel das precipitações orográficas e acrescenta informações sobre seu processo de formação e fatores influentes, afirmando que:

As precipitações orográficas ocorrem pela convecção forçada do ar em razão da configuração do relevo e conseqüente diminuição da temperatura segundo o gradiente adiabático de expansão [...] Vários autores estudaram as características fisiográficas que devem influenciar a distribuição e a intensidade das chuvas, sendo eles: altitude, declividade, orientação de vertentes, e distância do litoral [...]

existem trabalhos que demonstram que as orografias são importantes fatores na formação de núcleos convectivos, e nos fatores que intensificam os mesmos.

☁ Almeida (2016, p.280), assim como os últimos autores citados, traz informações acerca das áreas à barlavento e sotavento das regiões montanhosas e complementa citando as principais características das precipitações que ocorrem na primeira área:

O relevo pode condicionar variações nos regimes de chuvas e de ventos locais, fazendo com que o ar se eleve pela encosta, resfriando-se adiabaticamente e formando nuvens. Nos casos em que encostas e montanhas sejam “batidas” por ventos carregados de umidade, ocorre aumento da chuva a barlavento. (na direção do vento) e diminuição no lado contrário (sotavento), devido à formação de correntes descendentes e secas [...] As características principais desse tipo de precipitação estão sempre associadas: a baixa intensidade, curta duração e ocorrência de precipitação do lado do sentido do vento.

☁ Pereira (2013, p.249) acrescenta, em relação aos demais autores citados, principalmente, informações a respeito da distribuição da precipitação pluviométrica com o distanciamento do litoral:

Conforme vai se afastando do litoral os níveis pluviométricos diminuem devido ao continente se comportar como um sumidouro de umidade, ou seja, existe uma retenção de vapor na superfície. Contudo, no período úmido, os ventos ao se chocarem com barreiras topográficas fazem com que haja um acúmulo de instabilidade a barlavento, favorecendo o acúmulo de precipitação nas regiões de planície que antecedem o relevo [...] Nos meses secos, com a forçante orográfica, conjuntamente às menores temperaturas devido à altura do relevo nas regiões supracitadas, há formação de nuvens convectivas locais, fazendo com que ocorra mais precipitações localizadas nestas localidades.

☁ Nimer (1989, p.315) destaca o papel do relevo, da região Nordeste do país, como um fator contribuinte para a complexa climatologia da região:

A enorme extensão territorial da Região Nordeste (1.540.827km²), o relevo – constituído por amplas planícies (baixadas litorâneas), por vales baixos, geralmente inferiores a 500 m, entre superfícies que se alçam, muitas vezes, a cotas de 800 m na Borborema, Araripe, Ibiapaba e de 1.200m na Diamantina [...] tornam a climatologia desta Região uma das mais complexas do mundo [...] esta complexidade reflete-se em uma extraordinária variedade climática, do ponto de vista de pluviosidade, sem igual em outras Regiões brasileiras.

☁ Almeida (2016, p.321-322) ressalta o relevo senão como fator determinante, mas, certamente, contribuinte para a semiaridez da região Nordeste do país, além do norte de Minas Gerais, destacando que:

Várias hipóteses têm sido formuladas para explicar essa semiaridez. As primeiras apontavam o relevo como o fator principal, porque formava uma barreira orográfica ao longo do litoral desde o Rio Grande do Norte até a desembocadura do Rio São Francisco. Essa barreira seria o planalto da Borborema que poderia impedir a trajetória de deslocamento das massas de ar procedentes do Atlântico. Essa condição proporciona mais umidade na posição a barlavento, onde os totais anuais de chuvas ultrapassam os 1500 mm. Tal explicação é insuficiente, porque a elevação da Borborema é descontínua e as altitudes são modestas (pequenas) e, raramente, ultrapassam 800 m. Por isso, seria incapaz de provocar uma “mancha” semiárida tão grande quanto à do semiárido do Nordeste [...] Acredita-se que a influência real do planalto da Borborema se restrinja à escala local.

☁ Nimer (1989, p.336) relaciona a elevada precipitação pluvial, de algumas áreas do NEB, ao seu relevo:

Chamamos atenção para os diversos núcleos de precipitação mais copiosa que suas áreas circunvizinhas. Trata-se de locais cuja orografia concorrer de modo mais importante no sentido do acréscimo de chuvas. São eles: Ibiapaba (Ceará), Areia (Paraíba), Triunfo (Pernambuco), Quebrangulo (Bahia) e Água Branca (Alagoas).

☁ Araújo (2011, p.96), diferente de Nimer (1989), aponta a associação entre o *déficit* de chuvas e o relevo de algumas áreas do NEB:

Deve-se destacar que há áreas críticas quanto à escassez de chuvas, como são os casos das regiões do Raso da Catarina, Depressão Sanfranciscana e Sertão do Jatinã, entre os Estados de Bahia e Pernambuco, também nas regiões do Seridó, Cariri e Curimataú, entre Cabaceiras-PB e Caicó-RN. Nestas áreas, as chuvas sequer chegam a superar os 500 mm anuais de média; a situação se agrava ainda mais por causa do relevo deprimido ou a sotavento [...].

A partir das citações, pode-se perceber que as diferentes formas e unidades de relevo constituem-se como um elemento importante na compreensão da distribuição espacial da precipitação pluviométrica no NEB.

Nesta perspectiva, em âmbito local, ou seja, na porção do Semiárido norte-riograndense, duas Unidades de Paisagem, Geoambiental e/ou Geomorfológica, se destacam: o Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja.

Tais Unidades apresentam, em geral, as seguintes características:

- ☁ Planalto da Borborema: área com altitudes elevadas, para o padrão do NEB, localizadas nas mesorregiões Agreste e Central do RN. À barlavento, em geral, serão observadas precipitações pluviométricas acumuladas mais elevadas que à sotavento;
- ☁ Depressão Sertaneja: grande domínio situado em áreas com relevo deprimido, localizadas nas porções central e oeste do estado, e/ou à sotavento da Borborema. Além disso, apresenta escassez de chuvas.

6.2.2 Diversidade Climática

A diversidade climática, neste trabalho, configura-se como a caracterização dos tipos climáticos (via Classificação Climática) e dos Sistemas Atmosféricos atuantes na área de estudo; que iniciará sua discussão a seguir:

6.2.2.1 Classificação Climática

Diferentemente do tempo meteorológico, o clima caracteriza-se por ser uma generalização ou a integração das condições do tempo para certo período, em uma determinada área (VIANELLO E ALVES, 2000).

O clima possui variações de local para local (variações espaciais) e segundo inúmeros intervalos de tempo distintos (variações temporais), estando essas determinadas por vários sistemas atmosféricos e fatores geográficos. Esses produzem, ao se combinarem, para determinada área, uma composição característica; o que não representa homogeneidade ou inalterabilidade de seus elementos/fatores constituintes (VAREJÃO-SILVA, 2006).

A partir do exposto, conclui-se que dois lugares na Terra, não podem(riam) apresentar climas idênticos. Além disso, diante da supradita natureza multivariada e complexa do clima, figura(ria) como impossível classificar uma localidade, de modo a integralizar todos os seus elementos/fatores climáticos constituintes, inclusive o tempo.

Apesar disso, é possível definir áreas nas quais o clima é relativamente uniforme. Ou, definir áreas levando em conta alguns dos inúmeros fatores ou elementos que compõe certo clima.

Tal representação sintética e simplificada da realidade denomina de Classificação Climática.

As Classificações Climáticas nada mais são do que modelos matemáticos espaciais, resultados de uma síntese de dados. Portanto, guardam consigo todas as características genéricas de um modelo, ou seja, eles são (NIMER, 1979, p.60):

- ☁ Sugestivos, pois contém fundamentações para sua própria extensão e generalização;
- ☁ Seletivos, já que são uma aproximação da realidade;
- ☁ Analógicos, pois reformulam aspectos do mundo real para uma forma simplificada, familiar, observável, facilmente expressa e controlável;
- ☁ Reaplicáveis, já que podem ser reproduzidos para outras situações do mundo real.

Ao mesmo tempo, todo modelo de classificação climática possui as funções básicas de um modelo matemático genérico, a saber (NIMER, 1979, p.60):

- ☁ Psicológica, haja vista que permitem que certo grupo de fenômenos possam ser visualizados e compreendidos;
- ☁ Aquisitiva, pois possuem uma estrutura na qual a informação pode ser definida, coletada e ordenada;
- ☁ Organizacional, relativa a estrutura e emprego dos dados;
- ☁ Fertilidade, pois a partir deles se pode extrair o máximo de informações dos dados;
- ☁ Lógica, pois auxilia a compreensão de determinado fenômeno;
- ☁ Normativa, já que compara certo fenômeno com outro similar;

- ☁ Sistemática, haja vista que, a partir de sua construção, a realidade é vista a partir de sistemas integrados;
- ☁ Construtiva, pois dá base para elaboração de leis e teorias;
- ☁ Parentesco, já que sua concepção parte da ideia de outros modelos.

Os sistemas de Classificação Climática agrupam fatores ou elementos climáticos similares, em regiões e tipos climáticos, de modo a se obter um arranjo e compreensão das complexas variações do clima (AYOADE, 2006).

A existência de um número elevado de modelos de Classificação Climática atesta a complexidade implícita ao problema (NIMER, 1979).

Acrescenta-se que o processo de Classificação Climática é um exercício complexo pela existência de vários aspectos, dentre eles (AYOADE, 2006):

- ☁ Parte-se da necessidade de se estabelecer “fronteiras” a fenômenos que se exprimem continuamente;
- ☁ A inadequação dos dados disponíveis em relação à cobertura espacial (concentrados-dispersos), duração (tamanho das séries) e confiabilidade (qualidade das séries);
- ☁ O caráter não estático dos climas que, ao se alterarem, demanda a redefinição das “fronteiras climáticas”;
- ☁ Por fim, o caráter multivariado dos climas, compostos de vários elementos, mas que, nas classificações climáticas, são significativamente reduzidos.

A partir de tal complexidade e, conseqüentemente, do numeroso campo de possibilidades, desde o século XIX, foram propostos vários sistemas/esquemas de Classificação Climática, sendo aquele que considerou o critério zonal como uma das primeiras tentativas. Logo, a partir desse, foram definidas Zonas Climáticas Globais: Equatorial, Tropical, Subtropical, Ártica e Polar (NIMER, 1979; MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A Classificação Zonal, leva em consideração o comportamento latitudinal da temperatura do ar e, partir deste critério, tornou-se possível identificar as seguintes faixas (climáticas) na superfície do globo (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007):

- ☁ Faixa Intertropical: tipicamente quentes, sem inverno, e de baixas latitudes;
- ☁ Temperadas: com estações bem definidas, e de latitudes médias;
- ☁ Polares: sem verão, e de altas latitudes (polos geográficos).

Todavia, mesmo ainda hoje não sendo sobrepujada, percebeu-se que a Classificação Zonal é limitada – caso seja empregada unicamente – pois, para definição de Zonas Úmidas, Secas ou Desérticas, se faz necessário considerar a pluviosidade; além de outros elementos climáticos (como a evaporação e a evapotranspiração).

A *posteriori* foram desenvolvidos, levando em conta tais bases/fundamentações, mas com características próprias, inúmeros Sistemas de Classificação Climática que podem ser agrupados segundo duas abordagens: Genérica ou Genética.

Na abordagem Genérica, também denominada de Analítica ou Analítico-Separativa, Estática ou Empírico-Quantitativa, que se alinha à Climatologia e aos Métodos Clássicos/Tradicionais, o foco está no comportamento dos elementos que compõe certo clima, ou nos seus efeitos sobre outro domínio (como exemplo, a vegetação). São exemplos desta abordagem os Sistemas de Classificação de Köppen (1918-1936) e Thornthwaite (1948-1955) (NIMER, 1979; MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Já na abordagem Genética, também identificada por Dinâmica ou Explicativa-Descritiva, que está alinhada à Climatologia Moderna ou Dinâmica, as classificações baseiam-se nos controles climáticos – fatores que determinam ou influenciam certo clima –, tais como: a circulação atmosférica, o saldo de radiação, os fluxos de umidade... São exemplos desta abordagem os Sistemas de Classificação de Strahler (1969) e Nimer (1979) (NIMER, 1979; MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No presente trabalho, a fim de caracterizar a região Semiárida do Brasil (SAB), em especial do Semiárido Potiguar, decidiu-se optar pela Classificação Climática de Nimer (1979).

Tal escolha partiu da relevância e do emprego desta classificação até os dias atuais, inclusive sendo o modelo utilizado pelo principal provedor de dados e informações do país: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Além disso, deve-se destacar que o modelo de Classificação de Nimer (1979) desponta – diferente de um número significativo de propostas – como um “método relativamente pacífico” entre as dicotômicas classificações, de um lado, Tradicionais e, de outro, Dinâmicas.

Como cita o próprio autor (NIMER, 1979, p.77-78), seu modelo baseia-se em três Sistemas Fundamentais:

O primeiro sistema, por derivar da climatologia dinâmica, é baseado em padrões de circulação atmosférica, seu fator genético-dinâmico mais abrangente, controlador do regime climático anual. Este sistema, por conseguinte, define os climas zonais, os quais, no Brasil, compreendem as seguintes modalidades regionais: Clima Equatorial, [...] Clima Tropical Austral do Brasil Setentrional, [...] Clima Tropical do Nordeste Oriental, [...] Clima Tropical do Brasil Central, [...] Clima Tropical Boreal do Brasil Setentrional, [...] e o Clima Temperado do Brasil Meridional.

Em relação a Classificação Climática apresentada pelo IBGE (2002), disponibilizada em sua plataforma virtual, há uma diferença, no que tange ao primeiro Sistema Fundamental de Nimer (1979): nela, ao invés de seis climas Zonais, há apenas cinco; sendo que esses possuem terminologias bem semelhantes.

A diferença está que, no modelo climático do IBGE (2002), há, somente, o clima Tropical Zona Equatorial e, na classificação de Nimer (1979), existem dois tipos climáticos para a mesma Zona: Tropical Austral do Brasil Setentrional e Tropical Boreal do Brasil Setentrional.

Em relação ao primeiro Sistema de Fundamental de Nimer (1979), segundo o IBGE (2002), a região Semiárida do Brasil (SAB) apresenta três tipos climáticos Zonais ou Genéticos, são eles: o Clima Tropical Zona Equatorial, Tropical Nordeste Oriental e o Clima Tropical Brasil Central.

Oportunamente, acrescenta-se que os municípios/ECP em estudo estão inseridos em dois tipos climáticos Zonais: o Clima Tropical Zona Equatorial e o Tropical Nordeste Oriental.

As identificações realizadas, para área de estudo, podem ser observadas a partir do Cartograma 1, logo abaixo:

Cartograma 1 – Clima Zonais ou Genéticos do Brasil



Fonte: IBGE (2002).

O segundo Sistema Fundamental, adotado por Nimer (1979, p.78), está relacionado a componente térmica, ou seja, a temperatura do ar. Para tal, ele toma como base índices de vários autores. Logo, de acordo com o supracitado autor, serão definidos os seguintes tipos climáticos:

A temperatura média de 18°C para o mês mais frio limita as regiões de clima QUENTE (>18°C) das regiões de clima SUBQUENTE (< 18°C); a média de 15°C para o mês mais frio limita as regiões de clima

SUBQUENTE das regiões de clima MESOTÉRMICO (< 15°C). Por sua vez o clima mesotérmico é dividido em mesotérmico branco (15° a 10°C), *mesotérmico mediano* (10°C a 0°C) e *mesotérmico frio* (<0°C).

Mais uma vez, quando comparada a Classificação Climática original de Nimer (1979) à adotada pelo IBGE (2002), deve ser feita uma ressalva: como citado, o primeiro autor considera três subtipos de climas Mesotérmicos (Branco, Mediano e Frio). Porém, a segunda Classificação leva em conta apenas dois (Branco e Mediano).

Os limiares térmicos dos tipos e subtipos climáticos, dentre os dois modelos, são iguais; a exceção da exclusão já mencionada, do último subtipo Mesotérmico, e do erro apresentado na classificação do IBGE (2002), para o subtipo Mesotérmico Mediano, que o considera com média superior à 10°C (média > 10°C) – quando, na verdade, deveria ser menor que 10°C (média < 10°C), ou entre 0°C e 10°C.

O terceiro e último Sistema Fundamental de Nimer (1979, p.79) é aquele que se baseia nos campos de umidade do ar. Ele se fundamenta em dois aspectos: na existência ou inexistência de seca e no comprimento médio da estação seca. Logo, de acordo com o supradito autor, serão definidos os seguintes tipos climáticos:

[...] os climas *superúmidos* (sem seca ou com subseca), *úmidos* (com 1 a 2 ou 3 meses secos), *subúmidos* (com 4 a 5 meses secos), *semiáridos* (com 6 ou mais meses secos). Este último pode ser dividido em: *branco* (com 6 meses secos), *mediano* (com 7 a 8 meses), *forte* (com 9 a 10 meses) e *muito forte* (com 11 meses). E, finalmente, o clima *árido* ou *desértico* (com 12 meses secos).

Conjugando-se os dois últimos Sistemas de Nimer (1979) – temperatura e umidade do ar –, na região Semiárida do Brasil, serão observados os climas: Quente e Úmido; Quente e Semiúmido; Quente e Semiárido (com todas as suas variações, do Branco ao Muito Forte); e, em poucas áreas, Subquente Semiúmido e Semiárido.

Já em relação aos municípios/ECP em estudo, esses estão inseridos no domínio dos climas Quentes Semiáridos Mediano (sete a oito meses secos) e Forte (nove a dez meses).

As classificações, isoladas ou conjugadas, para os três Sistemas Fundamentais de Nimer (1979), podem ser observadas a partir do quadro 2, logo abaixo:

Quadro 2 – Climas e Subtipos Climáticos do Brasil

		EQUATORIAL	TROPICAL Zona Equatorial	TROPICAL Nordeste Oriental	TROPICAL Brasil Central	TEMPERADO	
QUENTE (média > 18°C em todos os meses)	SUPER ÚMIDO						sem seca
	ÚMIDO						subseca
	SUBÚMIDO						1 a 2 meses secos
	SUBSÓLIDO						3 meses secos
	SUBSÓLIDO						4 a 5 meses secos
	SUBSÓLIDO						6 meses secos
	SUBSÓLIDO						7 a 8 meses secos
SUBQUENTE (média entre 18° e 18°C em pelo menos 1 mês)	SUPER ÚMIDO						9 a 10 meses secos
	ÚMIDO						11 meses secos
	SUBÚMIDO						sem seca
	SUBSÓLIDO						subseca
	SUBSÓLIDO						1 a 2 meses secos
	SUBSÓLIDO						3 meses secos
	SUBSÓLIDO						4 a 5 meses secos
MESOTÉRMICO BRANDO (média entre 10° e 15°C)	SUPER ÚMIDO						6 meses secos
	ÚMIDO						sem seca
	SUBÚMIDO						subseca
	SUBSÓLIDO						1 a 2 meses secos
	SUBSÓLIDO						3 meses secos
MESOTÉRMICO MEDIANO (média > 10°C)	SUPER ÚMIDO						4 a 5 meses secos
	ÚMIDO						sem seca
	SUBÚMIDO						subseca
							1 a 2 meses secos

Fonte: IBGE, 2002, baseado em Nimer (1979).

Esclarece-se que, a identificação dos (sub)tipos climáticos – anteriormente apresentada – especialmente, da região do SAB, mas também do Semiárido Potiguar, foi obtida por meio de princípios de Geometria Plana (ou Euclidiana) e correlação espacial. Para tanto se empregou o mapa 1 (Mapa Político-Administrativo do Semiárido Brasileiro), a novíssima lista dos municípios que integram o SAB (FUNCEME, 2017) e imagens (modo satélite) do *Google Earth Pro* (em escalas de 1:7.000.000 à 1:50.000.000).

6.2.2.2 Sistemas Atmosféricos

Como supramencionado, a região do SAB apresenta três climas Zonais, são eles: Tropical Zona Equatorial, Tropical Nordeste Oriental (ou Mediterrâneo) e Tropical Brasil Central (NIMER, 1979, p.77; NIMER, 1989, p.355).

Além disso, pode-se classificar a região de acordo com os seus aspectos térmicos ou Domínios Climáticos (climas Quentes e Subquentes) e pluviométricos ou Subdomínios Climáticos (climas Semi-Úmido e Semiárido) (NIMER, 1989, p.355-356).

Em linhas gerais, os climas que abrangem a região do SAB, sobretudo o Semiárido Potiguar, segundo Nimer (1989, p.355), apresentam as seguintes características, principalmente, quanto ao seu regime pluviométrico e sistemas atuantes:

[...] o *Setor Mediterrâneo*, com máximo no outono ou inverno [chuvas de correntes perturbadas de N (CIT), correntes perturbadas de E (EW) e *correntes perturbadas* de S (SP)] e mínimo na primavera ou verão. Pela *massa de ar* que aí domina e pela importância dos *sistemas de correntes perturbadas* atuantes, este *setor* tem *clima tropical*, porém, seu ritmo é muito semelhante ao do clima das regiões mediterrâneas da Europa e África, podendo, por isso, ser também denominado de *clima mediterrâneo quente*; o *Setor Tropical do Brasil Central*, com máximo no verão [chuvas de *correntes perturbadas* de W (IT) e de S (FP)] e mínimo no inverno. Seu *clima* é tipicamente *tropical*; e o *setor tropical da zona equatorial*, com máximo no outono [chuvas de *correntes perturbadas* N (CIT)] e mínimo na primavera ou inverno.

Sobre as citadas Correntes Perturbadas de N (CIT), de S (FP), E (EW) e W (IT), essas possuem uma série de características variáveis tanto no tempo quanto no espaço. A seguir, tais particularidades serão apresentadas.

As Correntes Perturbadas de Norte (N) serão marcadas por uma descontinuidade térmica denominada Convergência Intertropical (CIT). Ela surge da convergência dos ventos alísios de ambos os Hemisférios (N e S), em uma área denominada região Frontogenética – área onde o contraste entre as massas de ar intensifica as frentes –, na Zona Equatorial (NIMER, 1989, p.17).

Três aspectos são extremamente relevantes em relação a CIT: sua posição, orientação e intensidade. Todos, tanto em termos globais quanto regionais, apresentam uma natureza, apesar de variável, bastante conhecida e, conseqüentemente, descrita na literatura.

Sobre sua posição, Nimer (1989, p.17-18) afirmar que:

Em julho o resfriamento do hemisfério Austral mantém a CIT cerca de 10°N. Em janeiro o resfriamento do hemisfério Boreal consegue deslocá-la para o Austral, mas a massa de ar deste último, pouco aquecida mesmo no verão, detém a CIT pouco abaixo do equador. Suas posições extremas se dão no fim do verão e no inverno, quando é maior a diferença de temperatura entre os hemisférios (março-abril para o hemisfério Sul e setembro-outubro para o Norte).

Já em relação às variações de orientação da CIT, Nimer (1989, p.18) destaca que:

Esta depende da posição dos anticiclones. Na maior parte do ano ela mantém orientação zonal (E-W). Entretanto, de janeiro a abril, em virtude do traçado dos continentes, o anticiclone do Atlântico Sul fica muito a leste do núcleo dos Açores o que força a CIT a um movimento de rotação que a orienta no sentido NE-SW.

Como ressalta o mesmo autor, é, justamente, da conjugação dos dois primeiros aspectos (componentes) – principalmente o último – que, no final do verão e início do outono, ocorrem precipitações pluviométricas significativas nas áreas de climas Semiáridos do Nordeste do Brasil (NEB); inclusive nos municípios e/ou ECP estudadas.

Ainda sobre a CIT, ou Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) – termo, hoje, mais comum na literatura –, Ferreira e Mello (2005, p.19) afirmam que ela:

[...] é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente ela migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 14°N em agosto-outubro para posições mais ao sul, aproximadamente 2° a 4°S entre fevereiro a abril. Esse deslocamento da ZCIT está relacionado aos padrões da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre essa bacia do oceano Atlântico Tropical [...].

No período de atuação da ZCIT, sobre a região do SAB, em geral (em anos considerados normais), com frequência registra-se:

[...] uma acentuada instabilidade atmosférica que favorece o desenvolvimento de intensas correntes ascendentes, com formação de grandes nuvens convectivas, geradoras de precipitação abundante [...] Fortes aguaceiros, acompanhados de relâmpagos e trovões [...] como sua posição oscila muito com o tempo, a precipitação gerada vai sendo distribuída sobre uma faixa de considerável largura (VAREJÃO-SILVA, 2006, p.303).

Não obstante, à cerca das condições que produzem uma estação (quadra) chuvosa marcada por totais pluviais elevados no SAB, Melo, Cavalcanti e Souza (2009, p.26-27) apontam que:

[...] é a permanência por mais tempo da ZCIT em suas posições mais ao norte ou mais ao sul que determina a qualidade da estação chuvosa de regiões como o Sahel, a costa noroeste da África e o norte do Nordeste do Brasil (NEB). No norte da região Nordeste, se a ZCIT somente iniciar sua migração para o norte em fins de abril e início de maio, as chuvas provavelmente serão abundantes.

Ainda tomando como base o trabalho dos últimos autores (*Ibidem*, 2009, p.28), baseados em diversos estudos desenvolvidos desde a década de 40, eles consideram que:

[...] o Maranhão (norte e centro), o Piauí (norte e centro), o Ceará, o Rio Grande do Norte e os sertões da Paraíba e de Pernambuco são, entre os Estados nordestinos, aqueles que mais recebem a influência da ZCIT organizada sobre o Atlântico Equatorial. Nessas áreas, os máximos de precipitação ocorrem em março e abril, meses nos quais esse sistema atua de maneira mais regular.

Por fim, a cerca das condições que influenciam na intensidade da ZCIT, sobretudo, sobre a porção norte da região Nordeste do Brasil (NNE), Molion e Bernardo (2000, p.3), fundamentados nas obras de Lobo (1982) e Uvo *et al.* (1988), atestam que:

Em anos de seca no NNE, a ZCIT fica bloqueada mais ao norte de sua posição normal. O NNE fica, então, debaixo de uma região de subsidência que inibe a precipitação. Em anos chuvosos, ao contrário, a ZCIT move-se até cerca de 5°S e torna-se intensa com o aumento da convergência. As chuvas (secas) no NNE, portanto, coincidem com o posicionamento da ZCIT mais para o sul (norte).

Outro importante sistema atuante sobre o SAB, inclusive Potiguar, são as Correntes Perturbadas de Oeste (W); representadas pelas Linhas de Instabilidade Tropicais ou, simplesmente, Linhas de Instabilidade (LI ou IT).

As LI ou IT são, também, nomeadas de Convecção Linearmente Organizada (CLO).

As CLO são tidas como sistemas constituídos por células convectivas profundas linearmente organizadas. Elas podem ser registradas em regiões tropicais ou extratropicais, continentais ou oceânicas (SILVA ET AL., 2008, p.293).

Sobre a origem e características das LI, em âmbito geral, Molion e Bernardo (2000, p.4) apontam que:

A aproximação de sistemas frontais, provenientes do sul, muitas vezes provoca o surgimento de linhas de instabilidade, que se propagam em sua vanguarda, alinhadas aos mesmos. Essas linhas, denominadas pré-frontais, deslocam-se a uma velocidade média de 10º de latitude por dia, e produzem totais pluviométricos superiores a 50 mm por dia e rajadas de ventos excedendo a 100 km/h. São mais comuns durante o período de inverno, de abril a julho.

Complementarmente, Nimer (1989, p.18) afirma que:

Tais fenômenos são comuns no Brasil, separando no litoral, dorsais da massa Tropical, e no interior, da massa Equatorial continental. Sua origem está ligada principalmente ao movimento ondulatório que se verifica na FG da FPA, onde a sucção do ar quente do quadrante norte, em contacto com o ar frio polar, dá origem a ciclones a partir dos quais surgem instabilidades tropicais praticamente normais à KF.

As supracitadas siglas 'FG' da 'FPA' e 'KF' significam, respectivamente: a intensificação das massas contrastantes da Frente Polar Atlântica; e Frentes Frias – Frente ao longo do qual o ar frio substitui o ar quente (NIMER, 1989, p.14).

Notadamente, a despeito, especialmente, da formação das LI, Ferreira e Mello (2005, p.21), destacam que:

As Linhas de Instabilidade são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha [...] Sua formação se dá basicamente pelo fato de que com a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical ocorre o desenvolvimento das nuvens cumulus, que atingem um número maior à tarde e início da noite, quando a convecção é máxima, com conseqüentes chuvas. Outro fator que contribui para o incremento das LI, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.

Finalmente, analisando a frequência do Número de Dias com Chuva (NDC), na estação chuvosa do NEB, em especial, de sua porção norte, Silva, Pereira e Almeida (2012, p.168) observaram o efeito combinado da ZCIT às LI:

A estação chuvosa em todos os estados do norte do NEB culmina com a época do ano em que a ZCIT está mais ao Sul, que corresponde aos meses de fevereiro, março e abril, ou seja, o trimestre chuvoso [...] A estação chuvosa nessa área do NEB é coincidente com a posição mais sul da ZCIT e com o aparecimento de Linhas de Instabilidade.

Um terceiro importante Sistema Atmosférico, atuante no NEB e, em menor abrangência, na região do SAB e Potiguar, são as Ondas de Leste (OL) ou *Est Wave* (EW) ou, ainda, Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL).

Segundo Reboita *et al.* (2010, p.196-197):

As ondas de leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, por exemplo, desde a costa da África até o litoral leste do nordeste do Brasil.

Dissertando sobre o papel das EW no NEB, Machado *et al.* (2009, p.62) afirmam que “[...] elas têm uma ação fundamental na modulação da convecção em grande parte dos eventos de escala messosinótica provenientes do oceano”.

Tal sistema está relacionada, em se tratando de sua formação, em especial no NE, às citadas Linhas de Instabilidade (LI); como menciona Nimer (1989, p.19):

[...] no litoral do Nordeste a IT produz uma EW. Tal formação é mais ou menos fixa e persiste cerca de dois dias na costa, com ventos de SE, céu encoberto e chuvas contínuas, que não ultrapassam a Borborema, ficando o interior sob a divergência da dorsal de oeste com nebulosidade 6-8 de estratos-cúmulos.

Todavia, contrariando esta “lógica”, em publicação mais recente, Machado *et al.* (2009, p.63), fundamentados nos trabalhos de Kayano (1979) e Machado, Guedes e Alves (1997), apontam que “existem hipóteses de que as ondas de leste tenham uma influência significativa na formação de linhas de instabilidade formadas na costa Norte-Nordeste, que se propagam para o interior da Amazônia”.

Mais uma vez segundo Nimer (1989, p.19), numa passagem onde o autor discute sobre o processo de expansão e dissipação das EW, é destacado que:

Assim que uma nova FP chega a São Paulo a EW se dissolve, os ventos voltam à direção E-NE (circulação normal) e a temperatura cai. O estacionamento da KF no trópico e a conseqüente formação da FPR provoca novas EW. Se a própria KF avançar até a Bahia acarreta aquecimento na costa do Nordeste, o que resulta em frontólise da EW.

Não obstante, a despeito, principalmente, do aspecto temporal de ocorrência das EW, no NEB, observa-se que:

A passagem da KF até o Rio Grande do Sul (principalmente com estacionamento) provoca forte instabilidade e chuvas de IT no litoral do Nordeste, porém as típicas EW ocorrem quando há formação de

FPR no Estado do Rio. Como a KF raramente alcança o trópico no verão, mais comumente atingindo-o no inverno, as ondas de leste são mais freqüentes nesta última estação (NIMER, 1989, p.19).

Discorrendo sobre a influência e contribuição das EW sobre a faixa Leste do Nordeste (ENE) do país, Molion e Bernardo (2000, p.6), afirmam que “[...] em anos chuvosos, 30 a 40% dos totais pluviométricos do período mais úmido são devidos à convecção causada pelo deslocamento da Zona de Convergência do Este do NE (ZCEN) [...]”.

Sinteticamente, algumas características pontuais podem ser, ainda, destacadas a despeito das EW (TORRES, 2008, p.109-110; VAREJÃO-SILVA, 2006, p.387):

- ☁ Seu número diminui em direção as latitudes mais austrais;
- ☁ Ao contrário de suas ondas longas, as ondas curtas se propagam mais lentamente;
- ☁ Seu comprimento, notabilizado por uma faixa de nebulosidade, varia de 2.000 km à 4.000 km;
- ☁ Sua forma assemelha-se a de um “v” invertido;
- ☁ A amplitude de suas oscilações aumenta, gradativamente, de abril para julho, assim como a propagação de fases ocorre de forma mais organizada neste período.

Mesmo diante das informações apresentadas, é relevante enfatizar que, como supradito, a atuação das EW não se restringe a porção diminuta do litoral do NEB. Tal atuação apresenta variações espaciais ao longo da própria faixa oriental do NEB e, também, da região do Semiárido Brasileiro. Essas últimas variações podem ser correlacionadas, dentre outros, à sua configuração (Geo)Morfológica e, inclusive, com a época do ano.

Nesta perspectiva, Ferreira e Mello (2005, p.23) corroboram apontando que:

Ela provoca chuvas principalmente na Zona da Mata que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte, mas, quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis, as

Ondas de Leste também provocam chuvas no estado do Ceará nos meses de junho, julho e agosto, principalmente na parte centro-norte do estado.

O último Sistema de Correntes Perturbadas, mencionado por Nimer (1989), é o de Sul. Segundo o autor, ele é representado pela Frente Polar (FP), em especial, a Atlântica (FPA).

A FPA é um dos dois “ramos” da FP, que se origina das massas que migram do continente Antártico e invadem o continente Sul-Americano entre os Centros de Ação do Pacífico e do Atlântico. Justificados pela orografia do continente, são gerados dois “caminhos” para as FP_s: o primeiro, a oeste dos Andes, e o segundo, sob a forma de grandes Anticiclones, a leste dessa cordilheira. Neste último, se observa que (NIMER, 1989, p.15):

[...] condicionado pelo contraste térmico (continente-oceano) e pela orografia, essa frente divide-se em dois ramos que seguem caminhos distintos: o da depressão geográfica continental (Chaco), a oeste do Maciço Brasileiro; e o do oceano Atlântico, a leste deste Maciço. Em ambos os caminhos para o equador - o continental e o oceânico - são notáveis o aquecimento inferior, e o aumento da umidade, sobretudo no verão.

Corroborando com a última passagem da citação, Ferreira e Mello (2005, p.19-20) ressaltam que as incursões de tais Frentes Frias, até as latitudes tropicais, ocorrem entre os meses de novembro e janeiro.

Além disso, como afirmam Fedorova e Carvalho (2000, p.59), alicerçados nos trabalhos de vários autores, é sabido que as “zonas frontais penetram na região Nordeste do Brasil durante todo o ano”.

Segundo Molion e Bernardo (2000, p.1-2):

Um mecanismo importante de produção de chuva para o sul do Nordeste (SNE) e para o este do Nordeste (ENE) é a penetração de sistemas frontais, ou seus restos, entre as latitudes 5°S e 18°S. A penetração até latitudes equatoriais ocorre mais frequentemente no inverno do Hemisfério Sul (HS), pois o posicionamento médio da ZCIT, o equador meteorológico, é em torno de 10°N a 14°N nessa época.

Mais especificamente em relação à porção centro-sul do NEB e, inclusive, do SAB e Potiguar, Alves *et al.* (2006, p.57), fundamentados em diversos autores, afirmam que “nos meses de outubro a janeiro, a precipitação sobre o NEB é

influenciada pelas frentes frias que chegam à Bahia, as quais organizam a convecção tropical nos estados mais ao norte [...].

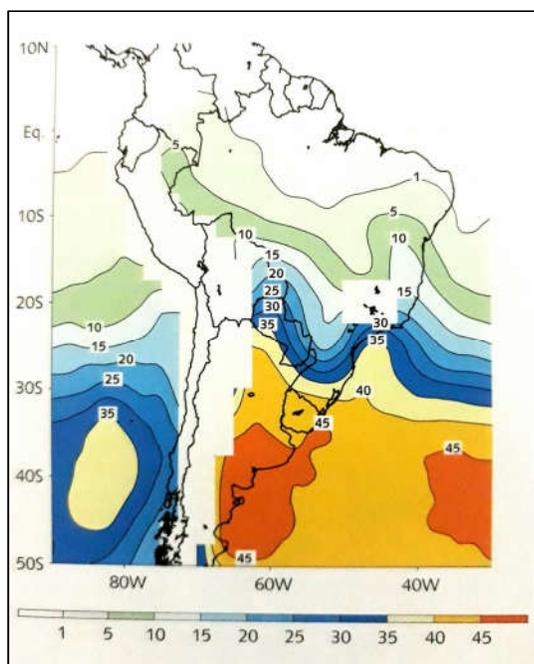
Para mesma região, embasado em Kousky (1979), Gan e Kousky (1986, p.19) destacam que “[...] as chuvas no interior do Nordeste ocorrem, em geral por períodos relativamente curtos, e são provocadas por sistemas transientes como as frentes frias”.

A despeito do comportamento sazonal das Frentes Frias (FF), sobre áreas específicas do NEB, e sua interação com a ZCIT, Fedorova e Carvalho (2006, p.2), embasados, dentre outros, no trabalho de Kousky (1979), apontaram que os:

[...] os sistemas frontais representam um papel importante para o aumento das precipitações: 1) nos meses de dezembro e de janeiro na parte sul do Nordeste, na Bahia, 2) nos meses de inverno na região da Bahia até o Rio Grande do Norte e no norte de Ceará. A pressão baixa associada com as frentes favorece o deslocamento da ZCIT para o sul.

Em trabalho que visou diagnosticar a Climatologia da passagem de FF no Brasil, para o período de 1979 a 2005, Cavalcanti e Kousky (1989, p.139) chegaram à seguinte representação cartográfica:

Cartograma 2 – Média Anual de Frentes Frias no Brasil (1979-2005)



Fonte: Cavalcanti e Kousky (2009).

Como pode ser observado, a partir do cartograma acima, há uma diferença extremamente significativa, quanto a frequência média anual de passagem de FF, dentre as regiões brasileiras; inclusive na própria região do SAB e Potiguar.

Em relação a essas últimas, nota-se que as porções norte e nordeste do SAB possuem médias em torno de um. Contrariamente, as porções centro-sul e sudeste registram médias entre 1-5, 5-10 e, até, 10-15 FF/ano.

Especificamente para o Semiárido do RN, percebe-se que o cômputo anual de FF_s é bastante diminuto.

Finalmente, em relação as FF, deve-se destacar que elas não são, exatamente, uma zona contínua de pressões baixas à superfície, mas uma área muito favorável à gênese de Vórtices Ciclônicos, especialmente, em áreas oceânicas (VAREJÃO-SILVA, 2006, p.306).

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), ou de Ar Superior, é um outro importante sistema atmosférico associado à formação de nebulosidade convectiva e responsável pela variação tanto interanual quanto intranual no NEB (FEDOROVA E CARVALHO, 2006, p.2; SILVA, PEREIRA E ALMEIDA, 2012, p.164).

Notadamente, dentre os sistemas que atuam no NEB e, conseqüentemente, na região do SAB e Potiguar, os VCAN têm se destacado como um dos principais sistemas produtores de precipitação pluvial na época que antecede a estação chuvosa (PAIXÃO E GANDU, 1999, p.3422; REBOITA *ET AL.*, 2010, p.198).

Como citam Ferreira e Mello (2005, p.20):

Os VCANs são um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens.

No que tange aos efeitos associados aos VCAN, Gan e Kousky (1986, p.26) afirmam que:

A nebulosidade associada ao vórtice ciclônico varia consideravelmente, dependendo de sua intensidade e profundidade [...] A periferia do vórtice é acompanhada de bastante nebulosidade, enquanto o seu centro é caracterizado por céu limpo. Muitas vezes a

nebulosidade do vórtice une-se com a de uma frente fria, formando uma configuração do tipo "S' [...] Quando o vórtice percorre águas quentes ou penetra no continente ocorre convecção no seu centro, formando nuvens do tipo cumulonimbus, mostrando, no caso do continente, forte variação diurna.

Outras relevantes características dos VCAN são apontadas por Kousky e Gan (1981) e Gan (1983):

- ☁ Surgem nos meses da primavera, verão e outono;
- ☁ Originam-se acima de 9.000m de altitude e em baixas latitudes;
- ☁ Podem permanecer na região tropical por longos períodos (semanas);
- ☁ Durante a passagem para latitudes mais altas, geralmente crescem e se intensificam;
- ☁ Possuem movimento irregular, movendo-se tanto para leste como para oeste;
- ☁ Podem permanecer quase estacionários ou deslocarem-se mais de oito graus de longitude por dia.

Especificamente em relação aos VCAN que atuam sobre o (Semiárido) do NEB, esses se formam sobre o Atlântico, sobretudo, entre os meses de novembro e março. Porém, apresentam uma frequência mais representativa nos meses de janeiro e fevereiro (GAN E KOUSKY, 1986, p.26; FERREIRA E MELLO, 2005, p.20).

Destaca-se que, dentre outros sistemas, os VCAN estão relacionados a precipitação pluviométrica máxima observada nos meses de maio e junho, destacadamente, do leste do RN até o sul da Bahia (BA) (ALVES, *ET AL.*, 2006, p.57; SILVA, PEREIRA E ALMEIDA, 2012, p.168).

Ademais, a penetração dos VCAN no Brasil, sobretudo na região do NEB próximo ao litoral baiano, produz tempo bom em suas porções sul e central e chuvas, por vezes intensas, na faixa norte (GAN E KOUSKY, 1986, p.26).

Por outro lado, acrescenta-se que, sobre a área de estudo, os VCAN podem ocasionar tanto secas, em algumas áreas, ou inundações. Isto irá depender da sua

posição sobre a área afetada e, por conseguinte, de suas condições atmosféricas (SILVA, 2007).

De modo a sintetizar um conjunto de informações produzidas por diversos e importantes autores, sobre a sazonalidade dos VCAN no Semiárido brasileiro e Potiguar, é apresentado o quadro 1, abaixo:

Quadro 1 – Sazonalidade dos VCAN no (Semiárido) Brasileiro

AUTORES	PERÍODO ANALISADO	PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS
Kousky e Gan (1981) e Gan (1982)	1975 a 1979 e 1975 a 1981	O maior número de registros se deu no verão, especialmente em janeiro (25% do total). Esses não foram observados entre fevereiro e maio.
Valverde Ramírez (1996) e Valverde Ramirez, Kayano e Ferreira (1999)	1980 a 1989	46% dos registros ocorrerão no verão. Seu tempo médio de vida foi de 6,8 dias. Notou-se uma relação positiva entre a estrutura vertical e seu tempo de vida.
Calbete, Gan e Satyamurty (1996)	1987 a 1995	O maior predomínio ocorreu no verão, com média de 6,8 VCAN nesta estação.
Valverde Ramírez, Ferreira e Campos Velho (2002)	1997 a 2002	Predominância de VCAN no verão; 44% do total em janeiro.
Silva (2007)	1994 a 2001	Relação entre a ocorrência de casos ciclônicos e intensidade da circulação ciclônica. Relação entre intensidade dos VCAN e área de abrangência.

Fonte: Ferreira, Ramírez e Gan (2009, p.59), modificado pelo próprio autor (2017).

A partir do quadro-síntese acima, tem-se uma corroboração as informações inicialmente apresentadas, principalmente, em relação ao período mais frequente de atuação dos VCAN sobre o (Semiárido) do NEB: no verão, sobretudo, em janeiro.

Finalmente, especificamente em se tratando do RN, deve-se destacar que, como menciona Diniz e Pereira (2015, p.496), os “Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), também atingem o RN, mas podem produzir chuva em qualquer parte do estado, conforme sua posição, que é variável”.

Em face das características dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a faixa de clima Tropical da Zona Equatorial do Nordeste Brasileiro – área onde estão inseridos os municípios/ECP estudados –, definiu-se a estação chuvosa como a quadra de fevereiro a maio (fevereiro-março-abril-maio, FMAM).

O estudo, especificamente, desta estação, justifica-se por ela representar o período mais importante quanto ao acumulado anual de chuvas sobre a área em estudo (MARENGO *ET AL.*, 2011, p.399; SILVA *ET AL.*, 2010, p.24).

Corroborando com tal afirmação, Diniz e Pereira (2015, p.494) apontam que “na área do Clima Tropical de Zona Equatorial a ZCIT é responsável pela maior parte das chuvas registradas, sendo nessas áreas, o quadrimestre mais chuvoso de fevereiro a maio...”.

7 ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Caracterizada (fisicamente) a área de estudo, na seção seguinte será apresentado todo o arcabouço metodológico envolvido na presente pesquisa, desde os métodos empregados, até as técnicas de pesquisa, passando pela classificação e origem das diversas fontes de dados e os recursos empregados.

7.1 MÉTODOS EMPREGADOS

Segundo Lakatos e Marconi (2003), os métodos científicos podem ser classificados em dois grandes grupos: os Métodos de Abordagem e os Métodos de Procedimento.

Também denominados de Métodos que 'Proporcionam as Bases Lógicas da Investigação', os 'Métodos de Abordagem' se caracterizam por um enfoque mais amplo, em nível de abstração mais elevada, dos fenômenos da natureza e da sociedade, englobando os métodos: Indutivo, Dedutivo, Hipotético-Dedutivo, Dialético e Fenomenológico (GIL, 2008; MARCONI E LAKATOS, 2003).

Dentre os Métodos de Abordagem citados, foi empregado, na pesquisa, o método Hipotético-Dedutivo. A justificativa para tal está relacionada a sua aceitação, como cita Gil (2008), como um, senão o único, método rigorosamente lógico e aceito nas áreas onde se enfatizam os procedimentos quantitativos (Ciências da Natureza, Geociências, Exatas e da Terra...). Logo, tal método se adequa, inteiramente, as perspectivas e aos objetivos deste trabalho.

Na obra de Gil (2008, p.12) é apresentada a lógica de trabalho desenvolvida a partir do método Hipotético-Dedutivo:

Quando os conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto são insuficientes para a explicação de um fenômeno, surge o problema. Para tentar explicar a dificuldade expressa no problema, são formuladas conjecturas ou hipóteses. Das hipóteses formuladas, deduzem-se consequências que deverão ser testadas ou falseadas. Falsear significa tentar tornar falsas as consequências deduzidas das hipóteses. Enquanto no método dedutivo procura-se a todo custo confirmar a hipótese, no método hipotético-dedutivo, ao contrário, procuram-se evidências empíricas para derrubá-la. Quando não se consegue demonstrar qualquer caso concreto capaz de falsear a hipótese, tem-se a sua corroboração, que não excede o nível do provisório.

Os Métodos de Procedimento constituem etapas mais concretas da investigação, com finalidades mais restritas em termos de explicação geral dos fenômenos menos abstratos. Por conseguinte, tais métodos pressupõem uma atitude concreta em relação ao fenômeno analisado, que estão limitadas a um domínio particular (MARCONI E LAKATOS, 2003).

Os principais Métodos de Procedimento, segundo Marconi e Lakatos (2003, p.221-222), “são: Histórico, Comparativo, Monográfico ou de Estudo de Caso, Estatístico, Tipológico, Funcionalista e o Estruturalista”. Já para Gil (2008, p.15), Os métodos de Procedimento são: o Experimental, Observacional, Comparativo, Clínico e o Monográfico”.

No que tange a tais métodos, Gil (2008, p.15) afirma que esses:

têm por objetivo central, proporcionar ao investigador os meios técnicos para garantir a objetividade e a precisão em seus trabalhos. Mais especificamente, eles visam fornecer a orientação necessária à realização da pesquisa, em especial, no que se referente à obtenção, processamento e validação dos dados pertinentes à problemática a ser investigada no trabalho.

Nesta pesquisa, foram empregados dois dos Métodos de Procedimento citados, são eles: o Comparativo e o Estatístico.

O Método Comparativo se caracteriza pela investigação de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, com vistas a ressaltar as diferenças e similaridades entre eles (GIL, 2008).

Já o Método Estatístico baseia-se na aplicação da Teoria Estatística de Probabilidade. Além disso, sua aplicação ocorre a partir de testes estatísticos, que tornam possível determinar, em termos numéricos, a probabilidade de acerto de determinada conclusão, bem como a margem de erro de um valor obtido. Logo, tal método é bastante aceito por parcela significativa dos pesquisadores que possuem preocupações de ordem quantitativa (GIL, 2008).

No presente trabalho, os Métodos de Procedimento destacados foram empregados na(s) análises da precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa Fevereiro-Março-Abril-Maio (FMAM), relativa as estações pluviométricas avaliadas.

7.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A tarefa de classificar a presente pesquisa foi realizada tomando-se como base alguns critérios: a Natureza, a Abordagem, os Objetivos e os Procedimentos Técnicos nela empregados.

Quanto a Natureza, Gerhardt e Silveira (2009, p.34-35) afirmam existir dois tipos de pesquisa: a Básica e a Aplicada. Ainda segundo os mesmos autores, na primeira tem-se como objetivo gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência, em termos universais, mas sem aplicação prática, inicialmente, prevista. Já na segunda, deseja-se gerar conhecimentos voltados para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos e a interesses específicos.

Dadas as características supramencionadas, a pesquisa se enquadra, quanto a Natureza, como Básica. Tal classificação é justificada, por se intentar trazer à tona novos conhecimentos acerca das potencialidades e limitações dos Métodos Quantitativos Clássicos aplicados à caracterização do período chuvoso (FMAM) no Semiárido Potiguar.

Em relação à Abordagem, existem dois tipos de pesquisa: a Qualitativa e a Quantitativa. No primeiro tipo, não se observa a preocupação com a representação numérica, pois se busca explicar o porquê das “coisas”, exprimindo o que convém ser feito, pois os dados analisados são não-métricos e se valem de diferentes abordagens. Por outro lado, na pesquisa Quantitativa, tende-se a enfatizar o raciocínio dedutivo (ou hipotético-dedutivo), as regras da lógica e os aspectos mensuráveis das variáveis em estudo (Gerhardt e Silveira, 2009).

Ainda sobre as características das pesquisas Quantitativas, Fonseca (2002, p.20) afirma que:

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados [...] A pesquisa quantitativa se centra na objetividade [...] Considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc..

Em face das características apresentadas acima, a pesquisa enquadra-se, quanto à Abordagem, como Quantitativa, devido tanto a forma de mensuração da

variável em estudo – precipitação pluviométrica acumulada no período chuvoso FMAM, em mm –, quanto em relação as técnicas de análise empregadas.

No que tange aos Objetivos, Gil (2002, p.41) afirmar ser “possível classificar as pesquisas em três grandes grupos ou níveis: Exploratórias, Descritivas e Explicativas”.

As pesquisas Exploratórias têm como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, ou mesmo para constituir hipóteses. Além disso, pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Logo, seu planejamento pode ser flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2002, p.41).

Ainda sobre esse tipo de pesquisa, mais especificamente sobre seus objetivos gerais e específicos, Gil (2008, p.27) afirma que:

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores [...] Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato [...] Muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla. Quando o tema escolhido é bastante genérico, tornam-se necessários seu esclarecimento e delimitação, o que exige revisão da literatura, discussão com especialistas e outros procedimentos. O produto final deste processo passa a ser um problema mais esclarecido, passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados.

As pesquisas Descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de certa população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Por conseguinte, vários são os estudos que podem ser classificados sob este título, tendo esses como principal característica a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados (GIL, 2002).

Outras características importantes, ainda sobre as pesquisas Descritivas, é que essas, em alguns casos:

[...] vão além da simples identificação da existência de relações entre variáveis, pretendendo determinar a natureza dessa relação. Neste caso, tem-se uma pesquisa descritiva que se aproxima da explicativa. Por outro lado, há pesquisas que, embora definidas como descritivas a partir de seus objetivos, acabam servindo mais para proporcionar uma nova visão do problema, o que as aproxima das pesquisas exploratórias. (GIL, 2008, p.28).

As pesquisas Explicativas são aquelas que têm como objetivo central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de certo fenômeno. Logo, é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das “coisas” (GIL, 2008).

A partir das considerações acima apresentadas, a pesquisa classifica-se, segundo seus objetivos, nos três níveis citados, haja vista que esses transcenderão os três momentos específicos deste trabalho:

1. Análise Exploratória; 2. Análise Descritiva; 3. Análise Explicativa do comportamento da precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa FMAM, no Semiárido do estado do Rio Grande do Norte.

O último critério, para classificação das pesquisas, relaciona-se aos Procedimentos Técnicos a serem nelas empregados; também denominados de Delineamentos das Pesquisas (MARCONI E LAKATOS, 2003).

O Delineamento refere-se ao planejamento e ao desenvolvimento da pesquisa, com ênfase nos procedimentos técnicos de coleta e análise dos dados (GIL, 2002).

Como os procedimentos técnicos de coleta e análise atendem a interesses diversos, existe uma ampla variedade de Delineamentos, a destacar as pesquisas: Bibliográfica, Documental, Experimental, *Ex-post-factor*, Levantamento de Campo (*Survey*), Estudo de Campo e Estudo de Caso (GIL, 2008). Além dessas, Gil (2002) acrescenta a Pesquisa por Coorte, a Pesquisa-ação e a Pesquisa Participante.

No trabalho, devido as suas particularidades, foi empregado apenas o Delineamento ‘Bibliográfico’. A seguir, tal Delineamento será caracterizado.

O Delineamento Bibliográfico é realizado a partir do levantamento de referências teóricas já publicadas através dos meios escritos impressos e/ou eletrônicos, tais como livros e artigos científicos (GIL, 2008).

Todo trabalho científico inicia-se com uma Pesquisa Bibliográfica, pois permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Contudo, existem pesquisas que se norteiam, exclusivamente, a partir deste tipo de pesquisa, onde se buscam referências teóricas publicadas, com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema em estudo (FONSECA, 2002). Além disto,

como cita Gil (2002, p.44), “Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas Bibliográficas”.

Uma grande vantagem, que desponta a partir do emprego das Pesquisas Bibliográficas, é a possibilidade que o pesquisador possui de cobrir uma gama de fenômenos muito mais ampla em relação àqueles que poderia ele pesquisar diretamente. Ademais, esta vantagem torna-se ainda mais relevante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos espacialmente (GIL, 2008).

Todavia, esta vantagem pode se apresentar como um aspecto negativo em alguns trabalhos. Tal característica é destacada e elucidada por Gil (2002, p.45):

Muitas vezes, as Fontes Secundárias apresentam dados coletados ou processados de forma equivocada. Assim, um trabalho fundamentado nessas fontes tenderá a reproduzir ou mesmo a ampliar esses erros. Para reduzir essa possibilidade, convém aos pesquisadores assegurarem-se das condições em que os dados foram obtidos, analisar em profundidade cada informação para descobrir possíveis incoerências ou contradições e utilizar fontes diversas.

A seguir, serão identificados e caracterizados os tipos de dados utilizados na pesquisa, bem como os procedimentos de coleta, crítica, apuração, apresentação e análise de dados. Não obstante, destaca-se que tais procedimentos estão, todos, relacionados as etapas do Método Estatístico.

7.3 FONTES DE DADOS E RECURSOS EMPREGADOS

O Método Estatístico pode ser dividido em cinco fases: Coleta, Crítica, Apuração, Apresentação e Análise dos Dados (CRESPO, 2009).

A Coleta dos Dados deve iniciar-se após a devida determinação do objeto de estudo e, também, das características a serem mensuradas do fenômeno a ser analisado. Já a Crítica dos Dados, relaciona-se a busca por falhas (operacionais ou humanas) nos dados, que possam influenciar nos resultados obtidos. Após tal fase, procede-se a Apuração dos Dados; que representa a etapa de organização, de modo conveniente (em arquivo digital), dos dados coletados e criticados. Em seguida, realiza-se a Apresentação dos Dados (em formato tabular ou gráfico), com vistas a análise propriamente dita desses. Finalmente, perpassadas todas as fases citadas, pode-se proceder, com segurança, a Análise dos Dados (CRESPO, 2009).

A seguir, serão descritas e discutidas todas as etapas supracitadas do Método Estatístico, especificamente, empregadas neste trabalho.

7.3.1 Tipos de Dados e seus Procedimentos de Coleta e Crítica

Em linhas gerais, segundo sua natureza, os dados podem ser classificados como: Nominal, Ordinal, Intervalar e de Razão. Esses podem ser agrupados, segundo o tipo de variável, como: Nominal e Ordinal, sendo esses Qualitativos (categóricos); Intervalar e de Razão, com representação Quantitativa dos dados (numérica) (ROGERSON, 2012).

Além de serem tidos como Dados Categóricos, os Dados Nominais e os Ordinais caracterizam-se, respectivamente, por serem: mutuamente exclusivos, ou seja, quando a ocorrência de certo evento exclui a realização do(s) outro(s); além de apresentarem hierarquização notável das categorias representadas (SPIEGEL, 1993).

Já os Dados Numéricos Intervalar e de Razão, diferentemente dos Dados Categóricos, destacam-se por apresentar a possibilidade de quantificação de seus resultados. Todavia, eles se divergem pela ideia de “zero”, apresentada pelos Dados de Razão; diferentemente do que ocorre para os Dados Intervalares, onde o “zero” não tem um significado (ROGERSON, 2012).

Outro aspecto relevante, quando do manuseio de Dados, especialmente, Numéricos, é a identificação da natureza da variável mensurada. Assim, a variável poderá ser representada por valores tanto Discretos como Contínuos onde, nas Variáveis Discretas, esses estarão reduzidos a um conjunto finito de valores. Por outro lado, para as Contínuas, há a possibilidade da variável assumir um conjunto infinito de valores (ROGERSON, 2012).

No trabalho, o tipo de dado, inicialmente utilizado, é o de Razão (Quantitativo), representado pela precipitação pluviométrica acumulada na quadra Fevereiro-Março-Abril-Maio (FMAM); variável essa tida como Contínua. Todavia, secundariamente, fez-se uso de dados Ordinais (Qualitativos), no processo de classificação dos Índices de Seca, para cada ano e estação avaliada.

Além da identificação do tipo de dado e da natureza da variável mensurada, figura como relevante a observância dos vários aspectos relacionados à coleta de dados.

São vários os procedimentos para a realização da coleta de dados, que irão variar conforme as circunstâncias ou com o tipo de investigação a ser realizada. Daí, existem diversas Fontes de Documentação, dentre elas: os Registros Institucionais Escritos e os Registros Estatísticos (MARCONI E LAKATOS, 2003). Logo, devido as características e os objetivos deste trabalho, fez-se uso de diversos documentos relativos a tais fontes.

A primeira Fonte de Documentação, os Registros Institucionais Escritos, é entendida como publicações oficiais de instituições (não)governamentais, a exemplo: os anuários, os relatórios técnicos, os livros físicos e digitais...

No trabalho, foram consultadas e utilizadas inúmeras publicações institucionais, sendo essas, exclusivamente, governamentais. Dentre as obras institucionais obtidas destacam-se aquelas produzidas por/pelo(a): *National Oceanic and Atmospheric Administration U.S (NOAA-US)*, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA-RN), Secretária do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (SEMARH-RN), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e Secretária de Estado do Planejamento e das Finanças do Rio Grande do Norte (SEPLAN-RN).

Sobre os Registros Estatísticos, Gil (2008, p.148) afirma que:

A coleta de dados a partir de registros estatísticos é mais simples do que mediante qualquer procedimento direto. No entanto, exige que o pesquisador disponha de um bem elaborado plano de pesquisa que indique com clareza a natureza dos dados a serem obtidos. E também

que saiba identificar as fontes adequadas para a obtenção de dados significativos para os propósitos da pesquisa.

Complementarmente, Crespo (2009, p.8) classifica a Coleta de Dados, especificamente os Numéricos, em: Direta e Indireta.

Segundo o mesmo autor, a primeira, se caracteriza por ser realizada sobre os elementos informativos dos Registros Estatísticos ou, ainda, quando são coletados pelo próprio pesquisador a partir de inquéritos ou questionários ou instrumentos tecnológicos. Além disso, o mesmo autor, a subdivide, em: Contínua, Periódica e Ocasional. Tal subdivisão está relacionado ao caráter temporal do sistema de coleta de dados.

A Coleta de Dados Numéricos Direta Contínua pauta-se em intervalos constantes e curtos de tempo, e com uma elevada frequência de coletas. Ou seja, essa se aplica a monitoramentos e registros de dados, de certas variáveis de interesse, realizados continuamente. Cita-se, como exemplos, as coletas de dados (intra)diário, (intra)semanal ou (intra)mensal.

Já a Coleta de Dados Numéricos Direta Periódica também está relacionada a coletas em intervalos constantes de tempo, porém, com maior espaçamento temporal entre uma coleta e outra. São exemplos, as coletas de dados: bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral, anual ou decadal.

Por fim, a Coleta de Dados Numéricos Direta Ocasional caracteriza-se por se dá extemporaneamente, objetivando atender demandas específicas, imprevistas ou não planejadas em um projeto. A exemplo, a ocorrência imprevista de um fenômeno relevante e de interesse em certo experimento/estudo.

Diferentemente da Coleta de Dados Numéricos Direta, as coletas Indiretas estão relacionadas ao processo de inferência. Ou seja, quando dados de uma variável são gerados a partir de outros dados conhecidos; esses últimos, são obtidos por meio de Coletas Diretas.

No trabalho, foram Coletados Dados Numéricos, tanto de forma Direta (Contínua mensal), como também Indireta. Esses últimos, referem-se a dados estimados – através de técnicas que serão adiante mencionadas e caracterizadas –

para um certo ano em específico (2001), onde haviam falhas em algumas das séries históricas em uso neste trabalho.

Em se tratando da origem, os dados podem ser classificados como: Dados Primários ou Dados Secundários. Os primeiros dados se caracterizam por nunca terem sido coletados, tabulados e/ou analisados antes. Esses, geralmente, são obtidos por meio de questionários ou entrevistas. Diferentemente dos primeiros, os Dados Secundários são aqueles que já foram coletados, tabulados e, até, analisados, estando disponíveis para consulta. Esses, em linhas gerais, são obtidos por instituições governamentais (SORIANO, 2004; MATTAR, 2005).

No trabalho, foram coletados e criticados Dados, exclusivamente, Secundários. As principais fontes de consulta desses, estão disponíveis no/na: Setor de Meteorologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (Meteorologia-EMPARN); Rede Hidroclimatológica da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE); Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (Hidroweb-ANA); Banco de Dados Meteorológicos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (BDM-CPTEC-INPE); e Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (BDMET-INMET).

Destaca-se que, após a etapa de Crítica dos Dados obtidos, as séries temporais empregadas no trabalho restringiram-se aos dados disponíveis no BDMET-INMET e no sítio do setor de Meteorologia da EMPARN.

Tal fato relaciona-se aos inúmeros aspectos presentes nas séries temporais disponibilizadas pelos demais bancos de dados, a saber: séries temporais curtas, inconsistência dos dados, número elevado de falhas nas séries temporais e ausência de um recorte temporal comum, e sem falhas significativas, que representasse o maior número de unidades espaciais (municípios/postos/estações) do Semiárido Potiguar.

Em face do exposto, foram tabuladas e processadas cinco séries históricas, com recorte temporal inicial de 1961 a 2017, para unidades espaciais representadas pelas Estações Climatológicas Principais (ECP) de: Apodi, Caicó, Cruzeta, Florânia e Macau. Entretanto, em face, principalmente, do acentuado número de falhas nas

séries, houve a necessidade de reduzir o recorte temporal inicial para o intervalo de 1998 a 2017.

Destaca-se que, para todas as séries, com exceção de Cruzeta, houve ainda a necessidade de preenchimento de falhas nos dados, relativas ao ano de 2001. Logo, tais dados foram estimados através das técnicas de Regressão Linear Simples e Polinomial; que serão apresentadas e discutidas mais adiante.

7.3.2 Processos de Apuração, Exposição e Análise de Dados

Procedidas as etapas de Coleta/Seleção e Crítica dos Dados, como já mencionadas e discutidas, devem ser realizadas – de acordo com os procedimentos específicos de cada estudo – as etapas de Apuração e Apresentação dos Dados. Tais procedimentos são fundamentais, e precedem a etapa da Análise e Interpretação dos Dados.

Mesmo que se opte – como produto final de um trabalho – pela apresentação dos dados coletados e criticados, em formato gráfico, via de regra, deve-se representá-los em formato tabular. Todavia, antes da representação dos dados neste formato, deve-se atentar, quando necessário, para o processo de Codificação dos Dados.

O processo de Codificação dos Dados é caracterizado, por Marconi e Lakatos (2003, p.167), como sendo uma:

[...] técnica operacional utilizada para categorizar os dados que se relacionam [...] A codificação divide-se em duas partes: 1. classificação dos dados, agrupando-os sob determinadas categorias; 2. atribuição de um código, número ou letra, tendo cada um deles um significado [...] A técnica da codificação não é automática, pois exige certos critérios ou normas por parte do codificador, que pode ser ou não o próprio pesquisador.

No trabalho, o procedimento de Codificação foi empregado, fundamentalmente, para a classificação da severidade das quadras chuvosas, por meio de Índices de Seca diversos; tema que será melhor detalhado mais adiante.

Além do uso citado, tal procedimento foi empregado, também, na categorização do Coeficiente de Correlação Linear Simples e Múltipla – técnicas que serão descritas mais adiante.

Em ambos os casos, onde o processo de Codificação foi empregado, foram utilizados – como respaldo para as categorizações realizadas – periódicos diversos e referências bibliográficas clássicas, que discorrem sobre tal processo.

Em face do exposto, realizou-se a Tabulação dos Dados que, segundo Marconi e Lakatos (2003, p.167):

É a disposição dos dados em tabelas, possibilitando maior facilidade na verificação das inter-relações entre eles. É uma parte do processo técnico de análise estatística, que permite sintetizar os dados de observação, conseguidos pelas diferentes categorias e representá-los graficamente. Dessa forma, poderão ser melhor compreendidos e interpretados mais rapidamente [...] Os dados são classificados pela divisão em subgrupos e reunidos de modo que as hipóteses possam ser comprovadas ou refutadas.

7.3.2.1 *Software Action Stat (Pro)*

Ao longo de todo o trabalho, foi empregado o sistema computacional “*Action Stat*”, versão *Pro*, como uma ferramenta específica para realização das etapas de Codificação e Tabulação dos Dados. Além destas, o mesmo sistema também foi utilizado nas etapas de Apresentação e Análise dos Dados.

O *Action Stat* é um *software* estatístico desenvolvido pela Estatcamp; uma empresa que atua desde 1997 nos setores de consultoria, desenvolvimento e treinamento (PORTAL ACTION, 2017a).

O sistema *Action Stat* utiliza o ‘R’, a principal linguagem de programação Estatística de uso mundial, e um sistema próprio que conecta o ‘R’ ao *Microsoft Office Excel* (PORTAL ACTION, 2017a).

O programa encontra-se disponível, na página da empresa, em duas versões: o *Action Stat Pro* e o *Action Stat Quality*.

No trabalho fez-se uso, apenas, da versão *Action Stat Pro*.

Sobre esta última versão, especificamente, segundo o Portal Action (2017a), pode-se dizer que:

É um sistema estatístico essencial para quem precisa realizar as principais análises estatísticas. O sistema possui diversas ferramentas de estatística básica, análises gráficas, análise de variância, modelos de regressão, testes de hipóteses paramétricos e não paramétricas, cálculo do tamanho da amostra, análise e previsão de séries temporais entre outros.

Adicionalmente, a empresa afirma que a versão *Action Stat Pro* possui centenas de análises estatísticas, dentre elas: Teste de Correlação, Comparações Múltiplas (Tukey), Testes Não Paramétricos, Análise de Variância (ANOVA) com Efeitos Aleatórios e Misto, Metodologias de Modelagem, Seleção Automática de Modelos, Análises Multivariadas, Séries Temporais...

Em situações menos recorrentes, se fez uso, também, do *Microsoft Office Excel*, versão 2016; sobretudo, para a etapa de Apresentação de Dados.

7.4 TÉCNICAS DE PESQUISA

Como apresentado e discutido nas seções ‘Métodos Empregados’ e ‘Tipos de Pesquisa’, o trabalho caracteriza-se pela “empatia” aos diversos Métodos Quantitativos de análise; em geral, aqueles pertencentes ao Método Estatístico ou a Modelos Matemáticos.

Por conseguinte, nas subseções a seguir, serão expostas uma série de técnicas analíticas utilizadas neste trabalho:

7.4.1 Distribuições de Frequência

A Distribuição de Frequência é uma ferramenta estatística que se aplica a descrição e exposição de dados, geralmente quantitativos (discretos ou contínuos), mas também qualitativos (nominais ou ordinais). A mesma pode ser, inclusive, entendida e enquadrada dentre as Técnicas Descritivas Visuais de Dados (TDVD_s) (ROGERSON, 2012).

Sua ideia base está na observação do número de registros de cada dado numa série ou distribuição. Ou seja, analisa-se a série e se contabiliza quantas vezes cada dado foi observado.

As Distribuições de Frequência são representações tabulares que expressam a contagem dos valores de ocorrência (frequência), da variável estudada, relacionando-os a certos valores observados. Acrescenta-se que é possível empregar-se as Distribuições de Frequências em dois formatos: Sem Intervalos de Classe e Com Intervalos de Classe (CRESPO, 2002).

A partir das tabelas de frequência, pode-se, facilmente, observar a distribuição da variável mensurada, atentando-se para o que se apresenta como mais recorrente e menos recorrente.

A utilização de tal ferramenta, na ciência geográfica, repousa na observância da distribuição/comportamento – seja no espaço, no tempo ou segundo uma categoria específica – de uma ou de um conjunto de variáveis.

