



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

VÂNIA PRISCILA DOS SANTOS VIEIRA

DETERMINAÇÃO DE REGIÕES HOMOGÊNEAS DO ESTADO DE ALAGOAS
ATRAVÉS DA ANÁLISE ESPACIAL DA MORFOMETRIA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS

MACEIÓ

2019

VÂNIA PRISCILA DOS SANTOS VIEIRA

**DETERMINAÇÃO DE REGIÕES HOMOGÊNEAS DO ESTADO DE ALAGOAS
ATRAVÉS DA ANÁLISE ESPACIAL DA MORFOMETRIA DAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas, como pré-requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia: Dinâmica Socioambiental e Geoprocessamento.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto

MACEIÓ

201

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

V658d Vieira, Vânia Priscila dos Santos.
Determinação de regiões homogêneas do Estado de Alagoas através da análise espacial da morfometria das bacias hidrográficas / Vânia Priscila dos Santos Vieira. – 2019.
133 f. : il. color.

Orientador: José Vicente Ferreira Neto.
Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curso de Geografia. Maceió, 2019.

Bibliografia: f. 119-123.

Apêndice: f. 125-133.

1. Regionalização. 2. Engenharia geotécnica. 3. Bacias hidrográficas - Alagoas. I. Título.

CDU: 911.2:556.51(813.5)

Folha de Aprovação

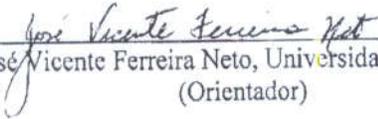
AUTOR: VÂNIA PRISCILA DOS SANTOS VIEIRA

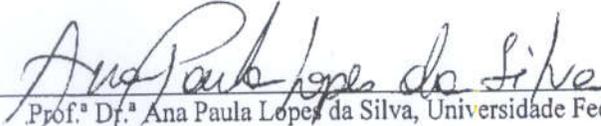
(DETERMINAÇÃO DE REGIÕES HOMOGÊNEAS DO ESTADO DE ALAGOAS ATRAVÉS DA ANÁLISE ESPACIAL DA MORFOMETRIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS, Alagoas/ Dissertação de Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Alagoas, na forma normalizada e de uso obrigatório)

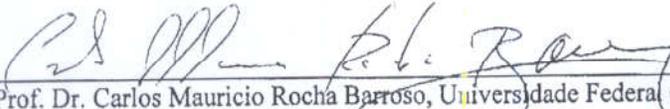
Dissertação de Mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 21 de Maio de 2019.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto

Banca Examinadora:


Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto, Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)


Prof.^a Dr.^a Ana Paula Lopes da Silva, Universidade Federal de Alagoas
(Examinador Interno)


Prof. Dr. Carlos Mauricio Rocha Barroso, Universidade Federal de Alagoas
(Examinador Externo)

Maceió
2019

Ao meu pai, Rubens Vieira da Silva (*in memoriam*) por nunca me deixar desistir da caminhada. A Minha querida mãe, Valmira dos Santos Vieira, pelo apoio incondicional em todos os momentos e pela paciência nos momentos difíceis. A eles dedico esta dissertação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, antes de tudo.

À Universidade Federal de Alagoas por me proporcionar a realização deste curso maravilhoso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPAL, pelo apoio financeiro.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação – Propep da Universidade Federal de Alagoas, pelo apoio financeiro e institucional.

Ao Prof. Dr. José Vicente Ferreira Neto, pela orientação, amizade, e por acreditar em mim e na minha pesquisa. Serei sempre grata.

Aos professores Dr. Carlos Mauricio Rocha Barroso e Ana Paula Lopes da Silva, pelas importantes críticas e sugestões apresentadas durante o exame de qualificação. E pelo apoio incondicional em todos os momentos da pesquisa sempre iluminando meus pensamentos.

Aos professores do IGDEMA que contribuíram brilhantemente para minha formação.

À Geógrafa e parceira Flávia Silva de Almeida, pela incrível espontaneidade e paciência em me auxiliar e me fazer rir nos momentos mais difíceis de minha pesquisa.

À minha querida irmã, Pollyanna Vanessa dos Santos Vieira, pelos conselhos, carinhos e incentivos.

Ao Claudio dos Santos Vieira, meu querido e admirável esposo, meu momento de amor pleno, por seu carinho, apoio e paciência.

Ao meu cunhado Clódio Xavier Lopes, pelo apoio e incentivo.

E a todos aqueles dos quais os nomes não foi possível citar, mas que contribuíram para o meu crescimento individual, acadêmico e profissional.

RESUMO

A regionalização de área na Geografia está ligada diretamente a dados econômicos e de saúde, onde são determinados conglomerados para uma melhor implementação de políticas públicas direcionadas. O agrupamento de bacias hidrográficas é uma prática aplicada no Brasil para um melhor gerenciamento e gestão dos recursos hídricos. Geralmente é baseado exclusivamente no aspecto de vizinhança, o que faz com que a regionalização se torne meramente calcada em definições políticas. Os parâmetros morfométricos extraídos de imagens de satélites para a caracterização de bacias hidrográficas, usualmente são utilizados para a determinação de suas capacidades hídricas. O presente estudo teve como objetivo definir uma regionalização do Estado de Alagoas com base na similaridade morfométrica das bacias hidrográficas, fazendo-se uso das geotecnologias. A base teórica e metodológica consistiu nos conceitos de Christofolletti (1980) e Tucci (1998) para a determinação dos parâmetros tabulados e assim processados. Os dados espaciais foram organizados em banco de dados e implementados em um Sistema Geográfico de Informação (SGI), utilizando-se, em seguida, o método *Skater*, do software TerraView, para realizar a regionalização com base nos limites das bacias (divisores topográficos) que devem ser contíguas e em possíveis semelhanças nos parâmetros de forma, de drenagem e de relevo. Os resultados indicam uma agregação de bacias hidrográficas homogêneas definidas com base no parâmetro elevação média dos terrenos, apresentando assim uma nova proposta para a regionalização do Estado de Alagoas, permitindo uma divisão mais eficaz e servindo como ferramenta para um planejamento físico-territorial adequado com aplicação inclusive de práticas conservacionistas.

Palavras-Chave: Regionalização; Geotecnologias; Bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The regionalization of area in geography is linked directly to economic and health data, where conglomerates are defined for a better implementation of targeted public policies. The grouping of hydrographic basins is a practice applied in Brazil for better management of water resources. It is usually based solely on the neighborhood aspect, which makes regionalization merely become grounded in political definitions. The morphometric parameters extracted from satellite images for the characterization of hydrographic basins are usually used for the determination of their hydric capacities. The present study aimed to define a regionalization of Alagoas state based on morphometric similarity of the river basins, using Geotechnologies. The theoretical and methodological basis consisted in concepts of Christofolletti (1980) and Tucci (1998) for the determination of tabulated and thus processed parameters. The spatial data were organized in a database and implemented in a Geographic Information System (GIS), using the software TerraView's Skater method to perform regionalization based on the boundaries of the basins (dividers Topographic) that must be contiguous and in possible similarities in the parameters of shape, drainage and relief. The results indicate an aggregation of homogeneous hydrographic basins defined based on the parameter average elevation of the land, thus presenting a new proposal for the regionalization of the state of Alagoas, allowing a more effective division and serving as a tool for appropriate physical-territorial planning with the application of conservationist practices.

Key words: Regionalization; Geotechnologies; Watershed.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Regiões Hidrográficas na América do Sul, segundo o método de Otto Pfafstetter.....	21
FIGURA 2 – Regiões Hidrográficas do Brasil, segundo CNRH.....	22
FIGURA 3 – Regiões Hidrográficas de Alagoas.....	25
FIGURA 4 – Bacia Hidrográfica do rio Moxotó.....	26
FIGURA 5 – Região Hidrográfica do Talhado.....	27
FIGURA 6 – Bacia Hidrográfica do rio Capiá.....	28
FIGURA 7 – Região Hidrográfica Riacho Grande.....	28
FIGURA 8 – Bacia Hidrográfica do rio Ipanema.....	29
FIGURA 9 – Bacia hidrográfica do rio Traipu.....	30
FIGURA 10 – Bacia Hidrográfica do rio Piauí.....	31
FIGURA 11 – Região hidrográfica Coruripe.....	32
FIGURA 12 – Região Hidrográfica São Miguel.....	33
FIGURA 13 – Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio.....	33
FIGURA 14: Região hidrográfica CELMM.....	34
FIGURA 15 – Bacia hidrográfica do rio Mundaú.....	35
FIGURA 16 - Região hidrográfica Pratagy.....	36
FIGURA 17 – Região hidrográfica Camaragibe.....	36
FIGURA 18 – Região hidrográfica Litoral Norte.....	37
FIGURA 19 – Regionalização do Brasil segundo Milton Santos.....	46
FIGURA 20 – Regiões Geográficas do Estado de Alagoas.....	48
FIGURA 21 – Mapa de Localização do Estado de Alagoas.....	49
FIGURA 22 – Mapa Geológico do Estado de Alagoas.....	50
FIGURA 23 – Mapa Geomorfológico do Estado de Alagoas.....	51
FIGURA 24 – Mapa de Solo para o Estado de Alagoas.....	51
FIGURA 25 – Mapa Vegetação do Estado de Alagoas.....	52
FIGURA 26 – Mapa Clima do Estado de Alagoas.....	53
FIGURA 27 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de forma das bacias da vertente São Franciscana.....	58
FIGURA 28 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de drenagem das bacias da vertente São Franciscana.....	61

FIGURA 29 – Gráfico Boxplot das elevações médias (Em) das bacias da vertente São Franciscana.....	62
FIGURA 30 – Gráfico Boxplot das elevações medianas (Emediana) das bacias da vertente São Franciscana.....	63
FIGURA 31 – Gráfico Boxplot da declividade média (Dm) das bacias da vertente São Franciscana.....	64
FIGURA 32 - Mapa de regiões homogêneas com dados do Índice de Compacidade.....	64
FIGURA 33 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Fator de Forma.....	65
FIGURA 34 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Densidade de Drenagem.....	66
FIGURA 35 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Extensão Média.....	66
FIGURA 36 - Mapa de regiões hidrográficas com dados de Elevação Média.....	67
FIGURA 37 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Elevação Mediana.....	68
FIGURA 38 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Declividade Média.....	68
FIGURA 39 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média.....	69
FIGURA 40 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana.....	70
FIGURA 41 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade Média.....	71
FIGURA 42 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Média.....	72
FIGURA 43 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Mediana.....	72
FIGURA 44 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Declividade Média.....	73
FIGURA 45 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Média.....	73
FIGURA 46 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana.....	74
FIGURA 47 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Declividade.....	75
FIGURA 48 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média.....	75

FIGURA 49 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Mediana.....	76
FIGURA 50 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Declividade.....	76
FIGURA 51 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de forma das bacias da vertente Atlântica.....	77
FIGURA 52 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de drenagem das bacias da vertente Atlântica.....	80
FIGURA 53 – Gráfico Boxplot das elevações médias das bacias da vertente Atlântica.....	81
FIGURA 54 – Gráfico Boxplot das elevações medianas das bacias da vertente Atlântica.....	82
FIGURA 55 – Gráfico Boxplot das declividades médias das bacias da vertente Atlântica.....	82
FIGURA 56 - Mapa de regiões homogêneas com dados do Índice de Compacidade.....	83
FIGURA 57 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Fator de Forma.....	84
FIGURA 58 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Densidade de Drenagem.....	84
FIGURA 59 - Mapa de regiões hidrográficas com dados de Extensão Média.....	85
FIGURA 60 - Mapa de regiões hidrográficas com dados de Elevação Média.....	86
FIGURA 61 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Elevação Mediana.....	86
FIGURA 62 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Declividade Média.....	87
FIGURA 63 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média.....	88
FIGURA 64 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana.....	89
FIGURA 65 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade Média.....	89
FIGURA 66 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Média.....	90
FIGURA 67 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Mediana.....	91
FIGURA 68 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Declividade Média.....	91
FIGURA 69 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Média.....	92
FIGURA 70 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana.....	93

FIGURA 71 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Declividade Média.....	93
FIGURA 72 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média.....	94
FIGURA 73 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Mediana.....	95
FIGURA 74 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Declividade Média.....	95
FIGURA 75 - Gráfico Boxplot dos parâmetros de forma das bacias alagoanas.....	98
FIGURA 76 - Gráfico Boxplot dos parâmetros de drenagem das bacias alagoanas.....	99
FIGURA 77 - Gráfico Boxplot do parâmetro elevação média das bacias alagoanas.....	99
FIGURA 78 - Gráfico Boxplot do parâmetro elevação mediana das bacias alagoanas.....	99
FIGURA 79 - Gráfico Boxplot do parâmetro declividade média das bacias alagoanas.....	100
FIGURA 80 - Mapa de regiões homogêneas com dados do Índice de Compacidade para o Estado de Alagoas.....	101
FIGURA 81 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Fator de Forma para o Estado de Alagoas.....	101
FIGURA 82 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Densidade de Drenagem para o Estado de Alagoas.....	102
FIGURA 83 - Mapa de regiões hidrográficas com dados de Extensão Média para o Estado de Alagoas.....	102
FIGURA 84 - Mapa de regiões hidrográficas com dados de Elevação Média para o Estado de Alagoas.....	103
FIGURA 85 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Elevação Mediana para o Estado de Alagoas.....	104
FIGURA 86 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Declividade Média para o Estado de Alagoas.....	104
FIGURA 87 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Índice de Compacidade (Kc), Densidade de Drenagem (Dd) e Elevação Média (Emédia).....	105
FIGURA 88 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Índice de Compacidade (Kc), Densidade de Drenagem (Dd) e Elevação Mediana (Emediana).....	106
FIGURA 89 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Índice de Compacidade (Kc), Densidade de Drenagem (Dd) e Declividade (D).....	106

FIGURA 90 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Índice de Compacidade (Kc), Extensão Média (Em) e Elevação Média (Emédia).....	107
FIGURA 91 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Índice de Compacidade (Kc), Extensão Média (Em) e Elevação Mediana (Emediana).....	108
FIGURA 92 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Índice de Compacidade (Kc), Extensão Média (Em) e Declividade (D).....	108
FIGURA 93 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Fator de Forma (Kf), Densidade de Drenagem (Dd) e Elevação Média (Emédia).....	109
FIGURA 94 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Fator de Forma (Kf), Densidade de Drenagem (Dd) e Elevação Mediana (Emediana).....	110
FIGURA 95 - Mapa de Regionalização para o Estado de Alagoas com dados de: Fator de Forma (Kf), Densidade de Drenagem (Dd) e Declividade (D).....	110
FIGURA 96 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma (Kf), Extensão Média (Em) e Elevação Média (Emédia).....	111
FIGURA 97 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma (Kf), Extensão Média (Em) e Elevação Mediana (Emediana).....	112
FIGURA 98 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma (Kf), Extensão Média (Em) e Declividade (D).....	112
FIGURA 99 - Proposta de regionalização do Estado de Alagoas.....	117

LISTA DE TABELA

TABELA 1: Parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente São Franciscana.....	59
TABELA 2: Estatísticas dos parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente São Franciscana.....	60
TABELA 3: Parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente Atlântica.....	78
TABELA 4: Estatísticas dos parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente São Franciscana.....	79
TABELA 5 – Estatísticas dos parâmetros das bacias do Estado de Alagoas.....	96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Região	18
2.2 Regiões Hidrográficas	19
2.3 Bacias Hidrográficas	22
2.4 Regiões e bacias hidrográficas alagoanas	24
2.4.1 Região Hidrográfica Moxotó	26
2.4.2 Região Hidrográfica do Talhado	26
2.4.3 Região Hidrográfica Capiá	27
2.4.4 Região Hidrográfica Riacho Grande	27
2.4.5 Região Hidrográfica Ipanema	29
2.4.6 Região Hidrográfica Traipu	29
2.4.7 Região Hidrográfica Piauí	30
2.4.8 Região Hidrográfica Coruripe	30
2.4.9 Região Hidrográfica São Miguel	32
2.4.10 Região Hidrográfica Paraíba	32
2.4.11 Região Hidrográfica Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba - CELMM.....	34
2.4.12 Região Hidrográfica Mundaú	34
2.4.13 Região Hidrográfica Pratagy	35
2.4.14 Região Hidrográfica Camaragibe	35
2.4.15 Região Hidrográfica Litoral Norte	37
2.5 Caracterização morfométrica	37
2.5.1 Forma da bacia	38
2.5.2 Sistema de drenagem	39
2.5.3 Relevo da bacia	41
2.6 Sistema Geográfico da Informação	43

2.7 Regionalização	44
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	49
3.1 Localização.....	49
3.2 Geologia.....	49
3.3 Geomorfologia.....	50
3.4 Solo	50
3.5 Vegetação.....	52
3.6 Clima	52
4 MATERIAL E MÉTODO	54
4.1 Coleta de dados.....	54
4.2 Tratamento dos Dados	54
4.3 Mapas temáticos	55
4.4 Método de regionalização.....	56
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
5.1 Regiões Hidrográficas Homogêneas da Vertente São Franciscana	58
5.1.1 Morfometria das bacias hidrográficas da Vertente São Franciscana	58
5.1.2 Regiões homogêneas da vertente São Franciscana (parâmetros individuais)	64
5.1.3 Regionalização da vertente São Franciscana com três características fisiográficas.....	69
5.2 Regiões Hidrográficas Homogêneas da Vertente Atlântica	77
5.2.1 Morfometria das bacias hidrográficas da Vertente Atlântica	77
5.2.2 Regiões homogêneas da vertente Atlântica (parâmetros individuais).....	83
5.2.2 Regionalização da vertente Atlântica com três características fisiográficas	87
5.3 Regiões Hidrográficas Homogêneas do Estado de Alagoas	96
5.3.1 Morfometria das bacias hidrográficas do Estado de Alagoas.....	96
5.3.2 Regiões homogêneas do Estado de Alagoas (parâmetros individuais)	100
5.3.3 Regiões homogêneas do Estado de Alagoas com três características fisiográficas ...	104
5.4 Discussão dos resultados.....	112
6 CONCLUSÃO	116

REFERÊNCIAS.....	119
------------------	-----

1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas apresentam vários usos, sobretudo abastecimento d'água e consumo humano; dessedentação de animais; irrigação e uso industrial. Esses usos causam restrições de atendimento das demandas, tornando necessária a definição de um sistema racional de gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis nas bacias.

Os agrupamentos de bacias hidrográficas em regiões hidrográficas é uma prática muito utilizada em diversos países visando um melhor acompanhamento e implementação de políticas públicas. No entanto, esses agrupamentos geralmente têm uma finalidade política em suas definições, não considerando as características das bacias. Os agrupamentos das bacias são baseados apenas no aspecto de vizinhança das mesmas, ou seja, uma bacia de maior porte é selecionada e outras circunvizinhas, que deveriam apresentar alguma característica semelhante, complementam o agrupamento dessas regiões hidrográficas. Na prática, o que se faz é selecionar uma bacia de maior extensão territorial e aglomerar as vizinhas ao mesmo visando à implementação de políticas de desenvolvimento dessas regiões.

Existem diversas metodologias para a definição de regiões hidrográficas. O Engenheiro Otto Pfafstetter desenvolveu um método de subdivisão e codificação de bacias hidrográficas, utilizado oficialmente pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos através da Resolução nº 30 de 11 de dezembro de 2002, visando adotar uma metodologia de referência que permitisse procedimentos padronizados de subdivisões e agrupamentos de bacias em regiões hidrográficas para fins de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e da gestão dos recursos hídricos no âmbito nacional, em particular para a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Esse trabalho propõe uma divisão do Estado de Alagoas considerando o agrupamento de suas bacias hidrográficas por meio de técnicas geoestatísticas, partindo-se do pressuposto que as bacias têm características físicas semelhantes para serem aglomeradas e/ou agrupadas em regiões hidrográficas homogêneas.

O agrupamento considera as características morfométricas das bacias: forma, sistema de drenagem e relevo. As grandes bacias hidrográficas em geral apresentam forma de leque ou de pera. As pequenas bacias apresentam formas bem diversificadas. Bacias mais arredondadas são mais sujeitas às enchentes, desconsiderando-se as demais características, tais como: geologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo, etc.

A caracterização das drenagens das bacias é feita neste trabalho, através dos parâmetros extensão média do escoamento superficial e densidade de drenagem. O relevo dos terrenos

das bacias é caracterizado pelos parâmetros hipsométricos elevação média e elevação mediana além da declividade média da bacia. Esses parâmetros estão relacionados com o fluxo ou escoamento d'água na bacia associado à velocidade de escoamento e aos processos erosivos e de deposição.

Trata-se de uma pesquisa empírica, onde são combinados os parâmetros de cada característica fisiográfica (forma, drenagem e relevo), para aplicação de um método geoestatístico de agrupamento.

No primeiro capítulo faz-se uma análise do tema abordado, através do levantamento bibliográfico em artigos, revistas científicas e livros que tratam de estudos tanto no âmbito da geografia física como no da hidrologia, visando obter o referencial teórico necessário à pesquisa. A coleta de dados também envolveu a aquisição de imagens de satélite para a geração do Modelo Digital de Elevação- MDE.

No segundo capítulo é apresentada a caracterização da área da pesquisa, com a apresentação do clima, da vegetação, do uso do solo, da geologia e da geomorfologia do Estado de Alagoas buscando a definição dos limites das regiões do Estado com características fisiográficas distintas.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia aplicada na pesquisa a descrição sobre o tratamento dos dados matriciais e vetoriais, assim como a obtenção dos parâmetros morfométricos básicos: área, perímetro, comprimento axial, comprimento do curso d'água, etc., para cálculo dos parâmetros físicos necessários para a pesquisa, como: fator de forma, índice de compacidade, extensão média do escoamento superficial, densidade de drenagem e hipsometria da bacia, finalizando com a descrição da técnica geoestatística *Skater*, metodologia que permite agrupar as bacias considerando a contiguidade e a similaridade dos parâmetros morfométricos.

No quarto capítulo segue-se com a discussão dos resultados obtidos ao longo da pesquisa. Foram feitas as análises espaciais dos dados morfométricos utilizando a ferramenta *Skater*, comparando e agrupando as bacias pertencentes à vertente São Franciscana. Em seguida são apresentados os dados morfométricos da vertente Atlântica e uma análise mostrando os agrupamentos formados para esta vertente. E, por último, são apresentados os agrupamentos formados considerando todas as bacias do Estado.

E, finalizando a pesquisa, é apresentada uma análise dos atributos que permitiram uma boa definição de regiões homogêneas com base nas similaridades dos parâmetros morfométricos (forma, drenagem e relevo) das bacias hidrográficas de Alagoas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para se compreender a dinâmica territorial, deve-se entender, de início, o objeto de estudo da Geografia, o Espaço. Partindo do pressuposto de Kant *apud* Lencioni (2003, p. 78), “o espaço é condição de toda experiência dos objetos”, faz sentido a partir do momento que o espaço é onde o homem dorme, desloca-se, alimenta-se, veste-se, entre tantas outras relações que existem.

Santos (2014) retrata a complexidade de se entender esta categoria da geografia quando afirma:

O espaço deve ser considerado como um conjunto indissociável, de que participam de um lado certos arranjos de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, ou seja, a sociedade em movimento. (SANTOS, 2014, p. 30)

A influência de todos que pertencem e trabalham na modificação do espaço não pode ser desvinculada quando se faz um estudo da sociedade. O espaço como área de diversas relações é o que leva a transformações do meio ambiente e da paisagem local.

Nos estudos do espaço geográfico, o conceito de região aparece como uma parte de um todo, ou seja, para que se possa entender o espaço, o mesmo é fragmentado em categorias menores, porém sem perder a sua essência. Tais categorias são: região, território, lugar e paisagem.

Reportando as categorias geográficas a partir do entendimento da geografia como ciência, (Castro, I. E.; Gomes, P. C. C.; Correa, R. L., 2012), iniciam afirmando que, na geografia tradicional (período que se estendeu de 1870 a 1950), os estudos privilegiavam os conceitos de paisagem e região, envolvendo os geógrafos vinculados ao positivismo e ao historicismo, deixando num plano secundário a abordagem espacial.

Ainda segundo esses autores, a partir da década de 1950, a revolução teórico-quantitativa, baseada no positivismo lógico, dá a Geografia o status de ciência da natureza, adotando uma visão da unidade epistemológica da ciência voltada para as ciências naturais. O espaço passa a ser estudado como o conceito-chave da Geografia, deixando de lado os conceitos de paisagem, lugar e território e definindo região como o resultado de um processo de classificação de unidades espaciais segundo procedimentos de agrupamento e de divisão lógica tendo por base a (geo)estatística. Esses procedimentos evoluíram até os dias de hoje com a implementação e evolução de vários programas computacionais que facilitam a aplicação dessas técnicas geoestatísticas.

A geografia crítica, baseada no materialismo histórico e na dialética, surge na década de 1970, quando o espaço ressurge como o conceito-chave da Geografia. Nesta mesma década surge a geografia humanista seguida da geografia cultural na década seguinte e o espaço passa a ter novo significado para os geógrafos, o de espaço vivido, temática vinculada à geografia francesa.

Nesse sentido, este trabalho discute o conceito de região, principalmente a região natural que é o objeto de estudo, visando a agregação de espaços definidos por sua topografia e hidrografia com características similares.

2.1 Região

Santos (2014) enfatiza sobre a importância dos estudos regionais, para compreender sobre a singularidade de cada lugar:

O estudo regional assume importante papel nos dias atuais, com a finalidade de compreender as diferentes maneiras de um mesmo modo de produção reproduz-se em distintas regiões do globo, dadas as suas especificidades.” (SANTOS, 2014, p. 53)

Assim, por meio das particularidades, pode-se observar e avaliar a predominância da singularidade em outros locais, compreendendo que o mesmo fenômeno pode ocorrer em outros locais, conforme exposto por Santos:

A região torna-se uma importante categoria de análise para que se possa captar a maneira como uma mesma forma de produzir se realiza em partes específicas do planeta ou dentro de um país, associando a nova dinâmica às condições preexistentes. (SANTOS, 2014, p. 53)

Em um estudo regional, Santos (2014) discorre:

[...] se deve tentar detalhar sua composição enquanto organização social, política, econômica e cultural, abordando-lhe os fatos concretos, para reconhecer como a área se insere na ordem econômica internacional, levando em conta o preexistente e o novo, para captar o elenco de causas e consequências do fenômeno. (SANTOS, 2014, p. 54)

Observa-se atualmente que o conceito de região é muito ligado às dinâmicas socioeconômicas de uma sociedade. A falta da sua ligação com o natural, que é o que faz com que essas relações aconteçam, é predominante.

Nesse sentido, Humboldt *apud* Lencioni (2003, p. 89), afirmou que: “é necessário investigar as relações entre a vida orgânica, incluindo aí o homem e a superfície inorgânica da Terra”. Assim, voltamos ao conceito inicial que faz com que esta categoria seja um fragmento do objeto, o espaço.

Segundo Gomes (2012), no século XIX estudiosos como Claval, La Blache e Fèvre iniciam uma discussão sobre o conceito de região. Em meio dessa discussão aparece a categoria região como subdividida em duas: a região natural (determinista) e região geográfica (possibilista). A região natural tem como característica a relação dos elementos da natureza. Já a região geográfica caracteriza-se pelos resultados da interferência do homem no ambiente.

O conceito de região é considerado por Bourdieu *apud* Santos e Gonçalves (2014) um tanto quanto difícil de tratar, devido a análises variadas e que confundem uma representação significativa do termo. Para Bourdieu (2012):

ainda que a palavra região assuma por vezes uma nota ideológica, de maneira que acaba por servir frequentemente para a construção de mistificações geográficas tornando-se, por isso, um instrumento de manipulação política. (pág. 16)

Gomes (2000, p. 54) conceitua a região como: “área sob certo domínio ou área definida por uma regularidade de propriedades que a definem”. Neste sentido observa-se que, para adotar o conceito de região faz-se necessário a sobreposição da similaridade e da circunvizinhança dos dados. O mesmo autor ainda ressalta que “o conceito de região tem implicações fundadoras no campo da discussão política, da dinâmica do Estado, da organização da cultura e do estatuto da diversidade espacial” (pág. 52), ou seja, o conceito de região está intrinsecamente ligado às intenções político-administrativas de um governo.

Cabe ressaltar aqui que, de forma política, o conceito de região perde a sua essência e seu objeto passando a ser um mero instrumento relacionado à disputa de poder.

As bacias hidrográficas segundo Claval *apud* Gomes (2000, p. 55) “foram vistas como demarcadores naturais das regiões durante muito tempo”, devido a sua importância para a criação das cidades. Sabe-se que no início dos séculos, na Europa e Ásia, a criação das cidades se dava próximas aos rios devido a facilitar a irrigação, a coleta de água para consumo das famílias e para o transporte de sua produção.

Bourdieu (2012) e Gomes (2000) confirmam que o que sustentaria por conceito de região atualmente, está ligado por vezes aos interesses políticos, a uma fração de fatores objetivados por um grupo local.

2.2 Regiões Hidrográficas

A Resolução nº 30, de 11 de dezembro de 2002, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), define a metodologia utilizada para a redefinição da sistemática para subdivisão e codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, permitindo o agrupamento de bacias em regiões hidrográficas.

A metodologia de Otto Pfafstetter, adotada nessa Resolução do CNRH, baseia-se na utilização da área de drenagem de uma bacia hidrográfica para determinar a subdivisão e codificação de uma bacia. O método foi inicialmente aplicado no continente sul-americano, sendo assim descrito:

aplicação de código às quatro maiores bacias hidrográficas identificadas que drenam diretamente para o mar, sendo-lhes atribuídos os algarismos pares 2, 4, 6 e 8, seguindo o sentido horário em torno do continente. As demais áreas do continente foram agrupadas em regiões hidrográficas sendo-lhes atribuídos os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9, de tal forma que a região hidrográfica 3 encontra-se entre as bacias 2 e 4, a região hidrográfica 5 encontra-se entre as bacias 4 e 6, e assim sucessivamente. (BRASIL, 2002, p. 1).

Depois de elaborada a codificação continental, que apresentou dez regiões hidrográficas (nível 1), uma nova subdivisão foi realizada a fim de obter-se o nível 2 de bacias para o continente. A análise é realizada sempre da foz (exutório) para montante identificando todas as confluências e distinguindo o rio principal de seus tributários. O rio principal é aquele curso d'água que drena a maior área e os tributários, os demais que drenam áreas menores.

Assim, os limites geográficos das regiões hidrográficas foram definidos em um trabalho de classificação e codificação das bacias brasileiras em nível de detalhe compatível com a escala da base utilizada, 1:1.000.000, caracterizando, com maior consistência, as bacias hidrográficas do continente sul-americano, conforme Figura 7.

Dentre as dez regiões definidas nessa classificação, cinco pertencem ou estão contidas no território brasileiro:

- Região Hidrográfica 4 que compreende a bacia do rio Amazonas;
- Região Hidrográfica 5, envolvendo parcialmente as bacias do estado do Amapá;
- Região Hidrográfica 6, compreendendo a bacia do rio Tocantins;
- Região Hidrográfica 7, que inclui, entre outras, as bacias dos rios Parnaíba, São Francisco, Doce, Paraíba do Sul e Uruguai; e
- Região Hidrográfica 8, que envolve a bacia do rio Paraná.

Através da Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, o CNRH instituiu a divisão hidrográfica nacional, definindo:

Regiões hidrográficas como o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. (BRASIL, 2003, n.p)

FIGURA 1 – Regiões Hidrográficas na América do Sul, segundo o método de Otto Pfafstetter.



Fonte: BRASIL, (2002)

Nesta resolução, as bacias hidrográficas brasileiras são agrupadas em 12 regiões, conforme mostrado na Figura 8.

O estado de Alagoas tem seu território dividido em duas dessas regiões: Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental e Região Hidrográfica do São Francisco.

A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental ocupa 3,4% do território nacional, abrangendo seis estados: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. A densidade demográfica da região é cerca de 4 vezes maior do que a média brasileira. Quase a totalidade de sua área pertence à Região do Semiárido Brasileiro, caracterizada por apresentar períodos de estiagens prolongadas e temperaturas elevadas durante todo o ano. Esta é a região hidrográfica com a menor disponibilidade hídrica do Brasil, (ANA, 2018).

FIGURA 2 – Regiões Hidrográficas do Brasil, segundo o CNRH.



Fonte: BRASIL, (2003)

A Região Hidrográfica São Francisco ocupa 7,5% do território brasileiro, abrangendo sete Unidades da Federação: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal. A precipitação média anual na RH São Francisco é muito abaixo da média nacional, apresentando frequentes situações de escassez de água. Entretanto, a RH tem importante papel na geração de energia para a região nordeste do país, (ANA, 2018).

2.3 Bacias Hidrográficas

Christofolletti (1980) diz que, “a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial”. Vale ressaltar aqui que o termo “bacia de drenagem” é muito usado nos Estados Unidos (*drainage basin*), correspondendo à bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica, segundo Silveira *in* Tucci (1993, p.40), é “uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório”. Silveira (1993, p.41) também afirma que: “o papel hidrológico de uma

bacia hidrográfica é o de transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo”. É uma das formas de se analisar a bacia como sistema.

Leite e Rosa (2009) conceituam a bacia hidrográfica como:

uma unidade fisiográfica complexa, definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados, carreando sedimentos e materiais dissolvidos em consequência do uso e ocupação de sua área, bem como dos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza. (2009, n.p.)

Botelho e Silva *in* Guerra e Vitte (2004) entendem que a bacia hidrográfica é “célula básica de análise ambiental que permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem” (p.153). Faz parte desta “célula” o solo, a água, o ar, a vegetação, entre outros, para que o sistema hidrológico e seus processos (precipitação, infiltração, escoamento superficial, evaporação e evapotranspiração) sejam entendidos.

Isto permite induzir que é na bacia hidrográfica onde acontecem diversas afinidades e interações entre o meio x homem e o meio x meio.

Rodrigues e Adami *in* Venturi (2009), definem a bacia hidrográfica como:

[...] um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais (p.147).

Afirmam ainda que, para um estudo minucioso de uma bacia, se faz necessário por parte do pesquisador reconhecer seus limites espaciais e relatam que o primeiro passo é: “levar em consideração a distribuição espacial do conjunto dos processos envolvidos em todos os seus subsistemas”. Assim, depois de aplicada essa metodologia, é que se pode iniciar um estudo mais minucioso e detalhado da bacia.

Segundo a Lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”, (BRASIL, 1997).

O Brasil é um dos países que possui uma das mais ricas redes de drenagem do mundo. Possui cerca de 15% das reservas de água doce de todo o planeta. Entre as principais bacias brasileiras destacam-se:

- Bacia Amazônica, maior bacia hidrográfica do mundo, com uma área, em torno, de seis milhões de km², o que representa cerca de 40% no território nacional, tendo como principal curso o rio Amazonas, com 6.570 km de extensão;

- Bacia do Tocantins-Araguaia, tem como os principais fluxos fluviais os rios homônimos (Tocantins e Araguaia), que se unem na extremidade norte da Bacia, formando o Baixo Tocantins que deságua no rio Pará. O rio Tocantins possui uma área de drenagem de aproximadamente 767.000 km², e nele está localizada uma das principais usinas hidrelétricas brasileira, a usina de Tucuruí;

- Bacia do Parnaíba, localizada na região nordestina brasileira, mais precisamente nos estados do Ceará, Maranhão e Piauí, possui mais de 340 mil km²;

- Bacia do São Francisco, estendendo-se desde o sul de Minas Gerais, passando pelos estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. O rio São Francisco, com uma área de drenagem com cerca de 650 mil km², possui grande importância para a geração de energia, irrigação, navegação local e manutenção digna de milhares de famílias ribeirinhas dependentes do rio para a sua sobrevivência.

- Bacia do Paraguai, localizada na região do Complexo do Pantanal, tem grande parte do seu território coberto com planícies. O Paraguai, principal rio que nomeia a Bacia, tem em torno de um milhão de km² de área de drenagem.

- Bacias do Leste, englobando os rios Jequitinhonha, Doce, Itapemirim, Iguape e Paraíba do Sul, somam uma área de mais de 560 mil km², se fazem presentes em sete estados brasileiros: Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Bahia, Sergipe e São Paulo.

- Bacia do Uruguai, possui uma área de drenagem total de aproximadamente 385 mil km², sendo que cerca de 175 mil km² são em território nacional. Atravessa os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e os territórios uruguaio e argentino. Evidencia-se pelo seu potencial hidrelétrico e de irrigação local.

- Bacia do Tietê-Paraná, com uma extensão de cerca de 900 mil km², localiza-se na região Sudeste e Sul do Brasil. Seu rio principal é o Paraná, que tem como principais afluentes os rios Tietê e Paranapanema. Nesta Bacia encontram-se as principais usinas hidrelétricas do país: Itaipu (a maior do Brasil), Complexo de Urubupungá e Porto Primavera. Também se ressalta a hidrovia Tietê-Paraná, importante rota de navegação.

2.4 Regiões e bacias hidrográficas alagoanas

A Lei estadual nº 5.965, publicada em 11/11/1997, dispôs sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH e instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos - SEGIRH, gerido por uma Unidade Executora vinculada à Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento - SEPLANDE. É composto também por um órgão deliberativo e normativo central do Sistema, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos

- CERH; pelos Comitês de Bacias, órgãos setoriais deliberativos e normativos das bacias hidrográficas no âmbito do Estado de Alagoas; e pelas Agências de Água, órgãos executivos e de apoio aos Comitês de Bacias Hidrográficas.

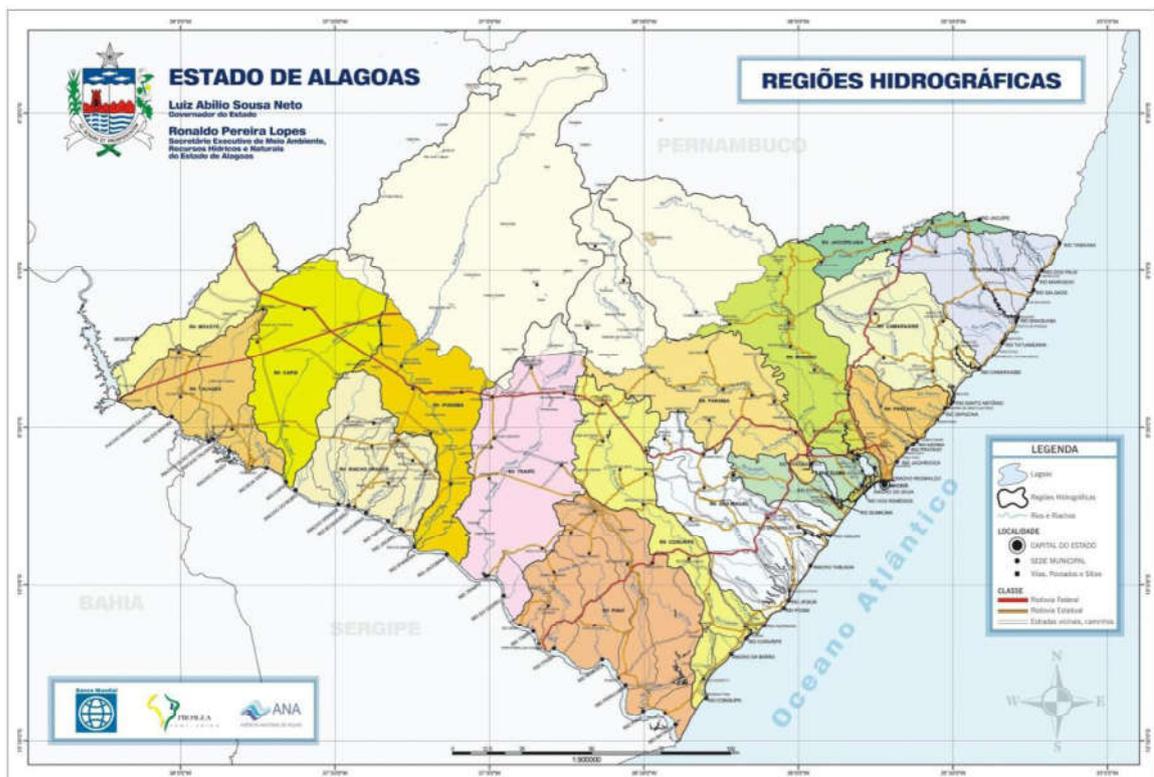
As Bacias Hidrográficas do Estado de Alagoas pertencem a duas Regiões Hidrográficas do Brasil: São Francisco e Atlântico Nordeste Oriental. Isto porque as bacias hidrográficas que drenam o Estado de Alagoas possuem duas vertentes distintas:

a vertente São Franciscana, que engloba os rios que nascem na parte meridional-ocidental do Estado e que tem seus exutórios no leito ou nas margens do rio São Francisco; e a vertente Oriental ou Atlântica, composta pelos rios que têm suas drenagens voltadas para o Oceano Atlântico. (LIMA, 2010, p. 56).

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas – SEMARH subdividiu o território alagoano em 16 (dezesseis) Regiões Hidrográficas agrupando 53 (cinquenta e três) bacias hidrográficas, com vistas a criação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

A vertente São Franciscana engloba sete regiões hidrográficas: Moxotó; Talhado; Capiá; Riacho Grande; Ipanema; Traipu e Piauí. A vertente Atlântica é composta por nove regiões: Jacuípe-Una; Litoral Norte; Camaragibe; Pratagy; Mundaú; Paraíba; Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba – CELMM; São Miguel e Coruripe, (Figura 9).

FIGURA 3 – Regiões Hidrográficas de Alagoas

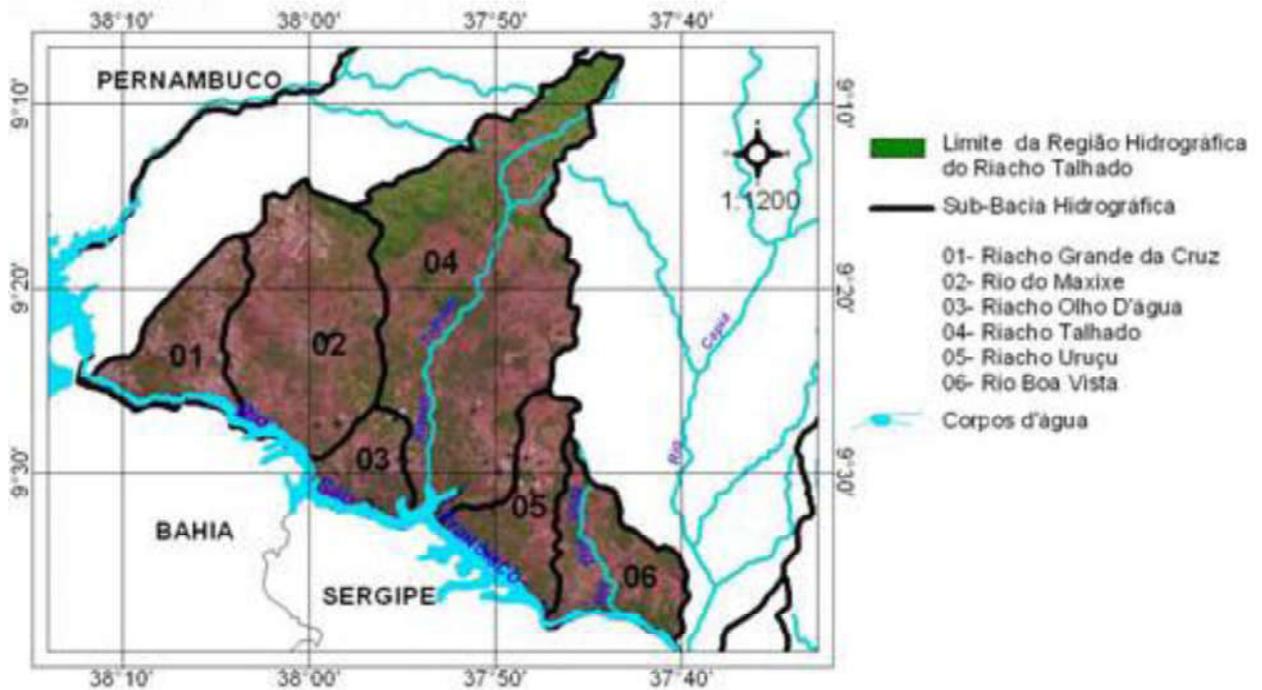


Fonte: SEMARH/AL, 2018.

somando uma área de aproximadamente 1.461,4 km², dos quais 629,6 km² correspondem à bacia do riacho Talhado, principal curso dessa região hidrográfica, (SEMARH, 2018).

A Figura 11 mostra o mapa da Região Hidrográfica do Talhado subdividida nas bacias dos seus principais cursos d'água.