Implícito às Distribuições de Frequência, sobretudo àquelas Com Intervalos de Classe, estão os tipos de frequência, a saber: Frequência Simples ou Absolutas (f_i), entendida como os valores que realmente representam o número de dados de cada intervalo de classe; Frequência Simples Relativa (f_{ri}), encontrada a partir das razões entre as Frequências Simples e a soma das frequências; Frequência Acumulada (F_i), obtida através do total das frequências de todos os valores inferiores ao limite superior do intervalo de uma dada classe; e a Frequência Acumulada Relativa (F_{ri}), dada pela frequência acumulada da classe, dividida pela soma das frequências da distribuição (CRESPO, 2002).

Destaca-se que a soma das Frequências Simples (f_i) é igual ao número total de dados. Logo, ter-se-á que (CRESPO, 2002, p.63):

$$\sum f_i = n \quad (1)$$

Onde:

f_i = Frequência Simples de cada intervalo de classe;

$\sum n_i$ = somatório dos dados.

A construção de intervalos de classe, para representação resumida ou intervalar dos dados, pode ser procedida de dois modos: segundo os padrões previstos em fundamentações técnicas normatizadoras (normativas/legislações) correlatas à área; ou, empregando-se técnicas diversas, como a Regra de Sturges (1926).

Tal técnica é descrita, pelo próprio autor, como:

This formula gives the class interval for the computation of the averages, measures of dispersion, skewness, etc., of frequency distributions. It is based on the principle that the proper distribution into classes is given, for all numbers which are powers of 2, by a series of binomial coefficients. (STURGES, 1926, p.65).

Abaixo, é apresentada a Regra de Sturges (1926, p.65):

$$C = \frac{R}{1 + 3,322 * \log N} \quad (2)$$

Onde:

C = número ótimo de intervalos de classe;

R = série estatística de intervalo R;

log = Logaritmo de base 10;

N = número de itens/dados da série.

Atualmente, a última expressão é descrita, mais comumente, substituindo-se 'C' por 'k'.

Após o cálculo do número ótimo de intervalos de classe, deve-se proceder o cálculo a Amplitude dos Intervalos (AI). Sua definição é (SILVESTRE, SANT'ANNA NETO E FLORES, 2013, p.26):

$$AI = \frac{\text{Máx.-Mín.}}{k} \quad (3)$$

Onde:

AI = Amplitude dos Intervalos de Classe;

Máx. = valor máximo observado na série;

Mín. = valor mínimo observado na série;

k = número de intervalos de classe. Também pode ser representado por 'C'.

Calculado 'C' e 'Al', deve-se construir a tabela de dados agrupados com intervalos de classe, atendendo-se para as Frequências: Simples, Simples Relativa, Simples Relativa percentual, Acumulada, Acumulada Relativa e Acumulada Relativa Percentual.

A Frequência Relativa Simples (f_{ri}) é representada pela expressão abaixo (CRESPO, 2002, p.63):

$$f_{ri} = \frac{f_i}{\sum f_i} \quad (4)$$

Onde:

f_{ri} = Frequência Relativa Simples de dado intervalo de classe;

f_i = Frequência Simples de dado intervalo de classe;

$\sum f_i$ = Somatório das Frequências Simples.

Todavia, comumente, a Frequência Relativa Simples é representada em termos percentuais ($f_{riP\%}$) e não decimais; como apresentado na expressão 2. Logo, sua formulação mais empregada será a seguinte:

$$f_{riP(\%)} = \frac{f_i}{\sum f_i} * 100 \quad (5)$$

Onde:

$f_{riP(\%)}$ = Frequência Relativa Simples Percentual de dado intervalo de classe;

f_i = Frequência Simples de dado intervalo de classe;

$\sum f_i$ = Somatório das Frequências Simples.

A Frequência Acumulada (F_i) é expressa a partir da seguinte formulação: (CRESPO, 2002, p.64):

$$F_i = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n \quad (6)$$

Onde:

F_i = Frequência Acumulada de dado intervalo de classe;

$f_1 + f_2 + f_3 \dots, f_n$ = Soma das frequências simples de cada intervalo de classe;

$\sum f_i$ = Somatório das Frequências Simples.

A Frequência Acumulada Relativa (Fr_i) é expressa pela formulação abaixo (CRESPO, 2002, p.64):

$$Fr_i = \frac{F_i}{\sum f_i} \quad (7)$$

Onde:

Fr_i = Frequência Acumulada Relativa de dado intervalo de classe;

F_i = Frequência Acumulada de dado intervalo de classe;

$\sum f_i$ = Somatório das Frequências Simples.

Entretanto, tal qual foi citado para as Frequências Relativas Simples (fr_i), usualmente, emprega-se a Frequência Acumulada Relativa, também, em termos percentuais ($Fr_iP\%$). Logo, essa é representada por:

$$Fr_iP(\%) = \frac{F_i}{\sum f_i} * 100 \quad (8)$$

Onde:

$Fr_iP(\%)$ = Frequência Acumulada Relativa de dado intervalo de classe;

F_i = Frequência Acumulada de dado intervalo de classe;

$\sum f_i$ = Somatório das Frequências Simples.

No trabalho, as Distribuições de Frequência foram empregadas, inicialmente, no processo de análise descritiva das séries Temporais em estudo, e, posteriormente, para análise das categorias previstas nos Índices de Seca aqui utilizados.

7.4.2 Medidas de Tendência Central (MTC)

As Medidas de Tendência Central (MTC) estão relacionadas a três medidas fundamentais, que justificam seu agrupamento, por possuírem uma característica em comum: seus valores localizam-se mais para o 'meio' ou para o 'centro' de uma distribuição; posição essa onde a maioria dos seus dados tende a se concentrar (LEVIN E FOX, 2008).

A Média, a Moda e a Mediana representam as três Medidas de Tendência Central.

As MTC são utilizadas para descrever um conjunto de dados como um todo, a partir do cálculo de um valor único, para cada medida, que representará tal conjunto (*Ibidem*).

Destaca-se que o cálculo e a aplicação de uma das três MTC deve ser, como qualquer ferramenta, justificado e relacionado a sua característica específica. Do contrário, erros grosseiros podem ser gerados.

As aplicações de tais medidas se dão sobre dados Quantitativos (Média, Moda e Mediana) de duas naturezas distintas: Não Agrupados, dados apresentados em formato tabular e sem presença de Distribuições de Frequência; Agrupados, dados também apresentados de modo tabular, mas com a presença de Distribuições de Frequência (Sem Intervalos de Classe ou Com Intervalos de Classe) (CRESPO, 2009).

Diferentemente do que ocorre para a Média e a Mediana, é possível obter-se a Moda, também, para dados Qualitativos (Categóricos).

Os procedimentos para os cálculos das MTC, estão diretamente relacionados a 'natureza' dos dados. Em outras palavras, de acordo como os dados se apresentam, haverá uma forma distinta de calcular as MTC.

Neste trabalho, as MTC serão utilizadas para descrever o comportamento dos totais pluviiais acumulados na quadra FMAM, registrados nas ECP em estudo.

Acrescenta-se que foram obtidos e analisados, apenas dados quantitativos Não Agrupados. Logo, a seguir, serão apresentadas, exclusivamente, as formulações para tal modo de exposição de dados.

7.4.2.1 Média Aritmética Simples (\bar{x})

A Média Aritmética Simples pode ser entendida como o valor em torno do qual os demais dados, de uma série, se distribuem. Para dados não agrupados, a mesma é calculada a partir da razão entre o somatório dos dados ($\sum X_i$) e o número de dados em análise (n), sendo expressa por (VIEIRA, 2008, p.68):

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (9)$$

Onde:

\bar{x} = média aritmética simples;

$\sum x_i$ = somatório dos dados.

n = número de dados.

No *Microsoft Office Excell 2016*, pode-se calcular a função 'Média Aritmética Simples', consultando seu banco de fórmulas; especificamente, na categoria 'Estatística'. O termo que representará tal medida no programa será 'MÉDIA'.

7.4.2.2 Moda (M_o)

A Moda (M_o) é a segunda Medida de Tendência Central aqui destacada. Ela representa o valor mais frequente, típico ou mais comum (maior frequência) em uma distribuição de dados (LEVIN E FOX, 2008).

Para dados Não Agrupados, ela é obtida a partir da identificação do dado que se repete (caso haja somente um), ou daquele que mais se repete (caso haja mais de um dado repetido).

No *Microsoft Office Excell 2016*, pode-se buscar a função 'Modo' em seu banco de fórmulas; em especial, na categoria 'Estatística'. Todavia, o termo que representará tal medida no programa será 'MODO.MULT'.

7.4.2.3 Mediana (M_d)

A terceira Medida de Tendência Central é a Mediana (M_d). Ela é definida como a divisão da distribuição de dados ao meio, a partir de sua reordenação em 'Rol', ou seja, em ordem crescente ou decrescente (ROGERSON, 2012).

Em termos de aplicação prática na ciência geográfica, a mesma é utilizada quando se deseja observar a distribuição, meio a meio ($50\% < M_d < 50\%$), de uma série de dados; principalmente, temporal.

Em outros casos, utiliza-se a M_d , em substituição a Média Aritmética Simples, para representar o comportamento geral dos dados. Isto se dá quando (suspeita-se que) os dados apresentam valores extremos bastante significativos; tema que será discutido mais adiante.

Para dados Não Agrupados, a Mediana é obtida a partir dos seguintes passos: 1. Reordenação da série em 'Rol' (ordenação crescente ou decrescente); 2. Identificação do dado central (caso a série tenha um número ímpar de dados) ou dos dois dados centrais (caso a série tenha um número par de dados); 3. Caso o número de dados da série seja par, deve-se somá-los e dividir seu resultado por dois, para se chegar ao resultado da Mediana.

Destaca-se que o processo de reordenação dos dados em 'Rol' pode ser realizado a partir do *Microsoft Office Excell* 2016. Nele, mais especificamente, na barra de 'Menu', no item 'Página Inicial', deverá buscar-se a função 'Classificar e Filtrar'.

Além disso, tal qual foi apresentado, para obtenção da Média e da Moda, também é possível obter-se a Mediana usando-se o *Microsoft Office Excell* 2016. Para isto, deve-se acessar seu banco de fórmulas, na categoria 'Estatística', e buscar-se o termo 'MED'.

7.4.3 Medidas Separatrizes (MS)

As Medidas Separatrizes estão relacionadas à observância da concentração de dados em certa faixa da distribuição/série. Tais medidas são representadas, principalmente, pelos Quartis e pelos Percentis/Centis, além dos Decis (CRESPO, 2009).

As aplicações de tais medidas ocorrem, exclusivamente, sobre dados quantitativos de duas naturezas: Não Agrupados e Agrupados (CRESPO, 2002).

De igual modo ao mencionado para as MTC, os procedimentos para os cálculos das MS, estão diretamente relacionados ao modo de exposição dos dados. Ou seja, de acordo com a forma de exposição dos dados, existirá uma forma distinta de calcular as MS.

Neste trabalho, as Medidas Separatrizes foram empregadas na classificação e caracterização dos totais pluviométricos acumulados na quadra FMAM, nas Estações Climáticas Principais, inseridas no Semiárido do RN.

Ressalta-se que, como foram obtidos dados Não Agrupados, junto as bases de dados meteorológicos já citadas – e não houve necessidade de agrupamento desses –, a seguir, serão apresentadas, apenas, as formulações para tal modo de exposição de dados.

7.4.3.1 Quartis (Q)

Os Quartis, como sugere a expressão, é a divisão de uma série de dados em quatro partes iguais: Q-1, 25% dos dados são inferiores a ele e 75% superiores; Q-2, 50% dos dados são inferiores a ele e 50% são superiores – o que equivale a Mediana; Q-3, 75% dos dados são inferiores a ele e 25% superiores (SPIEGEL, 2008).

Para dados Não Agrupados, o procedimento para o cálculo de 'Q_n' é semelhante ao da Mediana, onde se deve: 1. Ordenar os dados (de modo crescente ou decrescente); 2. Identificar o valor central da série (Mediana ou o Q-2); 3. Para o Q-1, deve-se atentar para o valor central localizado na primeira metade da série; 4. Para o Q-3, deve-se atentar para o valor central localizado na segunda metade da série.

7.4.3.2 Percentis (P)

Os Percentis (P), ou Centis, dentro da mesma lógica dos Quartis, dividem a série em 99 valores, separando a mesma em 100 partes iguais (ANDRIOTTI, 2003). Tal Medida Separatriz é, sem dúvida, a mais empregada devido, justamente, a sua

versatilidade. Isto se justifica, pois, a partir dela, pode-se obter qualquer Quantil em específico; contrariando a ideia de faixas ou intervalos limitados e rígidos como sugerem os Quartis.

7.4.4 Medidas de Dispersão (MD)

Apesar das Medidas de Tendência Central fornecerem uma ideia do comportamento das variáveis, elas podem esconder valiosas informações. Essas medidas podem não ser suficientes para descrever e discriminar diferentes conjuntos de dados. (MAGALHÃES E LIMA, 2013).

A partir da citação acima, percebe-se que o emprego das Medidas de Tendência Central (MTC) restringem-se a avaliação geral do comportamento de uma ou mais séries de dados. Todavia, elas não trarão à tona, por exemplo, o grau de dispersão ou variabilidade implícita a tais séries. Por conseguinte, para tal objetivo, deve-se empregar as Medidas de Dispersão (MD).

Na literatura, As MD também são denominadas de Medidas de Variabilidade ou Desvios Estatísticos.

Crespo (2002, p.109) aponta quatro Medidas, tipicamente, de Dispersão, são elas: “[...] Amplitude Total, Variância, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação”. Além disso, o mesmo autor, sinaliza haverem diferenças para obtenção de tais medidas, a partir da exposição dos dados de forma Não Agrupada e Agrupada. Contudo, como os dados utilizados neste trabalho são, exclusivamente, Não Agrupados, serão apresentadas e discutidas aqui, apenas, as formulações de tais medidas para esse modo de exposição.

Destaca-se que, no trabalho, serão utilizadas as Medidas de Dispersão na avaliação da variabilidade temporal (intranual) e espacial (entre as ECP) do acumulado da precipitação pluvial, na quadra FMAM, no Semiárido do RN.

A seguir, serão descritas as características e particularidades de cada uma das MD supramencionadas.

7.4.4.1 Amplitude Total (AT)

A Amplitude Total (AT) é definida como a diferença entre os extremos de um conjunto de dados, ou seja, entre o maior e o menor valor registrado. Sendo representada como (MAGALHÃES E LIMA, 2013, p.115):

$$AT = x_{(máx.)} - x_{(mín.)} \quad (10)$$

Onde:

AT = Amplitude Total;

$x_{(máx.)}$ = valor máximo observado;

$x_{(mín.)}$ = valor mínimo observado.

7.4.4.2 Variância Amostral (s^2)

A Variância Amostral (s^2) e o Desvio Padrão Amostral (s) – que será discutido mais adiante – são tidos como medidas estáveis, para análise da variabilidade de um conjunto de dados, pois levam em consideração a sua totalidade, e não apenas os extremos da série; como é realizado no cálculo da AT (VIEIRA, 2008).

A Variância é definida como (ANDRIOTTI, 2003, p.32):

$$s^2 = \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1) \quad (11)$$

Onde:

s^2 = Variância Amostral;

$\sum (x_i - \bar{x})^2$ = somatório dos desvios em relação a média ao quadrado;

$n - 1$ = número de dados observados, menos um.

Embora a expressão acima seja aquela de uso mais corrente, Magalhães e Lima (2013, p.116) apresentam outra definição para a Variância, neste caso, Populacional:

$$\text{var}_{\text{obs.}} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i^2 - \bar{x}_{\text{obs.}}^2 \quad (12)$$

Onde:

$\text{var}_{\text{obs.}}$ = Variância Populacional;

$\frac{1}{n} \sum_1^n x_i^2 - \bar{x}_{\text{obs.}}^2$ = somatório da diferença entre o quadrado dos valores observados e o valor médio observado, dividido pelo número de observações.

Como destaca os mesmos autores, esta última formulação desponta como mais interessante, em termos de aplicação, pois evita a operação de subtração que, por vezes, envolve decimais e torna-se, com isso, mais trabalhosa e passível de imprecisão seus resultados – devido a necessidade de redução das casas decimais.

Apesar da supracitada formulação da Variância ser aplicada a uma dada população, essa pode ser adequada para uso em dados amostrais. Para tal, basta substituir, em seu denominador, o termo ‘n’ por ‘n - 1’.

7.4.4.3 Desvio Padrão Amostral (s)

O Desvio Padrão Amostral (s) corresponde a variação (em termos absolutos) dos dados em torno de sua média. Ele é calculado em função, justamente, da raiz quadrada da s^2 . Logo, o mesmo é definido por (VIEIRA, 2008, p.96):

$$s = \sqrt{\text{variância}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (13)$$

Onde:

s = Desvio Padrão Amostral;

$\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$ = Raiz quadrada do somatório das diferenças quadráticas, entre cada valor de ‘x’ e a média da série, dividido pelo número de dados amostrais menos um.

7.4.4.4 Coeficiente de Variação Amostral (CV_a)

Como citado anteriormente, guardadas suas particularidades, tanto a Variância quanto o Desvio Padrão são excelentes métricas para avaliação da dispersão de uma série de dados. Contudo, ambas têm suas aplicações restritas à avaliação da variabilidade interna de um conjunto de dados, ou a análise da dispersão de conjuntos de dados que sejam pertencentes a mesma variável em estudo, e mesuradas segundo a mesma unidade. Caso contrário, quando se deseja comparar duas ou mais séries de dados, que possuem unidades métricas distintas, elas não poderão ser aplicadas (VIEIRA, 2008).

Neste caso, deve-se empregar uma outra Medida de Dispersão denominada Coeficiente de Variação (CV). Tal medida possui a aplicação supramencionada, pois é adimensional e, com isso, avalia a dispersão dos valores de uma série – em relação ao seu valor médio – em termos relativos; geralmente, em porcentagem (%) (ANDRIOTTI, 2005).

O CV, quando aplicado a dados amostrais, é definido como (ANDRIOTTI, 2005, p.33):

$$CV_a = \frac{s}{\bar{x}} * 100 \quad (14)$$

Onde:

CV_a = Coeficiente de Variação Amostral (%);

s = Desvio Padrão Amostral;

\bar{x} = Média Amostral.

Ressalta-se que o emprego do CV_a , assim como qualquer instrumental, possui limitações e/ou condicionantes: 1. Só é válido quando a Média Aritmética observada for diferente de zero; 2. Apresenta pouca aplicação quando a Média Aritmética se aproxima de zero; 3. Quando há correlação positiva entre as magnitudes da Média Aritmética e do Desvio Padrão, ou seja, quando elas Covariam, o CV_a não será um índice válido (MAGALHÃES E LIMA, 2013; ANDRIOTTI, 2005).

Em termos de leitura/interpretação, os resultados do CV_a apresentarão, na literatura, significativa variação, a saber:

☁ Pimenta Gomes (1990) considera os Coeficientes de Variação como baixos quando inferiores a 10,0%, médios entre 10,0% e 20%, altos entre 20,0% e 30,0% e muito altos se superiores a 30,0%. Destaca-se que tal representação categorizada, inicialmente, foi aplicada à experimentos de campo, com culturas agrícolas. Entretanto, posteriormente, essa também veio a ser empregada em uma série de trabalhos com objetivos distintos, inclusive no campo de Climatologia.

☁ Já Ferreira (1991, p.7) propôs classificá-lo, para expressar a precisão experimental, da seguinte forma: $CV_a \leq 10\%$, ótima precisão; $10\% < CV_a \leq 15\%$, boa precisão; $15\% < CV_a \leq 20\%$, precisão regular; $20 < CV_a \leq 30\%$, péssima precisão; $CV_a > 30\%$, precisão "muito péssima".

☁ Finalmente, Andriotti (2003) afirma que valores elevados, na prática, superiores a cerca de 100,0%, representam amostras com grande heterogeneidade, e valores abaixo de 40,0%, significarão homogeneidade da amostra.

Como apresentado e discutido, pode-se perceber que não há consenso na literatura científica sobre os intervalos do CV_a considerados, em geral, como: baixos, moderados e elevados.

Justifica-se a afirmativa, quanto a impossibilidade de tal consenso, pois, na verdade, só há sentido na criação de intervalos de variabilidade para o CV_a , bem como sua classificação categórica: esses devem estar correlacionados aos objetivos de certo trabalho e ao rigor idealizado para seus resultados.

No trabalho foi considerada, dada a sua aceitação na comunidade científica, especificamente na área deste estudo, a supracitada classificação de Pimenta Gomes (1990).

7.4.5 Medidas de Assimetria (A_s) e Curtose (C)

As Medidas de Assimetria e Curtose visam avaliar o nível de Normalidade, ou Deformação, de uma distribuição de dados. Logo, algumas considerações iniciais – a despeito da Distribuição Normal – precisarão ser realizadas. Essas seguem abaixo:

7.4.5.1 Assimetria e Distribuição Normal: considerações gerais e relações

A análise de Normalidade – tema que será discutido, de forma mais aprofundada em seção a seguir – busca verificar se os dados observados correspondem a uma amostra aleatória proveniente de uma população com distribuição Normal (PINO, 2014).

Uma Distribuição será tida como Normal (ou Gaussiana ou de Gauss), quando uma variável aleatória X – com média ' μ ' e variância ' σ^2 ', escreve-se $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ –, se sua função densidade de probabilidade for dada por (ROGERSON, 2012, p.83):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2} \quad (15)$$

Onde:

$f(x)$ = função densidade de probabilidade;

μ = média;

σ^2 = Variância ($\sigma^2 > 0,0$);

π = Pi (3,141593...).

Entretanto, diante da complexidade da definição 15, essa não vem a ser empregada, diretamente, para obtenção das probabilidades, para as variáveis em estudo. Para tal, converte-se a distribuição Normal em uma distribuição Normal Padrão, com Média igual a zero e Variância igual a um: $X \sim N(0,1)$. Além disso, deve-se transformar os dados em escores ' z '. Logo, se aplicará a seguinte definição (ROGERSON, 2012, p.83-84):

$$z = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (16)$$

Onde:

z = número de desvio para além da Média;

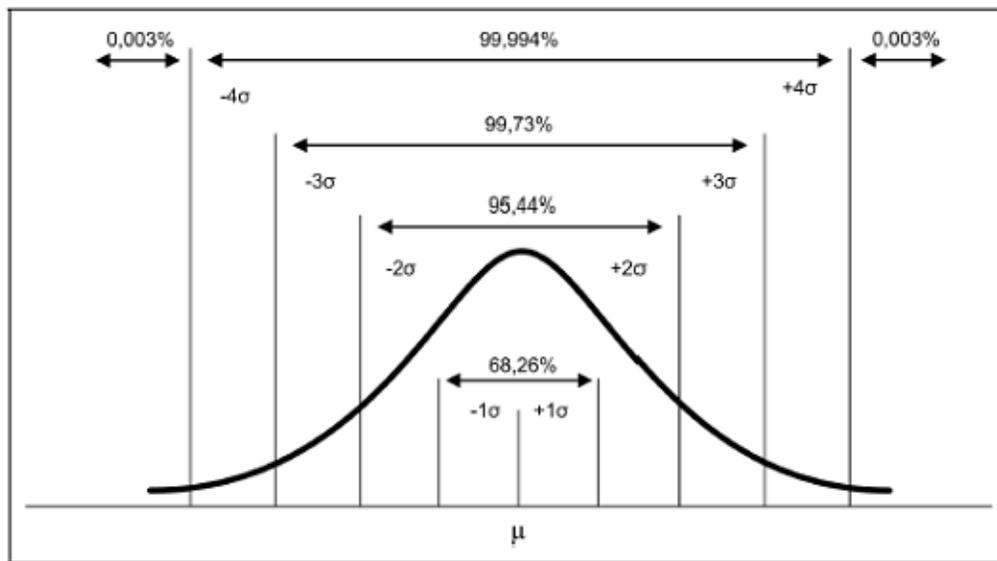
μ = Média;

σ = Desvio Padrão.

Procedido o cálculo de 'z', deve-se observar – em uma tabela denominada Normal Padrão, disponível dentre os anexos – a probabilidade correspondente ao escore 'z' obtido.

A representação gráfica da Distribuição Normal é apresentada na figura 2, logo abaixo:

Figura 2 – Representação gráfica da distribuição Normal



Fonte: Portal Action (d), 2017.

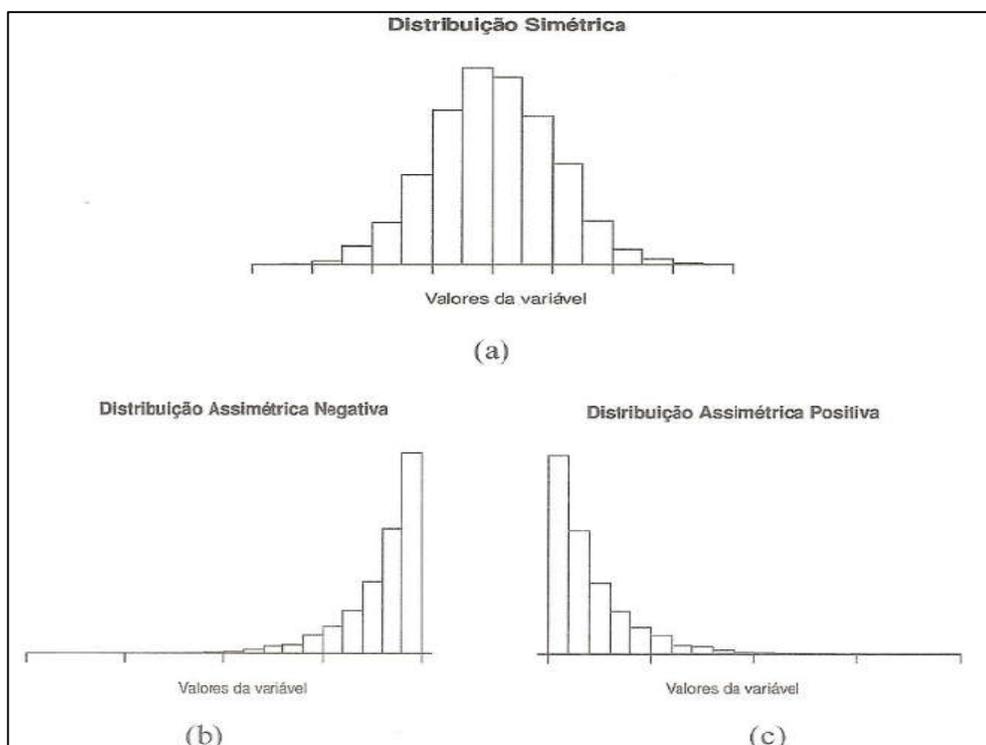
Feitas as observações supracitadas, sobre a distribuição Normal de probabilidade, pode-se retomar, devidamente, a discussão sobre a Assimetria – também denominada de Obliquidade. Sobre essa, algumas considerações são relevantes (CRESPO, 2002, p.122):

- ☁ Caso ela seja igual a zero, indicará uma distribuição simétrica, tal qual a distribuição Normal. Neste caso, os valores da Média, da Moda e da Mediana coincidirão;
- ☁ Quando a Média for maior do que a Mediana e a Moda ($M_o < M_d < \bar{x}$), a Assimetria será à direita (cauda à direita) – denominada distribuição em 'J' – caracterizando-se como uma Assimetria Positiva;

☛ Já para os casos em que a Média é menor que a Mediana e a Moda ($\bar{x} < M_d < M_o$) – denominada distribuição em ‘Jota Invertido’ – a Assimetria será à esquerda (cauda a esquerda), ou seja, Negativa.

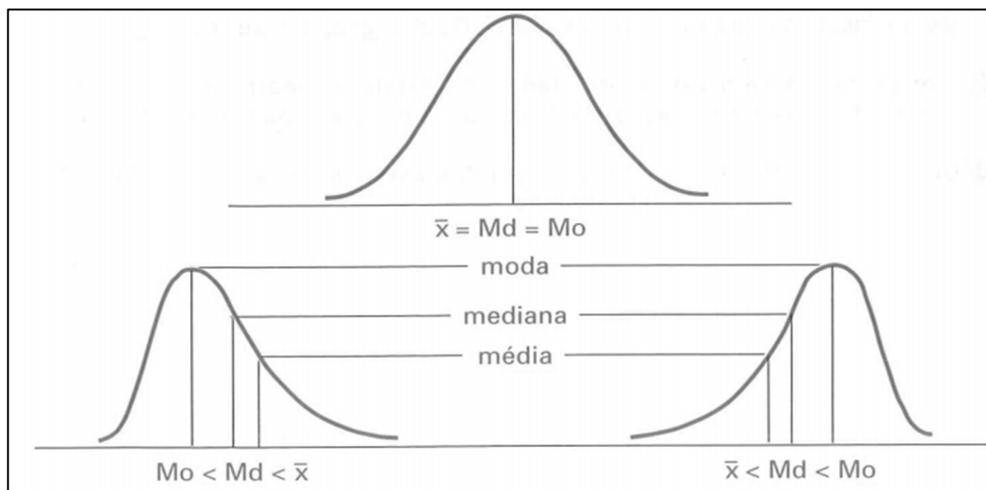
Tais relações podem ser observadas a partir das figuras 3 e 4, logo abaixo, que trazem, respectivamente, as representações das Assimetrias em gráficos de Histogramas e Curvas:

Figura 3 – Gráficos de Histogramas: relações entre a Média (\bar{x}), a Moda (M_o) e a Mediana (M_d) e suas respectivas Assimetrias (Nula, Positiva e Negativa)



Fonte: MAGALHÃES E LIMA (2014, p.24).

Figura 4 – Gráficos de Curvas: relações entre a Média (\bar{x}), a Moda (M_o) e a Mediana (M_d) e suas respectivas Assimetrias (Nula, Positiva e Negativa)



Fonte: Crespo (2002, p.122).

7.4.5.2 Técnicas para Identificação da Assimetria (A_s)

Outra forma utilizada, para a identificação da Assimetria, é a partir da diferença entre a Média (\bar{x}) e a Moda (M_o), sendo definida como (CRESPO, 2002, p.122):

$$A_s = \bar{x} - M_o \quad (17)$$

A partir desta definição, se observará (CRESPO, 2002, p.122):

- ☛ Assimetria Nula, ou distribuição Simétrica, quando: $\bar{x} - M_o = 0,0$;
- ☛ Assimetria Positiva, ou à direita, quando: $\bar{x} - M_o > 0,0$;
- ☛ Assimetria Negativa, ou à esquerda, quando: $\bar{x} - M_o < 0,0$.

Todavia, principalmente em situações onde se deseja comparar as Assimetrias de variáveis distintas, figura como relevante empregar o Coeficiente de Assimetria de Pearson (A_s), que pode ser definido de duas maneiras (SPIGEL, 2008, p.139):

$$A_s = \frac{\bar{x} - M_o}{s} \quad (18)$$

Ou,

$$A_s = \frac{3(\bar{x} - M_d)}{s} \quad (19)$$

Onde:

A_s = Coeficiente de Assimetria de Pearson;

\bar{x} = Média Aritmética;

M_o = Moda;

M_d = Mediana;

s = Desvio Padrão Amostral.

Destaca-se que as definições 18 e 19 são denominadas, respectivamente, de Primeiro Coeficiente de Assimetria e Segundo Coeficiente de Assimetria de Pearson (SPIEGEL, 2008, p.139).

A partir do emprego da formulação 19, poderão ser realizadas as seguintes leituras/interpretações (CRESPO, 2002, p.124):

☛ Se $0,15 < |A_s| < 1,00$, a Assimetria será Moderada;

☛ Se $|A_s| > 1,00$, a Assimetria será forte.

Outra forma de quantificar e, conseqüentemente, identificar a Assimetria, de uma ou mais distribuições, é a partir do Coeficiente ou Grau de Assimetria de Bowley (CAB ou g_b), definido por (MAGALHÃES E LIMA, 2013, p.25):

$$g_b = \frac{(Q_3 - md_{obs}) - (md_{obs} - Q_1)}{Q_3 - Q_1} \quad (20)$$

Onde:

g_b = Grau de Assimetria de Bowley;

Q_3 = Terceiro Quartil;

Q_1 = Primeiro Quartil;

md_{obs} = Mediana Observada.

A partir da aplicação da formulação 20 aos dados, dever-se-á proceder a seguinte observação e, por conseguinte, identificação da Assimetria (MAGALHÃES E LIMA, 2013, p.26):

- ☁ Para $g_b = -1,0$, Forte Assimetria Negativa, onde $md_{obs} = Q_3$;
- ☁ Para $g_b = 1,0$, Forte Assimetria Positiva, onde $md_{obs} = Q_1$;
- ☁ Para $g_b \equiv 0,0$, Simetria.

As definições supramencionadas, para a avaliação da Assimetria de uma distribuição, são exemplos, dentre vários outros previstos na literatura, empregados para tal fim. Logo, tais definições serão utilizadas no trabalho, para avaliação da Assimetria das séries temporais em estudo.

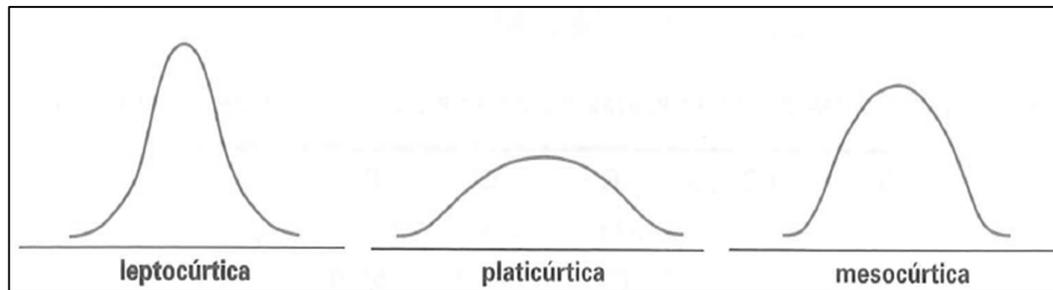
7.4.5.3 Técnicas para Identificação da Curtose (C)

Como já descrito, a Curtose (C) – assim como a Assimetria – objetiva avaliar o nível de deformação de uma distribuição. Porém, diferentemente da Assimetria, a Curtose visa mensurar o seu nível de “achatamento”, em relação a uma curva Normal. Assim, quanto a ‘C’, poderão haver três tipos de distribuição (SPIEGEL, 2008, p.140):

- ☁ Leptocúrtica: o achatamento da distribuição é maior, em sua parte inferior, do que a Normal;
- ☁ Mesocúrtica: curva referencial, ou seja, a curva Normal.
- ☁ Platicúrtica: o achatamento da distribuição é maior, em sua parte superior, do que a Normal.

Tais representações podem ser observadas na figura 5:

Figura 5 – Representações gráficas das distribuições Leptocúrtica, Platicúrtica e Mesocúrtica



Fonte: Crespo (2002, p.125).

Existem várias técnicas para se avaliar o grau de “achatamento” de uma distribuição, uma delas é o Coeficiente Percentílico de Curtose (CPC), definido por (SPIEGEL, 2008, p.141):

$$C = \frac{Q}{(P_{90} - P_{10})} \quad (21)$$

Onde:

C = Coeficiente Percentílico de Curtose;

Q = $\frac{1}{2} (Q_3 - Q_1)$, Amplitude Semi-interquartilica;

P₉₀ = nonagésimo Percentil;

P₁₀ = décimo Percentil.

A partir do emprego da formulação acima, serão possíveis as seguintes leituras/interpretações (CRESPO, 2002, p.126):

- ☼ C: 0,263 = distribuição Mesocúrtica;
- ☼ C < 0,263 = distribuição Leptocúrtica;
- ☼ C > 0,263 = curva Platicúrtica.

No trabalho, as Medidas de Assimetria e Curtose foram empregadas para avaliação, tanto quantitativa (a partir dos coeficientes citados) como qualitativa (por meio de análise gráfica), das séries temporais estudadas, a fim de observar se haviam

deformações significativas nas mesmas, quando comparadas ao comportamento típico de uma distribuição Normal.

7.4.6 Testes de Hipóteses: fundamentos

Ao debruçar-se sobre um problema científico, o pesquisador, seja fundamentado em sua experiência, seja em estudos/trabalhos anteriormente realizados/desenvolvidos, tende a levantar perguntas e, conseqüentemente, explicações prévias para dado fenômeno/problema.

Tais questionamentos e explicações (preliminares) são denominadas de hipóteses.

As hipóteses podem apresentar concepções teóricas relativamente variadas, haja vista que elas permeiam universos diversos: Filosófico, Jurídico, Estatístico...

Porém, no âmbito das Ciências Quantitativas, ou áreas afins, essas possuem significativa convergência conceitual e operacional; como será observado a seguir.

Para compreensão da expressão 'Hipótese Estatística', como afirma Mello (2014, p.123), "considere-se uma população com FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO F. Qualquer conjectura sobre aspectos desconhecidos de F é chamada hipótese estatística".

Segundo Andriotti (2005, p.11), "ao se admitir uma hipótese como verdadeira, testa-se a sua validade para certos níveis de confiança através dos chamados teste de hipóteses".

Os testes de hipóteses podem ser tidos como uma "regra que permite especificar um subconjunto do ESPAÇO-AMOSTRAL W " [...] O conjunto W chama-se REGIÃO CRÍTICA OU REGIÃO DE REJEIÇÃO e o seu complementar é designado por REGIÃO DE ACEITAÇÃO (MELLO, 2015, p.239)".

Dentre as aplicações dos testes de hipóteses estão (VIERA, 2008, p.247-151; ANDRIOTTI, 2005, p.11-13):

- ☛ Validação dos resultados obtidos, segundo certo nível de significância estatística;

☁ Generalização dos resultados, obtidos para uma amostra, para toda uma população.

Portanto, a partir da aplicação dos testes de hipóteses pode-se, por exemplo, ao final de um trabalho, apontar que, se toda a população de um estudo tivesse sido investigada, seria muito provável que os resultados obtidos para ela fossem semelhantes àqueles alcançados para amostra (VIEIRA, 2006, p.29).

Para se empregar um teste de hipótese a pergunta do pesquisador deve ser convertida em duas hipóteses, ou seja, precisa ser reescrita na forma de duas afirmações antagônicas, sendo elas representadas pela Hipótese de Nulidade (*Null Hypothesis*, H_0) e pela Hipótese Alternativa (*Alternative Hypothesis*, H_1) (VIEIRA, 2008, p.247).

Todavia, ressalta-se que a expressão ‘muito provável’ não deve ser traduzida por ‘plena certeza’, pois toda inferência é passível de erro (erro estatístico e não de procedimento!).

Deste modo, conclui-se que, ao aplicar-se um teste estatístico não se estará eliminando a chance de erro, mas, contrariamente, calculando a probabilidade dele ocorrer (*Ibidem*).

Como destaca Mello (2014, p.123), a Hipótese Nula (H_0) “[...] é, por convenção, a hipótese mais restritiva, isto é, a hipótese que defende não haver efeito significativo... [...] e que se assume verdadeira até provar em contrário. H_0 contém sempre uma igualdade”.

Ao contrário, a Hipótese Alternativa (H_1) “é a segunda hipótese [...] isto é, a alternativa à HIPÓTESE NULA. A sua forma define se o TESTE É BILATERAL (\neq) ou UNILATERAL (\leq ou \geq). H_1 contém sempre uma desigualdade” (*Ibidem*).

Além do exposto, recomenda-se que alguns aspectos devam ser observados, tais como (*Ibidem*, p.239):

- ☁ Se $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ pertencer a W rejeita-se H_0 (aceita-se H_1);
- ☁ Se $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ não pertencer a W aceita-se H_0 (rejeita-se H_1);
- ☁ A hipótese nula deve ser aceita até evidências em contrário.

Ao empregar-se os testes de hipóteses deve-se atentar para dois tipos específicos de erros: Erro Tipo 1 e Erro Tipo 2.

Tais erros possuem as seguintes características (ANDRIOTTI, 2005, p.11; VIEIRA, 2006, p.30; VIEIRA, 2008, p.249):

☛ Erro Tipo 1 (α): é a probabilidade do teste rejeitar H_0 (e aceitar H_1) sendo ela verdadeira.

☛ Erro Tipo 2 (β): é a probabilidade do teste aceitar H_0 sendo ela falsa.

Ressalta-se que, mesmo que o resultado de um teste sinalize para se aceitar a hipótese nula, isto não pode ser compreendido como a ausência de uma outra hipótese igualmente válida para os dados. Logo, para se certificar que a H_0 é realmente verdadeira, deve-se ter condições de rejeitar todas as demais hipóteses concorrentes (ANDRIOTTI, 2005, p.11-12).

Por sinal, devido aos impactos relativos a possíveis mudanças de padrões, a comunidade científica, em geral, considera um erro grave rejeitar a hipótese nula, quando ela é verdadeira (VIEIRA, 2008, p.249).

Por isso é sugerido que se realize, concomitantemente, a análise do p-valor (*p-value*).

Segundo Vieira (2008, p.250), “o p-valor diz quão provável seria obter uma amostra tal qual a que foi obtida, quando a hipótese da nulidade é verdadeira”.

Na prática, por convenção, se o p-valor for pequeno, por exemplo, menor que 0,05 ($p < 0,05$), conclui-se que a hipótese da nulidade deve ser rejeitada (*Ibidem*).

No trabalho, diversos e específicos testes de hipóteses serão empregados.

Esses serão citados e caracterizados, oportunamente, nas demais sessões e subseções, mais adiante.

Todavia, para todos eles, adiante-se que o nível de significância considerado foi, sempre, igual a 0,05 (5%).

Como destacam Andriotti (2005), Vieira (2006) e Vieira (2008), os resultados obtidos para um nível de significância de 5% são tidos como ‘significantes’ ou

'significativos'. Ou seja, é pouco provável (estatisticamente) que os resultados que serão obtidos, neste trabalho, tenham ocorrido por acaso (ANDRIOTTI, 2003, p.61).

7.4.7 Análise da (Não)Normalidade dos Resíduos

A verificação da Normalidade dos Resíduos, de séries de dados em estudo, figura como uma premissa para aplicação de inúmeros Métodos Quantitativos Inferenciais (MQIs).

Riboldi *et al.* (2014, p.2) destacam seis aplicações pelas quais se exige a suposição da Normalidade dos Resíduos das variáveis estudadas, são elas:

[...] 1. No caso de uma amostra de uma única população, a suposição de normalidade é exigida quando deseja-se obter intervalo de confiança ou executar teste de hipótese sobre a média dessa população baseados na estatística; 2. No caso de duas amostras de populações independentes, para realizar o teste t de comparação de médias para amostras independentes, é necessário que a variável aleatória assuma distribuição normal em ambas as populações (grupos); 3. No caso de duas amostras pareadas (ou relacionadas), para utilizar o teste t de comparação das médias, é necessário que a variável aleatória da diferença entre as duas amostras tenha distribuição normal; 4. No caso de três ou mais amostras de populações independentes, para compararmos as médias das populações através da Análise de Variância em classificação simples (*OneWay*, ANOVA), entre outras suposições, tem-se que pressupor que a variável aleatória tenha distribuição normal em cada uma das populações (grupos); 5. Na estimação da correlação linear de Pearson, o teste de significância do coeficiente de correlação somente é válido se ambas as variáveis aleatórias tiverem distribuição Normal; 6. Nos modelos de regressão linear, uma das suposições é de que os resíduos do modelo tenham distribuição Normal.

Como mencionado na citação acima, desde a definição de Intervalo de Confiança (IC), à aplicação de Testes de Hipótese (em especial, o Teste T de *Student*) sobre a Média de uma ou várias séries de dados, passando pela Análise de Variância (ANOVA), o Teste de Significância (TS), a Correlação Linear de Pearson e, finalmente, até modelos de Regressão Linar, todos terão como suposição, ou validade, a Normalidade dos dados ou de seus Resíduos.

Caso contrário, quando o comportamento da(s) variável(veis) seguir qualquer distribuição de probabilidade que não seja a Normal, se observará um típico caso de Não Normalidade dos Resíduos.

A cerca deste assunto, Pino (2014, p.18) menciona que:

Existem casos em que a não normalidade é evidente, por exemplo: a) quando há restrições sobre os valores das observações; b) quando a distribuição tem caudas pesadas ou deformações em relação a distribuição normal; c) quando uma variável aleatória é definida pela razão entre outras duas.

As principais restrições, aos valores que as observações podem assumir, estão relacionadas a situações em que elas sejam estritamente positivas. Ademais, outro exemplo restritivo, relaciona-se aos dados de contagem que devem ser estritamente inteiros e não negativos (PINO, 2014).

Em relação as “Caudas Pesadas”, o mesmo autor as menciona no sentido de algumas distribuições apresentarem valores distantes das Medidas de Tendência Central (MTC); discutidas na seção terciária 5.4.2. Tal fato, para ele, está associado ao valor elevado da Variância Amostral (s^2), ou, ao registro de dados discrepantes/aberrantes (*Outliers*); esses serão melhor discutidos, em uma seção específico (5.4.7), mais adiante.

Além disso, acrescenta-se que, quantitativa e graficamente, as “Caudas Pesadas” podem ser observadas a partir da proeminência do pico e da cauda da curva de distribuição; podendo essa ser medida pela Curtose.

Como já mencionado na seção 5.4.5 (Medidas de Assimetria e Curtose), a partir do Coeficiente Percentílico de Curtose (C), ter-se-ão as seguintes interpretações, segundo Crespo (2002, p.125-126):

- ☁ Para $C = 0,263$, a distribuição será Mesocúrtica, ou seja, ela possuirá “achatamento” semelhante à distribuição Normal;
- ☁ Para $C < 0,263$, a distribuição será Leptocúrtica, sendo, deste modo, mais aguda – em sua parte superior – do que a distribuição Normal;
- ☁ Para $C > 0,263$, a distribuição será Platicúrtica, sendo, por sua vez, mais “achatada” que a distribuição Normal.

Além da Curtose, outro aspecto relevante, em relação as “Caudas Pesadas”, ou deformações das distribuições, é a avaliação de sua Assimetria. Portanto, como mencionado na seção 5.4.5 (Medidas de Assimetria e Curtose), baseando-se no

Segundo Coeficiente de Assimetria de Pearson (A_s), se observará as seguintes classificações (CRESPO, 2002, p.124):

- ☁ Para $A_s = 0$, a distribuição será simétrica, tal qual a Normal;
- ☁ Para $0,15 < |A_s| < 1,00$, a Assimetria é considerada moderada;
- ☁ Para $|A_s| > 1,00$, a Assimetria é entendida como forte.

Finalmente, o último caso citado de Não Normalidade evidente, irá se apresentar quando uma variável aleatória for definida pela razão entre outras duas. Por exemplo, considerando Z uma variável definida como a razão entre X e Y ter-se-á (PINO, 2014, p.20):

$$Z = \frac{X}{Y} \quad (22)$$

Partindo-se da Teoria Estatística, se observará que se duas dessas variáveis tiverem distribuição Normal, a terceira não o terá; mesmo se houver independência entre duas delas. Tal fato é descrito por Pino (2014, p.20):

[...] a) se X e Y forem normais, então, Z terá distribuição de Cauchy (que tem média e variância infinitas); b) se Z e X forem normais, então, Y terá distribuição de Cauchy; e c) se Z e Y forem normais, então, X não terá distribuição normal.

Mesmo diante da impossibilidade de se assumir a suposição/validade da Normalidade dos Resíduos, e, por conseguinte, não ser correto o emprego de uma série de Métodos Quantitativos Inferenciais (MQIs), ainda se observa, em linhas gerais, a desatenção desta análise em um número significativo de trabalhos publicados, inclusive, em periódicos bem qualificados.

Não diferentemente, tal fato é registrado, também, em estudos e publicações pertencentes, ou afins, à Ciência Geográfica; em especial, à Geografia Física.

Ao mesmo tempo, como supracitado, percebe-se que existe uma série de “indícios”, para que, desde um primeiro momento, se identifique a Não Normalidade dos dados ou resíduos de uma distribuição.

Destaca-se que, mesmo diante de seu atual emprego não figurar como um aspecto novo, na ciência, em geral, a preocupação com o tema da (Não)Normalidade

só veio a ter uma significativa notoriedade, principalmente, a partir do final do século XX. Neste período, estima-se que existiam cerca de 40 técnicas distintas para avaliação da (Não) Normalidade. Atualmente, há, certamente, mais de 50 testes para tal fim (PINO, 2014).

Na literatura especializada, existem diversas técnicas para avaliação da (Não)Normalidade dos Resíduos, que vão desde técnicas descritivas – como a análise gráfica visual –, à Testes de Aderência; também denominados de Testes de Ajustamento. Acrescenta-se que, esses últimos, testam objetiva e quantitativamente a hipótese de (Não)Normalidade (TORMAN, COSTER E RIBOLDI, 2012).

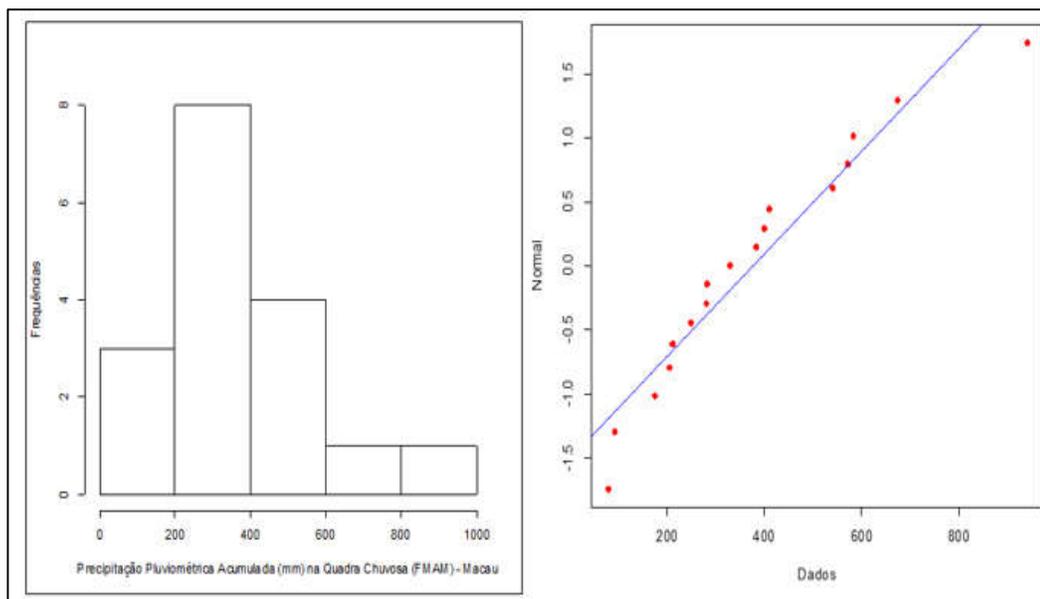
Sob a perspectiva gráfica visual, a (Não)Normalidade foi observada, fundamentalmente, por meio de duas representações gráficas: Histogramas e gráficos Quantil-Quantil (*Q-Q Plot*).

A primeira representação gráfica (Histograma) é constituída por colunas justapostas onde, no eixo horizontal, está a variável de interesse dividida em classes, e, no eixo vertical, a frequência da classe correspondente. (TORMAN, COSTER E RIBOLDI, 2012). Além disso, sob a perspectiva de leitura dos Histogramas, destaca-se que, quanto mais próximo for a representação das colunas justapostas a um formato de “sino”, melhor será a aderência dos dados à distribuição Normal.

O segundo tipo de representação gráfica, para avaliação da (Não)Normalidade apresentará, em seu eixo horizontal, os valores observados da variável, e, no seu eixo vertical, os valores esperados caso a variável tenha distribuição Normal. Acrescenta-se que, se houver uma significativa aderência dos dados em relação à distribuição Normal, os pontos estarão próximos a reta de referência apresentada no gráfico (TORMAN, COSTER E RIBOLDI, 2012).

Exemplos das duas principais representações gráficas (Histograma e *Q- Plot*), para avaliação visual da (Não)Normalidade, são apresentadas na figura 6:

Figura 6 – Representação dos gráficos Histograma e Q-Q Plot



Fonte: Próprio autor, 2016.

Enfatiza-se que ambas as formas de avaliação visual da (Não)Normalidade foram empregadas no trabalho. Por sinal, os dois gráficos, acima expostos, são exemplares das representações gráficas geradas neste trabalho.

Especialmente a respeito dos testes de Aderência, utilizados para avaliação objetiva da (Não)Normalidade, Pino (2014, p.22 *apud* DUFOUR *et al.*, 1998; SEIER, 2002) afirma que:

Há várias maneiras de categorizar esses testes, como a seguinte: a) testes baseados na função de distribuição empírica; b) testes baseados em regressão e correlação; c) testes baseados em momentos.

Os testes de Aderência têm estatísticas de teste e critérios de decisão diferentes, mas possuem em comum as hipóteses testadas: de Nulidade (H_0) e Alternativa (H_1); aspectos que serão discutidos, com maior profundidade, em uma seção mais adiante. Logo, a hipótese de Nulidade é de que a variável aleatória em estudo, ajusta-se à distribuição Normal. Do contrário, a hipótese Alternativa é de que a variável aleatória não adere a distribuição Normal (TORMAN, COSTER E RIBOLDI, 2012).

Segundo os mesmos autores, a maneira mais fácil de tomar a decisão é observar o p-valor (ou *p-value*, em inglês) dos testes e comparar com o nível de significância adotado; critério de decisão que, mais adiante, será detalhadamente discutido.

Para seu emprego, deve-se observar se o p-valor do teste é maior que o nível de significância escolhido (α , por exemplo, igual a 5% ou 0,05). Nestes casos, se manterá a hipótese de Normalidade (H_0). Logo, se rejeitará a hipótese Alternativa (H_1).

No trabalho, a aceitação do ajuste dos dados à distribuição Normal, para os testes utilizados para tal fim, foi realizada para ' α ' igual ou inferior a 5% ($\alpha \leq 0,05$).

A seguir, serão apresentados e discutidos dois testes de (Não)Normalidade, amplamente utilizados, e que foram empregados no trabalho, são eles: o teste de Kolmogorov-Smirnov (teste baseado na Função de Distribuição Empírica, FDE) e o teste de Shapiro Wilk (teste baseado em Regressão e Correlação).

7.4.7.1 Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) e Lilliefors (L)

O teste de Kolmogorov-Smirnov (1933/1948) é um dos vários testes de (Não)Normalidade que se baseiam na Função de Distribuição Empírica (FDE ou EDF, em inglês), também denominada de Função Característica Empírica (FCE), Função Acumulada de Probabilidade Empírica (FAPE) ou Função de Distribuição Acumulada Amostral (FDAA, PINO, 2014; ARAÚJO *et al.*, 2008; PINTO *et al.*, 2015).

Do ponto de vista estrutural, o teste de Kolmogorov-Smirnov baseia-se no módulo da maior diferença entre a probabilidade observada e a estimada. Tal resultado é comparado com um valor tabelado, de acordo com o quantitativo de observações da série testada (MURTA, TEODORO E CHAVES, 2005).

Em outros termos, como destaca Araújo *et al.* (2008, p.166), o teste KS:

[...] mede a distância máxima entre os resultados de uma distribuição a ser testada e os valores associados à distribuição hipoteticamente verdadeira. A estatística do teste é dada por D , representando a diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica.

O teste de KS pode ser empregado sob dados apresentados tanto em formato agrupados como também não agrupados. Além disso, ele se mostra eficiente para amostras com 'n' reduzido (< 30 observações) (CASTRO, 1983).

Destaca-se, ainda, que o teste KS tem como objetivo apresentar, em uma mesma representação gráfica bidimensional, a Função de Distribuição Acumulada Amostral (FDAA) – entendida como o número de observações menores ou iguais a 'x' e o número total de observações – e a Função de Distribuição Acumulada Teórica (FDAT), de modo a mensurar a menor diferença entre elas (PINTO *et al.*, 2015).

Logo, o teste KS é definido por (SILVESTRE, 2016, p.340; PORTAL ACTION, 2017e):

$$D_n = \sup_x |F(x) - F_n(x)| \quad (23)$$

Onde:

D_n = diferença máxima entre as Funções Acumuladas de Probabilidade Teórica e Empírica;

$F(x)$ = Função Acumulada de Probabilidade Teórica (FAPT);

$F_n(x)$ = Função Acumulada de Probabilidade Empírica (FAPE).

A partir da aplicação da formulação supracitada aos dados, as hipóteses testadas serão as seguintes (SILVESTRE, 2016, p. 340):

- ☁ Os dados seguem uma distribuição Normal: $H_0: F_x = F$, para todo x , $-\infty < x < \infty$;
- ☁ Os dados não seguem uma distribuição Normal: $H_1: F_x \neq F$, para pelo menos um valor de x .

Todavia, como a FAPE é descontínua e a FAPT é contínua, deve-se considerar duas outras estatísticas, para calcular a estatística do teste (PORTAL ACTION, 2017e):

$$D^+ = \sup_{x_{(i)}} |F(x_{(i)}) - F_n(x_{(i)})| \quad (24)$$

E,

$$D^- = \sup_{x_{(i)}} |F(x_{(i)}) - F_n(x_{(i-1)})| \quad (25)$$

Segundo o último autor citado, tais estatísticas avaliam a distância entre os gráficos das duas funções (FAPT e FAPE), nos pontos $x_{(1-i)}$ e $x_{(1)}$. Essas podem ser representadas como (PORTAL ACTION, 2017e):

$$D_n = \max(D^+, D^-) \quad (26)$$

O teste de KS pode ser aplicado a inúmeras funções de distribuição. Todavia, para testar se uma determinada série de dados advém da distribuição Normal, a função $F(x_{(i)})$ a ser testada é a função $N(\mu, \sigma^2)$. Já no caso dos parâmetros μ e σ^2 serem desconhecidos (populacionais), são empregados os estimadores amostrais \bar{X} e s^2 (amostrais) (SILVESTRE, 2016).

Segundo o último autor citado, a regra de decisão para o teste de KS é:

- ☛ Manter H_0 , caso o D_n calculado (estatística) seja inferior ao valor crítico dos dados; para certo n e α pré-determinados;
- ☛ Assumir H_1 e, conseqüentemente, rejeitar H_0 , caso o D_n obtido (estatística) seja superior ao valor crítico dos dados; para certo n e α pré-determinados.

Para o trabalho, levando-se em conta que seu $n = 20$ e $\alpha = 5\%$, o valor crítico, para o teste KS, é igual a 0,29 – ver Anexo A.

7.4.7.2 Teste de Shapiro-Wilk (SW, 1965)

O teste de Shapiro-Wilk (1965) pertence ao grupo dos testes de (Não)Normalidade baseados em Regressão e Correlação.

Sobre tais testes, Pino (2014, p.23), mencionando Seier (2002) e Dufour *et. al.* (1998), afirma que:

Os testes de regressão e correlação baseiam-se no fato de que a variável $Y \sim N(\mu, \sigma^2)$ pode ser expressa como $y = \mu + \sigma x$, onde $X \sim N(0,1)$. Esses testes usam a razão de duas estimativas obtidas de

estatísticas de ordem: uma estimativa ponderada de mínimos quadrados, dado que a população é normalmente distribuída, e a estimativa não viesada da variância amostral, para qualquer população.

Como os demais testes de (Não)Normalidade, as hipóteses a serem testadas são:

☁ H_0 : A amostra aleatória é proveniente de uma população com distribuição Normal;

☁ H_1 : A função de distribuição não é Normal.

Sendo o mais empregado teste com tal característica, a estatística do teste SW é definido por (SILVESTRE, 2016, p.342):

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (27)$$

Com b sendo obtido como se segue:

Se n é par:

$$b = \sum_{i=1}^{n/2} a_i * (X_{(n-i+1)} - X_i) \quad (28)$$

E,

Se n é ímpar:

$$b = \sum_{i=1}^{(n-1)/2} a_i * (X_{(n-i+1)} - X_i) \quad (29)$$

Onde:

x_i = Dados Amostrais Ordenados;

\bar{x} = Média Amostral;

b = Constante;

a_i = Constantes geradas pelas Médias, Variâncias e Covariâncias das estatísticas de ordem de uma amostra de tamanho n de distribuição Normal.

Destaca-se que os valores tabelados para as constantes a_i podem ser obtidos na Tabela A₁₆ de Conover (1999). De modo semelhante, os Quantis para a estatística do teste W , são fornecidos na Tabela A₁₇ do mesmo autor.

A regra de decisão para o teste SW é (SILVESTRE, 2016, p.342; PORTAL ACTION, 2017f):

- ☛ Manter H_0 , caso o W calculado (estatística) seja maior do que o valor crítico dos dados; para certo n e α pré-determinados;
- ☛ Assumir H_1 e, conseqüentemente, rejeitar H_0 , caso o W obtido (estatística) seja inferior ao valor crítico dos dados; para certo n e α pré-determinados.

Para o trabalho, levando-se em conta que seu $n = 20$ e $\alpha = 5\%$, o valor crítico, para o teste de SW, é igual a 0,905 – ver Anexo C.

7.4.8 Análise de Dados Discrepantes ou *Outliers*

A análise de Dados Discrepantes, objetivamente, visa avaliar a presença/ausência de dados Aberrantes, Atípicos ou *Outliers* (termo usado em inglês) em uma ou mais séries de dados.

Tal análise figura como importante, dentre outros aspectos, no processo de tratamento, especialmente Estatístico, desses dados.

Sobre a origem e possíveis explicações para a presença de *Outliers*, em um conjunto de dados, Andriotti (2005, p.24) menciona que:

Outliers são tão diferentes dos demais valores disponíveis para estudo que se pode suspeitar que sejam oriundos de alguma falha ou mesmo anormalidade na aplicação do teste aplicado, ou ainda estar-se na presença de uma observação que não pertence ao grupo de estudo [...] Dentre as várias possíveis fontes deste tipo de dado se pode citar a presença de erros analíticos, contaminação, erros de digitação e/ou transição de resultados, e erros de interpretação, como classificar erroneamente determinado grupo, incluindo seus valores em outro.

Como citado, são várias as possíveis explicações para a presença de *Outliers* em uma série. Todavia, deve-se destacar que o processo de eliminação ou manutenção desse(s) nas distribuições, deve ser acompanhada de critérios técnicos – relativos e específicos a dada área –, ou a aplicação de técnicas desenvolvidas para tal. Do contrário, como tais dados influenciam nos valores médios, nas Medidas de Dispersão e nas Correlações com outras variáveis, sua manutenção ou remoção poderá produzir conclusões que não dizem respeito ao conjunto geral dos dados, nem a seus valores mais elevados (ANDRIOTTI, 2005).

Assim como ocorre em outras apreciações, a análise de *Outliers* pode se dá a partir da análise gráfica (técnicas Qualitativas), como também através do emprego de técnicas Matemáticas (técnicas Quantitativas).

Fundamentalmente, na perspectiva Qualitativa, a principal representação gráfica utilizada para tal é àquela proposta por Tukey (1977), que utiliza gráficos de Caixa ou, em inglês, *Boxplot*. Secundariamente, utilizam-se, também, os gráficos de Pontos ou, em inglês, *Dotplot*.

Por outro lado, em avaliações que primam pelo rigor quantitativo, existe uma série de técnicas para tal análise, dentre elas os testes do/de: Desvio Padrão (DP) ou *Standard Deviation (SD)*, do Escore Z ou *Z-Score* e do Escore Z Modificado ou *Modified Z-Score*; além dos testes de Grubbs e Dixon (ANDRIOTTI, 2005; SEO, 2006).

As duas perspectivas de análise (Qualitativa e Quantitativa) de *Outliers* foram empregadas no trabalho e serão discutidas a seguir.

7.4.8.1 Proposta de Tukey (1977): Gráficos de Caixa ou *Boxplot*

Como inicialmente citado, comumente emprega-se a proposta de Tukey (1977), mais conhecida como gráficos de Caixa ou *Boxplot*, para avaliação qualitativa da presença/ausência de *Outliers* em séries diversas de dados. Esses também pode ser entendidos como ferramentas gráficas simples, aplicados à dados univariados contínuos.

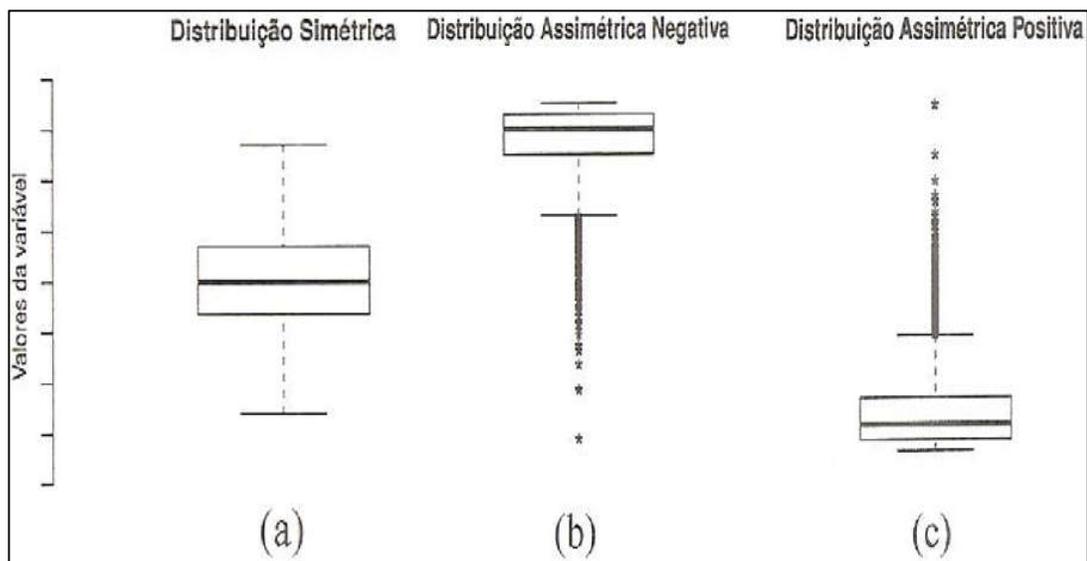
A caracterização acima descrita, sobre os *Boxplots*, vai ao encontro da concepção de Seo (2006, p.13), que afirma que o:

Tukey's (1977) method, constructing a boxplot, is a well-known simple graphical tool to display information about continuous univariate data, such as the median, lower quartile, upper quartile, lower extreme, and upper extreme of a data set. It is less sensitive to extreme values of the data than the previous methods using the sample mean and standard variance because it uses quartiles which are resistant to extreme values.

Os gráficos de Caixa permitem observar diversos aspectos da distribuição dos dados, tais como: posição, variabilidade, assimetria e, em especial, neste caso, a presença de valores atípicos (*Outliers*) (MAGALHÃES E LIMA, 2013).

Abaixo, na figura 7, são exemplificados os padrões de Assimetria, em três distribuições distintas:

Figura 7 – Padrões de Assimetria por meio de *Boxplots*



Fonte: MAGALHÃES E LIMA (2013, p.25).

Os últimos autores supracitados, discorrendo sobre o processo de construção, estrutura e informações inerentes a tal representação gráfica, irão afirmar que:

Para construção do *box-plot*, definimos um retângulo (“caixa”) em que a aresta inferior coincide com o primeiro quartil e a superior, com o terceiro quartil. A mediana é representada por um traço no interior do retângulo. Segmentos de reta, denominados de bigodes por alguns autores, são incluídos no *box-plot*, partindo dos primeiro e terceiro quartis [...] são limitados pelos valores mínimo e máximo [...] (*Ibidem*, p. 20).

A partir da última citação, concluir-se-á que a conjunção da “Caixa” mais os seus “bigodes”, apresentarão o “conjunto dos dados”, com exceção feita àqueles que serão denominados de Potencialmente Atípicos, Aberrantes, Discrepantes ou *Outliers*. Esses, no *Boxplot*, serão representados por um asterisco (*), sendo posicionados para além dos “bigodes”.

A construção dos *Boxplots*, segundo a técnica de Tukey (1977), está relacionada a observação da diferença entre os valores do terceiro e do primeiro Quartis dos dados; denominada de Intervalo Interquartil ou Interquartilício ou Amplitude Interquartil ou Interquartilícia. O mesmo é definido por (PORTAL ACTION, 2017g):

$$IQ = Q_3 - Q_1 \quad (30)$$

Onde:

IQ = Intervalo Interquartil ou Interquartilício;

Q_3 = Terceiro Quartil;

Q_1 = Primeiro Quartil.

O IQ representa a concentração de 50% das observações centrais do *Boxplot*, expressando, assim, a dispersão dos dados observados. Todavia, o IQ, simplesmente, não é útil para se observar a presença de *Outliers*, mas figura como um componente fundamental para sua identificação.

Tal fato citado, justifica-se pela presença do IQ no modelo empregado para definição dos Pontos de Corte, ou seja, para delimitação do intervalo no qual os dados estariam dentro de um padrão esperado. Logo, tais limites são definidos por (MAGALHÃES E LIMA, 2013, p. 20; PORTAL ACTION, 2017g):

$$LI = [Q_1 - 1,5*IQ] \quad (31)$$

Onde:

LI = Limite Inferior;

Q_1 = Primeiro Quartil;

IQ = Intervalo Interquartil.

E,

$$LS = [Q_3 + 1,5*IQ] \quad (32)$$

Onde:

LS = Limite Superior;

Q₃ = Terceiro Quartil;

IQ = Intervalo Interquartil.

Após o cálculo dos limites acima apresentados, deve-se observar, para identificação dos *Outliers*, se existem dados acima do Limite Superior ou abaixo do Limite Inferior definido. Caso exista(m), esse(s) será(ão) considerado(s) Atípico(s) ou *Outlier(s)* (MAGALHÃES E LIMA, 2013).

Apesar da técnica de Tukey (1977) poder ser aplicada à dados com distribuições tanto Normal quanto não Normal, ela não é tida como a mais adequada às séries históricas com 'n' pequeno ($n < 30$). Tal limitação é descrita por Seo (2006, p.13):

While previous methods are limited to mound-shaped and reasonably symmetric data such as the normal distribution²¹, Tukey's method is applicable to skewed or non mound-shaped data since it makes no distributional assumptions and it does not depend on a mean or standard deviation. However, Tukey's method may not be appropriate for a small sample size²¹.

Apesar da limitação acima citada, a técnica foi aplicada aos dados do trabalho, haja vista que essa faz parte de um conjunto de outras técnicas que serão empregadas para o mesmo fim.

7.4.8.2 Gráficos de Pontos ou *Dotplots*

Possuindo uso menos comum, na literatura, que os *Boxplots*, os gráficos de Pontos ou *Dotplots*, destacam-se como uma outra representação gráfica que permite a avaliação, dentre outras funções, da distribuição de uma série de dados, com vista a análise de *Outliers*.

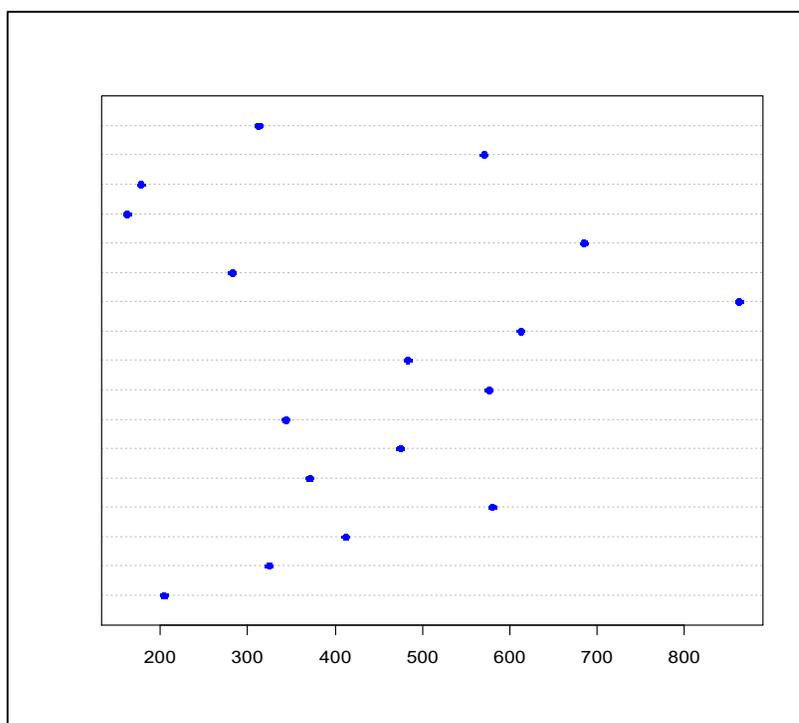
Os *Dotplots* representam cada observação obtida em uma escala horizontal, permitindo visualizar a série dos dados ao longo deste eixo. Acrescenta-se que, no

eixo horizontal, divide-se a escala dos valores em intervalos, sendo marcado um ponto por observação (PORTAL ACTION, 2017h).

Numa outra perspectiva, pode-se entender que os *Dotplots* são diagramas pontuais que permitem a visualização horizontal de como as observações da variável se distribuem na reta (SILVESTRE, SANT'ANNA NETO E FLORES, 2013).

Abaixo, na figura 8, é apresentado um exemplo deste tipo de representação:

Figura 8 – Representação gráfica, por meio de um *Dotplot*, do comportamento da precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa (FMAM), no município de Cruzeta-RN, para o período de 1998-2015



Fonte: Próprio autor, 2017.

Como mencionado inicialmente, ambas as formas de análise de *Outliers*, via representação gráfica/Qualitativa, foram empregadas no trabalho.

A seguir, serão apresentadas as técnicas quantitativas, utilizadas no trabalho, para a análise univariada de *Outliers*.

7.4.8.3 Testes do Desvio Padrão, do Escore Z e do Escore Z Modificado

Como mencionado, um dos testes utilizados para análise de *Outliers*, nas séries temporais em estudo, foi o teste do Escore Z Modificado. Seu emprego se justifica, pois, o mesmo utiliza estimadores robustos para tal propósito, como a Mediana.

Como ressalta Andriotti (2005, p.25):

Este teste tem sido usado de forma mais extensa que o teste que considera como *outlier* simplesmente os valores que superam a soma da média aritmética com três desvios padrão, ou a média menos três desvios padrão, pois que tanto a média como o desvio padrão são, já, afetados pela presença de *outlier*.

A partir da citação acima, pode-se perceber que o emprego de tal técnica garantirá que os limites definidos para se identificar os *Outliers*, não sejam influenciados por eles mesmos; como pode ocorrer tanto com o teste do Desvio Padrão (DP) ou *Standard Deviation* (SD), como também como o teste do Escore Z ou *Z-Score*.

O teste do DP ou *SD* é definido a partir da simples classificação, descrita abaixo (SEO, 2006, p.9):

$$\text{☁} \quad 2 \text{ SD Method: } \bar{X} \pm 2 \text{ SD} \quad (33)$$

$$\text{☁} \quad 3 \text{ SD Method: } \bar{X} \pm 3 \text{ SD} \quad (34)$$

Onde:

\bar{X} = Média Aritmética Amostral;

SD = Desvio Padrão Amostral.

Logo, como destaca Seo (2006, p.9) “*the observations outside these intervals may be considered as outliers*”.

Além disso, o mesmo autor, na mesma página, destaca que “*According to the Chebyshev inequality, if a random variable X with mean μ and variance σ^2 exists, then for any $k > 0$ ”*,

$$\text{☁} \quad P[|X - \mu| \geq k\sigma] \leq \frac{1}{k^2} \quad (37)$$

$$\text{☁} \quad P[|X - \mu| < k\sigma] \geq 1 - \frac{1}{k^2}, \quad k > 0 \quad (38)$$

Finalizando, Seo (2006, p.9-10) afirma que:

the inequality $[1-(1/k)^2]$ enables us to determine what proportion of our data will be within k standard deviations of the mean². For example, at least 75%, 89%, and 94% of the data are within 2, 3, and 4 standard deviations of the mean, respectively. These results may help us determine the likelihood of having extreme values in the data³. Although Chebychev's theorem is true for any data from any distribution, it is limited in that it only gives the smallest proportion of observations within standard deviations of the mean²². In the case of when the distribution of a random variable is known, a more exact proportion of observations centering around the mean can be computed. For instance, if certain data follow a normal distribution, approximately 68%, 95%, and 99.7% of the data are within 1, 2, and 3 standard deviations of the mean, respectively; thus, the observations beyond two or three SD above and below the mean of the observations may be considered as outliers in the data.

A partir do exposto nas citações acima, conclui-se que, apesar da conhecida limitação da Desigualdade de *Chebyshev* – fornece apenas a menor proporção de observações dentro dos Desvios Padrão da Média Aritmética –, ela possui aplicação a qualquer dado de qualquer distribuição. Por outro lado, quando se conhece a distribuição da Variável Aleatória (VA) em estudo, pode-se obter resultados mais precisos, no que tange às observações centradas próximo a Média Aritmética. A exemplo, caso uma VA apresente distribuição Normal, ter-se-á que, cerca de 68,0%, 95,0% e 99,7% dos dados estarão inseridos, respectivamente, em um, dois e três DP_s da Média Aritmética. Logo, valores superiores aos limites citados ($\pm 2DP$ ou $\pm 3DP$ em relação à Média), serão considerados *Outliers*.

Já o teste *Z-Score*, como mencionado, é outro teste bastante utilizado para detecção de *Outliers*. Ele considera a Média Aritmética e o Desvio Padrão para tal, sendo definido por (FETTERMANN, 2015, p. 118; SEO, 2006, p.10):

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}, \text{ Quando } X_i \sim N(\mu, \sigma^2) \quad (37)$$

Onde:

z_i = valor padronizado (*standardized value*);

$x_i - \bar{x}$ = Desvios em Relação à Média Aritmética;

s = Desvio Padrão Amostral.

O pressuposto para utilização do teste Z-Score é, se 'xi' é uma VA com distribuição Normal, $N(\mu, \sigma^2)$, 'Zi' segue uma distribuição Normal Padrão, $N(0,1)$. Logo, os Z-Scores que superem ± 3 SD da Média Aritmética, poderão ser considerados *Outliers*.

Como apresentado, pode-se perceber que os resultados, especificamente, para a formulação 37, se equivalerão com os que serão obtidos por meio da formulação 34 – relativa ao teste do DP para ± 3 SD da Média Aritmética.

Complementarmente, Shiffler (1988) apresentou uma técnica para o cálculo do possível Z-Score máximo. O autor destaca que tal Z-Score depende do tamanho da amostra, sendo definido por (Shiffler, 1988, p.79):

$$z_n = \frac{(n - 1)}{\sqrt{n}} \quad (38)$$

Onde:

Z_n = Z-Score Máximo;

n = Número de Dados.

O máximo Z-Score absoluto, por tamanho da amostra, pode ser obtido, diferentemente, consultando-se o Anexo D.

Para o trabalho, como o 'n' = 20, o Z_n será igual a 4,249. Ou seja, valores superiores a 4,249 serão considerados como *Outlier(s)*.

Apesar dos seus aspectos positivos, o teste do Z-Score para *Outliers* possui algumas limitações. Duas delas são destacadas por Seo (2006, p.10):

Since no z-score exceeds 3 in a sample size less than or equal to 10, the z-score method is not very good for outlier labeling, particularly in small data sets²¹. Another limitation of this rule is that the standard deviation can be inflated by a few or even a single observation having an extreme value. Thus it can cause a masking problem, i.e., the less extreme outliers go undetected because of the most extreme outlier(s), and vice versa. When masking occurs, the outliers may be neighbors.

Como menciona na citação, quando nenhum Z-Score excede 3, para valores de 'n' ≤ 10 , ou em pequenos conjuntos de dados, o teste do Escore Z passa a ser uma

técnica inadequada para detecção de *Outliers*. Além disso, como também é destacado na citação, outro grande risco que se corre, ao empregar o teste, é a possibilidade do DP poder ser “inflado”, por alguns ou mesmo um único dado; “mascarando”, assim, o resultado. Isto ocorrerá, pois, o(s) *Outlier(s)* menos extremo(s) não será(ão) detectado(s) devido a presença do(s) *Outlier(s)* mais extremo(s).

Diante das limitações citadas, para o teste do Escore Z, despontará a necessidade de aplicação do teste do Escore Z Modificado, como um instrumento/técnica que objetiva superar aquelas limitações.

Na literatura são vários os autores que apontam o teste do *Modified Z-Score*, como aquele que produz melhor desempenho e, conseqüentemente, eficácia, para detecção de *Outliers* em séries diversas. Logo, seus resultados possuem ampla aceitação na comunidade científica, tendo sido mencionado nos trabalhos de: Shiffler (1988), Crosby (1994), Ben-Gal (2005), Seo (2006), Consineau e Chartier (2010) e Fettermann (2015).

Fettermann *et al.* (2015, p.118) definem o Escore Z Modificado em duas etapas:

$$\underbrace{\text{☁}}_{1^{\text{a}} \text{ etapa:}} \quad \text{MAD} = \text{median} \{ |x_i - \bar{x}_1| \} \quad (39)$$

Onde:

MAD = Média Aritmética dos Desvios (absolutos);

Median = Mediana;

$|x_i - \bar{x}_1|$ = Módulo dos Desvios.

$$\underbrace{\text{☁}}_{2^{\text{a}} \text{ etapa:}} \quad M_i = \frac{0,6745}{\text{MAD}} (x_i - \bar{x}_1) \quad (42)$$

Onde:

M_i = *Modified Z-Score*;

0,6745 = Constante;

MAD = Média Aritmética dos Desvios;

$|x_i - \bar{x}_1|$ = Módulo dos Desvios.

Após os cálculos, referentes as formulações acima, principalmente a 40, deve-se comparar o valor de M_i com um valor limite. Na literatura, existem várias sugestões de limites para M_i .

No trabalho, foi considerado como valor limite, $|M_i| > 3,5$; tal qual é indicado Iglewicz e Hoaglin (1993). Destaca-se que tal limite, definido pelos últimos autores citados, foi obtido a partir de simulações em observações pseudo-normais, para conjuntos amostrais com tamanhos: 10, 20, 40.

Finalmente, ressalta-se que, assim como o *Z-Score*, o *Modified Z-Score* também é eficaz para dados Normais, segundo Seo (2006, p.12).

7.4.8.4 Teste de Grubbs (1969)

O teste de Grubbs (1969), também conhecido como Teste Residual Normalizado Máximo, ou em inglês, *Maximum Normed Residual Test*, é mais um teste aplicado à detecção de *Outlier(s)*. Ele é utilizado quando se deseja um único *Outlier* em um conjunto de dados univariados (NIST/SEMATECH, 2012).

Na literatura, ele vem sendo aplicado, principalmente, para dados que segue uma distribuição aproximadamente Normal ou Lognormal (ANDRIOTTI, 2005; NIST/SEMATECH, 2012).

Para o correto emprego da técnica de Grubbs (1969), deverão ser procedidas as seguintes etapas (ANDRIOTTI, 2005, p.26):

- ☛ 1ª Etapa: Converter os dados reais em Logaritmos Naturais ou Neperianos (LN_s);
- ☛ 2ª Etapa: Calcular a Média Aritmética e o Desvio Padrão dos dados em LN_s;
- ☛ 3ª Etapa: Dispor os dados convertidos em Rol (ordem crescente);
- ☛ 4ª Etapa: Para suspeita de *Outlier*, relacionado ao menor valor (em LN), calcula-se (GRUBBS, 1969, p.05):

$$T_G = \frac{[\bar{x} - x_1]}{s} \quad (41)$$

Onde:

T_G = Valor Crítico (Observado/Calculado);

\bar{X} = Média Aritmética dos Dados Convertidos em LN;

x_1 = Primeiro Dado da Série em Rol (Crescente);

s = Desvio Padrão Amostral.

☛ 5ª Etapa: para suspeita de *Outlier*, relacionado ao maior valor (em LN), calcula-se (GRUBBS, 1969, p.04):

$$T_G = \frac{[x_n - \bar{X}]}{s} \quad (42)$$

Onde:

x_n = Último Dado da Série em Rol (Crescente).

☛ 6ª Etapa: definir um certo Nível de Significância (α), observar o 'n' em questão e verificar o valor crítico tabelado (' T_G ' tabelado);

☛ 7ª Etapa: comparar o valor crítico calculado/observado com o tabelado. Se o valor crítico calculado/observado for maior que o tabelado, rejeita-se a hipótese nula (H_0), e assume-se que aquele dado é realmente um *Outlier*.

Como já mencionado, o trabalho possui 'n' igual a 20. Já o ' α ' optado é 0,05 (5,0%). Logo, a partir da consulta ao Anexo E, para as definições citadas, o ' T_G ' tabelado é igual a 2,557.

7.4.8.5 Teste de Dixon (1950)

O teste de Dixon (1950) é mais um teste tradicional empregado para detecção de *Outlier(s)*. Tal teste destaca-se, em relação àqueles até então apresentados, por não demandar o conhecimento do Desvio Padrão Amostral (BORGES, 2006).

Segundo Andriotti (2005, p.28), "o teste de Dixon (1950) é usado mais comumente na detecção de pequenas quantidades de *outliers*, e recomendado quando o número de observações está entre 3 e 25 [...]". Logo, tal teste é

extremamente adequado ao trabalho ('n' = 20). Todavia, segundo Hawkins (1980, p.35), essa estatística “*assume normality* [...]”. Além disso, o mesmo autor (1980, p.41) complementa:

It is thus clear that unless the normal distribution approximates the actual distribution in the extreme tails very well, the conclusions drawn from use of the normal approximation can be wrong to an almost arbitrarily large extent. Thus normal approximations should be used with extreme caution [...].

A mesma recomendação – quanto a Normalidade dos dados – é feita por Andriotti (2003, p.29), que afirma que os resultados do teste são válidos “[...] para conjuntos de dados que se ajustem à distribuição normal”.

A partir das últimas citações, pode-se perceber que o emprego do teste de Dixon (1950) está condicionado à Normalidade dos Dados ou, ao menos, um comportamento desses que seja aproximado a essa distribuição. Por consequência, como mencionou Hawkins (1980), deve-se ter bastante cautela ao utilizá-la.

Para se operar com o teste de Dixon (1950) devem ser procedidas as seguintes etapas (DIXON, 1950; ANDRIOTTI, 2005; BORGES, 2006):

- ☁ 1ª etapa: dispor os dados em Rol (ordem crescente) – $x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_n$;
- ☁ 2ª etapa: supor que o menor valor (x_1) ou o maior valor (x_n) são suspeitos de serem *Outliers*;
- ☁ 3ª etapa: de acordo com o valor de 'n', para suspeita de *Outlier* relacionado ao menor valor, calcular:

Quadro 3 – Equações para Obtenção do Valor Crítico Mínimo do Teste de Dixon (1950):

n	Razão	Se x_1 é suspeito	Numeração da Formulação
$3 \leq n \leq 7$	TD_{10}	$(x_2 - x_1) / (x_n - x_1)$	43
$8 \leq n \leq 10$	TD_{11}	$(x_n - x_1) / (x_{n-1} - x_1)$	44
$11 \leq n \leq 13$	TD_{21}	$(x_3 - x_1) / (x_{n-1} - x_1)$	45
$14 \leq n \leq 25$	TD_{22}	$(x_3 - x_1) / (x_{n-2} - x_1)$	46

Fonte: Borges (2006).

☛ 4ª etapa: de acordo com o valor de 'n', para suspeita de *Outlier* relacionado ao maior valor, calcular:

Quadro 4 – Equações para Obtenção do Valor Crítico Máximo do Teste de Dixon (1950):

n	Razão	Se x_n é suspeito	Numeração da Formulação
$3 \leq n \leq 7$	TD_{10}	$(X_n - X_{n-1}) / (X_n - X_1)$	47
$8 \leq n \leq 10$	TD_{11}	$(X_n - X_{n-1}) / (X_n - X_2)$	48
$11 \leq n \leq 13$	TD_{21}	$(X_n - X_{n-2}) / (X_n - X_2)$	49
$14 \leq n \leq 25$	TD_{22}	$(X_n - X_{n-2}) / (X_n - X_3)$	50

Fonte: BORGES (2006).

☛ 5ª etapa: definir um dado Nível de Significância (α), observar o 'n' em questão e verificar o valor crítico tabelado;

☛ 6ª Etapa: comparar o valor crítico calculado/observado com o tabelado. Se o valor crítico calculado/observado for maior que o tabelado, rejeita-se a hipótese nula (H_0), e assume-se que aquele dado é realmente um *Outlier*.

Como já mencionado, o trabalho possui 'n' igual a 20. Já o ' α ' optado é 0,05 (5,0%). Logo, a partir da consulta ao anexo F, para as definições citadas, o 'TD' tabelado é igual a 0,450.

Além dos testes de *Outliers*, aqui mencionados, existem vários outros testes, com o mesmo propósito; a exemplo, o teste do Desvio Extremos "*Studentizado*", ou, em inglês, *Extreme Studentized Deviate* (ESD).

O ESD, nada mais é do que uma generalização da estatística do teste de Grubbs (1969), diferenciando-se pela possibilidade de detecção de um ou mais dados em uma série de dados, a partir de uma análise sequencial desses (CONH *et al.*, 2013; NIST/SEMATECH, 2012).

Mesmo havendo este aspecto diferenciado do teste ESD, ele não foi empregado no trabalho, haja vista que os objetivos desse serão atendidos a partir do emprego dos testes supramencionados anteriormente.

Finalmente, apesar dos inúmeros aspectos relevantes destacados – a despeito da presença e influência de *Outliers* em conjuntos de dados – nota-se que sua avaliação não figura como recorrente, dentre os trabalhos desenvolvidos pela Geografia Física, em especial, pela Climatologia Geográfica.

7.4.9 Análise de Homocedasticidade

A análise de Homocedasticidade verifica se as Variâncias das Variáveis Aleatórias (de um modelo) são iguais. Existem duas maneiras de averiguar a Homocedasticidade: a gráfica (Qualitativa) e partir de testes estatísticos (Quantitativa) (GOMES, 2016).

As Variâncias constantes, ou a homogeneidade de Variâncias, é, em geral, um pré-requisito para realização de uma série de aplicações, inclusive, para Análise de Variância (ANOVA) (RIBOLDI *et al.*, 2014).

Dentre as técnicas gráficas, ou seja, orientadas dentro de uma abordagem Qualitativa, tem-se na literatura o emprego dos gráficos *Boxplots* (gráficos de Caixas) e *Dotplots* (gráficos de Pontos); ambos já apontados e caracterizados nas seções quaternárias 5.4.7.1 e 5.4.7.2.

Já em relação as técnicas Quantitativas, previstas na literatura, pode-se citar os testes paramétricos de: Verossimilhança, Bartlett (1937), Levene (1960), Brown-Forsythe (1974), O'Brien (1979) (RIBOLDI *et al.*, 2014). Além desses, existem os testes não paramétricos – aplicados quando as distribuições das populações envolvidas não pertencem a uma família específica de distribuição de probabilidade (PORTAL ACTION, 2017i).

São considerados testes não paramétricos, para avaliação da Homocedasticidade, os testes de: Mood (1954), Siegel-Tukey (1960), Ansari-Bradley (1960) e Klotz (1962) (RIBOLDI *et al.*, 2014).

Ressalta-se que cada grupo, ou teste específico de Homocedasticidade, possui vários pressupostos para sua aplicação. Por conseguinte, conhecê-los figura como tarefa fundamental para sua aplicação devida.

Nesta linha, Conover, Johnson e Johnson (1981, p.352) afirmam que: “*The potential user of a test for equality of variances is thus presented with a confusing array of information concerning which test to use [...]*”.

Complementarmente, Bartlett (1937, p.281-282) aponta que: “*Properties of sufficiency must necessarily be considered for all small sample tests of significance, whether these are related to problems of estimation and fiducial distributions, or are of the nature of tests of goodness of fit*”.

A partir do exposto, conclui-se que a escolha do(s) teste(s) de Homocedasticidade, deve ser acompanhada de critérios que atentem para as suas potencialidades e limitações. Do contrário, as possíveis análises realizadas, *a posteriori*, provavelmente, apresentarão vieses significativos.

A seguir, serão apresentadas e discutidas três das mais importantes técnicas, mencionadas na literatura, para verificação da suposição de Homocedasticidade de dados, todas, baseadas em testes estatísticos (abordagem Quantitativa).

Acrescenta-se que todas elas foram empregadas no trabalho.

7.4.9.1 Teste de Bartlett (1937)

O teste de Bartlett (1937) é uma modificação do teste da Razão de Verossimilhança; abordagem clássica para testar a igualdade de Variâncias sob a suposição de Normalidade. Guardada tal similaridade, o teste de Bartlett (1937) objetiva melhorar sua aproximação à distribuição Qui-Quadrado (RIBOLDI *et al.*, 2014).

Além do citado aspecto, os últimos autores, embasados no trabalho de Conover *et al.* (1981), destacam que o teste de Bartlett (1937):

“[...] tem maior precisão para a probabilidade do erro tipo I e alto poder quando a distribuição subjacente dos dados possui comportamento, aproximadamente, Normal [...] na literatura tem sido feito referência à sensibilidade do teste de Bartlett a desvios da normalidade”.

Nesta última perspectiva, a respeito da sensibilidade do teste de Bartlett (1937), Conagin *et al.* (1993, p.174-175) apontam que:

[...] o teste de Bartlett (1937) é extremamente sensível à falta de normalidade; em populações Leptocúrticas, o teste tende a mostrar diferenças quando elas não existem e, em populações Platicúrticas, diferenças reais passam a ser mascaradas [...] à medida que aumentam a assimetria e a curtose, aumenta a porcentagem de rejeição da hipótese de nulidade de homogeneidade das variâncias [...].

Em face do exposto, pode-se concluir que o teste paramétrico de Bartlett (1937), apesar de sua usual aplicabilidade, e de ser entendido como preciso e com alto poder, possui pressupostos importantes (CONAGIN, 1993, p.177; ALMEIRA, ELIAN E NOBRE, 2008, p.243):

- ☛ As distribuições devem apresentar baixa Assimetria e Curtose;
- ☛ A distribuição subjacente dos dados deve possuir comportamento (aproximadamente) Normal.

A estatística do teste de Bartlett (1937) é dada por (PORTAL ACTION, 2017j, p.3):

$$b_0 = \frac{q}{c} \quad (51)$$

Em que:

$$q = (N - k) * \ln s_p^2 - \sum_{i=1}^k [(n_i - 1) * \ln s_i^2] \quad (52)$$

$$c = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{N-k} \right) \quad (53)$$

$$s_p^2 = \frac{1}{N - k} \sum_{i=1}^k (n_i - 1) s_i^2 \quad (56)$$

$$s_i^2 = \sum_{j=1}^{n_i} \frac{(y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n_i - 1} \quad (57)$$

Sob H_0 (igualdade das variâncias) sabe-se que B_0 tem distribuição assintótica Qui-quadrado com $k - 1$ graus de liberdade.

Desta forma, ter-se-á que:

☁ Manter H_0 : se, $B_0 \leq Q_{[1-\alpha; k-1]}$ no qual $Q_{[1-\alpha; k-1]}$ representa o quantil $(1-\alpha)$ * 100% da distribuição Qui-quadrado, com $k-1$ graus de liberdade, dada por (PORTAL ACTION, 2017j, p.3):

$$P\text{-valor} = P \left[\chi^2_{(k-1)} > B_0 \mid H_0 \right] \quad (56)$$

☁ Rejeitar H_0 (e assumir H_1): se, $B_0 > Q_{[1-\alpha; k-1]}$.

Destaca-se que, no trabalho, o teste de Bartlett (1937) só será levado em consideração, como instrumento de tomada de decisão para análise de Homocedasticidade, no caso de os dados apresentarem-se como ‘Normais’.

7.4.9.2 Teste de Cochran (1941)

O teste de igualdade de Variâncias de Cochran (1941) figura como um dos três testes citados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2010, p.7), no DOQ-CGCRE-008 – documento orientativo para a validação de métodos analíticos – com vistas à avaliação da homogeneidade dos resíduos (Homocedasticidade).

Destaca-se que o citado documento, no cenário brasileiro, possui caráter orientativo-normativo para validação de métodos analíticos diversos.

Como mencionaram Conover, Johnson e Johnson (1981, p.353) “*The test introduced by Cochran (1941) was considerably easier to compute than the tests up to that time. With today's computers the difference in computation time is slight, however [...]*”. Ou seja, a partir do teste de Cochran (1941) pode-se analisar, mais facilmente, a Homocedasticidade dos resíduos.

O teste de Cochran (1941) é adequado quando/para (CONAGIN, 1993; GONZÁLES, ASUERO, SAYAGO, 2006, p.257; MILLER E MILLER, 2010, p.97; PORTAL ACTION, 2017j, p.2):

☁ As distribuições apresentam baixa Assimetria e Curtose;

☁ O número de observações é o mesmo (experimentos balanceados);

☁ Comparar a maior Variância observada com as demais Variâncias da série, ou seja, variações periféricas e não “o todo”.

A estatística do teste, como já mencionado, é bastante simples, dada por (GONZÁLES, ASUERO, SAYAGO, 2006, p.257; MILLER E MILLER, 2010, p.95):

$$C = \frac{s_{\max}^2}{\sum_{i=1}^k s_i^2} \quad (57)$$

Onde:

C = estatística do teste de Cochran (1941);

s_{\max}^2 = Variância amostral Máxima;

$$\sum_{i=1}^N s_i^2 = \text{somatório das Variâncias amostrais: } s_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 ;$$

n = número de medidas em cada nível do fator ou tamanho do grupo (replicas);

k = número de níveis/grupos.

No trabalho, ‘n’ representa o número de dados de cada série temporal (n = 20), e ‘k’ está relacionado ao número de estações analisadas (k = 5).

Obtido o valor de $C_{(calc.)}$, esse deverá ser comparado a um dado valor crítico ou tabelado ($C_{(tab.)}$) – para certo nível de significância – como citam Gonzáles, Asuero e Sayago (2006, p.257): “[...] *This calculated value is compared with the critical tabulated value Ctab [...]*”. Em seguida, ainda segundo os mesmos autores, deve-se observar: “[...] *If C ≤ Ctab, then there is no significant difference among the variances [...]*”.

Em face do exposto, ter-se-á que:

☁ Manter H_0 : se, $C_{(calc.)} \leq (C_{(tab.)})$;

☁ Rejeitar H_0 (e assumir H_1): se, $C_{(calc.)} > (C_{(tab.)})$.

O valor de $C_{(tab.)}$, para o trabalho (n = 20, k = 5), obtido por meio do Anexo G, é 0,310.

Destaca-se que, dada a limitação do número de valores críticos para o teste de Cochran (1941), previstos no último quadro citado, o valor de $C_{(tab.)}$ foi estimado por meio de interpolação linear, tomando-se como referência o valor crítico para 'n = 17' e 'k = 5'.

7.4.9.3 Teste de Levene Absoluto (1960)

O teste de Levene (1960) é outro teste bastante empregado na literatura para avaliação da homogeneidade das Variâncias dos resíduos, ou seja, da Homocedasticidade.

Assim como o teste de Cochran (1941), ele também é indicado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2010, p.7), no DOQ-CGCRE-008, como um dos três testes úteis e atuais para se testar a Homocedasticidade.

Em geral, o teste é orientado em quatro situações (ANDRADE *et al.*, 2016, p.184; RIBOLDI *et al.*, 2014; FIORANI *et al.*, 2011, p.6-7; ALMEIDA, ELIAN E BOBRE, 2008, p.243):

- ☼ Quando não se pode assegurar a normalidade dos dados;
- ☼ Quando é sabido que os dados não possuem comportamento (aproximadamente) Normal;
- ☼ Para estudos balanceados;
- ☼ Para análise de Variância envolvendo um único fator.

Em todas as circunstâncias citadas, o teste de Levene Absoluto (1960) é considerado robusto, com alto poder e, conseqüentemente, menos sensível a falta de normalidade (CONOVER *et al.* 1981, p.355; RIBOLDI *et al.*, 2014, p.3). Tal fato explica-se, como cita Almeida, Elian e Nobre (2008, p.243), "já que, na ausência de normalidade, seu tamanho real é próximo do nível de significância fixado para uma grande variedade de distribuições de probabilidade".

Sobre seus aspectos fundamentais/técnicos, Riboldi *et al.* (2014, p.2) afirmam que:

[...] O nível de significância para o teste de homogeneidade de variâncias é o p-valor do teste F na análise de variância da variável de dispersão. [...] O teste de Levene (1960) usa os desvios em relação à média dos grupos (tratamentos), podendo-se tomar o valor absoluto dos desvios (Levene absoluto) ou os quadrados dos desvios (Levene quadrado) [...].

Assim como em outros já mencionados testes, Levene Absoluto (1960) testa:

$$\bullet H_0: \sigma_1^2 = \dots = \sigma_k^2, \quad i=1, \dots, k \text{ (Hipótese Nula de Igualdade de Variâncias)} \quad (58)$$

$$\bullet H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2, \quad \text{para algum } i \neq j, \quad j=1, \dots, k \text{ (Hipótese Alternativa que nem todas as Variâncias são iguais)} \quad (59)$$

Além dos citados aspectos, o Portal Action (2017j, p.7) afirma que o teste de Levene Absoluto (1960) “consiste em fazer uma transformação dos dados originais e aplicar aos dados transformados o teste da ANOVA”.

A transformação supracitada é dada por (PORTAL ACTION, 2017j, p.7; ALMEIRA, ELIAN E NOBRE, 2008, p.243):

$$\bar{X}_i = n_i^{-1} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \quad (60)$$

Para:

$$z_{ij} = |x_{ij} - \bar{X}_i|, \quad i = 1, \dots, k, \quad \text{e } j = 1, \dots, n_i \quad (61)$$

Onde:

z_{ij} = representa os dados após a transformação;

x_{ij} = representa os dados originais;

\bar{X}_i = representa a Média do nível i , para os dados originais.

Em seguida define-se a estatística (ALMEIRA, ELIAN E NOBRE, 2008, p.244):

$$W_0 = \left(\frac{n-k}{k-1} \right) \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{z}_{i.} - \bar{z}_{..})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - \bar{z}_{i.})^2} \quad (62)$$

Em que: $\bar{z}_{i.} = n_i^{-1} \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}$, $\bar{z}_{..} = n^{-1} \sum_{i=1}^k n_i \bar{z}_{i.}$ e $n = \sum_{i=1}^k n_i$. Deste modo, o teste

consiste em rejeitar H_0 se $W_0 > F_{(k-1, n-k), (1-\alpha)}$; $F_{(k-1, n-k), (1-\alpha)}$ representa o quantil de ordem $1 - \alpha$ da distribuição $F_{(k-1, n-k)}$ e α é o nível de significância do teste (ALMEIRA, ELIAN E NOBRE, 2008, p.244).

Todavia, especificamente para distribuições assimétricas, Brown-Forsythe (1974) propuseram o emprego dos valores absolutos dos desvios, não em função da Média, mas em função da Mediana (RIBOLDI *et al.*, 2014, p.2). Para tal, a transformação descrita na equação 61 deverá ser substituída por (PORTAL ACTION, 2017j, p.7):

$$z_{ij} = |x_{ij} - \tilde{x}_i|, \quad i = 1, \dots, k, \quad e \quad j = 1, \dots, n_i \quad (63)$$

Onde:

z_{ij} = representa os dados após a transformação;

x_{ij} = representa os dados originais;

\tilde{x}_i = representa a Mediana do nível i , para os dados originais.

Por conseguinte, a estatística descrita na equação 63 foi alterada para (ALMEIDA, ELIAN E NOBRE, 2008, p.244):

$$W_{50} = \left(\frac{n-k}{k-1} \right) \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{z}_{i.}^{(m)} - \bar{z}_{..}^{(m)})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij}^{(m)} - \bar{z}_{i.}^{(m)})^2} \quad (64)$$

Em que: $\bar{z}_{i.}^{(m)} = n_i^{-1} \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}^{(m)}$ e $\bar{z}_{..}^{(m)} = n^{-1} \sum_{i=1}^k n_i \bar{z}_{i.}^{(m)}$ e $n = \sum_{i=1}^k n_i$.

Dada a sua sutil diferença, entende-se que o teste de Brown-Forsythe (1974) pode ser considerado, nada a mais, nada a menos, do que teste de Levene (1960) modificado.

Segundo Olejnik e Algina (1987) e Conover *et al.* (1981) o teste de Brown-Forsythe (1974) possui robustez e melhor poder para detectar a diferença de Variâncias, sendo ainda mais preciso para a probabilidade do erro tipo I. Entretanto, nos resultados do estudo de Riboldi *et al.* (2014, p.3) tais ganhos não foram observados. Nesse, os autores apontam que o teste de Levene Absoluto (1960) se mostra tão eficiente, por exemplo, em relação ao teste de Bartlett (1937), para dados normalmente distribuídos, e mais eficiente que ele para dados não normalmente distribuídos.

Em face do exposto, e da possível ausência de assimetria dos dados analisados, foi empregado no trabalho, apenas, o teste de Levene Absoluto (1960).

A estatística do teste de Levene (1960) é a seguinte (ALMEIDA, ELIAN E NOBRE, 2008, p.244):

$$F^* = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{z}_i - \bar{z}_{..})^2}{(k-1)} \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - \bar{z}_i)^2}{\sum_{i=1}^k (n_i - 1)} \quad (65)$$

Em que:

$$\bar{z}_i = \sum_{j=1}^{n_i} \frac{z_{ij}}{n_i} \quad (66)$$

E,

$$\bar{z}_{..} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (67)$$

Logo, a partir da aplicação da estatística F, será rejeitada H_0 e, conseqüentemente, descartada a hipótese de igualdade de Variâncias, caso tal estatística seja significativa.

Enfatiza-se que, assim como foi fixado para os demais testes, foi considerado o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$ ou 5%).

Finalmente, como citaram Costa, Olivares e Paccos (2011, p.2), se referindo as sugestões quando se observa Heterocedasticidade nos dados, “caso estas não sejam constante sugere-se aplicar o método dos mínimos quadrados ponderados [...]”.

Tal indicação já havia sido mencionada por Gonzáles, Asuero e Sayago (2006, p. 257) que disseram que “*If the Cochran assay indicates heteroscedasticity, either weighed linear regression or some mathematical transformation for stabilizing the response variance has to be considered*”.

Diante do exposto, caso seja observada Heterocedasticidade, nos dados do trabalho, será acatada tal orientação.

7.4.10 Análise de Independência

Os testes de independência são utilizados para detectar a presença de autocorrelação (dependência) nos resíduos de uma análise.

O pressuposto de independência dos resíduos é condição fundamental para, por exemplo, a realização da Análise de Variância (ANOVA). Ou seja, para testar-se a hipótese de igualdade de médias populacionais normais ($H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_m$) baseando-se nas na análise das Variâncias amostrais (ROGERSON, 2012, p.157; MELLO, p.20, 2014).

Assim como mencionado para os testes até aqui descritos, são duas as formas de se analisar a independência dos resíduos de uma série de dados: por meio de recursos gráficos (abordagem Qualitativas) e/ou testes estatísticos (abordagem Quantitativas).

A seguir, serão apresentadas e discutidas as duas técnicas empregadas, nesta obra, para tal fim.

7.4.10.1 Gráfico de Dispersão

Como dito inicialmente, a Análise de Independência dos resíduos de uma série de dados, pode ser realizada por meio tanto de testes quantitativos quanto a partir de recursos gráficos.

Dentre as principais representações gráficas empregadas para tal fim está o Diagrama de Dispersão.

O citado gráfico representa um sistema coordenado cartesiano ortogonal, composto por pares de valores (x_i, y_i) , que dispostos em conjunto, foram uma “nuvem de pontos” (CRESPO, 2002, p.149). Além disso, funcionalmente, o Diagrama de Dispersão:

[...] permite visualizar a relação entre duas variáveis. Se X e Y crescem no mesmo sentido, existe uma correlação positiva entre as variáveis. Se X e Y variam em sentidos contrários, existe correlação negativa entre as variáveis [...]. Pode acontecer, no entanto, de a variação de Y não estar relacionada com a variação de X. Nesses casos, o diagrama de dispersão mostra que X cresce e Y varia ao acaso. Dizemos, então, que a correlação entre as variáveis é nula [...] (VIEIRA, 2008, p.109 e p.112).

Sobre as citadas características específicas de ‘correlação’, verificáveis nos Diagramas de Dispersão, enfatiza-se que essas serão melhor aprofundadas em seção posterior (Análise de Colinearidade).

Especialmente para análise de independência, o Diagrama de Dispersão é utilizado para apresentar os resíduos padronizados da série estatística *versus* a ordem da coleta dos dados. Nesta análise, caso seja percebida a tendência dos pontos em certo setor do gráfico, pode-se, assim, levantar-se fortemente a hipótese de dependência dos resíduos (PORTAL ACTION, 2018a).

A padronização dos resíduos, para elaboração do ‘Diagrama de Resíduos *versus* Ordem de Coleta’, é realizada a partir a função (VIEIRA, 2006):

$$z_i = \frac{e_i}{\sqrt{QMR}} \equiv z_i = \frac{e_i}{s} \quad (68)$$

Onde:

z_i = resíduo padronizado da i -ésima posição;

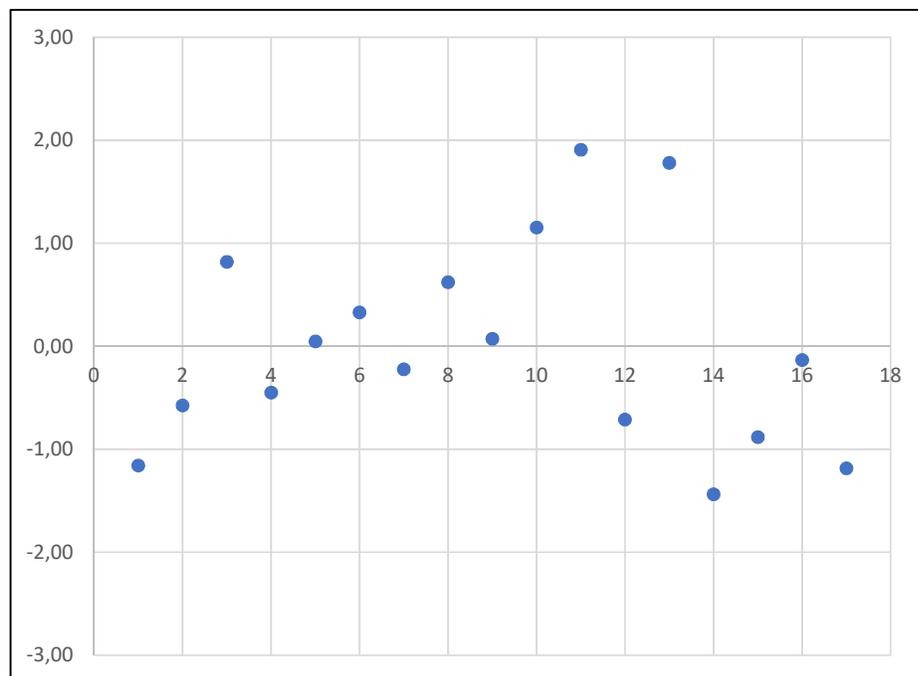
e_i = resíduo da i -ésima posição;

QMR = quadrado médio dos resíduos;

s = desvio padrão amostral.

Abaixo, tem-se um exemplo, baseado nos dados trabalhados nesta pesquisa, do referido diagrama:

Figura 9 – Digrama de Dispersão (Resíduos Padronizados *versus* Ordem de Coleta) para Análise de Independência



Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da análise da figura 9, percebe-se que os pontos não parecem ter uma tendência específica. Portanto, entende-se que há indícios de independência dos resíduos dos dados da série em questão.

7.4.10.2 Teste de Durbin-Watson (1951)

Na literatura, tanto histórica quanto atualmente, um dos testes mais empregados para avaliação da independência de séries de dados, inclusive temporais, é o teste de Durbin-Watson (1951).

O teste tem sido empregado para diferentes tipos de dados ambientais, sobretudo, climáticos: precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar global... (REIS E BEIJO, 2014; REIS, SANTOS E BEIJO, 2014; CARMELO, LUCIO *et al.*, 2017).

Sendo 'e_i' o resíduo associado à i-ésima observação, tem-se que a estatística do teste de Durbin-Watson (1951) é dada por:

$$dw = \frac{\sum_{i=2}^N (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^N e_i^2} \quad (69)$$

Onde: $0,0 \leq dw \leq 4,0$.

A tomada de decisão, frente ao resultado de 'dw', é realizada comparando seu valor aos valores críticos de 'dL' e 'dU'; previstos no Anexo H – Valores Críticos da Estatística do Durbin-Watson (1951), para os Níveis de Significância de 1,0%, 2,5% e 5,0%, e em Durbin-Watson (1951, p.173).

Tal análise é realizada a partir das hipóteses (PORTAL ACTION, 2018a):

- ☁ Se $0 \leq dw < dL$ então rejeitamos H_0 (dependência);
- ☁ Se $dL \leq dw \leq dU$ então o teste é inconclusivo;
- ☁ Se $dU < dw < 4-dU$ então não rejeitamos H_0 (independência);
- ☁ Se $4-dU \leq dw \leq 4-dL$ então o teste é inconclusivo;
- ☁ Se $4-dL < dw \leq 4$ então rejeitamos H_0 (dependência).

Mais, objetivamente, tem-se que:

- ☁ $0 \leq dw < dL$, há evidência de uma correlação positiva. Logo, rejeita-se H_0 ;
- ☁ $4-dL < dw \leq 4$, há correlação é negativa. Logo, rejeita-se H_0 ;
- ☁ $dU < dw < 4-dU$, então mantém-se H_0 . Portanto, não existe autocorrelação, ou seja, os resíduos são independentes.

Logo, segundo Durbin-Watson (1951, p.173), para o nível de significância de 5%, 'n' = 20 e k' = 1 (uma variável explicativa), ter-se-á os seguintes valores críticos de dw: dL = 1,20 e dU = 1,41.

Destaca-se que, segundo o Portal Action (2018a), para se encontrar os valores críticos 'dL' e 'dU', em sua tabela, deve-se considerar $\alpha = \alpha^*/2$. Ou seja, para um $\alpha^* = 0,05$ (5%), tem-se que $\alpha = 0,025$. Por sinal, os valores críticos de 'dL' e 'dU', expressos acima, já foram obtidos a partir desta consideração.

7.4.11 Análise de Colinearidade e Relação entre Séries Estatísticas

Na literatura, o termo Colinearidade é empregado para expressar a existência de forte correlação entre duas ou mais variáveis independentes. Ao mesmo tempo, alguns autores a define como a ocorrência de relação linear entre duas variáveis explicativas, que pode ser observada tanto de forma gráfica, como também quantitativa (PORTAL ACTION, 2018b; PORTAL ACTION, 2018c).

Por Séries Estatísticas, Crespo (2002, p.26) as define como “[...] toda tabela que apresenta a distribuição de um conjunto de dados estatísticos em função da época, do local ou da espécie”.

As Séries Estatísticas são classificadas, de acordo com a variação dos dados, em: Históricas, Temporais ou Cronológicas, onde os dados variam de acordo com intervalos de tempo variáveis; Geográficas, Espaciais, Territoriais ou de Localização, onde os dados variam segundo as distintas localidades apresentadas; e Específicas, onde os dados variam de acordo com categorias distintas (*Ibidem*, p.26-27).

Além dos três citados tipos de Séries Estatísticas, existe, também, as Séries conjugadas, que se caracterizam por apresentar duas Séries Estatísticas numa mesma representação tabular (tabela) (*Ibidem*, p.28).

No trabalho, serão utilizadas Séries Estatísticas Históricas/Temporais, Geográficas/Espaciais e Conjugadas.

Em Análise Descritiva e, sobretudo, Exploratória – foco principal deste trabalho – o estudo da relação entre variáveis ou Séries Estatísticas visa, sobretudo: observar

se as variáveis possuem relação entre si ($y \sim x$), e, caso possuam, qual a sua intensidade e como tal relação pode ser descrita (linear ou não linear).

Já para estudos com foco em Modelagem Inferencial, o estudo da relação entre variáveis ou Séries Estatísticas, objetiva descrever tal associação a partir de um modelo matemático/estatístico.

A seguir serão apresentadas as técnicas quantitativas e qualitativas, utilizadas neste trabalho, para detecção da relação entre as Séries Estatísticas em estudo.

7.4.11.1 Correlação Linear

Quando se observam duas ou mais variáveis, ou séries de dados, uma das perspectivas de interesse é observar se elas possuem relação linear entre si.

Para dados quantitativos/numéricos, a análise de Correlação Linear é tida como a melhor opção para tal, onde é avaliada a existência de associação linear Estatística entre tais variáveis, ou séries de dados, e, caso exista, qual a sua intensidade (MELLO, 2014, p.61).

Em análises envolvendo duas variáveis (X, Y) ter-se-ão correlações Lineares Simples. Já para aquelas que envolvem mais de duas variáveis serão obtidas correlações Lineares Múltiplas (*Ibidem*).

Outro aspecto relevante, em Correlação Linear, é o seu 'sinal', pois esse irá indicar o sentido e o tipo específico da correlação: se positivo (+), a correlação também é positiva, pois as variáveis variam no mesmo sentido (relação direta); se negativo (-), a correlação também é tida como negativa, pois as variáveis variam em sentidos opostos (relação inversa/indireta) (ANDRIOTTI, 2005, p.34).

Salienta-se que correlações iguais a zero não representam, obrigatoriamente, resultados irrelevantes; como destaca Rogerson (2012, p.185):

[...] uma correlação igual a zero não significa necessariamente que x e y não estão relacionados – significa que eles não estão relacionados de forma linear [...] é possível ter uma forte associação não linear entre duas variáveis e ainda ter um coeficiente de correlação próximo a zero.

Por fim, ressalta-se que a observação de forte Correlação Linear (seja Positiva ou Negativa), entre duas variáveis, não traduz, fatalmente, uma expressão de ‘causalidade’ entre elas (*Ibidem*).

Há casos em que se observa altíssima correlação entre ‘x’ e ‘y’, mas não se estabelece uma relação de causa-efeito. Nestes casos a correlação é denominada de Espúria (MELLO, 2015, p.62).

No trabalho, para observância tanto da presença/ausência de Colinearidade como também da relação entre as Séries Estatísticas, foram aplicadas aos dados duas técnicas de análise qualitativa (Diagramas de Dispersão e *Boxplots* Condicionais) e duas quantitativas (Person e Spearman).

As mencionadas técnicas serão descritas e diferenciadas a seguir:

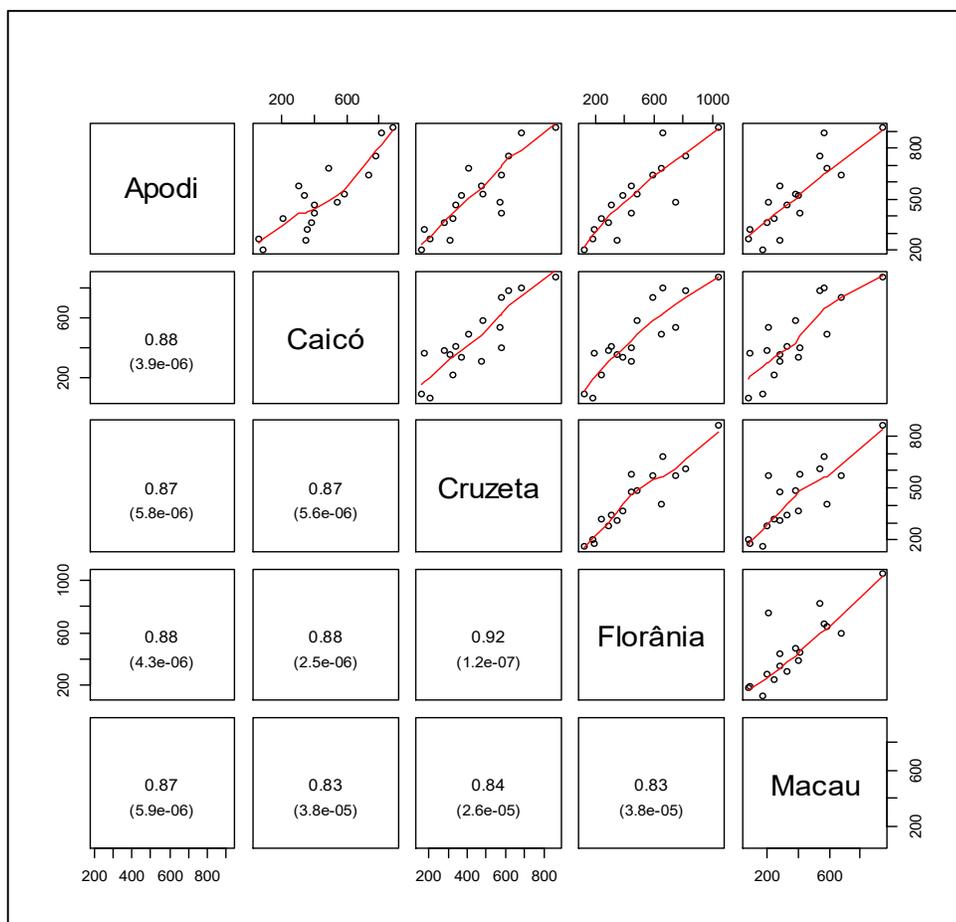
7.4.11.1.1 Diagrama de Dispersão Multipainel

Os diagramas de Dispersão, como já mencionado na seção 6.4.9.2 (Análise de Independência), são gráficos onde, segundo Rogerson (2012, p.185): “[...] cada observação é representada por um ponto no plano, e onde os dois eixos representam os valores das duas variáveis [...]”.

No trabalho serão empregados os Diagramas de Dispersão Multipainel (*Multipainel Scatterplot*) para análise preliminar da relação entre as Séries Estatísticas em estudo.

Destaca-se que o *Multipainel Scatterplot* é capaz de apresentar, numa mesma representação gráfica, a conjunção de vários Diagramas de Dispersão – produzidos via emparelhamento de diversas Séries Estatísticas –, associados as suas respectivas matrizes de Correlação. Tal representação gráfica pode ser observada, logo abaixo, a partir da Figura 10:

Figura 10 – Gráfico Multipainel *Scatterplot*: Análise de Colinearidade e Relação das Séries Estatísticas em Estudo



Fonte: Próprio autor, 2017.

Por fim, acrescenta-se que todos os Diagramas de Dispersão deste trabalho, foram produzidos no programa *Action Stat*, versão 3.0.

7.4.11.1.2 Gráfico de Caixa ou *Boxplot*

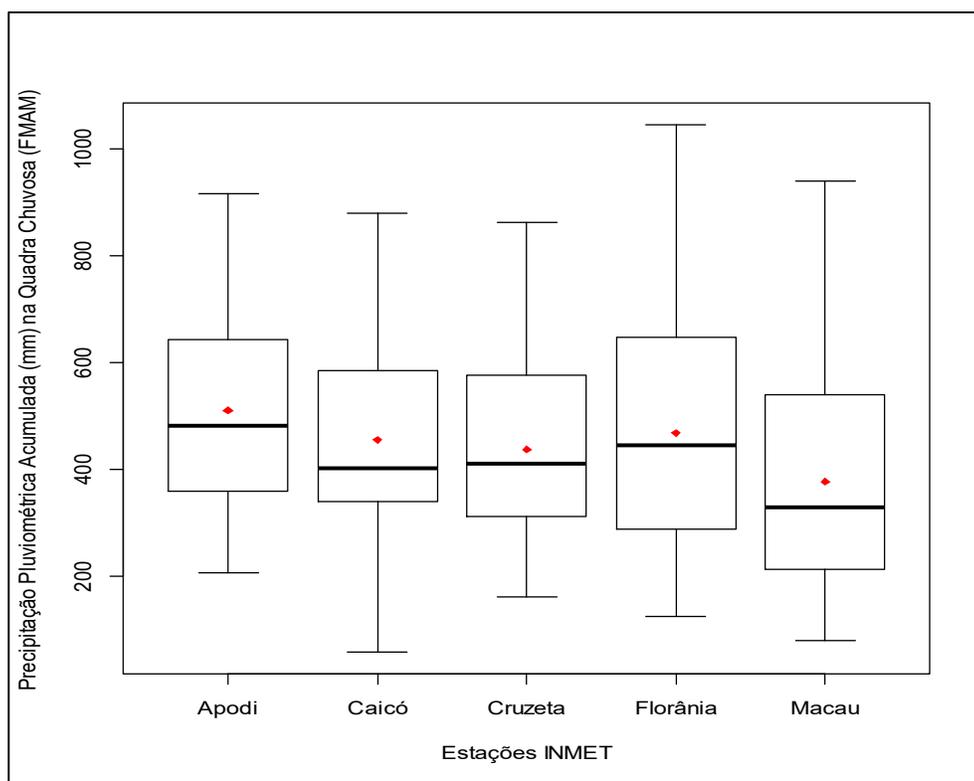
Como mencionado na seção 6.4.7.1 (correlato à Análise de Dados Discrepantes), os gráficos de Caixa (*Boxplot*) permitem observar diversos aspectos da distribuição dos dados, tais como: posição, variabilidade, assimetria e a presença de valores atípicos (*Outliers*) (MAGALHÃES E LIMA, 2013).

Igualmente, a partir deles, é possível, também, avaliar-se (qualitativamente) tanto a (possível) existência de Colinearidade, quanto a relação entre Séries Estatísticas diversas, especialmente, aquelas que representam dados contínuos.

Tal análise é realizada a partir da observação do ‘emparelhamento’ entre as ‘Caixas’, que indicará provável Colinearidade e relação entre as Séries Estatísticas, caso as ‘Caixas’ (intervalo entre o 1º e o 3º Quartis) apresentem uma disposição semelhante.

Tal perspectiva é exemplificativa, logo abaixo, a partir da Figura 11:

Figura 11 – Gráficos *Boxplots*: Análise de Colinearidade e Relação das Séries Estatísticas em Estudo



Fonte: Próprio autor, 2017.

Enfatiza-se que o processo técnico de construção dos *Boxplots* (Tukey, 1977) encontra-se descrito, de forma detalhada, na seção 6.4.7.1, principalmente, a partir das formulações 32, 33 e 34.

7.4.11.1.3 Correlação Linear de Pearson (r) ou Momento-Produto de Pearson

A Correlação Linear de Pearson, ou Momento-Produto de Pearson (ANDRIOTTI, 2005, p.34), representada por meio do seu coeficiente (r), é uma medida para se definir o grau de associação entre duas variáveis numéricas (VIEIRA, 2008, p.115).

Todavia, destaca-se que o emprego da Correlação Linear de Pearson deve ocorrer, somente, se os seguintes pressupostos forem atendidos (LIRA, 2004, p.39-40; VIEIRA, 2008, p.119):

- ☛ A relação entre as duas variáveis possa ser descrita como linear;
- ☛ As variáveis em questão sejam aleatórias e medidas, pelo menos, em escala intervalar;
- ☛ As duas variáveis tenham uma distribuição Normal bivariada conjunta, o que significa que para cada 'x' dado, a variável 'y' é normalmente distribuída. Esta hipótese é relevante quando se deseja realizar inferências estatísticas (teste de hipótese e intervalo de confiança), sendo dispensável em estudos amostrais. Porém, ela é imprescindível para amostras pequenas, e diminui a importância à medida que aumenta o tamanho da amostra.

O Coeficiente de Pearson é calculado a partir da equação abaixo (VIEIRA, 2008, p.115):

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right]\left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}} \quad (70)$$

Ao menos dois procedimentos têm sido adotados para interpretação do coeficiente 'r' (*Ibidem*, p.117):

- ☛ Rudimentar/Genérico, baseado, apenas, no valor de 'r';
- ☛ Fundamentando-se no tamanho da amostra ('n') e no Teste T de Student.

Com base no primeiro procedimento, o coeficiente de correlação obtido pode ser interpretado como (*Ibidem*):

- ☼ Correlação Perfeita Positiva: $r = 1,00$;
- ☼ Correlação Perfeita Negativa: $r = -1,00$;
- ☼ Correlação Nula: $r = 0,00$;
- ☼ Correlação Muito Fraca: $0,00 < r < 0,25$ ou $-0,25 < r < 0,00$;
- ☼ Correlação Fraca: $0,25 < r < 0,50$ ou $-0,50 < r < -0,25$;
- ☼ Correlação Moderada: $0,50 < r < 0,75$ ou $-0,75 < r < -0,50$;
- ☼ Correlação Forte: $0,75 < r < 1,00$ ou $-1,00 < r < -0,75$.

O segundo procedimento, para validação do coeficiente de Pearson, é realizado pelo emprego do teste T de Student (1908). Entretanto, tal estatística só poderá ser empregada caso sejam atendidos os seguintes pressupostos (ROGERSON, 2012, p.189):

- ☼ Os dados de cada variável apresentam comportamento Normal;
- ☼ As observações para cada variável são Independentes.

Atendidos os pressupostos citados, a Estatística do teste T de Student pode ser obtida por meio da expressão abaixo (*Ibidem*):

$$t = \frac{r\sqrt{n-1}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (71)$$

E,

$$GL = n - 2 \quad (72)$$

Onde:

r = coeficiente de correlação de Pearson;

n = tamanho da amostra;

GL = números de graus de liberdade.

Como todo teste estatístico, deve-se estabelecer duas hipóteses a serem testadas:

- ☁ H_0 : hipótese nula (assume-se que o coeficiente de correlação é igual a zero);
- ☁ H_1 : hipótese de pesquisa (admite-se que o coeficiente de correlação é diferente de zero).

Logo, para dado nível de significância (α) e graus de liberdade (GL), deve-se comparar o valor de 't' calculado ao de 't' tabelado/crítico.

A tomada de decisão, quanto a rejeição de H_0 e, conseqüentemente, aceitação de H_1 , passa pela obtenção de 't' calculado superior a 't' tabela/crítico (LEVIN E FOX, 2008; ROGERSON, 2012).

No trabalho se trabalhará com $\alpha = 5\%$ e $GL = 18$. Portanto o 't' crítico 2,10 (ver anexo I – Valores Críticos da Estatística do Teste T de Student (1908).

Finalmente, um outro procedimento útil e prático, para validação do coeficiente de Pearson, é apresentado por Rogerson (2012).

Ele relaciona o tamanho da amostra, para certo ' α ' = 5%, e pontua o valor mínimo de ' r ' necessário para se alcançar tal significância estatística. A síntese deste seu trabalho encontra-se expresso no quadro 5, logo abaixo:

Quadro 5 – Valores Mínimos de ' r ' Exigidos para ' α ' = 5%

Tamanho da Amostra (n)	Valor Absoluto Mínimo de ' r ' para ' α ' = 5%
15	0,514
20	0,444
30	0,361
50	0,279
100	0,197
250	0,124
Para n 'grande' (n > 30) pode-se considerar $r_{\min.}$ igual a $2/\sqrt{n}$	---

Fonte: Rogerson (2012, p.190), modificada por Próprio Autor (2018).

6.4.11.1.4 Correlação Linear de Spearman (r_s)

A Correlação de Spearman (r_s) é indicada em circunstâncias em que, apenas, os dados de posição estão disponíveis, as variáveis envolvidas são ordinais, ou, fundamentalmente, quando a suposição de Normalidade dos resíduos não é atendida ($H_0: \rho \neq 0$). Portanto, trata-se de um teste não-paramétrico (ROGERSON, 2012, p.191).

A Correlação de Spearman baseia-se na ordenação de duas séries sem qualquer restrição quanto à distribuição de valores. Para tanto, deve-se, primeiramente, transformar os valores absolutos das variáveis em valores ordenados (posição) e, em seguida, calcular as diferenças, de forma emparelhada, entre os postos (d_i) (NUNES *et al.*, 2005, p.180).

O coeficiente de Spearman é descrito como (ROGERSON, 2012, p.191):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad (73)$$

Onde:

d_i^2 = quadrado da diferença entre as posições da observação 'i';

n = tamanho da amostra.

No trabalho, o teste não paramétrico de Spearman foi calculado como medida precaucionaria à, possível, ausência de Normalidade dos resíduos dos dados.

7.4.12 Testes de Igualdade de Médias e Variâncias

Os aspectos gerais sobre o tema 'testes de hipóteses', foram bem descritos/tratados na seção '6.4.6 Testes de Hipóteses: fundamentos'.

A seguir, serão caracterizados os dois testes estatísticos empregados, respectivamente, para se testar a igualdade das Médias e das Variâncias das Séries Estatísticas utilizadas neste trabalho.

7.4.12.1 Teste T de Student (1908)

Na seção quinária 6.4.11.1.3 (Correlação Linear de Pearson ou Momento-Produto de Pearson), por necessidade do tema, alguns aspectos relevantes, sobre a aplicação do Teste T de Student (1908), já foram apresentadas; sobretudo, quanto à alguns de seus pressupostos de aplicação, tais como:

- ☼ Os dados de cada variável devem apresentar comportamento Normal;
- ☼ As observações para cada variável devem ser Independentes.

Todavia, especialmente para se comparar a igualdade entre Médias Aritméticas, a partir do teste T (*Student's t-test*), algumas outras considerações relevantes necessitam ser apontadas, a saber (ANDRIOTTI, p.12; VIEIRA, 2006, p.31; ANDRIOTTI, 2003, p.62; ROGERSON, 2012, p.117):

- ☼ Diferentemente do teste Z (distribuição Normal), o teste T é indicado para amostras como tamanho reduzido ($n < 30$);
- ☼ O teste T é utilizável quando é conhecido o valor de 's' (Desvio Padrão Amostral) e \bar{x} (Média Aritmética amostral); diferente do Z que utiliza o valor de 'σ' (Desvio Padrão Populacional) e 'μ';
- ☼ Em amostras com $n > 15$, os processos do teste T podem ser aplicados, exceto quando tal Série Estatística possuir valores aberrantes ou forte Assimetria. Do contrário, em grandes amostras ($n > 40$), mesmo que haja grande assimetria pode-se aplicar o teste.

Como acima dito, o teste T ocorrerá a partir do conhecimento inicial de duas estatísticas: a Média Aritmética e a Variância amostrais dos dois grupos em estudo.

Todavia, diferentemente do processo comum, há a necessidade de cálculo da Variância Ponderada (s_p^2), ou seja, de uma Variância comum as duas Séries Estatísticas analisadas.

Para tanto foi empregado a fórmula a seguir (VIEIRA, 2006, p.31):

$$s^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (74)$$

Onde:

n_1 e n_2 = tamanho das amostras de cada um dos grupos;

s_1^2 e s_2^2 = Variâncias amostrais de cada grupo.

Em seguida, a partir da expressão abaixo – útil nos casos em que ' σ^2 ' de cada grupo são diferentes (Heterocedásticas) e desconhecidas – se calculará o valor de 'T'; que está associado a $n_1 + n_2 - 2$ Graus de Liberdade (GL) (VIEIRA, 2006, p.31; MELLO, 241; ROGERSON, 2012, p.121):

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) s^2}} \quad (75)$$

Onde:

$\bar{y}_1 - \bar{y}_2$ = Médias Aritméticas amostrais de cada grupo;

n_1 e n_2 = tamanho da amostra de cada um dos grupos.

s^2 = Variância amostral.

Do contrário, caso seja observado que os dados são independentes e as Variâncias são, estatisticamente, iguais (Homocedásticas), será empregada a formulação seguinte (ROGERSON, 2012, p.121):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{s_p^2}{n_1} + \frac{s_p^2}{n_2}\right)}} \quad (76)$$

Onde:

$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ = médias amostrais de cada grupo;

s_p^2 = Variâncias amostrais.

n_1 e n_2 = tamanho da amostra de cada um dos grupos.

Destaca-se que o cálculo da s_p^2 , para Variâncias iguais, obedecerá ao mesmo procedimento adotado para Variâncias diferentes, como sugere Rogerson (2012, p.121); estando esse apresentado na expressão de número 74.

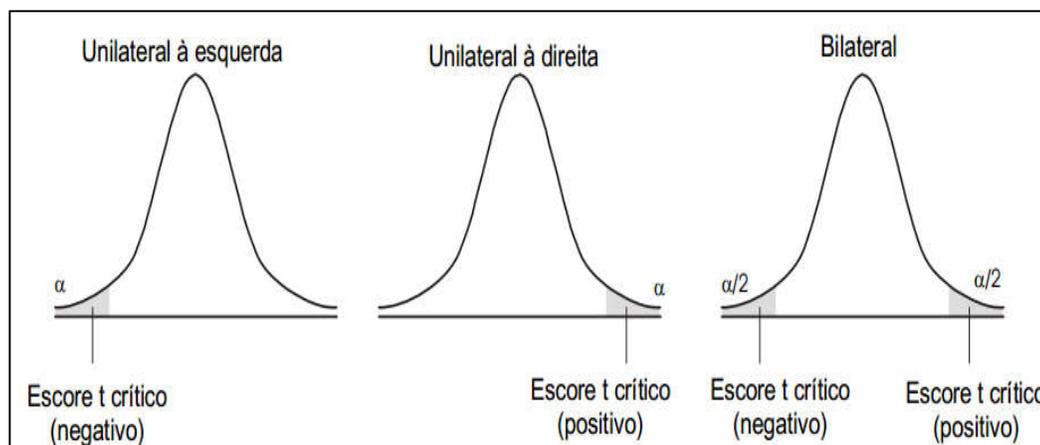
Conhecido o valor de T, deve-se compará-lo, para certo nível de significância, e com os mesmos graus de liberdade, com o seu valor crítico (*vide* Anexo I – Valores Críticos da Estatística do Teste T de Student).

Ademais, rejeitar-se-á H_0 – hipótese que sinaliza que as médias dos grupos são iguais –, caso o valor de 'T' calculado seja igual ou superior ao valor de 'T' tabelado. Logo, se aceitará H_1 , e se concluirá que os grupos comparados apresentam Médias, estatisticamente, diferentes (*Ibidem*).

Igualmente, se rejeitará a hipótese nula, a partir do *p-valor*, quando ele for menor que o nível de significância considerado ($p\text{-valor} < \alpha$).

Abaixo, na figura 12, pode-se observar, graficamente, as regiões críticas, do teste T de Student, apontadas segundo a definição de certo nível de significância (α):

Figura 12 – Representação Gráfica das Regiões Críticas do Teste T de Student (1908)



Fonte: Andriotti, 2005, p.15.

No trabalho foi empregado o teste T de Student 'Bilateral'. Ou seja, a hipótese alternativa estará relacionada a, simplesmente, diferenças entre as médias. Ademais, dentre suas nuances, baseadas em seus parâmetros/condicionantes, se suporá, inicialmente, que as amostras são independentes e as Variâncias desconhecidas e também diferentes (Heterocedásticas); tal como é descrito por Magalhães e Lima (2013, p.324-325).

Tal medida, como indica Vieira (2008, p.276) é considerada mais segura, haja vista que, diferentemente do praticado a partir do teste 'Unilateral', desconhece-se o 'sinal' (maior ou menor) da diferença para a hipótese alternativa.