FIGURA 4 – Região Hidrográfica do Talhado



Fonte: NASCIMENTO et al. (2011)

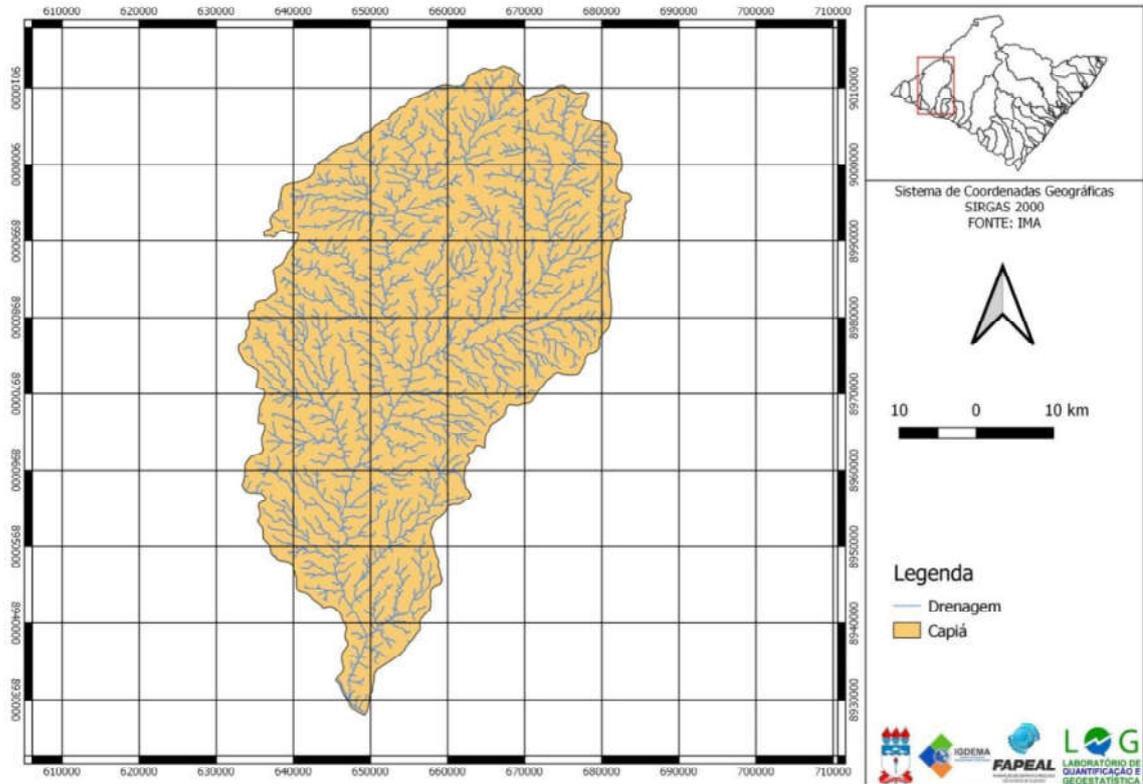
2.4.3 Região Hidrográfica Capiá

Esta região hidrográfica envolve apenas a bacia do rio Capiá, que tem uma área de drenagem de aproximadamente 2.403,0 km², possuindo 7,5% de sua área no estado de Pernambuco, cuja nascente se encontra no município de Itaíba. Em território alagoano, abrange uma área de 2.223,0 km² (SEMARH, 2018). A Figura 12 mostra o mapa da bacia do rio Capiá com sua rede de drenagem.

2.4.4 Região Hidrográfica Riacho Grande

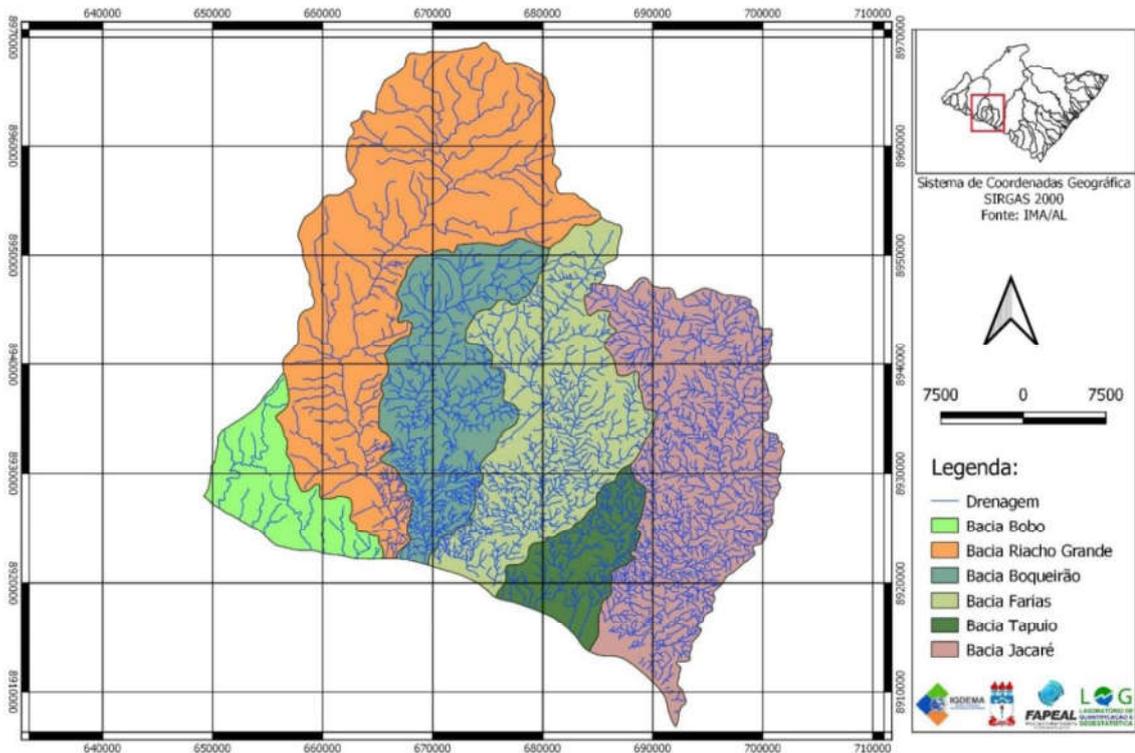
Com uma área de drenagem de 1.765,0 km² totalmente inserida em território alagoano (Figura 13), envolve as bacias dos riachos Bobó (112,2 km²) e Grande (562,8 km²) e dos rios Boqueirão (250,2 km²), Farias (327,2 km²), Tapuio (99,4 km²) e Jacaré (413,2 km²), (SEMARH, 2018).

FIGURA 6 – Bacia Hidrográfica Capiá



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 7 – Região Hidrográfica Riacho Grande

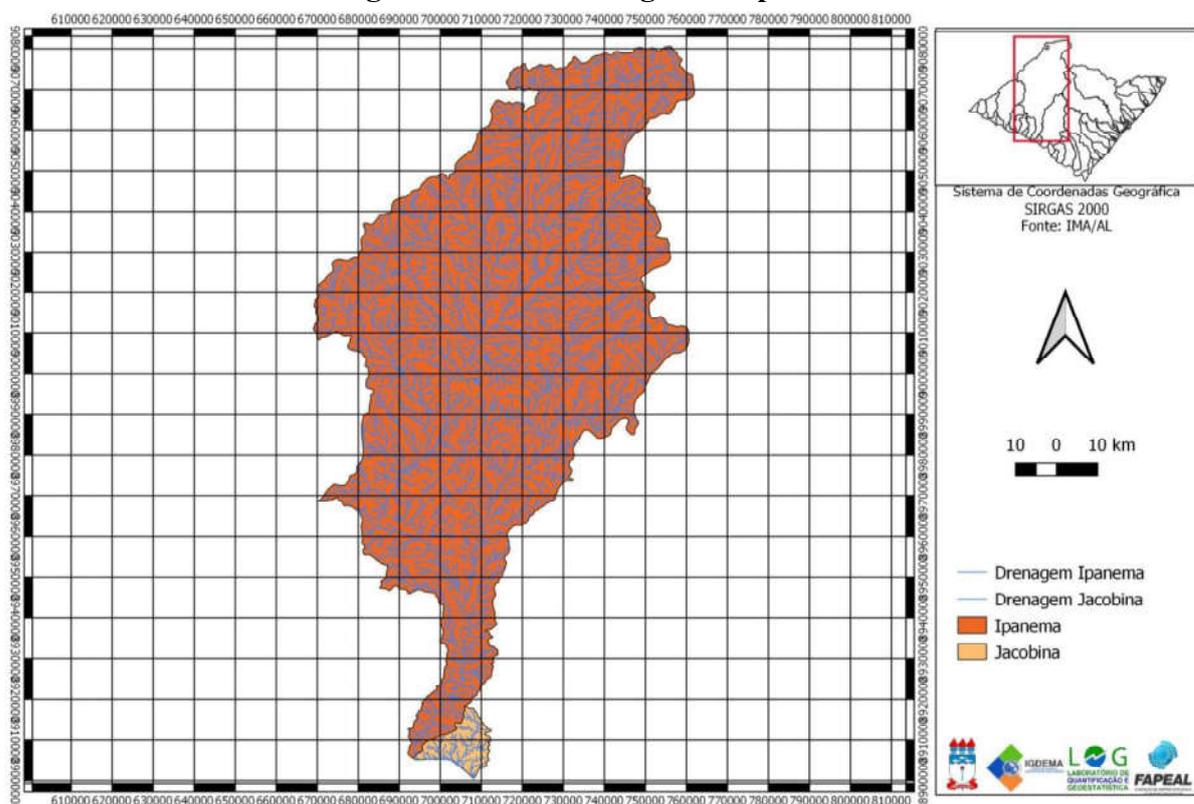


Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.5 Região Hidrográfica Ipanema

Esta região, com uma área de 1.823,5 km², engloba parcialmente a bacia do rio Ipanema (1.670,8 km² no estado de Alagoas) e toda a bacia do riacho Jacobina (152,7 km²). O rio Ipanema, principal rio dessa região hidrográfica, com área de drenagem de 7.845,1 km², tem sua nascente localizada no município de Pesqueira-PE e a maior parte da bacia está situada no estado de Pernambuco, com 6.174,3 km², enquanto a porção sul situa-se em Alagoas e se estende até o rio São Francisco (Figura 14).

Figura 8: Bacia Hidrográfica Ipanema

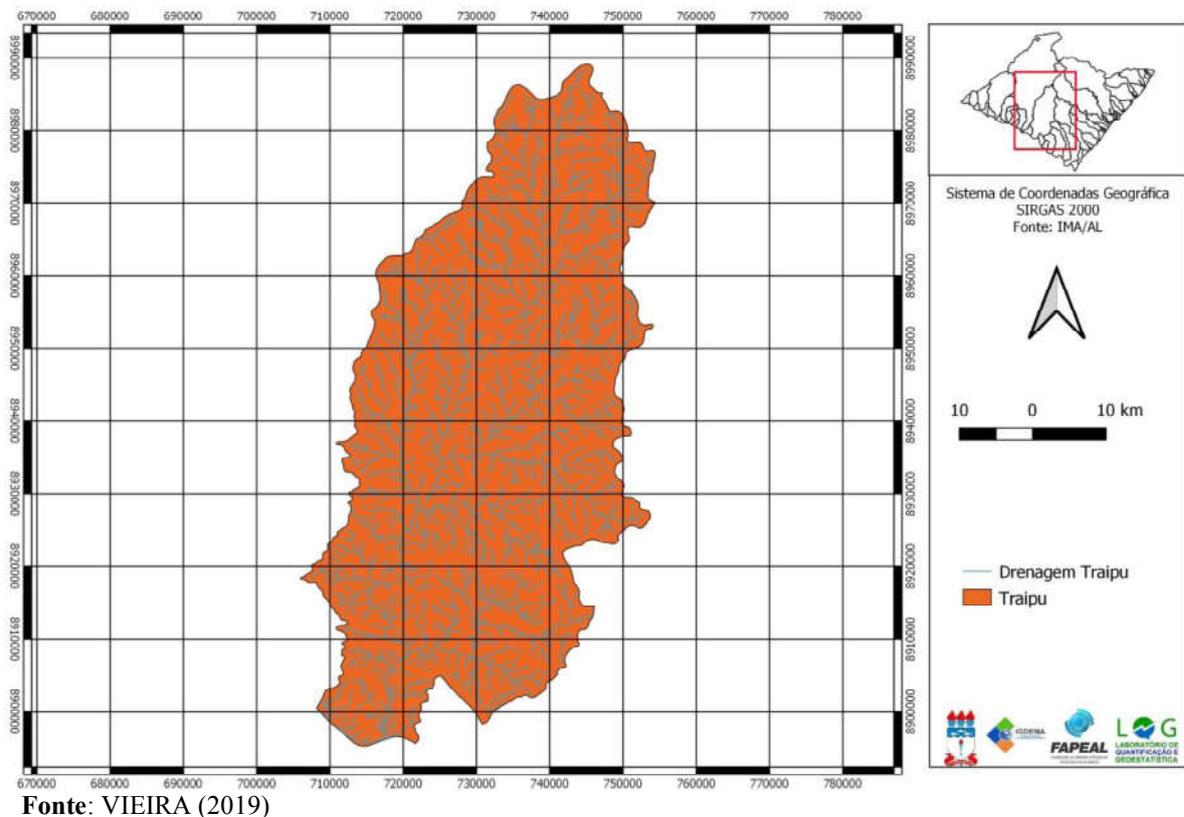


Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.6 Região Hidrográfica Traipu

Compreende os rios Traipu e Cedro, totalizando uma área de 2.678,3 km². O rio Traipu possui uma área de drenagem de 2.741,2 km², dos quais 2.509,1 km² encontram-se no estado de Alagoas, (Figura 15). O rio do Cedro, com área de drenagem de 168,9 km², está totalmente inserido em território alagoano (SEMARH, 2018).

FIGURA 9 – Bacia hidrográfica do rio Traipu



2.4.7 Região Hidrográfica Piauí.

Esta região, totalmente inserida no estado de Alagoas, engloba as bacias dos rios Tibiri (129,5 km²), Itiúba (469,6 km²), Boacica (808,8 km²), Perucaba (637,7 km²), Piauí (1.109,4 km²), e Batinga (159,3 km²), totalizando 3.314,2 km² (Figura 16).

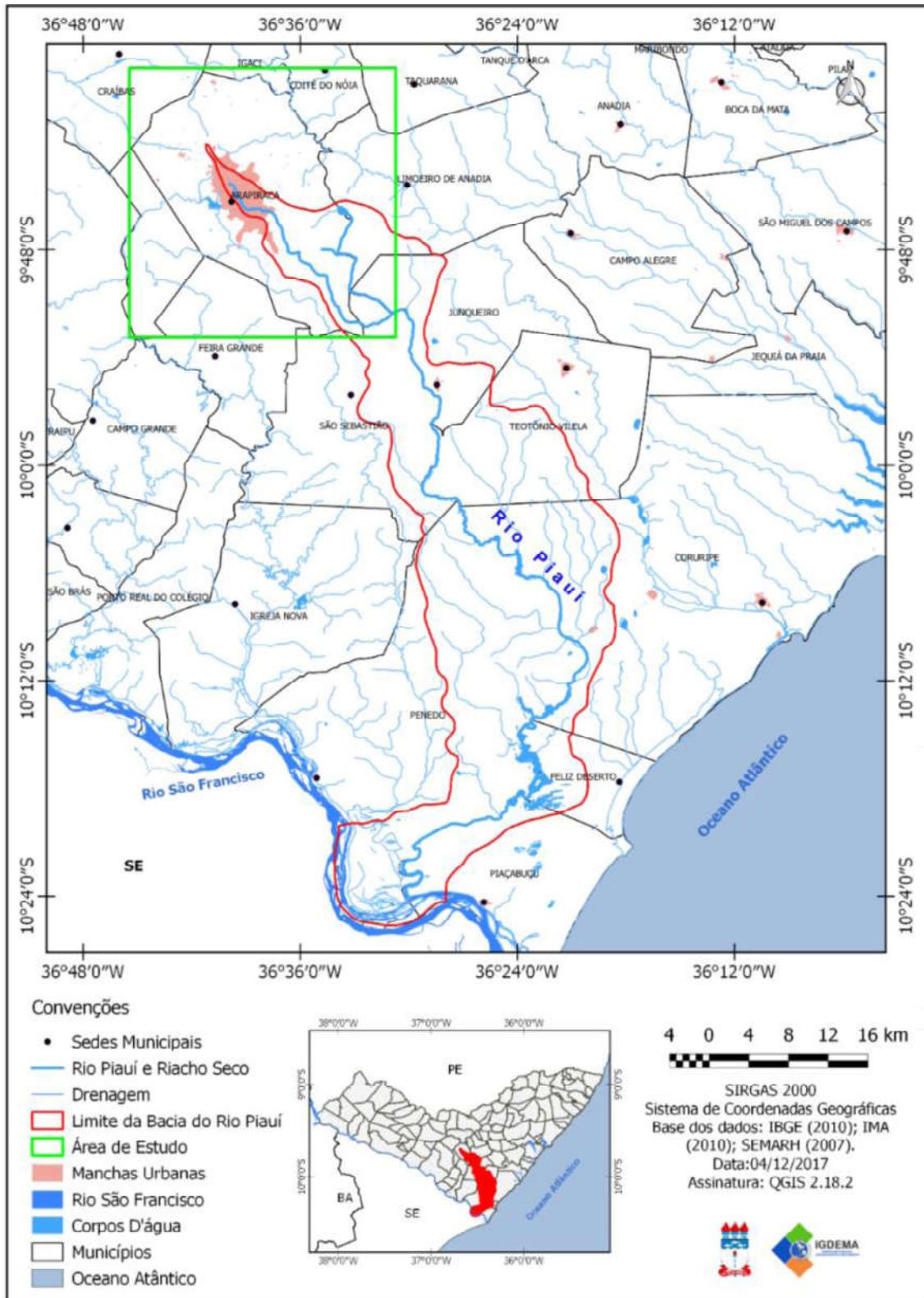
O Piauí, principal rio da região, nasce na zona urbana do município de Arapiraca e desagua na lagoa Marituba onde conflui com o rio homônimo, seguindo até o rio São Francisco com esta denominação de rio Marituba. Considerando a foz na lagoa, o Piauí abrange uma área de drenagem de 653 Km², desde suas nascentes em Arapiraca até sua confluência com o rio Marituba, no município de Feliz Deserto, (PACHECO, 2018).

2.4.8 Região Hidrográfica Coruripe

Com uma área de 2.013,5 km² totalmente inserida em território alagoano a Região Hidrográfica do Coruripe é a primeira região no sentido sul-norte. É formada pelas bacias do riacho da Barra (74,6 km²), rio Conduípe (155,1 km²), rio Coruripe (1.694,4 km²) e rio Adriana (89,4 km²), (SEMARH, 2018). Segundo Lima (2010), o rio Coruripe é um dos mais

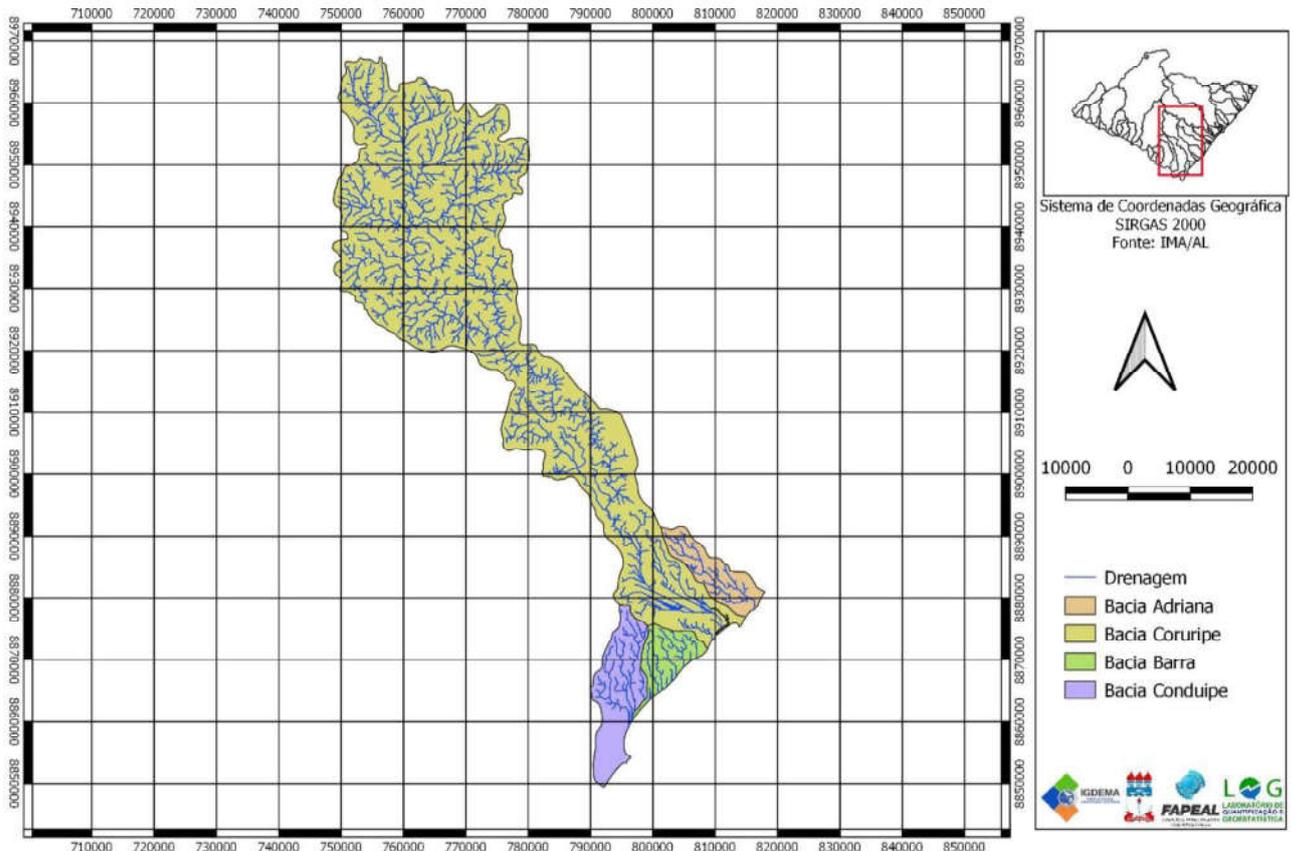
importantes da rede hidrográfica alagoana. É o maior em extensão do Estado em nível de domínio inteiramente estadual, (Figura 17).

FIGURA 10 - Bacia Hidrográfica Piauí



Fonte: Phyto Consultoria (2013) in Pacheco (2018).

FIGURA 11 – Região hidrográfica Coruripe



Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.9 Região Hidrográfica São Miguel

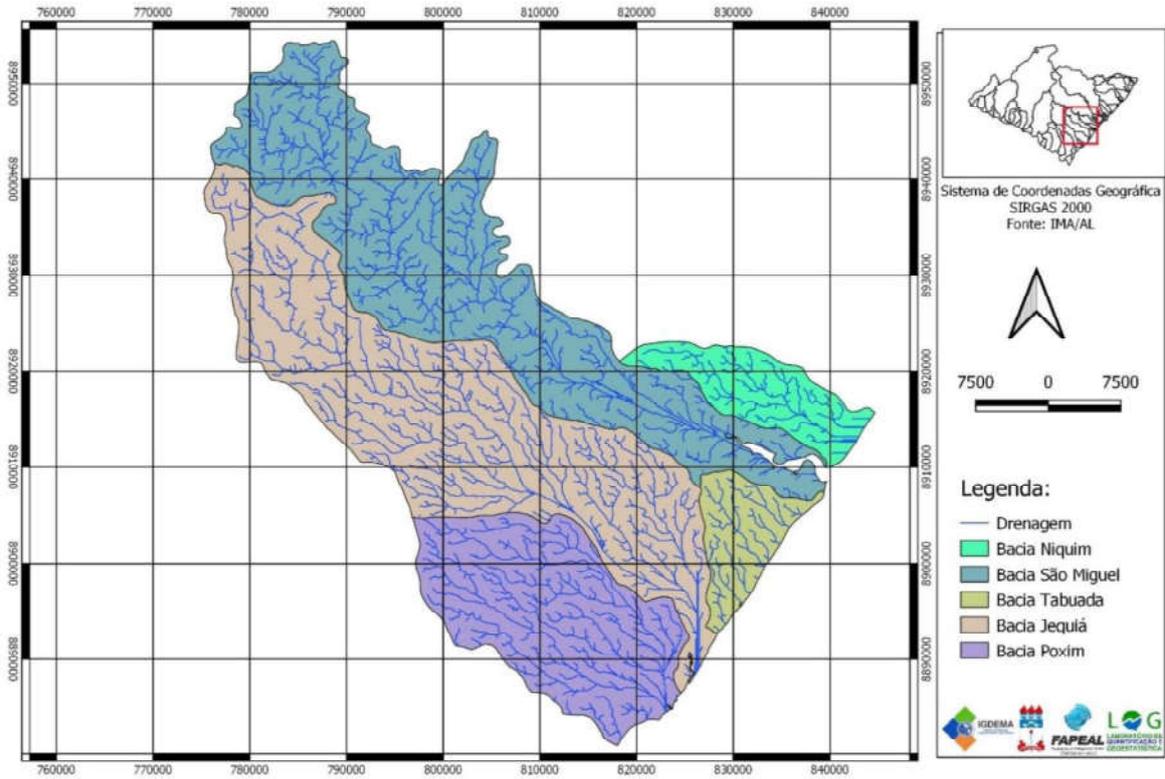
Com uma área de 2.222,5 km², a região hidrográfica do rio São Miguel abrange as bacias de drenagem dos rios Poxim (407,1 km²), Jequiá (822,5 km²), riacho Tabuada (105,1 km²), São Miguel (752,7 km²) e Niquim (135,5 km²), (SEMARH, 2018). A Figura 18 mostra o mapa hidrográfico dessa região.

2.4.10 Região Hidrográfica Paraíba

Com uma área de 1.963,0 km² é composta apenas pelo rio Paraíba do Meio, cuja bacia hidrográfica tem área de drenagem aproximadamente igual a 3.145,2 km², sendo 1.182,2 km² pertencente ao estado de Pernambuco (SEMARH, 2018). A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio ocupa a zona da Mata e o litoral alagoano.

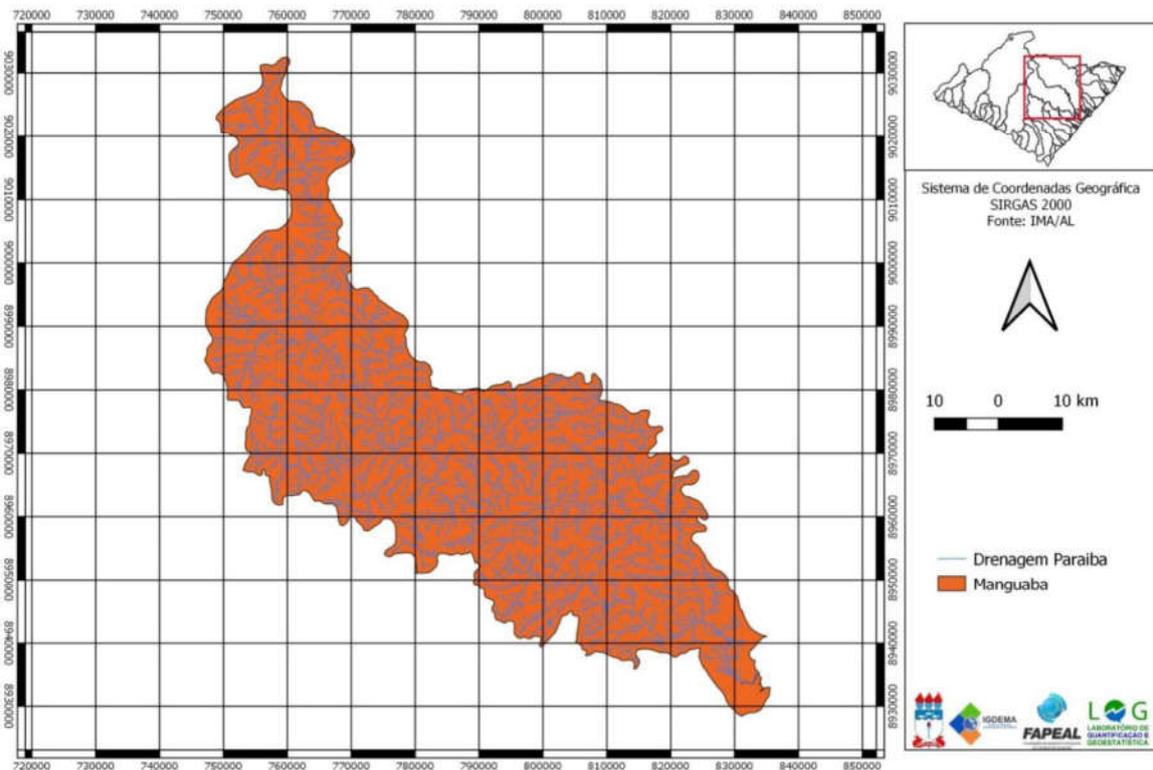
É um rio de grande extensão; nasce em Bom Conselho – PE e deságua na Laguna Manguaba, próximo da cidade de Pilar – AL, (Figura 19).

FIGURA 12 – Região Hidrográfica São Miguel



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 13 – Bacia hidrográfica Paraíba do Meio



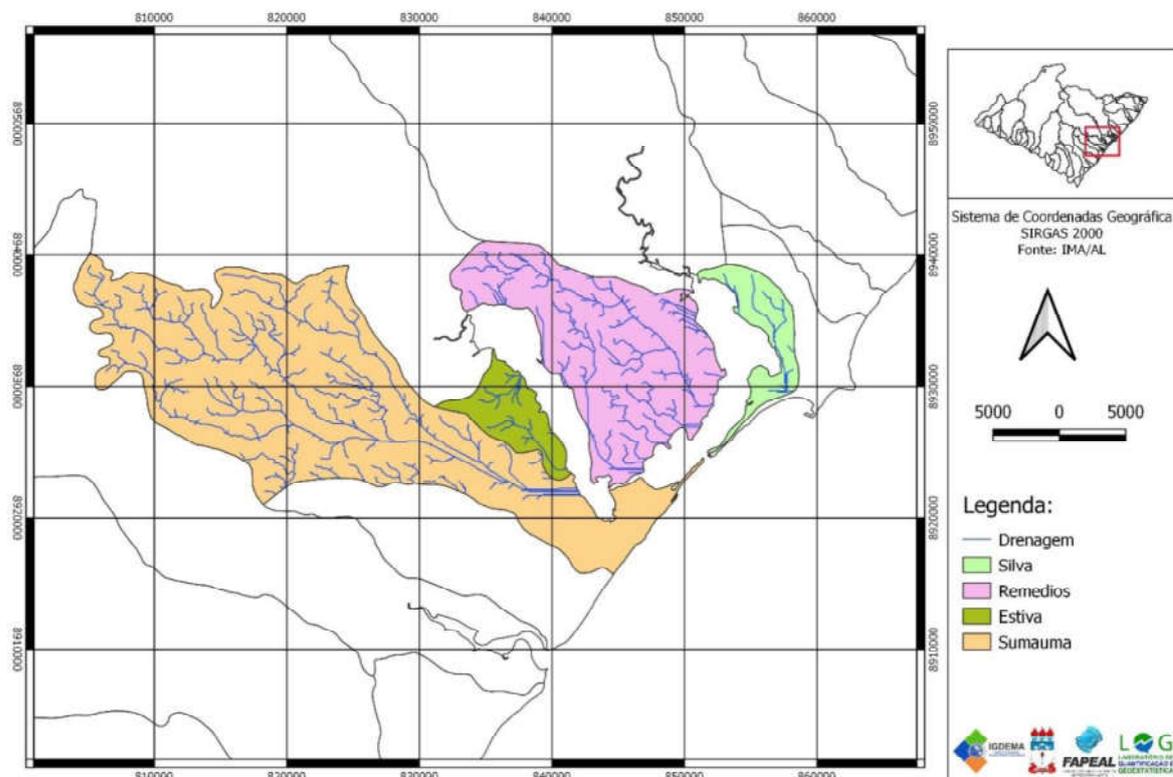
Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.11 Região Hidrográfica Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba - CELMM

Com uma área de 654,4 km², a região hidrográfica CELMM, segundo SEMARH (2018), é composta pelos rios Sumaúma (404,2 km²), rio Estivas (35,3 km²), rio Remédio (182,2 km²) e riacho do Silva (33,5 km²), (Figura 20).

Os rios Mundaú e Paraíba, principais formadores do Complexo Lagunar, formam regiões hidrográficas individuais e separadas desta região do CELMM.

FIGURA 14 – Região hidrográfica CELMM

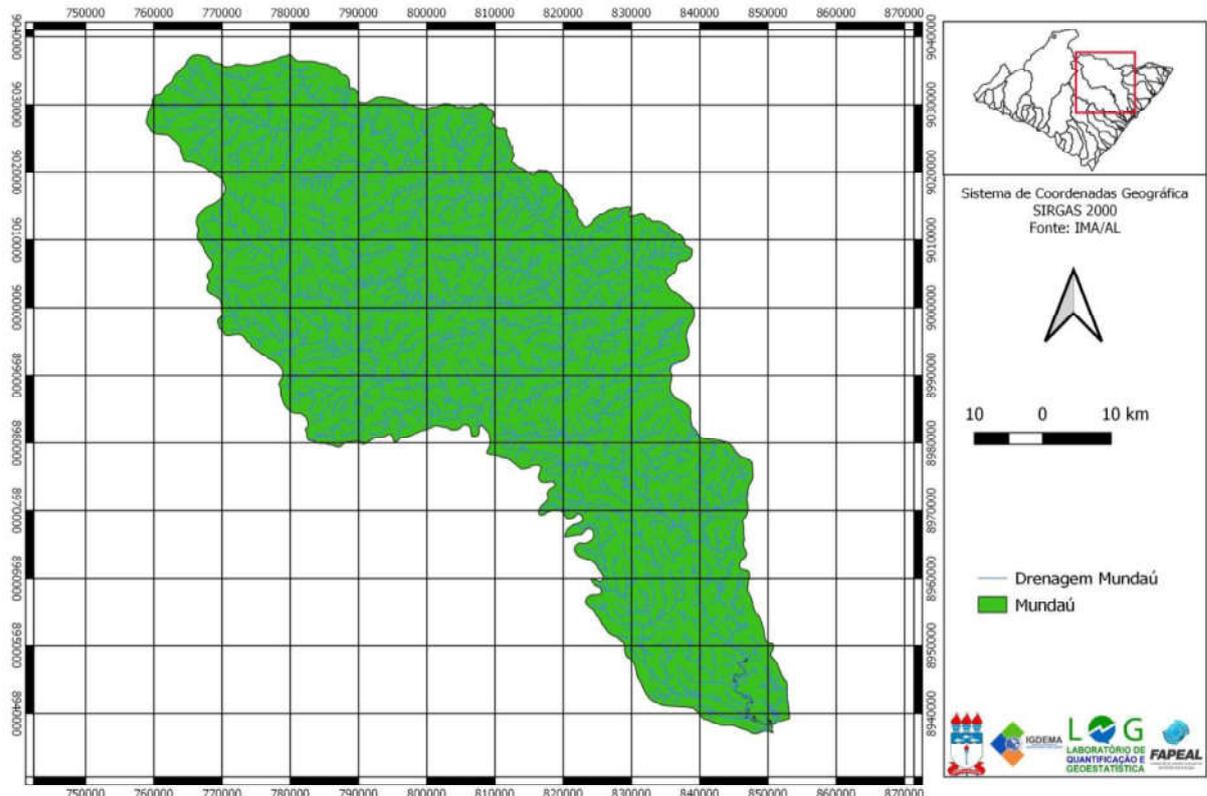


Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.12 Região Hidrográfica Mundaú

Esta região, com área de 1.951,0 km², envolve apenas a porção alagoana da bacia do rio Mundaú, cuja área de drenagem é de 4.126,7 km², sendo 2.175,7 km² pertencente ao estado de Pernambuco (SEMARH, 2018). A bacia hidrográfica do rio Mundaú ocupa a zona da Mata e o litoral alagoano. É um rio de grande extensão; nasce no município de Garanhuns – PE, percorrendo cerca de 69 km até a divisa com Alagoas, onde percorre mais 113,5 km até desaguar na Laguna Mundaú, próximo da cidade de Satuba – AL, (Figura 21).

FIGURA 15 – Bacia hidrográfica Mundaú



Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.13 Região Hidrográfica Pratagy

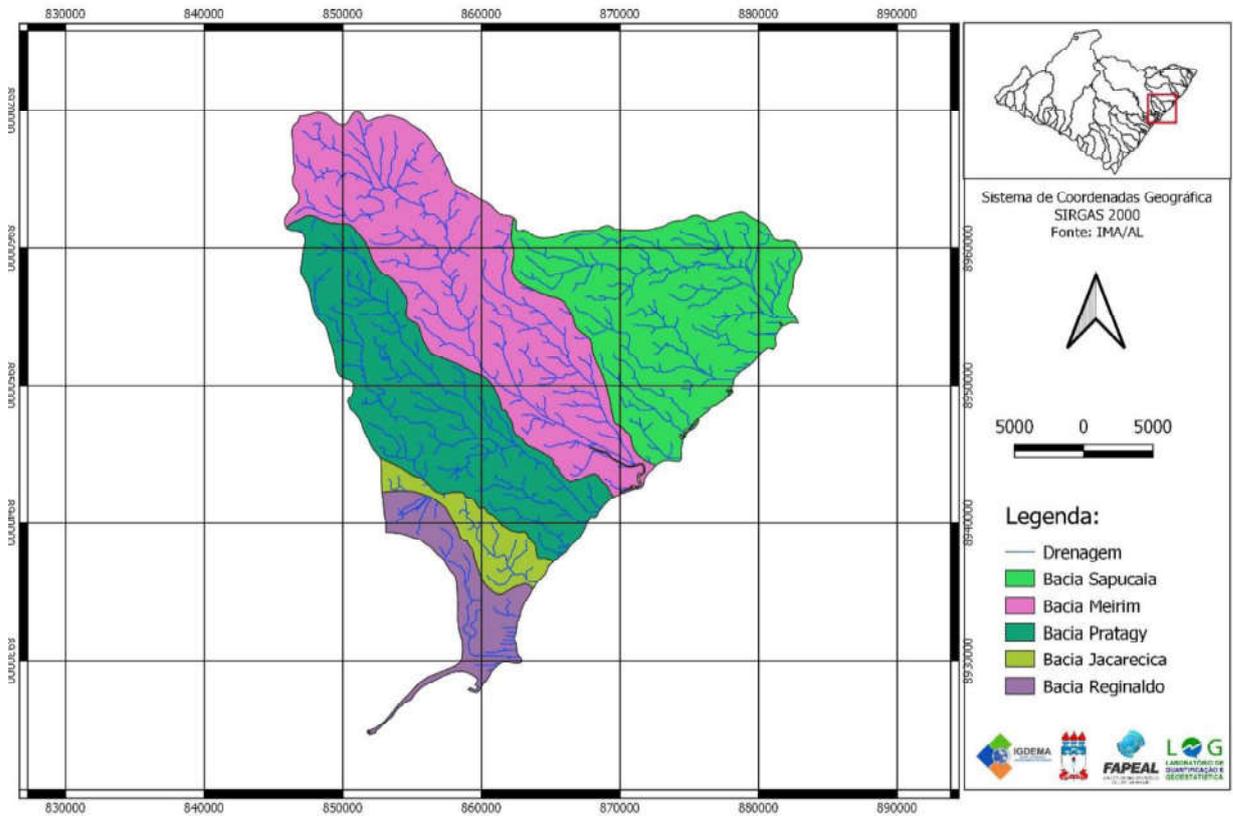
A região hidrográfica do rio Pratagy integra os rios Reginaldo, Jacarecica, Pratagy, Meirim e Sapucaí, (SEMARH, 2018), (Figura 22). Os rios Reginaldo e Jacarecica banham a cidade de Maceió.

O rio Pratagy é fonte de abastecimento d'água do município. Em 1998 foi criada a Área de Proteção Ambiental – APA do Pratagy, composta pela bacia do rio Pratagy, que tem como o principal afluente o rio Messias, conhecido como rio do Meio.

2.4.14 Região Hidrográfica Camaragibe

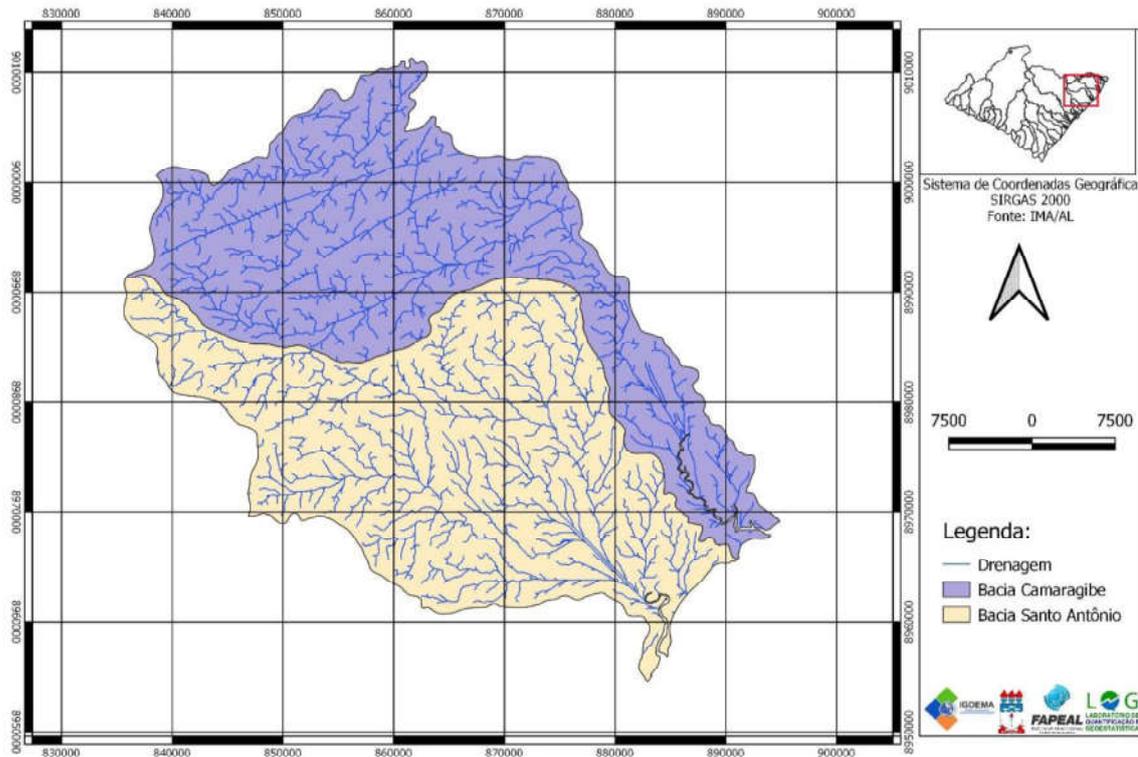
Segundo SEMARH (2018) esta região hidrográfica, com uma área de 1.749,9 km², está totalmente inserida em território alagoano e é composta apenas pelas bacias do rio Santo Antônio, com área de drenagem de 929,9 km², e do rio Camaragibe, com área de 820,0 km², (Figura 23).