Além disso, como praticado para os demais testes, foi adotado, arbitrariamente, o nível de significância (α) de 5% (0,05) e, em face ao 'n' trabalhado ($n = 20$), o GL é igual a 38 ($20 + 20 - 2$).

Enfatiza-se que, em caso de não normalidade dos resíduos das Séries Estatística em estudo, se aplicará, para testar a igualdade das Médias Aritméticas, o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney (1945-47).

Como afirma Mello (2015, p.257), o teste é "uma alternativa não paramétrica ao TESTE T-STUDENT na comparação de duas MÉDIAS populacionais a partir das quais se extraíram duas AMOSTRAS ALEATÓRIAS simples e independentes".

Finalmente, destaca-se que, neste trabalho, o teste T de Student (1908) foi utilizado na avaliação das possíveis diferenças existentes entre as médias da precipitação acumulada na quadra chuvosa, para as estações em estudado.

7.4.12.2 Teste F de Fisher-Snedecor para Análises Bivariadas

Assim como para comparação da igualdade de Médias Aritméticas, existem, também, várias técnicas estatísticas para comparação da igualdade de Variâncias, a destacar o teste F de Fisher-Snedecor.

O citado teste possui variações, a depender do número de variáveis (ou tratamentos) envolvidos. Todavia, todas possuem o mesmo fim: realizar uma Análise de Variância (ANOVA).

O citado teste compara as Variâncias de duas populações, a partir da seleção de uma amostra aleatória, tanto da primeira quanto da segunda população (PORTAL ACTION, 2018D).

A aplicação do teste F, porém, requer atenção do pesquisador a alguns pressupostos (VIEIRA, 1980, p.138):

- ☛ A variável em estudo deve possuir distribuição (aproximadamente) Normal;

☁ As amostras são independentes.

Igualmente ao praticado para o teste T, a execução do teste F passa, inicialmente, pela elaboração de duas hipóteses, sendo elas, para o teste bilateral:

☁ $H_0: s_1^2 = s_2^2$

☁ $H_1: s_1^2 \neq s_2^2$

Em seguida, deve-se fixar, arbitrariamente, um nível de significância (α) e calcular o valor de F, dado por (PORTAL ACTION, 2018D):

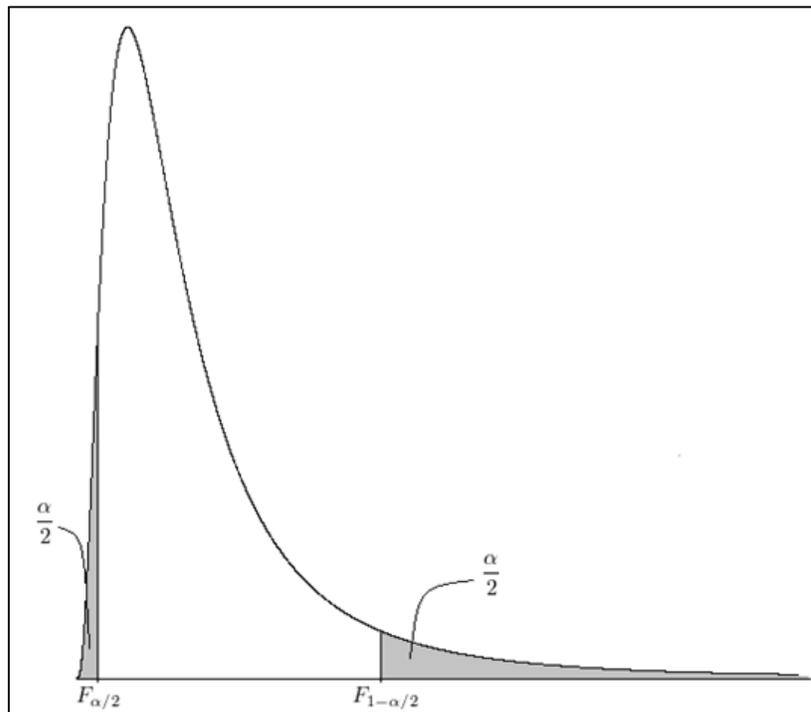
$$F_{\text{obs}} = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (77)$$

Onde:

s_1^2 e s_2^2 = Variâncias amostrais das séries 1 e 2.

Abaixo, na figura 13, pode-se observar a regiões críticas para o teste F bilateral:

Figura 13 – Regiões Críticas para o Teste F Bilateral de Fisher-Snedecor



Fonte: Portal Action, 2018D.

Procedidos os cálculos, deve-se avaliar o resultado de F_{obs} a partir do seguinte critério: para o teste bilateral, se $F_{obs} > F_{1-\alpha/2}$ ou $F_{obs} < F_{\alpha/2}$, deve-se rejeitar a hipótese de igualdade das Variâncias; caso contrário, não se rejeita (PORTAL ACTION, 2018D).

Para o trabalho, tal critério foi avaliado a partir de consulta ao ANEXO J – Valores Críticos da Estatística do F de Fisher-Snedecor, ou a partir da função INV.F, prevista no *Microsoft Office Excell*, versão 365.

Para tanto, é sabido que, em todas as análises, os GL, tanto do numerador quanto do denominador, é igual a 19 ($n - 1$), tendo em vista que os dados das séries em questão são balanceados, ou seja, possuem o mesmo valor de 'n' (20). Portanto, os valores críticos de F, para $F_{\alpha/2}$ e $F_{1-\alpha/2}$ são, respectivamente, 0,40 e 2,53.

7.4.13 Testes para Comparações de Múltiplas Médias

O teste F de Fisher-Snedecor, apresentado e discutido anteriormente, apesar de sua valiosa aplicação, possui algumas limitações analíticas, sobretudo, quanto ao número de variáveis analisadas concomitantemente (apenas duas a duas).

Entretanto, neste trabalho, deseja-se ir além desta avaliação, pois se almejou, também, identificar quais são as Médias Aritméticas, estatisticamente, diferentes. Para tanto, serão empregados testes estatísticos para comparações múltiplas, a fim de averiguar a igualdade das Médias Aritméticas das Séries Estatísticas em estudo. Esses serão caracterizados a seguir:

7.4.13.1 Teste de Tukey (1953)

O teste de Tukey possui algumas denominações, a saber: Tukey Significant Difference (TSD, Diferença Significativa de Tukey), *Honestly Significant Difference* (HSD, Diferença Honestamente Significativa) e *Wholly Significant Difference* (WSD, Diferença Totalmente Significativa) (PORTAL ACTION, 2018E).

O TSD, HSD ou WSD caracteriza-se por comparar, de forma múltipla, as Médias Aritméticas populacionais de diferentes séries ou tratamento, a partir de amostras independentes (MELLO, 2015, p.254).

Dentre os testes para comparação da igualdade de Médias Aritméticas, o teste de Tukey destaca-se por possibilitar que seja estabelecida uma Diferença Mínima Significante (d.m.s) estatisticamente. Ou seja, cria-se a um instrumento (quantitativo) para tomada de decisão, quanto a aceitação ou não da diferença entre as citadas Médias (VIEIRA, 1980, p.142).

Além disso, o TSD apresenta maior poder para controle do Erro Tipo 1 (SOUSA, LIRA JUNIOR E FERREIRA, 2012, p.354). Ou seja, é mais robusto quando a probabilidade de se rejeitar H_0 (e aceitar H_1) sendo ela verdadeira.

Assim como em outros testes, inclusive quanto ao teste F, o TSD apresenta uma série de pressupostos para seu uso devido, são eles (PORTAL ACTION, 2018E):

- ☁ Normalidade dos resíduos;
- ☁ Independência dos resíduos;
- ☁ Homocedasticidade dos resíduos.

A estatística do teste TSD, para dados balanceados, é dada por (*Ibidem*):

$$d. m. s = q \sqrt{\frac{QMR}{r}} \quad (78)$$

Onde:

q = Amplitude Total Estudentizada (*Studentized Range*);

QMR = Quadrado Médio do Resíduo ou Desvio Padrão Residual;

r = número de repetições de cada tratamento ou número de dados de cada Série Estatística ($r = n / k$).

Destaca-se que o valor de QMR é obtido por meio da seguinte expressão (*Ibidem*, p.139):

$$QMR = \frac{SQR}{n-k} \quad (79)$$

Onde:

SQR = Soma de Quadrados de Resíduo;

n = tamanho da amostra;

k = número de tratamentos ou número de Séries Estatísticas envolvidas.

Já o valor de SQR é dado por (*Ibidem*):

$$SQR = SQT - SQTr \quad (80)$$

Onde:

SQT = Soma de Quadrados Total;

SQTr = Soma de Quadrados de Tratamentos.

Para a obtenção da SQT deve-se aplicar as seguintes formuladas (VIEIRA, 1980, p.139):

$$SQT = \sum x^2 - C \quad (81)$$

Onde:

$\sum x^2$ = somatório dos quadrados de cada um dos dados envolvidos;

C = Correção.

O valor de 'Correção' é calculado pela expressão (*Ibidem*):

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} \quad (82)$$

Onde:

$\sum x$ = somatório dos dados envolvidos;

n = tamanho da amostra.

Finalmente, para o cálculo de SQTr foi utilizada a equação (*Ibidem*):

$$SQTr = \frac{\sum T^2}{r} - C \quad (83)$$

Onde:

$\sum T^2$ = somatório dos quadrados de cada tratamento ou série envolvida.

r = número de repetições de cada tratamento ou número de dados de cada Série Estatística ($r = n / k$).

C = Correção.

Objetivamente, e na prática, para obtenção do valor de d.m.s, deve-se calcular primeira e respectivamente, os valores de C, SQT, SQTr, SQR e, por fim, QMR.

Em seguida, sugere-se que seja verificado o valor de 'q', após ter se definido o nível de significância (α), o número de tratamentos ou Séries Estatísticas envolvidas (k) e o número de Graus de Liberdade do Resíduo (GLr). Este último é dado por (VIEIRA, 1980, p.138):

$$GLr = (n - 1) - (k - 1) \equiv GLr = n - k \quad (84)$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

k = número de tratamentos ou número de Séries Estatísticas envolvidas.

O critério de decisão do teste de Tukey aponta que duas Médias Aritméticas serão, estatisticamente, diferentes caso o valor absoluto da diferença entre elas seja superior ao da d.m.s calculada (VIEIRA, 1980, p.143; GOMES, 1990, p. 25; VIEIRA, 2006, p.70).

Para o trabalho, como "k" é 5, "r" é 20 e, conseqüentemente, "n" é 100 ($n = r * k$), o GLr é igual a 95 e o valor de 'q', para ' α ' igual a 5%, está entre 3,98 (para GLr = 60) e 3,92 (para GLr = 120).

Destaca-se que o valor de 'q' foi dado em um intervalo, pois na tabela padrão para tal fim, não consta um valor específico para o GLr igual 95; como pode ser observado no anexo K – Valores da Amplitude Total Estudentizada (q), para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).

Além do critério de decisão acima descrito, se empregará um outro, baseado nos valores de 'p' (ou p-valores), para cada par de comparações realizadas.

Fundamentado neste último critério, considerar-se-ão que duas Médias Aritméticas possuem diferenças, estatisticamente, significativas, caso o p-valor obtido seja menor que 5% (nível de significância aqui trabalhado).

Finalmente, caso os resíduos não apresentem os pressupostos necessários para se empregar o teste TSD, será empregado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

Ressalta-se que, apesar de possuir um fim semelhante, o teste de Kruskal-Wallis avalia a diferença, estatisticamente, significativa entre as Medianas das séries, e não de suas Médias Aritméticas.

7.4.13.2 Teste de Schffé (1959)

O teste de Schffé é também conhecido como teste de Scheffé da Diferença Completamente Significativa (*Fully Significant Difference, FSD*) e como o teste de Scheffé da Diferença Globalmente Significativa (*Globally Significant Difference (GSD)*) (PORTAL ACTION, 2018F).

O FSD, assim como o teste de Tukey, é empregado para comparação de múltiplas Médias Aritméticas. Por outro lado, ele se diferencia por apontar qualquer contraste entre as Médias Aritméticas observadas (VIEIRA, 2006, p.74).

Dentre os testes de comparações múltiplas de Médias Aritméticas, segundo Gomes (1990, p.369), esse é o procedimento/processo mais simples para tal fim.

Segundo Mello (2015, p.252), “o método consiste em comparar, para cada par de médias, o módulo da sua diferença com um valor crítico da DISTRIBUIÇÃO F DE SNEDECOR para determinado α ”.

Ademais, assim como apontado para o TSD, para o uso correto do FSD deve-se atentar para os seguintes pressupostos (GOMES, 1990, p.29; VIEIRA, 2006, p.74; MELLO, 2015, p.252-253):

- ☁ Normalidade dos resíduos;
- ☁ Independência das Médias Aritméticas;
- ☁ Homocedasticidade dos resíduos (Variâncias constantes).

Outro aspecto importante é que o FSD só deverá ser empregado:

[...] quando o teste F (ou u) tiver dado resultado significativo. Se o valor de F obtido não for significativo, nenhum contraste poderá ser significativo, e, pois, a aplicação do teste de Scheffé não se justifica. Quando, porém, o valor de F obtido é significativo, pelo menos um dos contrastes entre tratamentos será significativo. MELLO, 2015, p.252-253.

O Teste de Scheffé considera duas médias significativamente diferentes se o valor absoluto de suas diferenças amostrais ultrapassar (PORTAL ACTION, 2018F):

$$FSD \sqrt{(k - 1)F_{(\alpha, k-1, N-k)}} \sqrt{QME \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (85)$$

Onde:

QME = Quadrado Médio dos Erros ou Resíduos.

k = número de fatores ou séries envolvidas.

N - k = Graus de Liberdade (GL), dado pelo total de dados envolvidos, menos o número de fatores ou séries envolvidas.

Logo, a igualdade das Médias Aritméticas de dois grupos será rejeitada se (PORTAL ACTION, 2018):

$$FSD < |\bar{y}_i - \bar{y}_j| \quad (86)$$

Para o trabalho, como “k” é 5, ‘n’ é 20 e o GL é 95 (20 * 5 - 5), para ‘α’ igual a 5%, o valor de $F_{(0,05; 5-1; 85-5)}$ estará entre 2,368 (valor para N - k = 60). e 2,290 (valor para N - k = 120).

Destaca-se que o valor de $F_{(0,05; 5-1; 85-5)}$ foi dado em um intervalo, pois na tabela padrão para tal fim, não consta um valor específico para o GL igual 95; como pode ser observado no anexo L - Valores Críticos da Estatística do Teste de Scheffé (1959), para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).

Uma consideração importante, sobre as potencialidades e limitações do teste FSD, é descrita abaixo:

[...] quando o interesse está apenas na comparação duas a duas, o teste de Scheffe não é adequado. Recomendam ainda que se o número de contrastes utilizados no estudo não é consideravelmente maior que o número de grupos, e os contrastes não foram sugeridos

pelos dados, o procedimento de Bonferroni, provavelmente será mais poderoso que Scheffe. Contudo, se os contrastes forem sugeridos pelos dados, o método de Scheffe deve ser empregado ao invés de Bonferroni, desde que todos os contrastes possíveis tenham sido considerados implicitamente. (PORTAL ACTION, 2018F, p.1).

A partir do exposto, e, conseqüentemente, seguindo o Princípio da Precaução, foi também empregado aos dados, o teste de Fisher-Bonferroni; que será discutido logo a seguir.

7.4.13.3 Teste de (Fisher) Bonferroni

O procedimento ou teste de Bonferroni, também denominado de Fisher-Bonferroni ou Diferença Menos Significativa de Fisher (*Least Significant Difference*, LSD), é um aprimoramento do teste T de Student. Deste modo, ele consiste na realização do citado teste, para cada par de médias a uma Taxa de Erro por Comparação (TPC) de $\frac{\alpha}{\binom{k}{2}}$ (PORTAL ACTION, 2018G).

Ademais, como menciona Gomes (1990, p.30-31), seu emprego é recomendado quando os contrastes são escolhidos previamente, ou seja, antes que os dados sejam examinados.

Acrescenta-se que tais contrastes devam possuir um número máximo igual ao número de Graus de Liberdade (GLs) para os tratamentos ou séries em questão; além de serem ortogonais (independentes) (*Ibidem*).

Quanto ao número de dados, o teste de Bonferroni pode ser usado tanto para séries balanceadas quanto não balanceadas (PORTAL ACTION, 2018G).

Para tamanhos de amostras iguais (dados balanceados), o teste de Bonferroni considerará que duas médias são significativamente distintas, se o valor absoluto de suas diferenças amostrais for superior à (*Ibidem*):

$$LSD = t_{(\alpha, N-k)} \sqrt{2 \frac{QME}{n}} \quad (87)$$

Onde:

QME = Quadrado Médio dos Erros ou Resíduos.

n = número de dados de cada série envolvida.

c = número de comparações, duas a duas.

$$\alpha = \frac{1}{2}(\alpha/c).$$

$t_{(\alpha, N-k)}$ = quantil da distribuição T de Student.

$N - k$ = Graus de Liberdade (GL), dado pelo total de dados envolvidos, menos o número de fatores ou séries envolvidas.

Semelhante ao processo realizado para FSD, a igualdade das Médias Aritméticas de dois grupos, com base, agora, em LSD, será rejeitada se (PORTAL ACTION, 2018):

$$LSD < |\bar{y}_i - \bar{y}_j| \quad (88)$$

Para o trabalho, como “ k ” é 5, “ n ” é 20, conseqüentemente, $N - K$ é igual a 95 ($20 * 5 - 5$).

Além disso, para “ α ” igual a 5% (0,05), ter-se-á que, na prática, $t_{(\alpha, N-k)}$ equivalerá a $t_{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{0,05}{5}\right), 85-5\right)}$ ou $t_{\left(\frac{1}{2}\left(\frac{0,05}{10}\right), 80\right)}$. Logo, seu valor tabelado estará entre 2,915 ($N - k = 60$). e 3,460 ($N - k = 120$).

Assim como ocorreu para obtenção do valor tabela de Scheffé, o valor tabelado de Bonferroni também precisou ser identificado a partir de um intervalo, pois na tabela padrão para tal fim, não consta um valor específico para o GL igual 95; como pode ser observado no anexo M – Valores Críticos da Estatística do Teste de Fisher-Bonferroni, para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).

7.4.14 Análise de Regressão

Quando se deseja estudar uma determinada variável em função de outra, muito provavelmente, far-se-á necessário empregar-se a Análise de Regressão. Logo, pode-se afirmar que tal análise objetiva descrever, a partir de um modelo matemático, a relação entre duas variáveis, a partir de “ n ” observações (CRESPO, 2002, p.154).

A relação funcional entre uma variável dependente (Y) e uma ou mais variáveis independentes (X_i ; $i = 1, \dots, p$) pode se Múltipla ou Simples, representadas, respectivamente, por (MELLO, 2014, p.203):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_p X_{pj} + \varepsilon_j (j = 1, \dots, n) \quad (89)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \varepsilon_j (j = 1, \dots, n) \quad (90)$$

Onde:

β_i = coeficientes de regressão ou declives parciais tidos como uma medida da variação de Y por unidade de variação de variação de X_i .

ε_j = resíduos ou erros do modelo;

β_0 = ordenada na origem.

Todavia, tal procedimento está condicionado à atenção a alguns pressupostos (CRESPO, 2002, p.154-155; ANDRIOTTI, 2005, p.35; ROGERSON, 2012, p.211; MAGALHÃES E LIMA, 2013, p. 348-349; MELLO, 2014, p.203):

- ☁ A existência de relacionamento ou Correlação Linear (ou Retilínea) significativa, embora não perfeita, entre as variáveis;
- ☁ A variável dependente é aleatória enquanto que a(s) variável(eis) independente(s) é/são fixas;
- ☁ Os erros ou resíduos são aleatórios, independentes e apresentam distribuição Normal, com média zero e variância constante (Homocedasticidade) - $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma)$.

Relacionando as funções da Correlação e da Regressão Linear, Andriotti (2005, p.35) afirma que: “[...] a correlação mede a força ou o grau de relacionamento entre duas variáveis, e a regressão fornece uma equação que descreve o relacionamento entre elas em termos matemáticos”.

A citada equação (de Regressão Linear) que descreve a relação entre duas variáveis é também descrita, graficamente, por uma reta, composta por dois

coeficientes (linear e angular), denominada Reta de Regressão, Reta de Regressão Estimada ou, ainda, Reta de Regressão dos Mínimos Quadrados (em alusão ao método Estatístico de ajuste dos valores/pontos à reta) (ANDRIOTTI, 2005, p.35; VIEIRA, 2008, p.135).

Os valores dos citados Coeficientes de Regressão Angular (b) e Linear (a) são obtidos, respectivamente, a partir das seguintes expressões (CRESPO, 2002, p.155; VIEIRA, 2008, p.138):

$$b = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad (91)$$

E,

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (92)$$

Onde:

\bar{X} e \bar{Y} = valores médios, respectivamente, de X e de Y.

No trabalho, a análise de regressão foi empregada na estimativa de dados ausentes, relativos às séries temporais aqui utilizadas.

7.4.14.1 Coeficiente de Determinação (r^2)

Segundo Vieira, (2008, p.144), “o coeficiente de determinação é a proporção da variação de Y explicada pela variação de X. [...] é dado pelo quadrado do coeficiente de correlação. Não pode, portanto, ser negativo. Varia entre 0 e 1, inclusive”.

Complementarmente ao exposto, é comum, também, se expressar o valor de ‘ r^2 ’ em termos percentuais. Para tanto, deve-se, apenas, multiplicar o seu resultado obtido por 100 (GOMES, 1990, p.242; VIEIRA, 2008, p.144).

Destaca-se que, assim como o Coeficiente de Correlação (r), o emprego correto de ‘r’ deve ocorrer levando em conta os seguintes pressupostos (VIERA, 2008, p.145):

- ☛ A independência dos dados de X e Y;

☁ A normalidade dos resíduos de X e Y.

O Coeficiente de Determinação é dado a seguir (SANTOS, 2011, p.316):

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{O}_i)}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O}_i)} \quad (93)$$

Onde:

P_i = valores estimados ou de comparação;

O_i = valores reais ou de base.

7.4.15 Análise de Tendência de Mann-Kendall

O Teste de Mann-Kendall é um teste não-paramétrico sugerido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em 1988, para avaliação da tendência em séries temporais de dados meteorológicos/climatológicos, dentre eles, dados de precipitação pluvial (LIMEIRA *et al.*, p.105; 2012, p.105; SILVA E SOUSA, 2013, p.443). Além disso, o teste tem sido amplamente empregado para se testar a aleatoriedade contra tendência de séries temporais climatológicas (SOUSA, MORAIS E SILVA, 2011, p.138).

Salienta-se que, na literatura, não foram observadas restrições (ou a indicação de pressupostos) quanto ao emprego do teste em discussão.

Operacionalmente, o teste compara cada dado de uma série temporal com os seus demais dados, sempre mantendo uma ordenação sequencial (SILVA *et al.*, 2010, p.503).

No teste são levantadas duas hipóteses (SOUSA, MORAIS E SILVA, 2011, p.138):

☁ H_0 : os dados dessazonalizados (x_1, x_2, \dots, x_n) são uma amostra de 'n' variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas;

☁ H_1 : testada bilateralmente, afirma que as distribuições de x_k e x_j não são idênticas para todo $k; j \leq n$, e $k \neq j$.

Mencionado por Silva e Sousa (2013, p.443), citando Yevjevich (1972), é importante destacar que a tendência de uma série histórica está associada à “uma mudança sistemática e contínua em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas”.

A estatística do teste é dada por (*Ibidem*):

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sinal}(x_i - x_j) \quad (94)$$

Onde:

x_j = dados estimados da sequência de valores;

n = número de elementos da série temporal;

Destaca-se que o sinal $(x_i - x_j)$ se dará a partir do seguinte (*Ibidem*):

☼ Igual a -1, para $(x_i - x_j) < 0$;

☼ 0, para $(x_i - x_j) = 0$;

☼ 1, para $(x_i - x_j) > 0$.

Kendall (1975) mostrou que S é normalmente distribuída com média $E(S)$ e variância $\text{Var}(S)$, que para uma situação na qual pode haver valores iguais de x , são calculadas pelas equações (SILVA, *et al.*, 2009, p.503):

$$E[S] = 0 \quad (95)$$

$$\text{Var}[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^q T_p(T_p-1)(2T_p+5)}{18} \quad (96)$$

Onde:

n = tamanho da série temporal;

T_p = número de passos até o valor ‘p’;

q = número de valores iguais.

Segundo Silva *et al.* (2010, p.503):

[...] tem-se que o valor positivo de S indica tendência também positiva dos dados que crescem com o tempo; por outro lado, o valor negativo indica tendência decrescente. Sabendo-se que S é normalmente distribuída e que tem média zero e variância... pode-se testar se a tendência positiva ou negativa é significativamente diferente de zero; se S é significativamente diferente de zero, a hipótese nula H_0 pode ser rejeitada para certo nível de significância apontando para a existência de tendência; inversamente, a hipótese alternativa (H_1) é aceita.

O teste estatístico parametrizado (Z_{mk}) é computado pela seguinte equação (*Ibidem*):

$$Z_{mk} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}[S]}}, & \text{para } S > 0 \\ 0, & \text{para } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}[S]}}, & \text{para } S < 0 \end{cases} \quad (97)$$

Finalizando, o mesmo autor afirma que:

A presença de uma tendência estatisticamente significativa é avaliada usando-se o valor de Z; tal estatística é empregada para testar a hipótese nula, isto é, que nenhuma tendência existe. Um valor positivo de ZMK indica um aumento da tendência e, quando negativa, aponta tendência decrescente. Para testar a tendência monotônica crescente ou decrescente no nível de significância de p , a hipótese nula será rejeitada se o valor absoluto de Z for maior que $Z_{1-p/2}$, utilizando-se a tabela da distribuição normal cumulativa padrão (*Ibidem*, p.504).

No trabalho, o teste de Mann-Kendall foi empregado para avaliar a tendência dos totais acumulados na quadra chuvosa de cada uma das séries em estudo. Ou seja, busca-se identificar o padrão recente do comportamento das citadas séries.

Destaca-se que o nível de significância empregado para tal foi de 0,05 (5%).

7.4.16 Índices de Seca

Segundo o projeto Fondecyt (2018, p.3):

Drought indices are quantitative measures that characterize drought levels by assimilating data from one or several variables (indicators) such as precipitation and evapotranspiration into a single numerical value. The use of an index is more convenient than the raw indicator data. The nature of drought indices reflects different events and

conditions; they can reflect the climate dryness anomalies (mainly based on precipitation) or the delayed agricultural and hydrological impacts such as soil moisture loss or lowered reservoir levels. (FONDECYT, 2018, p.3).

Como mencionado, os índices de seca visam mensurar, numericamente/quantitativamente, o estado (ou severidade) da seca em certa região (espaço) e período (tempo). Para tanto, na literatura, baseados em componentes/fatores/parâmetros distintos, existem inúmeros índices de seca.

Destaca-se que o diferente “quadro” de componentes empregados em cada índice, é função direta da aplicação que se deseja lhe dar. Logo, historicamente, surgiram definições/classificações diferenciadas, baseadas, sobretudo, nos tipos de seca existentes: Meteorológica, Hidrológica, Agrícola e Socioeconômica (EMBRAPA, 2009 p.9-10).

Em face das características deste trabalho, que se dedica a analisar, exclusivamente, o comportamento da precipitação pluviométrica no Semiárido do RN, serão empregados, apenas, índices de seca relacionados à abordagem Meteorológica; “[...] expressa apenas com base no grau de secura e na duração do período seco comparados a algum estado “normal”, ou seja, é caracterizada pelo *déficit* da precipitação em relação ao valor normal” (EMBRAPA, 2009, p.10).

Dentre o vasto número de índices de seca com abordagem meteorológica, decidiu-se trabalhar com o índice dos Quantis.

Contrariamente, não se optou por empregar outros índices de seca, inerentes a mesma abordagem, devido às suas limitações ou pressupostos, tais como: necessidade de certos dados de entrada, escala temporal e aplicações.

No quadro abaixo, são apresentados alguns dos índices mais utilizados na literatura, para secas Meteorológicas, bem como suas limitações/pressupostos:

Quadro 6 – Limitações/Pressupostos de Alguns Índices de Seca de Abordagem Meteorológica

ÍNDICES	LIMITAÇÕES/PRESSUPOSTOS
Índice de Porcentagem Normal (IPN ou <i>PN</i>)	Necessidade de emprego da Normal climatológica e impossibilidade de análise de tendências climáticas.
Decis	Exigência de, no mínimo, 30 anos de registros.
Índice de Precipitação Padronizada (IPP ou <i>SPI</i>)	Deve-se utilizar uma base de dados de precipitação com pelo menos 30 anos.
Índice de Seca de Bhalme & Mooley	Não é um bom indicador regional de seca.
Índice de Seca Efetiva (ISE ou <i>EDI</i>)	Necessidade de utilização de dados diários.

Fonte: EMBRAPA, 2009 (adaptado pelo próprio autor); FONDECYT (2018, p.3).

7.4.16.1 Técnica dos Quantis (Q)

No Brasil, Teresinha de Maria Bezerra Sampaio Xavier e Airton Fontenele Sampaio Xavier, certamente, foram os percussores da utilização da técnica do Quantis.

Inicialmente, em 1984, os autores realizaram ‘a classificação de anos secos e chuvosos na região Nordeste do Brasil e sua distribuição espacial’. Posteriormente, outros trabalhos foram realizados, e se tornaram referências base, empregando a mesma metodologia, dentre eles, em 1999, ‘a caracterização de períodos secos ou extremamente chuvosos no Ceará’ (SILVA, NÓBREGA E SILVA, 2015, p.4).

Todavia, deve-se destacar que a técnica dos Quantis foi desenvolvida por Pinkayan em 1966, onde o autor estudou a probabilidade de ocorrência de anos ‘secos’ e chuvosos em várias áreas do oeste dos Estados Unidos (NÓBREGA, FARIAS E DOS SANTOS, 2015, p.173-174).

Sobre o propósito do trabalho, o autor afirma que “*the objective of this study is to investigate the simultaneous occurrence of wet and dry years over an area, for any given year*” (PINKAYAN, 1966, p.2).

Neste trabalho, Pinkayan (1966) aplicou dois métodos de investigação, agrupados em duas categorias principais: Hidrologia Paramétrica e Hidrologia Estocástica.

Discorrendo sobre as duas categorias supracitadas, o autor afirma que:

The parametric hydrologic method is the search for deterministic relationships among physical factors involved in hydrologic processes. The stochastic hydrology method consists of the use of statistical and probability methods in analyzing the variables which follow hydrologic stochastic processes. As the annual precipitation and the annual river now are stochastic variables, the second method of investigation was used exclusively in this study. First, distribution characteristics of observed data were studied. Then, a sample technique, such as the concept of conditional probability of wet and dry years was employed to analyze the problems investigated. (PINKAYAN, 1966, p.2).

Inicialmente, o autor definiu a função de distribuição de probabilidade da precipitação anual, dada por (*Ibidem*):

$$F(x) = P [X \leq x] \quad (98)$$

Logo, se $F(x)$ é conhecido, x_1 , x_2 , x_3 e x_4 , serão (*Ibidem*):

☁ $F(x_1) = 0,15;$

☁ $F(x_2) = 0,35;$

☁ $F(x_3) = 0,65;$

☁ $F(x_4) = 0,85.$

Ademais, destaca-se que a técnica propôs o seguinte esquema, para definição dos valores de referência e/ou limites de cada categoria expressa anteriormente (*Ibidem*):

☁ Muito Seco: $X \leq XX_1;$

☁ Seco: $XX_1 < X \leq XX_2;$

☁ Normal: $XX_2 < X \leq XX_3;$

☁ Chuvoso: $XX_3 < X \leq XX_4;$

☁ Muito Chuvoso: $X > XX_4.$

Onde, baseado em uma série Normal (1931-1960), tem-se que (*Ibidem*):

$$\left\{ \begin{array}{l} XX_1 = \frac{1}{2} (X_4 + X_5) \\ XX_2 = \frac{1}{2} (X_{10} + X_{11}) \\ XX_3 = \frac{1}{2} (X_{19} + X_{20}) \\ XX_4 = \frac{1}{2} (X_{25} + X_{26}) \end{array} \right. \quad (99)$$

Para o trabalho, tendo em vista que as séries temporais trabalhadas possuem 'n' = 20, foi necessário reescrever os valores de referência acima mencionados, que passaram a ser:

$$\left\{ \begin{array}{l} XX_1 = \frac{1}{2} (X_3) \\ XX_2 = \frac{1}{2} (X_7) \\ XX_3 = \frac{1}{2} (X_{13}) \\ XX_4 = \frac{1}{2} (X_{17}) \end{array} \right. \quad (100)$$

Finalmente, fundamentado nos conhecimentos expostos, pôde-se definir, explicitamente, as cinco categorias de severidade de seca, baseadas na técnica dos Quantis de Pinkayan (1966) (PINKAYAN, 1966, p.2; XAVIER E XAVIER, 1984, p.268; XAVIER E XAVIER, 1999, p.67):

- ☁ Muito Seco (MS): $X \leq Q_{15}$;
- ☁ Seco (S): $Q_{15} < X \leq Q_{35}$;
- ☁ Normal (N): $Q_{15} < X \leq Q_{65}$;
- ☁ Chuvoso (C): $Q_{65} < X \leq Q_{85}$;
- ☁ Muito Chuvoso (MC): $Q_{85} < X$.

Fundamentada na mesma técnica, também foi empregado neste trabalho outra definição para os valores de referência das categorias quantílicas. Essa foi descrita foi Monteiro *et al.* (2012, p.239):

$$Q(P) = y_i + \left[\frac{(P - P_i)}{(P_{i+1} - P_i)} * (y_{i+1} - y_i) \right] \quad (101)$$

Onde:

P = quantil desejado multiplicado por 100;

y_i (mm) = precipitação de $Q\%$ (15%, 35%, 65%, 85%) do total de dados em rol (valor inicial de $Q\%$);

$P_i = i / n + 1$, onde 'i' é a posição inicial de $P\%$ (15%, 35%, 65%, 85%) e 'n' é o total de dados;

P_{i+1} = idem anterior. Todavia, neste caso, deve-se considerar 'i' a posição final de $Q\%$ (15%, 35%, 65%, 85%);

y_{i+1} (mm) = precipitação de $Q\%$ (15%, 35%, 65%, 85%) do total de dados em rol (valor final ou subsequente de $Q\%$).

Em trabalhos anteriores, a destacar o de Silva, Nóbrega e Silva (2015), notou-se que a última expressão produz resultados muito semelhantes a função 'PERCENTIL.EXC' do *Microsoft Office Excel*. Entretanto, diferem, significativamente, do esquema proposto, originalmente, por Pinkayan (1966).

7.4.17 Erro Médio (EM)

O Erro Médio é um dos instrumentais técnicos – assim como o Erro Médio Absoluto e o Erro Quadrático Médio – utilizados, originalmente, para se avaliar a acurácia escalar de dados 'estimados (e_i)' frente a 'observados (o_i)' em certa amostra (CAMPAROTTO, 2013, p.667).

Ele é expresso por (*Ibidem*):

$$EM = n^{-1} \sum_{i=1}^n o_i - e_i \quad (102)$$

Entretanto, no trabalho, a técnica foi empregada para calcular os desvios da precipitação anual acumulada na quadra chuvosa (FMAM), em cada uma das séries, em relação as suas respectivas Normais Climatológicas (NC_i).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da aplicação do variado conjunto de métodos e técnicas supramencionadas na metodologia deste trabalho, desejou-se dar respostas à pergunta problema composta inicialmente exposta: quais impactos são produzidos pela desatenção as premissas e limitações dos MQCs, empregados histórica e recentemente pela Geografia, quais as nuances intrínsecas aos seus resultados e como elas podem ser suprimidas/mitigadas?

Os resultados a seguir serão apresentados e discutidos em quatro seções distintos, mas interrelacionadas, que estão atrelados aos objetivos específicos já apresentados.

O quadro 7 explicita, sinteticamente, as relações entre os objetos específicos do trabalho, seus recursos metodológicos e os resultados alcançados, que serão expostos, *a posteriori*, por subitens:

Quadro 7 – Quadro Relacional dos Objetivos Propostos *versus* Agrupamentos Técnico-Metodológicos *versus* Seções dos Resultados

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	AGRUPAMENTOS TÉCNICO-METODOLÓGICOS	SEÇÕES DOS RESULTADOS
Analisar o processo histórico de inserção dos Métodos Quantitativos Clássicos (MQCs) na Geografia.	Revisão Bibliográfica e Documental. Ou seja, as seções 6.1 e 6.2.	7.1 Geografia Quantitativa, Por Quê Não?
Empregar os principais MQCs em séries históricas quadrimestrais, relativas à precipitação pluvial acumulada no período chuvoso (FMAM), oriundas de Estações Climatológicas Principais	Técnicas Descritivas (Distribuições de Frequência, MTC, MS, MD, A _s e C). Ou seja, da seção 6.4.1 a 6.4.5.	7.2 Métodos Quantitativos Clássicos Aplicados à Caracterização da Quadra Chuvosa (FMAM) do Semiárido Potiguar.

(ECP) localizadas no Semiárido do RN.		
Examinar a representatividade dos resultados obtidos, a partir do emprego dos MQC _s , no processo de caracterização da quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido do RN.	Técnicas Exploratório-Inferenciais (Testes de Hipóteses para Normalidade, <i>Outliers</i> , Homocedasticidade, Independência, Colinearidade, Igualdade de Médias e Variâncias, Comparações Múltiplas e Análise de Tendência de Mann-Kendall. Ou seja, da seção 6.4.6 a 6.4.15.	7.3 Análise Exploratória e Inferencial de Séries Históricas relativas à Estação Chuvosa (FMAM) do Semiárido do RN: exame e validação dos resultados obtidos pelas técnicas quantitativas clássicas descritivas.
Detectar as ablepsias produzidas pelos MQC _s no processo de caracterização da quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido Potiguar, bem como sugerir uma Abordagens Integrativas para sua mitigação.	Revisão Bibliográfica, Documental, Índice de Seca dos Quantis, Desvios Modificados ($d_{i_{NC_i}}$ e $d_{i_{NC_i(\%)}}$) e Erros Médios Modificados (EM_{NC_i} e $EM_{NC_i(\%)}$). Ou seja, as seções 6.1, 6.2, 6.4.15, 6.4.16 e 6.4.17.	7.4 <i>Ablepsias</i> dos Métodos Quantitativos Clássicos: bases e Abordagens Integrativas.

Fonte; Próprio autor, 2018.

8.1 GEOGRAFIA QUANTITATIVA, POR QUÊ NÃO?

Não diferentemente das demais áreas do conhecimento, historicamente, a Geografia tem buscado pautar seus estudos – seja na área Humana ou Física – em técnicas e métodos próprios.

Todavia, em função, possivelmente, da própria ‘natureza’ da ciência geográfica – que objetiva compreender o espaço geográfico sob uma perspectiva plural, complexa e holística – as discussões sobre o emprego de um tipo de pesquisa ou método, seja de forma exclusiva ou predominante, tem a acompanhado historicamente.

Como consequência direta, pode-se assegurar que a Geografia sempre esteve em processo contínuo de (re)avaliação de seus métodos e de suas metodologias, estando esses relacionados ao ‘ecletismo’ generalizado de suas técnicas e abordagens (ANDRADE, 2009, p.44).

Em face disso, como aponta Cavalcanti (2010-2011, p.60), “percebe-se uma multiplicidade de direcionamentos que se justapõem onde verdades não são absolutas e o conhecimento constantemente superado, com a ocorrência de novas leituras ou perspectivas [...]”.

Ressalta-se que tal processo foi, e de certo modo, continua sendo marcado por profundos embates filosóficos e/ou ideológicos – denotado como um conjunto de pensamentos, ideias ou crenças – com fundamentações distintas e, frequentemente, antagônicas.

Inicialmente, no cerne destas (dicotômicas) discussões estavam os geógrafos humanistas e os naturalistas, em que os primeiros estudavam a sociedade numa perspectiva evolutiva de suas relações, e os últimos o meio ambiente natural. Como consequência, as perspectivas de trabalho, por eles produzidas, foram marcadas por uma abordagem fragmentada de duas importantes categorias de análise: a social e a natural (ANDRADE, 2009, p.31).

A despeito da histórica dificuldade de concepção objetiva da Geografia – que repercutiu sobre o uso de métodos e técnicas diversas – Christofolletti (1982, p.1-2) afirma que:

Tratar da definição da Geografia é assunto delicado [...]. Embora houvesse acordo de que a superfície terrestre era o domínio específico do trabalho geográfico, essas definições e a prática da pesquisa geográfica estavam eivadas de contradições dicotômicas.

Sobre tais contradições, Souza e Pereira (2017, p.349) as especifica, pontuando que essas se dão “tanto pelo fato de existir uma pluralidade de bases teórico-metodológicas, pela aparente dicotomia ciência da natureza/ciência humana/ciência social, quanto pela ampliação do seu campo de pesquisa”.

Dentre os citáveis antagonismos tradicionais da Geografia, certamente, o mais expressivo é a sua divisão em: Física e Humana. A essa setorização, inicialmente, cuidou o dualismo entre o Determinismo e o Possibilismo (*Ibidem*, p.350).

Desde o seu início, tal separação gerou um conflito de ‘identidade’ na ciência geográfica, pautado pela indagação: seria a Geografia uma ciência coesa/única, ou seria um conjunto de ciências?

Além disso, de modo a acentuar o supradito conflito, o processo de consolidação (científica) das duas grandes áreas mencionadas ocorreu, ao longo do tempo, de forma distinta, estando esse diretamente relacionado ao substrato metodológico típico de cada uma delas; como esclarece o recorte textual abaixo:

Em virtude do aparato metodológico mais eficiente das ciências físicas e da esplêndida concatenação teórica elaborada por William Morris Davis, a Geografia Física rapidamente ganhou a imagem de ser a parte cientificamente mais bem consolidada e executada. Praticamente, não havia mais necessidade de preocupações metodológicas e conceituais a seu propósito. Destituída de aparato teórico e explicativo para as atividades humanas, assim como da imprecisão dos procedimentos metodológicos, a Geografia Humana sempre se debatia na procura de justificar o seu gabarito científico, e em estabelecer sua definição e finalidades como ciência. (CHRISTOFOLETTI, 1982, p.3).

Além da supramencionada separação, *a posteriori*, emergiu uma segunda dicotomia: a classificação da ciência em Geografia Geral e Regional. Tal fato, por conseguinte, fez despontar abordagens, escolas e/ou correntes de pensamento (Geografia Tradicional ou Positivista, Geografia Neopositivista ou Nova Geografia, Geografia Humanista ou Idealista, Geografia Nova ou Crítica...), caracterizadas não só por objetos e objetivos distintos, mas também por procedimentos metodológicos variados.

Longe de uma ‘generalização apressada’ ou ‘indução vulgar’, e, com isso, guardadas as devidas e relevantes características de cada uma das escolas, correntes e/ou abordagens da Geografia, ao longo da história, parece ter sido marcante o constante embate entre o procedimental técnico-metodológico empregado pela Geografia Quantitativa (também denominada de Neopositivista, Teorética, Pragmática ou Estatística), em contraponto aqueles utilizados pelas demais correntes.

Objetiva e resumidamente, compreende-se que a diferença fundamental, de ordem técnico-metodológica – entre a Geografia Quantitativa e as demais correntes geográficas – está relacionada, como sugere sua própria denominação, à adesão de vários geógrafos, em meados do século XX, ao uso dos métodos Quantitativos.

A Geografia Quantitativa surge após a 2ª Guerra Mundial (anos 50), paralela as mudanças ocorridas nos setores econômico, social, tecnológico e científico em âmbito mundial. Nesse contexto, tal corrente nasce com o escopo de inserir, definitivamente, a Geografia no universo científico global.

Por conseguinte, a mencionada corrente representou o modelo de ‘revolução da ciência geográfica’, tendo tido como base a escola anglo/saxônica. Metodologicamente, ela adotou o Neopositivismo como base filosófica, fundamentando-se, assim, na aplicação da Matemática, Estatística, Computação, Teoria dos Sistemas e dos Modelos aos estudos geográficos (LEITE E ROSA, 2006, p.181).

Para isso, ela intentou (CHRISTOFOLETTI, 1982, p.4-6; CÂMARA, MONTEIRO E MEDEIROS, 2003, p.89-93; CAMARGO E REIS JÚNIOR, 2004, p.357-360; MORAIS, 2005, p.37; CAVALCANTI, 2010/11, p.65-67; COSTA E ROCHA, 2010, p.35; ALVES, 2012, p.324; MACHADO, 2014, p.221; SOUZA E PEREIRA, 2017, p.363):

- ☁ Desvencilhar-se da metafísica e do idealismo em prol do conhecimento científico;
- ☁ Amparar-se no empirismo ou positivismo lógico, no que tange ao seu marco epistemológico;

- ☼ Superar a tendência dos estudos Idiográficos (concepção de excepcionalidade) a partir de uma perspectiva Nomotética (focada na criação de leis e teorias);
- ☼ Sobrepujar o caráter não prático da Geografia Tradicional;
- ☼ Subtrair as influências do subjetivismo (ideias pessoais) dos estudos geográficos;
- ☼ Aplicar o método hipotético-dedutivo à Geografia, através dos paradigmas da generalização e da refutação;
- ☼ Elevar o rigor no emprego da metodologia científica, a partir do maior apresso no enunciado e na verificação de hipóteses, assim como na formulação das explicações para os fenômenos geográficos;
- ☼ Desenvolver teorias sob o paradigma da metodologia científica e, também, baseadas em outras ciências;
- ☼ Criar uma tecnologia geográfica baseada em uma 'renovação metodológica', ou seja, em novas técnicas e linguagem;
- ☼ Aplicar o raciocínio lógico para que as generalizações buscadas pudessem ser alcançadas a partir de uma teoria adequada e uma metodologia consistente;
- ☼ Utilizar grandezas mensuráveis para caracterização do espaço geográfico;
- ☼ Reconhecer ordem naquilo que, aparentemente, se manifesta de maneira desorganizada e, com isso, realizar previsões;
- ☼ Empregar técnicas matemáticas e estatísticas para analisar os dados coletados e as distribuições espaciais dos fenômenos;
- ☼ Servir-se da abordagem Sistêmica como instrumento conceitual que permitisse tratar conjuntos complexos, como os da organização espacial;

☁️ Construir e utilizar modelos relacionados à verificação das teorias, a quantificação e a abordagem Sistêmica, que objetivavam estruturar 'sequências de ideias' sobre o funcionamento dos sistemas, permitindo a compreensão e a expressão das relações entre seus diversos componentes.

Destaca-se que a evolução e adesão à Geografia Quantitativa, por parte dos geógrafos (tidos, naquele momento, como Progressistas), ocorre diante da percepção de que os campos de pesquisa pautados na, então, hegemônica Geografia Tradicional (de base, fundamentalmente, empírica e descritiva) estavam a se esgotar (HOLZER, 2003, p.114). Logo, esta última já não mais servia para explicitar a nova realidade mundial (pós 2ª Guerra Mundial); período fortemente influenciado pelo modo de produção capitalista e pelo desenvolvimento da ciência moderna, que disponibilizou aos pesquisadores um aparato técnico-científico altamente refinado (CAMARGO E ELESBÃO, 2004, p.14).

Fundamentado em Camargo e Reis Júnior (2004, p.358) e Cavalcanti (2010/11, p.65), pode-se apontar as seguintes obras/trabalhos, bem como autores/pesquisadores, como clássicas e fundantes da Geografia Quantitativa: Schaefer (1953), Burton (1963), Bunge (1966), Manley (1966), Chorley e Haggett (1967), Berry (1969) e Harvey (1969).

Ademais, no cenário nacional, dentre outros, merece ser destacado o engajamento de: Alexandre Diniz, Antonio Guerra, Bertha Becker, Elza Keller, Fani Davidovich, Lysia Bernardes, Marília Galvão, Olga de Lima, Orlando Valverde, Pedro Geiger, Roberto Corrêa, e, sobretudo, Speridião Faissol e Antonio Christofolletti (LAMEGO, 2014).

Além dos citados pesquisadores nacionais, deve-se ressaltar a contribuição dos seguintes 'empreendedores' e difusores dos métodos Quantitativos na Geografia brasileira: Brian Berry, John Cole e John Friedman, (*Ibidem*).

A despeito das contribuições iniciais e características da Geografia Quantitativa para a ciência geográfica, Bessa (2004, p.104) destaca que ela:

[...] introduziu mudanças de caráter epistemológico e de orientação metodológica que transformaram a natureza da Geografia, isto é, que foram capazes de alterar a perspectiva geral da análise geográfica [...]. Essas transformações estão diretamente associadas à *análise*

espacial, que se tornou o objeto de investigação geográfica, por intermédio do desenvolvimento de uma metodologia que se orienta no sentido de tornar inteligível a *organização espacial*. Deste modo, fica evidente que a orientação epistemológica estava associada ao desenvolvimento de uma *visão espacial* [...].

A partir do extrato acima, percebe-se que a Geografia Quantitativa desempenhou um importante papel na inserção de uma (nova) visão 'espacialista' à ciência geográfica.

Como resultado, o espaço passou a ser compreendido como uma componente/variável-chave e a diferenciação espacial, dela resultante, também se tornou um relevante elemento de análise geográfica (BESSA, 2004, p.106).

Apesar da Geografia Quantitativa ter trazido à ciência geográfica um indiscutível 'encorpamento científico', decorrente do conjunto de concepções, métodos e técnicas a ela incorporados, tal corrente, paulatinamente, passou a sofrer uma série de críticas, em especial, pela corrente Marxista da Geografia (ANDRADE, 2009, p.31).

Para tais críticos, essas se relacionam, dentre outros, aos seguintes aspectos (CAMARGO E ELESBÃO, 2004, p.14; MORAIS, 2005, p.37-41; LEITE E ROSA, 2006, p.181; ANDRADE, 2009, p.33):

- ☼ Era concebida como um instrumento de intervenção inoperante na realidade (especialmente social);
- ☼ Abstinha-se do senso crítico e da análise reflexiva em suas análises;
- ☼ Simplificava, arbitrariamente, o universo da análise geográfica, torna-o mais abstrato e distante daquilo que realmente era existente;
- ☼ Empregar-se a indução, com vistas às generalizações, possui sérias limitações em vários estudos;
- ☼ A análise da distribuição dos fenômenos no espaço, via experimentação, por vezes, é algo impraticável;

- ☼ A aplicação do método nas pesquisas ligadas à Geografia Humana possui vários problemas/limitações de ordem tanto ontológica quanto epistemológica;
- ☼ Possuía um caráter capitalista e segregacionista, pois o emprego de tecnologias não era acessível a todos;
- ☼ Configurava-se como uma ferramenta para manter o “*status quo*”, pois se alinhava ao pensamento da classe dominante;
- ☼ Limitava-se ao tratamento, e, assim, não elaborava questionamento sobre a ordem social vigente.

Ademais, Moraes (2005) também realizou uma série de considerações a despeito da Geografia Quantitativa, por ele conotada (assim como fizeram outros autores), proposital e depreciativamente, de Pragmática.

A concepção do citado autor, no que tange a corrente geográfica em questão, pode ser representada, resumidamente, pelo recorte textual abaixo:

A Geografia Pragmática efetua uma crítica apenas à insuficiência da análise tradicional. Não vai aos seus fundamentos e à sua base social [...]. Suas propostas visam apenas uma redefinição das formas de veicular os interesses do capital, daí sua crítica superficial à Geografia Tradicional. Uma mudança de forma, sem alteração do conteúdo social. Uma atualização técnica e lingüística. Passa-se, de um conhecimento que levanta informações e legitima a expansão das relações capitalistas, para um saber que orienta esta expansão, fornecendo-lhe opções e orientando as estratégias de alocação do capital no espaço terrestre. Assim, duas tarefas diferentes, em dois momentos históricos distintos, servindo a um mesmo fim. Nesse sentido, o pensamento geográfico pragmático e o tradicional possuem uma continuidade, dada por seu conteúdo de classe – instrumentos práticos e ideológicos da burguesia.

Em face às citadas dificuldades de implementação universal na ciência geográfica (e não poderia ser diferente!) e, conseqüentemente, das duras críticas sofridas, os adeptos da Geografia Quantitativa passaram a ser reprovados e, até rotulados, por (CAMARGO E REIS JÚNIOR, 2004, p.358-3):

- ☼ Utilizarem a quantificação não como meio, mas como fim em si mesmo;
- ☼ Darem maior importância aos métodos e técnicas do que aos resultados obtidos;

- ☁ Serem tecnicistas e alienados por praticarem uma ciência neutra e alheia aos problemas sociais e ambientais verificados à época;
- ☁ Empregarem modelos abstratos para explicar a realidade;
- ☁ Serem subservientes aos interesses estatais.

No que tange as críticas sofridas pela Geografia Quantitativa, desde sua chegada ao Brasil, um fato que não pode ser, indubitavelmente, desconsiderado (sem se negar, com isso, o mérito da questão!) é que, de um grande contingente de geógrafos que aqui atuavam, um número reduzido desses enfrentaram o desafio de compreender as técnicas intrínsecas à citada corrente.

Outros, após perceberem sua complexidade, a abandonaram. Consequentemente, uma parte significativa desses vieram a se tornar críticos (fervorosos) de seus métodos e técnicas.

Tal posição alinha-se a visão presente no trabalho de Guedes (2014, p.5):

A reação à matemática é uma questão crucial se quisermos entender o processo de difusão da geografia quantitativa no Brasil e entender boa parte de suas críticas. Isso porque adotar a geografia quantitativa incluía entender e dominar suas técnicas [...]. Além disso, incluía a posse de certa habilidade que não poucos geógrafos simplesmente não tinham ou recusaram-se a desenvolver [...] significava, para muitos, um avanço no que eram consideradas certas deficiências na própria formação profissional tradicional.

Ademais, a fala sincera de Geiger (1994, p.134), um dos grandes adeptos e, ao mesmo tempo, críticos racionais da corrente Quantitativa, ilustra, precisamente, a dificuldade inicial que os geógrafos da época tiveram:

O início me atraiu muito, mas, eis que se segue a Análise Fatorial, e não entendi mais nada. Pela primeira vez, me vi diante de um texto, dito de Geografia, que não adiantava reler, que continuava sem entender nada. O que me aborreceu muito.

Enfim, apesar das (in)justas críticas, compreende-se que, atualmente, os notabilizados sentimentos dicotômicos de “amor e ódio”, em relação a Geografia Quantitativa, foram, senão totalmente superados, mitigados.

Por conseguinte, compartilha-se parcialmente (em gênero e número, mas não em grau!) com a posição de Camargo e Reis Júnior (2004, p.362) que,

contundentemente, asseguram que “os exageros de outrora não mais há. Juízos carregados de emotividade, seja no sentido de defender ardentemente a quantificação, ou no de criticá-la e mesmo denegri-la perderam o sentido”.

Como destaca Guedes (2013, p.159), acredita-se que “hoje, os ânimos se arrefeceram em relação ao uso da estatística na geografia, tendo vários cursos colocados em suas grades curriculares a disciplina ‘Estatística’ ou mesmo ‘Quantificação em Geografia’”.

Ao mesmo tempo, diante das atuais demandas da sociedade, e da própria evolução da Geografia enquanto ciência, compreende-se que o espaço para abordagens conflitantes entre as áreas Física e Humana, tende a tornar-se inoportuno e, portanto, irrelevante. Logo, comunga-se com pensamento de Costa e Rocha (2010, p.54), que sustentam que:

O que se verifica na atualidade é a busca por parte de inúmeros geógrafos em elaborar estudos inter-relacionando os aspectos sociais com os ambientais. A dicotomia entre geografia física e geografia humana ainda está presente, no entanto, os esforços para a integração são crescentes.

A partir das últimas referências, e consentindo com a posição de Cavalcanti (2010-2011, p.72), reconhece-se que “a Geografia está atravessando uma fase de construção a partir da década de 70 do século passado, entre a tradicional e a quantitativa em contradição com a radical e a humanista”.

De forma mais contundente, Souza e Pereira (2017, p.354) asseguram que tal “movimento” justifica-se, ou está atrelado, a crise pela qual a ciência geográfica tem, recentemente, passado. Ademais, os mesmos autores afirmam que tal crise é explicada pela “[...] inoperância e ineficácia dos fundamentos que nortearam o desenvolvimento geográfico, que lhe deram sustentação teórica e que ordenou a sua epistemologia [...] resultado de uma pluralidade de pontos de vista e de embates metodológicos acirrados”.

Consequentemente, seja atrelada, formalmente, a Geografia Quantitativa ou a outra escola, corrente ou abordagem de pensamento, tem se notado, recentemente, o resgate no uso frequente de variados métodos Quantitativos pela ciência geográfica, sejam eles de natureza Exploratória ou Confirmatória.

Elucida-se que, em linhas gerais, os métodos Exploratórios de análise podem ser concebidos para sugerir hipóteses, enquanto que os métodos Confirmatórios são empregados para auxiliar a confirmação dessas (ROGERSON, 2012, p.4).

Tal processo de resgate pode ser, inicialmente, justificado pela própria 'ciclicidade natural' dos paradigmas e correntes geográficas, dada em escala temporal de 20 a 25 anos; como destaca Machado (2014, p.204):

[...] Também se tem verificado que um paradigma não eliminava totalmente o anterior; na verdade, o deslocava, momentaneamente, da tendência principal e, inclusive, o mesmo poderia exibir um posterior fortalecimento e expansão, uma espécie de regeneração em períodos seguintes.

Sobre os trabalhos/pesquisas que, inicialmente, tomaram como base os princípios da Geografia Quantitativa, enfatiza-se que esses, desde sua fundação, estão relacionados ao conjunto de características próprias da referida corrente geográfica; como expõe Guedes (2014, p.10):

O que realmente qualifica um trabalho como filiado à geografia quantitativa são as referências bibliográficas utilizadas, bem como os conceitos postos em uso. Ainda são traços da adoção da geografia quantitativa a exposição de modelos matemáticos ou a elaboração de análises mais refinadas com os dados estatísticos.

Ainda sobre as particularidades da referida corrente geográfica, Galvão e Faissol (1970, p.6-7) – no primeiro trabalho publicado na Revista Brasileira de Geografia (RBG), que discorreu sobre a Geografia Quantitativa – frisam que seu devido emprego:

[...] não significa usar dados quantitativos em oposição a dados não quantitativos, para descrever, analisar e interpretar os fenômenos geográficos de uma determinada área. [...] diz respeito a métodos de analisar dados que podem ser quantitativos ou qualitativos, mas submetidos à análise através de técnicas matemático-físico-estatísticas.

Portanto, para o cenário atual, entende-se que:

[...] o interesse do geógrafo quantitativo não seria a procura da verdade geográfica, mas a análise do jogo linguístico (formalizado matematicamente) que descreve o mundo desde a postura *a priori*, que o concebe, segundo um esquema objetivo formal. Esse jogo, expressado na terminologia de Wittgenstein, é o que se denomina *análise geográfica*, e cuja estrutura interna estaria pré-definida pela vontade do agente de dotar com sentido em chave "*matematizável*" os problemas geográficos. (MACHADO, 2014, p.206).

Esclarece-se que a citada ‘postura apriorística’ está relacionada ao marco teórico de referência de cada investigação geográfica, a ser definido *a priori* à sua realização. Logo, a partir de tal definição:

[...] será apresentada uma maneira ou outra de entender o conhecimento e a prática geográficos; maneiras estas que, longe de se opor entre si, e dado seu caráter “apriorístico” e intencional, decorrem, paralelamente, em sua construção da geografia, sem que seja, portanto, necessário estabelecer nenhum tipo de oposição entre elas, por mais que seus pressupostos sejam diferentes, como o que sucede, por exemplo, entre a prática da Geografia Física e a Geografia Humana” (*Ibidem*, p.207).

Retomando, a tempo, a discussão sobre a justificativa para a ‘(re)emergência’ recente no emprego dos métodos Quantitativos pela Geografia e, conseqüentemente, suas (novas) potencialidades no cenário atual, Rogerson (2012, p.4) sugeriu que este processo “tem ocorrido como resultado de uma combinação da disponibilidade de grandes bases de dados e de *softwares* sofisticados (incluindo SIG)”.

Tal justificativa é compartilhada por Machado (2014, p.234), que considera que:

[...] à popularização do uso das tecnologias da informação geográfica e do sensoriamento remoto, à massificação do uso de dispositivos de posicionamento global e, principalmente, o crescente acesso à internet e aos programas de visualização geográfica, através de dispositivos celulares móveis”, têm contribuído positiva e decisivamente para o ressurgimento do paradigma quantitativo na ciência geográfica.

Além disso, mais pragmaticamente falando, entende-se que a avaliação dos fenômenos geográficos, por meio da aplicação dos métodos Quantitativos (sejam esses tradicionais/clássicos ou não) tende a “emoldurar” tais estudos “a luz” das concepções, inicialmente discutidas, do método científico; como destaca Rogerson (2012, p.1):

O estudo de fenômenos geográficos normalmente requer a aplicação de métodos estatísticos para produzir uma nova compreensão [...]. Métodos de análise estatística têm papel central no estudo de problemas geográficos – em uma pesquisa sobre artigos que tinham um foco geográfico, Slocum (1990) descobriu que 53% dessas fizeram uso de, pelo menos, um método quantitativo tradicional. O papel da análise quantitativa na geografia pode ser visto dentro de um contexto mais amplo através de sua ligação com o “método científico”, que proporciona uma estrutura mais geral para o estudo dos problemas geográficos.

Nesta perspectiva, Leite e Rosa (2006, p.182), destacando um dos legados da Geografia Quantitativa (as Geotecnologias, em especial o Geoprocessamento) para ciência geográfica, atestam que:

[...] a Geografia Quantitativa deixou algo para o desenvolvimento da Ciência Geográfica. Para se ter um banco de dados geográficos no computador e transformá-lo em estatísticas representadas espacialmente em um mapa seria necessário desenvolver uma tecnologia nova para tanto, dessa interrelação entre computação e matemática é que temos a origem do geoprocessamento. Assim podemos dizer que o Geoprocessamento foi a grande herança deixada pela Geografia Quantitativa para as outras correntes da ciência geográfica.

Na mesma “mão” dos supramencionados autores, Camargo e Reis Júnior (2004, p.369) ratificam que os métodos Quantitativos são fundamentais para se lidar com os (atuais) problemas de ter que se trabalhar com a grande massa e pluralidade de dados e informações, hoje, existentes.

Complementando os aspectos citados, deve-se destacar que o fato em questão (o ‘reaparecimento’ da Geografia Quantitativa ou de suas bases) pode estar, também, associado a uma peculiaridade dos dados geográficos: eles, frequentemente, representam uma amostra de um universo/população (ROGERSON, 2012, p.13). Portanto, os métodos Quantitativos Descritivos e, sobretudo, os Inferenciais, são necessários para maximização das informações deles extraídos.

Uma outra justificativa bastante atual, para o ‘fenômeno’ em destaque, está relacionada a perspectiva discutida por Costa e Rocha (2010).

Os autores trazem à tona, em um dos tópicos centrais da referida obra (A Geografia Global como Novo Paradigma?), o papel basal da Geografia Quantitativa para um dos panoramas importantes que tem se apresentado à ciência geográfica (e aos Geógrafos) no início do século XXI: a disponibilidade e a incorporação dos atuais sistemas e recursos computacionais, geoinformáticos, cibergeográficos e cibercartográficos aos estudos geográficos.

Com algumas ressalvas, os autores reconhecem que “no início do século XXI, as discussões também caminham para a relação entre a geografia e as novas técnicas de computação e comunicação. Sendo o espaço virtual inserido no debate” (COSTA E ROCHA, 2010, p.54).

Todavia, entende-se que o discutido “ressurgimento metodológico” têm suas justificativas para além dos inúmeros apontamentos supracitados.

Acredita-se que tal (re)emergência está associada a necessidade de elucidação de vários aspectos teórico-metodológicos, relativos ao histórico emprego dos Métodos Quantitativos Clássicos (MQCs) pela Geografia.

Neste contexto, Andrade (2009, p.33) atesta que:

A crítica ao método tradicional da geografia, principalmente aquele ligado ao positivismo e ao neopositivismo, foi feita, sempre buscando a construção de um novo paradigma para a ciência geográfica. Contudo, muitas questões ligadas ao objeto e objetivo da Geografia ficaram sem respostas, ou pelo menos foram tratadas de forma simplificada, buscando um modelo de análise ligado ao discurso, desprezando o empirismo e questionando o método quantitativo tão usado por muitos pesquisadores.

Como inicialmente afirmou-se, acrescenta-se a última citação, que além dos ‘gaps’ relacionados tanto ao ‘objeto’ quanto ao ‘objetivo’, ao longo da história, se mantiveram grandes lacunas relativas aos ‘métodos e técnicas’ analíticas empregadas pela ciência geográfica.

Resgatando a discussão sobre os vários aspectos teórico-metodológicos dos MQCs, que permearam ‘obscuros’ à ciência geográfica e, especialmente, a Geografia Quantitativa, acredita-se que esses estiveram/estão relacionados a:

- ☁ Desatenção aos pressupostos e limites dos métodos e técnicas quantitativas;
- ☁ Desconsideração da necessidade de observação de dado fenômeno não só de forma absoluta, mas também relativa, inclusive, no que tange a sua dimensão temporal.

Como mencionado no início desta seção, a Geografia Quantitativa emerge da tentativa, correlata a uma imperiosa necessidade, de (uma nova) sistematização teórica e, sobretudo, metodológica da ciência geográfica.

Em face disso, e do avassalador desenvolvimento da ciência Moderna (alicerçada na universalização de um modelo ou método tipicamente científico), somadas às críticas à Geografia Tradicional, e ao vislumbre de inserção definitiva no ‘rol’ das ciências de destaque à época, os geógrafos “mais arrojados” não hesitaram

em “mergulhar” naquele “oceano”, até então, muito pouco explorado e conhecido: os métodos Quantitativos.

Finalmente, diante da discussão aqui apresentada, comunga-se, integralmente, com o pensamento de Camargo e Reis Júnior (2004, p.375) que sinalizam que “os diásporos de uma Geografia tocada pela premência de recursos explanatórios objetivos e eficientes (úteis para tomada de decisão e o planejamento, portanto) ainda respiram”.

Portanto, entende-se que estejam (ou não) formalmente atrelados à Geografia Quantitativa, os Métodos Quantitativos podem contribuir, sobremaneira, para que a ciência geográfica alcance o propósito supramencionado.

8.2 MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS APLICADOS À CARACTERIZAÇÃO DA QUADRA CHUVOSA (FMAM) DO SEMIÁRIDO POTIGUAR

A avaliação do comportamento, para fins de caracterização (quantitativa), das precipitações pluviométricas no Semiárido brasileiro tem sido, historicamente, objeto de vários estudos, em particular, ligados ao período chuvoso da citada região geográfica.

Por caracterização, entenda-se esse como a “ação ou efeito de caracterizar, de destacar as características e particularidades de algo [...] (DICIO, 2018)”.

Retomando ao ponto central da discussão, tal fato possui várias justificativas, dentre elas (MARENGO, 2008, p.149-150):

- ☁ Além da elevada e comum variabilidade espaço-temporal das precipitações pluviais na região, a ocorrência, frequente, de ‘veranicos’ na estação chuvosa;
- ☁ Devido ao período se configurar como aquele em que ocorre, dentre o ano, o maior cômputo e, portanto, acúmulo da precipitação pluvial na região;
- ☁ A relevância que tal estação possui para recarga dos recursos hídricos (principalmente os superficiais) e, conseqüentemente, para o abastecimento e dinamismo das atividades econômicas da área;

☁ O impacto econômico das Secas Meteorológicas, Hidrológicas e Agrícolas sobre as ‘Secas Sociais’, acima de tudo, sobre parcela significativa da população residente na área que depende, quase que exclusivamente, de atividades ligadas à agricultura de sequeiro, e da ‘pecuária rudimentar’ (sobretudo, a bovina) para sua subsistência;

☁ Recentemente, devido as ameaças da futura mudança climática global, e seus diversos impactos negativos previstos;

☁ Em função das lacunas, ainda existentes, a despeito das técnicas de análise empregadas em tais trabalhos.

Em face do exposto, especialmente do último ponto citado, desponta o interesse mais notório deste trabalho.

Assim, nesta seção, objetiva-se caracterizar as precipitações pluviométricas acumuladas na quadra chuvosa (FMAM), para o período de 1998-2017, especialmente, para as ECP de Apodi-RN, Caicó-RN, Cruzeta-RN, Florânia-RN e Macau-RN, todas, inseridas na região-clima Semiárida-Semiárido Potiguar –, a luz das principais técnicas quantitativas, tradicionalmente, empregadas para tal fim.

Para tanto, inicialmente, tem-se exibido, logo abaixo no quadro 8, os dados-base consolidados desta pesquisa, após esses terem sido submetidos aos processos de tabulação, apuração, crítica e, finalmente, validação com vistas à exposição e análise:

Quadro 8 – Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM), no período 1998-2017, para os Municípios/Estações Estudadas

Série Temporal	Apodi-RN (mm)	Caicó-RN (mm)	Cruzeta-RN (mm)	Florânia-RN (mm)	Macau-RN (mm)
1998	264,3	56,7	203,6	184,7	78,2
1999	388,2	210,6	324,6	239,4	248,5
2000	685,0	493,1	411,0	648,5	582,1
2001*	372,9	468,5	293,2	294,0	229,5

Série Temporal	Apodi-RN (mm)	Caicó-RN (mm)	Cruzeta-RN (mm)	Florânia-RN (mm)	Macau-RN (mm)
2002	415,0	400,9	580,3	447,1	409,7
2003	520,7	338,8	370,7	387,7	399,8
2004	580,3	309,0	475,0	444,0	281,0
2005	463,4	404,8	342,6	306,3	329,2
2006	642,6	737,6	575,8	594,1	673,4
2007	526,4	584,4	482,2	485,3	381,9
2008	756,1	781,7	612,9	820,6	539,8
2009	916,6	881,0	862,9	1047,1	939,8
2010	359,6	381,3	281,4	288,6	205,4
2011	889,0	808,9	685,3	663,8	571,2
2012	204,9	90,1	160,7	123,9	174,4
2013	322,7	359,4	177,5	191,6	92,9
2014	482,5	541,8	570,9	745,8	212,0
2015	259,0	350,8	312,0	344,8	281,9
2016**	176,0	324,5	316,8	238,1	14,5
2017**	508,4	570,4	409,2	395,3	96,5
* Dados estimados com base em Cruzeta-RN. ** Dados da EMPARN-EMATER, apenas para Macau-RN. Os demais dados foram obtidos junto ao BDMEP-INMET.					

Fonte: Próprio autor, 2018.

A seguir, será iniciada esta seção a partir do emprego da análise de (distribuição) frequência às cinco séries históricas em estudo.

Logo abaixo, no quadro 9, observa-se a distribuição de frequência da precipitação pluvial acumulada na estação chuvosa (FMAM), referente aos últimos 20 anos, para o município/ECP de Apodi-RN.

Quadro 9 – Distribuição de Frequência da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) em Apodi-RN (1998-2017)

i	Intervalos (mm)	f_i	fr_i	fr_iP (%)	FrP (%)
1	176,0 † 324,1	5	0,25	25,00	25,00
2	324,1 † 472,2	5	0,25	25,00	50,00
3	472,2 † 620,4	5	0,25	25,00	75,00
4	620,4 † 768,5	3	0,15	15,00	90,00
5	768,5 † 916,6	2	0,10	10,00	100,00
	Σ	20	1,00	100,00	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como pode ser observado no quadro 9 – que apresenta, a partir de intervalos de classe, o total acumulado na quadra chuvosa (FMAM) em Apodi-RN (1998-2017) – os três primeiros intervalos (mm) possuem frequências simples (f_i , fr_i e $fr_iP\%$) iguais, sendo essas, também, aquelas com os maiores valores da distribuição. Além disso, somadas, elas representam um total de 15/20 anos da série analisada.

Deste modo, com base em tais resultados, pode-se concluir que em 75,00% dos anos, referentes as duas últimas décadas (1998-2017), o acumulado na quadra chuvosa (FMAM) de Apodi-RN foi inferior a 620,4mm.

Ao mesmo tempo, percebe-se, também, que volumes iguais ou superiores a 620,4mm – equivalentes ao 4º e 5º intervalo –, para a mesma localidade, só foram observados em 25,00% dos anos (em média, um a cada quatro anos) da supradita série.

Ou seja, para a estação/município de Apodi-RN, nas duas últimas décadas, apenas cinco anos apresentaram totais pluviais, na quadra chuvosa (FMAM), acima do intervalo mediano (3º intervalo).

Abaixo, no quadro 10, tem-se a mostra da distribuição de frequência da precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa (FMAM), das duas últimas décadas, para a segunda estação em estudo: Caicó-RN.

Quadro 10 – Distribuição de Frequência da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) em Caicó-RN (1998-2017)

i	Intervalos (mm)	f _i	fr _i	fr _i P (%)	Fr _i P (%)
1	56,7 † 221,6	3	0,15	15,00	15,00
2	221,6 † 386,4	6	0,30	30,00	45,00
3	386,42 † 551,3	5	0,25	25,00	70,00
4	551,3 † 716,1	2	0,10	10,00	80,00
5	716,1 † 881,0	4	0,20	20,00	100,00
	Σ	20	1,00	100,00	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

Diferentemente do padrão observado para a estação de Apodi-RN (no quadro 9), os intervalos de frequência da distribuição de Caicó-RN possuem frequências simples, relativamente, diferentes.

Deste modo, com base em tais resultados, pode-se concluir que em 70,00% dos anos (ou 14/20 anos), referentes as duas últimas décadas (1998-2017), o acumulado na quadra chuvosa (FMAM) de Caicó-RN foi inferior a 551,3mm.

Concomitantemente, nota-se, também, que acumulados iguais ou superiores a 551,3mm – equivalentes ao 4º e 5º intervalo – para Caicó-RN, representaram um percentual minoritário de 30,00% (em média, cerca de um a cada três anos) em relação aos anos da mencionada série temporal.

Ou seja, para a ECP/município de Caicó-RN, somente em seis dos últimos 20 anos consecutivos, mas interruptos, foram verificados totais pluviais, na estação chuvosa (FMAM), acima de um padrão mediano (3º intervalo).

A seguir, no quadro 11, é exposta a distribuição de frequência da precipitação pluvial acumulada na estação chuvosa (FMAM), para Cruzeta-RN, dos últimos 20 anos.

Quadro 11 – Distribuição de Frequência da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) em Cruzeta-RN (1998-2017)

i	Intervalos (mm)	f _i	fr _i	fr _i P (%)	Fr _i P (%)
1	160,7 † 301,1	5	0,25	25,00	25,00
2	301,1 † 441,6	7	0,35	35,00	60,00
3	441,6 † 582,0	5	0,25	25,00	85,00
4	582,0 † 722,5	2	0,10	10,00	95,00
5	722,5 † 862,9	1	0,05	5,00	100,00
	Σ	20	1,00	100,00	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

Mais próximo daquilo que se observou para o município/estação de Caicó-RN (no quadro 10), do que foi verificado em Apodi-RN, os intervalos de frequência da distribuição de Cruzeta-RN apresentam-se como bem mais concentrados do intervalo mediano (3° intervalo) para “baixo” (inferiores a ele), do que dele para “cima” (superiores a ele).

Assim, a partir destes dados, percebe-se que em 85,00% dos anos (ou 17/20 anos), relativos as duas décadas mais recentes, o acumulado na quadra chuvosa (FMAM) de Cruzeta-RN foi inferior a 582,0mm.

Conjuntamente, verifica-se, também, que acumulados iguais ou superiores a 582,0mm – equivalentes ao 4° e 5° intervalo – para o mesmo município/estação, representaram um percentual bastante reduzido (exatamente, 15,00%) no que tange aos anos analisados.

Portanto, para a ECP/município de Cruzeta-RN, apenas em três dos últimos 20 anos, foram verificados totais pluviais, na quadra chuvosa (FMAM), acima de um intervalo tido como mediano (3° intervalo).

No quadro 12, *a posteriori*, é observada a distribuição de frequência da precipitação pluviométrica acumulada na estação chuvosa (FMAM), relativa ao período de 1998 a 2017, para o município/ECP de Florânia-RN.

Quadro 12 – Distribuição de Frequência da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) em Florânia-RN (1998-2017)

i	Intervalos (mm)	f _i	f _{ri}	f _{riP} (%)	F _{riP} (%)
1	123,9 F 308,5	8	0,40	40,00	40,00
2	308,5 F 493,2	6	0,30	30,00	70,00
3	493,2 F 677,8	3	0,15	15,00	85,00
4	677,8 F 862,5	2	0,10	10,00	95,00
5	862,5 F 1047,1	1	0,05	5,00	100,00
	Σ	20	1,00	100,00	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

Muito próximo do padrão verificado para Cruzeta-RN (*vide* o quadro 11), os três primeiros intervalos da distribuição de frequência Florânia-RN, somados, totalizam 17/20 anos da série histórica avaliada.

Logo, em face destes resultados, pode-se notar que em 85,00% da série histórica (1998-2017), o acumulado na quadra chuvosa (FMAM) de Florânia-RN foi inferior a 677,8mm.

Ainda sobre o município/ECP de Florânia, é possível perceber-se, ainda, que acumulados iguais ou superiores a 677,8mm – equivalentes ao 4º e 5º intervalo –, representam 15,00%, apenas, da série cronológica em estudo; mesmo percentual observado para a ECP de Cruzeta-RN.

Portanto, para a ECP/município de Florânia-RN, somente em três dos últimos 20 anos analisados, foram verificados totais pluviais, na quadra chuvosa (FMAM), superiores ao seu intervalo classificado como mediano (3º intervalo).

Apesar das semelhanças entre as distribuições de frequência de Cruzeta-RN e Florânia-RN – em especial, no que tange ao mesmo número de anos tanto “abaixo” quanto “acima” do intervalo tido como mediano – deve-se atentar que há significativas variações entre elas, sobretudo, quanto aos limites de cada um dos seus respectivos intervalos, inclusive o mediano, e, também, na frequência dos dois primeiros intervalos; o que torna tal comparação, extremamente, delicada e, por que não dizer, indevida.

No quadro 13, logo a seguir, é exposta a distribuição de frequência da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM), relativa a série temporal de 1998 a 2017, para o município/ECP de Macau-RN.

Quadro 13 – Distribuição de Frequência da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) em Macau-RN (1998-2017)

i	Intervalos (mm)	f _i	f _{ri}	f _{ri} P (%)	F _{ri} P(%)
1	14,5 F 199,6	5	0,25	25,00	25,00
2	199,6 F 384,6	8	0,40	40,00	65,00
3	384,62 F 569,7	3	0,15	15,00	80,00
4	569,7 F 754,74	3	0,15	15,00	95,00
5	754,7 F 939,8	1	0,05	5,00	100,00
	Σ	20	1,00	100,00	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

Analisando-se o quadro 13, é possível notar que o acumulado obtido para os três primeiros intervalos da distribuição corresponde a 16/20 anos da série temporal.

Assim, a partir de tais dados, pode-se concluir que, para a ECP de Macau-RN, 80,00% dos anos avaliados registraram, na quadra chuvosa (FMAM), volumes acumulados de precipitação pluvial inferiores a 569,7mm.

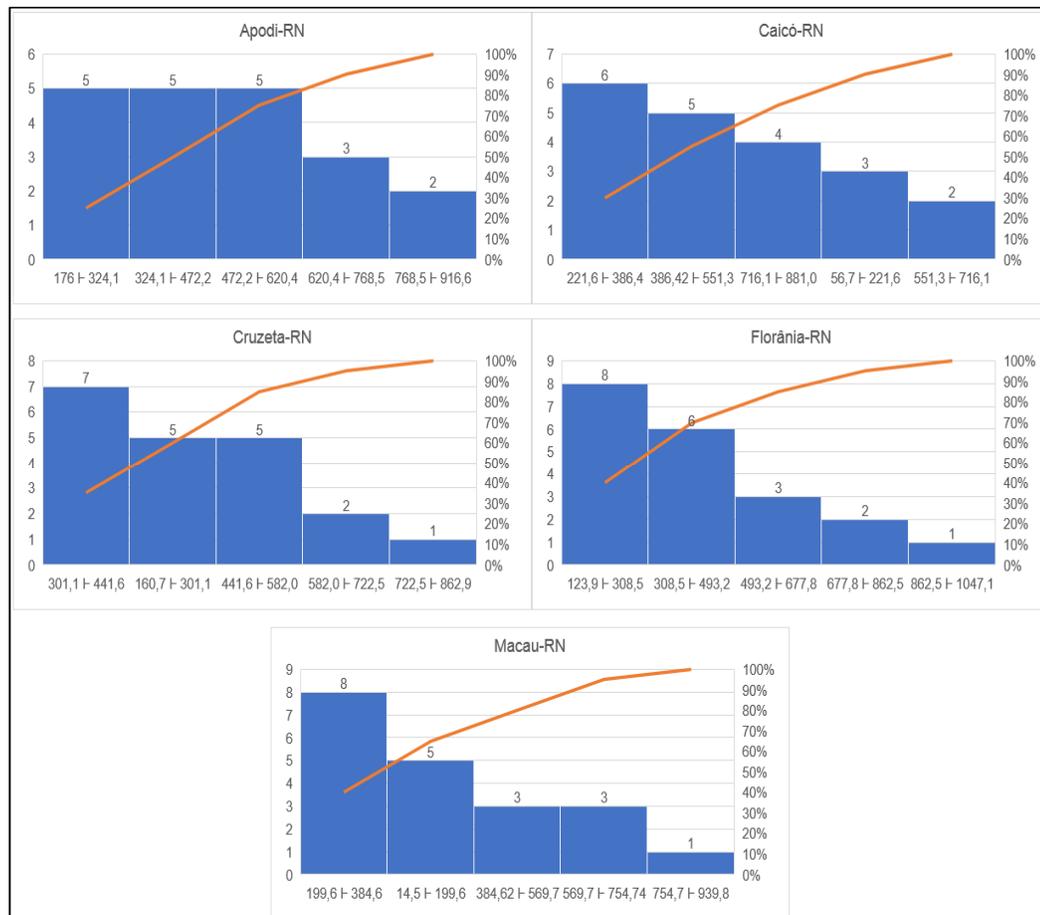
Destaca-se que, dos 80% dos anos a pouco mencionados, justamente metade (50,00%) deles corresponde ao 2º intervalo de classe. Logo, tem-se que em 40% daqueles (8/20 anos), a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) de Macau-RN esteve entre 199,6mm F 384,6mm.

Paralelamente, nota-se, também, que volumes de chuva (na estação chuvosa) iguais ou superiores a 569,7mm – relativos ao 4º e 5º intervalo – só foram observados em 20,00% dos anos (em média, um a cada cinco anos) da supramencionada série.

Ou seja, para a estação/município de Macau-RN, nas duas últimas décadas, apenas cinco anos apresentaram totais pluviais, relativos a quadra chuvosa (FMAM), acima do intervalo mediano (3º intervalo).

Abaixo, na figura 14, o comportamento conjunto das distribuições de frequência da precipitação pluvial acumulada na quadra, é apresentado sob a forma de Diagramas de Pareto.

Figura 14 – Distribuições de Frequência das Precipitações Acumuladas na Quadra Chuvosa (FMAM), no período de 1998-2017, para as Estações Analisadas, via Diagramas de Pareto



Fonte: Próprio autor, 2018.

A figura acima sintetiza toda a descrição e discussão realizada anteriormente, na medida que apresenta, para cada município/estação, suas distribuições de frequência, conjuntamente, em Diagramas de Pareto.

Além disso, a figura facilita o processo de análise comparativa entre cada município/estação, já destacado, como limitado; dadas as particularidades da distribuição da precipitação pluvial de cada localidade.

A partir da citada figura, ratificam-se as proposições inicialmente realizadas, que evidenciaram um número minoritário de anos (variando de 15,00% a 25,00% das duas décadas avaliadas) com elevados volumes acumulados de precipitação pluviométrica na quadra chuvosa (FMAM), em cada um dos municípios/estações em

estudo. E, ao contrário, em um percentual majoritário dos anos (variando entre 75,00% a 85,00%), o registro de volumes acumulados tidos como medianos ou baixos.

Destaca-se que se considerou, como volumes elevados de precipitação pluvial, acumulados na quadra chuvosa (FMAM), aqueles classificados e imputados no 4° ou 5° intervalos, especificamente, de cada distribuição de frequência. Por conseguinte, os anos tidos como medianos ou baixos, foram aqueles que tiveram seus totais inseridos no 1°, 2° ou 3° intervalo.

A seguir, de modo a complementar o conjunto de avaliações propostas para esta seção, serão expressos os resultados obtidos a partir do emprego das demais técnicas quantitativas descritivas utilizadas neste trabalho.

Destaca-se que se fez uso de tais métricas a fim de responder os seguintes questionamentos: 1. Sinteticamente, qual o comportamento da precipitação acumulada na quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido Potiguar, nas últimas duas décadas? 2. Como tal comportamento se deu em relação à concentração destes acumulados por faixas (majoritárias) de pluviosidade? 3. Como pode ser descrito o seu padrão de variabilidade temporo-espacial? 4. Qual o nível de (a)normalidade de sua distribuição anual?

Abaixo, no quadro 14, são apresentados os resultados obtidos para as três Medidas de Tendência Central (MTDs) em estudo (Média Aritmética Simples, Moda e Mediana), de modo a responder a primeira indagação mencionada:

Quadro 14 – Avaliação do Comportamento da Precipitação Pluviométrica Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) a partir das Medidas de Tendência Central (1998-2017)

ESTAÇÕES	\bar{x} (mm)	M _o (mm)	M _d (mm)	Desvio Mínimo da Média (mm)	Desvio Máximo da Média (mm)
Apodi-RN	486,7	#N/D	473,0	4,2	429,9
Caicó-RN	454,7	#N/D	402,9	13,8	426,3
Cruzeta-RN	422,4	#N/D	390,0	11,4	440,5
Florânia-RN	444,5	#N/D	391,5	0,5	602,6
Macau-RN	337,1	#N/D	281,5	7,9	602,7

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como pode ser observado a partir do quadro 14, a estação de Apodi-RN foi aquela que apresentou a maior precipitação média acumulada na quadra chuvosa (FMAM), para o período de 1998-2017, com diferença máxima de 149,6mm, em relação a Macau-RN (que registrou a menor média histórica, dentre as cinco estações) e mínima de 32,0mm, quando comparada à Caicó-RN (segunda maior média histórica).

No tocante às variações anuais da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) de cada estação, observou-se que o desvio mínimo – em termos absolutos (ABS) – de cada ano (x_i) em relação a suas respectivas precipitações médias (\bar{x}), foi mais acentuado em Caicó-RN (13,8mm) e menor em Florânia-RN (0,5mm).

Já em relação ao desvio máximo, a estação de Macau-RN foi aquela que registrou a maior diferença da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM), em um certo ano, para com a sua respectiva média histórica. Contrariamente, a estação de Caicó-RN foi aquela que apresentou um desvio menos acentuado.

Destaca-se que ponderações específicas, a despeito das variações, sobretudo, intrínsecas a cada série temporal (ou seja, entre os anos de cada série), só poderão ser (e serão) realizadas mais adiante, quando se fizer uso de outro conjunto de medidas, denominadas de Variabilidade ou Dispersão.

Continuando as análises a partir das demais MTDs, nota-se que, em nenhuma das estações, as Modas das séries foram observadas (#N/D). Tal fato, certamente, está associado a inexistência de dados, exatamente, iguais em cada uma das séries. Logo, conclui-se que, em todos os anos avaliados, para todas as estações, o acumulado na quadra chuvosa (FMAM) variou.

Igualmente ao que foi percebido para a média aritmética simples, o maior valor mediano, referente a precipitação acumulada na quadra chuvosa (FMAM), para o recorte temporal em análise, foi registrado na estação de Apodi-RN (473,0mm). Além disso, seguindo o mesmo padrão, o valor mediano mais baixo foi registrado em Macau-RN (281,5mm).

A partir destes últimos resultados, conclui-se que em metade dos anos avaliados, a estação de Apodi-RN apresentou totais acumulados na quadra chuvosa (FMAM) superiores à 473,0mm e, ao mesmo tempo, na outra metade dos anos ela registrou totais inferiores ao citado valor.

Enfatiza-se que, alterado seu respectivo valor mediano, a interpretação acima pode ser, tranquilamente, realizada para as demais estações.

O destaque para Apodi-RN, neste caso, deu-se em função daquela estação ter registrado o maior valor mediano.

Adiante, fazendo uso, agora, das Medidas Separatrizes (os Quartis e, sobretudo, os Percentis), observar-se-ão os resultados que serão produzidos a partir do seu emprego.

Ressalta-se que as supraditas medidas foram usadas para avaliar a concentração dos totais acumulados na quadra chuvosa (FMAM), em relação às duas últimas décadas, por faixas (majoritárias) de pluviosidade. Ou seja, elas trarão resposta à segunda indagação, anteriormente, descrita.

Quadro 15 – Avaliação do Comportamento da Precipitação Pluviométrica Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) a partir das Medidas Separatrizes (1998-2017)

ESTAÇÕES	P ₁₀ (mm)	1Q (mm)	3Q (mm)	P ₉₀ (mm)
Apodi-RN	210,3	331,9	627,0	875,7
Caicó-RN	102,2	328,1	580,9	806,2
Cruzeta-RN	180,1	297,9	574,6	678,1
Florânia-RN	185,4	251,7	634,9	813,1
Macau-RN	79,7	182,2	507,3	664,3

Fonte: Próprio autor, 2018.

Analisando, conjuntamente, os resultados apontados para os cálculos do P₁₀, Q₁, Q₃ e P₉₀, que podem ser verificados a partir do quadro 15, chegar-se-á as seguintes conclusões:

- ☁ Para Apodi-RN, nas últimas duas décadas (1998-2017), o acumulado de precipitação pluvial, na estação chuvosa (FMAM), foi inferior a: 210,3mm (P₁₀),

em, apenas, 1/10 ou 10,00% dos anos da série analisada; 331,9mm (Q₁), em, somente, ¼ ou 25,00% da série avaliada; 627,0mm (Q₃), em ¾ ou 75,00% dos anos estudados; 875,7mm (P₉₀), em 9/10 ou 90,00% do tempo em análise;

☁ Já em relação à Caicó-RN, os resultados mostram que a precipitação acumulada na quadra (FMAM) foi de, até: 102,2mm (P₁₀), em, apenas, 1/10 ou 10,00% dos anos da série analisada; 328,1mm em, somente, ¼ ou 25,00% dos anos da série; 580,9mm (Q₃), em ¾ ou 75,00% dos anos estudados; 806,2mm (P₉₀), em 9/10 ou 90,00% das últimas duas décadas.

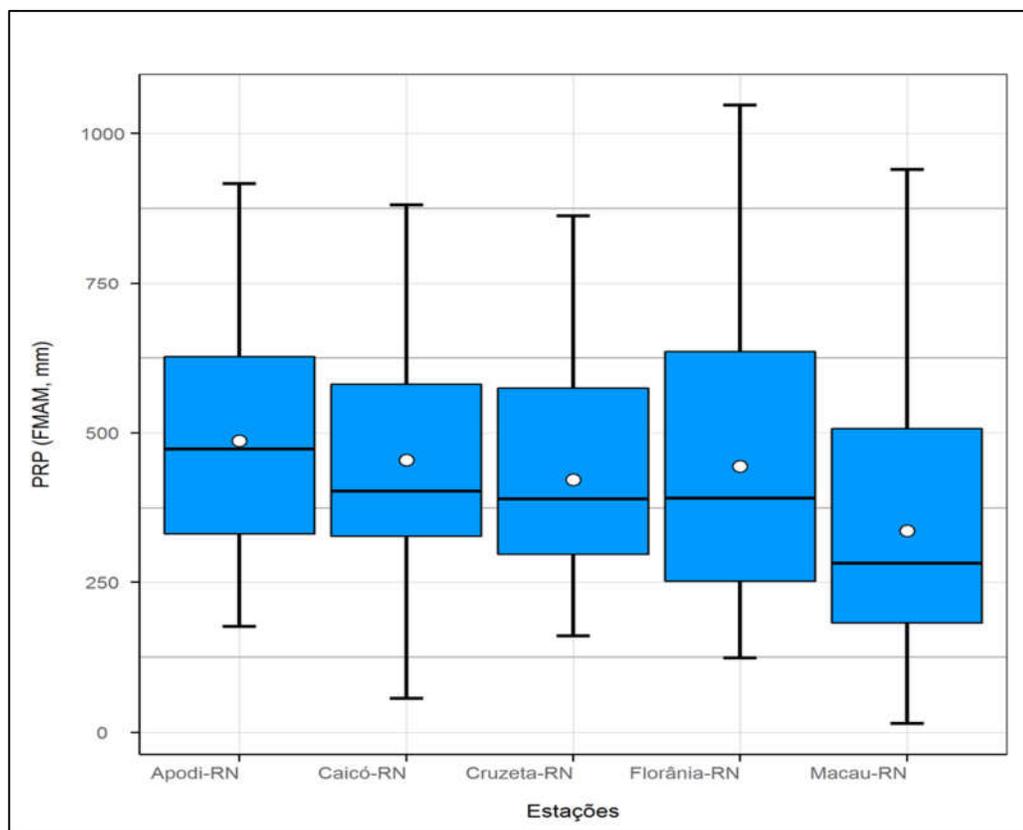
☁ Em relação a Cruzeta-RN, observou-se que os seus acumulados na quadra chuvosa (FMAM), para o mesmo período, foram inferiores à: 180,1mm, (P₁₀), em, apenas, 1/10 ou 10,00% dos anos da série analisada; 297,9mm, (Q₁), em, somente, ¼ ou 25,00% dos anos; 574,6mm (Q₃), em ¾ ou 75,00% dos anos estudados; 678,1mm (P₉₀), em 9/10 ou 90,00% do tempo em análise.

☁ No que tange a Florânia-RN, nota-se que a precipitação pluviométrica acumulada na quadra (FMAM), nos últimos 20 anos, foi menor que: 185,4mm (P₁₀), em, apenas, 1/10 ou 10,00% dos anos da série analisada; 251,7mm (Q₁), em, somente, ¼ ou 25,00% dos anos; 634,9mm (Q₃), em ¾ ou 75,00% dos anos estudados; 813,1mm, (P₉₀), em 9/10 ou 90,00% das últimas duas décadas.

☁ Finalmente, em relação à Macau-RN, nas últimas duas décadas (1998-2017), o acumulado de precipitação pluvial, na estação chuvosa (FMAM), foi inferior a: 79,7mm (P₁₀), em, apenas, 1/10 ou 10,00% dos anos da série analisada; 182,2mm (Q₁), em, somente, ¼ ou 25,00% dos anos; 507,3mm (Q₃), em ¾ ou 75,00% dos anos estudados; 664,3mm (P₉₀), em 9/10 ou 90,00% das últimas duas décadas.

A seguir, na figura 15, tem-se cinco *boxplots* que representam o comportamento das séries temporais de cada estação, com vistas a avaliação combinada de inúmeros aspectos de suas respectivas distribuições:

Figura 15 – *Boxplots* da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) para as Estações Analisadas (1998-2017)



Fonte: Próprio autor, 2018.

Dentre os diversos aspectos que podem ser abordados, a partir da representação gráfica acima, será enfatizado, neste momento, os valores e as variações referentes aos seus quartis (Q_1 e Q_3).

Destaca-se que, neste gráfico, o Q_1 e o Q_3 são, respectivamente, apresentados no início (de 'baixo' para 'cima') da caixa e em seu final.

Isto dito, pode-se perceber que o Q_3 de maior destaque foi o de Florânia-RN (634,9mm) e o menor o de Macau-RN (507,3mm). Ademais, o Q_1 mais pronunciado foi o de Apodi-RN (331,9mm) e o menor o de Macau-RN (182,2mm).

Outro aspecto importante e observável no gráfico é a Distância ou Intervalo Interquartilício (IQ, diferença entre Q_3 e Q_1).

A partir dele observa-se que o maior IQ é o de Florânia-RN (383,2mm) e o menor o de Caicó-RN (252,8mm). Ademais, os valores de tais distâncias (interquartis)

para as demais estações são os seguintes: Cruzeta-RN, 276,7mm; Apodi-RN, 295,1mm; e Macau-RN, 325,1mm.

Enfatiza-se que tais resultados implicam, diretamente, para a variável e sua temporalidade estudada, em maior ou menor concentração dos valores de cada distribuição.

Portanto, a partir dos IQ_s calculados, pode-se concluir que, em metade dos anos (50,0%) avaliados, as precipitações pluviiais acumuladas na quadra chuvosa (FMAM) foram em:

- ☁ Apodi-RN, maiores que 331,9mm e menores que 627,0mm;
- ☁ Caicó-RN, superiores à 328,1mm e inferiores à 580,9mm;
- ☁ Cruzeta-RN, maiores que 297,9mm e menores que 574,6mm;
- ☁ Florânia-RN, superiores à 251,7mm e inferiores à 634,9mm;
- ☁ Macau-RN, maiores que 182,2mm e menores que 507,3mm.

A fim de ampliar as perspectivas de análise sobre o comportamento pluviométrico, na quadra chuvosa (FMAM), do Semiárido Potiguar, a seguir, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir do emprego das Medidas de variabilidade ou Dispersão as séries estudadas. Tais resultados encontram-se no quadro 16:

Quadro 16 – Variação da Precipitação Pluviométrica Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) a partir das Medidas de Dispersão (1998-2017)

ESTAÇÕES	Mín. (mm)	Máx. (mm)	AT (mm)	s (mm)	s ² (mm)	CV (%)
Apodi-RN	176,0	916,6	740,6	210,7	44.394,0	43,3
Caicó-RN	56,7	881,0	824,3	225,6	50.884,0	49,6
Cruzeta-RN	160,7	862,9	702,2	182,3	33.235,0	43,2
Florânia-RN	123,9	1047,1	923,2	241,7	58.403,5	54,4
Macau-RN	14,5	939,8	925,3	231,4	53.539,0	68,6

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir do quadro acima, pode-se perceber, já inicialmente, que o valor mínimo absoluto do acumulado pluvial na estação chuvosa (FMAM), nas últimas duas décadas, ocorreu em Macau-RN (14,5mm, em 2016). Ao contrário, nota-se que o acumulado máximo absoluto, para mesma unidade e recorte temporal, deu-se em Florânia-RN (1.047,1mm, em 2009).

Por sinal, merece ser destacado que os acumulados pluviométricos mínimos de todas as ECP ocorreram entre 2012 e 2016; com exceção de Caicó-RN (1998).

Igualmente, observou-se – não a partir do quadro 15, mas do quadro 8 – que os volumes máximos acumulados na quadra chuvosa (FMAM), de todas as estações, ocorreu num mesmo ano: 2009.

A partir do quadro 16 é possível verificar que, sob o ponto de vista da amplitude total (diferença entre o máximo e mínimo registrados) as ECP que apresentaram maior variabilidade, quanto a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM), nos últimos 20 anos, foram Macau-RN (925,3mm) e Florânia-RN (923,2mm). Contrariamente, as menores ‘ATs’ ocorreram em Cruzeta-RN (862,9mm) e Apodi-RN (740,6mm).

Graficamente, ou seja, a partir da figura 15, pode-se notar o comportamento supradito ao avaliar as maiores distâncias entre os “bigodes” (registros dos mínimos e dos máximos) dos *boxplots* para as ECP de Macau-RN e Florânia-RN; ao contrário do que se verifica para Cruzeta-RN e Apodi-RN.

Por sinal, avaliando-os com atenção, irá se perceber que (visualmente) há, apenas, uma ligeira diferença entre as distâncias máximas e mínimas (que produzem a ‘AT’) de Florânia-RN (maior ‘AT’) em relação a Macau-RN (AT = 925,3mm). Logo, conclui-se que os extremos das citadas estações são, praticamente, iguais e que só podem ser, precisamente, diferenciados a partir do cálculo da ‘AT’.

Centrando-se o olhar na Variância Amostral (s^2) e no Desvio Padrão Amostral (s) – medidas que avaliam a dispersão não apenas baseando-se nos extremos, mas levando em conta todos os dados da série –, perceber-se-á que o padrão de variabilidade, nas últimas duas décadas, da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM), para as ECP em estudo, é bastante semelhante aquele observado por meio das ‘ATs’.

Atentando-se para o quadro 16, verifica-se que as menores 's²' e 's' ocorreram em Cruzeta-RN (33.235,0mm e 182,3mm, respectivamente) e Apodi-RN (44.394,0mm e 210,7mm, respectivamente). Do contrário, as maiores 's²' e 's' foram observadas em Florânia-RN (58.403,5mm e 241,7mm, respectivamente) e Macau-RN (53.539,0mm e 231,4mm, respectivamente).

Levando-se em conta que tanto a Variância Amostral (s²) quanto o Desvio Padrão Amostral (s) traduzem a dispersão (ou variabilidade) dos dados em torno da Média Aritmética de uma dada série – 's² de forma quadrática e o 's' de modo simples –, poder-se-á concluir que a intensidade da variação interanual, referente aos totais pluviiais acumulados na quadra chuvosa (FMAM), relativos as duas últimas décadas, deu-se de maneira mais expressiva em Florânia-RN e Macau-RN.

Finalmente, a quarta e última Medida de Dispersão (MD) utilizada para avaliação da variabilidade pluvial da quadra chuvosa (FMAM), nas últimas décadas, nas ECP em estudo, foi o Coeficiente de Variação Amostral (CV_a).

Tida como a razão entre o Desvio Padrão Amostral (s) e a Média Aritmética Simples (\bar{x}), de uma ou mais séries de dados, o CV_a destaca-se como uma relevante 'MD', sobretudo, por possibilitar a interpretação, tanto qualitativa quanto quantitativa, da intensidade da variação (em torno da média) de tal(is) série(s).

Logo abaixo, no quadro 17, são apresentadas duas classificações, teórico-práticas, úteis para a devida interpretação do CV_a:

Quadro 17 – Fundamentações Teórico-Práticas para Classificação e Devida Interpretação do Coeficiente de Variação Amostral (CV_a)

CLASSIFICAÇÕES E INTERPRETAÇÕES DO CV_a (%)		
Pimenta Gomes (1990)	Baixo	$CV_a < 10,0\%$
	Médios	$10,0\% < CV_a < 20,0\%$
	Altos	$20,0\% < CV_a < 30,0\%$
	Muito Alto	$CV_a \geq 30,0\%$
Ferreira (1991)	Ótima Precisão	$CV_a \leq 10,0\%$
	Boa Precisão	$10,0\% < CV_a \leq 15,0\%$
	Regular Precisão	$15,0\% < CV_a \leq 20,0\%$
	Péssima Precisão	$20,0\% < CV_a \leq 30,0\%$
	Muito Péssima Precisão	$CV_a > 30,0\%$

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como já apresentado e discutido, profundamente, na seção 7.4.4.4 deste trabalho, não há, na literatura técnico-científica, um consenso quanto as categorias e limites intervalares que devem nortear a interpretação devida do CV_a . Dentre outras justificativas, isto se dá devido as características da(s) variável(eis) em estudo e ao rigor idealizado para seus resultados.

Realizadas estas necessárias ponderações, e atentando-se para os pressupostos necessários ao emprego do CV_a (descritos na seção 7.4.4.4), pode-se verificar, a partir do quadro 16, que as ECP que tiveram maior variação de seus totais acumulados na quadra chuvosa (FMAM), nos últimos 20 anos, foram Macau-RN (68,6%) e Florânia-RN (54,4%). De maneira oposta, as ECP de Cruzeta-RN (43,2%) e Apodi-RN (43,3%) registraram os menores CV_a ; por sinal, seus valores foram, aproximadamente, iguais.

Associando os dados e informações contidas nos quadros 16 e 17, é possível concluir que:

- ☛ Segundo a classificação de Pimenta Gomes (1990), todas as ECP tiveram variações 'muito altas' ($CV_a \geq 30,0\%$) de seus acumulados pluviais registrados na quadra chuvosa (FMAM), nas últimas duas décadas;

☁ De acordo com a classificação de Ferreira (1991), experimentos realizados em todas as estações, apontarão ‘muito péssima precisão’ no que tange a variabilidade.

A partir dos resultados obtidos, a luz das diversas técnicas para análise da variabilidade interanual das precipitações pluviométricas acumuladas na quadra chuvosa (FMAM), conclui-se que, nas últimas duas décadas, o comportamento da variável estudada, para todas as ECP aqui avaliadas, mostrou-se como bastante semelhante, pois todas elas se enquadraram (em ambas as classificações) nas mesmas categorias extremas de CV_a (‘Muito Alto’ e ‘Muito Péssima Precisão’).

A seguir, as séries temporais pluviométricas em estudo, serão avaliadas segundo o último conjunto de técnicas descritivas aqui empregado: Medidas de Assimetria e Curtose.

Como já destacado na seção 7.4.5.1, as Medidas de Assimetria e de Curtose, apesar de distintas, possuem como objetivo principal avaliar o nível de normalidade, ou deformação, de uma distribuição de dados. Portanto, são medidas que devem ser empregadas, previamente, à uma série de outras técnicas analíticas, sobretudo, aquelas que se caracterizam por serem de cunho exploratório ou, em especial, inferenciais.

Especificamente para se avaliar a Assimetria das séries em estudo, foram empregadas duas medidas: a Assimetria de Pearson (A_s) e a de Bowley (g_b).

Destaca-se, sucintamente, que ‘ A_s ’ é função de Média Aritmética Simples (\bar{x}), da Mediana (M_d) e do Desvio Padrão Amostral (s). Já ‘ g_b ’ é encontrado a partir dos resultados da Mediana, do 1º Quartil (Q_1) e do 3º Quartil (Q_3).

No que tange a Curtose das mesmas séries, fez uso, apenas, do Coeficiente Percentílico de Curtose (CPC).

Quanto ao ‘CPC’, resumidamente, esse é cálculo por meio dos resultados da Amplitude Semi-interquartilica (Q), do 10º Percentil (P_{10}) e do 90º Percentil (P_{90}).

Os resultados obtidos para as supramencionadas medidas, encontram-se, abaixo, no quadro 18:

Quadro 18 – Apreciação do Padrão de Assimetria e Curtose da Precipitação Pluviométrica Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM), 1998-2017

ESTAÇÕES	ASSIMETRIA		CURTOSE
	A_s (Pearson)	g_b (Bowley)	C
Apodi-RN	0,20	0,04	0,222
Caicó-RN	0,69	0,41	0,180
Cruzeta-RN	0,53	0,33	0,278
Florânia-RN	0,66	0,27	0,305
Macau-RN	0,72	0,39	0,278

Fonte: Próprio autor, 2018.

Em relação a Assimetria, nota-se que, seja a partir da medida de Pearson ou através da medida de Bowley, os resultados mostraram-se como razoavelmente variados. Todavia, a partir da interpretação desses, segundo as diretrizes de cada medida, perceber-se-á que seus resultados são bastante semelhantes. Tal afirmação é ser constatada a partir da observação do quadro 19, a seguir:

Quadro 19 – Classificação dos Padrões de Assimetria e Curtose, Segundo as Medidas de Pearson, Bowley e Coeficiente Percentílico de Curtose

ASSIMETRIA		
Medidas	Classificação	Limites/Intervalos
A_s	Moderada	Se $0,15 < A_s < 1,00$
	Forte	Se $ A_s > 1,00$
g_b	Negativa	$g_b = -1,0$
	Positiva	$g_b = 1,0$
	Simétrica	$g_b \equiv 0,0$
CURTOSE		
CPC	Distribuição Mesocúrtica	$C = 0,263$
	Distribuição Platicúrtica	$C > 0,263$
	Distribuição Leptocúrtica	$C < 0,263$

Fonte: Próprio autor, 2018.

Agregando os dados e informações contidas nos quadros 18 e 19, se perceberá, segundo a Assimetria de Pearson, que todas as ECP em estudo serão

classificadas como possuindo Assimetria Moderada, haja vista que elas apresentam valores para 'A_s' entre 0,15 e 1,0.

Já fundamentado na Assimetria de Bowley, pode-se verificar que, em todas as estações avaliadas, a assimetria foi considerada positiva ($g_b > 0,0$).

Graficamente, tanto os resultados de 'A_s' quanto de 'g_b' podem ser verificados a partir da figura 14 – 'Distribuições de Frequência das Precipitações Acumuladas na Quadra Chuvosa (FMAM), no período de 1998-2017', para as Estações Analisadas, via Diagramas de Pareto. Nela se perceberá o “desenho” do “J” invertido, para a todas as distribuições; o que caracterize, teoricamente, a Assimetria Positiva.

Quanto aos resultados da Curtose, esses foram observados a partir, mais uma vez, da agregação dos dados e informações disponíveis nos quadros 18 e 19.

Realizado tal procedimento, observou que, em linhas gerais, todas as ECP estudadas apresentaram deformação quanto a Curtose, pois, em nenhuma delas, obteve-se o valor, para o 'CPC', igual a 0,263. Entretanto, notou-se que houveram diferenças entre elas, em relação ao tipo de deformação; sendo assim descritas:

- ☁ Para as estações de Apodi-RN e Caicó-RN, as distribuições se mostraram ser Leptocúrticas (relativamente “alongadas”, excessivamente, em seu centro);
- ☁ Já nas ECP de Florânia-RN, Cruzeta-RN e Macau-RN, as séries foram classificadas como Platicúrticas (relativamente “achatadas”, excessivamente, em seu centro).

Finalmente, como já destacado, as Medidas de Assimetria e de Curtose foram aqui utilizadas para avaliação, tanto quantitativa (a partir das medidas apresentadas) quanto também qualitativa (através de análise gráfica), do grau/nível de normalidade/deformação das séries temporais estudadas, em relação ao comportamento típico de uma distribuição Normal.

Logo, baseado nos resultados obtidos, pode-se concluir que as séries apresentam moderada Assimetria e Curtose. Consequentemente, entende-se que estes resultados não produzirão impactos negativos à utilização de técnicas de possuem como pressupostos à normalidade (dos resíduos) das distribuições.

8.3 COMPLEXO METODOLÓGICO QUANTITATIVO: ABORDAGEM MULTIDIMENSIONAL DA VARIABILIDADE INTERANUAL DA QUADRA CHUVOSA (FMAM) DO SEMIÁRIDO DO RN, BRASIL

O subitem anterior encerrou o conjunto de técnicas Quantitativas, especialmente ‘Descritivas’ ou ‘Exploratórias’, aplicadas às séries Históricas (1998-2017) e ECP (Apodi, Caicó, Cruzeta, Florânia e Macau) em análise.

Todavia, apesar de fundamentais para compreensão do comportamento da variável em estudo – a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido Potiguar –, tais “instrumentais” possuem limitações ‘naturais’, ou seja, intrínsecas aos seus procedimentos técnico-científicos.

Além disso, para que, a partir delas, sejam realizadas avaliações e, por conseguinte, retiradas conclusões mais aprofundadas e balizadas por níveis de confiabilidade, se faz necessário a aplicação de um outro conjunto de técnicas Quantitativas: as Inferenciais.

A *priori*, os Métodos Quantitativos Inferenciais devem ser empregados objetivando-se diagnosticar o padrão de distribuição das séries temporais em estudo. Deste modo, deverá atentar para alguns aspectos fundamentais: ‘Normalidade dos Resíduos’, ‘Presença de *Outliers*’, ‘Homocedasticidade ou ‘Igualdade de Variâncias’, ‘Autocorrelação ou Dependência dos Resíduos’ e ‘Colinearidade ou Associação entre as Séries.

Por conseguinte, identificado o formato da distribuição, pode-se, com segurança, selecionar a(s) técnica(s) inferencial(ais) específica(s) para dado fim. Ou seja, a perspectiva de emprego anteriormente citado, precede a utilização de qualquer técnica inferencial “Aplicada”.

A seguir, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos, a partir da aplicação de tais técnicas, em dois grandes subgrupos: ‘Análises Inferenciais de Base’ e ‘Análises Inferenciais Aplicadas’.

8.3.1 Análises Inferenciais de Base

O conjunto de técnicas ‘Inferenciais de Base’ aqui utilizadas são expressas no quadro abaixo:

Quadro 20 – Técnicas para Análises Inferenciais de Base

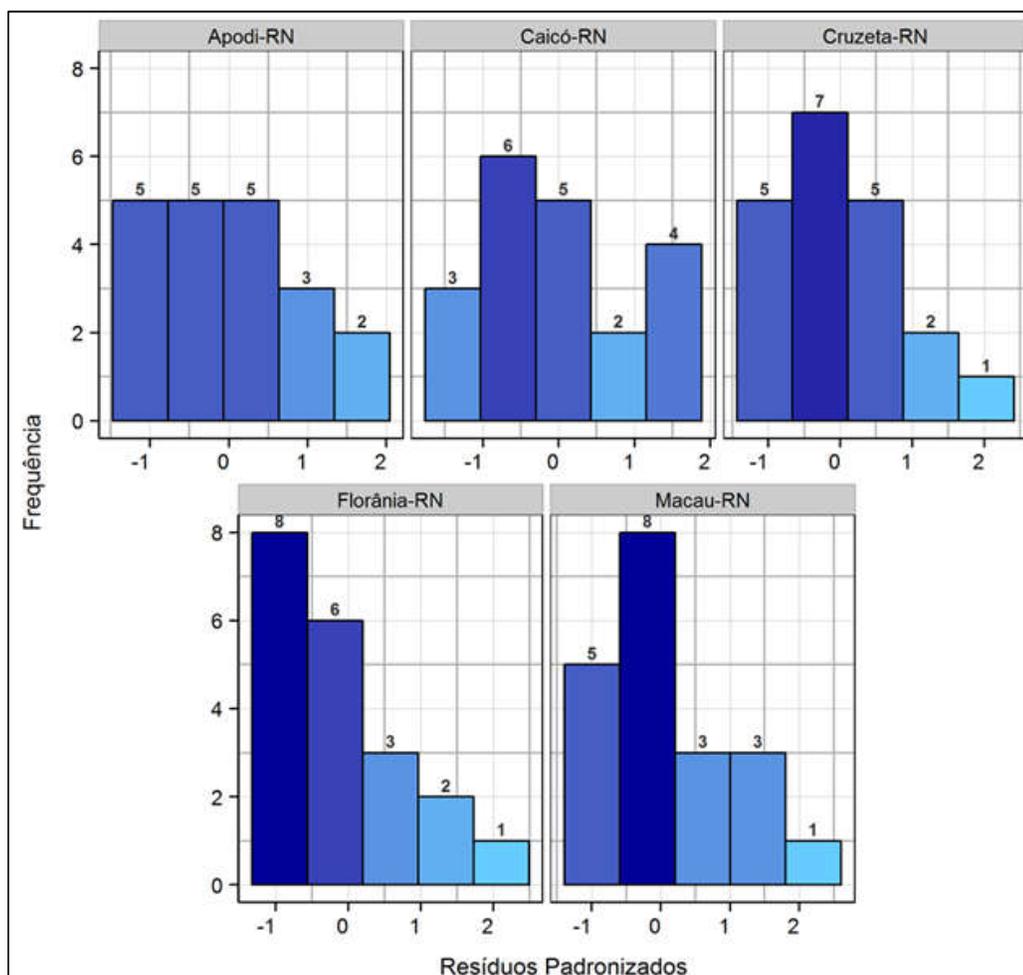
TESTES	TÉCNICAS				
NORMALIDADE DOS RESÍDUOS	Kolmogorov- <i>Smirnov</i> (1933/1948)	Lilliefords (1967)		Shapiro-Wilk (1965)	
PRESENÇA DE <i>OUTLIERS</i>	Gráficos de Caixa ou <i>Boxplot</i> (TUKEY, 1977)	Gráficos de Pontos ou <i>Dotplots</i>	Testes do Desvio Padrão (DP), do Escore Z e do Escore Z Modificado	Teste de Grubbs (1969)	Teste de Dixon (1950)
HOMOCEASTICIDADE	Teste de Bartlett (1937)	Teste de Cochran (1941)		Teste de Levene Absoluto (1960)	
AUTOCORRELAÇÃO DOS RESÍDUOS	Teste de Durbin-Watson (1951)		Gráfico de Dispersão ou <i>Scatterplot</i>		
COLINEARIDADE DAS SÉRIES	Diagrama de Dispersão ou <i>Scatterplot</i>	Gráfico de Caixa ou <i>Boxplot</i>	Correlação Linear de Pearson (r) ou Momento-Produto de Pearson	Correlação Linear de Spearman	

Fonte: Próprio autor, 2018.

A (Não)Normalidade dos Resíduos' da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM, 1998-2017) foi testada de duas formas: Visual/Qualitativa e Quantitativa.

Inicialmente, foram produzidos dois tipos de representações gráficas: Histograma (figura 16) e *Q-Q Plot* (figura 17). Os resultados deste trabalho são expressos abaixo:

Figura 16 – Histogramas dos Resíduos Padronizados da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM, 1998-2017) para as ECP Avaliadas



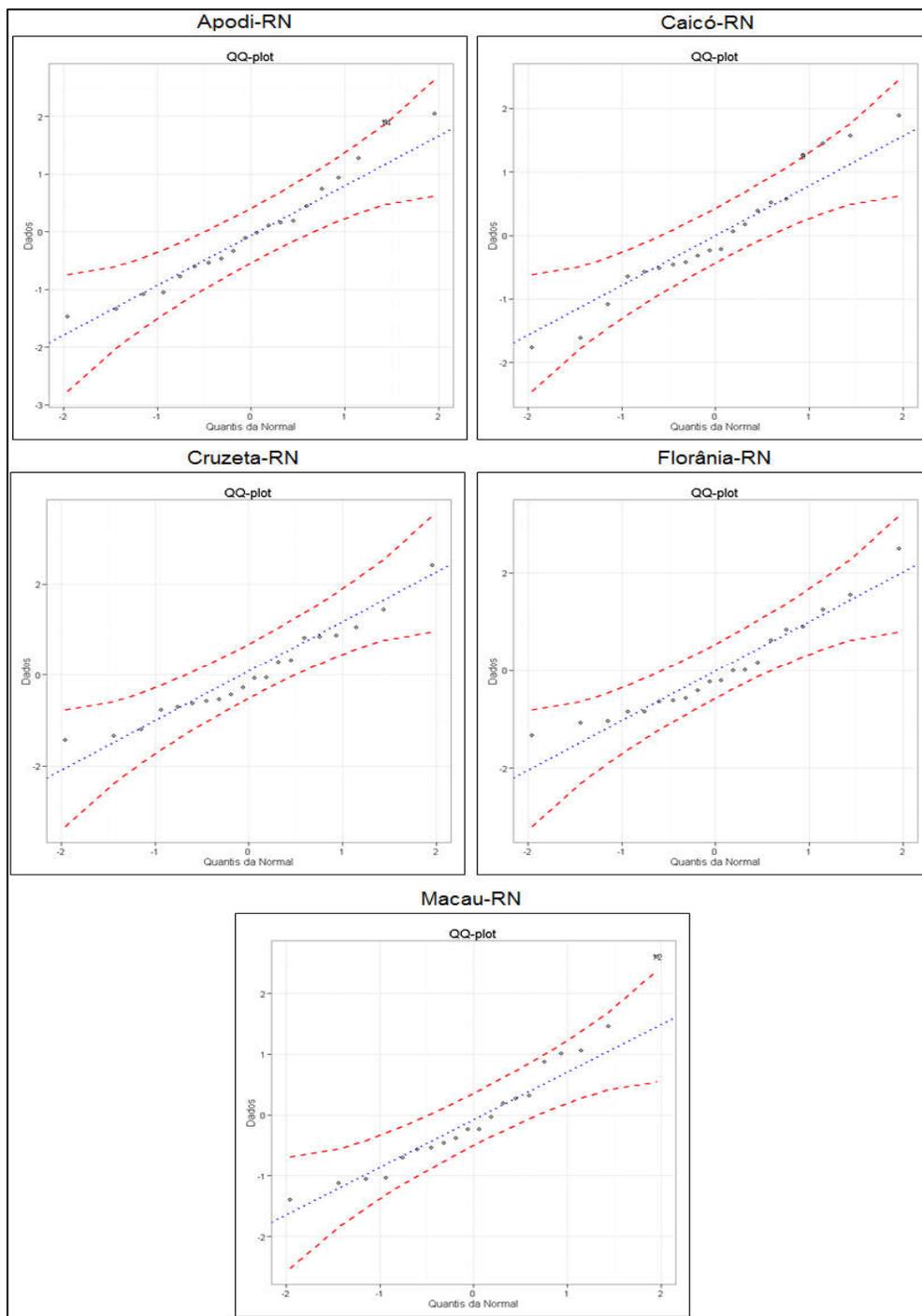
Fonte: Próprio autor, 2018.

Exclusivamente a partir da figura acima, é praticamente impossível definir-se, de modo contundente, se os resíduos das cinco distribuições apresentaram padrão Normal. Tal fato se deve a forma, significativamente distinta, de cada histograma em relação àquela tida como “modelo” para constatação de Normalidade.

Para tanto, relativo a cada Histograma, destaca-se que quanto mais próximo for a representação das colunas justapostas a um formato de “sino”, melhor é a aderência dos dados à distribuição Normal (TORMAN, COSTER E RIBOLDI, 2012).

Em face da dificuldade exposta, fez uso dos gráficos *Q-Q Plot* para se dar conta, efetivamente, da demanda anterior. Seus produtos são apresentados a seguir:

Figura 17 – Gráficos *Q-Q Plot* dos Resíduos Padronizados da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM, 1998-2017) para as ECP Avaliadas



Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da figura acima pode-se observar que os pontos “plotados” no gráfico encontram-se, em sua maioria, próximos à reta de referência.

Tal comportamento sugere que há uma significativa aderência dos dados à distribuição Normal (TORMAN, COSTER E RIBOLDI, 2012).

Todavia, de modo a refutar, definitivamente, a hipótese de não normalidade dos resíduos, foram aplicados dois testes (Quantitativos) Clássicos para tal fim: o teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Shapiro-Wilk. Seus resultados encontram-se apresentados no quadro abaixo:

Quadro 21 – Síntese dos Resultados dos Testes de Normalidade

ECP	TÉCNICAS		STATUS
	KOLMOGOROV - SMIRNOV	SHAPIRO - WILK	
Apodi-RN	0,57	0,47	Normal
Caicó-RN	0,41	0,58	Normal
Cruzeta-RN	0,58	0,42	Normal
Florânia-RN	0,32	0,15	Normal
Macau-RN	0,34	0,20	Normal

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como já discutido dentre os ‘Aspectos Teórico-Metodológicos’, a tomada de decisão dos testes pode se basear tanto nos resultados de suas ‘estatísticas’, quanto no ‘p-valor’ obtido, comparando-o com o previamente definido.

Com vistas à manutenção da hipótese de Normalidade (H_0), para ambos os testes, foi observado se os seus ‘p-valores’ eram maiores que o nível de significância escolhido (0,05 ou 5%).

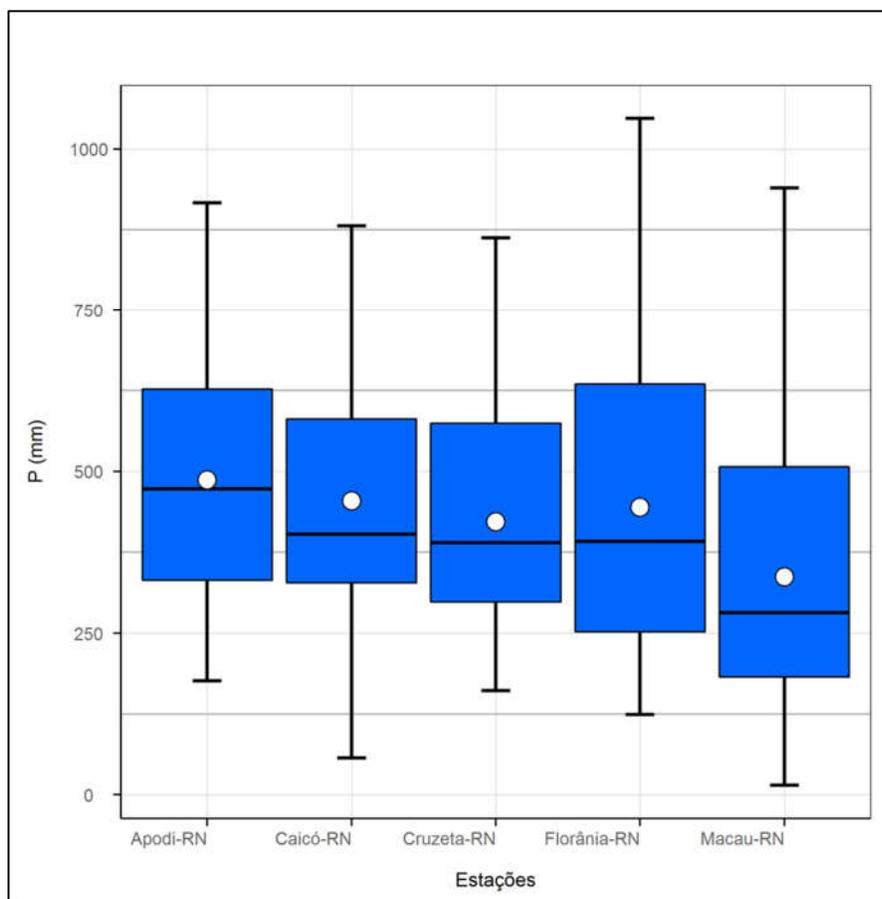
Como pode ser verificado no quadro acima, todos os ‘p-valores’ de todas as ECP, e de ambos os testes, mostraram-se superiores a 0,05. Portanto, aceitou-se que todas as distribuições apresentam comportamento (próximo à) Normal.

O segundo aspecto abordado, dentre as técnicas ‘Inferenciais de Base’, diz respeito a ‘Análise de Dados Discrepantes ou *Outliers*’ que, em suma, dão suporte à detecção de dados ‘Aberrantes’ ou ‘Atípicos’ em uma ou mais séries de dados.

Para tanto, foram utilizadas técnicas de análises tanto Qualitativas (gráficos de 'Caixa' ou *Boxplot* e de 'Pontos' ou *Dotplots*) quanto Quantitativas (testes do 'Escore Z', 'Escore Z Modificado', 'Grubbs e "Dixon").

O produto gerado para a primeira supradita representação gráfica já foi apresentado, anteriormente, na figura 15 (exatamente, no subitem 7.2 dos resultados). Entretanto, em face de sua 'distância' em relação a atual discussão, essa é exposta, novamente, a seguir:

Figura 15 – *Boxplots* da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) para as Estações Analisadas (1998-2017)



Fonte: Próprio autor, 2018.

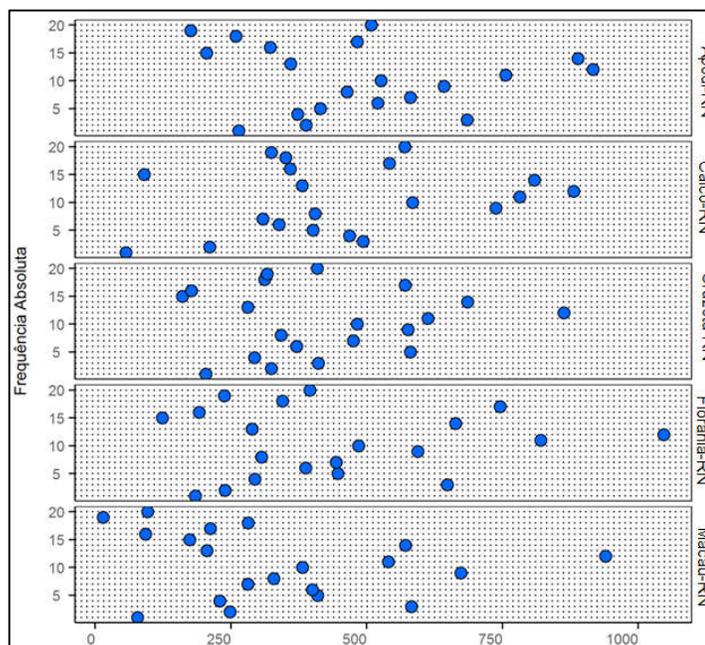
Para fins de identificação de *Outliers*, no gráfico de 'Caixas', deve-se observar a presença de asteriscos (*), antes ou após os seus "Bigodes" (MAGALHÃES E LIMA, 2013, p.25).

A partir do exposto, e da verificação indicada, conclui-se que, segundo a técnica de Tukey (1977), não há dados discrepantes em nenhuma das séries avaliadas, haja vista que nelas não se observou asteriscos.

Ainda em relação ao *Boxplot*, reitera-se que seus limites (Inferior e Superior, LI e LS, respectivamente) são traçados a partir de cálculos envolvendo o 1° e o 3° Quartil (Q_1 e Q_3 , respectivamente), além do Intervalo Interquartil (IQ). Portanto, apesar da técnica de análise e do critério de decisão para identificação de *Outliers*, por meio do gráfico de ‘Caixas’, inicialmente apresentar-se como intrínseco a abordagem Qualitativa, ela possui uma profunda fundamentação Quantitativa – ver expressões 30, 31 e 32.

O segundo recurso gráfico usado para detecção de dados discrepantes na quadra Chuvosa do Semiárido Potiguar, foi o Diagrama de Pontos ou *Dotplot*; expresso abaixo:

Figura 18 – *Dotplots* da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM, 1998-2017) para as ECP Avaliadas



Fonte: Próprio autor, 2018.

Para fins de análise de *Outliers*, deve-se observar, no *Dotplot*, a dispersão dos pontos no eixo horizontal do gráfico, sobretudo os pontos isolados dos demais (PORTAL ACTION, 2017h).

Em face do exposto, e do comportamento bastante disperso dos 'pontos' em cada ECP, não se acredita ser possível (para tais dados) aceitar ou refutar, com convicção, a presença de *Outliers* nas séries temporais avaliadas. Ou seja, o resultado apresentado mostra-se inconclusivo.

De modo a excluir qualquer dúvida sobre a presença de dados Discrepantes, aplicou-se, também, técnicas Quantitativas para tal fim.

As duas primeiras técnicas empregadas foram os testes do Escore Z e do Escore Z Modificado.

A síntese dos seus resultados encontra-se no quadro abaixo:

Quadro 22 – Síntese dos Resultados dos Testes do Escore Z e do Escore Z Modificado

ESTAÇÕES	Z _i (Mín.)	Z _i (Máx.)	Z _i * (Máx.)	STATUS
Apodi-RN	-1,5	2,0	1,8	Ausentes
Caicó-RN	-1,8	1,9	1,9	Ausentes
Cruzeta-RN	-1,4	2,4	2,2	Ausentes
Florânia-RN	-1,3	2,5	2,4	Ausentes
Macau-RN	-1,4	2,6	2,6	Ausentes

Fonte: Próprio autor, 2018.

Baseando-se na fundamentação teórica, relativa as técnicas supramencionadas anteriormente, pode-se afirmar que em nenhuma das séries temporais avaliadas verificou-se dados 'Atípicos'; segundo as diretrizes dos testes do Escore Z e do Escore Z Modificado.

Tal conclusão está balizada nos intervalos tipificados para definição de dado Discrepante de cada um dos testes, a saber: 1. Segundo o teste do Escore Z, $z_i < 3,0$ ou $z_i > 3,0$; A partir do teste do Escore Z Modificado, $|z_i^*| > 3,5$ (SHIFFLER, 1988; IGLEWICZ E HOAGLIN, 1993; CROSBY, 1994; BEN-GAL, 2005; SEO, 2006; CONSINEAU E CHARTIER, 2010; FETTERMANN, 2015).

A terceira técnica utilizada para avaliação da presença de dados Discrepantes nas séries estudadas, foi o teste de Grubbs (1969). O resumo fundamental dos seus resultados é apresentado a seguir:

Quadro 23 – Síntese dos Resultados do Teste de Grubbs (1969)

ESTAÇÕES	MÉDIA	Z_{Grubbs}	STATUS
Apodi-RN	486,7	1,02	Ausentes
Caicó-RN	454,7	0,45	Ausentes
Cruzeta-RN	422,4	0,12	Ausentes
Florânia-RN	444,5	0,27	Ausentes
Macau-RN	337,1	1,63	Ausentes

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como já mencionado, as séries temporais avaliadas possuem o mesmo 'n' (20), ou seja, são balanceadas. Portanto, para ' α ' igual a 0,05 (5,0%) se verificará, no 'Anexo E', que seu Z crítico (Z_c) é igual a 2,557. Logo, como a técnica sugere que a hipótese nula do teste (H_0) deverá ser rejeitada somente se $Z > Z_c$, concluir-se-á que não há *Outliers* em nenhum dos conjuntos avaliados.

Finalmente, a quarta técnica Quantitativa usada para identificação de *Outliers* foi o teste de Dixon (1950). Seus resultados seguem abaixo:

Quadro 24 – Síntese dos Resultados do Teste de Dixon

ESTAÇÕES	P (mm)		ESTATÍSTICA DO TESTE DE DIXON		STATUS
	x_1	x_{20}	TD		
Apodi-RN	x_1	176,0	TD	0,14	Ausentes
	x_{20}	916,6		0,24	Ausentes
Caicó-RN	x_1	56,7	TD	0,21	Ausentes
	x_{20}	881,0		0,15	Ausentes
Cruzeta-RN	x_1	160,7	TD	0,09	Ausentes
	x_{20}	862,9		0,38	Ausentes
Florânia-RN	x_1	123,9	TD	0,11	Ausentes
	x_{20}	1047,1		0,35	Ausentes
Macau-RN	x_1	14,5	TD	0,14	Ausentes
	x_{20}	939,8		0,42	Ausentes

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como supradito na fundamentação teórica deste trabalho, para 'n' = 20 e ' α ' = 0,05 (5,0%) ter-se-á – segundo o 'Anexo F' –, $T_{D_{tabelado}} = 0,450$.

Os pressupostos do teste apontam que se deverá rejeitar H_0 apenas nos casos em que for observado $T_D > T_{D_{\text{tabelado}}}$ (DIXON, 1950; ANDRIOTTI, 2005; BORGES, 2006). Portanto, como em nenhuma ECP isso ocorreu, conclui-se que não há *Outliers* em suas séries.

Como pôde se observar, a partir do emprego das seis técnicas clássicas (duas Qualitativas e quatro Quantitativas) para detecção de *Outliers* nas séries de precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa do Semiárido Potiguar, não se identificou nenhum dado 'Discrepante', em tais séries, para o recorte temporal analisado (1998-2017).

Tal resultado enseja que, apesar de suas diferenças tanto metodológicas (sobretudo em relação aos seus parâmetros base) quanto em relação aos pressupostos que as sustentam, quando aplicadas à variável estudada, tais técnicas podem sinalizar para resultados muito próximos (ou mesmo iguais) entre si.

Com vistas a avaliação da Homocedasticidade (igualdade de Variâncias dos Resíduos) dos dados das séries, foram utilizadas, exclusivamente, técnicas Quantitativas, notabilizadas por meio de três testes estatísticos: Bartlett (1937), Cochran (1941) e Levene Absoluto (1960).

O quadro abaixo apresenta a síntese de seus resultados:

Quadro 25 – Síntese dos Resultados dos Testes de Bartlett (1937), Cochran (1941) e Levene Absoluto (1960)

TESTES	P-VALOR* / ESTATÍSTICA**	STATUS
Bartlett (1937)*	0,79	Homocedásticas
Cochran (1941)**	0,2428	Homocedásticas
Levene Absoluto (1960)*	0,93	Homocedásticas

Fonte: Próprio autor, 2018.

Especificamente em relação aos resultados apresentados pelos testes de Bartlett (1937) e Levene Absoluto (1960), pode-se concluir que as séries temporais analisadas são Homocedásticas, ou seja, apresentam Variâncias (aproximadamente) iguais. Tal fato justifica-se devido aos 'p-valores' obtidos, em ambos os testes, serem superiores ao nível de significância considerado ($\alpha = 0,05$ ou 5%).

Não diferentemente daquilo que se observou para os dois testes supramencionados, o teste de Cochran (1941) também teve a mesma sinalização quanto ao aspecto avaliado: Homocedasticidade das séries temporais. Todavia, tanto a sua forma de obtenção, quanto os seus critérios de decisão, diferiram, metodologicamente, daqueles empregados nos testes de Bartlett (1937) e Levene Absoluto (1960), pois, para tal, foi empregado a estatística do teste e não o *p-valor*.

Como exposto no quadro 25, o resultado da estatística do teste de Cochran (1941) foi 0,2428. Já o seu valor tabelado, para $\alpha = 0,05$ ou 5%, 'n' = 20 e 'k' = 5, é igual a 0,3100; tal valor pode ser consultado no 'Anexo G'.

Deste modo, como $C_{(calc.)} < C_{(tab.)}$, deve-se manter H_0 . Logo, conclui-se que as séries apresentam, estatisticamente, igualdade de Variância dos seus Resíduos (GONZÁLES, ASUERO E SAYAGO (2006, P.257).