FIGURA 16 – Região hidrográfica Pratagy



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 17 – Região hidrográfica Camaragibe

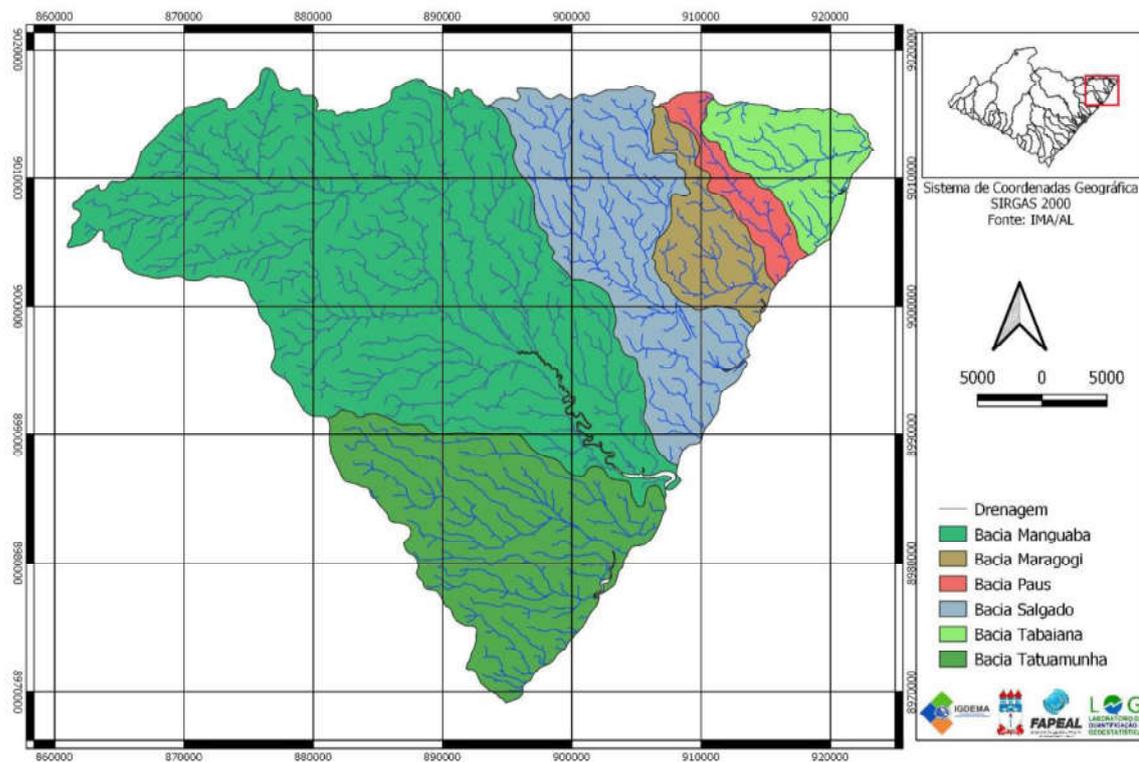


Fonte: VIEIRA (2019)

2.4.15 Região Hidrográfica Litoral Norte

Esta região hidrográfica engloba os rios do extremo norte do litoral alagoano, totalizando 1.528,3 km² de área assim distribuída: rio Tatuamunha (292,1 km²); Manguaba (787,2 km²); Salgado (245,3 km²); Maragogi (77,4 km²); dos Paus (41,3 km²); e rio Tabaiana (85 km²). A figura 24 mostra o mapa dessa região hidrográfica.

FIGURA 18 – Região hidrográfica Litoral Norte



Fonte: VIEIRA (2019)

2.5 Caracterização morfométrica

A bacia hidrográfica compõe-se de divisores de água, de um conjunto de superfícies vertentes que definem sua área de drenagem e de um sistema, padrão ou rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um único leito no exutório, (GUERRA e CUNHA, 1994, p.97).

As principais características físicas de uma bacia hidrográfica também denominadas de dados fisiográficos ou morfométricos, são geralmente extraídas de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite, (TUCCI, 1993, p.45). Basicamente são áreas, perímetros, comprimentos de curvas de nível, comprimento do rio principal, comprimento dos rios, hipsometria, áreas

entre curvas de nível, declividades e coberturas dos solos, todos medidos diretamente ou expressos por índices.

O engenheiro hidráulico Robert E. Horton foi quem introduziu a metodologia quantitativa para os estudos de bacias de drenagem que estabeleceu leis para o desenvolvimento dos rios e de suas bacias, sugerindo índices e parâmetros analíticos para estudos mais detalhados, (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.106).

Por meio da caracterização fisiográfica, pode-se avaliar a dinâmica fluvial da bacia, definindo ações mais eficazes contra possíveis cheias além de ter um controle sobre a dinâmica de rios. A fisiografia da bacia consiste, portanto, na caracterização da sua forma, do sistema ou rede de drenagem e do relevo.

2.5.1 Forma da bacia

A forma de uma bacia é muito importante para definir o tempo de concentração: tempo que leva para que toda a bacia considerada contribua para o escoamento superficial na seção estudada. Assim, pode-se analisar se mesma é propícia a enchentes, pois como afirma VILLELA e MATTOS (1975):

A forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante devido ao tempo de concentração, definido como o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo ou, em outras palavras, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma. Em geral, as bacias hidrográficas dos grandes rios apresentam a forma de uma pera ou de um leque, enquanto as pequenas bacias variam muito no formato, dependendo da estrutura geológica do terreno (p.13).

Existem vários índices utilizados para determinar a forma das bacias, procurando relacioná-las com formas geométricas conhecidas. Os mais utilizados são: o coeficiente ou índice de compacidade, relacionando a forma da bacia com um círculo, e o fator de forma, com um retângulo.

2.5.1.1 Índice de Compacidade

O coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius (K_c) é a relação entre o perímetro da bacia (P) e a circunferência ($C = 2\pi r$) de um círculo de área ($A = \pi r^2$) igual a área da bacia. Tem-se, portanto, para o coeficiente de compacidade, a relação:

$$K_c = 0,282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde P e A são, respectivamente, o perímetro e a área da bacia, (VILLELA e MATTOS, 1975, p.14).

Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o coeficiente de compactidade.

Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente. Bacias de formato circular (K_c próximo de 1), deverão ter maior proteção em cobertura vegetal e conservação de solos.

2.5.1.2 Fator de Forma

O fator de forma (K_f) é definido como a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (VILLELA e MATTOS, 1975, p.14):

$$K_f = \bar{L}/L$$

Mede-se o comprimento axial da bacia (L) quando se segue o curso d'água mais longo desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia. A largura média (\bar{L}) é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia: $\bar{L} = A/L$. Assim, o fator de forma K_f é também a relação entre a área da bacia e a área de um quadrado de lado igual ao comprimento axial da bacia:

$$K_f = A/L^2$$

O fator de forma varia entre 0 e 1, correspondendo a bacias alongadas e bacias arredondadas, respectivamente. Uma bacia com um fator forma baixo (próximo de 0) encontra-se menos sujeita a cheias rápidas que outra do mesmo tamanho, mas com um fator forma maior (próximo de 1). Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão, (VILLELA e MATTOS, 1975, p.14). Observa-se também que, nessas bacias estreitas e longas, a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo, afastando-se, portanto, da condição ideal da bacia circular, na qual a concentração de todo o deflúvio da bacia se dá num só ponto.

2.5.2 Sistema de drenagem

O sistema de drenagem de uma bacia é constituído pelo rio principal e seus tributários. O estudo das ramificações e do desenvolvimento do sistema é importante, pois ele indica a maior ou a menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica.

O grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia é geralmente avaliado por índices atribuídos à rede de drenagem, desde o mais simples, que trata apenas da medição em planta do comprimento L do curso d'água principal, a outros índices mais complexos, que procuram retratar toda a rede ou sistema de drenagem da bacia, como os resultantes do trabalho de Horton (1945) *apud* Tucci (1993, p.46), que demonstrou a validade das seguintes relações empíricas que tendem a ser constantes em uma bacia:

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}} \quad (\text{Relação de bifurcação})$$

$$R_L = \frac{L_u}{L_{u-1}} \quad (\text{Relação de comprimentos})$$

onde N_u é o número total de cursos de água da rede de drenagem com ordem u e L_u a média dos seus comprimentos em planta. Os sub-índices $u + 1$ e $u - 1$ representam respectivamente uma ordem imediatamente superior e uma ordem imediatamente inferior a u . O ordenamento é feito com números inteiros começando com 1.

Schumm (1956) *apud* Tucci (1993, p.46) propôs uma lei análoga às de Horton para relacionar áreas de contribuição correspondentes às ordens sucessivas dos canais:

$$R_A = \frac{A_u}{A_{u-1}} \quad (\text{Relação de áreas})$$

onde A_u e A_{u-1} são as médias das áreas contribuintes dos canais de ordem u e $u - 1$, respectivamente.

A ordem do curso d'água é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. Seguindo o critério introduzido por Horton (1945) e modificado por Strahler (1957), *apud* Christofletti (1980, p.109) os rios são classificados de 1ª ordem, 2ª ordem, 3ª ordem, e assim sucessivamente até chegar ao exutório.

A ordem do rio principal apresenta a extensão da ramificação na bacia, pois quanto maior a ordem do rio principal, mais ramificada será sua rede de drenagem. São consideradas de primeira ordem as correntes formadoras, ou seja, os pequenos canais que não tenham tributários; dois canais de primeira ordem podem se unir formando um segmento de segunda ordem; a junção de dois rios de segunda ordem dá lugar à formação de um rio de terceira ordem e, assim, sucessivamente.

2.5.2.1 Densidade de drenagem

Um índice regularmente utilizado para caracterizar o sistema de drenagem de uma bacia é a densidade de drenagem D_d . Este índice é expresso pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (sejam eles efêmeros, intermitentes ou perenes) de uma bacia e a sua área

total. A densidade de drenagem fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, variando, segundo Lima (2008), geralmente entre:

Bacias com drenagem pobre $\rightarrow D_d < 0,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem regular $\rightarrow 0,5 \leq D_d < 1,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem boa $\rightarrow 1,5 \leq D_d < 2,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem muito boa $\rightarrow 2,5 \leq D_d < 3,5 \text{ km/km}^2$

Bacias excepcionalmente bem drenadas $\rightarrow D_d \geq 3,5 \text{ km/km}^2$

2.5.2.2 Extensão média do escoamento superficial

Pode-se também caracterizar o sistema de drenagem de uma bacia pela extensão média do escoamento superficial, definida como sendo a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta desde onde a chuva caiu, até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água qualquer da bacia, (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.115).

É calculada pela equação:

$$\bar{l} = \frac{A}{4 \sum l}$$

Ou seja, a extensão média do escoamento superficial é igual a $\frac{1}{4}$ do inverso da densidade de drenagem:

$$\bar{l} = \frac{1}{4D_d}.$$

Embora a extensão do escoamento superficial que efetivamente ocorre sobre os terrenos da bacia possa ser bastante diferente dos valores determinados pela equação citada, devido a diversos fatores de influência, este índice constitui uma indicação da distância média do escoamento superficial.

2.5.3 Relevo da bacia

Segundo Vilela e Mattos (1975, p.16), o relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto que a temperatura, a precipitação, a evaporação, etc., são funções da altitude da bacia. É de grande importância, portanto, a determinação de parâmetros característicos do relevo de uma bacia hidrográfica.

A curva hipsométrica é a representação gráfica do relevo médio de uma bacia. Mostra a variação da elevação ou altitude dos terrenos da bacia. A curva hipsométrica é determinada planimetrando as áreas entre as curvas de níveis, e plotando, para cada elevação, as porcentagens da área de drenagem que estão acima ou abaixo das mesmas, (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.117).

2.5.3.1 Elevação média da bacia

A variação da altitude e a elevação média de uma bacia são, também, importantes pela influência que exercem sobre a precipitação, sobre as perdas de água por evaporação e transpiração e, conseqüentemente, sobre o deflúvio médio. Grandes variações da altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração. Mais significativas, porém, são as possíveis variações de precipitação anual com a elevação, (VILLELA e MATTOS, 1975, p.17).

A elevação média, segundo Villela e Mattos (1975, p.17), pode ser obtida a partir do gráfico da curva hipsométrica, determinada pelo retângulo de área equivalente à limitada pela curva hipsométrica e os eixos coordenados. A altura do retângulo é a elevação média, o que equivale à equação:

$$\bar{E} = \frac{\sum e_i \cdot a_i}{A}$$

Onde a elevação média da bacia \bar{E} é obtida através do somatório dos produtos do ponto médio entre duas curvas de nível (e_i) e a área compreendida entre elas (a_i), dividido pela área total da bacia (A).

2.5.3.2 Elevação Mediana

É obtida na curva hipsométrica como o valor da elevação que corresponde a 50% de área acumulada da bacia.

2.5.3.3 Declividade da bacia

A declividade dos terrenos de uma bacia controla em boa parte a velocidade do escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias.

A magnitude dos picos de enchente e a maior ou a menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

Segundo Tucci (1993), dentre os métodos que podem ser usados na obtenção dos valores representativos da declividade dos terrenos de uma bacia, o mais completo é o das quadrículas associadas a um vetor. Esse método consiste em determinar a distribuição porcentual das declividades dos terrenos por meio de uma amostragem estatística de declividades normais às curvas de nível em um grande número de pontos na bacia. Esses pontos devem ser locados num mapa topográfico da bacia por meio de um quadriculado que se traça sobre o mesmo.

Geralmente a série de valores de declividades é submetida a um estudo de frequências a fim de gerar a curva de distribuição de declividades da bacia, obtida plotando-se as declividades (limites inferiores) em função das porcentagens acumuladas correspondentes. A partir da distribuição de frequências são obtidas as declividades média e mediana. A mediana é o valor da declividade correspondente a 50% de porcentagem acumulada. A declividade média é obtida a partir da tabela de distribuição de frequências, pela média ponderada das declividades tendo por peso as frequências de cada intervalo de declividades

Quando a bacia apresenta declividade mediana baixa, demonstrando que a bacia possui, em média, baixa declividade, resulta numa redução dos picos de enchente devido à baixa velocidade do escoamento.

A declividade média dos terrenos da bacia também pode ser determinada pela relação entre o produto do comprimento total das curvas de nível ($\sum L_{CN}$) pela equidistância entre elas (DN) e a área total da bacia (A):

$$S = \sum L_{CN} \cdot DN / A$$

É importante salientar que qualquer índice ou medida de fisiografia da bacia é profundamente dependente do tipo da fonte utilizada (mapa, fotografia aérea ou imagem de satélite) e da escala utilizada. Portanto, uma precisa identificação da fonte e da sua escala é um dado que deve acompanhar os índices obtidos na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica.

2.6 Sistema Geográfico da Informação

O termo Geoprocessamento, como conceito, evoluiu com o crescimento da utilização de seus métodos e técnicas. É evidente que a classificação de ambientes, segundo suas múltiplas características, o planejamento e a gestão de ambientes são campos técnico-científicos beneficiados pelo uso do geoprocessamento (XAVIER DA SILVA, 2001).

Um Sistema Geográfico de Informação (SGI) é um sistema geográfico baseado na entrada, gestão, análise e produção de dados geográficos e informações. São ferramentas importantes nas ciências ambientais, gestão de recursos hídricos, modelação de terrenos, na agricultura, uso do solo, distribuição da população, nos transportes, na educação e no planejamento (ALMEIDA, 2016). Embora o uso do SGI tenha iniciado na década de 1960, só nas últimas décadas é que suas aplicações se expandiram.

Atualmente tem-se discutido o uso do termo SIG. Fitz (2008) *apud* Almeida (2016) expõe que diversos autores utilizam a tradução do inglês *Geographic Information Systems* (GIS) de forma diferenciada para o português, ora no singular, Sistemas de Informação Geográfica, ora no plural, Sistemas de Informações Geográficas. Moura (2014) *apud* Almeida (2016), explica que essas traduções induzem a pensar que as informações são geográficas, o que não é, pois nem todas as informações trabalhadas são geográficas, mas o sistema sim, pois os dados são espacializáveis. Com isso, os autores propõem adotar a denominação “Sistema Geográfico de Informação”.

Matias (2001) *apud* Almeida (2016) defende que o SGI, uma das integrantes que compõem o Geoprocessamento, ao lado da Cartografia Digital, do Sensoriamento Remoto e do Sistema de Posicionamento Global (GPS), tornou-se um dos principais instrumentos à serviço do trabalho geográfico. Outro emprego do SGI, mais especificamente vinculado ao geoprocessamento, diz respeito à realização de análise espacial por meio de mapas temáticos diversos, (FITZ, 2008 *apud* ALMEIDA, 2016).

2.7 Regionalização

Em geografia, o conceito de região se refere à diferenciação de áreas. Isto é: as regiões podem ser determinadas segundo critérios naturais, estabelecendo as diferenças de clima, vegetação, hidrografia, relevo, fauna, sociocultura, entre outros, que irão evidenciar a forma e o padrão de vida dos habitantes de cada região. Agrupar partes do espaço geográfico que possuem semelhança é fazer uma regionalização.

O processo de regionalização, além de importante para estabelecer as relações e diretrizes entre cada área regionalizada, permite também uma melhor compreensão dos estudos geográficos, por meio de informações e dados específicos.

Existem órgãos e instituições que, através de critérios, definem uma forma de regionalização. Os critérios de regionalização são vários, englobando principalmente os naturais e os sociais. A aplicação desses critérios gera as formas de regionalização.

Em linhas gerais, uma regionalização pode ser realizada através de qualquer ou quaisquer critérios. Geralmente são instituições reconhecidas e/ou órgãos públicos que as fazem e as utilizam para atingir uma determinada finalidade. A regionalização terá maior ou menor aceitação, uso e aplicação dependendo do objetivo para o qual a mesma foi feita.

Como exemplo de regionalizações, destacam-se as do IBGE, que têm como finalidade principal agrupar unidades administrativas do território nacional levando em conta seus limites para facilitar a execução de políticas públicas e as atribuições econômicas do estado ou da união. A divisão do Brasil em regiões iniciou-se com a necessidade de um conhecimento aprofundado do Território Nacional, visando, na década de 1940, mais diretamente à sua integração e, nas divisões posteriores, à própria noção de planejamento como suporte à ideia de desenvolvimento, passou a demandar a elaboração de divisões regionais mais detalhadas do País, isto é, baseadas no agrupamento de municípios, diferentemente das divisões até então realizadas pelo agrupamento dos estados federados (IBGE, 2018).

A proposta de 1942 foi fundamentada principalmente no conceito de região natural, enquanto as divisões de 1970 e 1992 tiveram como base os conceitos de região homogênea e polarizada. Destaca-se ainda que a divisão de 1970 teve como principal objetivo subsidiar o planejamento econômico do Governo Militar instalado, enquanto a proposta de 1990 foi a primeira a utilizar explicitamente conceitos do materialismo histórico para a definição das regiões. (CONTEL, 2014, p.19).

Um outro exemplo de regionalização é a proposta apresentada por Milton Santos (2001) *apud* Costa, Moreira, Nery (2012), utilizando como critério principal o “meio técnico-científico-informacional”, isto é, a informação e as finanças estão irradiadas de maneiras desiguais e distintas pelo território brasileiro, determinando “quatro brasis”:

- **Região Amazônica**, caracterizada por baixas densidades técnicas e demográficas, onde são raras as áreas reservadas à agricultura mecanizada e a outras atividades mais modernas.

- **Região Nordeste**, mais antiga área de povoamento do Brasil, caracterizada por uma agricultura pouco mecanizada e uma urbanização irregular gerando uma precária circulação de pessoas, produtos, informação e dinheiro, onde a prática de atividades econômicas modernas e o uso de recursos tecnológicos avançados ocorrem apenas em determinadas áreas da região.

- **Região Centro-Oeste**, apresenta uma agricultura globalizada, isto é, moderna, mecanizada e produtiva, onde as mercadorias agrícolas são destinadas, em grande parte, à exportação.

Região Concentrada, assim definida por concentrar a maior população, as maiores indústrias, os principais portos, aeroportos, shopping centers, supermercados, as principais rodovias e ferrovias, as maiores cidades e universidades, portanto, é a região que reúne os

principais meios técnico-científicos e as finanças do país, sendo composta por um denso sistema de relações, em função dos elevados índices de urbanização e do alto padrão de consumo das empresas e de parte das famílias. É o centro da tomada de decisões do país.

A Figura 25 apresenta a regionalização proposta por Milton Santos.

FIGURA 19 – Regionalização do Brasil segundo Milton Santos



Fonte: Adaptado de Santos (2001)

Recentemente, o IBGE apresentou a Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017 (IBGE, 2018), proporcionando um novo quadro regional vinculado aos processos sociais, políticos e econômicos sucedidos em território nacional desde a última versão da Divisão Regional do Brasil publicada na década de 1990.

A revisão das unidades mesorregionais e microrregionais, que nesse estudo recebem respectivamente os nomes de Regiões Geográficas Intermediárias e Regiões Geográficas Imediatas, seguiu uma metodologia comum para todo o território nacional e integrou análises e expectativas de órgãos de planejamento estaduais por meio de uma parceria mediada pela Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística (ANIPES). A Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas 2017 pretende subsidiar o planejamento e gestão de políticas públicas em níveis federal e estadual e disponibilizar recortes para divulgação dos dados estatísticos e geocientíficos do IBGE para os próximos dez anos, (IBGE, 2018, online).

Segundo o IBGE (2018), esse recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2017 incorpora as mudanças ocorridas no Brasil ao longo das últimas três décadas.

O processo socioespacial recente de fragmentação/articulação do território brasileiro, em seus mais variados formatos, pode ser visualizado em vários estudos desenvolvidos no IBGE. O recurso metodológico utilizado na elaboração da presente Divisão Regional do Brasil valeu-se dos diferentes modelos territoriais oriundos de estudos pretéritos, articulando-os e interpretando a diversidade resultante. A região torna-se, por meio dessa opção, uma construção do conhecimento geográfico, delineada pela dinâmica dos processos de transformação ocorridos recentemente e operacionalizada a partir de elementos concretos (rede urbana, classificação hierárquica dos centros urbanos, detecção dos fluxos de gestão, entre outros), capazes de distinguir espaços regionais em escalas adequadas. (IBGE, 2018, online)

Conforme esta nova abordagem, o IBGE conceitua:

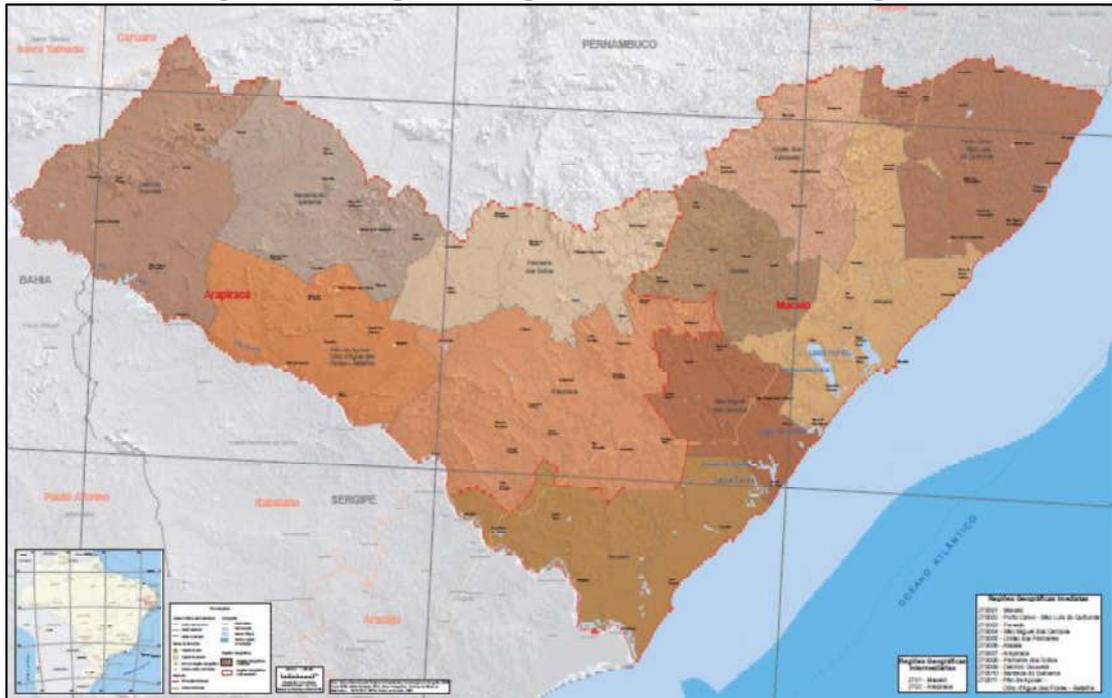
As Regiões Geográficas Imediatas têm na rede urbana o seu principal elemento de referência. Essas regiões são estruturas a partir de centros urbanos próximos para a satisfação das necessidades imediatas das populações, tais como: compras de bens de consumo duráveis e não duráveis; busca de trabalho; procura por serviços de saúde e educação; e prestação de serviços públicos e de serviços judiciários, entre outros.

As Regiões Geográficas Intermediárias correspondem a uma escala intermediária entre as Unidades da Federação e as Regiões Geográficas Imediatas. Organizam o território, articulando as Regiões Geográficas Imediatas por meio de um polo de hierarquia superior diferenciado a partir dos fluxos de gestão privado e público e da existência de funções urbanas de maior complexidade, (IBGE, 2018, online).

Buscando incorporar novos atores ao processo de delimitação das Regiões Geográficas, incluindo o conhecimento local das diferentes formas de organização do espaço brasileiro, uma proposta preliminar de divisão regional foi enviada à Rede de Agências e Unidades Estaduais do IBGE, assim como às Secretarias e/ou Institutos de Planejamento das Unidades da Federação.

O mapa da Figura 26 mostra as regiões geográficas de Alagoas segundo a atual metodologia adotada pelo IBGE.

Figura 20 – Regiões Geográficas do Estado de Alagoas



Fonte: IBGE (2018)

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 Localização

O estado de Alagoas está localizado na parte meridional do Nordeste brasileiro, limitando-se ao norte com o estado de Pernambuco, ao sul com o estado de Sergipe, a leste com o oceano Atlântico e a oeste com os estados de Pernambuco e Bahia (Figura 1). Ao longo de 27.848,140 km² de área (IBGE, 2017), o território alagoano abrange 53 bacias hidrográficas agrupadas em 16 regiões hidrográficas com vistas a criação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, sendo nove rios de domínio estadual e sete rios de domínio federal. (SEMARH-AL, 2018).

FIGURA 21– Mapa de Localização do Estado de Alagoas

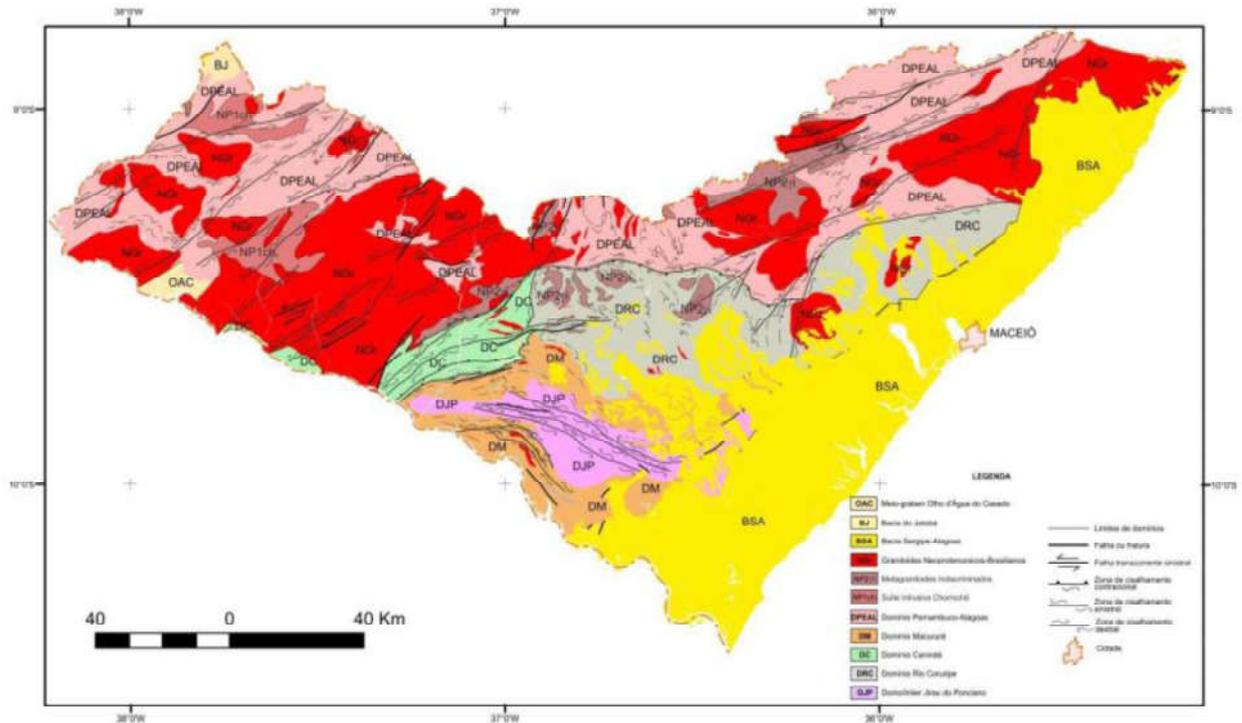


Fonte: SEPLAG (2017)

3.2 Geologia

O Estado de Alagoas encontra-se com 80% do território sobre as rochas ígneas e metamórficas, conhecidas como “cristalino”, formadas por migmatitos, granitos, gnaisses e granitoides (Figura 2). O restante da área é ocupado pelas bacias sedimentares: a costeira, de Maragogi até Penedo; e a bacia do Jatobá, localizada no extremo oeste do Estado. (LIMA, 2017)

FIGURA 22– Mapa geológico do Estado de Alagoas



Fonte: CPRM (2010)

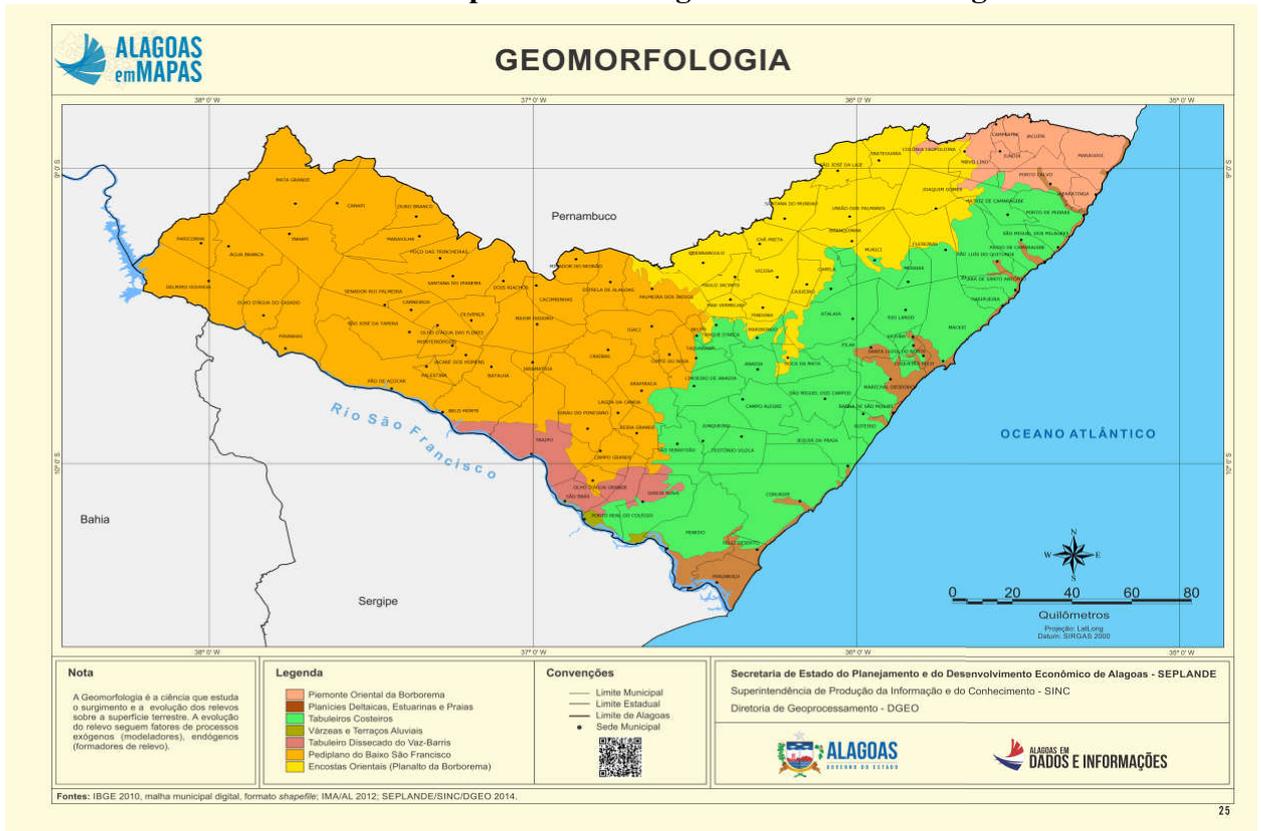
3.3 Geomorfologia

O relevo é bem diversificado iniciando com uma leve e estreita faixa de planícies localizadas no litoral e no baixo São Francisco, no município de Piaçabuçu. Tabuleiros costeiros estão localizados na parte mais alta, finalizado próximo ao município de Arapiraca, agreste do Estado (Figura 3). O sertão Alagoano apresenta uma Depressão Sertaneja com maciços residuais locais isolados nos municípios de Estrela de Alagoas, Traipu, Santana do Ipanema e Poço das Trincheiras, entre outros. Superfície sedimentares paleozoicas estão presentes no extremo oeste do Estado, na divisa com Pernambuco e o planalto da Borborema, localizado na zona da mata do Estado. (SEPLANDE, 2014)

3.4 Solo

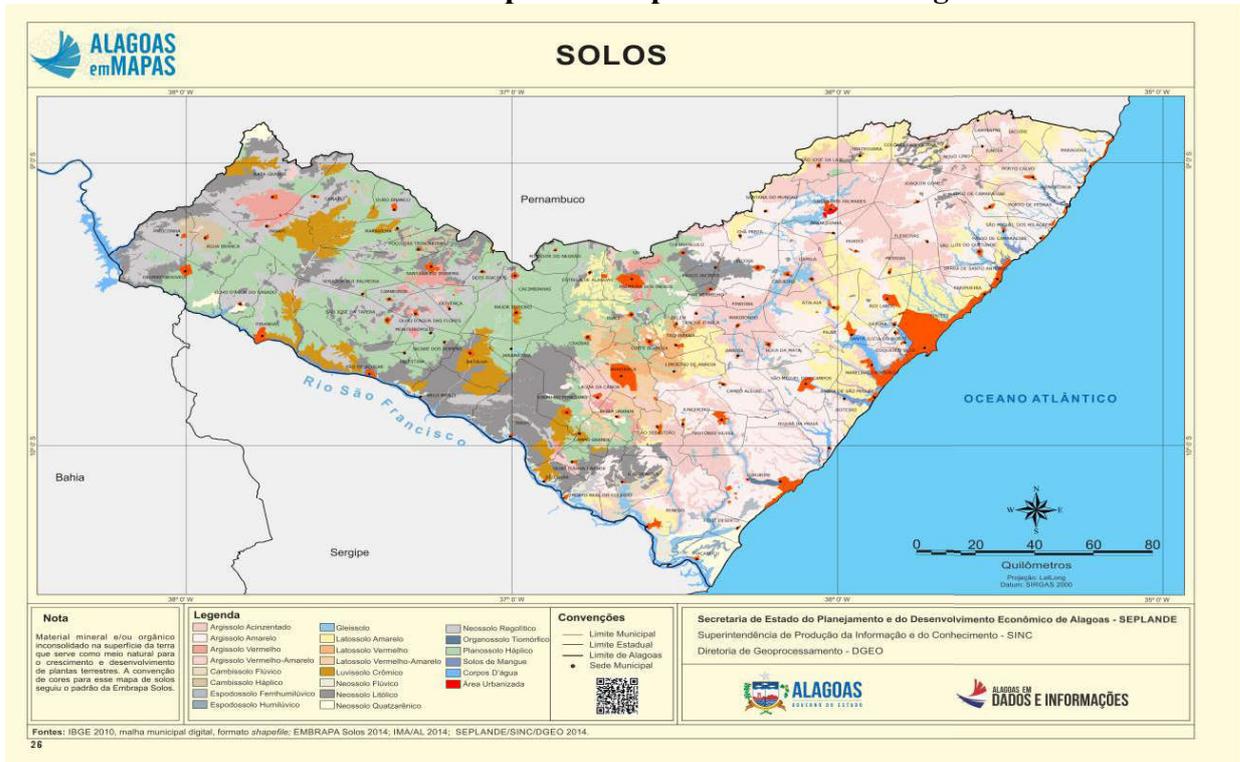
Há predominância de solo do tipo argilossolo a leste do Estado, alterando para latossolo na região do agreste até o planossolo háplico no sertão alagoano (Figura 4). Porém nas proximidades do rio São Francisco predomina o neossolo litólico principalmente nos municípios de Traipu e Belo Monte. (IBGE, 2012)

FIGURA 23– Mapa Geomorfológico do Estado de Alagoas



Fonte: SEPLAG (2014)

FIGURA 24– Mapa de Solo para o Estado de Alagoas



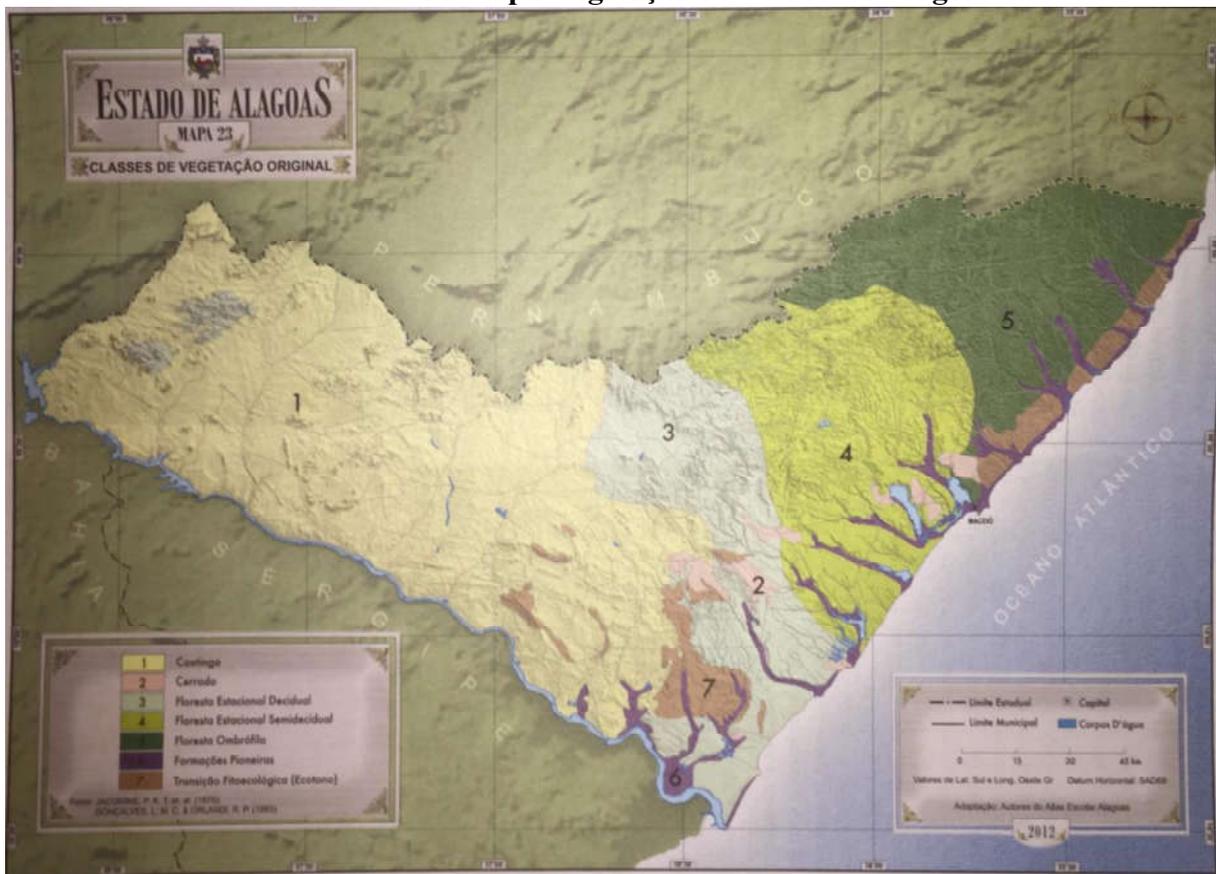
Fonte: SEPLAG (2014)

3.5 Vegetação

Conforme a classificação fisionômico-ecológica adotada pelo Projeto Radam Brasil, a vegetação de Alagoas, no seu estágio natural, apresenta uma grande variedade de paisagens que se refletem, tanto na fisionomia e estrutura, quanto na flora e nas formas de vida das suas plantas (Assis; Oliveira e Nascimento, 2016).

Segundo esses autores e considerando essa classificação, a vegetação representativa do Estado de Alagoas, em nível de Região Fitoecológica, é composta por oito classes: Formações Pioneiras; Floresta Ombrófila; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; Caatinga; Cerrado; Ecótono e Refúgio Ecológico. (Figura 5)

FIGURA 25– Mapa Vegetação do Estado de Alagoas



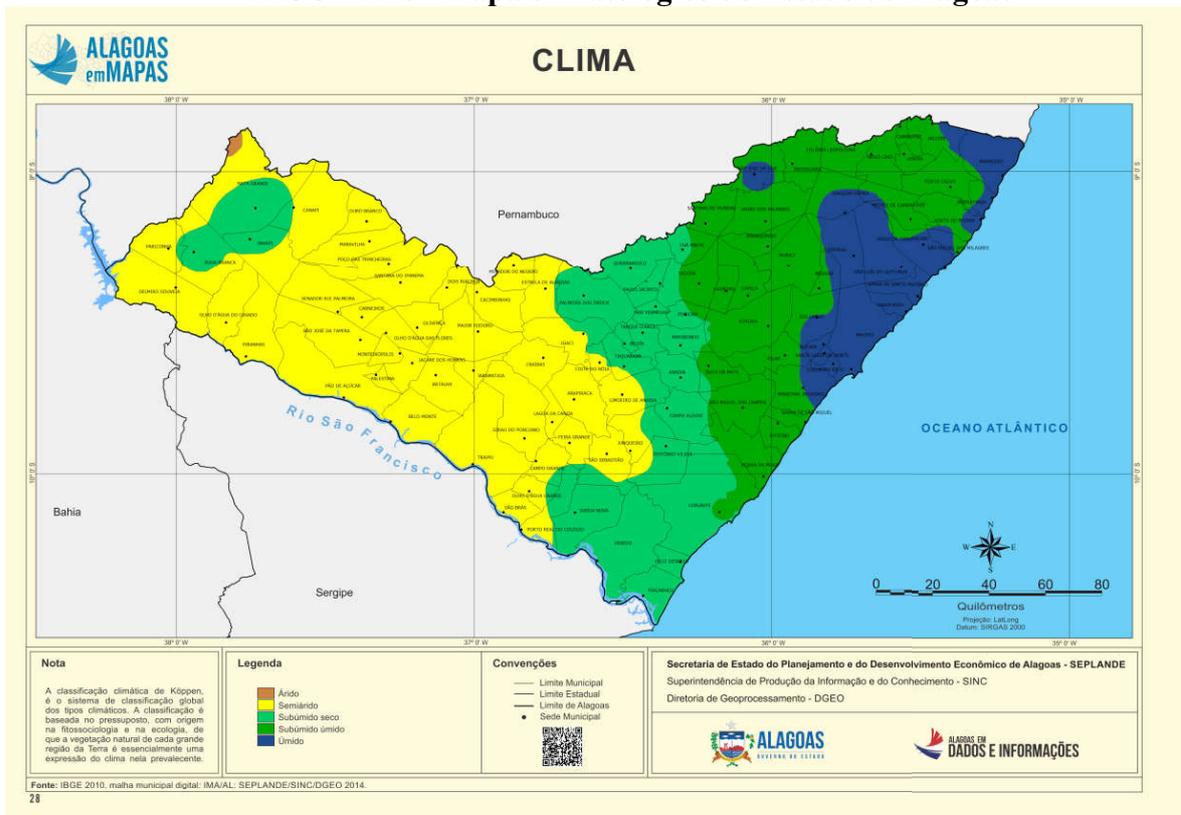
FONTE: Assis; Oliveira e Nascimento (2016)

3.6 Clima

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, o Estado de Alagoas é dividido em quatro zonas, conforme a classificação climática de Köppen (Figura 6). Na zona da mata norte, nas adjacências dos municípios de Maragogi e Jacuípe, o clima é tropical (Ams'), com chuvas abundantes e com temperatura do mês mais frio superior a 18 °C, com

um pequeno período de seca. No restante da Zona da mata e litoral e parte de agreste mais úmido, o clima é tropical com chuvas de outono-inverno (As'), com uma estação seca bem definida. No agreste e no sertão, a classificação climática compreende os tipos mais secos (B), BSsh' e BSs'h', nos quais a evaporação excede a precipitação pluviométrica, com verão seco (s) e temperatura média anual (h) superior a 18°C. Nos municípios de Água Branca e Mata Grande, observa-se o clima As, mas com temperaturas mais amenas e verão seco bem definido. (EMBRAPA, 2012)

FIGURA 26– Mapa climatológico do Estado de Alagoas



Fonte: SEPLAG (2014)

4 MATERIAL E MÉTODO

A metodologia utilizada nesta pesquisa é bibliográfica e experimental. Trata-se de uma pesquisa de cunho científico que tem por objetivo desvendar e interpretar fatos inseridos em uma determinada realidade a partir de um método hipotético-dedutivo de abordagem quantitativa, ou seja, tem por objetivo a análise de dados brutos de modo que os dados numéricos sejam tratados por procedimentos estatísticos.

Os trabalhos foram desenvolvidos em quatro etapas, conforme descrito a seguir.

4.1 Coleta de dados

Nesta fase foram acessados diversos livros e artigos de pesquisas semelhantes ao tema. Foram levantados os dados de sensoriamento remoto (imagens de satélites) de todo o território do Estado de Alagoas.

Foram levantadas imagens de satélite do Modelo Digital de Elevação – MDE, em formato raster da *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM com resolução de 30m x 30m disponibilizada pelo *United States Geological Survey* - USGS e também imagens com resolução de 90m x 90m disponibilizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, a fim de obter os dados o mais próximo do real e com a melhor qualidade das imagens.

4.2 Tratamento dos Dados

No Software Quantum Gis – Qgis, as imagens, disponibilizadas no sistema de projeção Datum WGS-84 foram modificadas para o sistema de projeção Datum SIRGAS 2000 com coordenadas UTM para o fuso 24S transformando em dados planos, ou seja, projetando a imagem em dimensões planas, para assim obter dados de comprimentos e áreas o mais próximo possível do real. Após a correção do sistema de projeção foram corrigidos possíveis erros por meio da metodologia de *Fill skin* (Wang; Liu, 2018) disponível no Qgis, que se baseia no preenchimento de depressões de superfície em Modelos Digitais de Elevação - MDE, preservando a inclinação ao longo da direção de fluxo.

A partir do MDE corrigido, utilizou-se a ferramenta *System for Automated Geoscientific Analyses* – SAGA, para extrair: a direção de fluxo, a rede de drenagem, definição de bacias menores e a ordem do curso d'água, dados necessários para uma análise hidrológica.

Para a análise de relevo, foi utilizado o Sistema de Suporte para Análise de Recursos Geográficos – GRASS, ferramenta “*r.recode*”, para reclassificar a hipsometria das bacias a cada 50m.

Os mapas gerados foram transformados em dados vetoriais por meio do procedimento “*r. to vector*” e “*r. to line*” também no SAGA. Por meio da ferramenta “*raster calculator*” (calculadora raster) foram obtidos os seguintes parâmetros: comprimento dos rios, comprimento do rio principal, área das bacias, perímetro, área entre curvas de nível e comprimento das curvas de nível, necessários para os cálculos dos parâmetros que caracterizam a fisiografia das bacias quanto à forma, à drenagem e ao relevo.

4.3 Mapas temáticos

Os mapas de regiões hidrográficas homogêneas foram elaborados através do software TerraView, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DPI/INPE). O TerraView é um aplicativo construído usando uma biblioteca (TerraLib), contendo as principais funções de um Sistema Geográfico de Informação de propósito geral: visualização de dados matriciais e vetoriais, gerência de um banco de dados geográfico construído sobre diferentes gerenciadores, álgebra vetorial de mapas, processamento de imagens, edição vetorial, impressão de produtos cartográficos, entre outros, (INPE, 2018).

Além disso, funcionalidades específicas são acrescentadas na forma de "plugins" opcionais (por exemplo, algoritmos não triviais de estatística espacial, como a ferramenta Skater utilizada nesse trabalho), incorporados ao TerraView.

O Estado de Alagoas é dividido, pela metodologia de Pfafstetter, em duas vertentes: Atlântica e São Franciscana. Nesse trabalho, as bacias também foram estudadas separadamente por vertente, considerando as diferentes características das bacias de cada vertente.

Nesta pesquisa, está sendo proposta uma regionalização do estado de Alagoas, utilizando-se como critérios (atributos) além da contiguidade, a morfometria das bacias hidrográficas caracterizada por parâmetros de forma, de drenagem e de relevo.

Inicialmente foram elaborados os mapas temáticos considerando cada parâmetro (de forma, de drenagem ou de relevo) isoladamente a fim de visualizar as diferenças porventura existentes nos mapas gerados e perceber quais parâmetros apresentavam maior sensibilidade na definição de regiões com características similares. O software permite definir o número de regiões homogêneas (agrupamentos) a serem gerados. Foram feitas simulações de resultados considerando uma variação de 3 a 12 agrupamentos, escolhendo-se o número de regiões que correspondesse aos melhores agrupamentos.

Na etapa seguinte, foram elaborados os mapas temáticos considerando um parâmetro para cada característica (forma, drenagem e relevo) a fim de determinar a combinação de parâmetros

que melhor permitisse uma definição das regiões homogêneas. Todas as atividades citadas consideraram as bacias separadas por vertente (São Franciscana e Atlântica).

Por fim, foi verificada a possibilidade de se obter as regiões homogêneas considerando simultaneamente todas as bacias hidrográficas do Estado. Para tanto, foi utilizada a metodologia explicitada anteriormente para cada vertente.

4.4 Método de regionalização

Foi utilizada a ferramenta *skater* do software TerraView para realizar a regionalização com base nos limites das bacias (divisores topográficos) que devem ser contíguas e em possíveis semelhanças nos parâmetros de forma (índice de compacidade e fator de forma); de drenagem (densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial); e de relevo (elevação média, elevação mediana e declividade média dos terrenos da bacia).

A ferramenta *skater* é uma metodologia de análise espacial de dados geográficos incorporada como um instrumento de análise do aplicativo TerraView, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, distribuída na internet com código fonte aberto e livre de licença ou restrição de uso.

Trata-se de uma situação em que temos um mapa particionado em áreas, cada uma delas com uma posição geográfica determinada, e desejamos que áreas com características semelhantes pertençam ao mesmo conglomerado espacial. (INPE, 2018, p. 8.42)

As regionalizações são feitas levando em conta critérios de homogeneidade e restrições de contiguidade, através de métodos estatísticos baseados em árvore de regressão e em árvores geradoras mínimas.

Regressão é uma técnica estatística que permite explorar e inferir a relação de uma variável dependente com variáveis independentes específicas. É uma das técnicas estatísticas mais utilizadas na análise de dados com o objetivo de estimar variáveis ou parâmetros desconhecidos e verificar quais covariáveis contribuem significativamente para a variável resposta.

O método de árvore de classificação e regressão (Classification and Regression Tree – CART) tem por objetivo a explicação de uma variável categórica (classificação) ou numérica (regressão) com base em um conjunto de covariáveis e das eventuais interações entre as mesmas.

O TerraView apresenta, juntamente com o mapa de regionalização para cada atributo ou grupo de atributos definidos, o gráfico denominado “Diminuição da Variância”, que permite analisar e definir o melhor número de agrupamentos (regiões) a serem considerados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

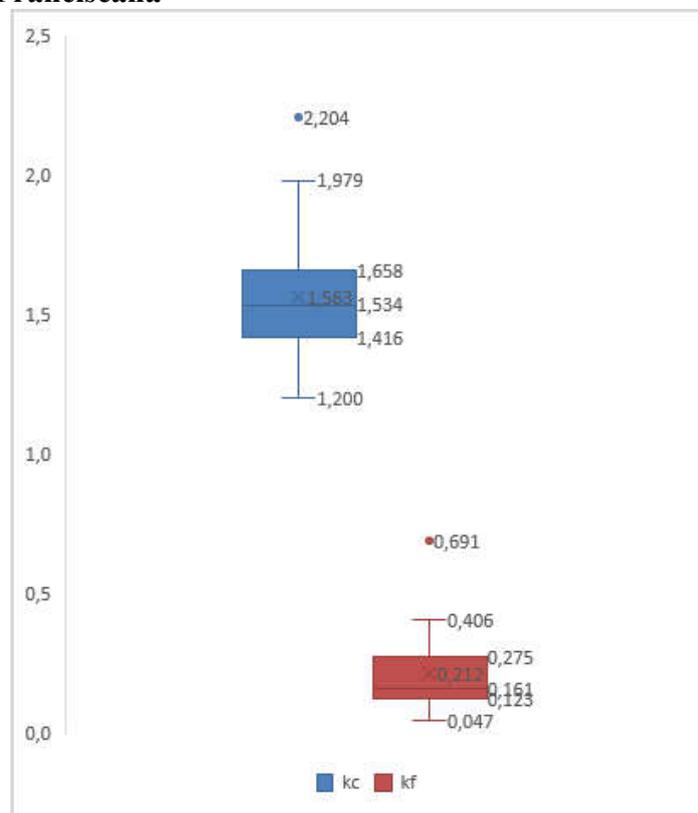
5.1 Regiões Hidrográficas Homogêneas da Vertente São Franciscana

5.1.1 Morfometria das bacias hidrográficas da Vertente São Franciscana

Para as 22 bacias da vertente São Franciscana, foram determinados os parâmetros fisiográficos conforme resultados apresentados na Tabela 1. A Tabela 2 apresenta o resumo estatístico dos parâmetros fisiográficos das bacias hidrográficas da vertente São Franciscana. A bacia hidrográfica do riacho Batinga foi excluída desta análise por apresentar parâmetros fisiográficos com valores discordantes da literatura (fator de forma acima de 1,0). A bacia do Rio Moxotó também foi excluída da análise devido a falta de dados na área pertencente ao Estado de Pernambuco. Este fato se deve à inconsistência dos dados dessa bacia causada pela inexistência, na imagem, da rede de drenagem dessa área do delta do São Francisco.

Em relação à forma das bacias dessa vertente, os parâmetros índice de compacidade (K_c) e fator de forma (K_f) apresentaram as estatísticas resumidas no gráfico de caixa (boxplot) da Figura 27.

FIGURA 27 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de forma das bacias da vertente São Franciscana



Fonte: VIEIRA (2019)

Tabela 1 – Parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente São Franciscana

Bacia Hidrográfica	Área (m ²)	Perímetro (m)	Comprimento axial (m)	Comprimento total (m)	K _c	K _f	Densidade drenagem (Km/Km ²)	Extensão média (Km)	Elevação média (m)	Elevação mediana (m)	Declividade média (%)
Maxixe	332973049,336	77722,428	28664,941	203608,259	1,202	0,405	0,611	0,409	282,299	291,740	8,49
Cruz	141760861,518	61985,411	22890,850	82007,007	1,469	0,271	0,578	0,432	259,413	267,619	9,96
Olho d'Água	84223525,370	39051,004	16203,008	43717,030	1,200	0,321	0,519	0,482	213,221	219,366	12,28
Uruçu	132309024,348	64742,190	24886,876	84220,557	1,588	0,214	0,637	0,393	229,995	231,845	11,68
Talhada	634351225,842	138458,142	63288,163	353502,375	1,551	0,158	0,557	0,449	330,923	293,428	13,32
Boa Vista	144535966,490	63391,087	23352,043	115894,381	1,487	0,265	0,802	0,312	193,023	203,807	15,43
Capiá	2432041658,715	251930,337	111468,441	2405006,548	1,441	0,196	0,989	0,253	334,833	323,831	10,04
Bobó	113721936,809	57423,497	19909,414	83451,420	1,519	0,287	0,734	0,341	141,387	194,155	17,62
Riacho Grande	569603076,443	147267,024	58925,216	409994,877	1,741	0,164	0,720	0,347	268,063	273,258	13,61
Boqueirão	253303257,576	92140,281	43856,587	448285,623	1,633	0,132	1,770	0,141	220,088	217,007	15,52
Farias	331247869,832	106652,099	48961,067	614887,944	1,653	0,138	1,856	0,135	211,797	203,189	12,24
Tapuio	100694590,465	50371,138	23934,099	175847,212	1,416	0,176	1,746	0,143	94,652	104,837	13,42
Jacaré	418302128,501	121422,321	52527,760	904418,983	1,675	0,152	2,162	0,116	157,747	156,445	10,91
Ipanema	7937824052,927	604108,453	263274,043	7953696,829	1,913	0,115	1,002	0,250	420,045	405,741	10,53
Jacobina	154711201,680	64654,647	19512,234	157002,037	1,466	0,406	1,015	0,246	137,331	145,775	15,98
Traipu	2775454304,210	303705,360	137196,433	3067176,000	1,626	0,147	1,105	0,226	243,518	232,819	11,35
Cedro	171415946,035	59587,860	15751,999	205999,560	1,284	0,691	1,202	0,208	122,068	112,093	18,59
Tibiri	132023993,877	55629,962	35364,569	85299,543	1,366	0,106	0,646	0,387	88,003	79,177	15,29
Itiúba	475549184,176	109414,454	61516,599	537562,541	1,415	0,126	1,130	0,221	112,418	111,751	12,53
Boacica	821320478,303	157326,120	93358,260	739099,752	1,549	0,094	0,900	0,278	112,703	104,027	11,75
Perucaba	646414416,264	198606,450	116851,960	476387,067	2,204	0,047	0,737	0,339	146,618	135,429	10,22
Piauí	1126135306,045	235411,272	133429,670	858198,005	1,979	0,063	0,762	0,328	110,043	101,295	8,64
Batinga	161308497,922	56440,060	5398,444	-	1,254	5,535	-	-	-	-	-

Fonte: VIEIRA (2019)

Tabela 2– Estatísticas dos parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente São Franciscana

Estatística	K_c	K_f	Densidade de Drenagem (km/km²)	Extensão Média (km)	Elevação Média (m)	Elevação Mediana (m)	Declividade Média (%)
Média	1.563	0.212	1.008	0.292	201.372	200.393	12,70
Mediana	1.534	0.161	0.851	0.295	202.410	203.498	12,26
Desvio padrão	0.242	0.146	0.470	0.108	89.254	85.826	2,77
Coef. de Variação	0,155	0,686	0,466	0,370	0,443	0,428	0,218
Curtose	1.287	4.564	0.602	-0.983	0.050	-0.162	-0,402
Assimetria	0.934	1.896	1.242	-0.025	0.742	0.534	0,505
Mínimo	1.200	0.047	0.519	0.116	88.003	79.177	8,49
Máximo	2.204	0.691	2.162	0.482	420.045	405.741	18,59
Contagem	22	22	22	22	22	22	22

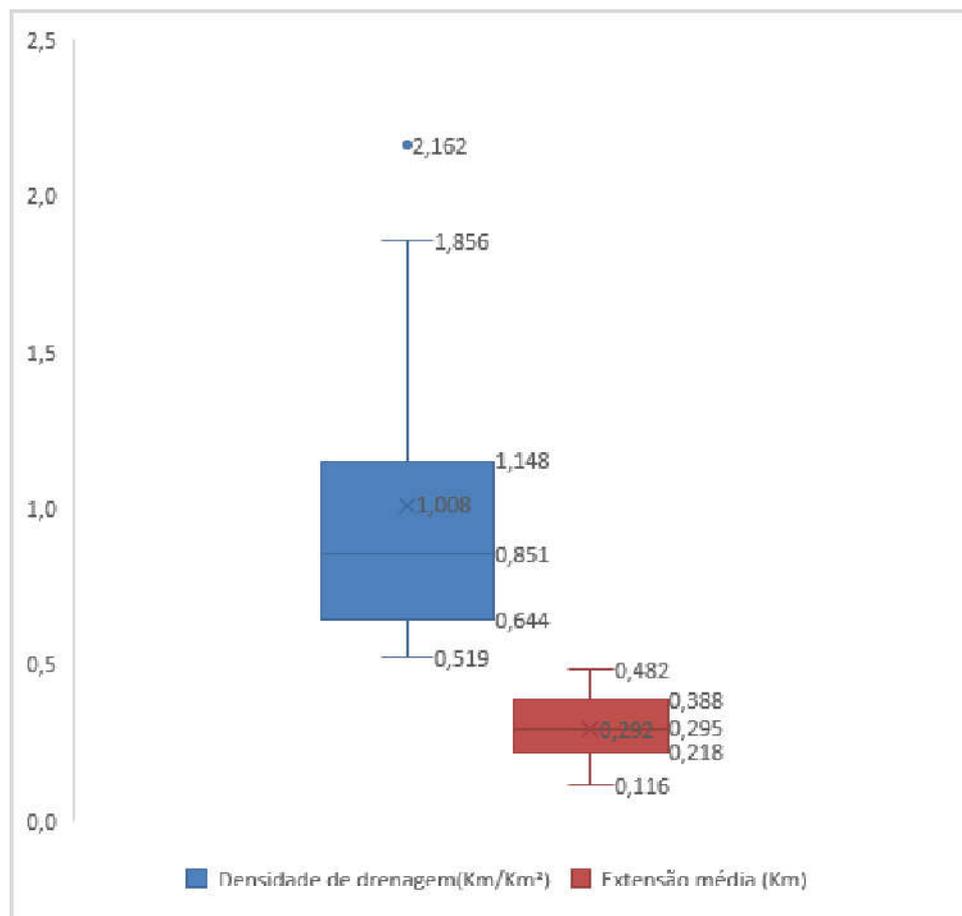
Fonte: VIEIRA (2019)

Obs.: No cálculo das estatísticas dos parâmetros morfométricos não foi considerada a bacia hidrográfica do rio Batinga pela indefinição da sua rede de drenagem e hipsometria, impossibilitando a obtenção da densidade de drenagem, extensão média do escoamento superficial, elevações média e mediana e declividade média da bacia.

Em relação ao Índice de Compacidade, o gráfico de caixa da Figura 27 destaca as bacias dos rios Piauí ($K_c = 1,979$) e Perucaba ($K_c = 2,204$), este último considerado um valor atípico máximo. Quanto ao Fator de Forma, o Rio Perucaba também é destacado no boxplot quanto ao valor mínimo desse parâmetro ($K_f = 0,047$), enquanto o rio do Cedro apresenta-se com valor atípico máximo ($K_f = 0,691$). Em ambos os gráficos de caixa, a mediana e a média são próximas, com a média ligeiramente superior à mediana, mostrando que apenas pouco mais da metade das bacias dessa vertente apresentam os valores dos parâmetros (K_c e K_f) abaixo da média. A Tabela 2 mostra que esses parâmetros apresentam assimetria e curtose positivas, correspondendo a uma maior concentração de baixos valores dos parâmetros e uma distribuição de frequência com picos, respectivamente.

Com relação ao sistema de drenagem das bacias, o gráfico de caixa da Figura 28 resume as estatísticas referentes à densidade de drenagem e à extensão média do escoamento superficial.

FIGURA 28 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de drenagem das bacias da vertente São Franciscana



Fonte: VIEIRA (2019)

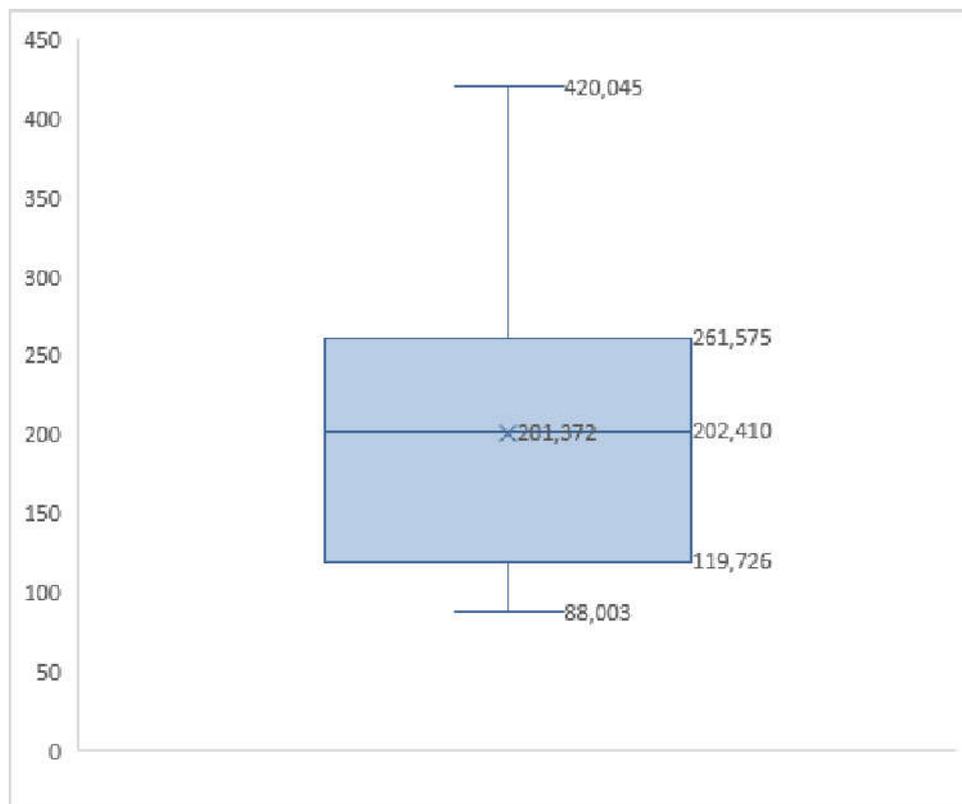
A bacia do rio Jacaré apresenta valor atípico máximo da densidade de drenagem em relação às demais bacias da vertente São Franciscana ($D_d = 2,162 \text{ km/km}^2$). O gráfico de caixa mostra valor da média desse parâmetro superior à mediana, correspondendo à maioria das bacias com densidade de drenagem abaixo da média.

A assimetria e a curtose são positivas para a densidade de drenagem (Tabela 2), correspondendo à maior concentração de valores menores e uma distribuição de frequência com picos, respectivamente.

O gráfico de caixa do parâmetro Extensão Média não apresenta valores atípicos e a média e mediana são praticamente iguais, fato estatisticamente comprovado pelo valor da assimetria próximo de zero (Tabela 2). A curtose negativa para esse parâmetro mostra uma distribuição de frequências sem picos (platicúrtica).

Na análise estatística do relevo das bacias hidrográficas foram considerados três parâmetros: Elevação média; Elevação mediana e Declividade média da bacia. O gráfico de caixa da Figura 29 resume as estatísticas referentes à elevação média dos terrenos da bacia, mostrando valores da média e da mediana bem próximos, porém com assimetria positiva. Não há valores atípicos.

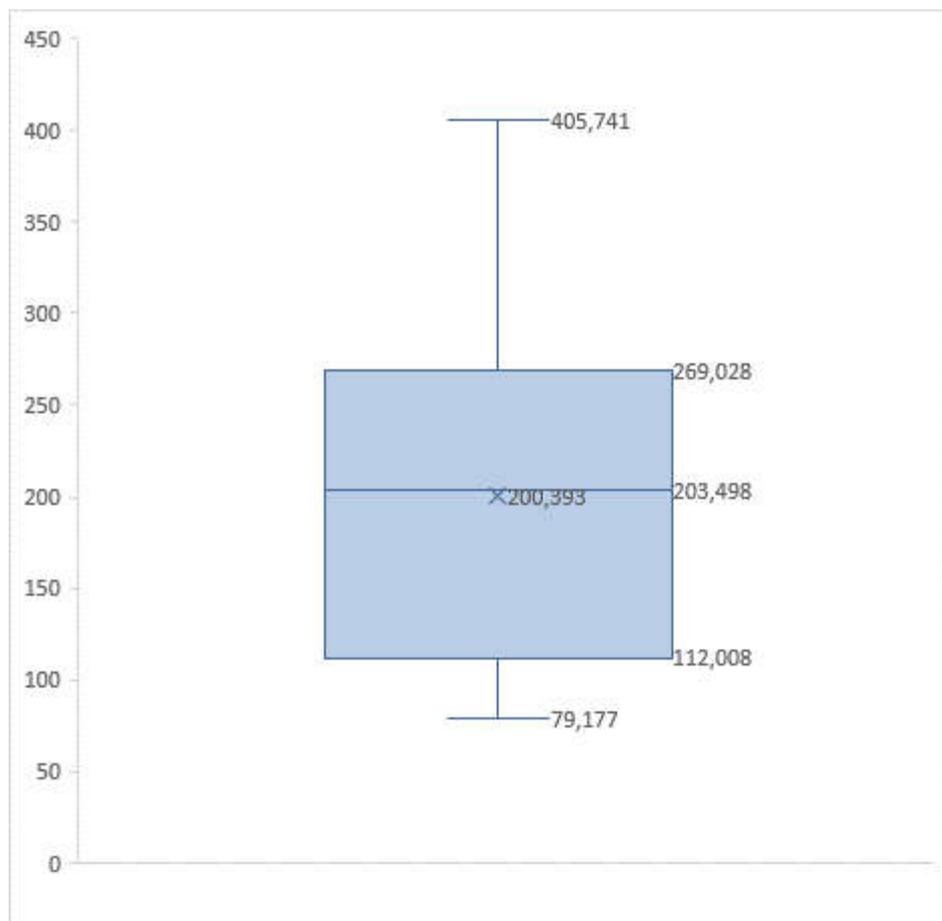
FIGURA 29 – Gráfico Boxplot das elevações médias das bacias da vertente São Franciscana



Fonte: VIEIRA (2019)

As estatísticas da elevação mediana são caracterizadas do gráfico de caixa da Figura 30. Similarmente às elevações médias, as estatísticas da elevação mediana apresentam valores da média e da mediana bem próximos, também com assimetria positiva. A curtose é negativa, porém próxima de zero, não se diferenciando do parâmetro anterior. Valores atípicos também não foram registrados.

FIGURA 30 – Gráfico Boxplot das elevações medianas das bacias da vertente São Franciscana



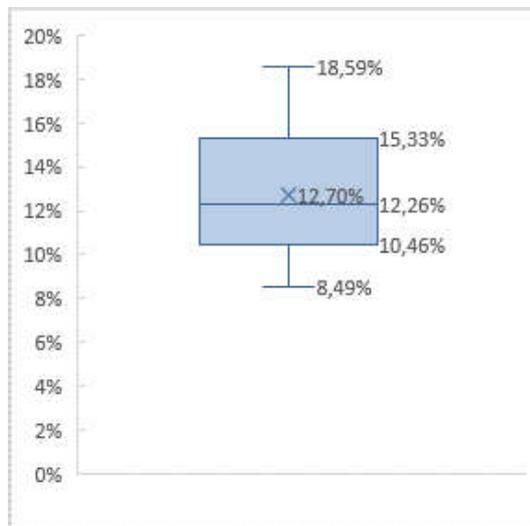
Fonte: VIEIRA (2019)

Por fim, as estatísticas da declividade média dos terrenos das bacias são caracterizadas no gráfico de caixa (boxplot) da Figura 31.

Os valores da média e da mediana desse parâmetro não se diferenciam significativamente e valores atípicos também não foram registrados.

A Tabela 2 mostra valor positivo da assimetria e negativo da curtose. Assim, o histograma da distribuição da frequência das declividades das bacias da vertente São Franciscana apresentam-se assimétrico à direita e sem um pico bem definido (Apêndice A).

FIGURA 31 – Gráfico Boxplot das declividades médias das bacias da vertente São Franciscana

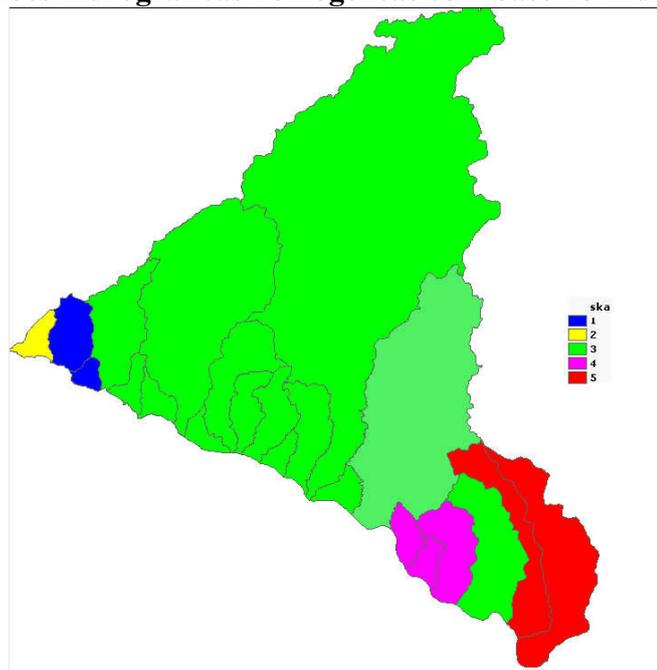


Fonte: VIEIRA (2019)

5.1.2 Regiões homogêneas da vertente São Franciscana (parâmetros individuais)

Com os parâmetros já definidos, foram elaborados os mapas para a averiguação das áreas agregadas considerando como atributo cada parâmetro individualmente e assim, definir o melhor arranjo em relação ao número de regiões homogêneas. Os melhores resultados foram obtidos ao se considerar cinco regiões a serem geradas para cada parâmetro, conforme mostram os mapas das Figuras 32 a 38.

FIGURA 32 - Regiões hidrográficas homogêneas com base no Índice de Compacidade

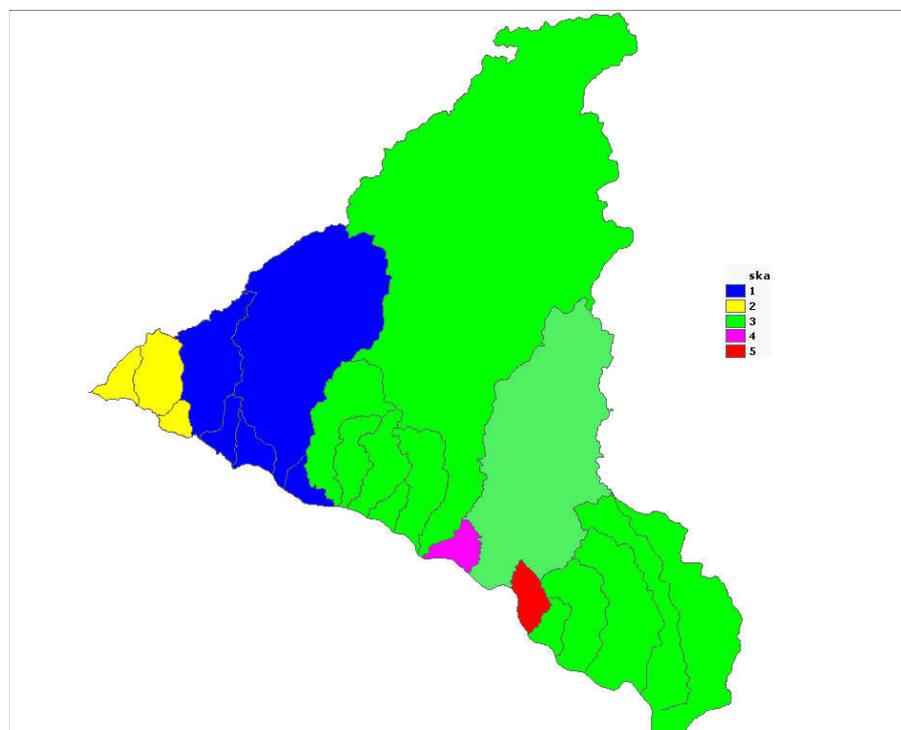


Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 32 a regionalização obtida não apresenta boa definição. As regiões 1 e 2 isolam três pequenas bacias no extremo noroeste do Estado: rio do Maxixe e riacho Olho d'Água (RH 1) e riacho Grande da Cruz (RH 2); a RH 3 agrupou 14 bacias da vertente São Franciscana e ainda circunda a RH 4 que surge isolada com três bacias hidrográficas; a RH 5 agrupa as bacias dos rios Perucaba e Piauí.

A regionalização obtida com base no fator de forma (Figura 33) também não apresenta boa definição. Embora agrupe adequadamente as bacias do extremo noroeste do Estado (RH 1 e RH 2), isola duas pequenas bacias em regiões distintas: riacho Jacobina (RH 4) e rio do Cedro (RH 5). A RH 3 envolve todas as demais bacias.

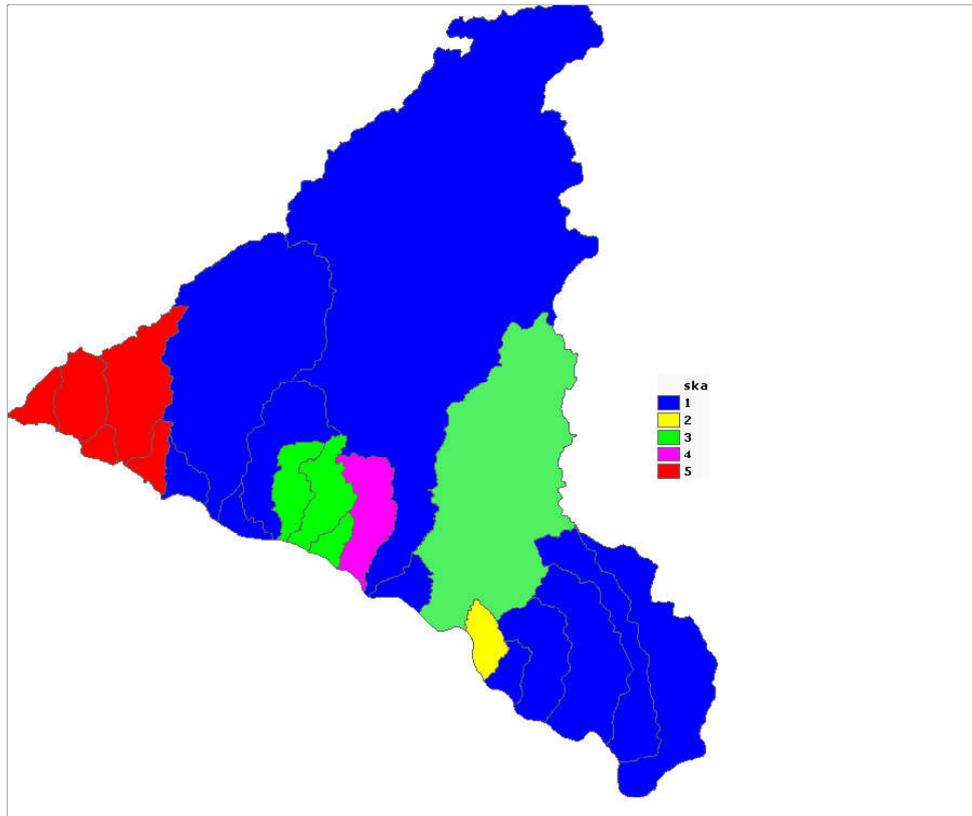
Figura 33 - Regiões hidrográficas homogêneas com base no Fator de Forma.



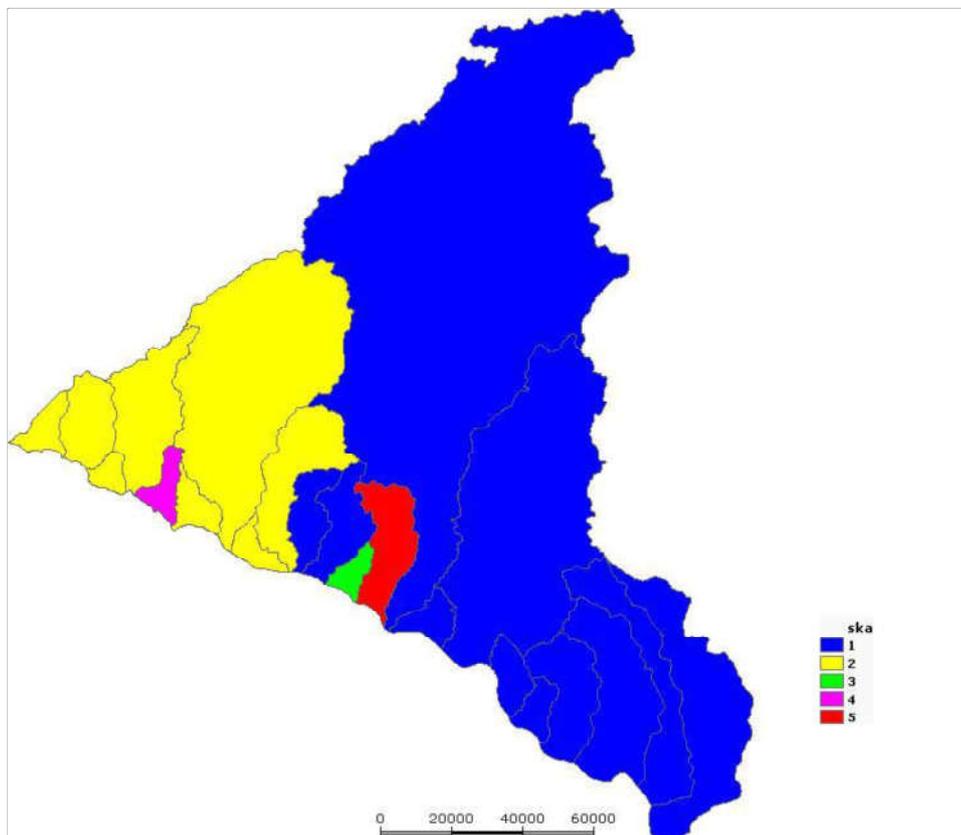
Fonte: VIEIRA (2019)

Regionalizando pela densidade de drenagem (Figura 34), o mapa resultante também não apresenta bom resultado. Apenas a RH 5 formou um grupo de cinco bacias bem aglomeradas no extremo noroeste de Alagoas. As regiões RH 1 e RH 3 aparecem divididas em áreas distintas.

Ainda em relação aos parâmetros de drenagem, os dados de extensão média do escoamento superficial não apresentaram nenhuma agregação razoável de áreas de bacias. Este fato deve se, provavelmente à pequena variabilidade desse parâmetro, (Figura 35).

FIGURA 34 - Regiões hidrográficas homogêneas com base na Densidade de Drenagem

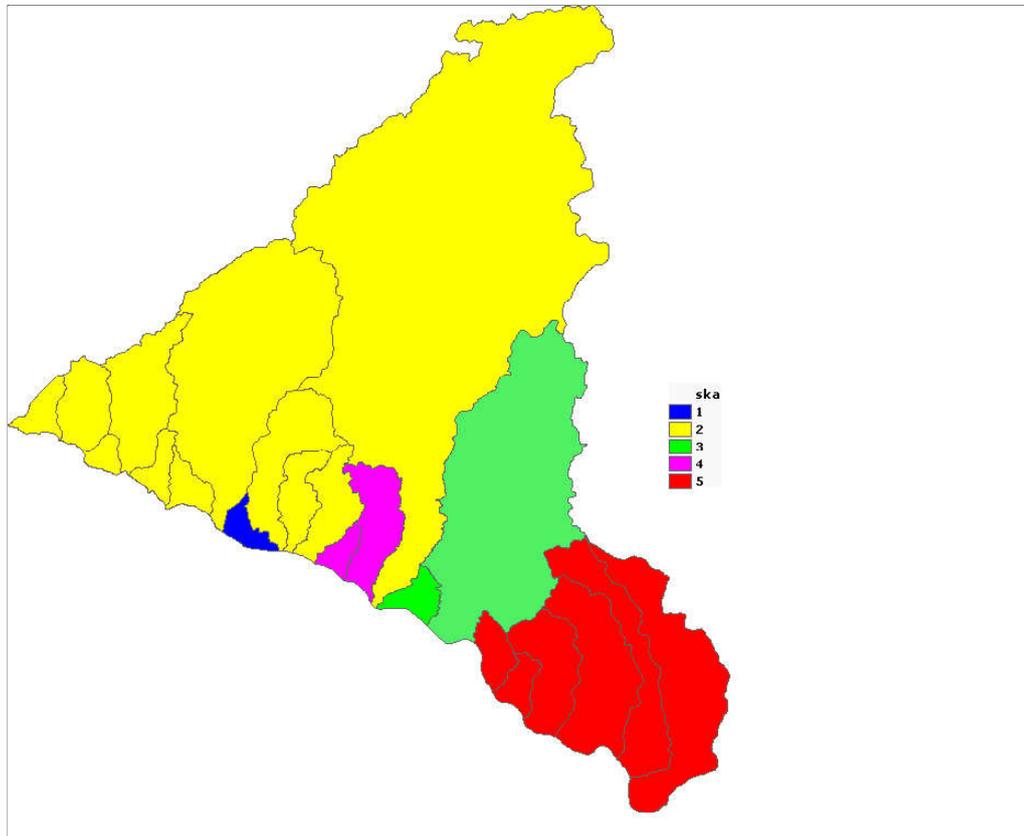
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 35 - Regiões hidrográficas homogêneas com base na Extensão Média

Fonte: VIEIRA (2019)

A figura 36 mostra a regionalização obtida com a elevação média da bacia, mostrando também que não se obteve uma boa definição de regiões. As regiões RH 1 e RH 4 são isoladas pela RH 2 que agrega a maioria das bacias.

FIGURA 36 - Regiões hidrográficas homogêneas com dados de Elevação Média

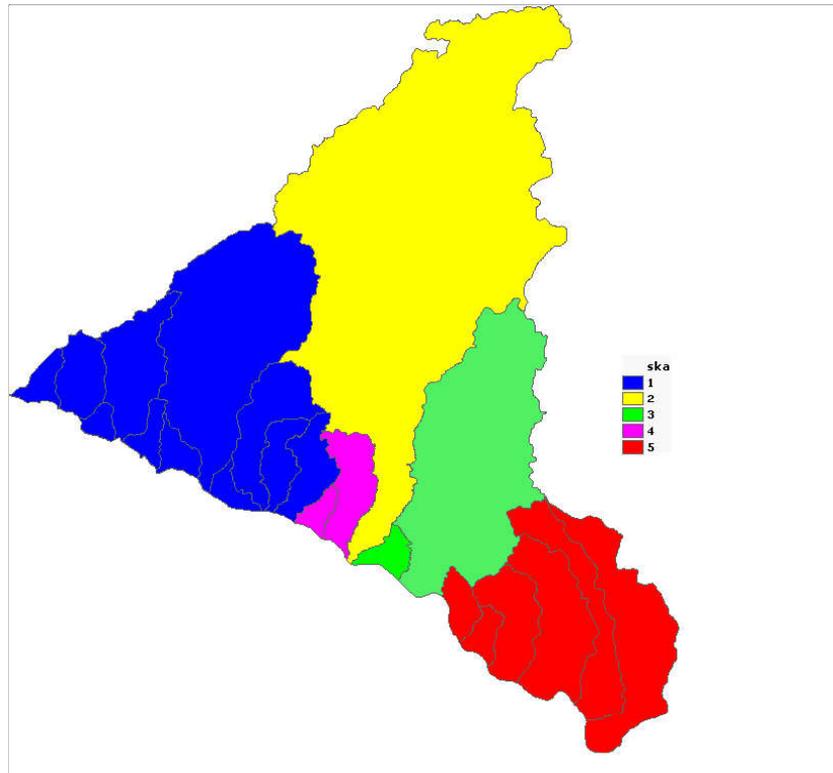


Fonte: VIEIRA (2019)

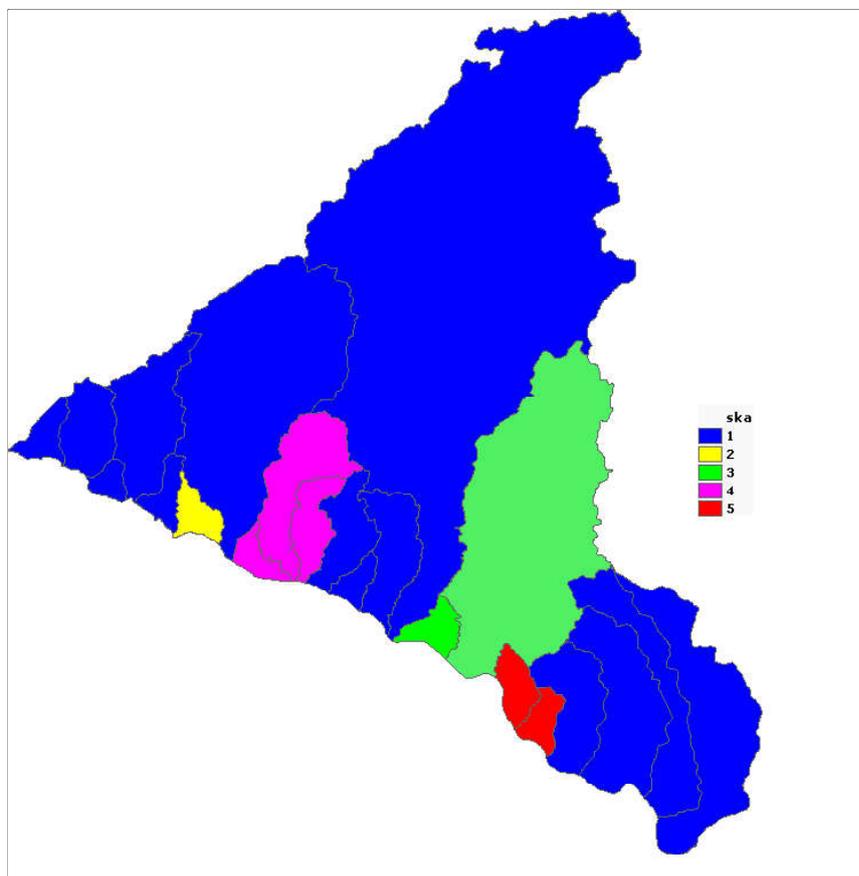
A melhor regionalização é obtida ao utilizar como atributo a elevação mediana das bacias (Figura 37). As cinco regiões definidas são: RH 1, formada pelas bacias do riacho Grande da Cruz, rio do Maxixe, riacho Olho d'Água, riacho Talhada, riacho Uruçu, rio Boa Vista, rio Capiá, rio Bobó, riacho Grande, rio Boqueirão e rio Farias; RH 2, com apenas a bacia do rio Ipanema; RH 3, as bacias do riacho Jacobina e do rio Traipu; RH 4, rios Tapuio e Jacaré; e RH 5, rio do Cedro, Tibiri, Itiúba, Boacica, Perucaba e Piauí.