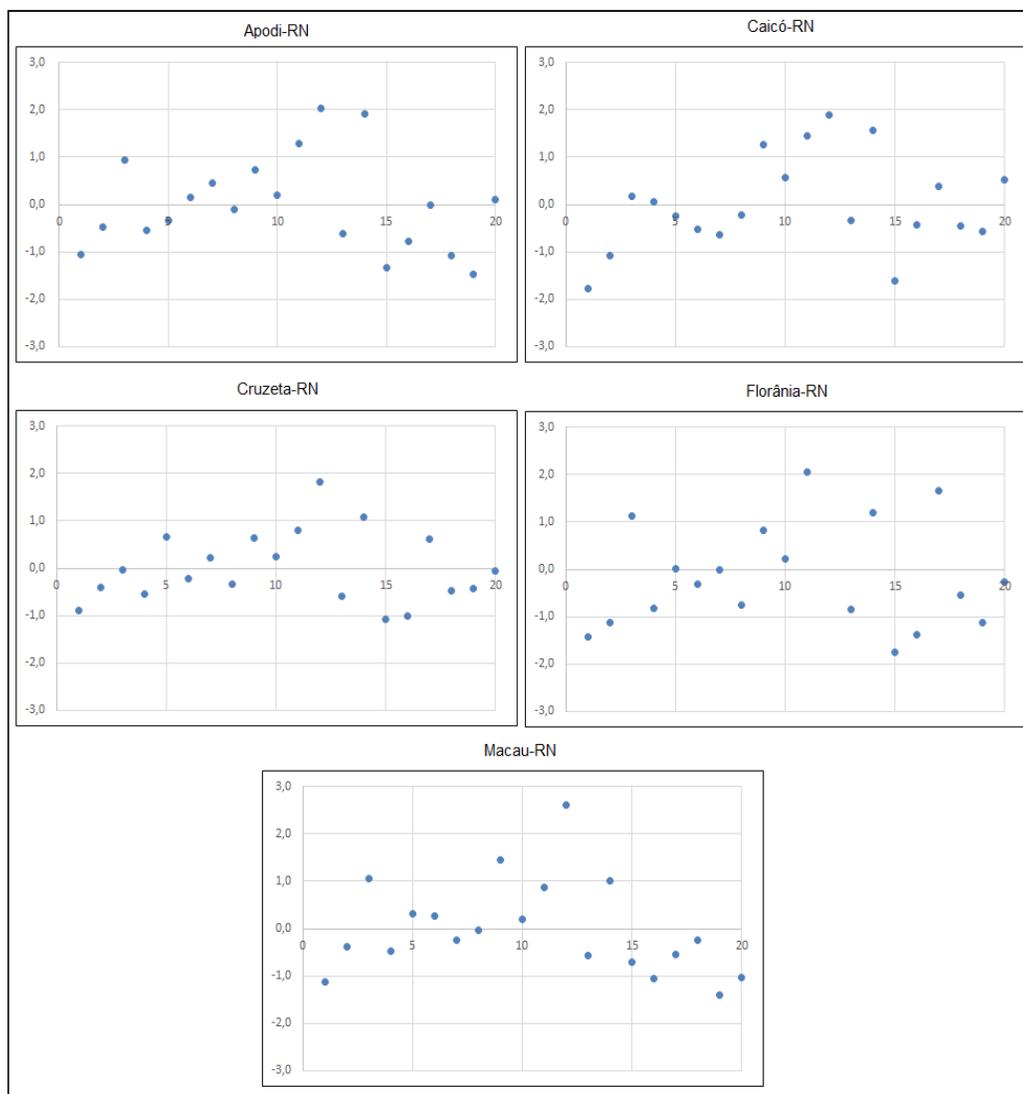
Reitera-se que, assim como a 'Normalidade dos Resíduos', as Variâncias iguais do Resíduos, ou a homogeneidade de Variâncias, é, em geral, um pré-requisito para realização de uma série de aplicações, inclusive, para Análise de Variância (ANOVA) (RIBOLDI *et al.*, 2014); avaliação que, *a posteriori*, será também realizada.

A quarta etapa, relativa a 'Análise Inferencial de Base', diz respeito a 'Análise de Independência' ou 'Autocorrelação dos Resíduos'.

Para tal, foram empregadas duas técnicas, uma Qualitativa (Gráfico de Dispersão) e outra Quantitativa – Teste de Durbin-Watson (1951).

Inicialmente, a partir da figura 19, são expressos os produtos gráficos que balizam esta análise:

Figura 19 – Gráficos de Dispersão dos Resíduos Padronizados *Versus* Ordem de Coleta dos Dados para as ECP Avaliadas



Fonte: Próprio autor, 2018.

A ideia fundamental da utilização de gráficos de Dispersão para análise de Independência dos Resíduos é a detecção de alguma tendência nos pontos 'plotados' na área do gráfico. Assim, caso isso seja percebido, se estará aproximando, fortemente, da hipótese de dependência dos resíduos (PORTAL ACTION, 2018a).

Isso dito, e realizada a análise devida dos recursos acima apresentados, pode-se concluir que não há ocorrência de Autocorrelação dos Resíduos em nenhum dos gráficos, pois, exclusivamente por meio desta análise, não se percebe (notoriamente)

a presença nem de tendência positiva, nem negativa nos dados. Ao contrário, a uma tendência (qualitativamente) observa é, justamente, a tendência nula.

A posição assinalada fundamenta-se no padrão de dispersão dos dados, que, como pode ser percebido em todos os gráficos, não produzem nenhum ‘alinhamento’ específico.

Todavia, com vistas a aceitação definitiva da hipótese de Independência dos Resíduos (H_0), aplicou-se, também, o teste de Durbin-Watson (1951). Abaixo encontram-se seus resultados:

Quadro 26 – Síntese dos Resultados do Teste de Durbin-Watson (1951)

PARÂMETROS		ESTAÇÕES	ESTATÍSTICA DE DURBIN-WATSON (DW)	$dU < dw < 4-dU$	STATUS
		Apodi-RN	2,04	$1,41 < dw < 2,59$	Independentes
dL	1,20	Caicó-RN	1,80	$1,41 < dw < 2,59$	Independentes
dU	1,41	Cruzeta-RN	2,30	$1,41 < dw < 2,59$	Independentes
4 - dL	2,80	Florânia-RN	2,03	$1,41 < dw < 2,59$	Independentes
4 - dU	2,59	Macau-RN	1,72	$1,41 < dw < 2,59$	Independentes

Fonte: Próprio autor, 2018.

A análise dos resultados e, conseqüentemente, a tomada de decisão, a partir do teste de Durbin-Watson (1951), passa pela atenção a aspectos previamente definidos: ‘ α ’, ‘n’, ‘k’, dL (1,20) e dU (1,41).

Os valores dos dois últimos aspectos mencionados são obtidos por meio da observância de ‘ α ’, ‘n’, ‘k’ no ‘Anexo H.

Dentre as três hipóteses possíveis (evidência de Correlação Positiva, Negativa ou Nula), admite-se que os resíduos são independentes se, e somente se, ‘ $dU < dw < 4-dU$ ’. Ou seja, se reconhecerá o último tipo de correlação. Logo, caso esta condição seja obtida, não se rejeitará H_0 e concluir-se-á que não há autocorrelação nos dados.

Diante das observações acima apresentadas, e analisando os resultados expostos no quadro 26, pode-se concluir que, para todas as ECP, os resíduos da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) são independentes.

A convicção acima exposta alicerça-se na observação de que, em todas as ECP avaliadas, os valores de 'dw' estão entre ' $dU < dw < 4-dU$ '; condição base para definição de que os resíduos das cinco séries são independentes.

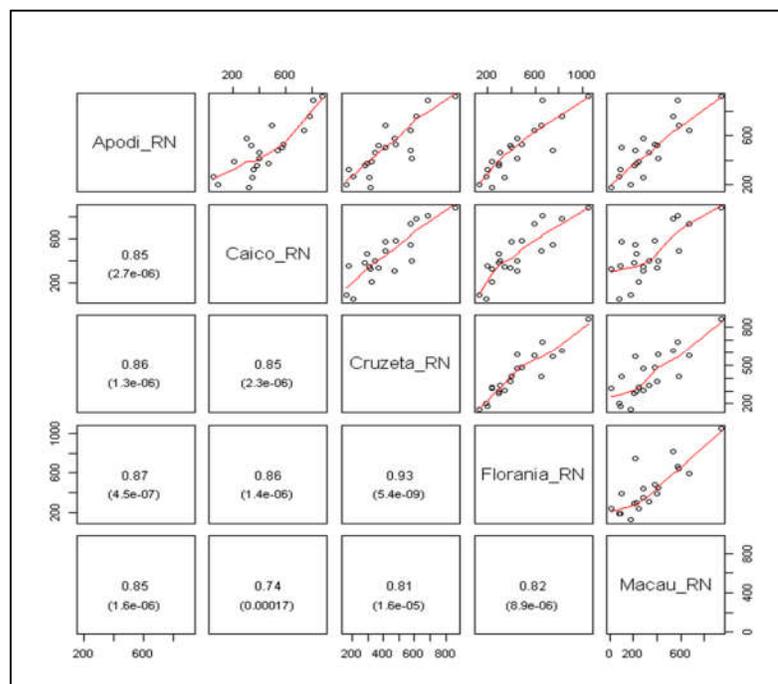
A quinta e última 'Análise Inferencial de Base' realizada objetivou analisar a presença de 'Colinearidade' entre as séries temporais estudadas.

Em várias literaturas, a Colinearidade é tida como a existência de forte correlação entre duas ou mais variáveis independentes. Além disso, pode ser entendida como a existência de relação linear entre duas variáveis explicativas, a ser detectada tanto de forma Qualitativa (gráfica) quanto por testes estatísticos (Quantitativos) (PORTAL ACTION, 2018b; PORTAL ACTION, 2018c).

Neste trabalho tal análise foi realizada através do emprego dos gráficos de Caixa (*Boxplot*) e de Dispersão Multipainel (*Multipainel Scatterplot*), e as correlações de Pearson (Produto-Momento de Pearson) e de Spearman.

Abaixo, é apresentado o primeiro produto gráfico para análise: *Diagrama de Dispersão Multipainel*:

Figura 20 – Diagramas de Dispersão Multipainel da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM, 1998-2017) para as ECP Avaliadas



Fonte: Próprio autor, 2018.

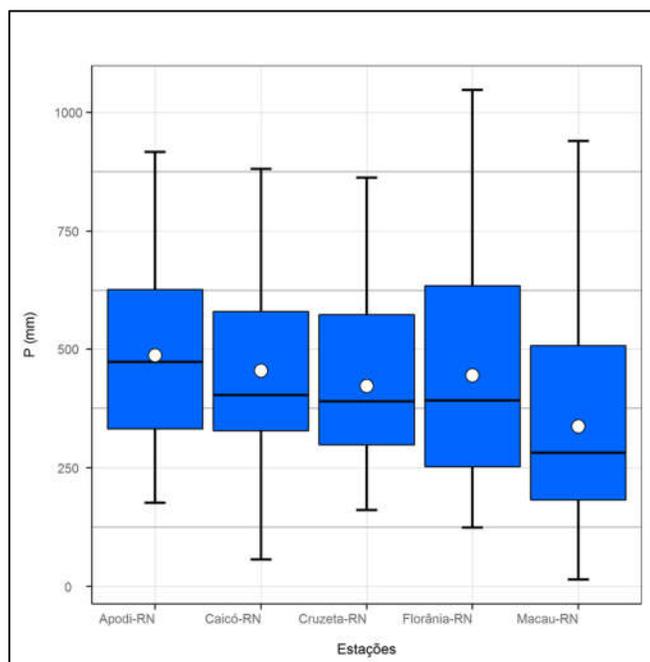
A partir do recurso apresentado na figura 20, atentando-se, exclusivamente, para os gráficos de Dispersão, pode-se perceber que, em todos eles, há uma significativa ‘aderência’ dos dados em relação à linha de tendência traçada.

Tal comportamento sinaliza para uma forte correlação entre as Séries Históricas estudadas.

Mais a miúdo, é possível notar, também, que, em todas os gráficos, a “nuvem” de pontos inclina-se de modo a caracterizar, em geral, uma relação direta entre cada par de correlação realizada. Consequentemente, constata-se que as tendências apresentadas são, todas, positivas. Logo, pode-se concluir que o aumento do volume de chuva acumulada na quadra chuvosa (FMAM) de qualquer uma das ECP, tende a ser acompanhado pelas demais estações; e vice-versa.

O segundo recurso para avaliação da Colinearidade das Séries Temporais estudadas foi o gráfico *Boxplot*, que, como já mencionado, já foi empregado em outras análises. O mesmo é reapresentado a seguir:

Figura 15 – *Boxplots* da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) para as Estações Analisadas (1998-2017)



Fonte: Próprio autor, 2018.

Como destacam Magalhães e Lima (2013), a análise do *Boxplot*, com vistas a detecção de Colinearidade, é realizada a partir da observação do ‘emparelhamento’ entre os ‘Boxes’, que, assim, poderá indicar a presença de Colinearidade e, conseqüentemente, a relação entre as Séries Estatísticas.

A partir da análise da figura 15, pode-se perceber que, mesmo apresentando diferenças quanto ao alinhamento das ‘caixas’, todas elas se emparelham a partir dos seus 1Q e 3Q. Portanto, depreende-se que há ‘Colinearidade’ entre todas as séries.

Como forma de ratificar (ou não) os resultados apontados pelos recursos gráficos anteriormente expostos, foram empregadas as técnicas de Pearson e Spearman para os mesmos fins. Abaixo, nos quadros 27 e 28, respectivamente, são apresentados, sinteticamente, seus resultados:

Quadro 27 – Síntese dos Resultados das Análises de Pearson

Matriz de Correlação de Pearson					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	1,00	-	-	-	-
Caicó-RN	0,85	1,00	-	-	-
Cruzeta-RN	0,86	0,85	1,00	-	-
Florânia-RN	0,87	0,86	0,93	1,00	-
Macau-RN	0,85	0,74	0,81	0,82	1,00
Matriz de P-Valores de Pearson					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	1,0000	-	-	-	-
Caicó-RN	0,0000	1,0000	-	-	-
Cruzeta-RN	0,0000	0,0000	1,0000	-	-
Florânia-RN	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-
Macau-RN	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	1,0000

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir do quadro acima, tanto no que diz respeito aos coeficientes de correlação quanto aos p-valores de Pearson (*r*), observa-se que todas as ECP estudadas apresentaram correlação positiva (sinal positivo) e forte ($r > 0,75$) (VIEIRA, 2008, p.115).

A única exceção a afirmação acima se daria a correlação entre Caicó-RN e Macau-RN; isso se fosse tomado como critério de decisão, exclusivamente, o valor de *r* (0,74). Entretanto, baseando-se, também, no *p-valor* desta correlação (0,0002), se

chegará a mesma conclusão das demais associações realizadas: correlação positiva forte entre as séries, já que seu $p\text{-valor} < \alpha$ (0,05).

Ainda em relação aos coeficientes de Pearson, esse deverá – para ser considerado válido e, portanto, estatisticamente significativo – ser testado, segundo o teste T de Student (1908), para certo nível de significância (α).

Tal procedimento busca dar fidelidade ao ‘r’ calculados, ou seja, constatar seus resultados podem ser representativos estatisticamente.

Os resultados sintetizados do teste T, aplicado aos coeficientes ‘r’ das Séries Estatísticas avaliadas, para $\alpha = 5\%$, são expressos abaixo:

Quadro 28 – Síntese dos Resultados do Teste T de Student para o Coeficiente de Correlação de Pearson (r)

MATRIZ DA ESTATÍSTICA DO TESTE T PARA O COEFICIENTE DE PEARSON					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	-	-	-	-	-
Caicó-RN	6,89	-	-	-	-
Cruzeta-RN	7,30	6,97	-	-	-
Florânia-RN	7,87	7,26	10,61	-	-
Macau-RN	7,18	4,86	5,98	6,28	-
MATRIZ DO STATUS DA ESTATÍSTICA DO TESTE T PARA O COEFICIENTE DE PEARSON					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	-	-	-	-	-
Caicó-RN	Correlação Significativa	-	-	-	-
Cruzeta-RN	Correlação Significativa	Correlação Significativa	-	-	-
Florânia-RN	Correlação Significativa	Correlação Significativa	Correlação Significativa	-	-
Macau-RN	Correlação Significativa	Correlação Significativa	Correlação Significativa	Correlação Significativa	-

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir do quadro acima, nota-se que todas as correlações realizadas se mostraram como estatisticamente significativas.

Isso se deve ao fato de todos os resultados de $T_{\text{calc.}}$ terem sido superiores aos de $T_{\text{tab.}}$; *vide* o quadro 28. Por conseguinte, baseando-se nas premissas do teste T – que apontam que se $T_{\text{calc.}} > T_{\text{tab.}}$ deve-se rejeitar a H_0 –, conclui-se que todas as correlações realizadas entre as precipitações acumulada na quadra chuvosa (FMAM) das ECP estudadas podem ser consideradas válidas e estatisticamente significativas, para $\alpha = 5\%$, segundo o coeficiente de correlação de Pearson.

Abaixo, no quadro 29, são apresentados, sinteticamente, os resultados do coeficiente de Correlação de Spearman:

Quadro 29 – Síntese dos Resultados das Análises de Spearman

Matriz de Correlação de Spearman					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	1,00	-	-	-	-
Caicó-RN	0,76	1,00	-	-	-
Cruzeta-RN	0,86	0,76	1,00	-	-
Florânia-RN	0,88	0,83	0,94	1,00	-
Macau-RN	0,81	0,65	0,78	0,78	1,00
Matriz de P-Valores de Spearman					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	1,0000	-	-	-	-
Caicó-RN	0,0002	1,0000	-	-	-
Cruzeta-RN	0,0000	0,0001	1,0000	-	-
Florânia-RN	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	-
Macau-RN	0,0000	0,0026	0,0001	0,0001	1,0000

Fonte: Próprio autor, 2018.

Assim como observado por meio do coeficiente de Pearson, todas as associações realizadas através de Spearman, também, apresentaram correlações positivas e fortes, tendo sido essas validadas, sobretudo, a partir dos p-valores produzidos.

Em suma, o conjunto de resultados obtidos através do emprego dos Diagramas de Dispersão Multipainel, dos *Boxplots* e das correlações de Pearson e de Spearman, sinalizam que a relação entre as Séries analisadas é direta e essas possuem forte associação entre si. Ou seja, os comportamentos das precipitações acumuladas na quadra chuvosa (FMAM) das ECP estudadas, para o período entre 1998-2017,

possuem tendências bastante semelhantes, ou seja, são autocorrelacionadas temporalmente.

Finalizadas as ‘Análises de Colinearidade’, enceram-se, também, o conjunto de avaliações concernentes as ‘Análises Inferenciais de Base’. Ou seja, àquelas que objetivaram “explorar” o comportamento fundamental das séries, sob perspectivas diversas, e que são indispensáveis ao emprego de um outro grupo de técnicas: as ‘Inferenciais Aplicadas’. Todavia, antes de iniciar a apresentação e discussão dos resultados obtidos para o supradito agrupamento de técnicas, é exposto, logo abaixo, no quadro 30, uma sumarização dos resultados alcançados para as “ferramentas” ‘Inferenciais de Base’:

Quadro 30 – Síntese dos Resultados dos Testes Inferenciais de Base

TESTES	TÉCNICAS	DECISÃO
NORMALIDADE DOS RESÍDUOS	Kolmogorov-Smirnov (1933/1948)	Normal
	Shapiro-Wilk (1965)	Normal
PRESENÇA DE OUTLIERS	Gráficos de Caixa ou <i>Boxplot</i> (TUKEY, 1977)	Ausentes
	Gráficos de Pontos ou <i>Dotplots</i>	Inconclusivo
	Testes do Desvio Padrão (DP), do Escore Z e do Escore Z Modificado	Ausentes
	Teste de Grubbs (1969)	Ausentes
	Teste de Dixon (1950)	Ausentes
HOMOCEASTICIDADE	Teste de Bartlett (1937)	Homocedásticas
	Teste de Cochran (1941)	Homocedásticas
	Teste de Levene Absoluto (1960)	Homocedásticas
AUTOCORRELAÇÃO DOS RESÍDUOS	Teste de Durbin-Watson (1951)	Independentes
	Gráfico de Dispersão ou <i>Scatterplot</i>	Independentes
COLINEARIDADE DAS SÉRIES	Diagrama de Dispersão ou <i>Scatterplot</i>	Colineares
	Gráfico de Caixa ou <i>Boxplot</i>	Colineares

	Correlação Linear de Pearson (r) ou Momento-Produto de Pearson	Colineares
	Correlação Linear de Spearman	Colineares

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir do resumo apresentado no quadro 30, teve-se um importante “norte” quanto as técnicas ‘Inferenciais Aplicadas’ que seriam utilizadas, mais adiante, neste trabalho.

Isso se deve ao fato dessas possuírem premissas que estão diretamente ligadas as técnicas ‘de Base’. Ou seja, o processo anterior possuiu duas perspectivas relevantes: 1. Caracterização inicial do comportamento das séries; 2. Definição das técnicas ‘Aplicadas’ a serem usadas, mais especificamente, neste trabalho.

Atingidos estes objetivos, a seguir, será iniciado a exposição e discussão dos resultados relativos aos “instrumentais” ‘Inferenciais Aplicados’.

8.3.2 Análises Inferenciais Aplicadas

A partir dos resultados obtidos por meio do emprego da ‘Análise Inferencial de Base’, especialmente, em relação a constatação da Normalidade e da Independência dos Resíduos, além da Homocedasticidade, Ausência de *Outliers* e Colinearidade das Séries Temporais estudadas, pôde-se definir o conjunto de ‘Análises Inferenciais Aplicadas’, utilizadas neste trabalho.

O agrupamento dos procedimentos técnico-metodológicos, relativos às ‘Análises Inferenciais Aplicadas’, é exposto no quadro 31, logo abaixo:

Quadro 31 – Técnicas para Análise Inferencial Aplicada

TESTES	TÉCNICAS		
IGUALDADE DAS MÉDIAS E VARIÂNCIAS	Teste T de Student (1908)	Teste F de Fisher-Snedecor para Análises Bivariadas	
COMPARAÇÕES DE MÚLTIPLAS MÉDIAS	Teste de Tukey (1953)	Teste de Schffé (1959)	Teste de (Fisher) Bonferroni
TENDÊNCIA	Teste de Mann-Kendall (1953)		

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir do quadro acima, enfatiza-se que as seis técnicas expostas buscam atender a quatro perguntas-problema específicas. São eles:

- ☁ Igualdades das Médias (Aritméticas). Bivariadamente, as precipitações pluviais médias acumuladas na quadra chuvosa (FMAM), entre as estações e período estudado (1998 a 2017), podem ser consideradas iguais, estatisticamente?
- ☁ Igualdade de Variâncias. As variações interanuais entre as precipitações pluviais acumuladas na quadra chuvosa (FMAM), para as estações e recorte temporal avaliado, podem ser tidas como iguais, estatisticamente?
- ☁ Comparações múltiplas entre as Médias Aritméticas. Multiplamente, as precipitações pluviométricas médias acumuladas na quadra chuvosa (FMAM), entre as estações e recorte temporal estudado, podem ser consideradas iguais, estatisticamente?
- ☁ Tendência. Nas últimas duas décadas (1998-2017), para as ECP estudadas, houveram tendências semelhantes quanto ao comportamento das precipitações pluviais acumuladas na quadra chuvosa (FMAM)?

Isso dito, a seguir, são apresentados os resultados observados para a primeira pergunta-problema supramencionado:

Quadro 32 – Matrizes das Estatísticas, dos P-valores e dos *Status* do Teste T de Student (1908)

MATRIZ DAS ESTATÍSTICAS DO TESTE T					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	---	---	---	---	---
Caicó-RN	0,46	---	---	---	---
Cruzeta-RN	1,03	0,50	---	---	---
Florânia-RN	0,59	0,14	0,33	---	---
Macau-RN	2,14	1,63	1,29	1,44	---
MATRIZ DOS P-VALORES DO TESTE T					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	---	---	---	---	---
Caicó-RN	0,65	---	---	---	---
Cruzeta-RN	0,31	0,62	---	---	---
Florânia-RN	0,56	0,89	0,74	---	---
Macau-RN	0,04	0,11	0,20	0,16	---
MATRIZ DOS STATUS DO TESTE T					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	---	---	---	---	---
Caicó-RN	Média Aritméticas iguais	---	---	---	---
Cruzeta-RN	Média Aritméticas iguais	Média Aritméticas iguais	---	---	---
Florânia-RN	Média Aritméticas iguais	Média Aritméticas iguais	Média Aritméticas iguais	---	---
Macau-RN	Média Aritméticas diferentes	Média Aritméticas iguais	Média Aritméticas iguais	Média Aritméticas iguais	---

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da análise do quadro 32, verificam-se duas formas distintas, mas que possuem o mesmo fim, para análise da igualdade das Médias Aritméticas das séries: as estatísticas do teste T de Student e os seus respectivos P-valores.

Atentando para a “saída” da estatística do teste, nota-se que todos os seus resultados foram inferiores ao ‘valor crítico’ (ou ‘T Tabelado’, $T_{tab.}$) pré-definido neste

trabalho: para 'n' = 20', ' $\alpha = 5\%$ ' e 'GL = 38', $T_{\text{tab.}}$ é igual a 2,02; exceção feita a comparação entre Apodi-RN *versus* Macau-RN ($T_{\text{tab.}} = 2,14$).

Tais resultados sinalizam que, apesar da significativa dispersão espacial e das variações tanto intrínsecas quanto extrínsecas entre os comportamentos da estação chuvosa das ECP e recorte temporal estudado (1998-2017), elas apresentaram Médias Aritméticas, estatisticamente, iguais (para $\alpha = 5\%$).

Assim como constatado a partir das análises das estatísticas do teste T, através dos p-valores chegou-se a mesma conclusão anteriormente apresentada.

Tal resultado mostrou-se igual haja vista que todos os *p-values* obtidos, ainda segundo o quadro 32, são superiores ao nível de significância pré-definido ($\alpha = 0,05$); exceção feita, como já observado, ao emparelhamento entre Apodi-RN *versus* Macau-RN (p-valor = 0,04).

Em se tratando deste último aspecto específico abordado – o resultado da comparação das precipitações pluviais médias acumuladas na estação chuvosa entre Apodi-RN e Macau-RN – entende-se que ele merece um pouco mais de atenção em sua análise e discussão, para definição do seu '*status*' decisório definitivo.

Seja calculada a estatística do teste, seja obtido o seu p-valor, percebe-se que apesar de, estatisticamente, seus resultados serem classificados como 'Médias diferentes', ele, numa abordagem mais ponderada, não deve ser assim definido.

Tal decisão baliza-se na extrema proximidade dos resultados observados, tanto de sua estatística (2,14), quanto do seu p-valor (0,04), em relação ao $T_{\text{tab.}}$ (2,02) e ao nível de significância pré-definido (0,05), além, conseqüentemente, da reduzida diferença (0,12 e 0,01, respectivamente) entre eles.

Diante do exposto, entende-se que a medida mais prudente e acertada, no que tange ao "problema" em questão, é tratar tal resultado como 'inconclusivo', pois, do contrário, poder-se-á incorrer nos, já discutidos, Vieses Amostral – gerado a partir de definições imperfeitas ou construção de um sistema de referência falho – e de Tipo – erro sistemático produzido a partir da utilização de uma média indevidamente (IBGE, 1970, 292).

Além dessa, a disposição fundamenta-se, também, nos relevantes princípios da Prevenção e da Precaução, entendidos, respectivamente, como os impactos já

conhecidos e que serão produzidos, e aqueles que, ainda, não são conhecidos cientificamente ou não são diretamente identificáveis (SAMPAIO, WOLD E NARDY, 2003, p.71).

Procedida tal consideração, conclui-se, a partir do Teste T de Student (1908), que as precipitações pluviais médias acumuladas na quadra chuvosa (FMAM) das últimas duas décadas (1998-2017), para as ECP avaliadas, são estatisticamente iguais; com exceção a inconclusão já destacada.

Finalizada mais esta etapa de investigação, se iniciará, a seguir, a 'Análise de Igualdade de Variâncias. Para tal, foi empregado o Teste F de Fisher-Snedecor para Análises Bivariadas. Seus resultados encontram-se expostos no quadro 33, logo abaixo:

Quadro 33 – Matrizes dos P-valores e dos *Status* do Teste F de Fisher-Snedecor

MATRIZ DAS ESTATÍSTICAS DO TESTE F					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	---	---	---	---	---
Caicó-RN	0,87	---	---	---	---
Cruzeta-RN	1,33	1,53	---	---	---
Florânia-RN	0,76	0,87	0,57	---	---
Macau-RN	0,83	0,95	0,62	1,09	---
MATRIZ DOS P-VALORES PARA O TESTE F					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	---	---	---	---	---
Caicó-RN	0,77	---	---	---	---
Cruzeta-RN	0,54	0,36	---	---	---
Florânia-RN	0,56	0,77	0,23	---	---
Macau-RN	0,69	0,91	0,31	0,85	---
MATRIZ DOS STATUS DO TESTE F					
ESTAÇÕES	Apodi-RN	Caicó-RN	Cruzeta-RN	Florânia-RN	Macau-RN
Apodi-RN	---	---	---	---	---
Caicó-RN	Variâncias iguais	---	---	---	---
Cruzeta-RN	Variâncias iguais	Variâncias iguais	---	---	---
Florânia-RN	Variâncias iguais	Variâncias iguais	Variâncias iguais	---	---
Macau-RN	Variâncias iguais	Variâncias iguais	Variâncias iguais	Variâncias iguais	---

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da análise do quadro 33, em especial, da matriz da estatística do teste F, pode-se perceber que todos os seus resultados estão contidos no intervalo entre 0,40 e 2,53. Ou seja, são superiores e inferiores, respectivamente, aos valores críticos de F, para $F_{\alpha/2}$ e $F_{1-\alpha/2}$, GL = 19 e $\alpha = 5\%$.

Deste modo, a partir da observância de que todos os resultados das combinações bivariadas entre as séries temporais apresentaram ' $F_{1-\alpha/2} > F_{obs.} > F_{\alpha/2}$ ', e das condições previstas para se rejeitar a Hipótese Nula (Se $F_{obs} < F_{\alpha/2}$ ou $F_{obs} > F_{1-\alpha/2}$), pode-se afirmar que essa não deve ser rejeitada em nenhuma das comparações.

Em face das observações acima expostas, conclui-se, segundo as estatísticas do teste F, que a variabilidade interanual da precipitação acumulada na quadra chuvosa (FMAM), para as ECP e período avaliado, apresentaram-se como iguais entre si. A partir disso, infere-se que, ao nível de significância de 5%, que as variações pluviais entre as estações não se mostraram como estatisticamente significativas.

Tal resultado complementa, positivamente, a perspectiva inicialmente apontada, quando foram aplicadas as Medidas de Dispersão (ver quadro 16, da seção 7.2 dos 'Resultados e Discussões').

Na oportunidade, em especial, a partir dos resultados do Coeficiente de Variação, definiu-se, fundamentado, principalmente, na classificação de Pimenta Gomes (1990), que todas as séries temporais tiveram, nas últimas duas décadas (1998-2017), variações 'muito altas' ($CV_a \geq 30,0\%$) de seus acumulados pluviais registrados na quadra chuvosa (FMAM).

Tal resultado que, à primeira vista, parece ir na "contramão" daqueles obtidos neste momento, na verdade, não podem ser assim compreendidos, pois na análise inicial constatou-se a (alta) variação intraanual de cada uma das séries (ou seja, univariadamente) para o período estudado. Do contrário, a análise via o teste F de Fisher-Snedecor apontou para a inexistência de variações estatisticamente significativas, em âmbito interanual e bivariado. Ou seja, tais avaliações (e seus resultados) não são nem equivalentes, tão pouco substituíveis, mas sim complementares.

Finalmente, destaca-se que os resultados apontados a partir da matriz dos p-valores convergem, igualmente, para aquilo que foi exposto e discutido a partir da

matriz das estatísticas de F, haja vista que todos os *p-values* obtidos são inferiores ao ' α ' pré-definido (5%).

Procedida a Análise de Variância (ANOVA), por meio do teste F, a seguir, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos para os Testes de Comparações Múltiplas para Médias Aritméticas. Para tanto, tomar-se-á como referência base analítica o quadro 34, logo abaixo:

Quadro 34 – Síntese dos Resultados dos Testes de Comparações Múltiplas para Médias Aritméticas

ESTAÇÕES	DIFERENÇAS (CENTRO)	P-VALORES			STATUS
		Tukey	Scheffé	Fisher-Bonferroni	
Apodi-RN-Caicó-RN	32,0	0,99	0,99	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Apodi-RN-Cruzeta-RN	64,3	0,89	0,93	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Apodi-RN-Florânia-RN	42,1	0,97	0,98	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Apodi-RN-Macau-RN	149,6	0,21	0,33	0,34	Médias Aritméticas Iguais
Caicó-RN-Cruzeta-RN	32,3	0,99	0,99	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Caicó-RN-Florânia-RN	10,2	1,00	1,00	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Caicó-RN-Macau-RN	117,6	0,44	0,58	0,93	Médias Aritméticas Iguais
Florânia-RN-Cruzeta-RN	22,1	1,00	1,00	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Cruzeta-RN-Macau-RN	85,3	0,73	0,82	1,00	Médias Aritméticas Iguais
Florânia-RN-Macau-RN	107,5	0,53	0,66	1,00	Médias Aritméticas Iguais

Fonte: Próprio autor, 2018.

Os testes para Comparações Múltiplas das Médias Aritméticas podem ser divididos em três grandes grupos, que se distinguem dadas as formas de comparação das Médias Aritméticas envolvidas, sendo eles: Comparações Emparelhadas (*Pairwise Comparisons*), Comparações com um Controle (*Comparisons with Control*) e Comparações Múltiplas (*Multiple Comparisons*) (VIEIRA, 2006, p.69-70).

Na ausência do objetivo de comparar as Médias Aritméticas das séries a um controle, nenhuma das técnicas a este grupo pertencente foi aqui empregada. Portanto, as três técnicas apresentadas no quadro 35 referem-se ao primeiro (Tukey e Fisher Bonferroni) e ao terceiro grupo (Scheffé) (*Ibidem*).

Enfatiza-se que a pergunta chave a ser respondida, com o emprego de tais testes é: Os acumulados médios anuais da quadra chuvosa, para o período analisado, diferem significativamente entre as estações? Caso sim, quais são as diferenças significativas e quais as semelhantes, ao nível de significância 5%?

Isso dito, através do quadro 34, especificamente em relação a coluna de Tukey pode-se notar que todos os resultados dos p-valores, para cada uma das combinações emparelhadas, são superiores ao ' α ' aqui trabalhado (5%). Assim, conclui-se que não há diferenças estatisticamente significativas entre as precipitações médias acumuladas na quadra chuvosa de cada uma das ECP estudadas.

Além do resultado exposto no quadro 34, um outro foi produzido, para o mesmo fim e teste, a partir do processamento dos dados no Action Stat 3:

Quadro 35 – Agrupamento das Médias Aritméticas Segundo o Teste de Tukey

ESTAÇÃO	Médias	Grupos
Apodi-RN	486,7	a
Caicó-RN	454,7	a
Florânia-RN	444,5	a
Cruzeta-RN	422,4	a
Macau-RN	337,1	a

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da análise do quadro acima, nota-se que, ao lado de todas as médias, está uma mesma letra ('a').

Tal sinalização corrobora com os resultados inicialmente obtidos e, complementarmente, aponta que as Médias Aritméticas avaliadas pertencem a um mesmo grupo. Logo, são, todas, estatisticamente iguais (para $\alpha = 5\%$).

Todavia, apesar do seu poder para controle do Erro Tipo 1 – ou seja, robustez em relação a probabilidade de se rejeitar a H_0 sendo ela verdadeira –, e mesmo diante dos resultados aqui expostos, dada a indicação prioritária de Tukey para amostras

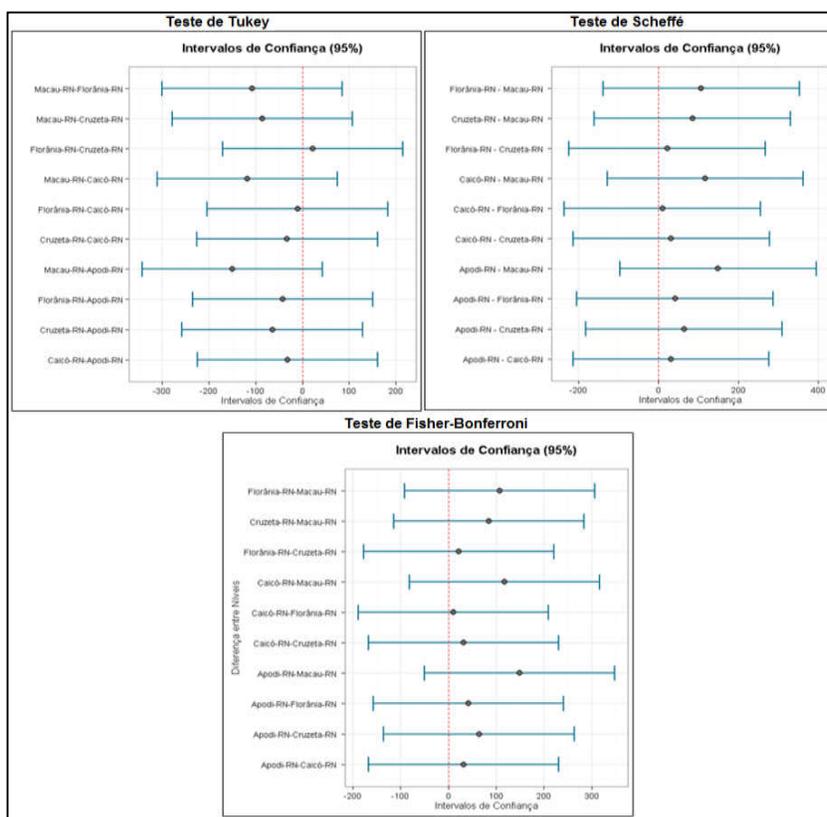
grandes ($n > 30$), foram aplicados os testes de Fisher-Bonferroni e Scheffé; que possuem aplicação reconhecida para pequenas amostras ($n < 30$) (SOUSA, LIRA JUNIOR E FERREIRA, 2012, p.354).

Não diferente daquilo que foi observado a partir do teste de Tukey, os p -valores de Scheffé e de Fisher-Bonferroni, também, irão indicar para a não rejeição da hipótese nula em questão: as Médias pluviiais das cinco ECP em avaliação são iguais estatisticamente.

Tal decisão se deve ao fato de que todos os p -values obtidos serem superiores ao nível de significância admitido ($\alpha = 5\%$).

Abaixo, na figura 21, é exibido mais um relevante recurso (gráfico) para análise da existência de diferença estatisticamente significativa entre as Médias Aritméticas em questão:

Figura 21 – Diagramas dos Intervalos de Confiança das Médias Aritméticas da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM, 1998-2017) para as ECP Avaliadas



Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da figura acima, verifica-se que em todos os diagramas ocorreu a interceptação/inclusão da 'linha zero', sob cada um dos Intervalos de Confiança, traçados para as três técnicas em questão. Por conseguinte, na mesma linha dos resultados anteriores, infere-se que este comportamento sinaliza para a inexistência de diferenças estatisticamente significativas entre as Médias pluviométricas da quadra chuvosa das séries avaliadas.

Em âmbito geral, acrescenta-se que as médias menos distintas foram observadas entre Florânia e Caicó. Já as diferenças mais significativas foram registradas entre Macau-RN e Apodi-RN.

Na verdade, observou-se que as menores diferenças, entre as Médias Aritméticas pluviais, foram registradas entre as estações da porção centro-meridional do estado, com destaque para Caicó-RN e Florânia-RN (10,2mm). Do contrário, a diferença mais significativa foi verificada entre a estação da porção mais setentrional e aquela mais ocidental do estado (Apodi-RN e Macau-RN, 149,6mm). Entretanto, segundo os testes, tais diferenças não foram consideradas estatisticamente significativas.

Finalmente, diferente do resultado principal obtido por Souza, Lira Junior e Ferreira (2012, p.354), que apontou para um maior poder do teste de Tukey para controle do Erro Tipo I, frente a diversos testes – dentre eles Fisher e F –, aqui não foi observada diferença significativa.

A seguir, a partir do quadro abaixo, são apresentados, resumidamente, os resultados obtidos da última avaliação realizada dentre o conjunto, inicialmente, apresentado de 'Técnicas para Análise Inferencial Aplicada': Análise de Tendência, a partir do teste de Mann-Kendall (1953).

Quadro 36 – Síntese dos Resultados do Teste de Mann-Kendall

ESTAÇÕES	S	STATUS	VAR(S)	Z _{mk}	Z _{tab.}	STATUS
Apodi-RN	10	Tendência Positiva	950,0	0,29	1,96	Não há Tendência
Caicó-RN	8	Tendência Positiva	950,0	0,23	1,96	Não há Tendência
Cruzeta-RN	4	Tendência Positiva	950,0	0,10	1,96	Não há Tendência
Florânia-RN	6	Tendência Positiva	950,0	0,16	1,96	Não há Tendência
Macau-RN	10	Tendência Positiva	950,0	0,29	1,96	Não há Tendência

Fonte: Próprio autor, 2018.

Como já destaco anteriormente, a análise de tendência realizada, especialmente, a partir do teste de Mann-Kendall, visa verificar a existência de tendências em dados meteorológicos; como neste caso, a precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa do Semiárido Potiguar. Para tanto, são comparados cada dado da série com os restantes, sempre em ordem sequencial (SILVA E SOUSA, 2013, p.443; SANTOS *et al.*, 2009, p.494).

A partir do quadro acima, pode-se perceber que as séries temporais de todas as estações apresentaram o mesmo comportamento: tendência positiva. Todavia, quando analisado a fundo, tal resultado se mostrará diferente daquilo que inicialmente se apresentou.

Inicialmente, como sugerem Silva *et.* (2010, p.503), a tendência positiva das séries temporais analisadas foi diagnosticada através, simplesmente, dos sinais dos dados de 'S (estatística do teste); sendo esses observados para cada estação. Tais sinais como se apresentaram positivos, indicam, por conseguinte, a tendência também positiva do comportamento das séries. Ou seja, a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa de todas as ECP avaliadas, tendeu a crescer nas últimas duas décadas (1998-2017).

Posteriormente, como também indicam os últimos mencionados autores, testou-se se as tendências positivas verificadas eram, significativamente, diferentes de zero. Isto é, se era possível rejeitar-se a Hipótese Nula (H_0), para o nível de

significância de 0,05 ($\alpha = 5\%$); o que culminaria em se assumir a existência de tendência (neste caso, positiva) para as séries.

Destaca-se que tal decisão foi norteada pelos resultados parametrizados do teste de Mann-Kendall (Z_{mk}), que se mostraram, assim como os resultados de 'S', também, positivos. Portanto, diante destes resultados, sugere-se que as séries registraram tendências crescentes.

Não obstante, quando testada a presença de tendências estatisticamente significativas – por meio da comparação dos valores de Z_{mk} e Z_{tab} . – constatou-se que as tendências monotônicas crescentes (positivas) sinalizadas anteriormente não poderiam ser admitidas, haja vista que todos os Z_{mk_s} foram inferiores aos Z_{tab_s} obtidos.

A partir do exposto, concebe-se, em definitivo, que não se deve rejeitar H_0 em nenhuma das séries. Logo, conclui-se que suas observações são independentes e igualmente distribuídas; o que nos conduz a afirmar, apesar dos resultados anteriores produzidos pelos sinais de 'S' e Z_{mk} , que não há tendência (nem positiva, tão pouco negativa) nas séries.

Comparando os resultados aqui obtidos aqueles produzidos em outros trabalhos, foram observadas tanto diferenças significativas quanto convergências.

Silva e Sousa (2013) analisaram o comportamento pluviométrico de 13 localidades no estado de Alagoas, estando duas delas (Batalha-AL e Piranhas-AL) inseridas no Semiárido do referido estado. Especificamente para os dois postos citados, os autores constataram tendência de diminuição nas séries de precipitação analisadas.

Já Limeira *et al.* (2012), analisando a tendência de chuva de nove localidades da Paraíba, identificaram tendência positiva, estatisticamente significativa, para sete dos oito postos inseridos no Semiárido do NEB, são eles: Picuí, Cabaceiras, Pedra Lavada, Sousa, Itaporanga, Pombal e Teixeira. Do contrário, a única localidade a apresentar tendência negativa foi São Sebastião do Umbuzeiro.

Nóbrega *et al.* (2014), também na Paraíba, abordando eventos extremos de precipitação pluvial e diversos índices para tal, constataram tendências de redução das chuvas nas últimas décadas, sobretudo, na Mesorregião do Sertão; que

apresentou maior predomínio de tendência estatisticamente significativas sobre as demais regiões do estado.

Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Lima *et al.* (2011), sobretudo, em relação as tendências não significativas. No trabalho, das 16 localidades baianas estudadas, 14 inserem-se no SAB. Dessas, em apenas uma (Cipó-BA), foi verificada tendência (neste caso, decrescente) significativa. Já para as 13 demais, as tendências (tanto positivas quanto negativas) mostraram-se não significativas.

Comparando os resultados apresentados por outros autores àqueles aqui produzidos, não se entende que seja possível traçar-se nenhum padrão espaço-temporal de tendência e, conseqüentemente, nenhuma conclusão definitiva quanto ao comportamento das precipitações pluviais – em diversas recortes e unidades temporais avaliadas – ocorridas nas várias áreas do SAB. Deste modo, apesar do esforço empreendido e, em alguns casos, das necessidades inerentes a tal processo (ex: planejamento em nível regional), compreende-se que os diagnósticos e prognósticos na supradita escala carregam consigo grandes generalizações (em muitos casos, indevidas), quando analisadas em escala local; o que reduz, sobremaneira, a representatividade e a efetividade de tais resultados para avaliações e planejamentos territoriais em nível local.

Finalizada a ‘Análise de Tendência’, no quadro 37 é apresentado, resumidamente, o conjunto dos resultados obtidos referente as seis ‘Análises Inferenciais Aplicadas’, que dão base às quatro questões inicialmente postas:

Quadro 37 – Síntese dos Resultados das Análises Inferenciais Aplicadas

TESTES	TÉCNICAS	DECISÃO
IGUALDADE DAS MÉDIAS E VARIÂNCIAS	Teste T de Student	Médias Aritméticas, estatisticamente, iguais
	Teste F de Fisher-Snedecor para Análises Bivariadas	Variâncias, estatisticamente, iguais
COMPARAÇÕES DE MÚLTIPLAS MÉDIAS	Teste de Tukey	Médias Aritméticas, estatisticamente, iguais
	Teste de Schffé	Médias Aritméticas, estatisticamente, iguais
TENDÊNCIA	Teste de Mann-Kendall	Tendências, estatisticamente, iguais (não há tendência)

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir da observância do quadro acima, pode-se perceber que todos os testes aplicados, guardadas as suas particularidades e propósitos devidos, sinalizaram para um mesmo resultado: nas últimas duas décadas (1998-2017), não houve distinção, estatisticamente significativa, entre o comportamento da precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa (FMAM) das cinco estações avaliadas, seja em relação aos seus totais médios, as suas variações interanuais ou no que tange as suas tendências.

Na discussão que se iniciará a seguir, perceber-se-á que tais resultados, apesar de metodologica e tecnicamente terem sido obtidos a partir do emprego devido das mencionadas técnicas, guardam consigo limitações e nuances que, assim, “mascaram” aspectos relevantes das séries/estações avaliadas.

8.4 PRESSUPOSTOS E ABLEPSIAS DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS CLÁSSICOS: BASES, ABORDAGEM INTEGRATIVA

Nesta última seção secundária – que se divide em duas seções terciárias – objetivou-se apresentar, inicialmente, a concepção teórica desenvolvida, que perpassa pela: elucidação do termo ‘ablepsia’, sua formatação geral e a específica ao trabalho, os aspectos a ela inerentes, suas tipificações e embasamentos devidos e, finalmente, suas consequências ao processo de caracterização da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido do RN. Posteriormente, propôs-se uma alternativa para obtenção de ‘Desfechos Devidos’, baseada na concepção de Abordagem Integrativa, ao processo supradito a pouco.

A primeira citada discussão é iniciada a seguir:

8.4.1 Concepção Teórica das Ablepsias dos MQCs

Originalmente, o termo ‘*ablepsia*’ tem sido empregado, tecnicamente, na grande área da Saúde; especialmente, em Medicina.

Destaca-se que, mesmo nesta área, ele possui definições/concepções distintas, apesar de próximas, como: ‘cegueira’, ‘falta, privação ou perda da visão’, ‘incapacidade de discernimento ou falta de lucidez’ e ‘tornar-se cego’ (DICIONÁRIO MÉDICO, 2017, p.1; DICIO, 2018, p.1; PRIBERAM, 2018, p.1; AULETE, 2018; p.1; AURÉLIO, 2018, p.1).

Ainda na área médica, a principal causa para o surgimento da ablepsia (em adultos) é a degeneração macular, que produz o embaciamento da visão e/ou a incapacidade (gradual) de discriminar, com nitidez, detalhes específicos de objetos com dimensões reduzidas (RODRIGUES, 2014, p.7-8).

Enfatiza-se que tais problemas visuais podem ser mitigados a partir de lentes corretivas – que minimizam seus défices funcionais – ou resolvidos, em definitivo, a partir de procedimentos cirúrgicos (*Ibidem*, p.8).

Dada a área e as características deste trabalho, o termo ablepsia não é aqui empregado, obviamente, como posto até então; isto é, em sua perspectiva original/denotativa.

Na verdade, ele é explorado de modo não literal. Porém, este último guarda consigo concepções importantes da expressão em sua forma primeira.

Isso dito, a *ablepsia* inerente aos Métodos Quantitativos Clássicos (MQCs), aqui discutida, conota, em sua totalidade, ‘aquilo que é, *a priori*, inaparente’. Por sinal, ela é justificada, também em termos conotativos, pelos “mesmos” “distúrbios” outrora citados: “embaciamento da visão” e/ou “incapacidade de se discriminar detalhes em objetos específicos”.

Não obstante, mais detalhada e tecnicamente, partiu-se, para tal definição, do pressuposto que as *ablepsias* se dão involuntariamente. Ou seja, sem a vontade explícita do pesquisador de praticar um ato indevido. Portanto, com culpa, mas sem ‘dolo’; no sentido estrito destes termos. Por conseguinte, elas têm seus registros atrelados aos aspectos (causais) seguintes: Imperícia, Imprudência e Negligência.

Reitera-se que a supradita ‘involuntariedade’ pressupõe a estreita e necessária interação entre ‘ciência e ética; que tem sua concepção, perfeitamente, traduzida a partir do recorte textual a seguir:

“As relações entre Ética e Ciência situam-se no horizonte mais vasto da interação entre “valores” ou “interesses” e a actividade cognitiva de produção de conhecimento, horizonte no interior do qual se podem delimitar áreas específicas de interação entre vários domínios axiológicos e o processo de investigação científica. Essas áreas, distintas e interdependentes, incluem não somente as relações intrínsecas entre a ciência e os valores genuinamente epistémicos ou cognitivos que constituem a sua condição de possibilidade, mas também as relações – aparentemente extrínsecas – entre a ciência e outros valores extra-epistémicos, ou seja, valores éticos, estéticos, sociais, políticos e religiosos, que encerram algumas das motivações mais profundas para a prática científica” (JESUS, 2012, p.355).

Retomando-se a discussão anterior, os aspectos causais das *ablepsias*, a pouco supramencionados, foram, então, denominados ‘Fatores ‘Ablépticos’. Inclusive, suas definições, nesta obra, seguem (*ipsis litteris*) as concepções originais que lhes são atribuídas em âmbito jurídico. Desta forma, segundo Freitas e Oguisso (2003, p.637-638):

“A negligência, consiste na inação, inércia, passividade ou omissão, entendendo que é negligente quem, podendo ou devendo agir de determinado modo, por indolência ou preguiça mental, não age ou se comporta de modo diverso... A imperícia reveste-se da falta de conhecimento ou de preparo técnico ou habilidade para executar

determinada atribuição. Em contrapartida, a imprudência decorre da ação açodada, precipitada e sem a devida precaução”.

Guardadas as devidas características próprias – haja vista que aqui se aplica a expressão, restritivamente, aos MQCs – a concepção sobre ‘ablepsia’ desenvolvida converge para perspectiva empregada por Lopes (2007); que, diferentemente, a aplica em sentido amplo às pesquisas científicas.

O mencionado autor afirma que “... a singularidade do *acontecimento* que, embora guarde vínculos com o *estado de coisas*, não raramente é desprezado nas pesquisas científicas por uma certa ablepsia que não lhes permite captar a *invisibilidade* de certos fenômenos” (*Ibidem*, p.6).

Em face do exposto, idealizou-se que as ablepsias, relativas aos MQCs, estão congregadas em dois grupos: as Ablepsias de Sustentação e as de Absolutização.

Notadamente, o primeiro tipo citado se caracteriza pela desatenção à predileção devida e/ou emprego irrestrito dos citados métodos. Ou seja, analogicamente, pode-se associar sua característica principal à “perda da visão” ou “cegueira”, no que tange a escolha da(s) técnica(s) quantitativa(s) devida(s), bem como aos aspectos implícitos à sua operacionalização. Ademais, destaca-se que ambos devem estar balizados pela atenção as suas respectivas premissas/pressupostos; que estão ligadas as condicionantes e aos limites de cada técnica.

Distintamente, as Ablepsias de Absolutização possuem como grande marca a não relativização (por vezes, tão necessária) dos resultados, então obtidos, segundo a própria técnica utilizada, ou atrelados a um outro recurso que torne isso possível.

A relatividade mencionada relaciona-se a uma certa ‘subjetividade’ – conotada no sentido de ‘particular(idade)’ e não de ‘pessoal’ – que se apresenta como impreterível ao emprego dos Métodos Quantitativos Clássicos, sobretudo, nos estudos geográficos.

A despeito do valor da supradita relatividade, e da relevância de distanciar-se da absolutização, o geógrafo inglês Brian J. L. Berry (1972, p.7) afirma que:

A ‘realidade’ de qualquer elemento dentro de um sistema não é somente relativa a todo o sistema de elementos, ela também é relativa ao tempo. Portanto, procurar qualquer coisa fixa é haver-se com uma falsa concepção, pois que toda a existência de fenômeno passa a ser

imediatamente vista transitoriamente, quando é acrescentada à dimensão tempo. Nenhuma determinada coisa é 'real' em qualquer sentido absoluto: ela está se transformando em qualquer outra coisa a cada momento. (BERRY, 1972, p.7).

As ideias sobre o 'pensamento condicional' e a 'relatividade' de Berry (1972) estão alinhadas ao que ele mesmo denominou de 'processo Metageográfico' ou 'Metageografia', tida como "a parte da especulação geográfica que lida com os princípios que se encontram por trás das percepções da realidade, e os transcende, abrangendo conceitos tais como essência, causa e identidade" (*Ibidem*, p.8).

Essencialmente, a Metageografia, segundo o mesmo autor e obra, está embasada no processo 'Metafísico', ou seja, aquele que concebe o universo como sendo formado não por um conjunto de objetos, mas por uma hierarquia complexa de pequenas e grandes formas de fluxos (processos), que estão inseridas em sistemas de escala ainda maior.

É, justamente, a partir da destacada contribuição da 'Metageografia' de Berry (1972), que se fundamenta, ainda, na 'transcendência' numa perspectiva 'causal' e na abordagem Sistêmica, que se concebeu, em especial, as 'Ablepsias de Absolutização' dos MQCs.

No cerne das duas ablepsias buscou-se contribuir, teórico, técnica e operacionalmente, para a construção de uma abordagem que não levasse o pesquisador à 'Desfechos Ablépticos'; aqui concebidos como os produtos (caracterizações, descrições, diagnósticos, prognósticos, inferências...) gerados a partir da "incorrência" em ambas as ablepsias. Ou seja, buscou-se preencher, como menciona Christofolletti (1985, p.5), uma lacuna quanto a existência de um 'instrumento de reflexão (crítica) e orientação', sobretudo em língua portuguesa, para a aplicação devida dos MQCs aos estudos geográficos, em especial, na caracterização da quadra chuvosa do Semiárido Potiguar.

Merece ser destacado que tanto para as "Lentes Corretivas" quanto para os "Procedimentos Cirúrgicos" – tidos como estratégias resolutivas correspondentes, respectivamente, as Ablepsias de Sustentação e Absolutização – serem empregados devidamente, partiu-se da apropriação da 'Abordagem Integrativa'.

Segundo Brunet (2014, p.3) as Abordagens Integrativas foram praticadas, comumente:

[...] durante muitos séculos, só recentemente voltou a ser reconhecida como valiosa, contrariando a tendência para uma crescente especialização. Isto é particularmente importante hoje em dia devido aos grandes avanços científicos em todas as áreas e à imperiosa necessidade de juntar as partes para a construção de um todo.

Complementarmente, acrescenta-se que, diferente de outrora, a supradita abordagem pode ser considerada, hoje, como extremamente ‘eclética’, haja vista que ela transcendeu o “seio proposicional” mencionado e tem sido empregada, conseqüentemente, em várias áreas ou campos científicos, a saber: Saúde, Ciências Biológicas e Ecologia, Educação, Gestão e Negócios, Engenharias (principalmente, Industriais), Geociências (por exemplo, Biogeografia e Geomorfologia) ...

Na área da Saúde, especialmente em Psicologia Clínica, ela tem representado, segundo Sundfeld (2000, p.254):

[...] um esforço para olhar além das fronteiras que demarcam as diferentes abordagens na tentativa de observar o que pode ser aprendido de outras perspectivas... Se conduzida apenas por um raciocínio linear e causal, a integração das abordagens psicológicas corre o risco de produzir sínteses reducionistas que ao invés de favorecerem o enriquecimento teórico e o permanente diálogo, concorrerão para a construção de meta discursos.

Em Educação, na perspectiva da Cultura Escolar, ela foi tida por Pol *et al.* (2007, p.72) como uma “tendência para integrar e superar a ausência de unidade terminológica utilizando os contributos de várias disciplinas da ciência em várias relações (proporções) é, não só, interessante mas também, benéfico para a futura pesquisa da cultura escolar”. Ademais, acrescenta-se que as omitidas ciências foram: Gestão, Antropologia e Sociologia, além da Pedagogia.

Na área de Gestão e Negócios, especificamente, em Conhecimento e Estratégia Organizacional, Freitas e Leitão (2004, p.13) a sugeriram como “uma abordagem alternativa, integradora, a partir da biologia cognitiva e das redes de comunicação e das estruturas de significados a ela associadas...”. Além disso, para eles, “uma teoria integrativa do conhecimento deve obrigatoriamente ser vinculada aos processos de aprendizagem e mudança, porque são um mesmo processo cognitivo-afetivo, o mesmo fenômeno mental...”.

Já na área de Industrial (Engenharia de Produção), na relação entre as subáreas de Estratégias de Operações e Cadeia de Suprimentos, Maia, Cerra e Alves Filho (2005, p.379), discutindo sobre a necessidade de realização de *trade-offs* em

sistemas de produção, apontam que a visão/Abordagem Integrativa pode consorciar os elementos de duas das mais antagônicas correntes de pensamento: a Tradicional (Skinner, 1969) e Cumulativa (Ferdows e De Meyer, 1990).

Por outro lado, segundo Martins e Coutinho (2010, p.42), nas Ciências Biológicas/Ecologia, a Abordagem Integrativa é:

[...] representada pela Biologia Evolutiva e pelas abordagens sistêmicas dos vários níveis de organização pertencentes à Ecologia...
 “Essa abordagem é caracteristicamente interdisciplinar, devido à complexidade dos níveis de organização examinados em conjunto e à variedade de conhecimentos oriundos de diferentes disciplinas, que é necessária para que essa complexidade seja parcialmente compreendida. Nesse caso, inclusive, deve-se determinar meios operativos capazes de facilitar a elaboração do conhecimento interdisciplinar por meio da integração de diferentes disciplinas.

Já na Biogeografia, especificamente nas perspectivas Filogenéticas e Filogeográficas, Brunet (2014, p.14) empregou a Abordagem Integrativa “acoplando métodos filogeográficos convencionais e os baseados em testes estatísticos de hipóteses com técnicas de modelação paleoclimática”. Ademais, ele buscou:

[...] abordar vários aspectos da biologia evolutiva usando a informação de várias disciplinas, como a filogenia, filogeografia e genética populacional em combinação com modelos de nicho ecológico, que por sua vez reúnem a informação de várias outras disciplinas, como a geologia, climatologia, botânica, entre outras. (*Ibidem*, p.35).

Nas áreas de Geociências, Engenharia Geológica e de Minas, em caracterização geológica-estrutural, geotécnica e geomecânica de maciços rochosos, Galiza *et al.* (2011, p.76) afirmam que a supramencionada abordagem “... só pode ser atingida como uma rigorosa e sistemática recolha dos dados no terreno, seguida de uma análise e interpretação da interação entre as características geológico-geotécnicas e geomecânica do maciço...”. Ademais, tais autores asseveram que tal integração trouxe “benefícios técnicos-econômicos no que diz respeito à prática do desmonte de rocha com explosivos” (*Ibidem*).

Já em Geomorfologia (Fluvial), Marçal e Lima (2016) utilizaram a Abordagem Integrativa como instrumento teórico-metodológico para discutir “a visão de rede enfatizando controles na escala do sistema e a visão de trechos focando na descontinuidade e nos controles locais”. Além disso, foi destacada “a importância da integração das visões de rede e trechos na análise da organização de sistemas fluviais” (*Ibidem*).

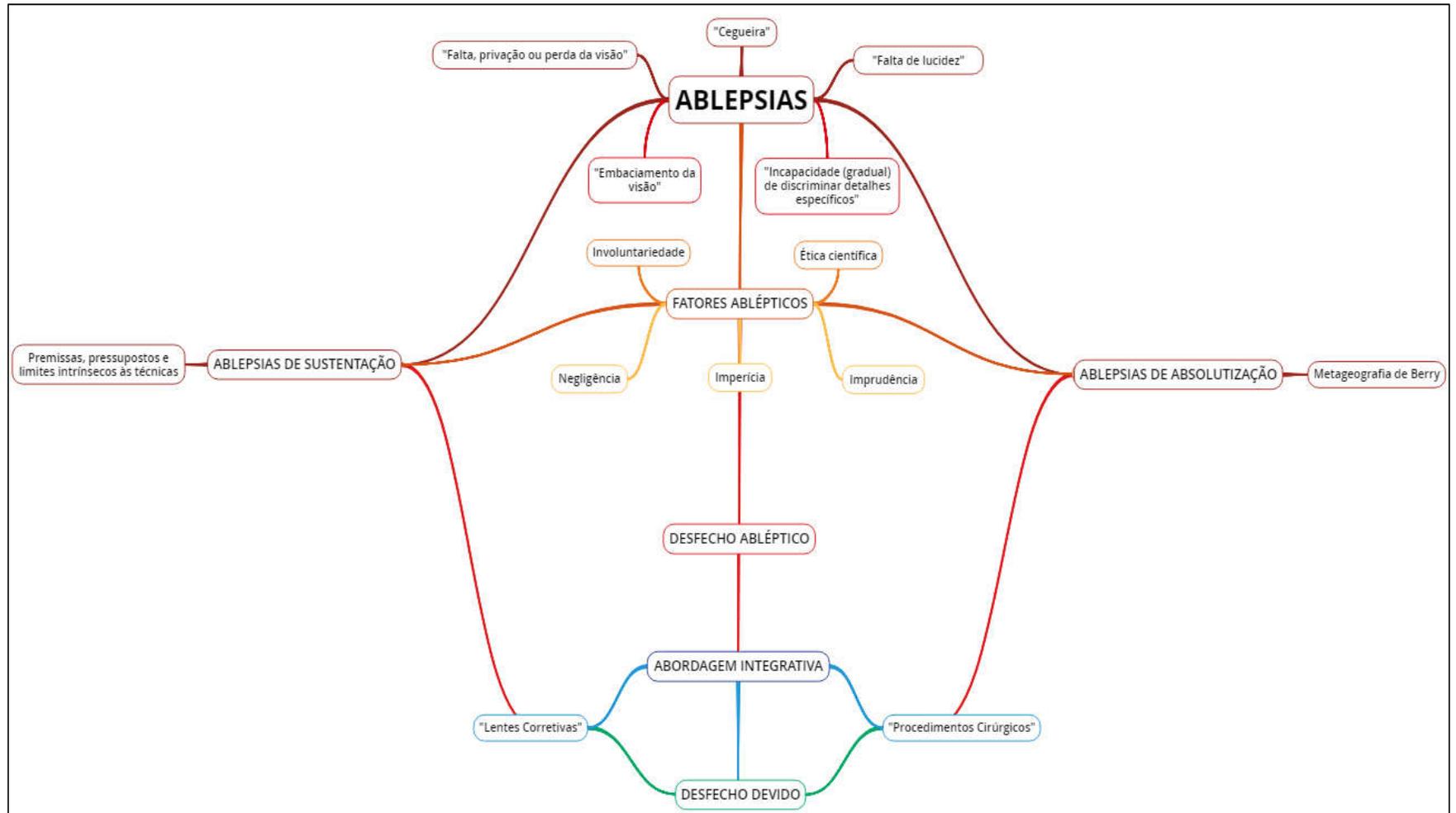
Avaliando as concepções apresentadas sobre a Abordagem Integrativa, irá se perceber que apesar de amplamente diversificadas quanto ao seu emprego e áreas, elas possuem uma ideias centrais em comum, que marcam a referida abordagem, e se notabilizam a partir de termos ou expressões como: ‘olhar além das fronteiras’, ‘diálogo’, ‘contributos de várias disciplinas’, ‘associadas’, ‘consorciar’, ‘conjunto’, ‘diferentes disciplinas’, ‘operativos’, ‘integração’, ‘integração das visões’, ‘acoplando’, ‘várias’, ‘combinação’ e ‘interacção’...

A partir da extração e explicitação dos verbetes acima, via análise textual, pode-se conceber a Abordagem Integrativa como um instrumento teórico-metodológico que visa reunir ‘saberes’ diversos – sejam esses intrínsecos ou extrínsecos a dada área ou método – de modo a produzir resultados ‘para além’ daquilo que foi/é produzido por uma abordagem convencional.

Dentre tantas potencialidades desta abordagem, como mencionam Marçal e Lima (2016, p.26), tem-se que ela “contribui para se evitar equívocos nas tomadas de decisão decorrentes da generalização de conhecimentos e transferência de descobertas para fora do seu contexto original”.

Abaixo, por meio da figura 22, é exposto, graficamente, a concatenação dos vários elementos (outrora detalhados textualmente) relativos as ‘bases fundamentais desta Tese’:

Figura 22 – Concepção Teórica das Ablepsias dos MQCs



Fonte: Próprio autor, 2018.

Como pode ser observado por meio do Mapa Mental acima exposto (figura 22), nota-se que a origem do termo *ablepsia* está ligado a “falta, privação ou perda da visão”, “cegueira” ou “falta de lucidez”. Por conseguinte, esses produzem “embaciamento da visão” ou “incapacidade (gradual) de discriminar detalhes específicos”.

Não obstante, nota-se que as *ablepsias* estão ligadas aos ‘Fatores Ablépticos’, que tomam como premissas a ‘Involuntariedade’ e a ‘Ética Científica’, e que, assim, se notabilizam pela Negligência, Imperícia e Imprudência.

São justamente tais fatores que produzirão tipificações das (até então genéricas) *ablepsias*, sendo essas: de Sustentação e de Absolutização.

O primeiro tipo de *ablepsia* está embasado nas premissas, pressupostos e/ou limites intrínsecos a cada técnica. Diferentemente, a segunda está fundamenta na ‘Metageografia de Berry’; que alerta sobre a necessidade de relativização.

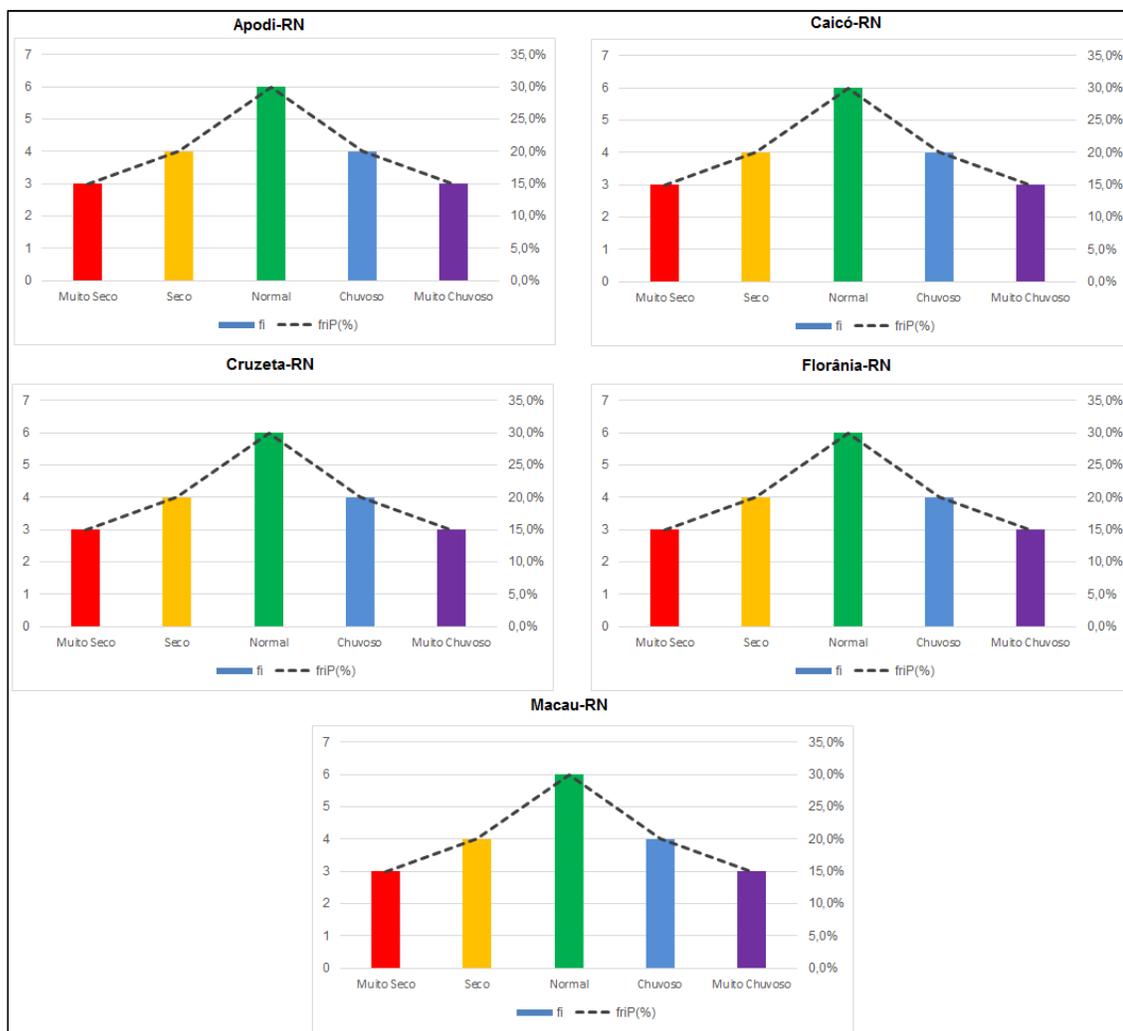
Como resultado, ambas os tipos de *ablepsias* produzem ‘Desfechos Ablépticos’; caracterizados por resultados indevidos e/ou inacabados. Porém, como apresentado no ‘mapa’, por meio de Abordagens Integrativas, que fornecem tanto “Lentes Corretivas” (às *Ablepsias* de Sustentação) quanto “Procedimentos Cirúrgicos” (às *Ablepsias* de Absolutização), poder-se-á alcançar, finalmente, ‘Desfechos Devidos’ (conclusões corretas e abrangentes).

Alcançado o primeiro objetivo, na seção seguinte, são apresentados os resultados das aplicações (realizadas em dois momentos), referentes a concepção e abordagem aqui exposta, ao objeto central deste trabalho; como descrever-se-á a seguir:

8.4.2 Abordagem Integrativa entre os MQCs ‘Descritivos, Inferenciais de Base e Aplicados’* e o ‘Índice de Seca dos Quantis’

Especificamente, nesta seção, são expressos os resultados inerentes à primeira aplicação da concepção e abordagem desenvolvida neste trabalho, que visou agregar os MQCs ‘Descritivos, Inferenciais de Base e Aplicados’ ao Índice de Seca dos Quantis (Q). Tais questões são, inicialmente, “despertadas” a partir da figura abaixo:

Figura 23 – Distribuição de Frequência dos Níveis de Severidade de Seca, Segundo a Técnica dos Quantis (Q)



Fonte: Próprio autor, 2018.

Com base na figura acima, percebe-se que todas as ECP apresentaram um comportamento, exatamente, igual, quanto a distribuição de frequência de cada um dos cinco níveis de severidade de seca do índice 'Q', assim delimitados: Muito Seco ($x_i \leq Q_{0,15}$), Seco ($Q_{0,15} < x_i \leq Q_{0,35}$), Normal ($Q_{0,35} < x_i \leq Q_{0,65}$), Chuvoso ($Q_{0,65} < x_i \leq Q_{0,85}$) e Muito Chuvoso ($x_i > Q_{0,85}$) (PINKAYAN, 1966, p.2).

Tal afirmação justifica-se, para além da observação gráfica visual, dada a comparação, nível a nível, entre as Frequências Simples (f_i) e Frequências Simples Relativas Percentuais ($Fr_iP\%$) de cada uma das ECP.

Deste modo, para o recorte temporal avaliado (1998-2017, ou seja, os últimos 20 anos), verifica-se que todas as estações apresentaram a seguinte disposição: três anos (15,0%) Muito Secos; quatro anos (20,0%) Secos; seis anos (30,0%) Normais; quatro anos (20,0%) Chuvosos; e três anos (15,0%) Muito Chuvosos.

Vale destacar que, reagrupadas as cinco categorias citadas em 'Abaixo do Normal (Muito Seco + Seco, $x_i \leq Q_{0,35}$)', 'Normal ($Q_{0,35} < x_i \leq Q_{0,65}$)' e 'Acima do Normal (Chuvoso + Muito Chuvoso, $x_i > Q_{0,65}$)', outros resultados emergiram.

A partir do procedimento supradito, é possível notar que todas as ECP mantiveram o comportamento anteriormente verificado: sete anos (35,0%) 'Abaixo do Normal'; seis anos (30,0%) 'Normais' (30,0%); e, sete anos, 'Acima do Normal' (35,0%). Isto é, todas elas apontaram para uma distribuição, estatisticamente, 'Normal', de ambos os critérios de classificação categórica aqui empregadas para o índice dos Quantis. Portanto, infere-se que houve um equilíbrio (exato) entre os anos anômalos negativos ($x_i \leq Q_{0,35}$) e os positivos ($x_i > Q_{0,65}$). Ou seja, os totais pluviais anuais excedentes suprimiram (em termos de frequência), equanimemente, aqueles classificados como deficitários.

Incorporando a estes resultados aqueles obtidos e discutidos nas seções 7.2 (sobretudo, nos quadros 14 a 19) e 7.3 (sintetizados no quadro 37), conclui-se que as unidades espaciais avaliadas apresentaram, nos últimos 20 anos, o mesmo comportamento quanto a:

- ☁ inicialmente, 'alta variação da precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa (FMAM)' e ao 'grau/nível de normalidade/deformação das séries temporais estudadas, em relação ao comportamento típico de uma distribuição Normal';
- ☁ 'Normalidade dos Resíduos', 'Ausência de *Outliers nas Séries*', 'Homocedasticidade das Distribuições', 'Independência dos Resíduos', 'Autocorrelação dos Resíduos' e Colinearidade das Séries';
- ☁ 'precipitação média anual acumulada na quadra chuvosa (FMAM)' – seja bivariada ou multiplamente –, e, bivariadamente, em relação a variação interanual da precipitação acumulada na quadra chuvosa (FMAM);

☁ frequência e severidade de seca.

A partir da “condensação” dos resultados acima expostos, percebe-se que nenhum dos vários parâmetros/aspectos abordados – produzidos a partir do emprego das várias técnicas empregadas – revelou diferenças, estatisticamente significativas, entre as estações. Entretanto, neste resultado conjunto há um forte ‘Desfecho Abléptico’, estando ele correlato a uma ‘Ablepsia de Absolutização’.

Retomando, a ‘Ablepsia de Absolutização’, anteriormente mencionada, será percebida, a seguir, por meio do aprofundamento desta discussão e dos resultados, então, expostos:

Quadro 38 – Classificação Quali-Quantitativa do Índice de Seca dos Quantis e Amplitude dos Níveis de Severidade de Seca por ECP

ESTAÇÕES	CLASSIFICAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA (mm)				
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso
Apodi-RN	$x_i \leq 259,8$	$259,8 < x_i \leq 378,3$	$378,3 < x_i \leq 524,4$	$524,4 < x_i \leq 745,4$	$x_i > 745,4$
Caicó-RN	$x_i \leq 225,4$	$225,4 < x_i \leq 353,8$	$353,8 < x_i \leq 524,8$	$524,8 < x_i \leq 775,1$	$x_i > 775,4$
Cruzeta-RN	$x_i \leq 215,3$	$215,3 < x_i \leq 319,5$	$319,5 < x_i \leq 479,7$	$479,7 < x_i \leq 608,0$	$x_i > 608,0$
Florânia-RN	$x_i \leq 198,6$	$198,6 < x_i \leq 298,3$	$298,3 < x_i \leq 471,9$	$471,9 < x_i \leq 733,5$	$x_i > 733,5$
Macau-RN	$x_i \leq 93,4$	$93,4 < x_i \leq 218,1$	$218,5 < x_i \leq 393,5$	$393,5 < x_i \leq 580,5$	$x_i > 580,5$
AMPLITUDE DOS NÍVEIS DE SEVERIDADE DE SECA POR ECP					
ESTAÇÕES	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso
Apodi-RN	259,8	118,6	146,2	221,1	Aberto
Caicó-RN	225,4	128,5	171,1	250,4	Aberto
Cruzeta-RN	215,3	104,3	160,3	128,4	Aberto
Florânia-RN	198,6	99,8	173,7	261,7	Aberto
Macau-RN	93,4	124,8	175,1	187,1	Aberto

Fonte: Próprio autor, 2018.

Antes da análise do quadro acima, reitera-se que os intervalos de classe, específicos para cada nível de severidade de seca, foram determinados a partir das premissas de Pinkayan (1966, p.2), Xavier e Xavier (1984, p.268) e Xavier e Xavier (1999, p.67); já apresentadas e discutidas anteriormente.

Numa avaliação geral do quadro, nota-se, como não poderia ser diferente, que todos os intervalos que caracterizam o nível de severidade de cada uma das ECP

estudadas, apresentaram tanto seus limites ('li' e 'Li') quanto suas amplitudes ('h') distintas.

Tal fato se deu em função da variabilidade (no geral) intrínseca a série temporal de cada estação e também (especificamente) em relação a dispersão dos dados em cada nível de severidade de seca; o que se assemelha, razoavelmente, a Regra de Sturges (1926, p.65), que, da mesma forma, define os limites e as amplitudes dos intervalos, com base, dentre outros, na Amplitude Total (AT) dos dados das séries, além do número de dados (n).

Complementarmente, ainda analisando o último quadro, são percebidas diferenças significativas ao se avaliar o tamanho das amplitudes dos intervalos tanto por estação quanto por nível de severidade.

Sinteticamente, observa-se que, apesar da categoria 'Normal' do índice apresentar a maior amplitude ($0,65 - 0,35 = 0,30$) – ou seja, abranger 30% das séries –, em nenhuma estação registrou-se, para referida categoria e em detrimento as demais, a maior variação (em termos de precipitação acumulada, mm). Ao contrário, mesmo havendo particularidades significativas em todas elas, as maiores amplitudes intervalares foram geradas para os níveis de severidade mais extremos.

A partir de tal resultado infere-se que as variabilidades mais pronunciadas da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) das ECP estudadas no Semiárido Potiguar, ocorreram, sobretudo, em anos classificados como 'Abaixo' ou 'Acima do Normal'; ou seja, em anos anômalos negativos e positivos, respectivamente.

Definidos os intervalos acima, para cada nível de severidade e ECP, pôde-se classificar, anualmente, cada uma das estações.

Os resultados deste trabalho seguem abaixo:

Quadro 39 – Classificação Qualitativa Anual do Índice de Seca dos Quantis (Q).

ANOS	Apodi-RN		Caicó-RN		Cruzeta-RN		Florânia-RN		Macau-RN	
	P (mm)	Severidade	P (mm)	Severidade	P (mm)	Severidade	P (mm)	Severidade	P (mm)	Severidade
1998	264,3	S	56,7	MS	203,6	MS	184,7	MS	78,2	MS
1999	388,2	N	210,6	MS	324,6	N	239,4	S	248,5	N
2000	685,0	C	493,1	N	411,0	N	648,5	C	582,1	MC
2001	372,9	S	468,5	N	293,2	S	294,0	S	229,5	N
2002	415,0	N	400,9	N	580,3	C	447,1	N	409,7	C
2003	520,7	N	338,8	S	370,7	N	387,7	N	399,8	C
2004	580,3	C	309,0	S	475,0	N	444,0	N	281,0	N
2005	463,4	N	404,8	N	342,6	N	306,3	N	329,2	N
2006	642,6	C	737,6	C	575,8	C	594,1	C	673,4	MC
2007	526,4	C	584,4	C	482,2	C	485,3	C	381,9	N
2008	756,1	MC	781,7	MC	612,9	MC	820,6	MC	539,8	C
2009	916,6	MC	881,0	MC	862,9	MC	1047,1	MC	939,8	MC
2010	359,6	S	381,3	N	281,4	S	288,6	S	205,4	S
2011	889,0	MC	808,9	MC	685,3	MC	663,8	C	571,2	C
2012	204,9	MS	90,1	MS	160,7	MS	123,9	MS	174,4	S
2013	322,7	S	359,4	N	177,5	MS	191,6	MS	92,9	MS
2014	482,5	N	541,8	C	570,9	C	745,8	MC	212,0	S
2015	259,0	MS	350,8	S	312,0	S	344,8	N	281,9	N
2016	176,0	MS	324,5	S	316,8	S	238,1	S	14,5	MS
2017	508,4	N	570,4	C	409,2	N	395,3	N	96,5	S

Observação: MS – Muito Seco; S – Seco; N – Normal; C – Chuvoso; MC - Muito

Fonte: Próprio autor, 2018.

A partir do quadro acima, é possível identificar diferenças diversas nas séries estudadas.

Tais particularidades estão relacionadas às variações quanto a categoria e a severidade da seca, notabilizadas (inter)anualmente.

Anualmente, muito para além do que foi exposto na figura 24, onde as séries apresentaram (exatamente) as mesmas frequências – em relação as cinco categorias de severidade destacadas –, no quadro 39, nota-se que, somente, em 2/20 anos (10,0%) houve homogeneidade de certo nível de severidade (registrados em 2005 e 2009).

Na mesma linha deste resultado, também anualmente, agrupando-se os cinco níveis de severidade em três categorias ('Abaixo do Normal', 'Normal' e 'Acima do Normal'), percebe-se que as diferenças quanto a classificação (mais uma vez) se sobressaíram, haja vista que em pouco mais de um terço do recorte temporal avaliado (7/20 anos ou 35,0%) homogeneidades categóricas foram registradas.

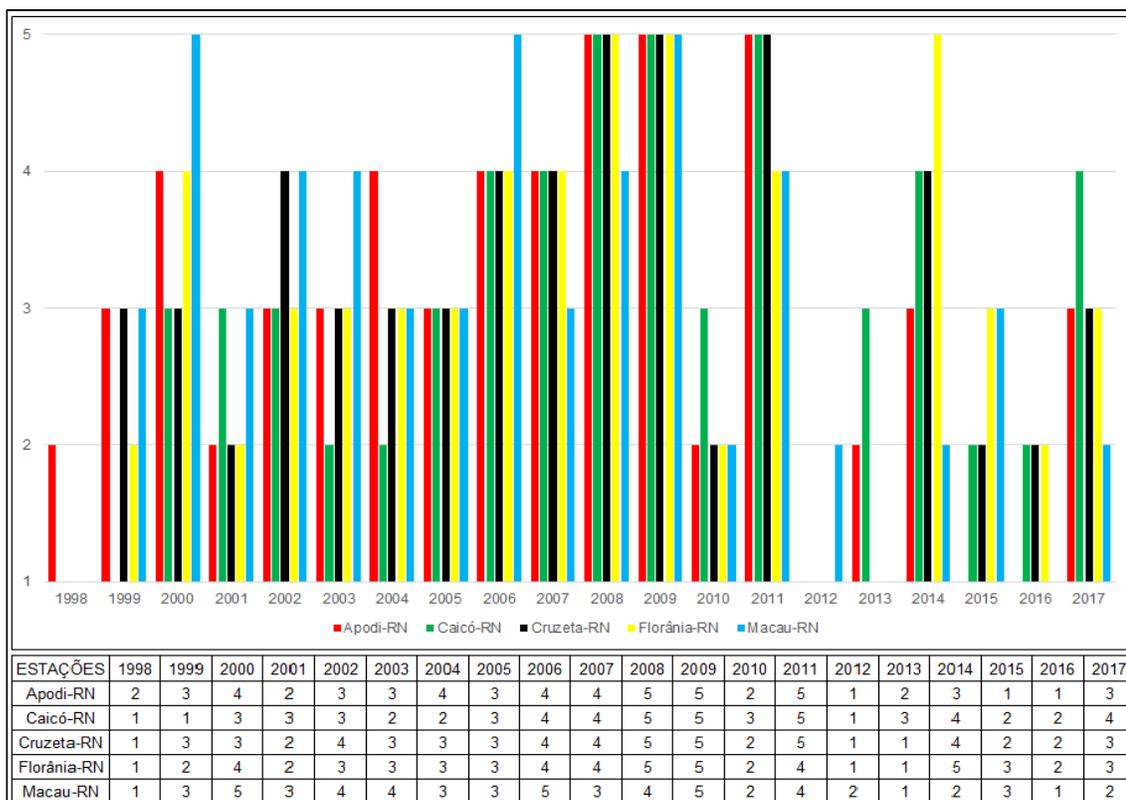
No que tange a avaliação interanual, utilizou-se como estratégia a conversão das representações Qualitativas Ordinais do índice 'Q' em Quantitativas Discretas. Para tanto elas foram ajustadas, analogamente, a escala de Likert (1976).

Segundo Gil (2008, p.144), tal escala é, muito frequentemente, empregada em pesquisas sociais, possuindo as seguintes categorias: 'Discordo Plenamente (1)', 'Discordo (2)', 'Indeciso (3)', 'Concordo (4)' e 'Concordo Plenamente (5)'.

Independentemente das peculiaridades terminológicas das unidades qualitativas originais acima mencionadas, e do histórico de sua área de aplicação, a escala de Likert (1976) alinhou-se, perfeitamente, a intencionalidade aqui pretendida, pois apresenta o mesmo número de categorias do índice dos Quantis. Deste modo, essas passaram, assim, a serem enumeradas de um a cinco, a saber: Muito Seco (1), Seco (2), Normal (3), Chuvoso (4) e Muito Chuvoso (5).

Na figura abaixo, tem-se a evolução anual do nível de severidade de seca, por estação, de acordo com a escala de Likert:

Figura 24 – Classificação da Severidade de Seca, Segundo a Técnica dos Quantis (Q) e a Escala de Likert



Fonte: Próprio autor, 2018.

Inicialmente, e em termos gerais, a partir da figura acima, pode-se observar diferenças significativas, não em relação a frequência (total) de anos por nível de severidade (essas são iguais, como já sinalizado na figura 23), mas em relação a disposição dessas ‘nas’ e ‘entre’ as séries.

Destaca-se que a “ausência” de dados, na representação gráfica da figura 24, na verdade, representa o registro do nível ‘1’ da escala utilizada.

Em Apodi-RN, nota-se que os registros de severidades pronunciadas (tanto positiva quanto negativa) só ocorreram a partir de 2008, ou seja, na segunda metade da série, quando foram registrados três anos ‘Muito Chuvosos’ e três ‘Muito Secos’. Ao contrário, em sua primeira metade o padrão de seca variou entre ‘Seco’ (dois anos) e ‘Chuvoso’ (quatro anos). Por sinal, neste subrecorte, o número de anos anômalos ‘Acima do Normal’ (quatro) predominou sobre os anos ‘Abaixo do Normal’ (em dois); distinto do que ocorreu na segunda metade, onde a frequência do primeiro (três anos) foi inferior à do segundo (em cinco anos).

Diferente de Apodi-RN, em Caicó-RN a série inicia-se registrando, consecutivamente, dois anos 'Muito Secos'. Além disso, exatamente ao contrário do que foi observado em Apodi-RN, a primeira parte da distribuição registrou metade (dois anos) do número de anos 'Acima do Normal' e o dobro de anos tidos como 'Abaixo do Normal' (quatro anos), ainda quando comparada à Apodi-RN. Ademais, na segunda parte da série, notou-se que a inversão das frequências entre as duas estações manteve-se, tendo sido registrado, em Caicó-RN, cinco anos 'Acima do Normal' e três anos 'Abaixo do Normal'.

Em Cruzeta-RN, na primeira metade da série, verifica-se que, assim como em Apodi-RN, apenas os anos de 1998 e 2001 foram classificados como 'Abaixo do Normal' e, diferentemente tanto de Apodi-RN quanto de Caicó-RN, ocorreram três anos 'Acima do Normal' (2002, 2006 e 2007). Por sinal, merece destacar que em exatos 80% da primeira parte da série, a severidade foi classificada ou como 'Normal' (em cinco anos) ou como 'Acima do Normal' (em três anos). Ao contrário, na segunda metade da distribuição, onde, somente, o ano de 2017 foi tido como 'Normal', houve uma leve predominância (assim como em Apodi-RN) de anos 'Abaixo do Normal' (cinco) em relação aos 'Acima do Normal' (quatro).

Igualmente ao observado em Caicó-RN, a série de Florânia-RN é iniciada registrando dois anos 'Abaixo do Normal'. Todavia, ela irá se diferir das demais por registrar, exatamente, o mesmo número de anos 'Abaixo (três) e Acima do Normal' (três); isso para a primeira metade de sua distribuição. De igual modo, em sua segunda parte, observar-se que a frequência de anos 'Abaixo (quatro) e Acima do Normal' (quatro) mantém-se igual, havendo alteração, apenas, no total de anos por nível de severidade. Ademais, destaca-se que as estações de Florânia-RN e Cruzeta-RN apresentaram a mesma frequência quanto ao número de anos 'Acima do Normal', tanto para primeira quanto para segunda metade de suas respectivas séries.

Finalmente, em Macau-RN, assim como observado em todas as ECP anteriores, sua série começa registrando um ano 'Abaixo do Normal', mas diverge de todas elas por ser a única a apresentar, apenas, um ano (1998) com tal nível de severidade; isso no que tange a primeira metade de sua distribuição. Por outro lado, ainda sobre a parte inicial da série, ela apresentou a mesma frequência (5) de anos 'Normais' de Cruzeta-RN e de anos 'Acima do Normal' de Apodi-RN (4). Ao contrário, a distribuição de Macau-RN destaca-se por apresenta, no que tange a segunda

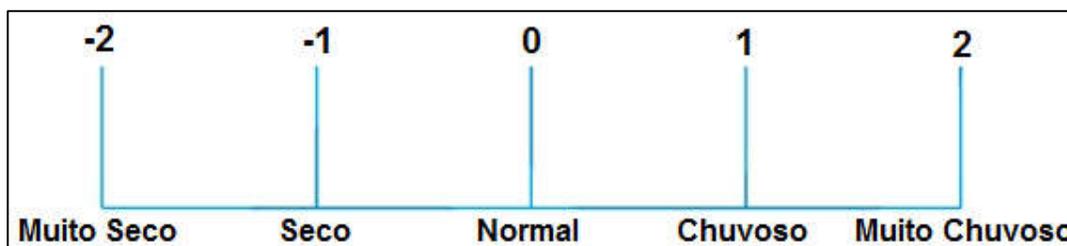
metade de sua série, o menor número de anos 'Normais' (um, em 2015) e maior número de anos 'Abaixo do Normal' (seis), dentre todas as demais ECP.

A partir dos resultados descritos acima, relativos, exclusivamente, ao comportamento detalhado das frequências dos níveis de severidade de seca dos Quantis por ECP, nota-se, claramente, que diferenças significativas entre elas emergiram; fato novo, até então.

Notadamente, outro “procedimento cirúrgico” realizado trouxe à tona novas divergências, agora, relacionadas a ‘intensidade’ interanual da severidade de seca ‘das’ e ‘entre’ as ECP.

Para tanto, propôs-se uma ‘Escala de Números Inteiros para as Severidades de Seca dos Quantis’ (ENISSQ), que se diferencia da escala de Likert (1976), até então utilizada, por apresentar números inteiros positivos e, também, negativos, para representar cada um dos cinco ‘Níveis de Severidade de Seca dos Quantis (NSSQ)’. Assim, somente deste modo, pode-se realizar ponderações quanto a severidade de seca dos Quantis de modo escalar. Conseqüentemente, os citados níveis categóricos ordinais, passaram a ser numericamente representados como mostrado na figura abaixo:

Figura 25 – Escala de Números Inteiros para as Severidades de Seca dos Quantis



Fonte: Próprio autor, 2019.

Vale destacar que a proposição da supracita escala foi impreterível à avaliação tanto da ‘intensidade’ de cada nível, quanto, conseqüentemente, do ‘Saldo’ Global de Severidade de Seca (S_g) calculado para cada ECP; uma proposta de ampliação à original técnica dos Quantis. Para tanto, o citado S_g foi calculado a partir da seguinte equação empírica:

$$S_g = S_{p_1} + S_{p_2} \quad (103)$$

Em que:

$$S_{p_1} = \sum_{i=1}^n NSQ_{i_{p_1}} * f_{i_{p_1}} \quad (104)$$

E,

$$S_{p_2} = \sum_{i=1}^n NSQ_{i_{p_2}} * f_{i_{p_2}} \quad (105)$$

Logo,

$$S_g = \left(\sum_{i=1}^n NSQ_{i_{p_1}} * f_{i_{p_1}} \right) + \left(\sum_{i=1}^n NSQ_{i_{p_2}} * f_{i_{p_2}} \right) \quad (106)$$

Onde:

S_g = Saldo Global da Severidade de Seca;

S_{p_1} e S_{p_2} = Saldos Parciais da Severidade de Seca – respectivamente, para a primeira e segunda metade da série;

$NSQA_{i_{p_1}}$ e $NSQA_{i_{p_2}}$ = Níveis de Severidade de Seca de cada Quantil anômalo (positivos e negativos), respectivamente, na primeira e segunda metade da série;

$f_{i_{p_1}}$ e $f_{i_{p_2}}$ = Frequências Simples (ou Absolutas) de cada Quantil anômalo, respectivamente, na primeira e segunda metade da série;

Isso dito, têm-se, no quadro 40, os resultados deste trabalho:

Quadro 40 – Intensidade e Saldo Global da Severidade de Seca das ECP Avaliadas do RN, 1998-2017

APODI-RN			CAICÓ-RN			CRUZETA-RN			FLORÂNIA-RN			MACAU-RN		
Níveis	S_{p_1}	S_{p_2}	Níveis	S_{p_1}	S_{p_2}	Níveis	S_{p_1}	S_{p_2}	Níveis	S_{p_1}	S_{p_2}	Níveis	S_{p_1}	S_{p_2}
MS	0	-6	MS	-4	-2	MS	-2	-4	MS	-2	-4	MS	-2	-4
S	-2	-2	S	-2	-2	S	-1	-3	S	-2	-2	S	0	-4
C	4	0	C	2	2	C	3	1	C	3	1	C	2	2
MC	0	6	MC	0	6	MC	0	6	MC	0	6	MC	4	2
S_g	2	-2	S_g	-4	4	S_g	0	0	S_g	-1	1	S_g	4	-4

Fonte: Próprio autor, 2019.

A partir do quadro acima, pode-se constatar que na primeira metade da série, ou seja, nos primeiros 10 anos, o saldo foi: positivo, em Apodi-RN (2) e Macau-RN (4); nulo, em Cruzeta-RN (0); e negativo, em Caicó-RN (-4) e Florânia-RN (-1).

Através do mesmo quadro, é possível, ainda, notar que apesar de Apodi-RN e Macau-RN, assim como Caicó-RN e Florânia-RN, terem tido o mesmo 'sinal', suas intensidades, quanto a severidade de seca, foram distintas.

Por meio da atenção a este último apontamento, conclui-se que, entre Apodi-RN e Macau-RN, a segunda ECP foi aquela que registrou um S_{p_1} positivo mais satisfatório. Logo, realizadas as ponderações devidas, e considerando as particularidades de cada ECP, isto significa dizer que houve um maior excedente (em termos relativos) de precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa, entre os anos de 1998-2007, em Macau-RN em detrimento à Apodi-RN.

Já em relação a Caicó-RN e Florânia-RN, seguindo a mesma linha da explicação acima, tem-se que o *déficit* pluvial, ou a severidade negativa da seca, para o mesmo período, foi maior na primeira ECP do que na segunda que, inclusive, apresentou um valor próximo a nulidade (-1).

Por fim, o S_{p_1} de Cruzeta-RN enseja que os anos anômalos positivos ou excedentes pluviais, foram, equanimemente, atingidos (para efeitos da ENISSQ) por seus inversos negativos – anos anômalos negativos ou deficitários pluvialmente.

Em relação a segunda metade das séries (S_{p_2}), nota-se que os agrupamentos anteriormente descritos foram mantidos. Entretanto, agora, percebe-se que apesar das congregações serem as mesmas, os sinais do S_{p_2} são contrários aos do S_{p_1} . Assim, verifica-se que: Apodi-RN (-2) e Macau-RN (-4), registraram saldos negativos; Caicó-RN (4) e Florânia-RN (1), saldos positivos; e Cruzeta-RN, novamente, nulo.

A partir destes novos resultados, pode-se concluir que a segunda década apresentou um padrão “diametralmente opostos” ao que foi verificado na década inicial; exceção feita a Cruzeta-RN. Conseqüentemente, as ECP foram classificadas como: ‘seca’, Apodi-RN e Macau-RN; úmida, Caicó-RN e Florânia-RN; e normal, para Cruzeta-RN.

Globalmente, tais resultados contrariam todos os MQCs ‘Descritivos, Inferenciais de Base e Aplicados*’ – com destaque para o teste de comparação múltipla de Tukey (1953), que assegurou a inexistência de agrupamentos entre as ECP – que apontaram para um comportamento semelhante da quadra chuvosa, sob várias perspectivas, para as estações e recorte temporal analisado (1998-2017).

Elucida-se que o ‘*’ acima empregado objetivou excluir, por hora, o teste de Tendência de Mann-Kendall (1976); único ‘MQCs Inferencial Aplicado’ não levando em conta nesta Abordagem Integrativa.

Em face do exposto nesta seção terciária, entende-se ser extremamente oportuno, quando se objetiva caracterizar a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa de dada área, “lançar-se mão” da aplicação integrativa dos citados MQCs ao índice de seca dos Quantis, inclusive, levando-se em conta as proposições técnico-metodológicas aqui postas e inerentes a tal índice. Do contrário, como apresentado e discutido, é possível que ‘nuâncias’ (denotado como ‘detalhes finos’) possam ser perdidos de vista.

A seguir, será procedida a exposição da segunda Abordagem Integrativa desenvolvida neste trabalho, com vistas à caracterização, a pouco, supradita.

8.4.3 Abordagem Integrativa entre a ‘Análise de Tendência de Mann-Kendall’ e os ‘Desvios Absolutos’

Como apresentado no quadro 36 – ‘Síntese dos Resultados do Teste de Mann-Kendall’ – da seção 7.3, constatou-se, inicialmente, que as séries temporais de todas as estações apresentaram o mesmo comportamento: tendência positiva. Entretanto, quando foi testado se tais resultados eram estatisticamente significativos (para $\alpha = 5\%$), verificou-se que a H_0 não pôde ser rejeitada em nenhuma das séries, pois suas observações são independentes e igualmente distribuídas; o que nos conduziu a afirmar que nelas não há tendência nem positiva, tão pouco negativa.

Vale reiterar que tais resultados, como demonstrado naquela oportunidade, seguiram rigorosamente as premissas/pressupostos da citada técnica. Contudo, debruçando-se sobre o comportamento das séries e, inclusive, sobre as bases fundamentais da técnica de Mann-Kendall, irá se perceber que as ‘perspectivas

conclusivas' do teste são bastante criticáveis, não em relação ao seu rigor metodológico ou robustez, mas, no que tange, muito frequentemente, ao 'Desfecho Abléptico' dela derivada – produto de uma 'Ablepsia de Sustentação' –, que se caracteriza, especificamente, pela desatenção aos limites intrínsecos à técnica.

Revisando-se, atentamente, as expressões do teste de Mann-Kendall (ver equações 94 a 97), particularmente, a estatística do teste (fórmula 94), notar-se-á que sua construção se fundamenta nas diferenças/desvios, 'exclusivamente', entre os dados (' $x_i - x_j$ ') que compõem dada série. Ou seja, por meio dela não se realiza a comparação de um dado ' x_i ' a um 'referencial-base' (' $x_i - x_{base}$ ').

Em face deste constructo, as conclusões a serem produzidas através da supradita técnica, devem se restringir, 'tão somente', a tendência da série temporal em análise frente as suas variações internas. Portanto, neste contexto, para séries com ' $n < 30$ ', a realização de inferências quanto a tendência climática é indevida, haja vista que esta última deve se dá, necessariamente, a partir de séries longas (' $n \geq 30$ anos) que, assim, produzem dados de referência característicos-caracterizadores de certa variável climática e localidade: as Normais Climatológicas (NC).

A despeito das Normais Climatológicas (NC) e, oportunamente, das Provisórias (NP) – outro dado referencial que será trabalhado mais adiante – têm-se que suas diferenças estão relacionadas, exclusivamente, ao número de anos (' n ') que compõe suas séries; como é descrito a seguir:

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos. No caso de estações para as quais a mais recente Normal Climatológica não esteja disponível, seja porque a estação não esteve em operação durante o período de 30 anos ou por outra razão qualquer, Normais Provisórias podem ser calculadas. Normais Provisórias são médias de curto período, baseadas em observações que se estendam sobre um período mínimo de 10 anos. (INMET, 2018).

Dada a inexatidão, inicial, do número de anos que corresponde as Normais Provisórias (NP), reitera-se que aquelas aqui trabalhadas possuem ' $n = 20$ '.

Retomando a discussão inicial, e agregando a ela os resultados aqui obtidos, pode/deve-se afirma que: *“a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa*

(FMAM), para o período de 1998 a 2017 e estações avaliadas, inicialmente, apresentou tendência positiva. Ou seja, houve uma disposição, no período, para o aumento do volume de chuvas. Todavia, avaliada a significância estatística destes resultados, concluiu-se que não houve tendência nem positiva nem negativa para todas as estações”.

Contrariamente, configura-se, *a priori*, como uma inferência indevida (‘Desfecho Abléptico’) a afirmação seguinte: *“a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM), para o período de 1998 a 2017 e estações avaliadas, apresentou tendência positiva em relação ao seu comportamento normal, comum ou típico”.*

Ao mesmo tempo, também se concebe como, igualmente, equivocada a expressão: *“a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM), para o período de 1998 a 2017 e estações avaliadas, apresentou tendência nula em relação ao seu comportamento normal, comum ou típico, já que a presença de tendência estatisticamente significativa (para $\alpha = 5\%$) não foi observada nas séries”.*

Para além dos mencionados ‘Desfechos Ablépticos’, identicamente, é incorreto apontar que: *“nas estações avaliadas, mudanças de natureza climática ocorreram (ou não ocorreram) quanto ao comportamento da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM)”.*

Mas por que as três últimas colocações figuram como ‘Desfechos Ablépticos’ da avaliação realizada?

Isso ocorre, pois, a técnica de Mann-Kendall é, plenamente, “cega” no que tange as oscilações de certa série histórica em relação ao seu comportamento ‘Normal’, já que ela se restringe a avaliação interna das séries, e não confronta, portanto, os registros destas àqueles considerados típicos; exceção feita às distribuições com ‘n’ ≥ 30 anos que, por si só, já consubstanciam – como mencionado anteriormente – o comportamento típico de uma série climática.

Como consequência das considerações realizadas, acredita-se ter se equacionado, devidamente, um ‘Desfecho Abléptico’ bastante frequente – e característico de uma Ablepsia de Sustentação – quando se emprega a técnica de Mann-Kendall.

Todavia, mesmo diante de tal resolução, há uma outra perspectiva, a despeito dos resultados produzidos pela técnica, que enseja o segundo tipo de Ablepsia: a de Absolutização.

De forma destacada, essa se caracterizará pela incapacidade analítica de discriminar detalhes específicos quanto ao comportamento da tendência (de Mann-Kendall) das séries temporais avaliadas.

Notadamente, tais detalhes só serão percebidos a partir de um “procedimento cirúrgico” – baseado em uma Abordagem Integrativa – que agrega à análise de tendência de Mann-Kendall, os Desvios Modificados ($d_{i_{NC_i}}$ e $d_{i_{NC_i(\%)}}$) e os Erros Médios Modificados (EM_{NC_i} e $EM_{NC_i(\%)}$).

Ressalta-se que os mencionados $d_{i_{NC_i}}$ resultaram de uma proposição empírica realizada, que se baseou na concepção original de ‘Desvio (d_i)’, porém se diferencia por não considerar as Médias Aritméticas Simples (\bar{x}) das séries como parâmetro-base para os cálculos dos erros, mas a Normal Climatológica de cada ECP (NC_i).

A equação empírica desenvolvida parte de (VIEIRA, 2008, p.93):

$$d_i = x_i - \bar{x} \quad (107)$$

Substituindo ‘ \bar{x} ’ por ‘ NC_i ’, ter-se-á:

$$d_{i_{NC_i}} = x_i - NC_i \quad (108)$$

Ademais, acrescenta-se que uma segunda perspectiva dos Desvios Modificados foi desenvolvida, objetivando expressar, em termos percentuais (%), a relação entre $d_{i_{NC_i}}$ e NC_i . Ou seja, objetivamente, ela aferirá a diferença percentual entre a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa, para certo ano e ECP, e a esperada/Normal. Logo, se terá que:

$$d_{i_{NC_i}(\%)} = \frac{d_{i_{NC_i}}}{NC_i} * 100 \quad (109)$$

Onde:

$d_{i_{NC_i}(\%)}$ = razão entre os Desvios Modificados e a Normal Climatológica de dada ECP.

Quanto aos cálculos dos EM, também se realizou uma pequena consideração em relação aos dados 'observados (o_i)' serem tidos, agora, como a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (FMAM) em dado ano (x_i), e os 'esperados (e_i)' estarem balizados, neste momento, pelas NC_i de cada série/ECP.

Assim, partiu-se da fórmula original para tal (equação 102), já descrita na p.186 (CAMPAROTTO, 2013, p.667):

$$EM = n^{-1} \sum_{i=1}^n o_i - e_i \quad (110)$$

Modificando 'oi' por 'xi', e 'oe' por 'NCi', ter-se-á:

$$EM_{NC_i} = n^{-1} \sum_{i=1}^n x_i - NC_i \quad (111)$$

Onde:

EM_{NC_i} = Erros Médio Modificados.

Além disso, com a finalidade de expressar a relação entre EM_{NC_i} e NC_i , sugeriu-se uma segunda equação empírica para os cálculos dos (genuínos) EM, dada por:

$$EM_{NC_i(\%)} = \frac{EM_{NC_i}}{NC_i} * 100 \quad (112)$$

Fundamentalmente, a formulação 112 apresentará, de modo percentual, a variação 'média' entre a precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa (x_i) de cada série/ECP, e sua respectiva NC_i .

Procedidas tais considerações, na representação tabular abaixo, são apresentados os resultados dos cálculos que dão base à segunda Abordagem Integrativa deste trabalho:

Quadro 41 – Desvios Modificados e Erros Médios Modificados da Precipitação Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM)

Anos	Apodi	$d_{i_{NC}}$	$d_{i_{NC}(\%)}$	Caicó	$d_{i_{NC}}$	$d_{i_{NC}(\%)}$	Cruzeta	$d_{i_{NC}}$	$d_{i_{NC}(\%)}$	Florânia	$d_{i_{NC}}$	$d_{i_{NC}(\%)}$	Macau	$d_{i_{NC}}$	$d_{i_{NC}(\%)}$
1998	264,3	-407,1	-60,6%	56,7	-582,0	-91,1%	203,6	-337,1	-62,3%	184,7	-486,6	-72,5%	78,2	-314,9	-80,1%
1999	388,2	-283,2	-42,2%	210,6	-428,1	-67,0%	324,6	-216,1	-40,0%	239,4	-431,9	-64,3%	248,5	-144,6	-36,8%
2000	685,0	13,6	2,0%	493,1	-145,6	-22,8%	411,0	-129,7	-24,0%	648,5	-22,8	-3,4%	582,1	189,0	48,1%
2001	372,9	-298,5	-44,5%	468,5	-170,2	-26,6%	293,2	-247,5	-45,8%	294,0	-377,3	-56,2%	229,5	-163,6	-41,6%
2002	415,0	-256,4	-38,2%	400,9	-237,8	-37,2%	580,3	39,6	7,3%	447,1	-224,2	-33,4%	409,7	16,6	4,2%
2003	520,7	-150,7	-22,4%	338,8	-299,9	-47,0%	370,7	-170,0	-31,4%	387,7	-283,6	-42,2%	399,8	6,7	1,7%
2004	580,3	-91,1	-13,6%	309,0	-329,7	-51,6%	475,0	-65,7	-12,2%	444,0	-227,3	-33,9%	281,0	-112,1	-28,5%
2005	463,4	-208,0	-31,0%	404,8	-233,9	-36,6%	342,6	-198,1	-36,6%	306,3	-365,0	-54,4%	329,2	-63,9	-16,3%
2006	642,6	-28,8	-4,3%	737,6	98,9	15,5%	575,8	35,1	6,5%	594,1	-77,2	-11,5%	673,4	280,3	71,3%
2007	526,4	-145,0	-21,6%	584,4	-54,3	-8,5%	482,2	-58,5	-10,8%	485,3	-186,0	-27,7%	381,9	-11,2	-2,8%
2008	756,1	84,7	12,6%	781,7	143,0	22,4%	612,9	72,2	13,4%	820,6	149,3	22,2%	539,8	146,7	37,3%
2009	916,6	245,2	36,5%	881,0	242,3	37,9%	862,9	322,2	59,6%	1047,1	375,8	56,0%	939,8	546,7	139,1%
2010	359,6	-311,8	-46,4%	381,3	-257,4	-40,3%	281,4	-259,3	-48,0%	288,6	-382,7	-57,0%	205,4	-187,7	-47,7%
2011	889,0	217,6	32,4%	808,9	170,2	26,6%	685,3	144,6	26,7%	663,8	-7,5	-1,1%	571,2	178,1	45,3%
2012	204,9	-466,5	-69,5%	90,1	-548,6	-85,9%	160,7	-380,0	-70,3%	123,9	-547,4	-81,5%	174,4	-218,7	-55,6%
2013	322,7	-348,7	-51,9%	359,4	-279,3	-43,7%	177,5	-363,2	-67,2%	191,6	-479,7	-71,5%	92,9	-300,2	-76,4%
2014	482,5	-188,9	-28,1%	541,8	-96,9	-15,2%	570,9	30,2	5,6%	745,8	74,5	11,1%	212,0	-181,1	-46,1%
2015	259,0	-412,4	-61,4%	350,8	-287,9	-45,1%	312,0	-228,7	-42,3%	344,8	-326,5	-48,6%	281,9	-111,2	-28,3%
2016	176,0	-495,4	-73,8%	324,5	-314,2	-49,2%	316,8	-223,9	-41,4%	238,1	-433,2	-64,5%	14,5	-378,6	-96,3%
2017	508,4	-163,0	-24,3%	570,4	-68,3	-10,7%	409,2	-131,5	-24,3%	395,3	-276,0	-41,1%	96,5	-296,6	-75,5%
NC _i	671,4			638,7			540,7			671,3			393,1		
	Apodi		Caicó		Cruzeta		Florânia		Macau						
	f _i	f _r iP(%)	f _i	f _r iP(%)	f _i	f _r iP(%)	f _i	f _r iP(%)	f _i	f _r iP(%)					
$d_{i_{NCi}} < 0$	16	80,0%	16	80,0%	14	70,0%	17	85,0%	13	65,0%					
$d_{i_{NCi}} = 0$	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%					
$d_{i_{NCi}} > 0$	4	20,0%	4	20,0%	6	30,0%	3	15,0%	7	35,0%					
EM _{NC_i} e EM _{NC_i(%)}	-184,7	-27,5%	-184,0	-28,8%	-118,3	-21,9%	-226,8	-33,8%	-56,0	-14,2%					

Fonte: Próprio autor, 2019.

Como observado a partir dos dados acima expostos, é notória a elevada frequência de registros, dentre as ECP avaliadas e o recorte temporal estudado (1998-2017), de dados anômalo negativos ($d_{i_{NC_i}} < 0$). Ou seja, anos em que a altura pluviométrica acumulada (mm) na quadra chuvosa (FMAM) foi inferior a esperada.

Destaca-se que tais resultados são função dos cálculos de $d_{i_{NC_i}}$ e, posteriormente, da observância das f_i e $f_{riP}(\%)$ para: $d_{i_{NC_i}} < 0$, ano anômalo negativo; $d_{i_{NC_i}} = 0$, ano Normal; $d_{i_{NC_i}} > 0$, ano anômalo positivo.

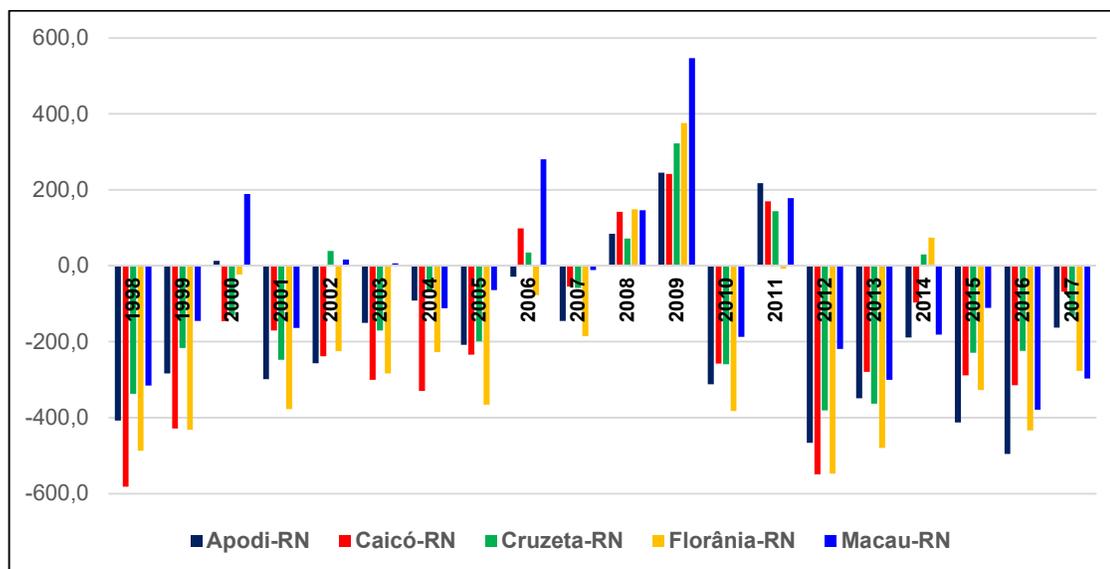
Apesar da notificação de anos secos ter sido elevada em todas as ECP, hierarquicamente e de modo decrescente, percebe-se que o quadro deficitário foi mais pronunciado em Florânia-RN (17/20 ou 85,0% dos anos), Apodi-RN e Caicó-RN (16/20 ou 80,0% anos), Cruzeta-RN (14/20 ou 70,0% dos anos) e, por último, em Macau-RN (13/20 ou 65,0% dos anos).

Contrariamente, verifica-se que a frequência de anos anômalos positivos – aqueles considerados superiores à Normal ou tidos como chuvosos – figurou como bastante reduzida em todas as séries, tendo sido, exatamente, de: 7/20 ou 35,0% dos anos, em Macau-RN; 6/20 ou 30,0% dos anos, em Cruzeta-RN; 4/20 ou 20,0% dos anos, em Apodi-RN e Caicó-RN; 3/20 ou 15,0% dos anos em Florânia-RN.

De forma não surpreendente, não houve registros de anos 'Normais', pois, para tal, demandaria que a precipitação pluvial de dado ano fosse, exatamente, igual (com uma casa decimal, inclusive) ao seu respectivo NC_i ; algo muito pouco provável de ocorrer.

A fim de complementar as análises de frequência, iniciadas através do quadro 41, produziu-se a figura 26; que é expressa logo abaixo:

Figura 26 – Evolução dos Desvios Modificados ($d_{i_{NC}}$) da Precipitação Pluvial Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) para as ECP Estudadas



Fonte: Próprio autor, 2019.

A partir da análise da figura 26, qualitativamente, ratifica-se a percepção inicial (quantitativa), obtida a partir do quadro 41, quanto as análises de frequências dos $d_{i_{NC}}$.

Ademais, ainda por meio dela, é possível notar, claramente, que os dados anômalos positivos ocorreram, sobretudo, nos anos de 2008 e 2009 – onde todas as ECP registraram $d_{i_{NC}} > 0$. Outrossim, também, foram observados registros de anos chuvosos em: 2000 e 2011, para Apodi-RN; 2006 e 2011, para Caicó-RN; 2002, 2006, 2011 e 2014, para Cruzeta-RN; 2014, para Florânia-RN; e, 2000, 2002, 2003, 2006 e 2011, para Macau-RN.

Finalmente, com base na mesma figura, “vê-se de forma cristalina” o majoritário número de anos secos ($d_{i_{NC}} < 0$) em todo o recorte temporal analisado; marca maior do comportamento da quadra chuvosa (FMAM) do Semiárido Potiguar nas duas últimas décadas.

Para além das frequências, merece ser analisado a distribuição dos desvios anuais, tanto em ‘termos’ absolutos ($d_{i_{NC}}$ e EM_{NC}) quanto relativos ($d_{i_{NC}(\%)}$ e $EM_{NC(\%)}$), em relação as NC de cada série/ECP.

No interior do quadro 41, observam-se dados em destaque/negrito.

Tais dados representam os registros máximos e mínimos dos $d_{i_{NC_i}}$ e $d_{i_{NC_i(\%)}}$.

A partir desses, constata-se que os extremos negativos (*déficits*) – tanto de $d_{i_{NC_i}}$ quanto de $d_{i_{NC_i(\%)}}$ – foram superiores, em módulo, aos positivos para todas as ECP; com exceção de Macau-RN (378,6mm e 546,7mm e 96,3% e 139,1%, respectivamente). Portanto, conclui-se que as variações “aberrantes”, em relação as NC, foram mais destacadas nos anos classificados como secos, em detrimento aos chuvosos.

Outro aspecto destacável dos resultados de $d_{i_{NC_i}}$ e $d_{i_{NC_i(\%)}}$ são seus elevados valores negativos em, praticamente, todos os anos e ECP; o que sugere uma significativa diferença entre o acumulado pluvial em dado ano e a NC de certa ECP.

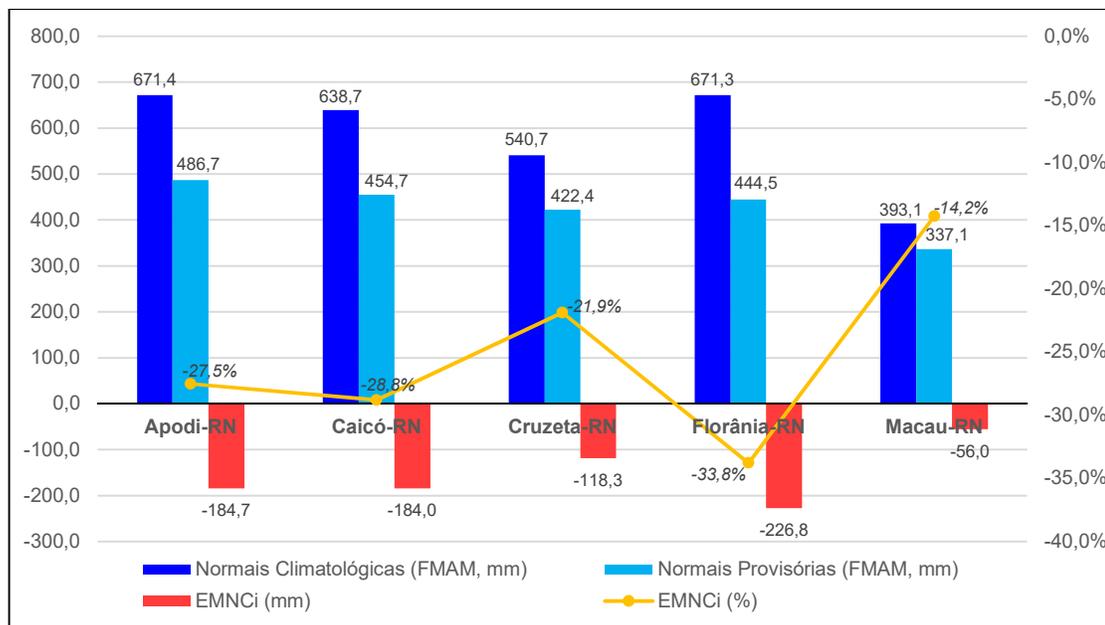
Notadamente, avaliando-se ‘a miúdo’ os $d_{i_{NC_i(\%)}}$, irá se verificar que um percentual bastante preponderante (superior a 80,0%) do recorte temporal estudado de todas as séries, traz variações negativas menores (já que o sinal é negativo!) que -20,0%.

Detalhadamente, em relação a cada ECP, se observará a seguinte disposição quanto ao resultado acima mencionado: Apodi-RN e Caicó-RN, 87,5% (14/16 anos); Cruzeta-RN, 85,7% (12/14 anos); Macau-RN, 84,6% (11/13 anos); e, Florânia-RN, 82,4% (14/17 anos).

Tais resultados traduzem o quanto foi recorrente, nas últimas duas décadas das ECP estudadas, registros de precipitações anuais acumuladas na quadra chuvosa (FMAM) com *déficits* ou desvios negativos significativos – considerou-se, ilustrativa e arbitrariamente para tal, $x_i < -20,0\%$.

Abaixo, na figura 27, são apresentadas, para as cinco estações em estudo, suas respectivas NC (1961-1990), NP (1998-2017) e Erros Médios Modificados (EM_{NC_i} e $EM_{NC_i(\%)}$), sendo todas relativas a precipitação pluviométrica acumulada na quadra chuvosa (FMAM):

Figura 27 – Variações da Normal Climatológica (1961-1990), Normal Provisória (1998-2017) e Erros Médios Modificados da Precipitação Pluvial Acumulada na Quadra Chuvosa (FMAM) das ECP Estudadas



Fonte: Próprio autor, 2019.

Inicialmente, a partir da figura 27, observa-se, em linhas gerais, que em todas as estações avaliadas os dados de NP (Média Aritmética Simples das últimas duas décadas) são inferiores aos de NC (Média Aritmética Simples de referência), no que tange aos totais pluviais anuais acumulados na quadra chuvosa (FMAM).

Pontualmente, tal *déficit*, em termos absolutos (mm), variou de -56mm, para Macau-RN, à -226,8mm, para Florânia-RN. Além disso, em Cruzeta-RN houve decréscimo de -118,3mm, em Caicó-RN de -184,0mm e, finalmente, em Apodi-RN de -184,7mm.

Indistintamente ao quadro exposto anteriormente, em termos relativos (%), os $EM_{NC_i}(\%)$ da precipitação pluvial acumulados na estação chuvosa (FMAM) foram os seguintes: em -14,2%, em Macau-RN; -21,9%, em Cruzeta-RN; -27,5%, em Apodi-RN; -28,8% em Caicó-RN; e -33,8% em Florânia-RN.

A partir dos resultados acima apontados, nota-se que todas as ECP apresentaram desvios negativos médios inferiores à -100,0mm e *déficits* menores que -20,0% – a exceção de Macau-RN, que registrou -56,0mm e -14,2%.

Tais resultados corroboram com as considerações anteriores (relativas a EM_{NC}), e, igualmente, sinalizam para uma significativa diminuição dos totais pluviais acumulados no período chuvoso (FMAM) de todas as estações; que, globalmente, foi da ordem de -154,2mm ou -25,2%.

Ainda a partir da figura 27, é possível inferir – quanto a severidade do processo descrito – que as estações que registraram as maiores reduções de seus totais pluviais acumulados na quadra chuvosa (FMAM), foram, justamente, aquelas que possuíam valores de referência (NC) mais elevados; é o caso de Apodi-RN e Florânia-RN. Opostamente, as ECP que registraram os menores desvios absolutos (mm) foram as que possuíam totais pluviométricos menores, tais como: Caicó-RN, Cruzeta-RN e, principalmente, Macau-RN.

Em face de todo o exposto, é possível, ainda, afirmar que: *“a tendência da precipitação pluvial acumulada na quadra chuvosa, para as ECP e recorte estudado, mostrou-se como positiva ou, estatisticamente, nula (ao nível de significância de 5%)”?*

A resposta é: ‘depende’ do foco da investigação, pois nesta afirmação há, como premissa imprescindível, a necessidade de situar, previamente, o referencial básico da análise. Ou seja, intrínseca a ela há uma relatividade e, conseqüentemente, necessidade de subjetivização, que norteiam seus “meandros”.

Isso dito, caso o foco repouse sobre o comportamento dos registros anuais de forma ‘autocomparada’, a resposta será sim.

De forma contrária, se ele estiver centrado na análise dos cálculos anuais contrapostos a NC, a resposta será, seguramente, não.

Enfim, acredita-se que a partir do segundo “procedimento cirúrgico” (Abordagem Integrativa) proposto, pôde-se corrigir uma “deficiência visual” muito comum (‘Ablepsia de Absolutização’) às aplicações da técnica de Mann-Kendall, com vistas à caracterização da tendência de séries temporais.

Finalmente, destaca-se que, sejam atrelados ou não, indícios dos dois ‘Desfechos Ablépticos’ discutidos, podem ser encontrados, por exemplo, nos trabalhos de Paiva e Clake (1995), Fachine e Galvêncio (2010) e Meschiatti *et al.* (2012).

9 CONCLUSÃO

A partir dos resultados, discussões e proposições aqui realizadas, acredita-se que o objetivo central deste trabalho foi alcançado: criticar os Métodos Quantitativos Clássicos (MQC_s) empregados, historicamente, no processo de caracterização da quadra chuvosa – fevereiro, março, abril e maio (FMAM) – do Semiárido do estado do Rio Grande do Norte (RN).

Ao mesmo tempo, compreende-se que o trabalho, se não rompeu com os MQC_s (algo jamais objetivado!), propôs uma sistemática teórico-operacional equilibrada e eficiente para o seu emprego devido e, sobretudo, por meio de Abordagens Integrativas, destacou aspectos que seus resultados produzem para além daquilo que comumente é percebido. Ou seja, ressaltou-se a necessidade de atenção às, aqui denominadas, Ablepsias de Sustentação e, especialmente, de Absolutização no processo de caracterização supramencionado.

Finalmente, atingindo a grande preocupação desta obra, ficou claro que o processo de caracterização citado (um “case” dentre infinitos outros possíveis) demanda que – tão importante quanto a aplicação de um vasto “arsenal” técnico-metodológico quantitativo – sejam observadas, minuciosamente, tanto as potencialidades quanto as limitações, pressupostos, premissas e/ou condicionantes dos MQC_s; aspectos esses, frequentemente, desconsiderados (via imprudência, imperícia ou negligência) ou relativizados indevidamente pela comunidade científica contemporânea, que, em muito, se notabilizada pela/por: desatenção aos “caminhos norteadores fundamentais” da lógica científica (quantitativa), radicalização técnico-científico-operacional, produção de resultados inconsistentes, afirmações estruturalmente frágeis mas ditas contundentemente e veiculadas “viralmente”, absolutizações indevidas, generalizações apressadas ou induções vulgares, (busca de) “pseudomudanças paradigmáticas”...

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A; ELIAN, S; NOBRE, J. Modificações e alternativas aos testes de Levene e de Brown e Forsythe para igualdade de variâncias e médias. **Revista Colombiana de Estadística**, v.31, n.2, p.241-260, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.kurims.kyotou.ac.jp/EMIS/journals/RCE/V31/bodyv31n2/v31n2a08AlmeidaElianNobre.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

ALMEIDA, H. A. **Climatologia aplicada à Geografia**. Campina Grande: EDUEPB, 2016. Disponível em: <<http://www.uepb.edu.br/download/ebooks/Climatologia-Aplicada-aCC80-Geografia.pdf>>. Acesso em 24 dez. 2017.

ALVES, F. D. Abordagens metodológicas da geografia agrária clássica brasileira. **Caminho de Geografia**, v.13, n.42, p.315-329, 2012. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16730/9793>> . Acesso em: 22 fev. 2018.

ALVES, J. M. B; FERREIRA, F. F; CAMPOS, J. N. B; FILHO, F. A. S; SOUZA, E. B; DURAN, B. J; SERVAIN, J; STUDART, T. M. C. Mecanismos atmosféricos associados à ocorrência de precipitação intensa sobre o Nordeste do Brasil durante janeiro/2004. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.1, p.56-76, 2006. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10695>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

ALVES-MAZOTTI, A. J; GEWANDSZNAJDER, F. O. **Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. 2 ed. São Paulo, Pioneira, 1999.

AMORIM, R. R; R. C, OLIVEIRA. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & Natureza**, v.20, n.2, p.177-198, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n2/a11v20n2.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2017.

ANDRADE, A. R. Reflexões sobre o pensamento geográfico e a busca de uma metodologia de trabalho na percepção da Geografia Ambiental. **Revista Geografar**, v.4, n.2, jul./dez., 2009. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/16118/10640>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

ANDRADE, L. P.; NOVAIS, J. W. Z; MUSIS, C. R; SANCHES, L; PEREIRA, S. P. Efeito de borda sobre o microclima de um parque ecológico urbano em Cuiabá-MT. **Estudo & Debate**, Lajeado, v. 23, n. 2, p.180-194, 2016. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/1078/1050>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: UNISINOS, 2003.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Técnicas Estatísticas Aplicáveis a Tratamento de Informações Oriundas de Procedimentos Laboratoriais**. Porto Alegre: CPRM, 2005. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/451/Andriotti_Tecnicas_estatisticas.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 abr. 2017.

ARAÚJO, L. E; SOUSA, F. A. S; RIBEIRO, M. A. F. M; SANTOS, A. S; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, p.162-169, mar., 2008.

ARAÚJO, S. M. S. **A região Semiárida do Nordeste do Brasil**: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. 2011. Disponível em: <http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2017.

AULETE. **Ablepsia**. Disponível em: <<http://www.aulete.com.br/ablepsia>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

AURÉLIO. **Ablepsia**. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/ablepsia>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society**, Series A, v.160, p.268–282, 1937.

BEN-GAL, I. Outlier Detection. In: _____. MAIMON, O; ROCKACH, L. (Eds.) **Data Mining and Knowledge Discovery Handbook: A Complete Guide for Practitioners and Researchers**. **Kluwer Academic Publishers**, p.1-16, 2005. ISBN 0-387-

24435-2. Disponível em: <<http://www.eng.tau.ac.il/~bengal/outlier.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

BERRY, B. J. L. Um paradigma para a Geografia Moderna. **Revista Brasileira de Geografia (RBG)**, v.34, n.3, p.3-18, 1972. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=7115>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BESSA, K. C. A diferenciação espacial e as interpretações da Geografia Teorético-Quantitativa e a Geografia Crítica. **Sociedade & Natureza**, v.16, n.31, p.101-124, dez., 2004.

BORGES, R. C. B. Como escrever um projeto de pesquisa? In: PAMPLONA FILHO, R; CERQUEIRA, N; SANTANA JÚNIOR, G. A. **Revista Eletrônica de Metodologia UFBA**, v.?, n.?, p.555-581, 2010. Disponível em: <<http://www.revistametodologiaufba.xpg.com.br/arquivos/artigo067.pdf>>. Acesso em: 15-03-2018.

BORGES, R. M. H. **Introdução à Validação de Métodos**. Brasília: CGCRE/DICLA/IMETRO, 2006. 50p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/palestras/Renata%20Borges.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 017.

BRASIL. **Lei 7.827, de 27 de setembro de 1989**. Regulamenta o Art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 set. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7827.htm>. Acesso em: 12 dez. 2017.

BRASIL. **Lei Complementar n. 125, de 03 de janeiro de 2007**. Institui, na forma do Art. 43 da Constituição Federal, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE; estabelece sua composição, natureza jurídica, objetivos, áreas de atuação, instrumentos de ação; altera a Lei n. 7.827, de 27 de setembro de 1989, e a Medida Provisória n. 2.156, de 24 de agosto de 2001; revoga a Lei Complementar n. 66, de 12 de junho de 1991; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jan. 2007. Disponível

em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp125.htm>. Acesso em: 12 dez. de 2017.

BROWN, M. B.; FORSYTHE, A. B. Robust tests for equality of variances. **Journal of the American Statistical Association**, v.69, p.364–367, 1974.

BRUNES, T. O. **Biogeografia e diversificação de um grupo de anuros Neotropicais, *Phyllomedusa burmeisteri***: Abordagem integrativa através de análises moleculares e modelos de nicho ecológico. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/85882/2/34573.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V; MEDEIROS, J. S. Representações computacionais do espaço: fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. **Revista Geografia (UNESP)**, v.28, n.1, p.83-96, 2003. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Gilberto_Camara2/publication/242763509_Representacoes_Computacionais_do_Espaco_Um_Dialogo_entre_a_Geografia_e_a_Ciencia_da_Geoinformacao/links/00b7d5377a8d220725000000.pdf>. Acesso em: 22 de fev. 2018.

CAMARGO, A. P; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.89-97, 1997. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284194031_Avaliacao_do_desempenho_de_diferentes_metodos_de_estimativa_da_evapotranspiracao_potencial_no_Estado_de_Sao_Paulo_Brasil>. Acesso em: 19 jul. 2018.

CAMARGO, J. C. G; ELESBÃO, I. O problema do método nas ciências humanas. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, v.3, n.6, jul./dez., 2004. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/120>>. Acesso em: 22 de fev. 2018.

CAMARGO, J. C. G; REIS JÚNIOR, D. F. C. Considerações sobre a Geografia Neopositivista no Brasil. **Geografia**, v.29, n.3, p.355-382, set./dez., 2004. Disponível em:

<http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/5917/1/ARTIGO_ConsideracoesGeografiaNeopositivista.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2018.

CAMPAROTTO, L. B. *et al.* Validação de dados termopluviométricos obtidos via sensoriamento remoto para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.665-671, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000600013>. Acesso em: 19 jul. 2018.

CAMPOS, H. de. **Estatística experimental não paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 1983. 349p.

CARMELO, H. N.; LUCIO, P. S.; LEAL JUNIOR, J. B. V.; CARVALHO, P. C. M. Previsão de velocidade do vento no nordeste brasileiro através do modelo ARIMAX. **Revista Ciência e Tecnologia**, v.20, n.36, p.9-17, jan./jun. 2017. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/582>>. Acesso em: 04 mai. 2018.

CAVALCANTI, A. P. B. Abordagens geográficas no estudo da paisagem. **Breves Contribuciones del I.E.G**, v.?, n.20, p.57-74, 2010/11. Disponível em: <<http://ojs.filo.unt.edu.ar/index.php/bcieg/article/view/168/141>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes Frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.139.

CHIAPETTI, R. J. N. Pesquisa de campo qualitativa: uma vivência em geografia humanista. **GeoTextos**, v.6, n.2, p.139-162, 2010. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/4834/3583>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. As perspectivas dos estudos geográficos. 2 ed. In: _____. **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1985. Disponível em: <<http://sigcursos.tripod.com/perspetivas.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo. Edgard Blücher, 1999. 236p.

COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total, Ann. **Eugenics**, v.11, n.47, 1941.

COHN, T. A; ENGLAND, J. F; BERENBROCK, C. E; MASON, R. R; STEDINGER, J. R; LAMONTAGNE, J. R. A generalized Grubbs-Beck test statistic for detecting multiple potentially influential low outliers in flood series. **Water Resources Research**, v.49, n.8, p.5047-5058. 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wrcr.20392/epdf>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

CONAGIN, A; NAGAI, V; IGUE, T; ANBRÓSIO, L. A. Efeito da falta de normalidade em testes de homogeneidade das variâncias. **Bragantia**, v.52, n.2, p.173-180, 1993. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v52n2/10.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 584p.

CONOVER, W. J.; JOHNSON, M. E.; JOHNSON, M. M. A Comparative study of tests for homogeneity of variances, with application to the outer continental shelf bidding data. **Technometrics**, v.23, n.4, p.351-361, 1981. Disponível em: <https://www.academia.edu/3492119/A_comparative_study_of_tests_for_homogeneity_of_variances_with_applications_to_the_outer_continental_shelf_bidding_data>. Acesso em: 18 ago. 2017.

CORREIA, R. C; KIILL, L. H. P; MOURA, M. S. B; CUNHA, T. J. F; JESUS JÚNIOR, L. A; ARAÚJO, J. L. P. **A região semiárida brasileira**. Campinas: EMBRAPA-AINFO, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf>>. Acesso em: 09 de jan. 2018.

COSTA, F. R; ROCHA, M. M. Geografia: conceitos e paradigmas - apontamentos preliminares. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino (GEOMAE)**, v.1, n.2, p.25-56, 2010. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/12/pdf_7>. Acesso em: 22 fev. 2018.

COSTA, J. A; RODRIGUES, G. P. Space-time distribution of rainfall anomaly index (RAI) for the Salgado Basin, Ceará State - Brazil. **Ciência e Natura**, v.39 n.3, p.627-634, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/26080/pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

COSTA, S. P; OLIVARES, I. R. B; PACCES, V. H. P. Aplicação do cálculo da incerteza como critério de avaliação da linearidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA (CBM), 6., 2011, Natal. **Anais...** Natal: CBM, 2011. 7p. Disponível em: <http://limcserver.dee.ufcg.edu.br/metrologia_2011/viconbr/85832.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2017.

COUSINEAU, D; CHARTIER, S. Outliers detection and treatment: a review. **Int. J. Psychology Research**. v.3, n.1, p.58-67. mar., 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/50946372_Outliers_detection_and_treatment_A_review>. Acesso em: 15 mai. 2017.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

CROSBY; T. How to detect and handle outliers. **Technometrics**. v.3, n.3, p.315-316. Ago., 1994. Disponível em: <[ftp://ftp.math.utah.edu/pub/tex/bib/toc/technometrics1990.html#36\(3\):August:1994](ftp://ftp.math.utah.edu/pub/tex/bib/toc/technometrics1990.html#36(3):August:1994)>. Acesso em: 15 mai. 2017.

DICIO. **Ablepsia**. Disponível em: < <https://www.dicio.com.br/ablepsia/>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

DICIO. **Caracterização**. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/caracterizacao/>>. Acesso em: 30 de ago. 2018.

DICIONÁRIOMÉDICO.COM. **Ablepsia**. Disponível em: <<https://www.xn--dicionariomdico0gb6k.com/display.php?action=search&word=ABLEPSIA>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

DINIZ, PEREIRA. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de**

Geografia, v.35, n.3, p.488-506, 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3371/337142817008/>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

DIXON, W. J. Analysis of Extreme Values. Institute of Mathematical Statistics, **The Annals of Mathematical Statistics**, v.21, n.4, p.488-506. 1950. Disponível em: <http://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.aoms/1177729747>. Acesso em: 27 mai. 2017.