Finalizando, a figura 38 mostra a regionalização obtida com a declividade média da bacia, mostrando também que não se obteve uma boa definição de regiões homogêneas. A região RH 1, agregando a maioria das bacias da vertente, fica dividida em duas áreas sem vizinhança além de envolver as regiões RH 2 e RH 4.

Observa-se que, excetuando-se o parâmetro elevação mediana, os mapas confeccionados com os demais parâmetros físicos considerados individualmente não mostram agrupamentos bem definidos.

FIGURA 37 - Regiões hidrográficas homogêneas com dados de Elevação Mediana

Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 38 - Regiões hidrográficas homogêneas com dados de Declividade Média

Fonte: VIEIRA (2019)

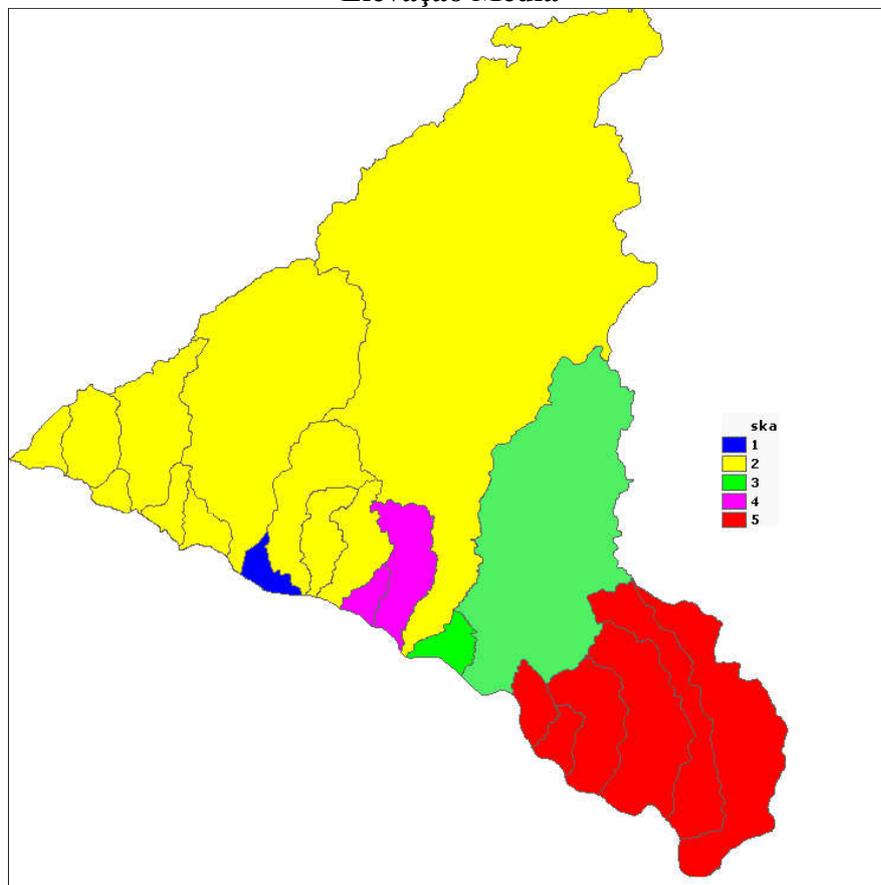
5.1.3 Regionalização da vertente São Franciscana com três características fisiográficas

Na sequência, e para melhor caracterizar grupos de bacias em regiões hidrográficas homogêneas levando em consideração todas as características fisiográficas das bacias, foram elaborados mapas com um parâmetro de cada classe (forma, drenagem e relevo). Na definição do número de regiões, os melhores resultados foram obtidos ao se considerar cinco regiões a serem geradas para cada conjunto de parâmetro.

As Figuras 39 a 50 apresentam as regiões homogêneas considerando como atributos combinações dos parâmetros estudados tomados 3 a 3, sendo um de cada característica (forma; drenagem e relevo).

A regionalização obtida com os parâmetros Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média (Figura 39), agrupa na RH 2 muitas bacias, isolando duas outras regiões: RH 1, formada apenas pelo rio Bobó, e a RH 4, com as bacias dos rios Tapuio e Jacaré. A região RH 3 agrupa as bacias dos rios Jacobina e Traipu e a RH 5 as bacias do baixo São Francisco: rio do Cedro, Tibiri, Itiúba, Boacica, Perucaba e Piauí.

FIGURA 39 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média



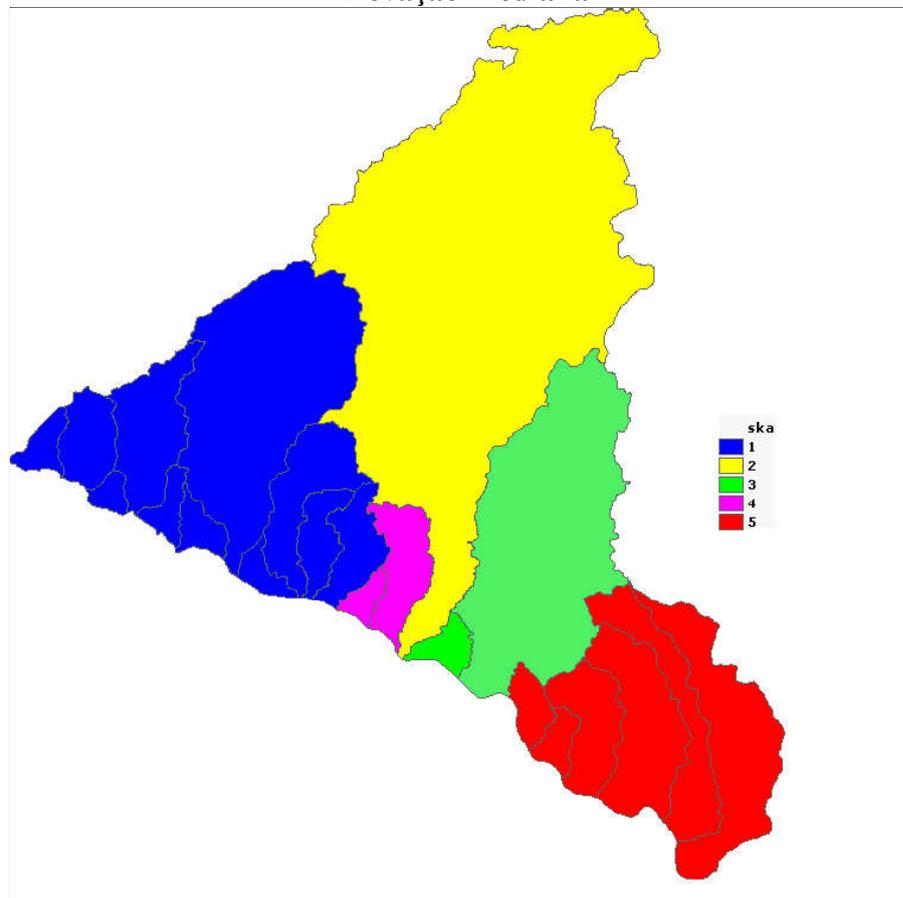
Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 40 apresenta-se uma boa regionalização ao utilizar os parâmetros: índice de compacidade, densidade de drenagem e elevação mediana como atributos. As cinco regiões definidas são: RH 1, formada pelas bacias do riacho Grande da Cruz, rio do Maxixe, riacho Olho d'Água, riacho Talhada, riacho Uruçu, rio Boa Vista, rio Capiá, rio Bobó, riacho Grande, rio Boqueirão e rio Farias; RH 2, com apenas a bacia do rio Ipanema; RH 3, as bacias do riacho Jacobina e do rio Traipu; RH 4, rios Tapuio e Jacaré; e RH 5, rio do Cedro, Tibiri, Itiúba, Boacica, Perucaba e Piauí.

Essa mesma regionalização foi obtida considerando como atributo apenas o parâmetro Elevação Mediana, conforme mostrado anteriormente no mapa da figura 37.

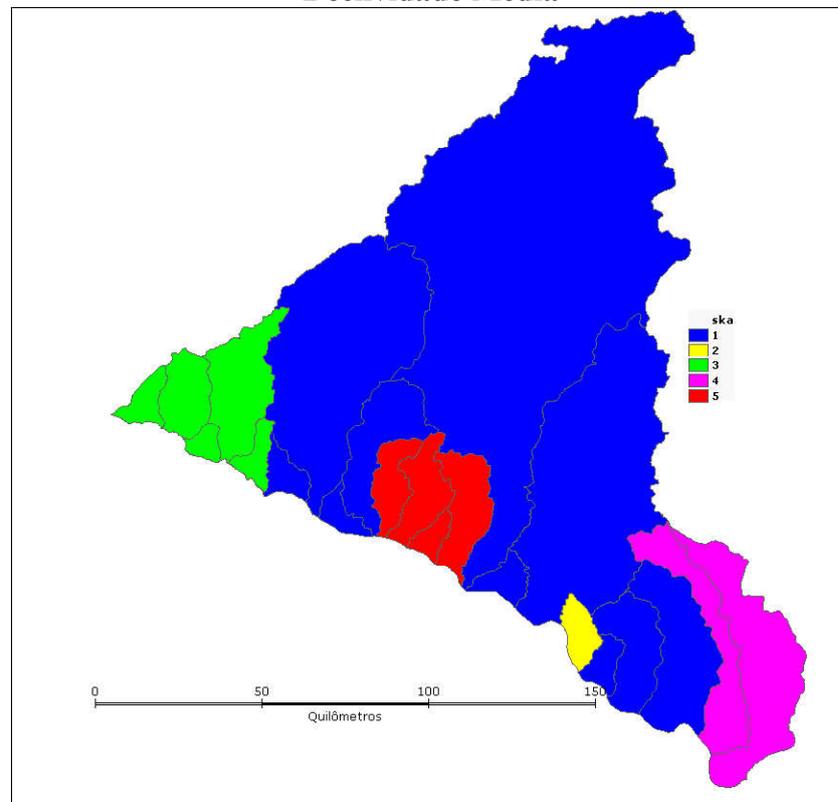
Considerando como atributos os parâmetros Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade Média, (Figura 41) o mapa apresentou a RH 1 composta por 10 bacias isolando a RH 5 Boqueirão, Farias, Tapuio, Jacaré; a RH 2 composta somente pela bacia do rio Cedro; a RH 3 composta pelos rios Riacho Grande da Cruz, Maxixe, Olho D'Água, Talhado e Uruçu; e RH 4 composta pelas bacias dos rios Perucaba.

FIGURA 40 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 41 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade Média



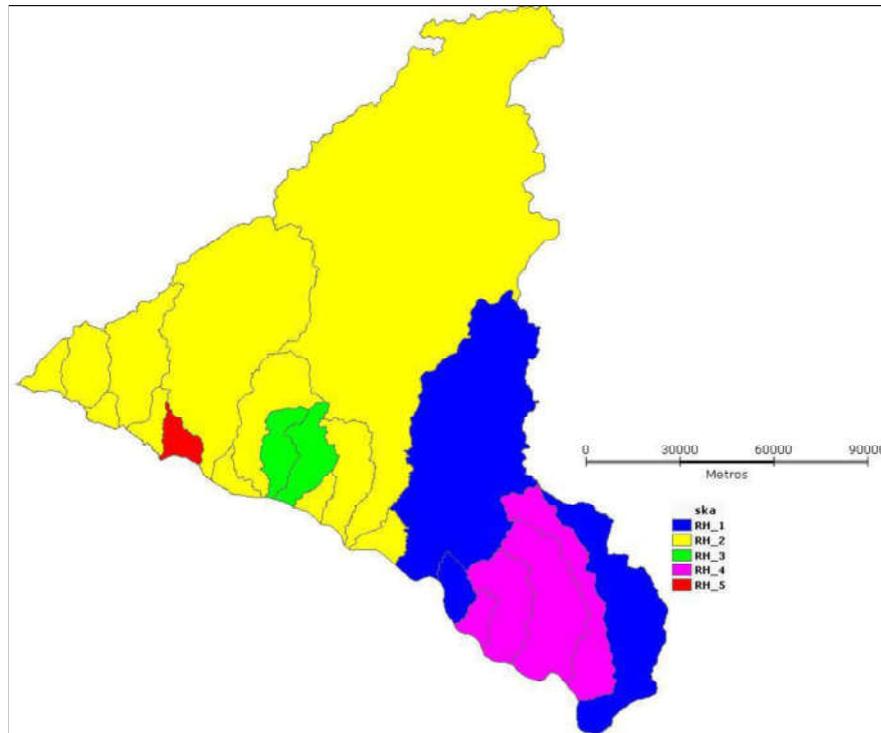
Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando os índices de compacidade, extensão média do escoamento superficial e elevação média (Figura 42) o mapa apresentou a RH 1 composta pelas bacias dos rios Traipu, Cedro e Piauí isolando a RH 4 composta pelas bacias dos rios Perucaba, Boacica, Itiúba e Tibiri; a RH 2 composta por 12 bacias isolando a RH 3 bacia dos rios Boqueirão e Farias e a RH 5 bacia do rio Boa Vista.

Considerando os índices de compacidade, extensão média e elevação mediana (Figura 43) o mapa apresentou a RH 1 composta por 14 bacias isolando a RH 2 composta pela bacia do rio Riacho Grande da Cruz e a RH 3 composta pelas bacias dos rios Boqueirão e Farias, a RH 4 composta pelas bacias dos rios composta pelas bacias dos rios Perucaba, Boacica, Itiúba e Tibiri; a RH 5 composta somente pela bacia do rio Boa Vista.

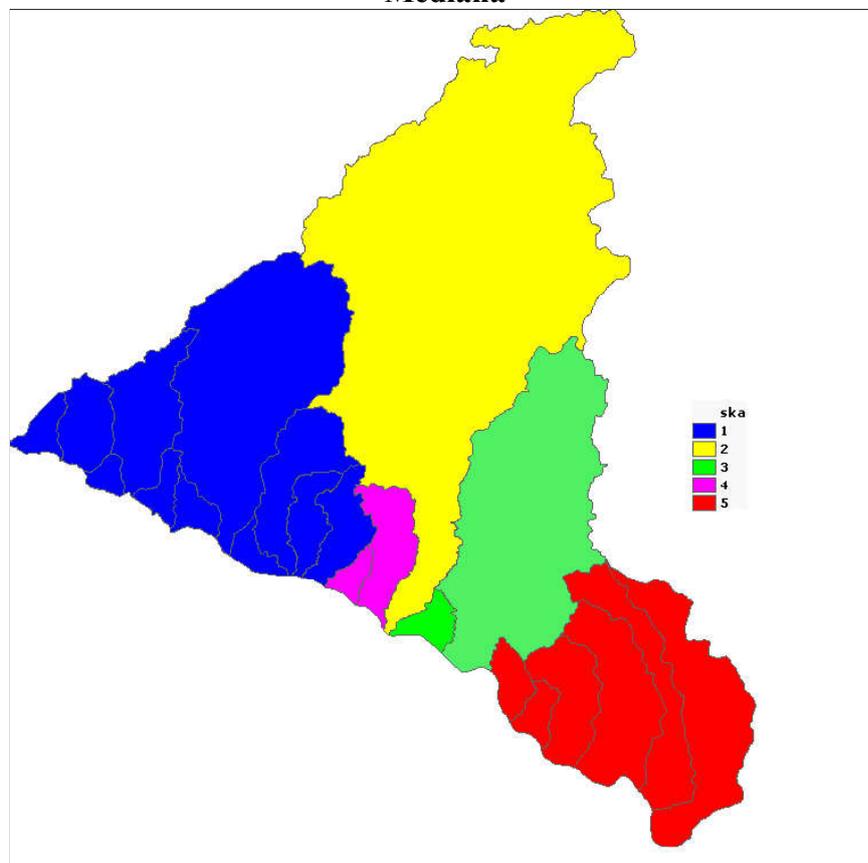
Considerando os índices de Compacidade, Extensão Média e Declividade Média (Figura 44) o mapa apresentou a RH 1 composta por 10 bacias; a RH 2 composta pela bacia do rio Tapuí, a RH 3 composta por 8 bacias; a RH 4 isolada composta pelas bacias dos rios Boa Vista e Uruçu; e a RH 5 composta somente pela bacia do rio Piauí.

FIGURA 42- Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Média



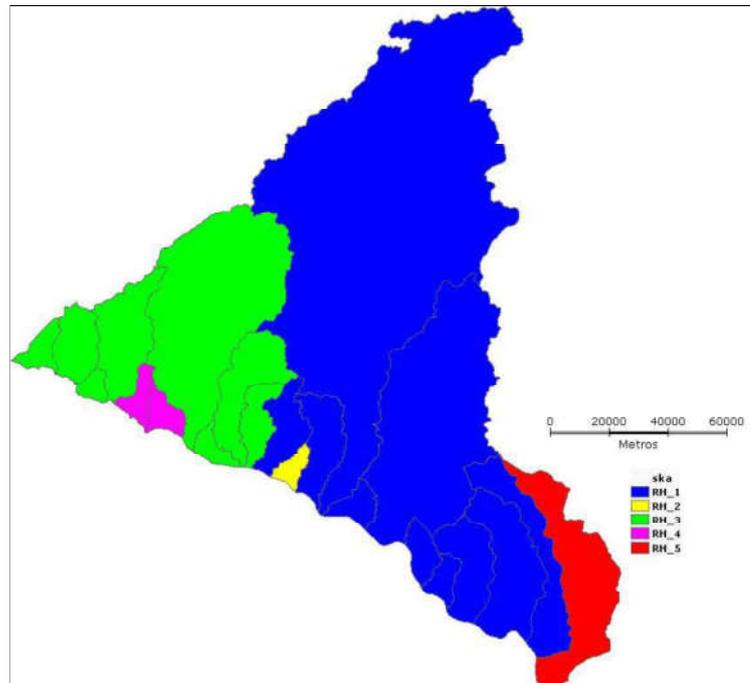
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 43 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Médiana



Fonte: VIEIRA (2019)

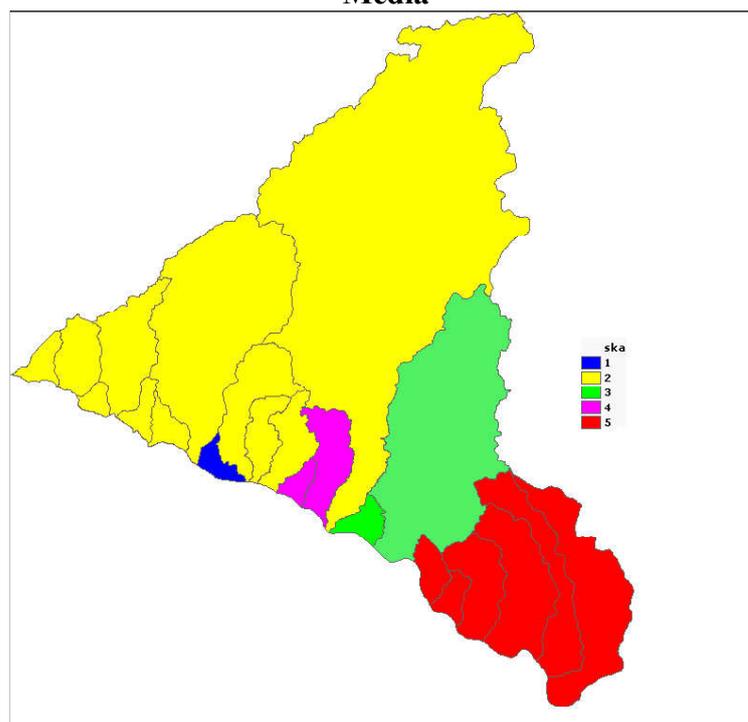
FIGURA 44 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando os atributos fator de forma, densidade de drenagem e elevação média, a regionalização resultante mostra três regiões bem definidas: RH 3, RH 4 e RH 5. No entanto, a região RH 2 isola as regiões RH 1 e RH 4, (Figura 45).

FIGURA 45 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Média



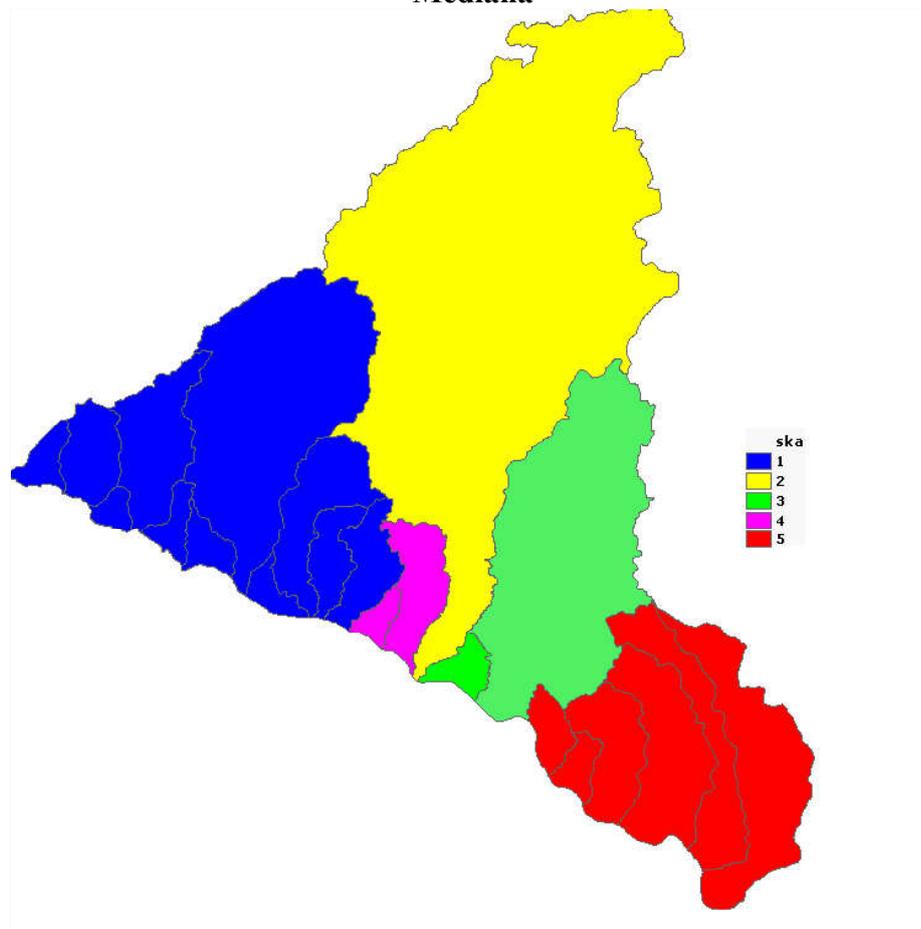
Fonte: VIEIRA (2019)

Na figura 46, considerando os atributos fator de forma, densidade de drenagem e elevação mediana, a regionalização obtida mostra os cinco agrupamentos bem definidos obtidos no mapa da Figura 36, regionalização obtida considerando como atributo apenas o parâmetro Elevação Mediana.

Salienta-se que a mesma regionalização resultou com os atributos índice de compacidade, densidade de drenagem e elevação mediana, mostrada no mapa da Figura 36.

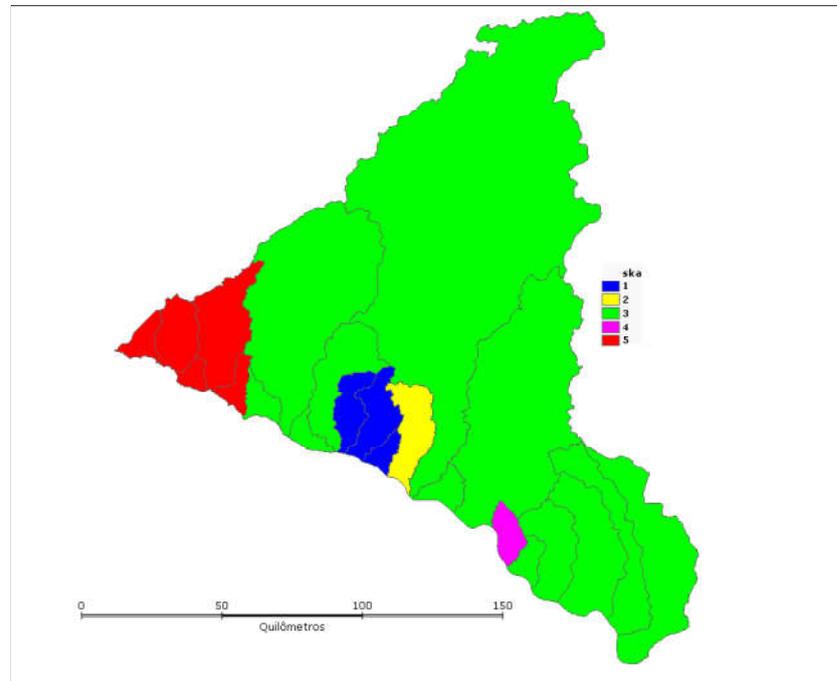
Na figura 47 a regionalização efetuada com os atributos fator de forma, densidade de drenagem e declividade média também não se mostra bem definida. A região RH 3 engloba a grande maioria das bacias e isola as regiões RH 1, RH 2 e RH 4. A região RH 5 aglomera as bacias da porção noroeste do Estado de Alagoas, conforme já ocorreu na regionalização obtida ao se utilizar os parâmetros índice de compacidade, densidade de drenagem e declividade média mostrada no mapa da Figura 39.

FIGURA 46 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

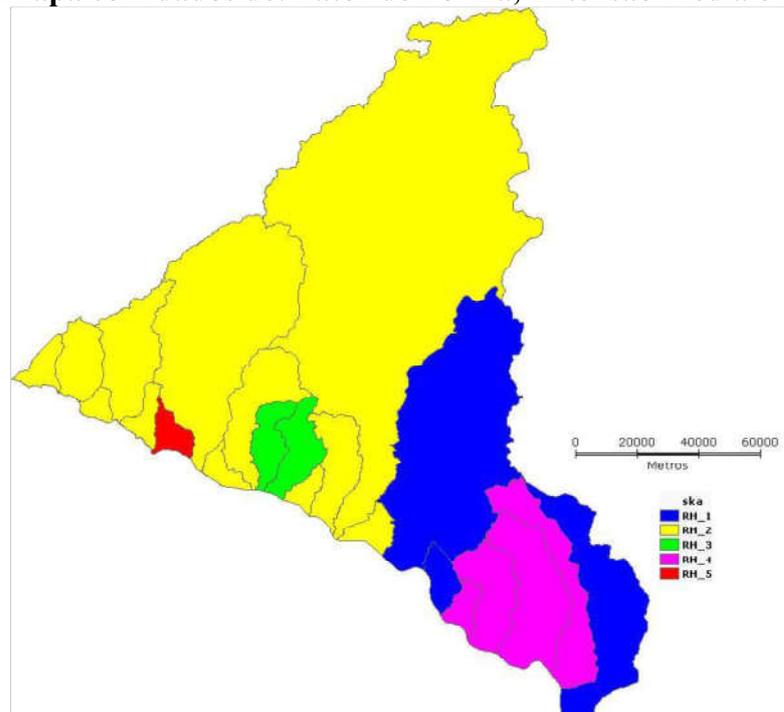
FIGURA 47 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando os índices de: fator de forma, extensão média e elevação média (Figura 48) o mapa apresentou a RH 1 composta pelas bacias dos rios Traipu, Cedro e Piauí isolando a RH 4 composta pelas bacias dos rios Perucaba, Boacica, Itiúba e Tibiri; a RH 2 composta por 12 bacias isolando a RH 3 e a RH 5.

FIGURA 48 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média

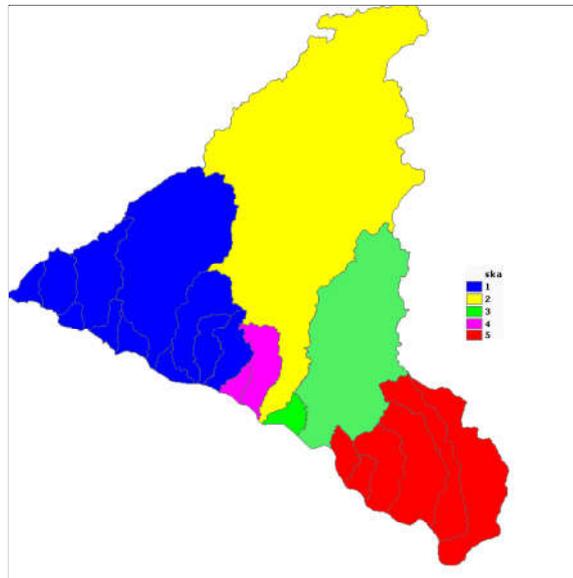


Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando o fator de forma, extensão média e elevação mediana (Figura 49) o mapa apresentou a RH 1 composta por 14 bacias isolando a RH 2 composta pela bacia do rio Riacho Grande da Cruz, a RH 3 composta pelas bacias dos rios Boqueirão e Farias, a RH 4 composta pelas bacias dos rios composta pelas bacias dos rios Perucaba, Boacica, Itiúba e Tibiri; a RH 5 composta somente pela bacia do rio Boa Vista.

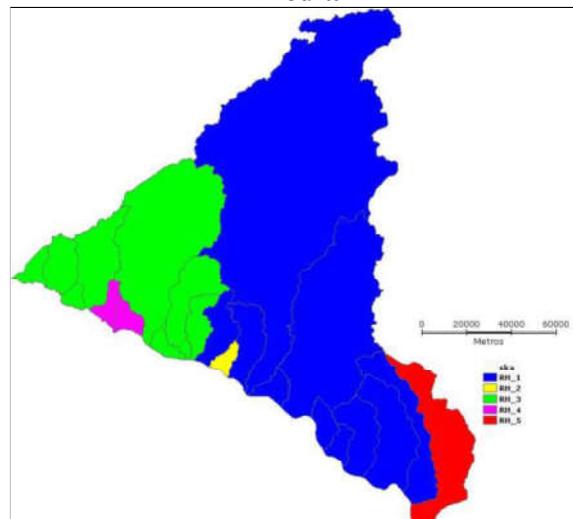
Considerando o fator de forma, extensão média e declividade média (Figura 50) o mapa apresentou a RH 1 composta por 10 bacias; a RH 2 composta pela bacia do rio Tapuio, a RH 3 composta por 8 bacias; a RH 4 isolada composta pelas bacias dos rios Boa Vista e Uruçu; e a RH 5 composta somente pela bacia do rio Piauí.

FIGURA 49 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 50 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

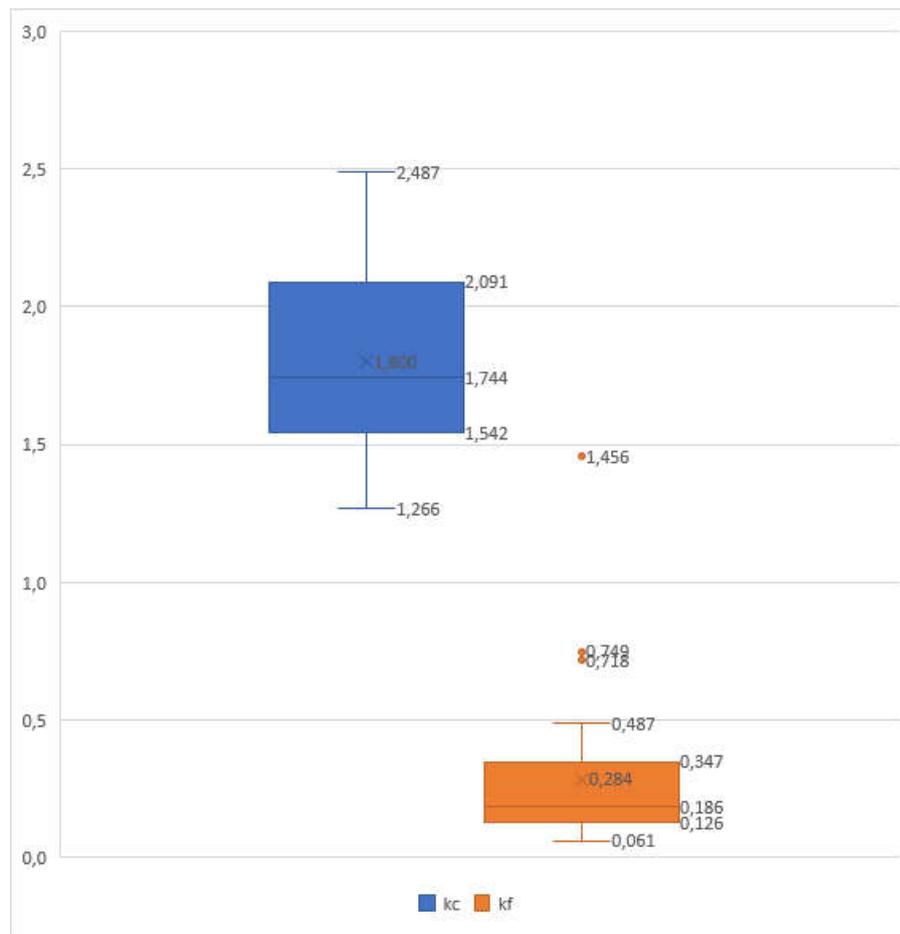
5.2 Regiões Hidrográficas Homogêneas da Vertente Atlântica

5.2.1 Morfometria das bacias hidrográficas da Vertente Atlântica

Para as 28 bacias da vertente Atlântica, foram determinados os mesmos parâmetros fisiográficos da vertente São Franciscana (Tabela 1), conforme resultados apresentados na Tabela 3. A Tabela 4 apresenta a descrição estatística dos parâmetros fisiográficos das bacias hidrográficas da vertente Atlântica. A bacia hidrográfica do riacho Jacuipe-Una foi excluída desta análise por não se dispor dos dados da bacia pertencente ao Estado de Pernambuco.

Em relação à forma das bacias dessa vertente, os parâmetros índice de compacidade (K_c) e fator de forma (K_f) apresentaram as estatísticas resumidas no gráfico de caixa (boxplot) da Figura 51.

FIGURA 51 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de forma das bacias da vertente Atlântica



Fonte: VIEIRA (2019)

Tabela 3– Parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente Atlântica

Bacia	Área (m ²)	Perímetro (m)	Comprimento Axial (m)	K _c	K _f	Comprimento Total (m)	Densidade Drenagem (km/km ²)	Extensão Média (km)	Elevação Média (m)	Elevação Mediana (m)	Declividade Média (%)
Rio Adriana	90492125,805	48155,260	24502,239	1,428	0,151	77027,971	0,851	0,294	58,000	61,000	8,35
Riacho da Barra	75542816,681	44541,173	7203,148	1,446	1,456	66190,122	0,876	0,285	39,000	35,000	8,52
Rio Camaragibe	830492175,507	243398,920	97024,038	2,383	0,088	826895,562	0,996	0,251	191,076	150,535	26,89
Rio Conduípe	157045127,330	69439,689	19163,384	1,563	0,428	109775,053	0,699	0,358	42,000	88,000	5,89
Rio Coruripe	1715927944,873	327071,878	160569,344	2,227	0,067	1633999,018	0,952	0,263	217,000	225,000	12,12
Rio Estivas	35604677,784	32885,832	8547,170	1,555	0,487	27148,550	0,762	0,328	53,550	39,873	11,88
Rio Jacarecica	33720843,495	36298,967	9820,919	1,763	0,350	54988,167	1,631	0,153	61,224	65,156	24,11
Rio Jequiá	832933273,673	198219,037	96677,920	1,937	0,089	828985,406	0,995	0,251	145,482	142,179	10,12
Rio Meirim	268080250,819	106563,084	42178,599	1,836	0,151	270486,308	1,009	0,248	95,241	100,568	22,10
Rio Mundaú	4175000278,876	438661,893	240712,238	1,915	0,072	4083419,760	0,978	0,256	372,752	374,946	17,93
Rio Niquim	136819992,905	63920,844	28711,536	1,542	0,166	137288,370	1,003	0,249	73,679	73,847	10,89
Rio Paraíba	3183539001,220	446251,563	229093,017	2,231	0,061	3193241,020	1,003	0,249	375,361	379,710	17,99
Rio Poxim	412267261,643	91154,978	42193,865	1,266	0,232	110893,992	0,269	0,929	77,319	77,717	9,42
Rio Pratygy	196975647,923	77381,589	32580,342	1,555	0,186	183373,306	0,931	0,269	88,772	92,717	18,04
Rio Reginaldo	52799519,115	62294,437	15591,815	2,418	0,217	29608,228	0,561	0,446	55,342	58,450	16,48
Rio Remédios	183942469,729	75483,722	27780,509	1,570	0,238	173776,846	0,945	0,265	77,360	77,674	11,32
Rio dos Paus	42136848,104	44035,895	17848,694	1,914	0,132	33180,235	0,787	0,317	62,521	62,374	24,29
Rio Manguaba	797231500,139	209431,192	80175,259	2,092	0,124	814975,769	1,022	0,245	92,200	90,587	22,60
Rio Maragogi	78342244,145	52294,556	20500,216	1,667	0,186	78029,672	0,996	0,251	57,007	53,124	21,98
Rio Salgado	248416580,777	96386,749	35545,260	1,725	0,197	302631,221	1,218	0,205	74,530	74,323	23,56
Rio Taboiana	86102488,802	43393,839	15161,037	1,319	0,375	72521,275	0,842	0,297	54,254	51,215	22,27
Rio Tatuamunha	295826774,872	94172,793	29545,388	1,545	0,339	301018,301	1,018	0,246	50,246	44,543	24,50
Rio Santo Antônio	941840988,189	194518,178	80616,130	1,788	0,145	951695,431	1,010	0,247	129,295	106,533	24,56
Rio São Miguel	762367862,636	243464,532	104143,478	2,487	0,070	721115,661	0,946	0,264	184,722	207,458	18,03
Rio Sapucaia	221018513,501	75279,287	26129,356	1,428	0,324	231321,620	1,047	0,239	48,128	42,563	17,53
Riacho do Silva	33807337,564	47392,173	6717,485	2,299	0,749	17093,543	0,506	0,494	49,572	46,483	21,57
Rio Sumauma	409404215,035	149755,319	51576,070	2,088	0,154	307655,349	0,751	0,333	111,734	116,868	14,63
Riacho Tabuada	106429597,412	51839,633	12173,128	1,418	0,718	102779,845	0,966	0,259	58,823	63,043	15,29

Tabela 4– Estatísticas dos parâmetros morfométricos das Bacias Hidrográficas da vertente Atlântica

Estatística	K _c	K _f	Densidade Drenagem (km/km ²)	Extensão Média (km)	Elevação Média (m)	Elevação Mediana (m)	Declividade Média (%)
Média	1,800	0,284	0,913	0,303	107,007	107,196	17,24
Mediana	1,744	0,186	0,959	0,261	74,105	75,998	17,96
Desvio padrão	0,359	0,291	0,239	0,140	88,799	89,389	6,10
Curtose	-0,962	9,387	3,649	15,583	4,474	4,673	-1,221
Assimetria	0,463	2,786	0,026	3,641	2,180	2,225	-0,227
Mínimo	1,266	0,061	0,269	0,153	39,000	35,000	5,89
Máximo	2,487	1,456	1,631	0,929	375,361	379,710	26,89
Contagem	28	28	28	28	28	28	28

Fonte: VIEIRA (2019)

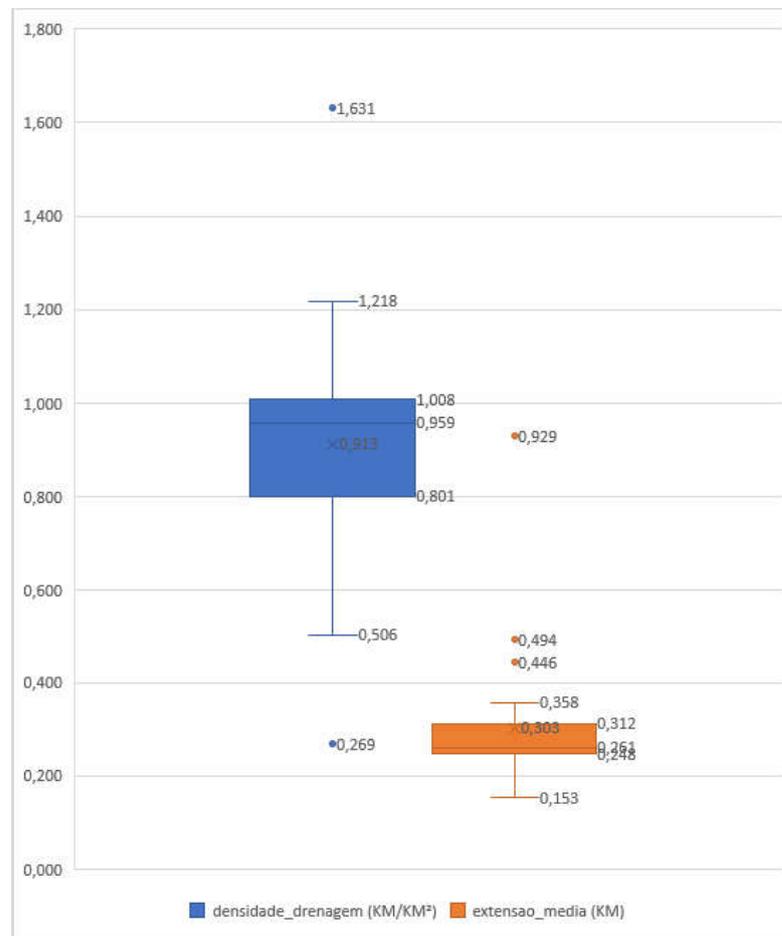
Obs.: No cálculo das estatísticas dos parâmetros morfométricos não foi considerada a bacia hidrográfica do rio Jacuipe-Una pela falta de dados, impossibilitando a obtenção da densidade de drenagem, extensão média do escoamento superficial, elevações média e mediana e declividade média da bacia.

Em relação ao Índice de Compacidade (K_c), o gráfico de caixa da Figura 51 não apresenta valores atípicos. A média e a mediana apresentam valores próximos, 1,800 e 1,744 respectivamente, mostrando que apenas pouco mais da metade das bacias dessa vertente apresentam valores de K_c abaixo da média. Quanto ao Fator de Forma (K_f), salientam-se as bacias do riacho da Barra, riacho do Silva e riacho Tabuada que se destacam no boxplot quanto aos valores máximos desse parâmetro ($K_f = 1,456$; 0,749 e 0,718, respectivamente), considerados atípicos.

A Tabela 4 mostra que tanto K_c como K_f apresentam assimetria positiva, sendo a de K_c próxima de zero (distribuição aproximadamente simétrica). Entretanto, a curtose é negativa para K_c e positiva e elevada para o parâmetro K_f , mostrando que a grande maioria das bacias apresentam K_f concentrados nos intervalos de valores mais baixos.

Com relação ao sistema de drenagem das bacias, o gráfico de caixa da Figura 52 resume as estatísticas referentes à densidade de drenagem e à extensão média do escoamento superficial.

FIGURA 52 – Gráfico boxplot dos parâmetros de drenagem das bacias da vertente Atlântica



Fonte: VIEIRA (2019)

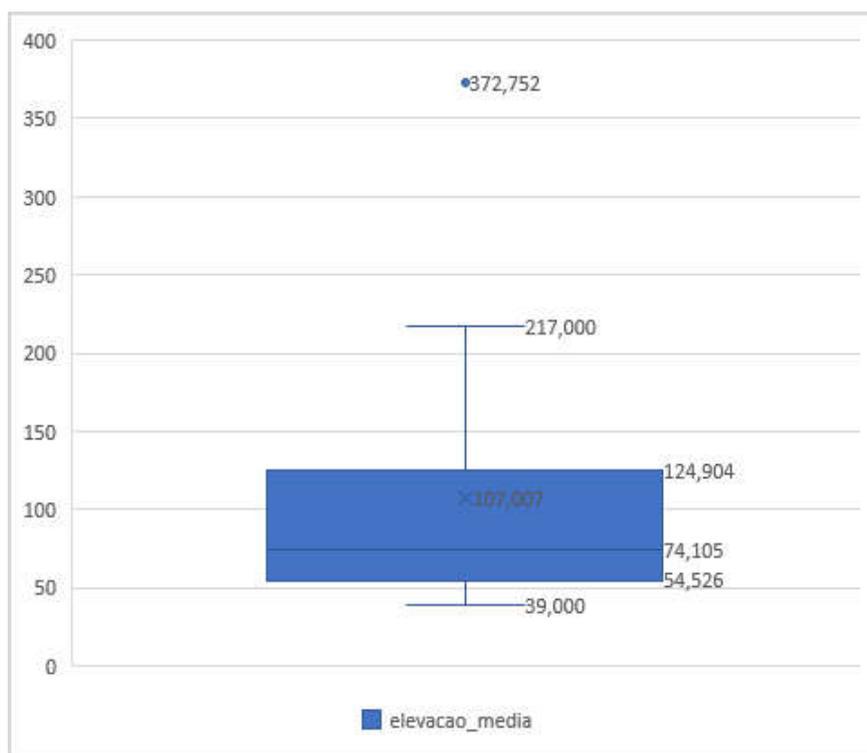
A bacia do rio Jacarecica apresenta valor atípico máximo da densidade de drenagem em relação às demais bacias da vertente Atlântica ($D_d = 1,631 \text{ km/km}^2$) e um valor mínimo atípico para a bacia do rio Poxim ($D_d = 0,269 \text{ km/km}^2$). O gráfico de caixa mostra valor da média desse parâmetro superior à mediana, correspondendo à maioria das bacias com densidade de drenagem abaixo da média.

A assimetria é praticamente nula e a curtose é positiva para a densidade de drenagem (Tabela 4), correspondendo a uma distribuição de frequência simétrica e com pico, respectivamente.

O gráfico de caixa do parâmetro Extensão Média do Escoamento Superficial apresenta três valores atípicos, Rio Poxim ($0,929 \text{ km/km}^2$), Riacho do Silva ($0,494 \text{ km/km}^2$) e Riacho Reginaldo ($0,446 \text{ km/km}^2$). A curtose e a assimetria elevadas e positivas mostram uma distribuição de frequências com pico muito acentuado e com maior concentração nos mais baixos valores desse parâmetro.

Na análise do relevo das bacias hidrográficas, o gráfico de caixa da Figura 53 resume as estatísticas referentes à elevação média dos terrenos da bacia, mostrando um valor atípico para a bacia do Rio Mundaú ($372,752 \text{ m}$). Conforme mostrado na Tabela 4, esse parâmetro apresenta assimetria e curtose positivas, correspondendo a uma distribuição de frequências assimétrica à direita e com pico.

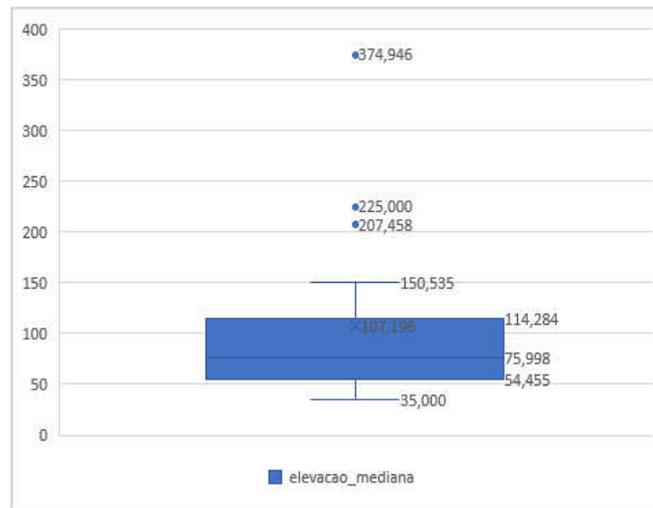
FIGURA 53 – Gráfico Boxplot das elevações médias das bacias da vertente Atlântica



Fonte: VIEIRA (2019)

As estatísticas da elevação mediana são caracterizadas no gráfico de caixa da Figura 54. Apresenta valores atípicos para os rios Mundaú (374,946 m), Coruripe (225,000 m) e São Miguel (207,458 m). Esse parâmetro também apresenta assimetria e curtose positivas (Tabela 4), correspondendo a uma distribuição de frequências assimétrica à direita e com pico.

FIGURA 54 – Gráfico Boxplot das elevações medianas das bacias da vertente Atlântica

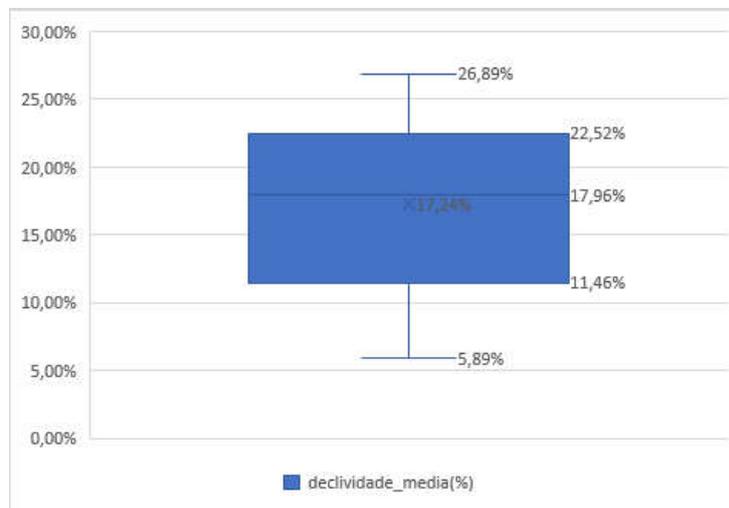


Fonte: VIEIRA (2019)

Por fim, as estatísticas da declividade média dos terrenos das bacias são caracterizadas no gráfico de caixa (boxplot) da Figura 55.

Os valores da média e da mediana desse parâmetro não se diferenciam significativamente e valores atípicos também não foram registrados. A Tabela 4 mostra assimetria próxima de zero, correspondendo a uma distribuição quase simétrica. A curtose apresenta-se negativa implicando numa distribuição sem pico.

FIGURA 55 – Gráfico Boxplot das declividades médias das bacias da vertente Atlântica



Fonte: VIEIRA (2019)

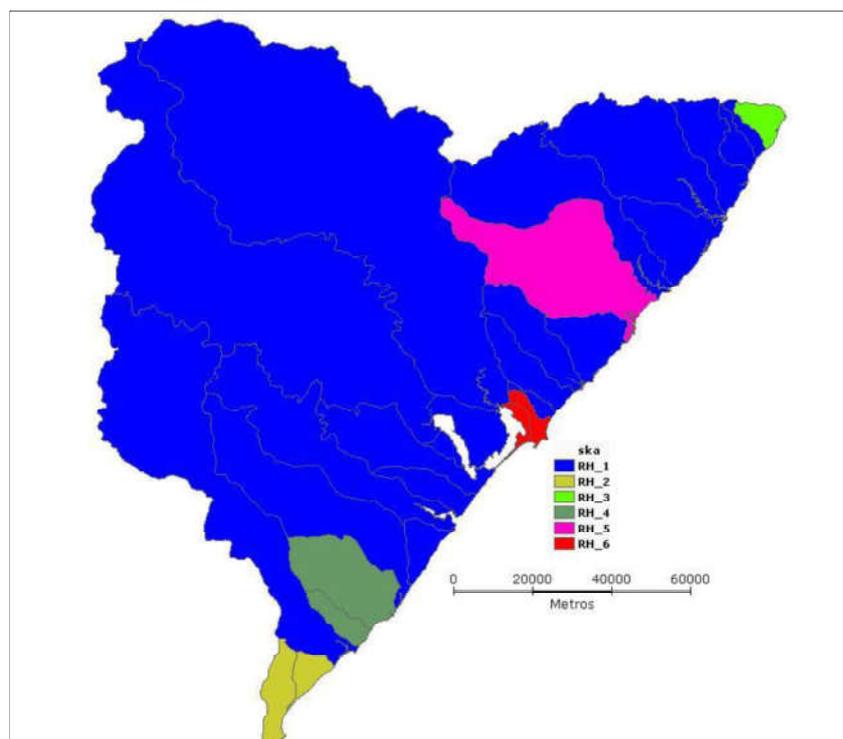
5.2.2 Regiões homogêneas da vertente Atlântica (parâmetros individuais)

Analogamente à vertente São Franciscana e com os parâmetros já definidos, foram elaborados os mapas para a averiguação das áreas agregadas na vertente Atlântica, considerando como atributo cada parâmetro individualmente e assim, definir o melhor número de regiões homogêneas a serem consideradas. Os melhores resultados foram obtidos ao se considerar seis regiões a serem geradas para cada parâmetro, cujos resultados são mostrados nos mapas das Figuras 56 a 62.

A Figura 56 evidencia que o Índice de Compacidade não contribuiu para uma boa definição da regionalização. A Região Hidrográfica 1 agregou 19 bacias deixando as RH's 3 e 5 ao norte do Estado, isoladas e compostas somente por uma bacia, Tabaiana e Camaragibe, respectivamente; a RH 2, no extremo sul, é composta pelas bacias dos rios Conduípe e Barra; a RH 4 é composta pelos rios Adriana e Poxim, também ao sul; e a RH 6 composta pelo riacho Silva e rio Jacarecica na parte central do Estado.

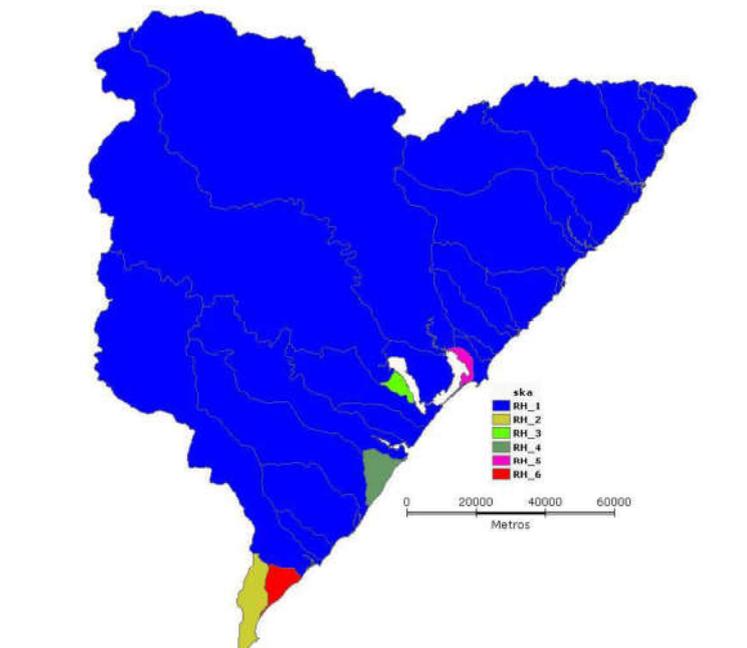
A regionalização obtida na Figura 57, tendo como atributo o fator de forma, também não apresenta boa definição. A RH 1 agrupou 23 bacias, isolando as demais regiões, onde cada uma contém uma única bacia: RH 2 (rio Conduípe), RH 3 (rio Estiva), RH 4 (rio Tabuada), RH 5 (riacho do Silva) e RH 6 (riacho da Barra).

FIGURA 56 - Mapa de regiões homogêneas do Índice de Compacidade.



Fonte: VIEIRA (2019)

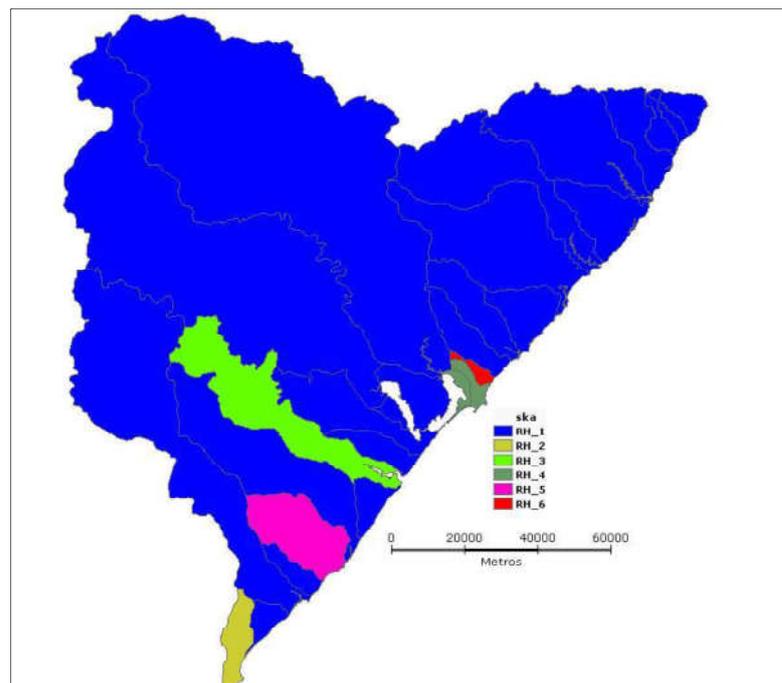
FIGURA 57 - Mapa de regiões homogêneas de Fator de Forma.



Fonte: VIEIRA (2019)

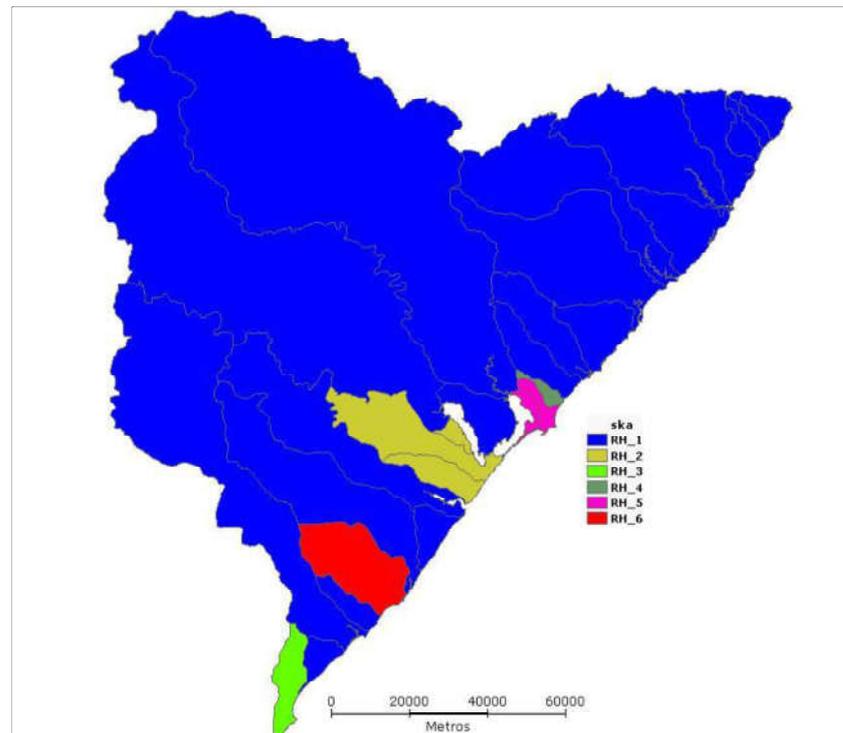
A Figura 58 mostra a regionalização elaborada considerando como atributo a densidade de drenagem. Observa-se que o mapa resultante também não apresenta bom agrupamento: RH 1 contendo 21 bacias; RH 2 contendo somente o rio Conduípe; RH 3 contendo somente o rio Jequiá; RH 4 contendo os riachos Silva e Reginaldo; RH 5 contendo somente o rio Poxim; e RH 6 somente a bacia do rio Jacarecica.

FIGURA 58 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Densidade de Drenagem



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 59- Mapa de regiões homogêneas com dados de Extensão Média



Fonte: VIEIRA (2019)

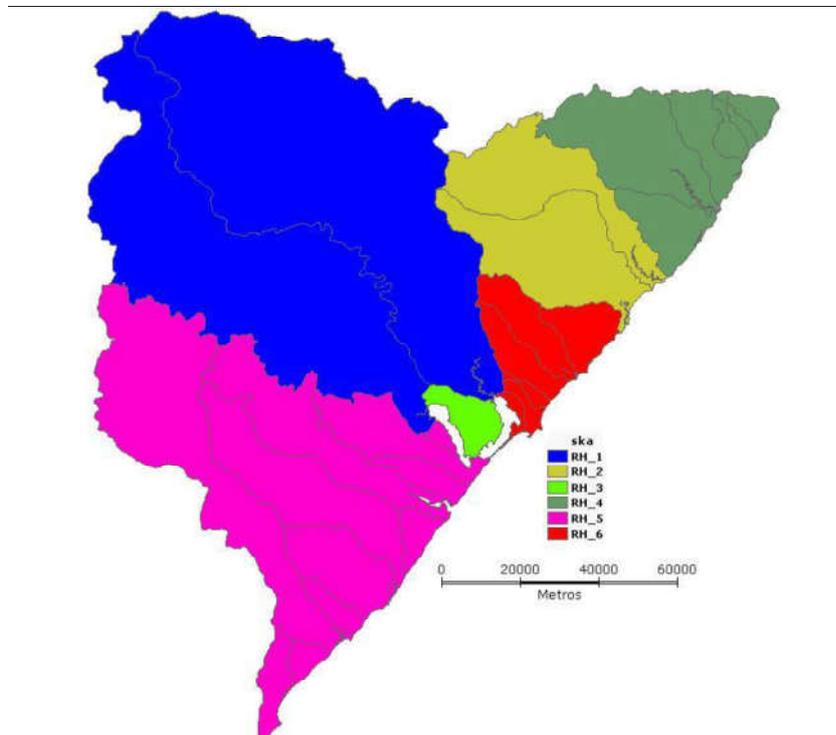
A figura 59 mostra a regionalização obtida com o parâmetro extensão média da bacia observa-se que a RH 1 agrega a maior parte das bacias deixando isoladas as outras 4RH's. RH 2 composta pelas bacias dos rios Estiva, Sumauma e Niquim; a RH 3 com o rio Conduípe; a RH 4 Jacarecica; a RH 5 com os rios Silva e Reginaldo e a RH 6 com o rio Poxim.

A figura 60 mostra a regionalização obtida com o parâmetro elevação média da bacia. Observa-se que esse atributo permitiu uma boa definição das regiões hidrográficas homogêneas da vertente Atlântica. A região RH 1 é formada pelas bacias do rio Mundaú e Paraíba; a RH 2 formada pelos rios Camaragibe e Santo Antônio; RH 3 formada pelo rio Remédios; RH 4 formada pelos rios Maragogi, Tabaiana, dos Paus, Salgado, Tatuamunha e Manguaba; RH 5 formada pelos rios Conduípe, Barra, Coruripe, Adriana, Poxim, Jequiá, Tabuada, São Miguel, Niquim e Estiva; e a RH 6 formada pelos riachos Silva e Reginaldo e pelos rios Jacarecica, Pratagy, Meirim e Sapucaia.

A regionalização obtida ao utilizar a elevação mediana como atributo (Figura 61) mostra seis regiões bem definidas, porém isola uma bacia ao sul do Estado. A bacia do riacho da Barra, correspondendo à região RH 3, é isolada e circundada pelas bacias dos rios Conduípe e Coruripe, que formam a região RH 2. As demais regiões apresentam-se bem definidas: RH 1, formada pelas bacias do rio Adriana, Poxim, Jequiá, Tabuada, São Miguel, Niquim e Estiva; RH 4, com os rios Paraíba e Mundaú; RH 5, com o Riacho dos Remédios; e a região RH 6

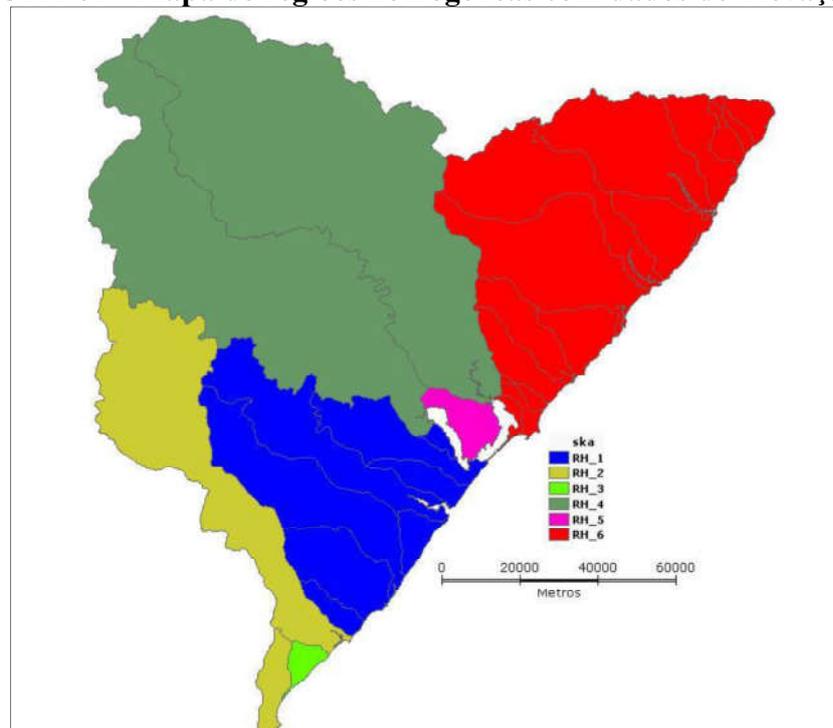
formada pelos rios Silva, Reginaldo, Jacarecica, Meirim, Pratagy, Sapucaia, Camaragibe, Santo Antônio, Tatuamunha, Manguaba, Salgado, Paus, Tabaiana e Maragogi.

FIGURA 60 - Mapa de regiões hidrográficas com dados de Elevação Média



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 61 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Elevação Mediana

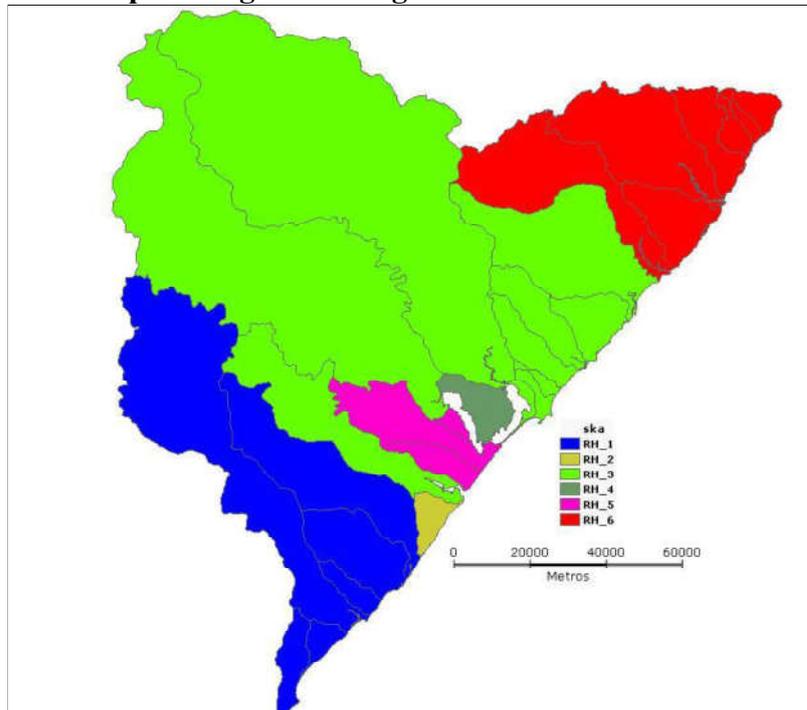


Fonte: VIEIRA (2019)

Finalizando esta etapa, a figura 62 apresenta a regionalização obtida com a declividade média da bacia, mostrando também que não se obteve uma boa definição de regiões homogêneas. A região RH 1, agregando as bacias dos rios Conduípe, Barra, Coruripe, Adriana, Poxim e Jequiá; RH 2 com o rio Tabuada; RH 3 com os rios São Miguel, Paraíba, Mundaú, Silva, Reginaldo, Jacarecica, Pratagy, Meirim, Sapucaia e Santo Antônio; RH 4 com o rio Remédios; RH 5 com os rios Niquim, Estiva e Sumauma; e RH 6 com os rios Camaragibe, Tatuamunha, Manguaba, Salgado, Maragogi, dos Paus e Tabaiana.

Observa-se que, com exceção do parâmetro Elevação Média, os mapas confeccionados com os demais parâmetros físicos considerados individualmente não mostram bons agrupamentos. Assim sendo, os agrupamentos elaborados não servem para uma análise e formação de regiões homogêneas.

FIGURA 62 - Mapa de regiões homogêneas com dados de Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

5.2.2 Regionalização da vertente Atlântica com três características fisiográficas

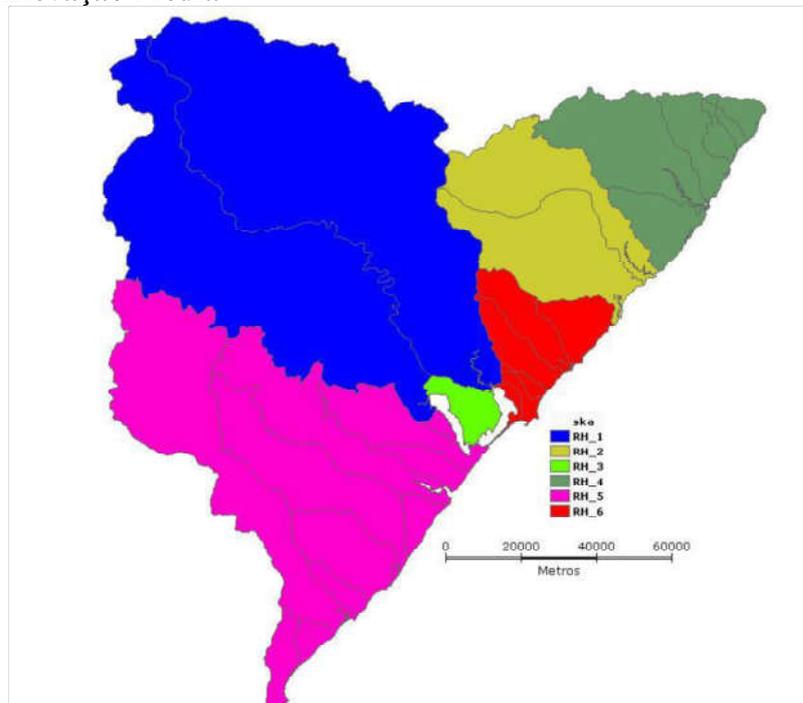
Seguindo a metodologia aplicada para a vertente São Franciscana e buscando definir grupos de bacias homogêneas com base em atributos que considerem todas as características fisiográficas das bacias, foram elaborados mapas com um parâmetro de cada classe (forma, drenagem e relevo).

As Figuras 62 a 74 apresentam as regiões homogêneas considerando como atributos combinações dos parâmetros estudados, tomados 3 a 3, sendo um de cada característica

(forma; drenagem e relevo). Os gráficos da “Diminuição da Variância” sugeriram uma definição de seis grupos ou regiões para a vertente Atlântica.

A regionalização obtida com os parâmetros Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média, conforme mostrado na Figura 63, apresenta seis regiões bem definidas: RH 1, formada pelas bacias do rio Paraíba, rio Mundaú; RH 2, com as bacias dos rios Santo Antônio e Camaragibe; RH 3, somente com a bacia do rio dos Remédios; RH 4 com as bacias dos rios Tatuamunha, Manguaba, Salgado, dos Paus e rio Tabaiana; RH 5, as bacias do rio Conduípe, riacho da Barra, rio Coruripe, rio Adriana, rio Poxim, rio Jequiá, riacho Tabuada, rio Niquim e rio Estiva; e RH 6, riacho do Silva, riacho Reginaldo, rio Jacarecica, rio Pratagy, rio Meirim e rio Sapucaia.

FIGURA 63 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média



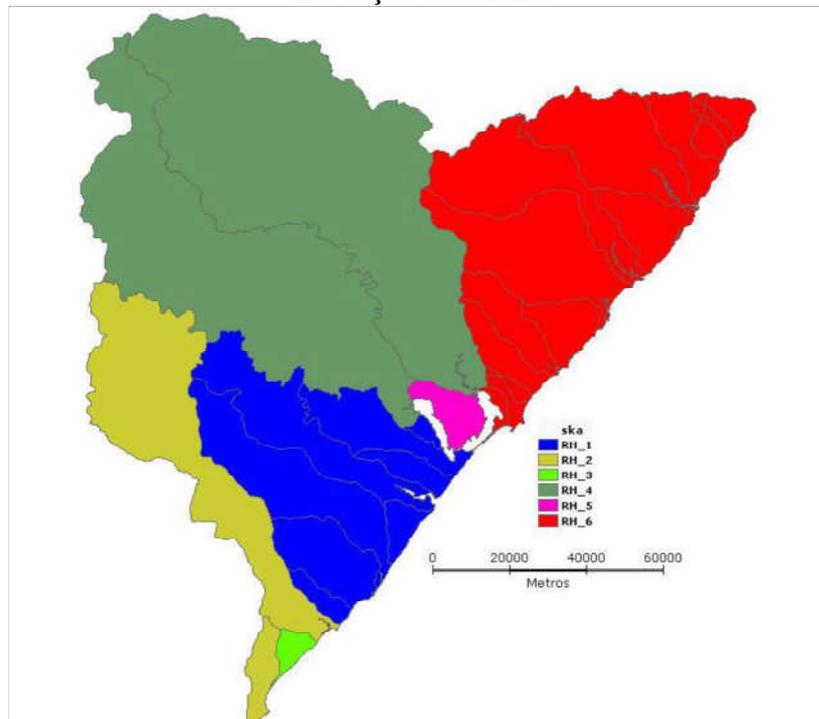
Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 64 apresenta-se a regionalização obtida a partir dos parâmetros índice de compacidade, densidade de drenagem e elevação mediana como atributos. Observa-se que aparecem duas regiões que se isolam, RH 3 e RH 5. A RH1 contém 8 bacias; RH 2 contendo os rios Conduípe e Coruripe isolaram a RH 3; a RH 4 com os rios Paraíba e Mundaú; e a RH 5 somente com o rio Remédios. A RH 6 abrangeu 14 bacias.

Considerando como atributos os parâmetros Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade Média, o mapa da Figura 65 mostra uma agregação de 22 bacias formando a RH 1 e isolando as demais regiões. As regiões RH 2, RH 3 e RH 4 são isoladas

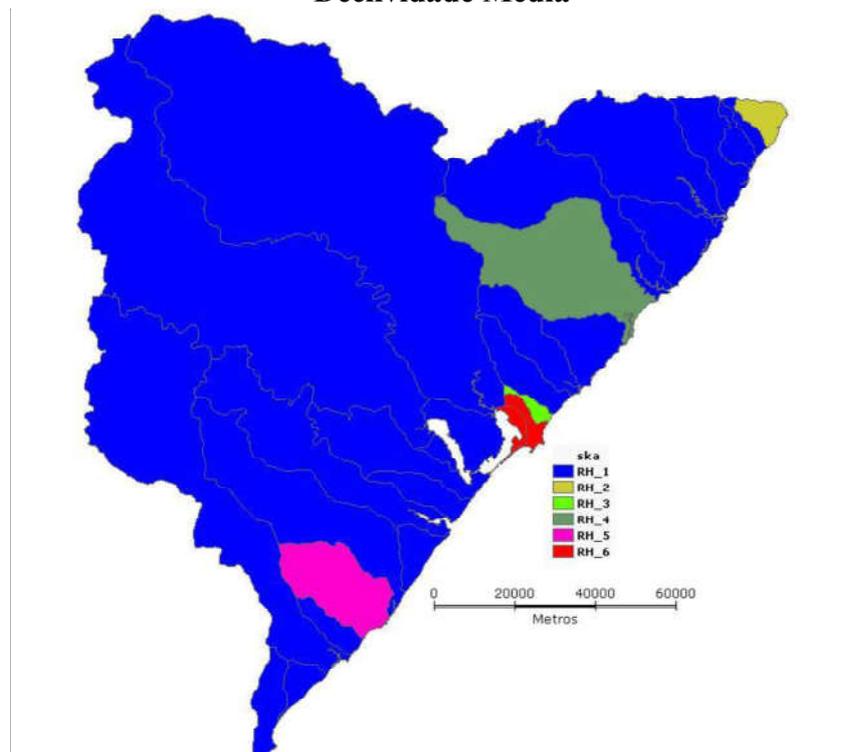
contendo, cada uma, uma única bacia hidrográfica. As regiões RH 5 e RH 6 também são isoladas pela RH 1 e agrupam, cada uma, duas bacias.

FIGURA 64 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

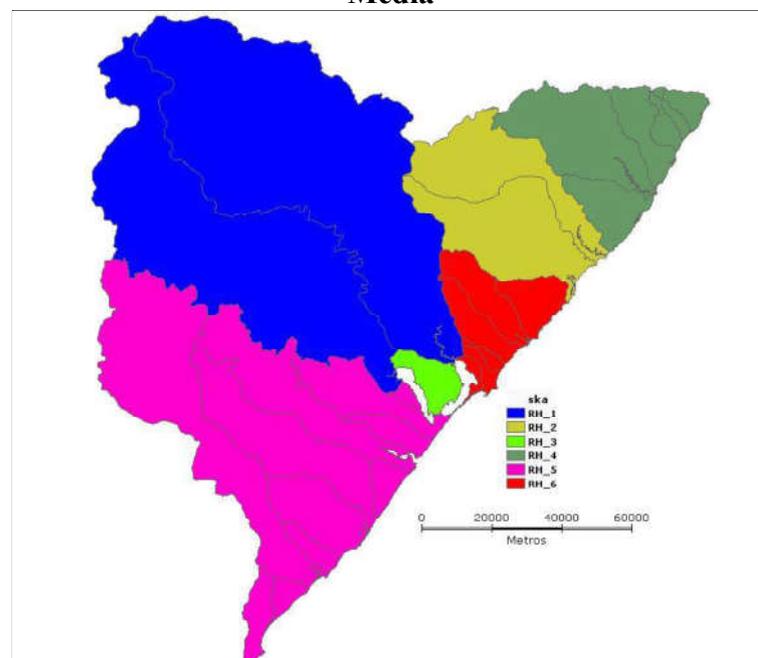
FIGURA 65 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando os atributos fator de forma, extensão média e elevação média conforme mostrado na Figura 66, apresenta seis regiões bem definidas: RH 1, formada pelas bacias do rio Paraíba, rio Mundaú; RH 2, com as bacias dos rios Santo Antônio e Camaragibe; RH 3, somente com a bacia do rio dos Remédios; RH 4 com as bacias dos rios Tatuamunha, Manguaba, Salgado, dos Paus e rio Tabaiana; RH 5, as bacias do rio Conduípe, riacho da Barra, rio Coruripe, rio Adriana, rio Poxim, rio Jequiá, riacho Tabuada, rio Niquim e rio Estiva; e RH 6, riacho do Silva, riacho Reginaldo, rio Jacarecica, rio Pratagy, rio Meirim e rio Sapucaia.

FIGURA 66 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Média

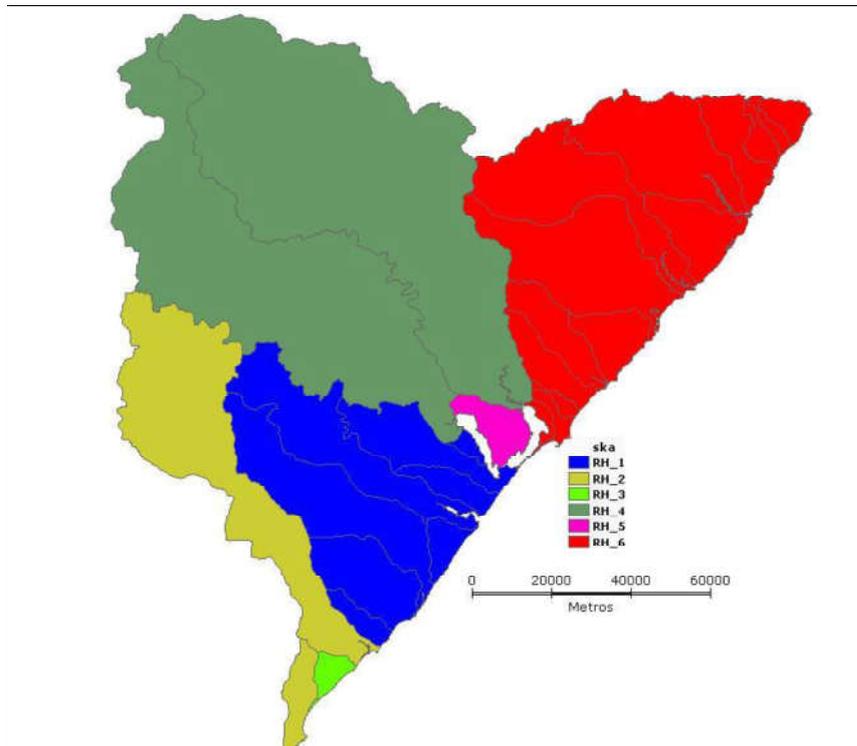


Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 67 apresenta-se a regionalização obtida a partir dos parâmetros índice de compacidade, extensão média e elevação mediana como atributos. Observa-se que aparecem duas regiões que se isolam, RH 3 e RH 5. A RH1 contém 8 bacias; RH 2 contendo os rios Conduípe e Coruripe isolaram a RH 3; a RH 4 com os rios Paraíba e Mundaú; e a RH 5 somente com o rio Remédios. A RH 6 abrangeu 14 bacias.

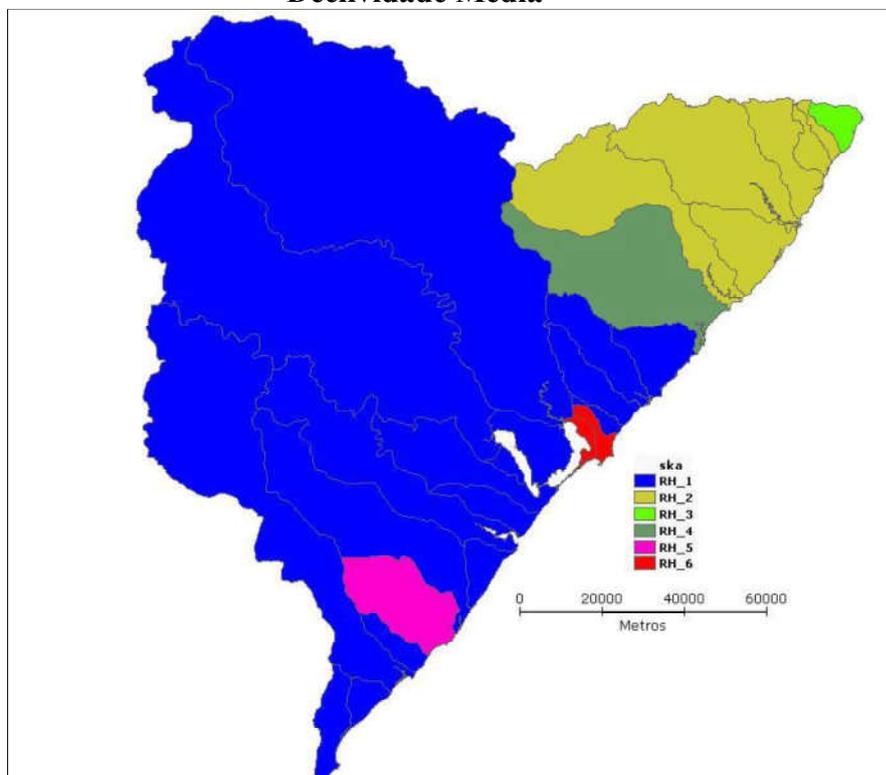
Considerando como atributos os parâmetros Índice de Compacidade, Extensão Média e Declividade Média, o mapa da Figura 68 mostra uma agregação de 22 bacias formando a RH 1 e isolando as demais regiões. As regiões RH 2, RH 3 e RH 4 são isoladas contendo, cada uma, uma única bacia hidrográfica. As regiões RH 5 e RH 6 também são isoladas pela RH 1 e agrupam, cada uma, duas bacias.

FIGURA 67 - Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Elevação Médiana



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 68- Mapa com dados de: Índice de Compacidade, Extensão Média e Declividade Média



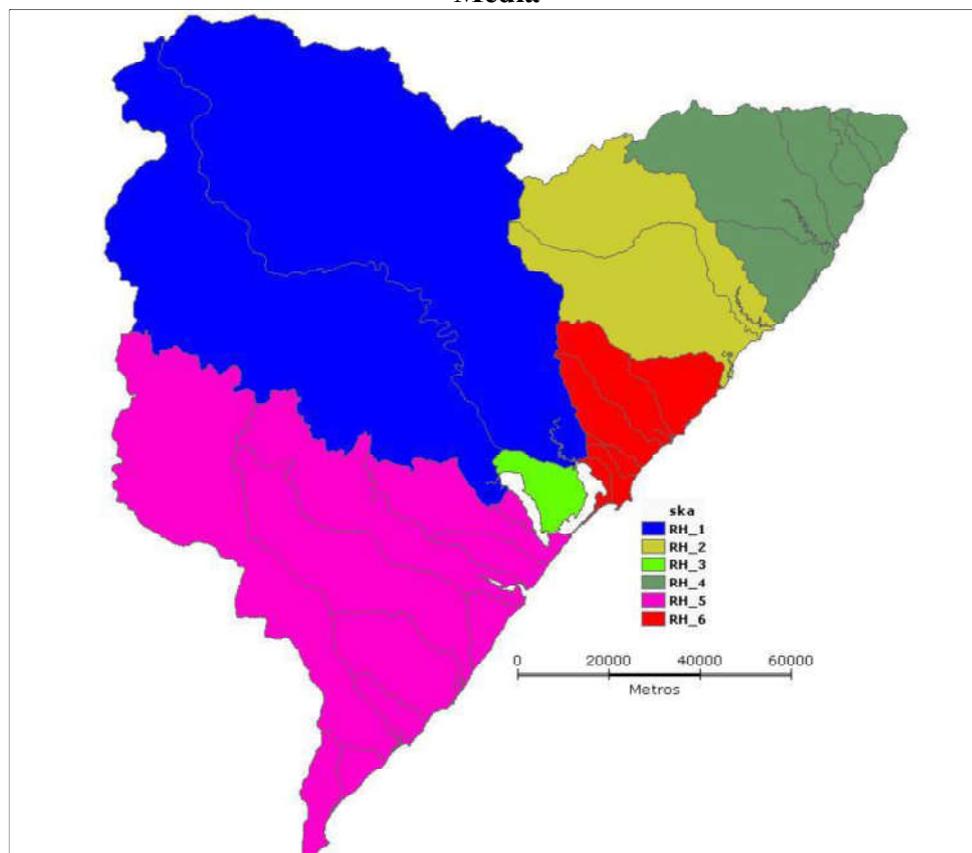
Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando os atributos fator de forma, densidade de drenagem e elevação média, a regionalização resultante mostra seis regiões bem definidas, porém a RH 3, formada somente pelo Rio dos Remédios, mostra-se isolada pela região RH 1, que agrupa as bacias dos rios Mundaú e Paraíba, (Figura 69).

Os atributos fator de forma, densidade de drenagem e elevação mediana determinam a regionalização obtida na figura 70, com os seis agrupamentos bem definidos, porém com duas regiões hidrográficas isoladas, RH 3 (riacho da Barra) e RH 5 (rio dos Remédios), mesma configuração obtida no mapa da Figura 66.

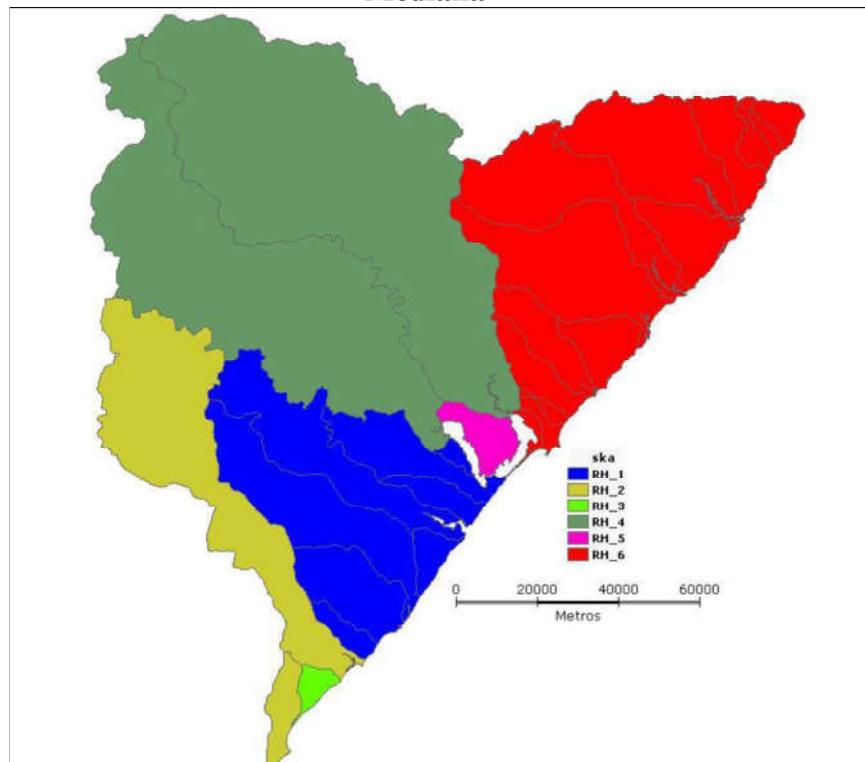
Na figura 71, a regionalização efetuada com os parâmetros fator de forma, densidade de drenagem e declividade média também não mostra uma boa definição. A região RH 1 engloba a grande maioria das bacias e isola as demais regiões, cada uma com somente uma bacia: região RH 2 com a bacia do riacho Tabuada; RH 3 com a bacia do rio Poxim; RH 4 com a bacia do riacho do Silva; RH5 com a bacia do rio Jacarecica; e RH6 com a bacia do Riacho da Barra.