DUBIN, J; WATSON, G. S. Testing for serial correlation in least squares regression II. **Biometrika**, v.38, n.1/2, p.159-177, 1951. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2332325?newaccount=true&read-now=1&seq=17#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 05 mai. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Índices para quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2009. 48p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/663874/indices-para-a-quantificacao-da-seca>>. Acesso em: 28 de fev. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **O ZANE Digital**. Recife: UEP, 2017. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/zoneamentos_zane.php>. Acesso em: 16 de dez. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE)**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Recife: UEP, 2000. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/zane/ZANE.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

FECHINE, J. A. L; GANVÍNCIO, J. D. Aplicação do Teste de Menn Kendall na análise de tendência climáticas – bacia hidrográfica do rio Brigida – estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém. **Anais...** Belém: CBMET, 2010, 11p. Disponível em: <<http://www.sbmec.org.br/cbmet2010/1.html>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

FEDOROVA, N; CARVALHO, M. H. Processos sinóticos em anos de La Niña e de El Niño. Parte II: Zonas Frontais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.15, n.2, p.57-72, 2000. Disponível em:

<[http://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1287483](http://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1287483)>. Acesso em; 22 jan. 2018.

FEDOROVA, N; CARVALHO, M. H. Processos sinóticos em anos de La Niña e de El Niño: nebulosidade convectiva nas regiões equatoriais e tropicais da América do Sul e oceanos adjacentes. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.1, p.1-14, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000500007>. Acesso em: 22 jan. 2018.

FERRAZ, A. P. C. M; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p.421-431, jun. 2010.

FERREIRA, A. G; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, 2005. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25215/16909>>. Acesso em: 24 dez. 2017.

FERREIRA, N. J; RAMÍREZ, M. V; GAN, M. A. Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis que Atuam na Vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. A. J; DIAS, M. A. F. S. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.59.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 1991.

FETTERMANN, D. C; GUERRA, K. C; MANO, A. P; MARODIN, G. A. Uma Sistemática para Detecção de Fraudes em Empresas de Abastecimento de Água. **Interciência**, v.40, n.2, p.114-120, 2015.

FIORANI, L. A; NAKAO, O. S; FIORANI, V. M. A; GRIMONI, J. A. B. Medida do esforço da ética em uma disciplina de graduação de Engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39., 2011, Blumenau. **Anais...** Blumenau: COBENGE, 2011. 10p. Disponível em:

<<http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2011/sexoestec/art1775.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: Editora da UECE, 2002.

FREITAS, G. F; OGUISSO, T. Ocorrências éticas na Enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v.56, n.6, p.637-639. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672003000600009&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 19 dez. 2018.

FREITAS, J. A. S. B; LEITÃO, S. P. Em Busca de uma Abordagem Integrativa do Conhecimento Organizacional. **O&S**, v.11, n.30, 2004, p.13-28. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/osoc/v11n30/01.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **Estudos da Funceme embasam nova delimitação do Semiárido brasileiro beneficiando mais 10 municípios do Ceará**. 2017. Disponível em: <<http://funceme.br/index.php/comunicacao/noticias/836-estudos-da-funceme-embasam-nova-delimita%C3%A7%C3%A3o-do-semi%C3%A1rido-brasileiro-beneficiando-mais-10-munic%C3%ADpios-do-cear%C3%A1>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

GALIZA, A. C; RAMOS, L; FONSECA, L; CHAMINÉ, H. I. Geotecnia mineira de maciços rochosos fracturados para o controlo da qualidade do desmonte. **Ingenium**, v.?, n.?, p.76-80, jul./ago., 2011. Disponível em: <<http://www.dgeg.gov.pt/wwwbase/wwwinclude/ficheiro.aspx?tipo=1&id=20249>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

GALVÃO, M. V; FAISSOL, S. A revolução quantitativa na geografia e seus reflexos no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v.32, n.4, p.5-22, 1970. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1970_v32_n4.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2018.

GAN, M. A. **Um estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera, nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e leste do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 1982.

GAN, M. A; KOUSKY, V. E. Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera no Oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.1, p.19-28, 1986. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/43653491_Vortices_ciclonicos_da_alta_troposfera_no_Oceano_Atlantico_Sul>. Acesso em: 22 jan. 2018.

GEIGER, P. P. Notas autobiográficas e reflexões. **Revista GEOSUL**, v.9, n.17, p.124-150, 1994. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13116/12185> >. Acesso em: 15 mar. 2018.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GHEYI, H. R; PAZ, V. P. S; MEDEIROS, S. S; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**: estudos e aplicações. Campina Grande: INSA, 2012. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Recursos%20H%C3%ADricos%20em%20Regi%C3%B5es%20Semi%C3%A1ridas%20estudos%20e%20aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, A. A. Considerações sobre a pesquisa científica: em busca de caminhos para pesquisa científica. **Intertemas**, v.5, p.61-81. 2001. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/cerusp/article/viewFile/83100/86139>>. Acesso em: 18 de fev. 2018.

GOMES, A. C. S; COSTA, M. S; COUTINHO, M. D. L; VALE, R. S; SANTOS, M. S; SILVA, J. T; FITZJARRALD, D. R. Análise estatística das tendências de elevação nas séries de temperatura média máxima na Amazônia Central: estudo de caso para a região oeste do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.17, n.?, jul./dez., p.82-97, 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/42898/27310>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990.

GOMES, L. C. F. **Comportamento espaço-temporal da pneumonia e suas relações com os elementos climáticos e sociais em Campina Grande-PB**. 2016. 154p. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus de Fortaleza, 2016.

GOMES, R. D; VITTE, A. C. As incertezas científicas e a Geografia. **Revista Brasileira de Geografia**, v.62, n.1, p.51-72, 2017. Disponível em: <<https://rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/issue/view/10>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

GONZÁLES, G; ASUERO, A. G; HERRADOR, M. A; SAYAGO, A. The correlation coefficient attacks again. **Accreditation and Quality Assurance**, v.11, n.5, Jun. 2006. p.256-258. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225438472_The_correlation_coefficient_attacks_again. Acesso em: 11 ago. 2017.

GOULART, A. C. O; DELGADO, R. C; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F; GOIS, G; SANTOS, E. O. Relação espectro-temporal entre índices de vegetação e a chuva na cidade do Rio de Janeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v.58, n.3, p.277-283, Jul./Set. 2015. Disponível em: <<https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1990/660>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **American Statistical Association and American Society for Quality**, v.11, n.11, p.1-21. Fev. 1969. Disponível em: <http://web.ipac.caltech.edu/staff/fmasci/home/astro_refs/OutlierProc_1969.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2017.

GUEDES, J. A. Métodos estatísticos para a geografia: um guia para o estudante. **Revista Brasileira de Educação Geográfica**, Campinas, v.3, n.5, p.158-160, jan./jun., 2013. Disponível em: <<http://www.revistaedugeo.com.br/ojs/index.php/revistaedugeo/article/view/96/96>>. Acesso em: 22 fev. 2018. Resenha de: ROGERSON, P. A. Métodos estatísticos para a geografia: um guia para o estudante. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 348 p.

HAWKINS, D. M. **Identification of Outliers**. London: Chapman & Hall, 1980. 188p.
Disponível em:
<<http://professor.ufabc.edu.br/~ronaldo.prati/DataMining/Outliers.%20pdf>>.

Acesso em: 27 mai. 2017.

HOLZER, W. O conceito de lugar na Geografia Cultural-Humanista: uma contribuição para Geografia Contemporânea. **GEOgraphia**, v.5, n.10, 2003.
Disponível em:
<<http://www.geographia.uff.br/index.php/geographia/article/download/130/127>>.

Acesso em: 22 fev. 2018.

IGLEWICZ, B; HOAGLIN, D. How to detect and handle outliers. **ASQC Quality Press**, 1993. Disponível em: <<http://www.worldcat.org/title/how-to-detect-and-handle-outliers/oclc/901847172?referer=di&ht=edition>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Agência IBGE Notícias. **IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios para 2017**. 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017.html>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Agência IBGE Notícias. **Mapa do Semiárido Brasileiro**. 2017b. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/sociedade_e_economia/semi_arido/semiarido_brasileiro.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas Nacional do Brasil – Milton Santos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=247603&view=detalhes>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dicionário Brasileiro de Estatística**. 2ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf>. Acesso em: 16 de jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Semiárido Brasileiro**: O que é. Rio de Janeiro: IBGE, 2017c. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html>>. Acesso em: 12 de dez. de 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte**. Natal: IDEMA, 2015. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=1357&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=Socioecon%C3%B4micos>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Perfil do seu município - Acari**. Natal: IDEMA, 2008a. 23p. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016669.PDF>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Perfil do seu município - Apodi**. Natal: IDEMA, 2008b. 23p. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016659.PDF>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Perfil do seu município - Caicó**. Natal: IDEMA, 2008c. 24p. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016645.PDF>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Perfil do seu município - Florânia**. Natal: IDEMA, 2008d. 23p. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000015033.PDF>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Perfil do seu município - Macau**. Natal: IDEMA, 2008e. 23p. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013968.PDF>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Brasília: INMET, 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 30 out. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil**. 2018. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Orientação sobre validação de métodos analíticos**: documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE 008. Revisão 03. Brasília, 2010, 20p. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_03.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2017.

JESUS, P. R. Ética e ciência: Questionar as relações entre a Verdade e o Bem. In: BECKERT, C. *et al.* (Coord.). *Ética: Teoria e prática*. Lisboa: CFUL, 2012. p.355-366. Disponível em: <<http://repositorio.uportu.pt/handle/11328/809>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

KOUSKY, V. E; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, v.33, p.538-551, 1981. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.21533490.1981.tb01780.x/epdf>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

LAMEGO, M. O IBGE e a geografia quantitativa brasileira: construindo um objeto imaginário. **Terra Brasilis (Nova Série)**, v.3, 2014. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/terrabrasilis/1015>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

LEITE, M. E.; ROSA, R. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. **Caminhos da Geografia**, v.17, n.17, p.180-186, 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15396/8695>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

LEVENE, H. Robust Tests for the equality of variance. In: Olkin, I (Ed.) Contributions to Probability and Statistics, Palo Alto, California: Stanford University Press, 1960. p.278-292.

LILLIEFORS, H. W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v. 62, p.399-402, 1967.

LIMA, J. R. A; AZEVEDO, D. J. D. N; ARAÚJO, L. E; AZEVEDO, P. V. Identificação de Tendências Climáticas no estado da Bahia. **Revista de Geografia**, v.28, n.3, p.172-187, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228962>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

LIMEIRA, R. C; SOUSA, F. A. S; SILVA, V. P. R; OLIVEIRA, P. T. Tendência das chuvas no Estado da Paraíba. **Revista Hispeci & Lema Online**, v.3, n.3, 2012. Disponível em: <<http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/hispecielemaonline/sumario/22/10122012205255.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

LIRA, S. A. **Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. 2004. 196p. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus de Curitiba, 2004.

LOPES, P. R. M. **O espaço como matriz epistemológica na comunicação**. 2007. 181p. (Dissertação) Mestrado em Ciências da Comunicação – Curso de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Universidade de São Paulo (USP).

MACHADO, L. A; FERREIRA, N. J; LAURENT, H; DIEDHIOU, A. Distúrbios Ondulatórios de Leste. In: CAVALCANTI, I. F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. A. J; DIAS, M. A. F. S. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.61-73.

MACHADO, R. P. P. Os novos enfoques da Geografia com o apoio das tecnologias da informação geográfica. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, Volume Especial Cartogeo (2014), p. 203-241. Disponível em:

<<http://www.periodicos.usp.br/rdg/article/view/85554/88343>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

MAGALHÃES, M. N; LIMA, C. A. P. **Noções de Probabilidade e Estatística**. 7. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

MAIA, J. L; CERRA, A. L; ALVES FILHO, A. G. Inter-relações entre estratégia de operações e gestão da cadeia de suprimentos: estudos de caso no segmento de motores para automóveis. **Gestão & Produção**, v.12, n.3, p.377-391, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v12n3/28026.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

MARÇAL, M. S; LIMA, R. N. S. Abordagens Conceituais Contemporâneas na Geomorfologia Fluvial. **Espaço Aberto**, v.6, n.1, p.17-33, 2016. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5793393>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. de A. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARENGO, J. A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. S; GHEYI, H. R; GALVÃO, C. O; PAZ, V. P. S (Ed.). **Recursos hídricos em regiões Áridas e Semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2011. p.383-422.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n.27, p.149-176, 2008. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MARTINELLI, M; PEDROTTI, F. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo**, v.14, p.39-46, 2001. Disponível em <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47311/51047>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MARTINS, R. P; COUTINHO, F. A. Possibilidades e limitações da análise e síntese em Ecologia: uma discussão necessária na formação de ecólogos. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v.7, n.12, p.36-54, 2010. Disponível em: <<http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/180/174>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

MATOS, R. M. *et al.* Teor de umidade por diferentes métodos em Neossolo do Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.4, p.1588-1597, 2017. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/622/pdf_37>. Acesso em: 19 jul. 2018.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**: metodologia, planejamento. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **R. RA'E GA**, v.?, n.8, p.83-91, 2004. Disponível em: <revistas.ufpr.br/raega/article/download/3391/2719>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MELLO, F. M. **Dicionário de Estatística**. Edições Sílabo: Lisboa, 2014. 311p.

MELO, A. B; CAVALCANTI, I. F. A; SOUZA, P. P. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: CAVALCANTI, I. F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. A. J; DIAS, M. A. F. S. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.25-41.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MESCHIATTI, M. C; FONTOLAN, M. R; PENEREIRO, J. C; FERREIRA, D. H. L. Caracterização estatística de tendências em séries anuais de dados hidroclimáticos no estado de São Paulo. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.6, n.1, p.52-64. 2012. Disponível em: <<https://doaj.org/article/c285df40b860443b9ba2e3375a06ea88>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

MILLER, J. N; MILLER, J. C. **Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry**. 6. ed. London: Person Education Limited. 2010. 278p. Disponível em: <<http://197.14.51.10:81/pmb/CHIMIE/0273730428.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília: MI, 2005. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763%20&groupId=24915>. Acesso em: 12 dez. 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Portaria n. 89, de 16 de março de 2005**. Atualiza a relação dos municípios pertencentes à região Semi-Árida do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Brasília: MI, 2005b. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1116%3Aportaria-nd-89-de-16-de-marco-de-2005&catid=75&Itemid=717>. Acesso em: 12 dez. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Região Semi-Árida Oficial: Nova Delimitação**. Brasília: MMA-i³Geo, 2017. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/atlasrh/pdf/regiao_semi_arida.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, p.1-10, 2002. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/754165/din%C3%A2mica-das-chuvas-no-nordeste-brasileiro-luiz>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

MONTEIRO, J. B; ROCHA, A.B; ZANELLA, M. E. Técnica dos quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi/Mossoró. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, v.23, n.?, p. 232-249. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47212>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena História Crítica**. 20 ed. São Paulo: Annablume, 2005.

MOURA, M. S. B; GALVINCIO, J. D; BRITO, L. T. L; SOUZA, L. S. B; SÁ, I. I. S; SILVA, T. G. S. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. L; MOURA, M, S, B; GAMA, G. F. B. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2007. 93p. p.34-59. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/>>

/publicacao/157643/potencialidades-da-agua-de-chuva-no-semi-arido-brasileiro>.

Acesso em: 24 dez. 2017.

MURTA, R.M; TEODORO, S. M; CHAVES, M. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição Gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.988-994, Set./Out. 2005.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST/SEMATECH). Quantitative Techniques - Detection of Outliers. In: _____. e-Handbook of Statistical Methods: Exploratory Data Analysis (EDA). April, 2012. Disponível em: <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35h.htm>>. Acesso em: 27 mai. 1981.

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

NIMER, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.41, n.4, p.59-89, 1979.

NÓBREGA, J. N; SANTOS, C. A. C; GOMES, O. M; BEZERRA, B. G; BRITO, J. I. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos Tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.125-138, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862014000200005&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 27 nov. de 2018.

NÓBREGA, R. S; FARIAS, R. F. L; DOS SANTOS, C. A. C. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, p.171-180, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v30n2/0102-7786-rbmet-30-02-00171.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

NUNES, M. J; CAMÕES, M. F; GOVERN, F. M; SANTOS, S; RAES, F. Comparação de duas metodologias de amostragem atmosférica com ferramenta estatística não paramétrica. **Química Nova**, v.28, n.2, p.179-182, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v28n2/23633.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

PAIVA, E. M. C. D; CLAKE, R. T. Análise de tendência de precipitação da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.10, n.1-2, p.37-41, 1995.

Disponível em:
<http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=473>. Acesso em: 30 jan. 2019.

PAIXÃO, E. B; GANDU, A. W. **Caracterização do Vórtice Ciclônico de Ar Superior no Nordeste Brasileiro**: Parte 1. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/266179945_CHARACTERIZACAO_DO_VORTICE_CICLONICO_DE_AR_SUPERIOR_NO_NORDESTE_BRASILEIRO_Parte_1>. Acesso em: 30 jan. 2018.

PEREIRA, D. R. *et al.* Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.9, p.2488-2493, 2009. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n9/a376cr1581.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

PEREIRA, T. Influência do relevo na precipitação das regiões hidrográficas do litoral norte de Alagoas, **GEOUSP - Espaço e Tempo**, v.?, n.33, p.239-253, 2013. Disponível em:
<<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74314/77957>>. Acesso em: 24 dez. 2017.

PINKAYAN, S. Conditional Probabilities of Occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Colorado: State University, Boulder-CO, 1966. (Hydrology Paper, n.12). Disponível em:
<https://dspace.library.colostate.edu/bitstream/handle/10217/61293/HydrologyPapers_n12.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 jul. 2018.

PINO, F. A. A Questão da Não Normalidade. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v.61, n.2, p.17-33, Jul. a Dez. 2014.

PINTO, N. L. DE S; HOLTZ, A. C. T; MARTINS, J. A; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. 16. reimpressão. São Paulo: Blucher, 2015.

POL, M; HLOUSKOVÁ, L; NOVOTNY, P; ZOUNEK, J. Em busca do conceito de cultura escolar: Uma contribuição para as discussões actuais. **Revista Lusófona de Educação**, v.10, n?, 2007, p.63-79. Disponível em:
<<http://www.scielo.mec.pt/pdf/rle/n10/n10a06.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

PORTAL ACTION (a). **Action Stat**. Disponível em:
<<http://www.portalaction.com.br/sobre-o-action>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

PORTAL ACTION (a). **Diagnóstico de Independência**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/analise-de-regressao/33-diagnostico-de-independencia>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

PORTAL ACTION (b). **Análise de Colinearidade e Multicolinearidade**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/analise-de-regressao/36-analise-de-colinearidade-e-multicolinearidade>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

PORTAL ACTION (c). **Colinearidade**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/analise-de-regressao/361-colinearidade>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

PORTAL ACTION (d). **Distribuição Normal**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/probabilidades/62-distribuicao-normal>>. Acesso em: 13 fev. 2016.

PORTAL ACTION (d). **Teste para comparação de duas variâncias (Teste F)**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/56-teste-para-comparacao-de-duas-variencias-teste-f>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

PORTAL ACTION (e). **Teste de Kolmogorov-Smirnov**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/62-teste-de-kolmogorov-smirnov>>. Acesso em: 22 abr. 2017 (c).

PORTAL ACTION (e). **Teste de Scheffe**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova/34-teste-de-scheffe>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

PORTAL ACTION (e). **Teste de Tukey (TSD – Tukey Significant Difference)**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova/31-teste-de-tukey>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

PORTAL ACTION (f). **Teste de Shapiro-Wilk**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/64-teste-de-shapiro-wilk>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

PORTAL ACTION (g). **Boxplot**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/estatistica-basica/31-boxplot>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

PORTAL ACTION (g). **Teste de Bonferroni**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova/33-teste-de-bonferroni>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

PORTAL ACTION (h). **Dotplot**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/estatistica-basica/32-dotplot>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

PORTAL ACTION (i). **Técnicas não paramétricas**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

PORTAL ACTION (j). **Teste de Igualdade de Variância**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova/161-teste-de-igualdade-das-variancias>>. Acesso em: 09 ago. 2017.

PRIBERAM. **Ablepsia**. Disponível em: <<https://dicionario.priberam.org/ablepsia>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

PROJETO FONDECYT. **Drought**. 2018. Disponível em: <<http://sequiachile.cl/sequia/index-en.html>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

REBOITA, M. S; GAN, M. A; ROCHA, R. P; ANBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, 185-204, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

REIS, C. J; BEIJO, L. A. Modelagem dos níveis máximos de radiação ao solar global de Piracicaba-SP. **Revista da Estatística UFOP**, v.3, n.?, p.589-593, 2014. ISSN: 2237-8111. Disponível em: <<http://www.cead.ufop.br/jornal/index.php/rest/article/download/642/546>>. Acesso em: 04 mai. 2018.

REIS, C. J; SANTOS, M. M. G; BEIJO, L. A. Modelagem estatística não-estacionária dos níveis mínimos de umidade relativa do ar em Piracicaba-SP. **Revista Matemática e Estatística em Foco**, v.?, n.?, 2014. ISSN:2318-0552. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/matematicaeestatisticaemfoco/article/download/24156/13365>>. Acesso em: 04 mai. 2018.

RIBOLDI, J; BARBIAN, M.H; KOLOWSKI, A. B. S; SELAU, L. P. R; TORMAN, V. B. Accuracy and power of parametric and non-parametric homocedasticity tests assessed for simulation. **Revista Brasileira de Biometria**, v.32, n.3, p.334-344, Jul./Set. 2014. Disponível em: <http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v32/v32_n3/A2_JoaoRiboldi.p>. Acesso em: 09 ago. 2017.

RODRIGUES, F. S. Declínio cognitivo na senescência e repercussões no contexto familiar. **Psicologia.pt**, 2014. 30p. Disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/ver_artigo_licenciatura.php?declinio-cognitivo-na-senescencia-e-repercussoes-no-contexto-familiar&codigo=TL0383&area=D11A>. Acesso em: 18 dez. 2018.

ROGERSON, P. A. **Métodos Estatísticos para Geografia**: um guia para o estudante. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 409 p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo**, v.6, p.17-29, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108/50829>>. Acesso em: 19 dez. 2017.

SAMPAIO, J. A. L; WOLD, C; NARDY, A. **Princípios de Direito Ambiental**: na dimensão internacional e comparada. Belo Horizonte, Del Rey, 2003. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang_pt&id=nEp4CYkpaSwC&oi=fnd&pg=PA1&dq=principios+preven%C3%A7%C3%A3o&ots=eh_HlaURU9&sig=41e6Q_9c-QE--tvqXLWGOzX89D4>. Acesso em: 21 de nov. 2018.

SANTOS, D. N; SILVA, V. P. R; SOUSA, F. A. S; SILVA, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n.5, p.492–500, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000500006>. Acesso em: 27 nov. 2018.

SANTOS, R. S *et. al.* Avaliação da relação seca/produtividade agrícola em cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.2, 313 - 321,

2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862011000200014&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 19 jul. 2018.

SEO, S. **A Review and Comparison of Methods for Detecting Outliers in Univariate Data Sets**. 2006. 53p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, University of Pittsburgh. 53 p.

SHIFFLER, R. E. Maximum Z Scores and Outliers. **The American Statistician**, v.42, n.1, p.79-80. Fev., 1988. Disponível em: <[http://www.uta.edu/faculty/ricard/Classes/KINE5305/Shiffler%20\(1988\)%20Maximum%20Z%20scores%20and%20outliers.pdf](http://www.uta.edu/faculty/ricard/Classes/KINE5305/Shiffler%20(1988)%20Maximum%20Z%20scores%20and%20outliers.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2017.

SILVA, B. C. O; NÓBREGA, R. S; SILVA, F. M. Classificação e caracterização dos anos muito secos e secos no município de Caicó-RN. In: ____ SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA (SIC), 6., 2015, Natal, RN. **Anais...** Natal: SBMET, 2015. Disponível em: <<http://www.sbmet.org.br/portal/sbmet/detalhe.php?id=45>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

SILVA, C. O. *et al.* Estimativa da evapotranspiração de referência com dados climáticos limitados no estado do Piauí. **Revista Espacios**, v.37, n.23, 14 p. 2016.

SILVA, D. F; SOUZA, A. B. Detecção de Tendências Climáticas no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.3 p.442-455, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232978>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

SILVA, F. D. S; CORREIA, M. F; ARAGÃO, M. R. S; SILVA, J. M. Convecção linearmente organizada na área de Petrolina, Semiárido do Nordeste do Brasil: aspectos em meso e grande escala. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, 292-304, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862008000300004>. Acesso em: 19 jan. 2018.

SILVA, L. A. **A influência do vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN) sobre a precipitação do Nordeste do Brasil (NEB) e as características associadas**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007.

SILVA, P. C. G. *et al.* Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Cap. 1, p.18-48. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/861906?mode=full>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

SILVA, R. A; SILVA, V. P. R; CAVALCANTI, E. P; SANTOS, D. N. Estudo da variabilidade da radiação solar no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.501-509, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000500007>. Acesso em 19 jul. 2018.

SILVA, V. P. R; PEREIRA, E. R. R; ALMEIDA, R. S. R. SILVA, PEREIRA E ALMEIDA. 2012. Artigo. Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região Nordeste do país. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.2, 163-172, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v27n2/a05v27n2>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

SILVESTRE, M. R. **Técnicas estatísticas utilizadas em Climatologia Geográfica**: diagnóstico e propostas. 2016. 409p. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Prudente, 2016.

SILVESTRE, M. R; SANT'ANNA NETO, J. L; FLORES, E. F. Critérios Estatísticos para Definir de Anos Padrão: uma contribuição a Climatologia Geográfica. **Revista Formação**, v.2, n.20, p.23-53, 2013. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/2360/2398>. Acesso em: 02 mai. 2017.

SORIANO, R. R. **Manual de Pesquisa Social**. Petrópolis: Vozes, 2004.

SOUSA, C. A; LIRA JUNIOR, M. A; FERREIRA, R. L. C. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p. 350-354, mai./jun., 2012. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3857/1698>>. Acesso em: 01 jun. de 2018.

SOUSA, F. A. S; MORAIS, H. F; SILVA, V. P. R. Influência da Urbanização no Clima da Cidade de Campina Grande-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.?, n.1, p.134-145, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232710>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

SOUZA, C. Y. V; PEREIRA, F. S. G. Geografia: relações científicas e análise de métodos. **Revista Cerrados Montes Claros**, v.15, n.2, p.347-367, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.unimontes.br/cerrados/article/view/281/426>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1993. Tradução e revisão técnica Pedro Consentino.

STURGES, H. A. The Choice of a Class Interval. **Journal of the American Statistical Association**, v.21, n.153, p. 65-66, 1926. Disponível em: <http://www.aliquote.org/cours/2012_biomed/biblio/Sturges1926.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2017.

SUNDFELD, A. C. Abordagem Integrativa: Reterritorialização do Saber Clínico. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v.16, n.13, 2000, p.251-257. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-37722000000300008&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 22 dez. 2018.

TARIFA, J. B. **Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista**. 1973. 71p. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo (USP), Campus de São Paulo, 1973.

TORMAN, V. B. L; COSTER, R; RIBOLDI, J. Normalidade de Variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não paramétricos por simulação. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v.32, n.2, p.227-234, 2012. Seção de Bioestatística.

TORRES, R. R. **Análise e modelagem dos distúrbios ondulatórios de leste que atuam na costa leste do Nordeste do Brasil**. 2008. 132p. (Dissertação) Mestrado em Meteorologia – Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**. 1. ed. Massachusetts: Addison-Wesely, Series in Behavioral Science, 1977. 688p. Disponível em: <<http://www.popline.org/node/499313>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS (UFAL). **Monitoramento ambiental feito por Laboratório da Ufal oferece resultados inovadores para novo Semiárido brasileiro**. Disponível em: <<http://www.ufal.edu.br/noticias/2018/1/monitoramento-ambiental-feito-por-laboratorio-da-ufal-oferece-resultados-inovadores-para-novo-semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: ?, 2006. Disponível em: <<http://www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2015/08/LIVRO-382-Mario-Adelmo-Varejao-Silva-Meteorologia-e-Climatologia.pdf>>. Acesso em: 10 de jan. 2018.

VIANELLO, R. L; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa; UFV, 2000. 448p.

VIEIRA, S. **Análise de Variância (ANOVA)**. Atlas: São Paulo, 2006.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1980. 16ª reimpressão.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

VITTE, A. C. A Geografia Física: das mutações do mundo à nova teia do cosmos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.2, n.3, p.37-63, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232635>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

WILLMOTT, C. J. *et al.* Statistics for the evaluation and comparasion of Models. **Journal of Geophysical Research**, v.90, n.05, p.8995-9005, 1985. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.567.5538&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). Integrated Drought Management Programme (IDMP). **Rainfall Anomaly Index (RAI)**. 2018. Disponível em: <<http://www.droughtmanagement.info/rainfall-anomaly-index-rai/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

XAVIER, T. B. S; XAVIER, A. F. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos Quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.14, n.2, p.63-78,1999. Disponível em: <http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=491>. Acesso em: 23 jul. 2018.

XAVIER, T. B. S; XAVIER, A. F. S. Classificação de anos secos e chuvosos na região Nordeste do Brasil e sua distribuição espacial. In: _____. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA (CBMET), 3., 1984, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: SBM, v.1, p.267-289, 1984. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=128860&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22XAVIER,%20T.%20de%20M.%20B.%20S.%22&qFacets=autoria:%22XAVIER,%20T.%20de%20M.%20B.%20S.%22&sort=&paginação=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

XAVIER, T. B. S; XAVIER, A. F. S. Classificação de anos secos e chuvosos na região Nordeste do Brasil e sua distribuição espacial. In: _____. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA (CBMET), 3., 1984, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: SBM, v.1, p.267-289, 1984.

ZAVATTINI, J. A; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Alínea: Campinas, 2013. 151p.

APÊNDICE A – Municípios Adicionados ao Semiárido Brasileiro, Conforme Aprovação do CONDEL-SUDENE (23/11/2017)

CÓDIGO IBGE	UF	MUNICÍPIO
2901403	BA	Angical
2902500	BA	Baianópolis
2903201	BA	Barreiras
2906105	BA	Canápolis
2909703	BA	Cristópolis
2911105	BA	Formosa do Rio Preto
2926202	BA	Riachão das Neves
2928109	BA	Santa Rita da Vitória
2928406	BA	Santa Rita de Cássia
2302057	CE	Barroquinha
2302305	CE	Bela Cruz
2302602	CE	Camocim
2303907	CE	Chaval
2304251	CE	Cruz
2304954	CE	Guaiúba
2306553	CE	Itarema
2307254	CE	Jijoca de Jericoacoara
2312403	CE	São Gonçalo do Amarante
2313500	CE	Trairi
2100907	MA	Araioses
2112209	MA	Timon
3109402	MG	Buritizeiro
3151206	MG	Pirapora
3157609	MG	Santa Fé de Minas
3161106	MG	São Francisco
3164209	MG	São Romão
3170800	MG	Várzea da Palma
2500304	PB	Alagoa Grande
2500403	PB	Alagoa Nova
2500502	PB	Alagoinha
2500809	PB	Araçagi
2501104	PB	Areia
2501906	PB	Belém

2502706	PB	Borborema
2503803	PB	Caldas Brandão
2505204	PB	Cuitegi
2505808	PB	Duas Estradas
2506301	PB	Guarabira
2506400	PB	Gurinhém
2507606	PB	Juarez Távora
2508208	PB	Lagoa de Dentro
2509339	PB	Matinhas
2509800	PB	Mulungu
2511608	PB	Pilões
2511707	PB	Pilõezinhos
2511806	PB	Pirpirituba
2514453	PB	São José dos Ramos
2515609	PB	Serra da Raiz
2515807	PB	Serra Redonda
2515906	PB	Serraria
2515930	PB	Sertãozinho
2611309	PE	Pombos
2200608	PI	Angical do Piauí
2201606	PI	Beneditinos
2201919	PI	Bom Princípio do Piauí
2202000	PI	Buriti dos Lopes
2202539	PI	Caraúbas do Piauí
2202653	PI	Caxingó
2202901	PI	Corrente
2203008	PI	Cristalândia do Piauí
2203305	PI	Demerval Lobão
2204659	PI	Ilha Grande
2205581	PI	Lagoa do Piauí
2205706	PI	Luís Correia
2206407	PI	Monsenhor Gil
2207702	PI	Parnaíba
2208858	PI	Riacho Frio
2209450	PI	Santo Antônio dos Milagres
2209757	PI	São Gonçalo do Gurguéia
2209807	PI	São Gonçalo do Piauí
2210508	PI	São Pedro do Piauí

2210623	PI	Sebastião Barros
2211001	PI	Teresina
TOTAL		73 municípios

Fonte: FUNCEME, 2017, modificado pelo próprio autor, 2017.

APÊNDICE B – Municípios do Semiárido Potiguar

Código da Unidade da Federação	Código do Município	Nome do Município	Inclusão	
			Antigo	Novo
24	2400109	Acari	x	
24	2400208	Açu	x	
24	2400307	Afonso Bezerra	x	
24	2400406	Água Nova	x	
24	2400505	Alexandria	x	
24	2400604	Almino Afonso	x	
24	2400703	Alto do Rodrigues	x	
24	2400802	Angicos	x	
24	2400901	Antônio Martins	x	
24	2401008	Apodi	x	
24	2401107	Areia Branca	x	
24	2401305	Augusto Severo (Campo Grande)	x	
24	2401453	Baraúna	x	
24	2401503	Barcelona	x	
24	2401602	Bento Fernandes	x	
24	2401651	Bodó	x	
24	2401701	Bom Jesus	x	
24	2401800	Brejinho		x
24	2401859	Caiçara do Norte	x	
24	2401909	Caiçara do Rio do Vento	x	
24	2402006	Caicó	x	
24	2402105	Campo Redondo	x	
24	2402303	Caraúbas	x	
24	2402402	Carnaúba dos Dantas	x	
24	2402501	Carnaubais	x	
24	2402709	Cerro Corá	x	
24	2402808	Coronel Ezequiel	x	
24	2402907	Coronel João Pessoa	x	
24	2403004	Cruzeta	x	
24	2403103	Currais Novos	x	

24	2403202	Doutor Severiano	x	
24	2403301	Encanto	x	
24	2403400	Equador	x	
24	2403707	Felipe Guerra	x	
24	2403756	Fernando Pedroza	x	
24	2403806	Florânia	x	
24	2403905	Francisco Dantas	x	
24	2404002	Frutuoso Gomes	x	
24	2404101	Galinhos	x	
24	2404309	Governador Dix-Sept Rosado	x	
24	2404408	Grossos	x	
24	2404507	Guamaré	x	
24	2404606	Ielmo Marinho	x	
24	2404705	Ipanguaçu	x	
24	2404804	Ipueira	x	
24	2404853	Itajá	x	
24	2404903	Itaú	x	
24	2405009	Jaçanã	x	
24	2405108	Jandaíra	x	
24	2405207	Janduís	x	
24	2405306	Januário Cicco (Boa Saúde)	x	
24	2405405	Japi	x	
24	2405504	Jardim de Angicos	x	
24	2405603	Jardim de Piranhas	x	
24	2405702	Jardim do Seridó	x	
24	2405801	João Câmara	x	
24	2405900	João Dias	x	
24	2406007	José da Penha	x	
24	2406106	Jucurutu	x	
24	2406205	Lagoa d'Anta	x	
24	2406304	Lagoa de Pedras		x
24	2406403	Lagoa de Velhos	x	
24	2406502	Lagoa Nova	x	
24	2406601	Lagoa Salgada	x	
24	2406700	Lajes	x	
24	2406809	Lajes Pintadas	x	

24	2406908	Lucrecia	x	
24	2407005	Luís Gomes	x	
24	2407104	Macaíba		x
24	2407203	Macau	x	
24	2407252	Major Sales	x	
24	2407302	Marcelino Vieira	x	
24	2407401	Martins	x	
24	2407609	Messias Targino	x	
24	2407807	Monte Alegre		x
24	2407906	Monte das Gameleiras	x	
24	2408003	Mossoró	x	
24	2408300	Nova Cruz	x	
24	2408409	Olho-d'Água do Borges	x	
24	2408508	Ouro Branco	x	
24	2408607	Paraná	x	
24	2408706	Paraú	x	
24	2408805	Parazinho	x	
24	2408904	Parelhas	x	
24	2409100	Passa e Fica	x	
24	2409209	Passagem		x
24	2409308	Patu	x	
24	2409332	Santa Maria	x	
24	2409407	Pau dos Ferros	x	
24	2409506	Pedra Grande	x	
24	2409605	Pedra Preta	x	
24	2409704	Pedro Avelino	x	
24	2409902	Pendências	x	
24	2410009	Pilões	x	
24	2410108	Poço Branco	x	
24	2410207	Portalegre	x	
24	2410256	Porto do Mangue	x	
24	2410306	Presidente Juscelino	x	
24	2410405	Pureza	x	
24	2410504	Rafael Fernandes	x	
24	2410603	Rafael Godeiro	x	
24	2410702	Riacho da Cruz	x	
24	2410801	Riacho de Santana	x	
24	2410900	Riachuelo	x	

24	2411007	Rodolfo Fernandes	x	
24	2411056	Tibau	x	
24	2411106	Ruy Barbosa	x	
24	2411205	Santa Cruz	x	
24	2411403	Santana do Matos	x	
24	2411429	Santana do Seridó	x	
24	2411502	Santo Antônio	x	
24	2411601	São Bento do Norte	x	
24	2411700	São Bento do Trairi	x	
24	2411809	São Fernando	x	
24	2411908	São Francisco do Oeste	x	
24	2412104	São João do Sabugi	x	
24	2412302	São José do Campestre	x	
24	2412401	São José do Seridó	x	
24	2412500	São Miguel	x	
24	2412559	São Miguel do Gostoso	x	
24	2412609	São Paulo do Potengi	x	
24	2412708	São Pedro	x	
24	2412807	São Rafael	x	
24	2412906	São Tomé	x	
24	2413003	São Vicente	x	
24	2413102	Senador Elói de Souza	x	
24	2413300	Serra de São Bento	x	
24	2413359	Serra do Mel	x	
24	2413409	Serra Negra do Norte	x	
24	2413508	Serrinha	x	
24	2413557	Serrinha dos Pintos	x	
24	2413607	Severiano Melo	x	
24	2413706	Sítio Novo	x	
24	2413805	Taboleiro Grande	x	
24	2413904	Taipu	x	
24	2414001	Tangará	x	
24	2414100	Tenente Ananias	x	
24	2414159	Tenente Laurentino Cruz	x	
24	2414308	Timbaúba dos Batistas	x	
24	2414407	Touros	x	
24	2414456	Triunfo Potiguar	x	

24	2414506	Umarizal	x	
24	2414605	Upanema		
24	2414704	Várzea		x
24	2414753	Venha-Ver	x	
24	2414803	Vera Cruz		x
24	2414902	Viçosa	x	
TOTAL	---	---	140	7

Fonte: Portaria n. 89, de 16 de março de 2005 (MI, 2005b) e Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro (MI, 2005), modificada pelo próprio autor (2017).

APÊNDICE C – Relatório de Aplicativo Online CopySpider - Ferramenta Anti-Plágio

Documentos candidatos		Arquivo de entrada: Tese - Elementos Textuais e Pós-Textuais - Prof. Me. Bruno Clayton O. da Silva.docx (54760 termos)				
		Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
scielo.br/scielo.php... [0,38%]		scielo.br/scielo.php...	Visualizar	5110	231	0,38
seer.ufu.br/ [0,09%]		seer.ufu.br/	Visualizar	2393	57	0,09
scielo.br/scielo.php... [0,06%]		scielo.br/scielo.php...	Visualizar	1830	37	0,06
seer.ufu.br/index.ph... [0,05%]		seer.ufu.br/index.ph...	Visualizar	2312	33	0,05
biosciencejournal.uf... [0,02%]		biosciencejournal.uf...	Visualizar	1868	13	0,02
revistas.ufpr.br/rev... [0,02%]		revistas.ufpr.br/rev...	Visualizar	252	13	0,02
asq.org/quality-pres... [0,01%]		asq.org/quality-pres...	Visualizar	457	8	0,01
scielo.org/ [0,01%]		scielo.org/	Visualizar	338	11	0,01
		cruzeta.m.gov.br/	Visualizar	158	5	0
		en.wikipedia.org/wik...	-	-	-	Conversão falhou

Limite Aceitável: 3,00%.

<https://copyspider.com.br/main/pt-br/qual-o-percentual-aceitavel-para-ser-considerado-plagio>

**ANEXO A – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Kolmogorov-Smirnov
(1933/1948)**

n / α	Níveis de Significância (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
Valores maiores	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

ANEXO B – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Lilliefors (1967)

n / α	Níveis de Significância (α)				
	0,01	0,05	0,10	0,15	0,20
4	0,417	0,381	0,352	0,319	0,300
5	0,405	0,337	0,315	0,299	0,285
6	0,364	0,319	0,294	0,277	0,265
7	0,348	0,300	0,276	0,258	0,247
8	0,331	0,285	0,261	0,244	0,233
9	0,311	0,271	0,249	0,233	0,223
10	0,294	0,258	0,239	0,224	0,215
11	0,284	0,249	0,230	0,217	0,206
12	0,275	0,242	0,223	0,212	0,199
13	0,268	0,234	0,214	0,202	0,190
14	0,261	0,227	0,207	0,194	0,183
15	0,257	0,220	0,201	0,187	0,177
16	0,250	0,213	0,195	0,182	0,173
17	0,245	0,206	0,189	0,177	0,169
18	0,239	0,200	0,184	0,173	0,166
19	0,235	0,195	0,179	0,169	0,163
20	0,231	0,190	0,174	0,166	0,160
25	0,203	0,180	0,165	0,153	0,149
30	0,187	0,161	0,144	0,136	0,131

ANEXO C – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Shapiro-Wilk (1965)

n / α	Níveis de Significância (α)								
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,50	0,90	0,95	0,98	0,99
3	0,753	0,756	0,767	0,789	0,959	0,998	0,999	1,000	1,000
4	0,687	0,707	0,748	0,792	0,935	0,987	0,992	0,996	0,997
5	0,686	0,715	0,762	0,806	0,927	0,979	0,986	0,991	0,993
6	0,713	0,743	0,788	0,826	0,927	0,974	0,981	0,986	0,989
7	0,730	0,760	0,803	0,838	0,928	0,972	0,979	0,985	0,988
8	0,749	0,778	0,818	0,851	0,932	0,972	0,978	0,984	0,987
9	0,764	0,791	0,829	0,859	0,935	0,972	0,978	0,984	0,986
10	0,781	0,806	0,842	0,869	0,938	0,972	0,978	0,983	0,986
11	0,792	0,817	0,850	0,876	0,940	0,973	0,979	0,984	0,986
12	0,805	0,828	0,859	0,883	0,943	0,973	0,979	0,984	0,986
13	0,814	0,837	0,866	0,889	0,945	0,974	0,979	0,984	0,986
14	0,825	0,846	0,874	0,895	0,947	0,975	0,980	0,984	0,986
15	0,835	0,855	0,881	0,901	0,950	0,975	0,980	0,984	0,987
16	0,844	0,863	0,887	0,906	0,952	0,976	0,981	0,985	0,987
17	0,851	0,869	0,892	0,910	0,954	0,977	0,981	0,985	0,987
18	0,858	0,874	0,897	0,914	0,956	0,978	0,982	0,986	0,988
19	0,863	0,879	0,901	0,917	0,957	0,978	0,982	0,986	0,988
20	0,868	0,884	0,905	0,920	0,959	0,979	0,983	0,986	0,988
21	0,873	0,888	0,908	0,923	0,960	0,980	0,983	0,987	0,989
22	0,878	0,892	0,911	0,926	0,961	0,980	0,984	0,987	0,989
23	0,881	0,895	0,914	0,928	0,962	0,981	0,984	0,987	0,989
24	0,884	0,898	0,916	0,930	0,963	0,981	0,984	0,987	0,989
25	0,888	0,901	0,918	0,931	0,964	0,981	0,985	0,988	0,989
26	0,891	0,904	0,920	0,933	0,965	0,982	0,985	0,988	0,989
27	0,894	0,906	0,923	0,935	0,965	0,982	0,985	0,988	0,990
28	0,896	0,908	0,924	0,936	0,966	0,982	0,985	0,988	0,990
29	0,898	0,910	0,926	0,937	0,966	0,982	0,985	0,988	0,990
30	0,900	0,912	0,927	0,939	0,967	0,983	0,985	0,988	0,990

31	0,902	0,914	0,929	0,940	0,967	0,983	0,986	0,988	0,990
32	0,904	0,915	0,930	0,941	0,968	0,983	0,986	0,988	0,990
33	0,906	0,917	0,931	0,942	0,968	0,983	0,986	0,989	0,990
34	0,908	0,919	0,933	0,943	0,969	0,983	0,986	0,989	0,990
35	0,910	0,920	0,934	0,944	0,969	0,984	0,986	0,989	0,990
36	0,912	0,922	0,935	0,945	0,970	0,984	0,986	0,989	0,990
37	0,914	0,924	0,936	0,946	0,970	0,984	0,987	0,989	0,990
38	0,916	0,925	0,938	0,947	0,971	0,984	0,987	0,989	0,990
39	0,917	0,927	0,939	0,948	0,971	0,984	0,987	0,989	0,991
40	0,919	0,928	0,940	0,949	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
41	0,920	0,929	0,941	0,950	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
42	0,922	0,930	0,942	0,951	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
43	0,923	0,932	0,943	0,951	0,973	0,985	0,987	0,990	0,991
44	0,924	0,933	0,944	0,952	0,973	0,985	0,987	0,990	0,991
45	0,926	0,934	0,945	0,953	0,973	0,985	0,988	0,990	0,991
46	0,927	0,935	0,945	0,953	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
47	0,928	0,936	0,946	0,954	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
48	0,929	0,937	0,947	0,954	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
49	0,929	0,938	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991
50	0,930	0,939	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,990	0,991

ANEXO D – Máximo Z-Score Absoluto por Tamanho da Amostra, Shiffler (1988)

Máximo Z-Score Absoluto por Tamanho da Amostra	
n	Z _n
3	1,155
4	1,500
5	1,789
10	2,846
11	3,015
17	3,881
18	4,007

ANEXO E – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Grubbs (1969)

n / α	Níveis de Significância		
	0,10	0,05	0,01
3	1,148	1,153	1,155
4	1,425	1,463	1,492
5	1,602	1,672	1,749
6	1,729	1,822	1,944
7	1,828	1,938	2,097
8	1,909	2,032	2,221
9	1,977	2,110	2,323
10	2,036	2,176	2,410
11	2,088	2,234	2,485
12	2,134	2,285	2,550
13	2,175	2,331	2,607
14	2,213	2,371	2,669
15	2,247	2,409	2,705
16	2,279	2,443	2,747
17	2,309	2,475	2,785
18	2,235	2,504	2,821
19	2,361	2,532	2,854
20	2,385	2,557	2,884
21	2,408	2,580	2,912
22	2,429	2,603	2,939
23	2,448	2,624	2,963
24	2,467	2,644	2,987
25	2,486	2,663	3,009
26	2,502	2,681	3,029
27	2,519	2,698	3,049
28	2,534	2,714	3,068
29	2,549	2,730	3,085
30	2,563	2,745	3,103

31	2,577	2,759	3,119
32	2,591	2,773	3,135
33	2,604	2,786	3,150
34	2,616	2,799	3,164
35	2,628	2,811	3,178
36	2,639	2,823	3,191
37	2,650	2,835	3,204
38	2,661	2,846	3,216
39	2,671	2,857	3,228
40	2,682	2,866	3,240
50	2,768	2,956	3,336
60	2,837	3,025	3,411
70	2,893	3,082	3,471
80	2,940	3,130	3,521
90	2,981	3,171	3,563
100	3,017	3,207	3,600
110	3,049	3,239	3,632
120	3,078	3,267	3,662
130	3,104	3,294	3,688
140	3,129	3,318	3,712

ANEXO F – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Dixon (1950)

n / α	Níveis de Significância		
	0,10	0,05	0,01
3	0,886	0,941	0,988
4	0,679	0,765	0,889
5	0,557	0,642	0,780
6	0,482	0,560	0,698
7	0,434	0,507	0,637
8	0,479	0,554	0,683
9	0,441	0,512	0,635
10	0,409	0,477	0,597
11	0,517	0,576	0,679
12	0,490	0,546	0,642
13	0,467	0,521	0,615
14	0,492	0,546	0,641
15	0,472	0,525	0,616
16	0,454	0,507	0,595
17	0,438	0,490	0,577
18	0,424	0,475	0,561
19	0,412	0,462	0,547
20	0,401	0,450	0,535
21	0,391	0,440	0,524
22	0,382	0,430	0,514
23	0,374	0,421	0,505
24	0,367	0,413	0,497
25	0,360	0,406	0,489

ANEXO G – Valores Críticos para a Estatística do Teste de Cochran (1941). Nível de Significância de 5%:

n \ k	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17	37	145	∞
2	0,9 985	0,9 750	0,9 39 2	0,9 05 7	0,8 77 2	0,8 53 4	0,8 33 2	0,8 15 9	0,8 01 0	0,7 88 0	0,7 34 1	0,6 60 2	0,5 81 3	0,5 00 0
3	0,9 669	0,8 709	0,7 97 7	0,7 45 7	0,7 07 1	0,6 77 1	0,6 53 0	0,6 33 3	0,6 16 7	0,6 02 5	0,5 46 6	0,4 74 8	0,4 03 1	0,3 33 3
4	0,9 065	0,7 679	0,6 84 1	0,6 28 7	0,5 89 5	0,5 59 8	0,5 36 5	0,5 17 5	0,5 01 7	0,4 88 4	0,4 36 6	0,3 72 0	0,3 09 3	0,2 50 0
5	0,8 413	0,6 838	0,5 93 1	0,5 44 1	0,5 06 5	0,4 78 3	0,4 56 4	0,4 38 7	0,4 24 1	0,4 11 8	0,3 64 5	0,3 06 6	0,2 51 3	0,2 00 0
6	0,7 808	0,6 161	0,5 32 1	0,4 80 3	0,4 44 7	0,4 19 4	0,3 98 0	0,3 81 7	0,3 68 2	0,3 56 8	0,3 13 5	0,2 61 2	0,2 11 9	0,1 66 7
7	0,7 271	0,5 612	0,4 80 0	0,4 30 7	0,3 97 4	0,3 72 6	0,3 53 5	0,3 38 4	0,3 29 9	0,3 15 4	0,2 75 6	0,2 27 8	0,1 83 3	0,1 42 9
8	0,6 798	0,5 157	0,4 37 7	0,3 91 0	0,3 59 5	0,3 36 2	0,3 18 5	0,3 04 3	0,2 92 6	0,2 82 9	0,2 46 2	0,2 02 2	0,1 61 6	0,1 25 0
9	0,6 385	0,4 775	0,4 02 7	0,3 58 4	0,3 28 6	0,3 06 7	0,2 90 1	0,2 76 8	0,2 65 9	0,2 56 8	0,2 22 6	0,1 82 0	0,1 44 6	0,1 11 1

ANEXO H – Valores Críticos da Estatística do Durbin-Watson (1951). Níveis de Significância de 1,0%, 2,5% e 5,0%:

n	Número de variáveis explicativas										
	α	1		2		3		4		5	
		dL	dU								
15	0,010	0,81	1,07	0,70	1,25	0,59	1,46	0,49	1,70	0,39	1,96
	0,025	0,95	1,23	0,83	1,40	0,71	1,61	0,59	1,84	0,48	2,09
	0,050	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
20	0,010	0,95	1,15	0,86	1,27	0,77	1,41	0,63	1,57	0,60	1,74
	0,025	1,08	1,28	0,99	1,41	0,89	1,55	0,79	1,70	0,70	1,87
	0,050	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
25	0,010	1,05	1,21	0,98	1,30	0,90	1,41	0,83	1,52	0,75	1,65
	0,025	1,13	1,34	1,10	1,43	1,02	1,54	0,94	1,65	0,86	1,77
	0,050	1,20	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
30	0,010	1,13	1,26	1,07	1,34	1,01	1,42	0,94	1,51	0,88	1,61
	0,025	1,25	1,38	1,18	1,46	1,12	1,54	1,05	1,63	0,98	1,73
	0,050	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
40	0,010	1,25	1,34	1,20	1,40	1,15	1,46	1,10	1,52	1,05	1,58
	0,025	1,35	1,45	1,30	1,51	1,25	1,57	1,20	1,63	1,15	1,69
	0,050	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
50	0,010	1,32	1,40	1,28	1,45	1,24	1,49	1,20	1,54	1,16	1,59
	0,025	1,42	1,50	1,38	1,54	1,34	1,59	1,30	1,64	1,26	1,69
	0,050	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,70

ANEXO I – Valores Críticos da Estatística do Teste T de Student (William Sealy Gosset, 1908). Níveis de Significância de 1,0%, 5,0% e 10,0%:

Graus de Liberdade (GL)	Níveis de Significância (α)		
	10%	5%	1%
1	6,31	12,71	63,66
2	2,92	4,30	9,92
3	2,35	3,18	5,84
4	2,13	2,78	4,60
5	2,02	2,57	4,03
6	1,94	2,45,00	3,71
7	1,90	2,36	3,50
8	1,86	2,31	3,36
9	1,83	2,26	3,25
10	1,81	2,23	3,17
11	1,80	2,20,00	3,11
12	1,78	2,18	3,06
13	1,77	2,16	3,01
14	1,76	2,14	2,98
15	1,75	2,13	2,95
16	1,75	2,12	2,92
17	1,74	2,11	2,90
18	1,73	2,10	2,88
19	1,73	2,09	2,86
20	1,73	2,09	2,84
21	1,72	2,08	2,83
22	1,72	2,07	2,82
23	1,71	2,07	2,81
24	1,71	2,06	2,80
25	1,71	2,06	2,79
26	1,71	2,06	278,00

27		170,00		2,05		277,00
28		1,70		2,05		276,00
29		1,70		2,04		276,00
30		1,70		2,04		275,00
40		1,68		2,02		270,00
60		1,67		2,00		2,66
120		1,66		1,98		2,62
∞		1,65		1,96		2,58

ANEXO J – Valores Críticos da Estatística do F de Fisher-Snedecor. Nível de Significância (NS) de 2,5% (como $F = NS/2$).
Logo os valores abaixo correspondem, na prática, à NS igual a 5%

GL do Denominador	Número de Graus de Liberdade (GL) do Numerador															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	120	∞
1	648,00	800,00	864,00	900,00	922,00	937,00	948,00	957,00	963,00	969,00	977,00	985,00	993,00	1000,00	1010,00	1020,00
2	38,50	39,00	39,20	39,20	39,3	39,3	39,4	39,4	39,4	39,40	39,40	39,40	39,40	39,50	39,50	39,50
3	17,40	16,00	15,40	15,10	14,90	14,70	14,60	14,50	14,50	14,40	14,30	14,30	14,20	14,10	13,90	13,90
4	12,20	10,60	9,98	9,60	9,36	9,20	9,07	8,98	8,90	8,84	8,75	8,66	8,56	8,46	8,31	13,90
5	10,00	8,43	7,76	7,39	7,15	6,98	6,85	6,76	6,68	6,62	6,52	6,43	6,33	6,23	6,07	8,26
6	8,81	7,26	6,60	6,23	5,99	5,82	5,70	5,60	5,52	5,46	5,37	5,27	5,17	5,07	4,90	6,02
7	8,07	6,54	5,89	5,52	5,29	5,12	4,99	4,90	4,82	4,76	4,67	4,57	4,47	4,36	4,20	4,85
8	7,57	6,06	5,42	5,05	4,82	4,65	4,53	4,43	4,36	4,30	4,20	4,10	4,00	3,89	3,73	4,14
9	7,21	5,71	5,08	4,72	4,48	4,32	4,20	4,10	4,03	3,96	3,87	3,77	3,67	3,56	3,39	3,67
10	6,94	5,46	4,83	4,47	4,24	4,07	3,95	3,85	3,78	3,72	3,62	3,52	3,42	3,31	3,14	3,33
11	6,72	5,26	4,63	4,28	4,04	3,88	3,76	3,66	3,59	3,53	3,43	3,33	3,23	3,12	2,94	3,08
12	6,55	5,10	4,47	4,12	3,89	3,73	3,61	3,51	3,44	3,37	3,28	3,18	3,07	2,96	2,79	2,72

13	6,41	4,97	4,35	4,00	3,77	3,60	3,48	3,39	3,31	3,25	3,15	3,05	2,95	2,84	2,66	2,60
14	6,30	4,86	4,24	3,89	3,66	3,50	3,38	3,29	3,21	3,15	3,05	2,95	2,84	2,73	2,55	2,49
15	6,20	4,77	4,15	3,80	3,58	3,41	3,29	3,20	3,12	3,06	2,96	2,86	2,76	2,64	2,46	2,40
16	6,12	4,69	4,08	3,73	3,50	3,34	3,22	3,12	3,05	2,99	2,89	2,79	2,68	2,57	2,38	2,32
17	6,04	4,62	4,01	3,66	3,44	3,28	3,16	3,06	2,98	2,92	2,82	2,72	2,62	2,50	2,32	2,25
18	5,98	4,56	3,95	3,61	3,38	3,22	3,10	3,01	2,93	2,87	2,77	2,67	2,56	2,44	2,26	2,19
19	5,92	4,51	3,90	3,56	3,33	3,17	3,05	2,96	2,88	2,82	2,72	2,62	2,51	2,39	2,20	2,13
20	5,87	4,46	3,86	3,51	3,29	3,13	3,01	2,91	2,84	2,77	2,68	2,57	2,46	2,35	2,16	2,09
25	5,69	4,29	3,69	3,35	3,13	2,97	2,85	2,75	2,68	2,61	2,51	2,41	2,30	2,18	1,98	1,91
30	5,57	4,18	3,59	3,25	3,03	2,87	2,75	2,65	2,57	2,51	2,41	2,31	2,20	2,07	1,87	1,79
120	5,15	3,80	3,23	2,89	2,67	2,52	2,39	2,30	2,22	2,16	2,05	1,94	1,82	1,69	1,43	1,31
∞	5,02	3,69	3,12	2,79	2,57	2,41	2,29	2,19	2,11	2,05	1,94	1,83	1,71	1,57	1,27	1,00

ANEXO K - Valores da Amplitude Total Estudentizada (q), para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01)

(GLr)	α	T (número de tratamentos)								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,05	3,64	4,60	5,22	5,67	6,03	6,33	6,58	6,80	6,99
	0,01	5,70	6,98	7,80	8,42	8,91	9,32	9,67	9,97	10,24
6	0,05	3,46	4,34	4,90	5,30	5,63	5,90	6,12	6,32	6,49
	0,01	5,24	6,33	7,03	7,56	7,97	8,32	8,61	8,87	9,10
7	0,05	3,34	4,16	4,68	5,06	5,36	5,61	5,82	6,00	6,16
	0,01	4,95	5,92	6,54	7,01	7,37	7,68	7,94	8,17	8,37
8	0,05	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,40	5,60	5,77	5,92
	0,01	4,75	5,64	6,20	6,62	6,96	7,24	7,47	7,68	7,86
9	0,05	3,20	3,95	4,41	4,76	5,02	5,24	5,43	5,59	5,74
	0,01	4,60	5,43	5,96	6,35	6,66	6,91	7,13	7,33	7,49
10	0,05	3,15	3,88	4,33	4,65	4,91	5,12	5,30	5,46	5,60
	0,01	4,48	5,27	5,77	6,14	6,43	6,67	6,87	7,05	7,21
11	0,05	3,11	3,82	4,26	4,57	4,82	5,03	5,20	5,35	5,49
	0,01	4,39	5,15	5,62	5,97	6,25	6,48	6,67	6,84	6,99
12	0,05	3,08	3,77	4,20	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,39
	0,01	4,32	5,05	5,50	5,84	6,1	6,32	6,51	6,67	6,81
13	0,05	3,06	3,73	4,15	4,45	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32
	0,01	4,26	4,96	5,40	5,73	5,98	6,19	6,37	6,53	6,67

14	0,05	3,03	3,70	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25
	0,01	4,21	4,89	5,32	5,63	5,88	6,08	6,26	6,41	6,54
15	0,05	3,01	3,67	4,08	4,37	4,59	4,78	4,94	5,08	5,20
	0,01	4,17	4,84	5,25	5,56	5,8	5,99	6,16	6,31	6,44
16	0,05	3,00	3,65	4,05	4,33	4,56	4,74	4,90	5,03	5,15
	0,01	4,13	4,79	5,19	5,49	5,72	5,92	6,08	6,22	6,35
17	0,05	2,98	3,63	4,02	4,30	4,52	4,70	4,86	4,99	5,11
	0,01	4,10	4,74	5,14	5,43	5,66	5,85	6,01	6,15	6,27
18	0,05	2,97	3,61	4,00	4,28	4,49	4,67	4,82	4,96	5,07
	0,01	4,07	4,70	5,09	5,38	5,60	5,79	5,94	6,08	6,20
19	0,05	2,96	3,59	3,98	4,25	4,47	4,65	4,79	4,92	5,04
	0,01	4,05	4,67	5,05	5,33	5,55	5,73	5,89	6,02	6,14
20	0,05	2,95	3,58	3,96	4,23	4,45	4,62	4,77	4,90	5,01
	0,01	4,02	4,64	5,02	5,29	5,51	5,69	5,84	5,97	6,09
24	0,05	2,92	3,53	3,90	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92
	0,01	3,96	4,55	4,91	5,17	5,37	5,54	5,69	5,81	5,92
30	0,05	2,89	3,49	3,85	4,10	4,30	4,46	4,60	4,72	4,82
	0,01	3,89	4,45	4,80	5,05	5,24	5,40	5,54	5,65	5,76
40	0,05	2,86	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,73
	0,01	3,82	4,37	4,70	4,93	5,11	5,26	5,39	5,50	5,60
60	0,05	2,83	3,40	3,74	3,98	4,16	4,31	4,44	4,55	4,65
	0,01	3,76	4,28	4,59	4,82	4,99	5,13	5,25	5,36	5,45
120	0,05	2,80	3,36	3,68	3,92	4,10	4,24	4,36	4,47	4,56

	0,01	3,70	4,20	4,50	4,71	4,87	5,01	5,12	5,21	5,30
∞	0,05	2,77	3,31	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47
	0,01	3,64	4,12	4,40	4,60	4,76	4,88	4,99	5,08	5,16

ANEXO L - Valores Críticos da Estatística do Teste de Scheffé (1959), para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).

GL (N - k)	α	'k' Níveis								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,05	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735
	0,01	13,274	12,060	11,392	10,967	10,672	10,456	10,289	10,158	10,051
6	0,05	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060
	0,01	10,925	9,780	9,148	8,746	8,466	8,260	8,102	7,976	7,874
7	0,05	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637
	0,01	9,547	8,451	7,847	7,460	7,191	6,993	6,840	6,719	6,620
8	0,05	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347
	0,01	8,649	7,591	7,006	6,632	6,371	6,178	6,029	5,911	5,814
9	0,05	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137
	0,01	8,022	6,992	6,422	6,057	5,802	5,613	5,467	5,351	5,257
10	0,05	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978
	0,01	7,559	6,552	5,994	5,636	5,386	5,200	5,057	4,942	4,849
11	0,05	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854
	0,01	7,206	6,217	5,668	5,316	5,069	4,886	4,744	4,632	4,539
12	0,05	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753
	0,01	6,927	5,953	5,412	5,064	4,821	4,640	4,499	4,388	4,296
13	0,05	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671
	0,01	6,701	5,739	5,205	4,862	4,620	4,441	4,302	4,191	4,100
14	0,05	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602
	0,01	6,515	5,564	5,035	4,695	4,456	4,278	4,140	4,030	3,939

15	0,05	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544
	0,01	6,359	5,417	4,893	4,556	4,318	4,142	4,004	3,895	3,805
16	0,05	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494
	0,01	6,226	5,292	4,773	4,437	4,202	4,026	3,890	3,780	3,691
17	0,05	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450
	0,01	6,112	5,185	4,669	4,336	4,102	3,927	3,791	3,682	3,593
18	0,05	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412
	0,01	6,013	5,092	4,579	4,248	4,015	3,841	3,705	3,597	3,508
19	0,05	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378
	0,01	5,926	5,010	4,500	4,171	3,939	3,765	3,631	3,523	3,434
20	0,05	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348
	0,01	5,849	4,938	4,431	4,103	3,871	3,699	3,564	3,457	3,368
24	0,05	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255
	0,01	5,614	4,718	4,218	3,895	3,667	3,496	3,363	3,256	3,168
30	0,05	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165
	0,01	5,390	4,510	4,018	3,699	3,473	3,304	3,173	3,067	2,979
40	0,05	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077
	0,01	5,179	4,313	3,828	3,514	3,291	3,124	2,993	2,888	2,801
60	0,05	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993
	0,01	4,977	4,126	3,649	3,339	3,119	2,953	2,823	2,718	2,632
120	0,05	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910
	0,01	4,787	3,949	3,480	3,174	2,956	2,792	2,663	2,559	2,472

ANEXO M - Valores Críticos da Estatística do Teste de Fisher-Bonferroni, para os níveis de significância de 5% (0,05) e 1% (0,01).

GL (N - k)	α	'k' Níveis								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,05	2,571	3,534	4,219	4,773	5,247	5,666	6,045	6,391	6,713
	0,01	4,032	5,247	6,138	6,869	7,499	8,059	8,567	9,033	9,466
6	0,05	2,447	3,287	3,863	4,317	4,698	5,030	5,326	5,594	5,840
	0,01	3,707	4,698	5,398	5,959	6,434	6,850	7,223	7,562	7,874
7	0,05	2,365	3,128	3,636	4,029	4,355	4,636	4,884	5,107	5,310
	0,01	3,499	4,355	4,944	5,408	5,795	6,131	6,429	6,699	6,945
8	0,05	2,306	3,016	3,479	3,833	4,122	4,370	4,587	4,781	4,957
	0,01	3,355	4,122	4,640	5,041	5,374	5,659	5,911	6,137	6,343
9	0,05	2,262	2,933	3,364	3,690	3,954	4,179	4,374	4,549	4,706
	0,01	3,250	3,954	4,422	4,781	5,076	5,328	5,548	5,746	5,925
10	0,05	2,228	2,870	3,277	3,581	3,827	4,035	4,215	4,375	4,518
	0,01	3,169	3,827	4,259	4,587	4,855	5,082	5,281	5,458	5,618
11	0,05	2,201	2,820	3,208	3,497	3,728	3,923	4,091	4,240	4,373
	0,01	3,106	3,728	4,132	4,437	4,685	4,894	5,076	5,238	5,383
12	0,05	2,160	2,746	3,107	3,372	3,584	3,760	3,912	4,045	4,164
	0,01	3,055	3,649	4,031	4,318	4,550	4,745	4,914	5,064	5,199
13	0,05	2,179	2,779	3,153	3,428	3,649	3,833	3,992	4,133	4,258
	0,01	3,012	3,584	3,948	4,221	4,440	4,624	4,784	4,924	5,051
14	0,05	2,145	2,718	3,069	3,326	3,530	3,699	3,845	3,973	4,086
	0,01	2,977	3,530	3,880	4,140	4,349	4,525	4,676	4,809	4,928

15	0,05	2,131	2,694	3,036	3,286	3,484	3,648	3,788	3,911	4,021
	0,01	2,947	3,484	3,822	4,073	4,273	4,441	4,585	4,713	4,826
16	0,05	2,120	2,673	3,008	3,252	3,444	3,604	3,740	3,859	3,965
	0,01	2,921	3,444	3,773	4,015	4,208	4,370	4,509	4,630	4,739
17	0,05	2,110	2,655	2,984	3,222	3,410	3,565	3,698	3,814	3,917
	0,01	2,898	3,410	3,730	3,965	4,152	4,308	4,442	4,560	4,665
18	0,05	2,101	2,639	2,963	3,197	3,380	3,532	3,661	3,774	3,874
	0,01	2,878	3,380	3,692	3,922	4,104	4,255	4,385	4,499	4,600
19	0,05	2,093	2,625	2,944	3,174	3,354	3,503	3,629	3,739	3,837
	0,01	2,861	3,354	3,660	3,883	4,061	4,208	4,335	4,445	4,543
20	0,05	2,086	2,613	2,927	3,153	3,331	3,477	3,601	3,709	3,804
	0,01	2,845	3,331	3,630	3,850	4,023	4,167	4,290	4,398	4,493
24	0,05	2,064	2,574	2,875	3,091	3,258	3,396	3,513	3,614	3,703
	0,01	2,797	3,258	3,540	3,745	3,907	4,040	4,154	4,253	4,340
30	0,05	2,042	2,536	2,825	3,030	3,189	3,319	3,428	3,523	3,607
	0,01	2,750	3,189	3,454	3,646	3,796	3,919	4,024	4,115	4,196
40	0,05	2,021	2,499	2,776	2,971	3,122	3,244	3,347	3,436	3,514
	0,01	2,704	3,122	3,372	3,551	3,691	3,805	3,902	3,985	4,059
60	0,05	2,000	2,463	2,729	2,915	3,057	3,173	3,270	3,353	3,426
	0,01	2,660	3,057	3,293	3,460	3,590	3,696	3,785	3,862	3,930
120	0,05	1,980	2,428	2,683	2,860	2,995	3,104	3,195	3,273	3,342
	0,01	2,617	2,995	3,217	3,373	3,494	3,592	3,675	3,746	3,808
α	0,05	1,960	2,394	2,638	2,807	2,935	3,038	3,124	3,197	3,261
	0,01	2,576	2,935	3,144	3,291	3,403	3,494	3,570	3,635	3,692