FIGURA 69 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Média



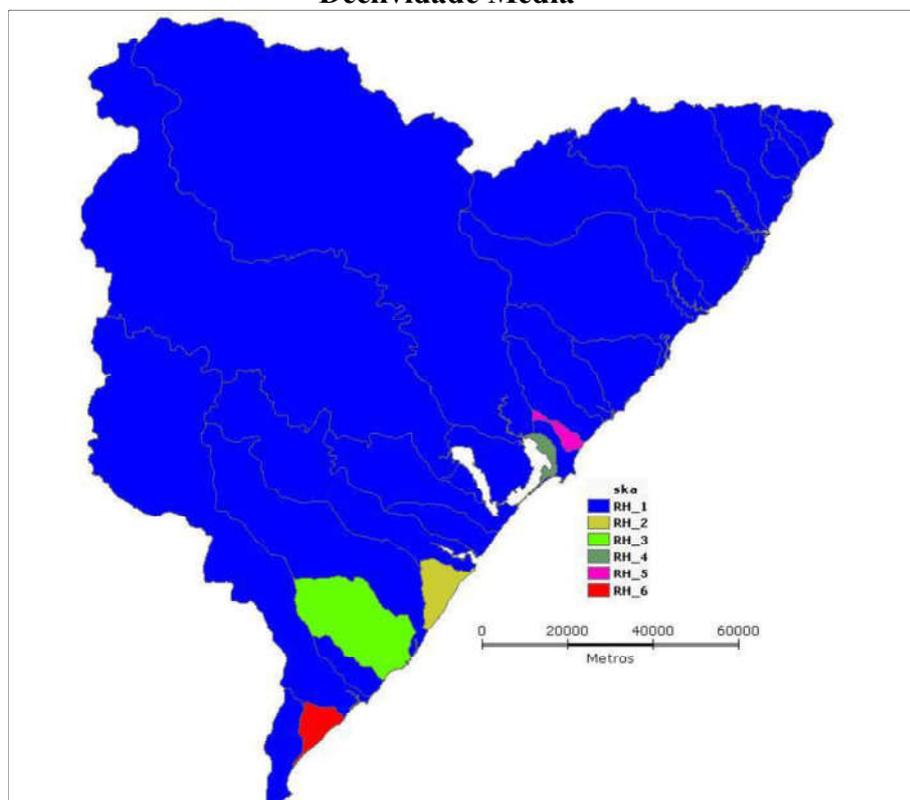
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 70 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 71 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

Considerando os atributos fator de forma, extensão média e elevação média, a regionalização resultante mostra seis regiões bem definidas, porém a RH 3, formada somente pelo Rio dos Remédios, mostra-se isolada pela região RH 1, que agrupa as bacias dos rios Mundaú e Paraíba (Figura 72). A mesma obtida na figura 69.

Os atributos fator de forma, extensão média e elevação mediana determinam a regionalização obtida na figura 73 com os seis agrupamentos bem definidos, porém com duas regiões hidrográficas isoladas, RH 3 (riacho da Barra) e RH 5 (rio dos Remédios), mesma configuração obtida no mapa da Figura 66 e 70.

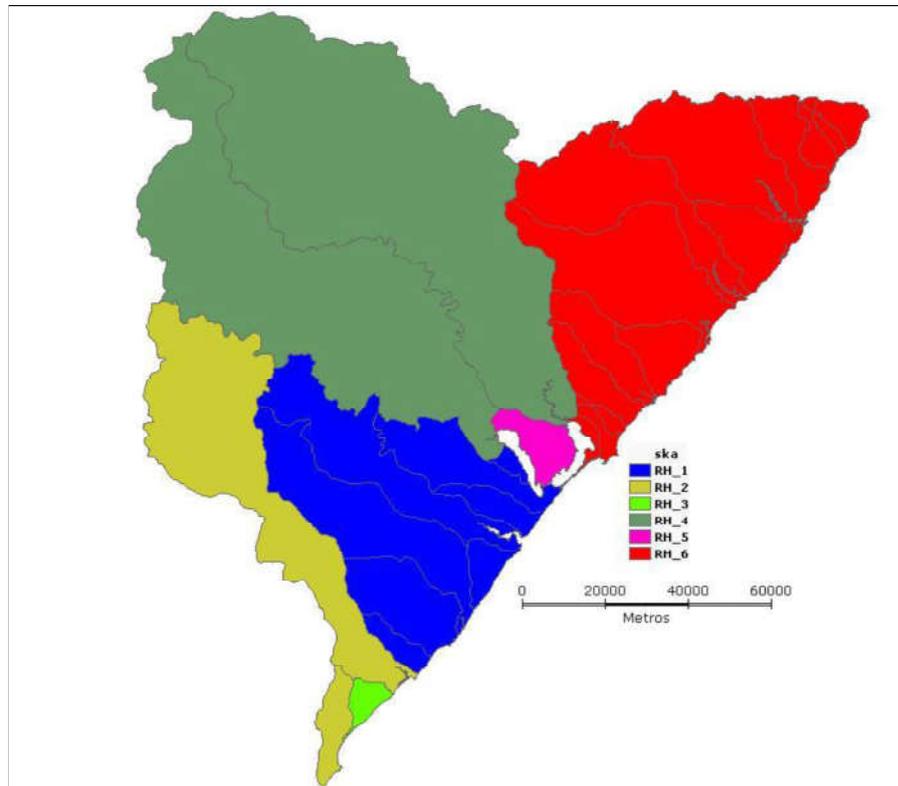
Na figura 74, a regionalização efetuada com os parâmetros fator de forma, extensão média e declividade média também não mostra uma boa definição. A região RH 1 engloba a grande maioria das bacias e isola as demais regiões, cada uma com somente uma bacia: região RH 2 com a bacia do riacho Tabuada; RH 3 com a bacia do rio Poxim; RH 4 com a bacia do riacho do Silva; RH5 com a bacia do rio Jacarecica; e RH6 com a bacia do Riacho da Barra.

FIGURA 72 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média



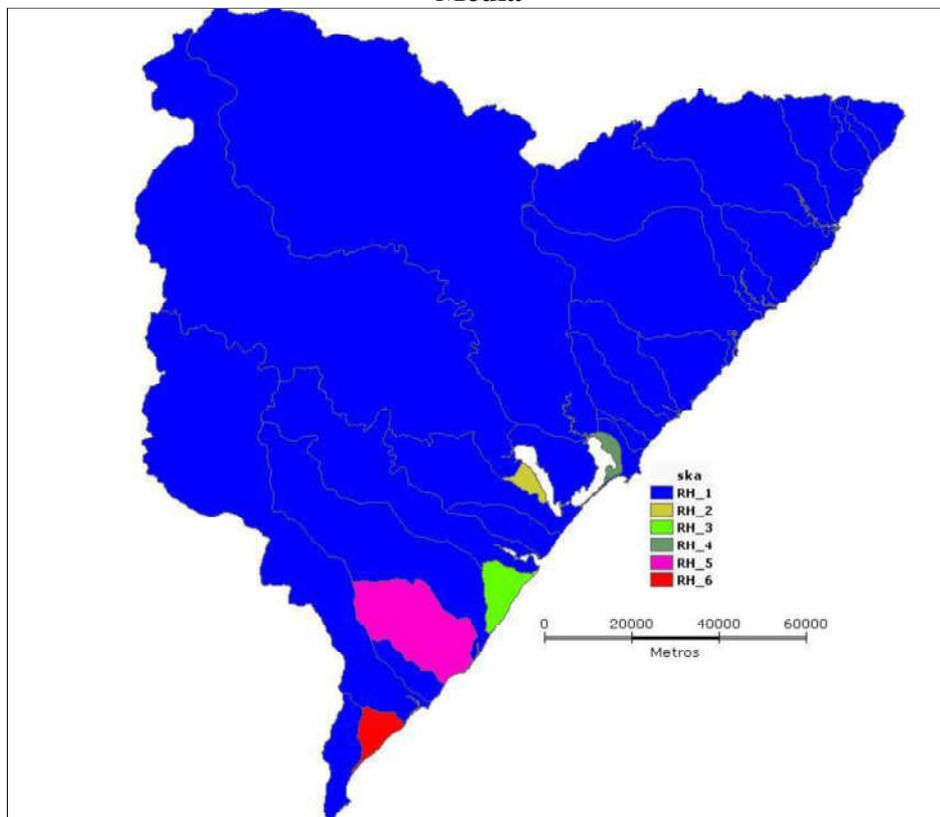
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 73 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 74 - Mapa com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Declividade Média



Fonte: VIEIRA (2019)

5.3 Regiões Hidrográficas Homogêneas do Estado de Alagoas

Em continuidade ao processo de regionalização, esta etapa considerou todas as 50 bacias hidrográficas existentes no Estado, refazendo inicialmente, a análise morfométrica das bacias com base na descrição estatística dos parâmetros a serem considerados como atributos para o processo de regionalização. Vale ressaltar que 3 bacias foram excluídas por deficiência para obtenção dos dados.

5.3.1 Morfometria das bacias hidrográficas do Estado de Alagoas

As tabelas 1 e 3, apresentadas anteriormente, mostram os parâmetros fisiográficos calculados para as bacias hidrográficas de Alagoas.

A tabela 5 apresenta o resumo estatístico desses parâmetros fisiográficos, ressaltando que foram excluídas da análise as bacias hidrográficas do rio Moxotó, riacho Batinga, rio Jacuípe-Una pela inconsistência ou ausência de dados nas imagens necessários para o cálculo dos parâmetros fisiográficos.

TABELA 5 – Estatísticas dos parâmetros das bacias do Estado de Alagoas

<i>Estatística</i>	k_c	k_f	<i>Densidade de drenagem (Km/Km²)</i>	<i>Extensão média (Km)</i>	<i>Elevação média (m)</i>	<i>Elevação mediana (m)</i>	<i>Declividade média (%)</i>
Média	1,696	0,252	0,955	0,298	148,528	148,202	15,25
Mediana	1,579	0,171	0,949	0,263	112,560	109,142	14,12
Desv. - padrão	0,332	0,239	0,358	0,126	99,990	98,709	5,36
Coef. de variação	0,196	0,947	0,375	0,421	0,673	0,666	0,352
Curtose	-0,199	12,767	2,760	12,202	0,292	0,133	-0,826
Assimetria	0,794	3,114	1,395	2,695	1,055	0,998	0,487
Mínimo	1,200	0,047	0,269	0,116	39,000	35,000	5,89
Máximo	2,487	1,456	2,162	0,929	420,045	405,741	26,89
Contagem	50	50	50	50	50	50	50

Observa-se que as médias são superiores às medianas de todos os sete parâmetros analisados, os quais também apresentaram assimetrias positivas sugerindo distribuições assimétricas a direita para todos esses parâmetros. Essas condições permitem inferir que a maioria dos valores dos parâmetros são menores que a média.

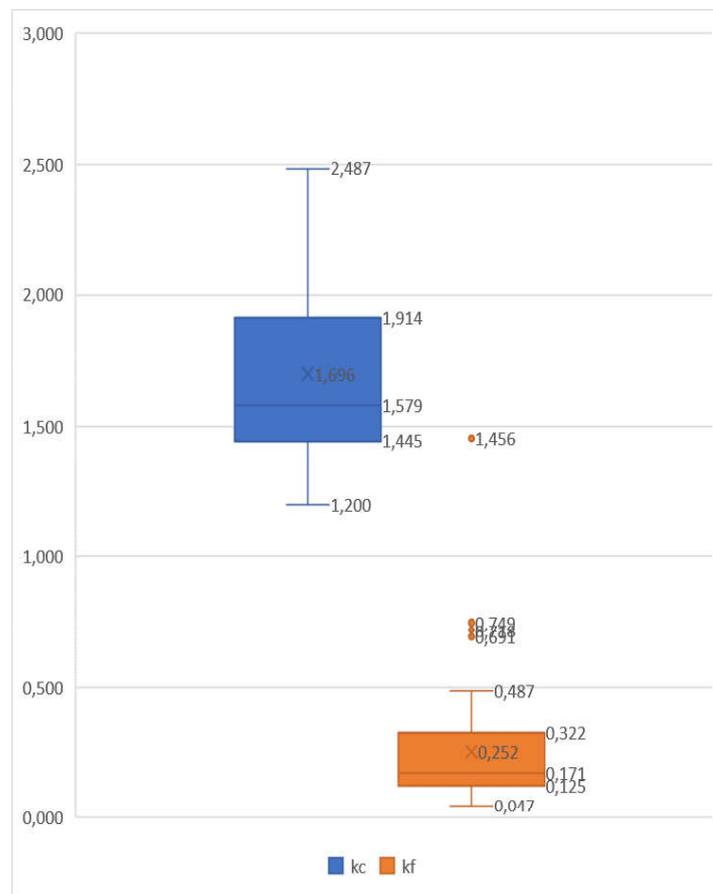
Em relação à variabilidade dos dados, tendo por base o coeficiente de variação definido como a razão entre o desvio-padrão e a média, os parâmetros com maior variação são o fator de forma, a elevação média e a elevação mediana. Com menor variabilidade destaca-se o índice de compacidade.

O parâmetro declividade média das bacias apresentou curtose negativa, sugerindo uma distribuição sem um pico bem definido (achatamento), assim como o índice de compacidade, porém este tem valor da curtose próximo de zero, não configurando nem uma distribuição com pico, nem achatada.

Os demais parâmetros exibem curtose positiva, com destaque para o fator de forma e a extensão média do escoamento superficial, cujas distribuições de frequências apresentam-se leptocúrticas (pico acentuado).

O gráfico de caixa (boxplot) da figura 75 resume as principais estatísticas dos parâmetros de forma das bacias: índice de compacidade (K_c) e fator de forma (K_f). Observa-se que o K_f apresenta quatro valores atípicos superiores, sendo um deles (riacho da Barra) bastante elevado em relação aos demais valores desse parâmetro. Os outros valores atípicos correspondem às bacias do riacho do Silva, riacho Tabuada e rio Cedro. O gráfico de caixa do parâmetro índice de compacidade não apresenta valores atípicos (extremos).

FIGURA 75 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de forma das bacias alagoanas



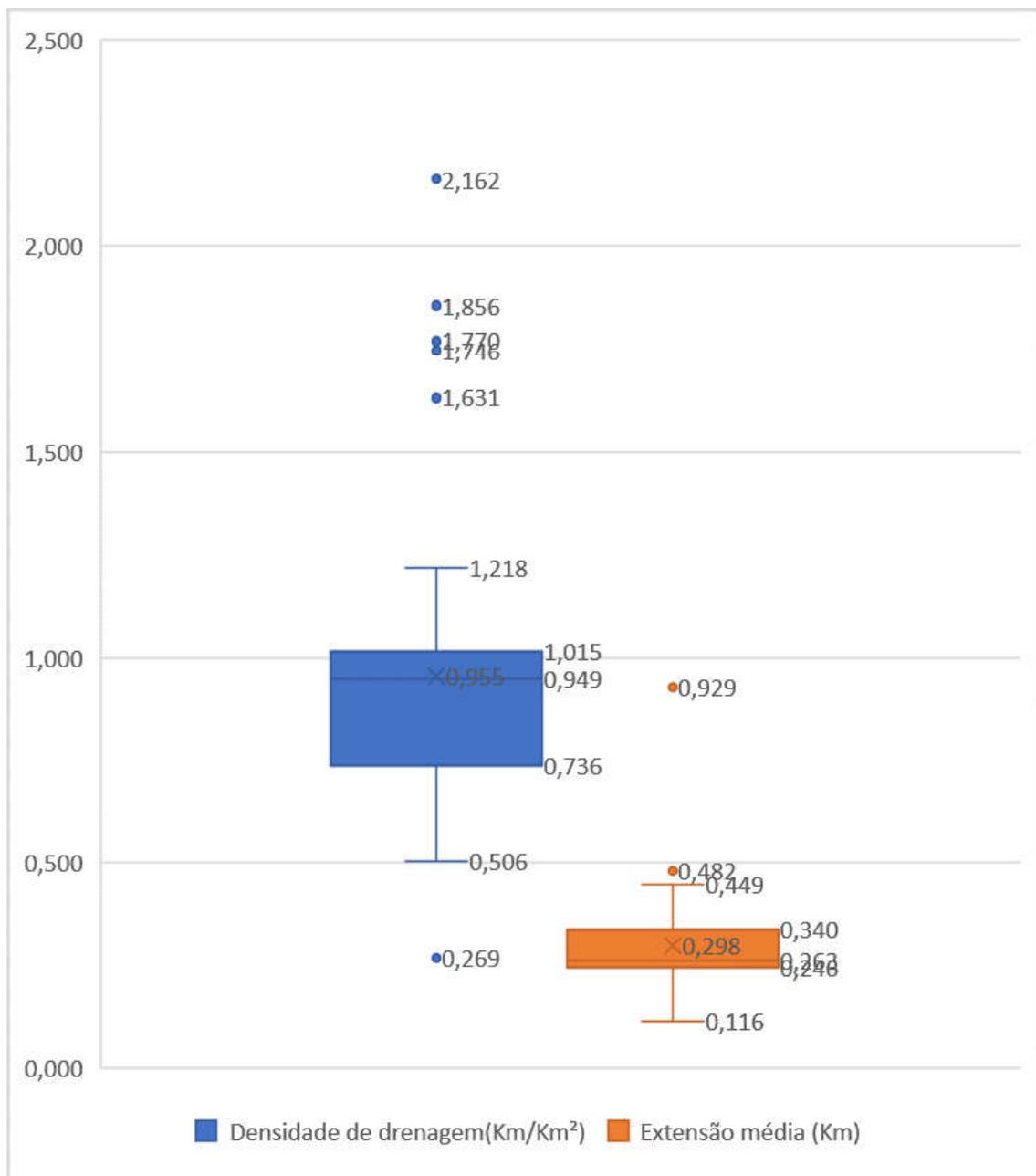
Fonte: VIEIRA (2019)

As estatísticas dos parâmetros de drenagem das bacias encontram-se representadas no gráfico da figura 76. A densidade de drenagem apresenta cinco bacias com valores atípicos

superiores (Jacaré, Farias, Boqueirão, Tapuio e Jacarecica) e um inferior (Poxim). O parâmetro extensão média do escoamento superficial caracteriza duas bacias com valores atípicos superiores correspondentes às bacias hidrográficas dos rios Olho d'Água e Poxim.

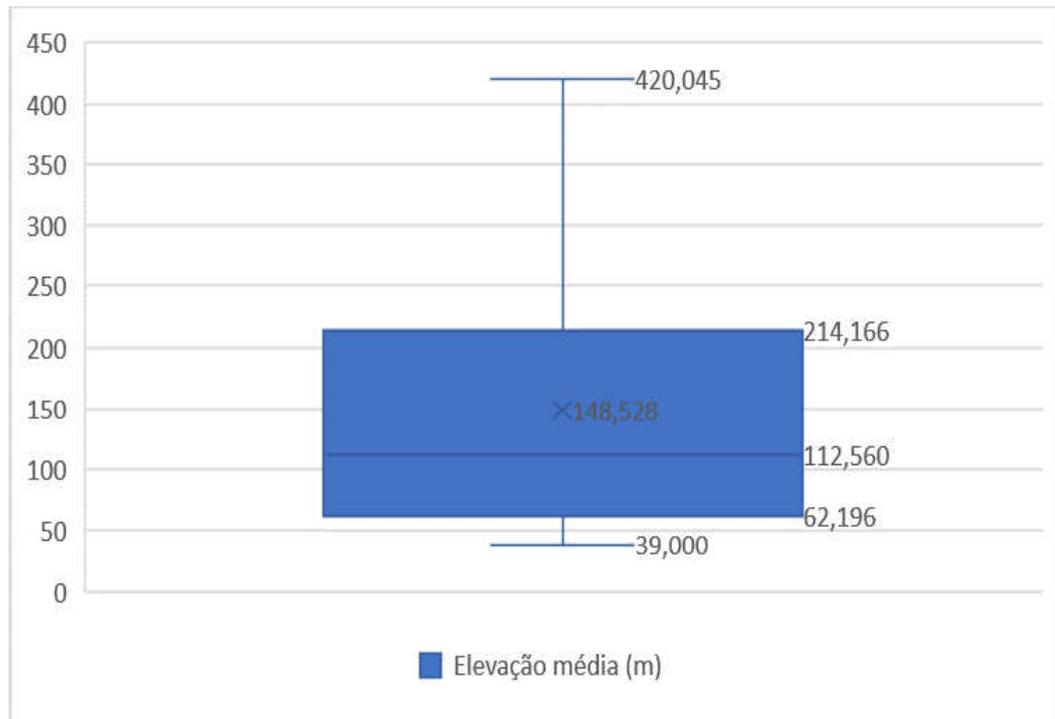
Os parâmetros elevação média, elevação mediana e declividade média dos terrenos, característicos do relevo das bacias, apresentaram comportamentos semelhantes conforme mostram os gráficos de caixa das figuras 77 a 79. Em nenhum deles registraram-se valores atípicos.

FIGURA 76 – Gráfico Boxplot dos parâmetros de drenagem das bacias alagoanas



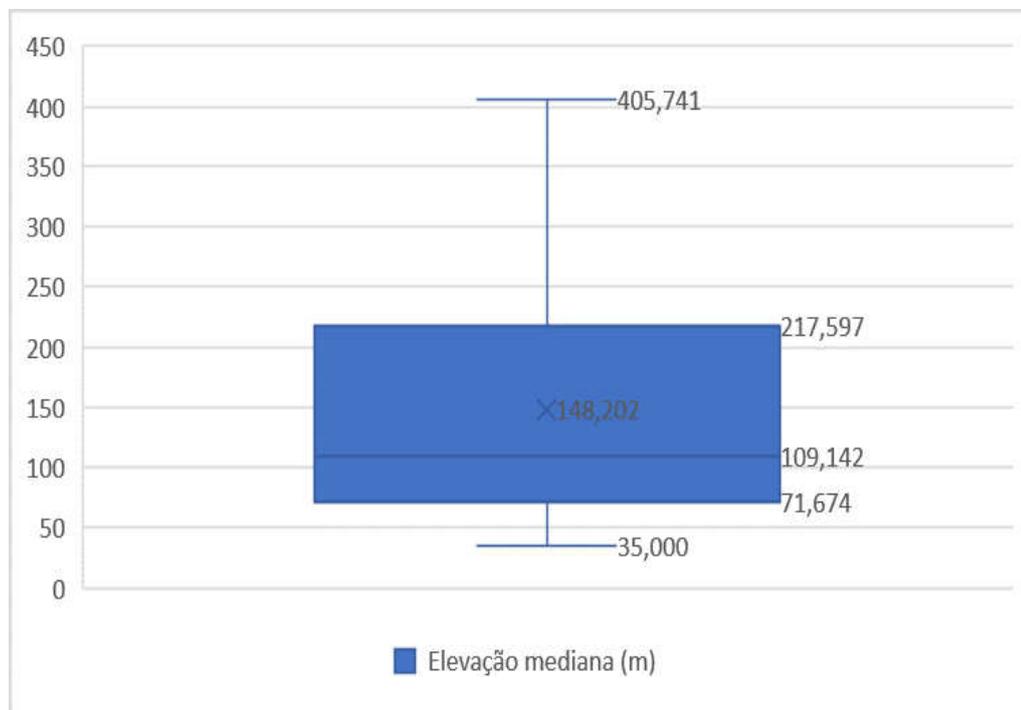
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 77 – Gráfico Boxplot do parâmetro elevação média das bacias alagoanas



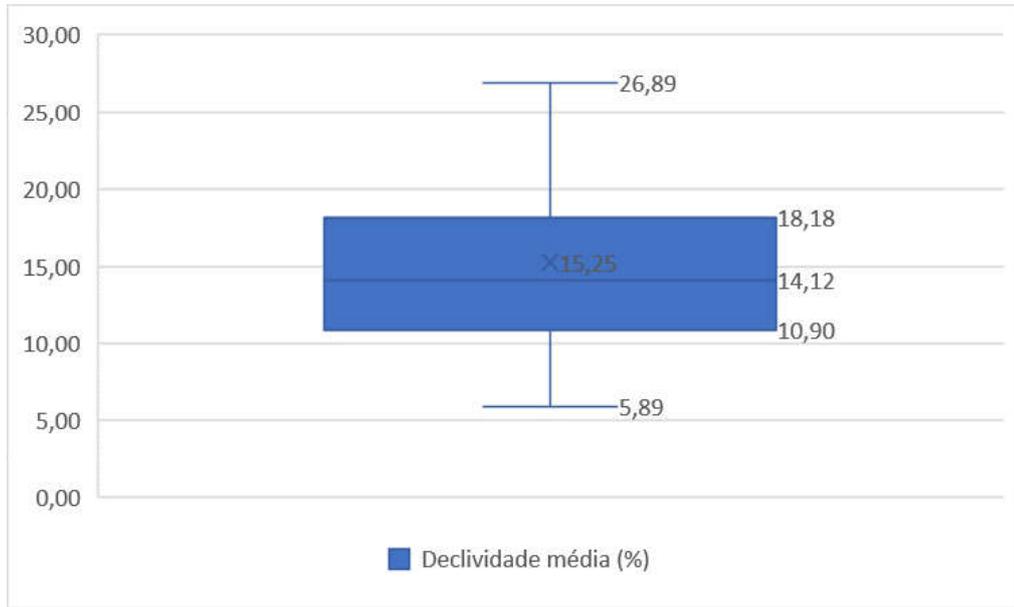
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 78 – Gráfico Boxplot do parâmetro elevação mediana das bacias alagoanas



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 79 – Gráfico Boxplot do parâmetro declividade média das bacias alagoanas



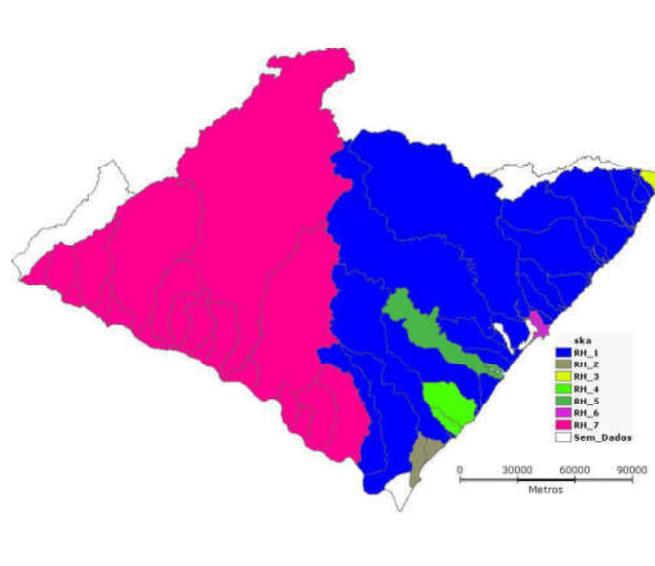
Fonte: VIEIRA (2019)

5.3.2 Regiões homogêneas do Estado de Alagoas (parâmetros individuais)

Em continuidade ao processo de regionalização, esta etapa considerou apenas as 50 bacias hidrográficas com dados consistentes no Estado. Inicialmente, com base no gráfico de “Diminuição da Variância”, foram definidos sete agrupamentos ou regiões nas simulações efetuadas. As figuras 80 a 86 mostram a regionalização utilizando cada parâmetro individualmente como atributo.

A regionalização para o parâmetro de Coeficiente de Compacidade, Figura 80 apresenta duas grandes RH’s, 1 e 7, agrupando praticamente todas as bacias de cada vertente.

FIGURA 80 – Mapa de regiões homogêneas com dados de Coeficiente de Compacidade

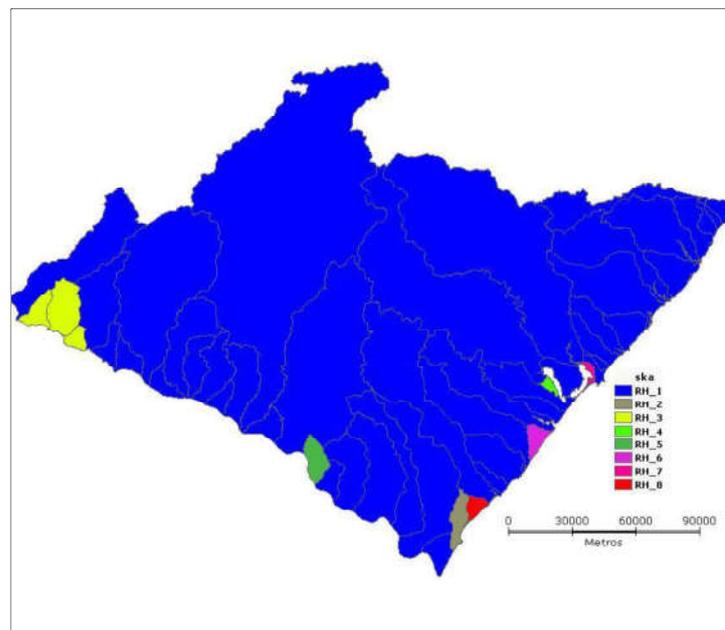


Fonte: VIEIRA (2019)

Para o parâmetro Fator de Forma, a figura 81 apresenta a RH 1 contendo 41 bacias pertencentes às duas vertentes indistintamente e isolando as demais RH's.

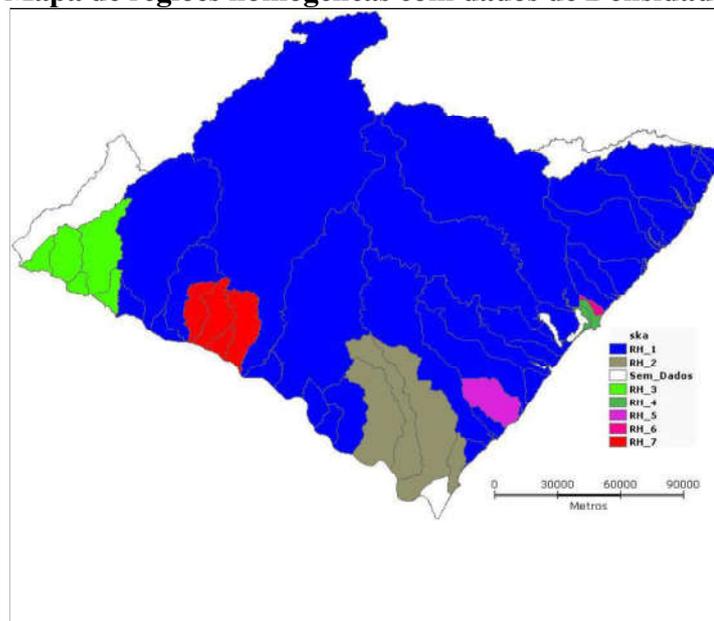
Similarmente, as figuras 82 e 83 mostram que as regionalizações efetuadas para os parâmetros Densidade de Drenagem e Extensão Média do Escoamento Superficial, respectivamente, agruparam muitas bacias de ambas as vertentes formando uma única região que isola as demais.

FIGURA 81- Mapa de regiões homogêneas com dados de Fator de Forma

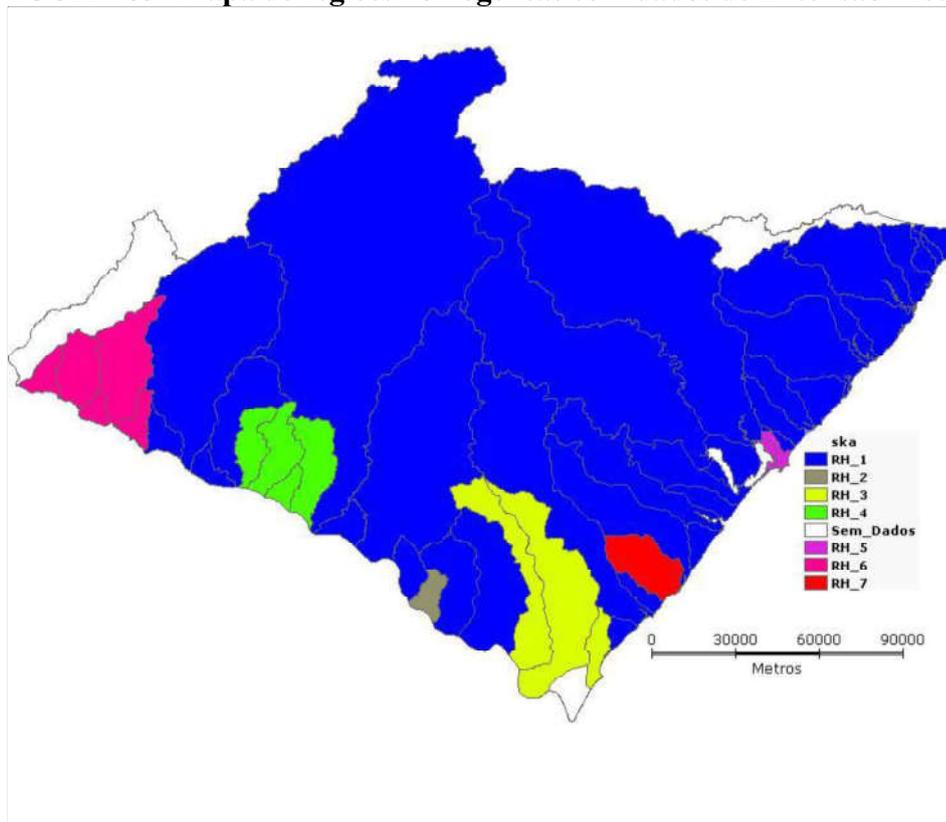


Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 82- Mapa de regiões homogêneas com dados de Densidade de Drenagem



Fonte: VIEIRA (2019)

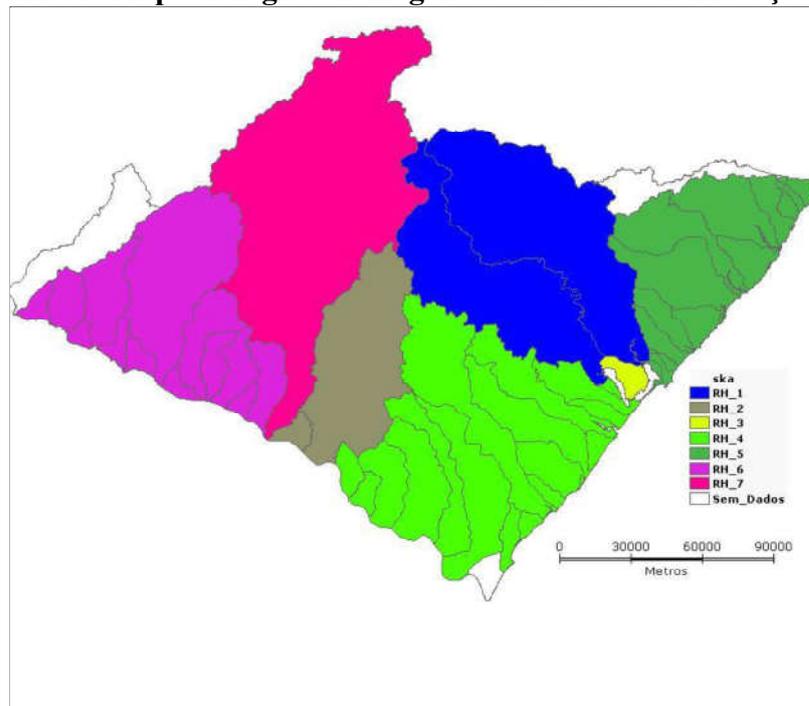
FIGURA 83- Mapa de regiões homogêneas com dados de Extensão Média

Fonte: VIEIRA (2019)

Para o parâmetro de Elevação Média a Figura 84 apresenta 7 regiões bem definidas. A RH 1 composta pelas bacias dos rios Mundaú e Paraíba; a RH 2 pelos rios Traipú e Jacobina; a RH 3 pelo rio Remédios; a RH 4 pelos rios Cedro, Tibiri, Itiúba, Boacica, Perucaba, Piauí, Conduípe, Barra, Coruripe, Adriana, Poxim, Jequiá, Tabuada, Niquim, Sumauma e Estiva; RH 5 pelos rios Silva, Reginaldo, Jacarecica, Pratagy, Meirim, Sapucaia, Santo Antônio, Camaragibe, Tatuamunha, Manguaba, Salgado, Maragogi, Paus e Tabaiana; RH 6 pelos rios Grande da Cruz, Maxixe, Olho D'Água, Talhado, Uruçu, Boa Vista, Capiá, Bobó, Riacho Grande Boqueirão, Farias, Tapuio e Jacaré; e a RH 7 pelo rio Ipanema.

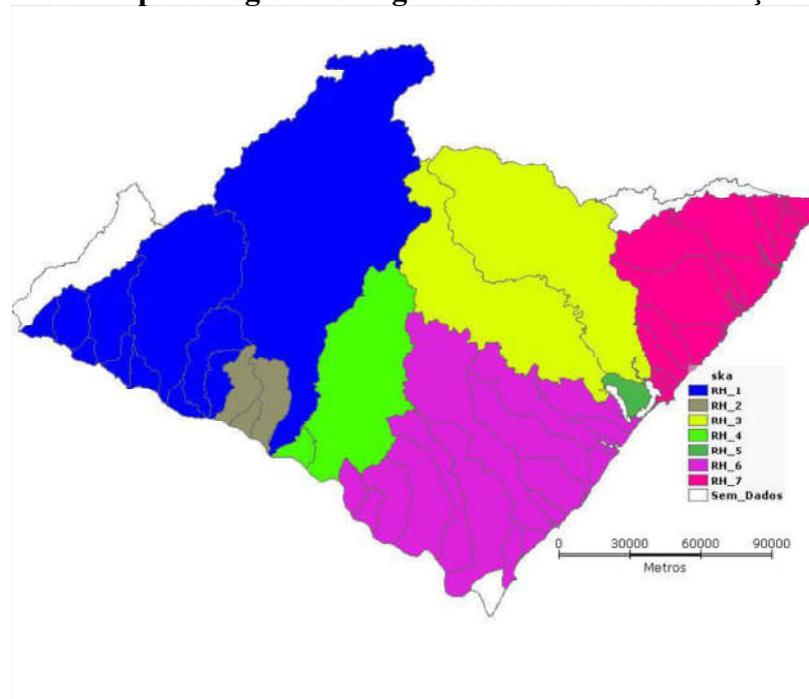
Para o parâmetro Elevação Mediana, a Figura 85 apresenta uma regionalização muito semelhante à do parâmetro Elevação Média, com exceção da RH 2 que se apresenta isolada contendo três bacias: rios Jacaré, Tapuio e Farias. Essas bacias da região RH 2 aparecem na regionalização da figura 84 agrupadas com as demais bacias dos rios da região RH 6 que agora se agrupam à bacia do rio Ipanema formando a RH 1 (Figura 85).

FIGURA 84- Mapa de regiões homogêneas com dados de Elevação Média



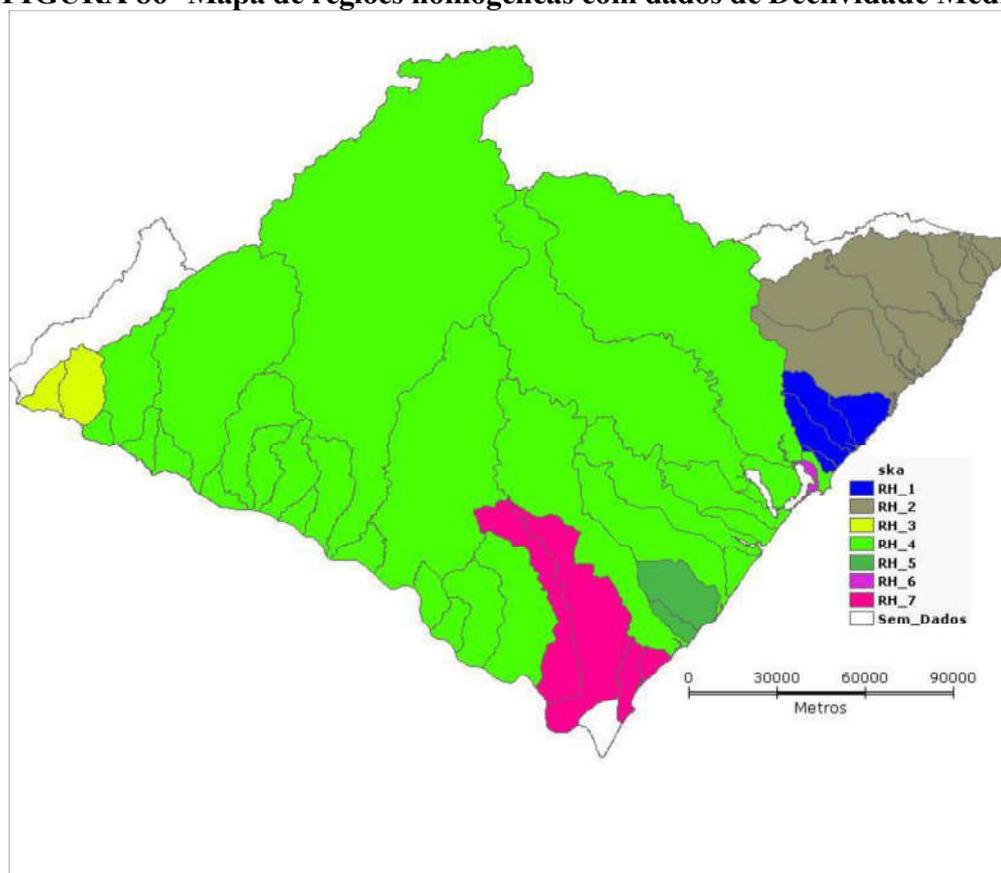
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 85- Mapa de regiões homogêneas com dados de Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

Para o parâmetro de Declividade Média, a Figura 86 mostra que as grandes bacias das duas vertentes de agruparam numa única região RH 4, agrupando também outras bacias menores, porém isolando três regiões: RH 5 com os rios Adriana e Poxim; RH 6 com o riacho do Silva e a RH 7 composta pelos rios Perucaba, Piauí, Conduípe e Barra.

FIGURA 86- Mapa de regiões homogêneas com dados de Declividade Média

Fonte: VIEIRA (2019)

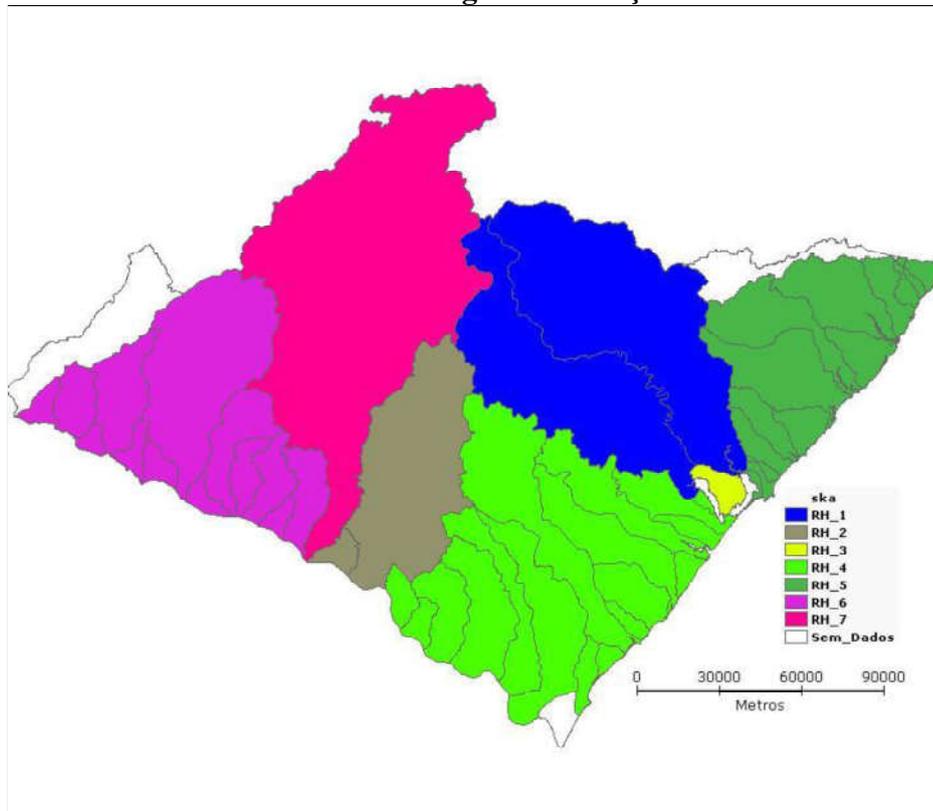
5.3.3 Regiões homogêneas do Estado de Alagoas com três características fisiográficas

Finalizando o processo de regionalização, foram definidas as regiões homogêneas das bacias alagoanas considerando um atributo de cada categoria (forma, drenagem e relevo). Foram simuladas as diversas combinações desses atributos, considerando também sete agrupamentos conforme sugerido pelo gráfico de “Diminuição da Variância”.

Na Figura 87, considerando os parâmetros Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média, observa-se uma boa definição das sete regiões. Salienta-se que esta regionalização é idêntica àquela obtida com apenas o parâmetro Elevação média (Figura 84).

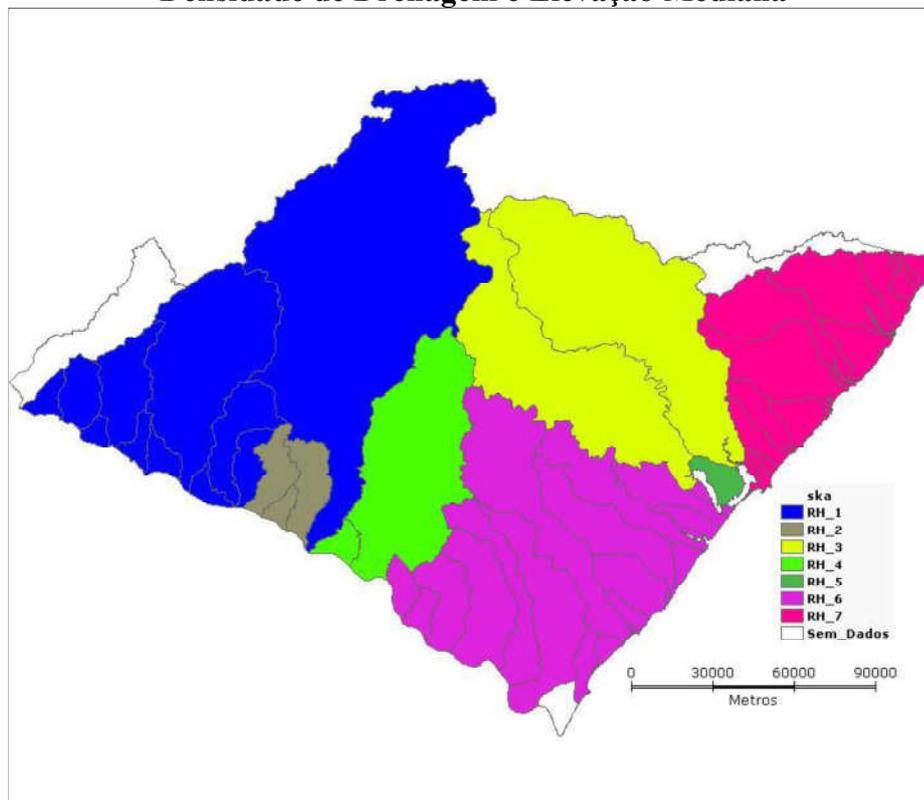
Na Figura 88, considerando os parâmetros Índice de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana, não há uma boa definição das regiões e a regionalização é idêntica à que foi obtida utilizando apenas o parâmetro Elevação Mediana.

FIGURA 87 - Mapa de Regionalização com dados de: Coeficiente de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Média



Fonte: VIEIRA (2019)

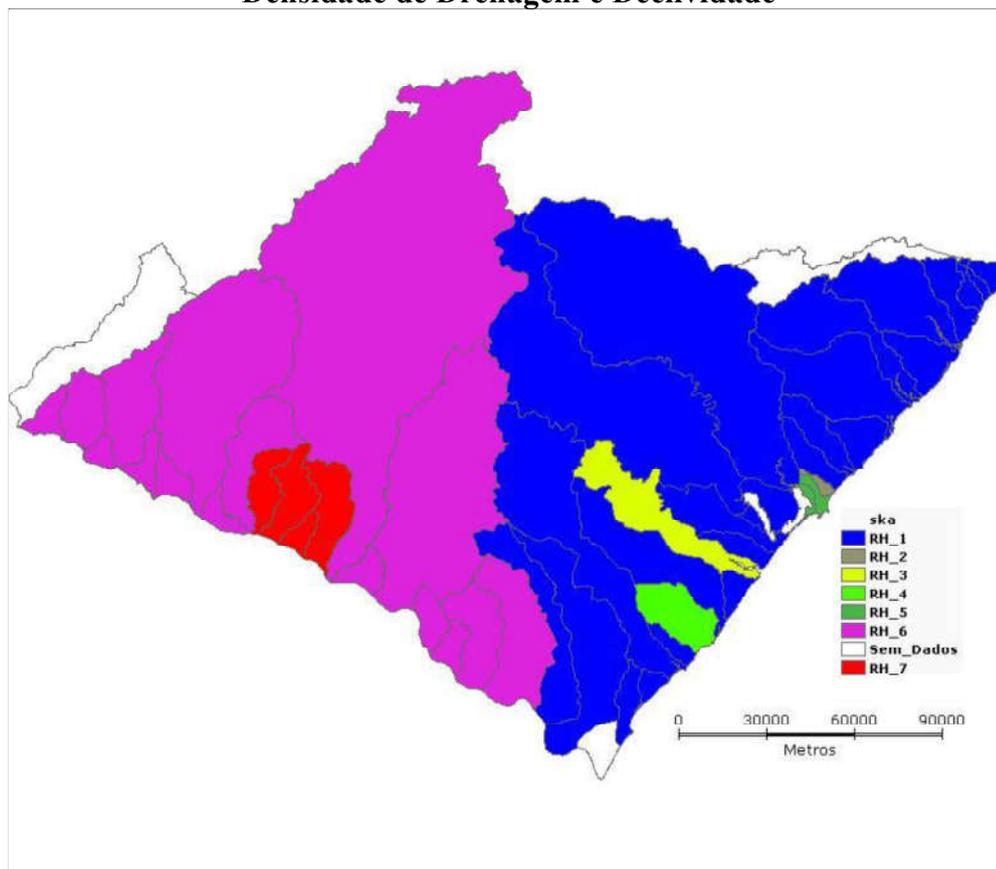
FIGURA 88 - Mapa de Regionalização com dados de: Coeficiente de Compacidade, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

Na figura 89, os atributos Coeficiente de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade mostram duas grandes regiões: uma voltada completamente para a vertente São Franciscana e outra voltada para a vertente Atlântica, porém contendo duas bacias que desaguam no São Francisco (Piauí e Perucaba). Três regiões se definem isoladas (Poxim, São Miguel e Jacarecica). A região RH 7, com quatro bacias fica circundada pela RH 6.

FIGURA 89 - Mapa de Regionalização com dados de: Coeficiente de Compacidade, Densidade de Drenagem e Declividade

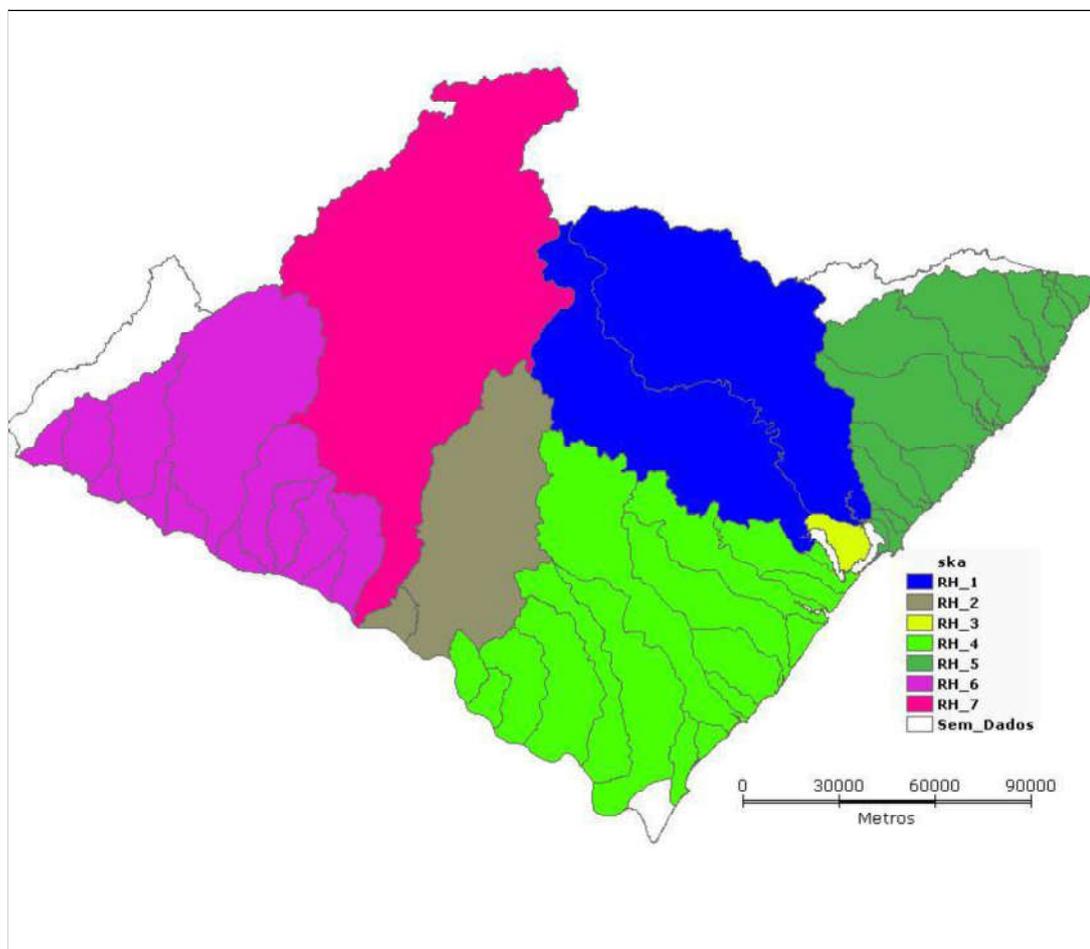


Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 90, a regionalização com os atributos Coeficiente de Compacidade, Extensão Média do Escoamento Superficial e Elevação Média mostra também sete regiões bem definidas, mas que é semelhante à regionalização apresentada na Figura 84, simulação obtida com o parâmetro Elevação média.

Também a Figura 91, que apresenta a regionalização com os parâmetros Coeficiente de Compacidade, Extensão Média e Elevação Mediana, é a mesma da Figura 85, obtida com apenas a Elevação Mediana, não se configurando em um bom resultado.

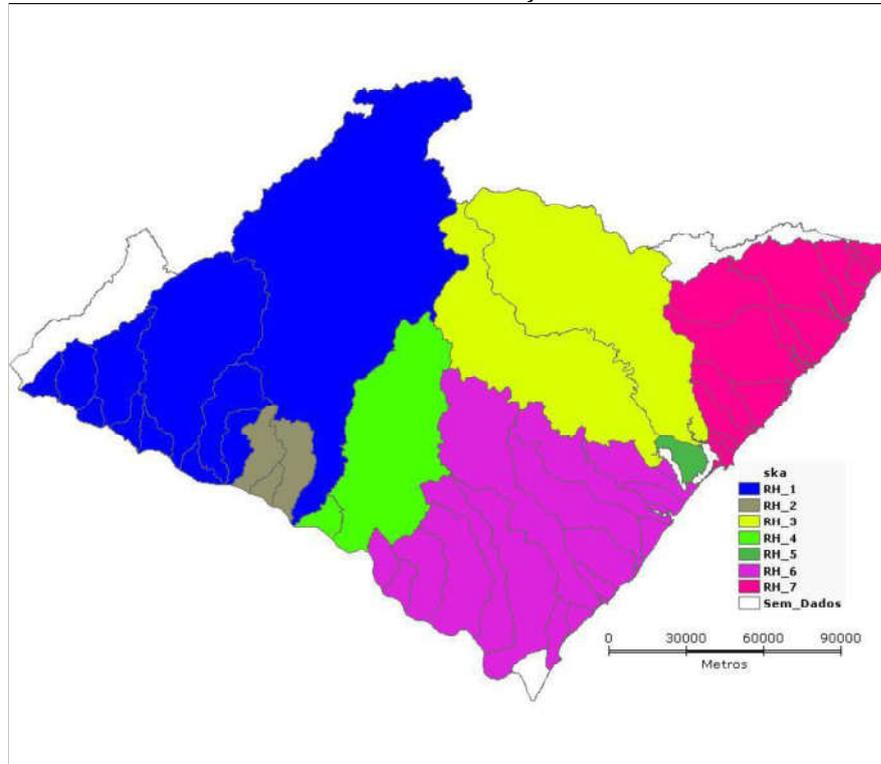
FIGURA 90 - Mapa de Regionalização com dados de: Coeficiente de Compacidade, Extensão Média e Elevação Média



Fonte: VIEIRA (2019)

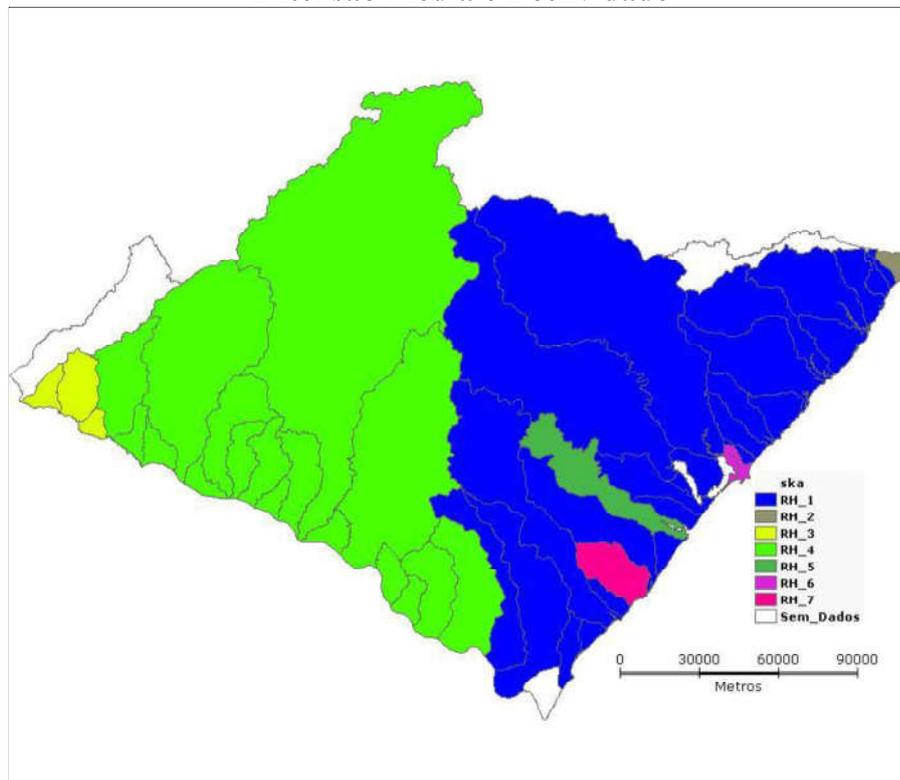
Na Figura 92, foram utilizados os parâmetros Coeficiente de Compacidade, Extensão Média do Escoamento Superficial e Declividade Média dos terrenos da bacia. A regionalização resultante mostra duas grandes regiões: uma voltada completamente para vertente São Franciscana (RH 4) e outra voltada para a vertente Atlântica (RH 1), porém contendo duas bacias que desaguam no São Francisco (Piauí e Perucaba). Além dessas, também define três regiões que ficam isoladas cada uma com uma única bacia (Poxim, São Miguel e Tabaiana), e a RH 7 com as bacias dos riachos Silva e Reginaldo. A RH 3 mostra-se no extremo oeste do Estado, contendo três bacias (Riacho Grande da Cruz, Maxixe e Olho D'Água).

FIGURA 91 - Mapa de Regionalização com dados de: Coeficiente de Compacidade, Extensão Média e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

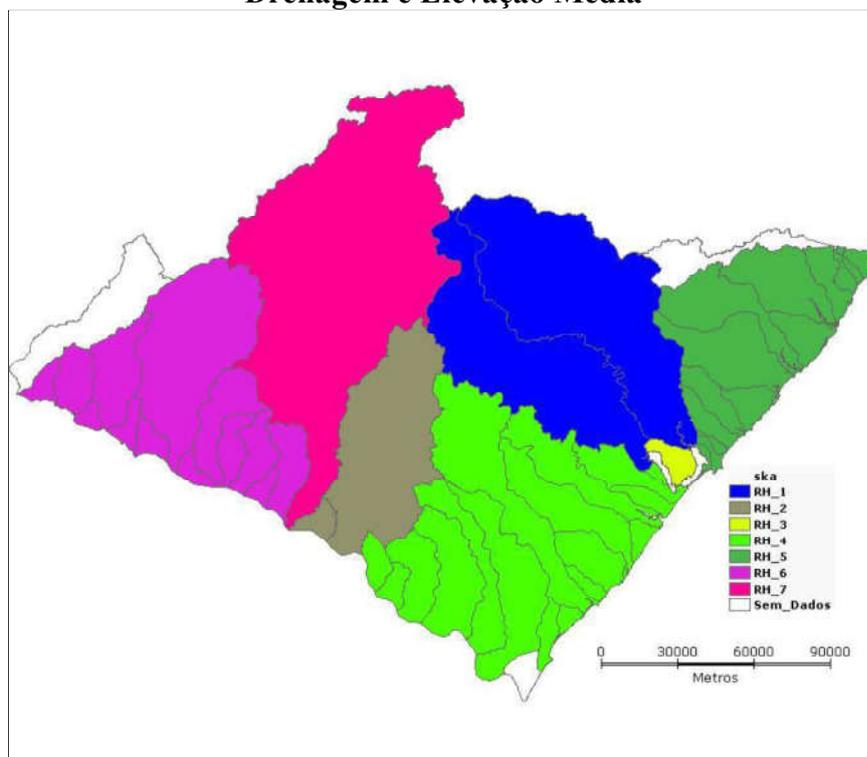
FIGURA 92 - Mapa de Regionalização com dados de: Coeficiente de Compacidade, Extensão Média e Declividade



Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 93 é apresentada a regionalização tendo como atributos os parâmetros Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Média, mostrando sete regiões bem definidas, com a mesma configuração apresentada apenas pelo parâmetro Elevação Média (Figura 84).

FIGURA 93 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Média



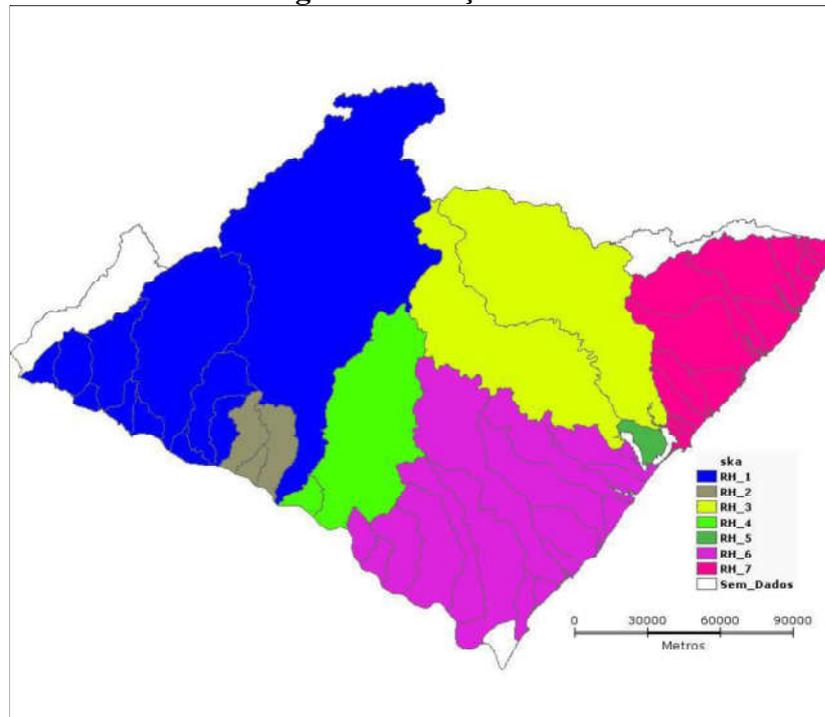
Fonte: VIEIRA (2019)

A regionalização mostrada na Figura 94, realizada com os parâmetros Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Médiana, mostra o mesmo resultado da simulação com o parâmetro Elevação Médiana (Figura 85), não resultando numa boa definição das regiões.

A Figura 95, regionalização com Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Declividade Média, mostra uma grande região (RH 2) formada por quase todas as bacias alagoanas, isolando as demais.

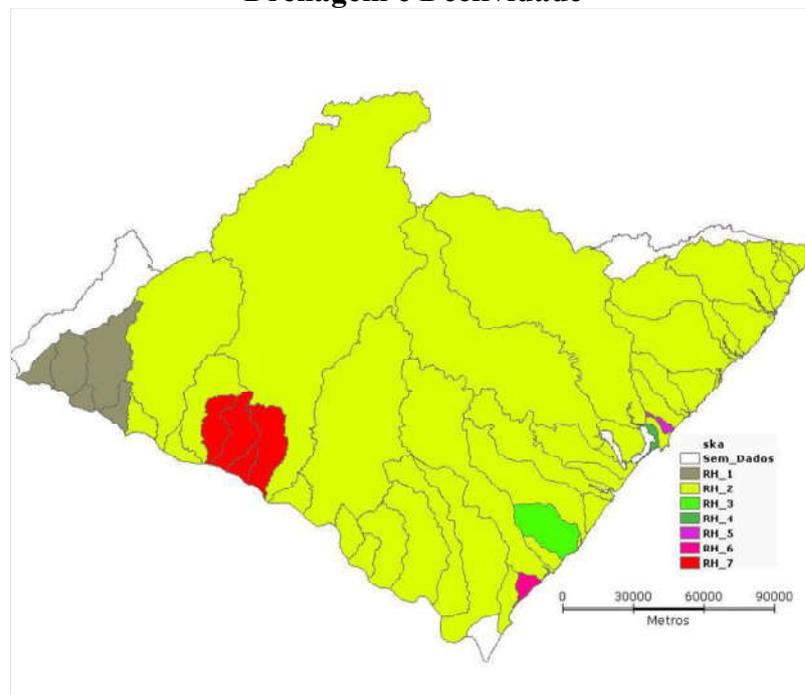
Na Figura 96, regionalização com os atributos Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média, as sete regiões se apresentam bem agrupadas, correspondendo ao mesmo resultado da regionalização com apenas o parâmetro Elevação Média, conforme apresentado na Figura 84.

FIGURA 94 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Elevação Mediana



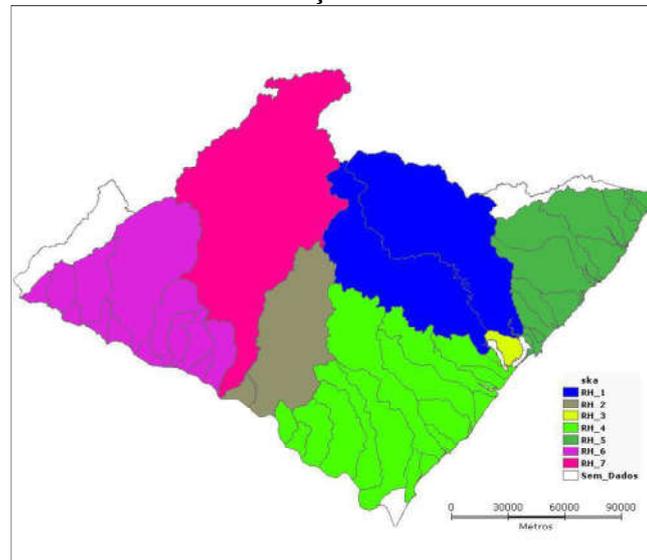
Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 95- Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma, Densidade de Drenagem e Declividade



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 96 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Média

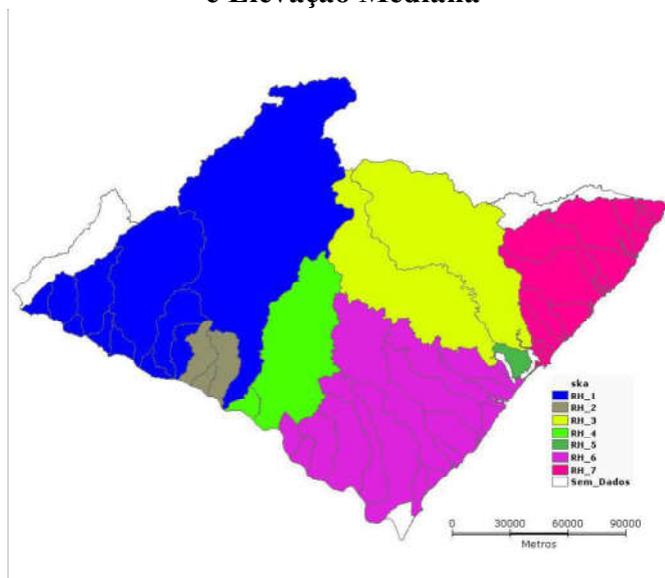


Fonte: VIEIRA (2019)

Na Figura 97, resultante da regionalização com os atributos Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Mediana, o resultado é idêntico ao obtido com apenas o parâmetro Elevação Mediana mostrado na Figura 85.

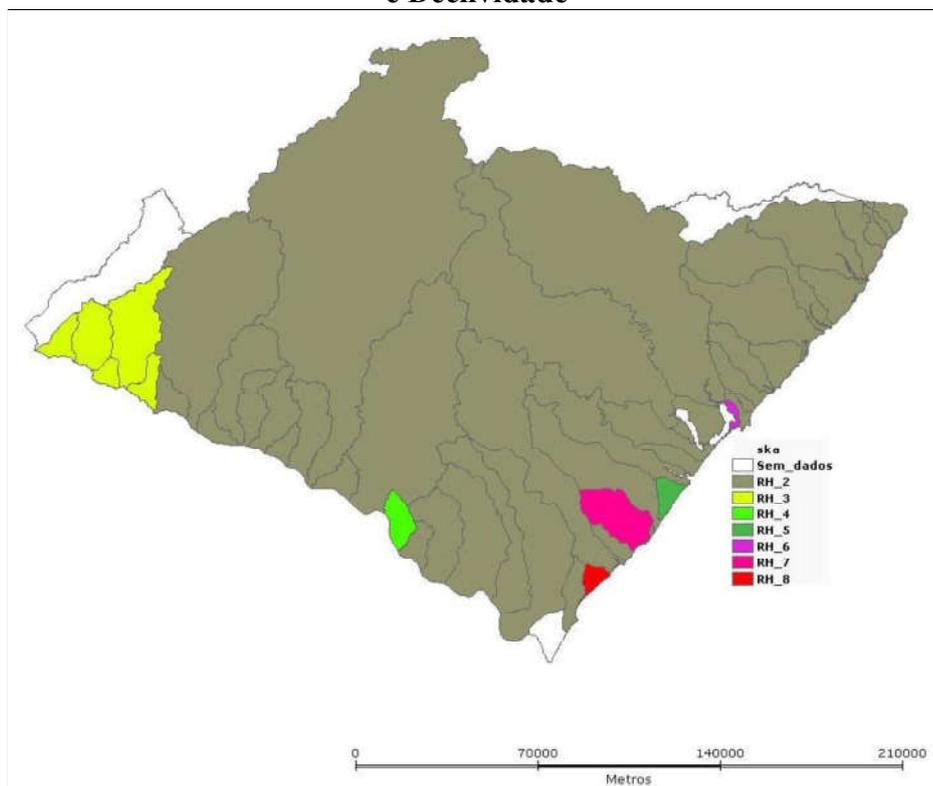
Finalizando, a Figura 98 apresenta a regionalização com os atributos Fator de Forma, Extensão Média e Declividade Média. Mostra uma grande região (RH 2) formada por quase todas as bacias alagoanas, isolando as demais regiões compostas por apenas uma bacia. A região RH 3, no extremo oeste de Alagoas, apresenta-se formada pelos rios Riacho Grande da Cruz, Maxixe, Olho D'Água, Talhado e Uruçu.

FIGURA 97 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Elevação Mediana



Fonte: VIEIRA (2019)

FIGURA 98 - Mapa de Regionalização com dados de: Fator de Forma, Extensão Média e Declividade



Fonte: VIEIRA (2019)

5.4 Discussão dos resultados

As bacias das vertentes São Franciscana e Atlântica apresentam formas irregulares. Na vertente São Franciscana, o índice de compacidade (K_c) apresenta valores variando de 1,20 a 2,20, com média em torno de 1,56, indicativo de bacias irregulares com forma mais alongada. Esta constatação é confirmada pelos valores do fator de forma (K_f) das bacias dessa vertente, que variaram de 0,05 a 0,69 com uma média de 0,21 e mediana 0,16. Fator de forma próximo de zero está relacionado a bacias estreitas e alongadas, forma característica, portanto, da maioria das bacias São Franciscanas. Constatou-se também que a variabilidade dos valores do fator de forma dessa vertente (coeficiente de variação $CV = 68,6\%$) é bem superior à do índice de compacidade ($CV = 15,5\%$). Na vertente Atlântica, K_c apresenta valores variando de 1,27 a 2,49, com média em torno de 1,80, indicativo de bacias com formas mais irregulares em relação às bacias da vertente São Franciscana. Os valores de K_f apresentaram maior dispersão para a vertente Atlântica, também caracterizados por uma distribuição leptocúrtica (curtose positiva e elevada).

O sistema de drenagem das bacias da vertente São Franciscana, quando caracterizado pela densidade de drenagem, mostrou predominância de bacias com drenagem regular (entre 0,52 e

1,5 km/km²) seguida de bacias com drenagem boa (de 1,5 a 2,16 km/km²). Em contrapartida, as bacias da vertente Atlântica se classificam com drenagem pobre a regular, com valores de D_d entre 0,27 e 1,63 km/km². A variabilidade é maior para as bacias da vertente São Franciscana.

Também foi utilizado o parâmetro extensão média do escoamento superficial. As bacias da vertente São Franciscana apresentaram valores médio e mediano em torno de 300m e desvio-padrão igual a 100m, comprovando a classificação do sistema de drenagem de regular a bom, enquanto que as bacias da vertente Atlântica apresentaram média igual, em torno de 300m, e mediana de 260m, mas com uma variabilidade bem maior que a outra vertente, entre 150 e 930m. Salienta-se a forma do histograma da extensão média do escoamento superficial para a vertente Atlântica, com assimetria positiva e curtose muito elevada (leptocúrtica e assimétrica à direita), mostrando uma grande concentração dos valores menores que a média, enquanto que o histograma da vertente São Franciscana apresenta-se simétrico e achatado (curtose negativa) caracterizando uma distribuição regular dos valores da extensão média do escoamento superficial dessas bacias.

Em relação ao relevo, tanto as bacias da vertente São Franciscana como da Atlântica apresentaram elevações média e mediana com características estatísticas (média, mediana e desvio-padrão) bem semelhantes. Na vertente São Franciscana destaca-se a curtose que mostra pequeno achatamento na distribuição dos valores da elevação mediana (curtose negativa, porém com valor baixo próximo de zero) e uma distribuição mesocúrtica (sem achatamento) na elevação média. Na vertente Atlântica as curtoses desses dois parâmetros do relevo são positivas e elevadas (distribuição leptocúrtica) e também assimetria positiva e maior que das bacias São Franciscanas, em consequência da concentração dos valores abaixo das médias. Por fim, a declividade média das bacias da vertente Atlântica mostrou maior variabilidade que as da São Franciscana, com valores mais elevados tanto da média e mediana, como também do desvio-padrão. A curtose é negativa para ambas as vertentes, porém maior na vertente Atlântica (distribuição mais regular dos valores das declividades), enquanto a assimetria se opõe nas duas vertentes, sendo negativa na Atlântica, caracterizando uma assimetria à esquerda.

Os mapas temáticos elaborados a fim de definir as regiões homogêneas da vertente São Franciscana, considerando como atributo cada parâmetro individualmente, apresentaram os melhores resultados ao se considerar cinco regiões a serem geradas para cada parâmetro. A melhor regionalização foi obtida para o parâmetro elevação mediana. Considerando cinco regiões geradas e utilizando três parâmetros fisiográficos, sendo um para cada característica (forma, drenagem e relevo), a melhor regionalização foi obtida com o atributo elevação

mediana (relevo) e quaisquer outros dois: fator de forma ou índice de compacidade (forma) e densidade de drenagem ou extensão média do escoamento superficial (sistema de drenagem).

Todas essas combinações de parâmetros apresentaram o mesmo resultado ao se simular a regionalização apenas com a elevação mediana. Este fato sugere que os parâmetros de forma das bacias (índice de compacidade e fator de forma) e os parâmetros característicos dos sistemas de drenagem (densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial) não mostram diferenças significativas entre si na regionalização e também não se mostram como indicadores importantes no processo de regionalização das bacias da vertente São Franciscana do Estado de Alagoas. Os parâmetros característicos do relevo (elevação média e declividade média dos terrenos) nem isoladamente, nem combinados com os demais parâmetros, mostraram bons resultados de regionalização.

Os mapas temáticos elaborados a fim de definir as regiões homogêneas da vertente Atlântica, considerando como atributo cada parâmetro individualmente, apresentaram os melhores resultados ao se considerar seis regiões a serem geradas para cada parâmetro. A melhor regionalização foi obtida para o parâmetro elevação média. Considerando as sete regiões geradas e utilizando três parâmetros fisiográficos, sendo um para cada característica (forma, drenagem e relevo), a melhor regionalização foi obtida com o atributo elevação média (relevo) e quaisquer outros dois: fator de forma ou índice de compacidade (forma) e densidade de drenagem ou extensão média do escoamento superficial (sistema de drenagem).

Todas essas combinações de parâmetros apresentaram o mesmo resultado ao se simular a regionalização apenas com a elevação média. Este fato sugere que os parâmetros de forma das bacias (índice de compacidade e fator de forma) e os parâmetros característicos dos sistemas de drenagem (densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial) não mostram diferenças significativas entre si na regionalização e também não se mostram como indicadores importantes no processo de regionalização das bacias da vertente Atlântica do Estado de Alagoas. Os parâmetros característicos do relevo (elevação mediana e declividade média dos terrenos) nem isoladamente, nem combinados com os demais parâmetros, mostraram bons resultados de regionalização. Apenas a elevação média, também característica do relevo das bacias, se apresentou como o único parâmetro que permitiu agrupamentos adequados das bacias da vertente Atlântica no processo de regionalização.

Por fim, considerando todas as bacias hidrográficas do Estado de Alagoas, definindo sete regiões geradas na regionalização através do gráfico de diminuição da variância e utilizando três parâmetros fisiográficos, sendo um para cada característica (forma, drenagem e relevo), a melhor regionalização foi obtida com o atributo elevação média (relevo) e

quaisquer outros dois: fator de forma ou índice de compacidade (forma) e densidade de drenagem ou extensão média do escoamento superficial (sistema de drenagem).

Assim como ocorreu com as bacias da vertente Atlântica, todas essas combinações de parâmetros apresentaram o mesmo resultado ao se simular a regionalização apenas com a elevação média. Este fato sugere que os parâmetros de forma das bacias (índice de compacidade e fator de forma) e os parâmetros característicos dos sistemas de drenagem (densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial) não mostram diferenças significativas entre si na regionalização e também não se mostram como indicadores importantes no processo de regionalização das bacias do Estado de Alagoas. Os parâmetros característicos do relevo (elevação mediana e declividade média dos terrenos) nem isoladamente, nem combinados com os demais parâmetros, mostraram bons resultados de regionalização.

6 CONCLUSÃO

Embora já exista uma divisão do estado de Alagoas em 16 regiões hidrográficas, esta regionalização não está fundamentada na hidrologia ou na fisiografia das 53 bacias alagoanas, apenas tem como princípios a vizinhança e aspectos de governança voltados para a constituição dos comitês das bacias agrupadas nessas regiões hidrográficas visando à gestão dos recursos hídricos.

Nesta pesquisa, as bacias foram agrupadas formando regiões homogêneas com base em suas características morfométricas. Inicialmente as bacias foram separadas em dois grandes grupos conforme as duas vertentes hidrográficas do Estado: vertente São Franciscana e vertente Atlântica, e depois foram todas consideradas conjuntamente no processo de regionalização.

Quanto à forma, as bacias das duas vertentes mostram-se, predominantemente, com forma irregular, estreitas e alongadas. Os parâmetros que caracterizam a forma das bacias não se mostraram adequados para a regionalização proposta.

As bacias alagoanas possuem sistema de drenagem de regular a bom na vertente São Franciscana, contrapondo-se às da vertente Atlântica, cuja drenagem varia de regular a pobre. Os parâmetros utilizados para a caracterização da rede de drenagem das bacias também não foram bons definidores de regiões homogêneas. Salienta-se que os parâmetros fisiográficos densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial dependem fundamentalmente da escala utilizada na determinação dos comprimentos dos cursos d'água perenes, intermitentes ou mesmo efêmeros, representando apenas a capacidade da bacia de drenar as águas superficiais e não está relacionado ao fluxo das águas (vazões dos rios).

Quanto ao relevo, as bacias alagoanas mostram maior variabilidade nas elevações (média e mediana) em função de suas dimensões, pois bacias maiores na vertente São Franciscana possuem maiores elevações à medida que se estendem para áreas de maiores altitudes. As elevações aumentam também à medida que as bacias estão mais afastadas do litoral. Na vertente Atlântica, o relevo é constituído pelas áreas de planície litorânea, planalto dos Tabuleiros Costeiros e áreas de serra, como a da Borborema. As pequenas bacias dessa vertente, ou só possuem áreas de planície ou planície e planalto de tabuleiro, as maiores chegam a alcançar as regiões de serras onde as elevações são bem maiores, justificando a maior variabilidade nesses parâmetros. O parâmetro declividade média também não se mostrou como bom atributo no processo de regionalização.

Assim sendo, este trabalho permitiu concluir que apenas a elevação mediana, característica do relevo das bacias, se apresentou como o único parâmetro que permitiu agrupamentos adequados das bacias da vertente São Franciscana no processo de regionalização e o parâmetro elevação média, também característico do relevo das bacias, se apresentou como o único parâmetro que permitiu agrupamentos adequados das bacias da vertente Atlântica. Por fim, considerando todas as bacias hidrográficas do Estado de Alagoas, a melhor regionalização também foi obtida com o atributo elevação média (relevo).

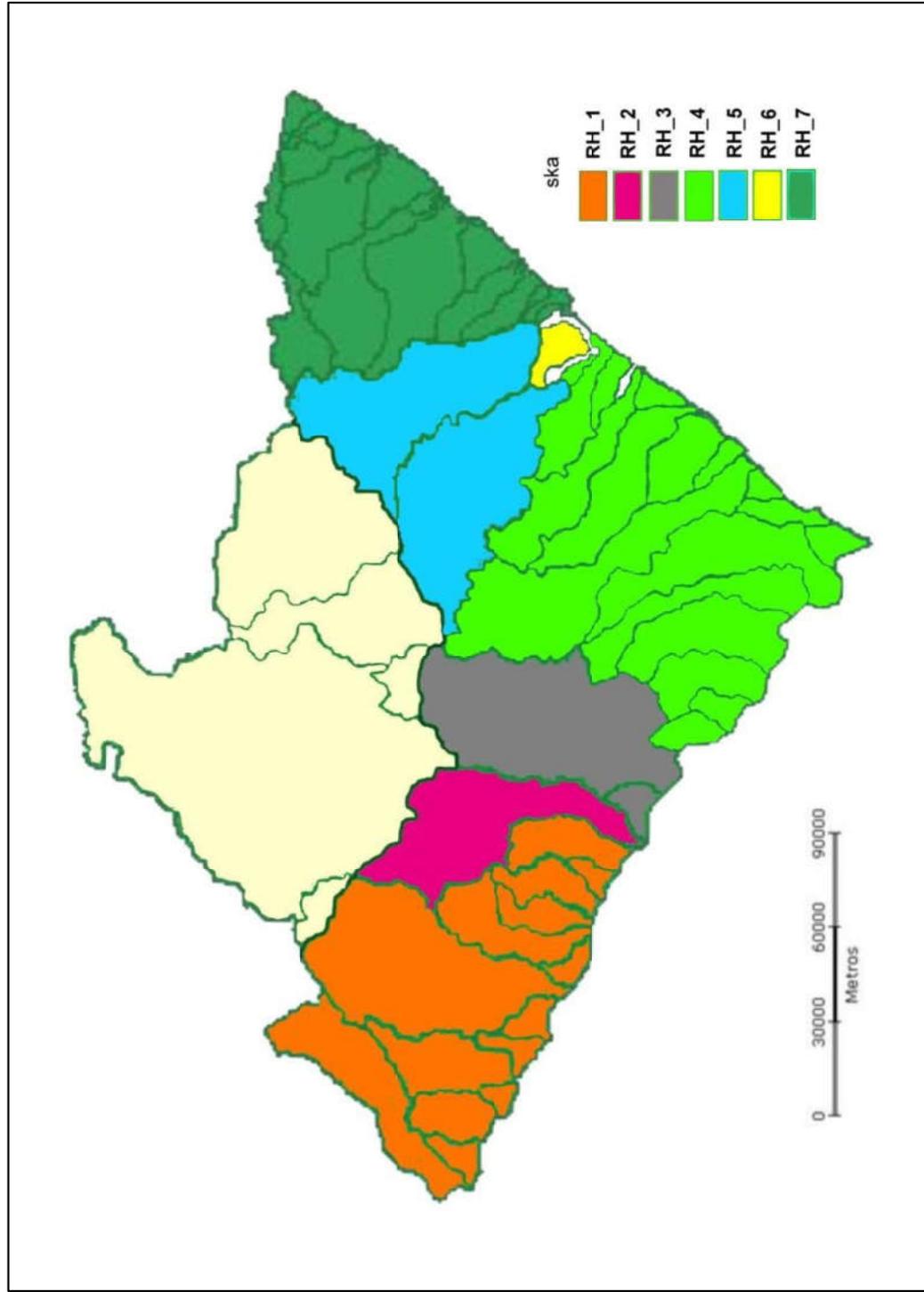
Salienta-se ainda que as regionalizações não se alteram nos mapas obtidos mesmo quando são inseridos os demais parâmetros de forma e de drenagem.

O mapa da Figura 99, que reproduz os mesmos resultados obtidos nas simulações obtidas nos mapas das figuras 84, 87, 90, 93 e 96, mostra a proposta de regionalização hidrográfica do estado de Alagoas, resultante desta pesquisa, constituindo-se em sete regiões homogêneas assim definidas:

- RH_1, formada pelos rios Grande da Cruz, Maxixe, Olho D'Água, Talhado, Uruçu, Boa Vista, Capiá, Bobó, Riacho Grande Boqueirão, Farias, Tapuio e Jacaré; e
- RH_2, formada apenas pelo rio Ipanema.
- RH_3, formada pelos rios Traipu e Jacobina;
- RH_4, formada pelos rios Cedro, Tibiri, Itiúba, Boacica, Perucaba, Piauí, Conduípe, Barra, Coruripe, Adriana, Poxim, Jequiá, Tabuada, Niquim, São Miguel, Sumauma e Estiva;
- RH_5, formada pelos rios Mundaú e Paraíba;
- RH_6, formada apenas pelo rio Remédios;
- RH_7, formada pelos rios Silva, Reginaldo, Jacarecica, Pratagy, Meirim, Sapucaia, Santo Antônio, Camaragibe, Tatuamunha, Manguaba, Salgado, Maragogi, Paus e Tabaiana;

Considerando ainda o aspecto de vizinhança, as bacias que não foram consideradas no processo de regionalização por falta de dados ou por inconsistência dos mesmos, devem ser incorporadas às regiões que melhor as agrupem: rio Moxotó à RH_1, riacho Batinga à RH_4 e rio Jacuípe à RH_7.

FIGURA 99- Proposta de regionalização do Estado de Alagoas



Fonte: VIEIRA (2019)

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Regiões Hidrográficas**. Disponível em: http://www.semarh.al.gov.br/recursos-hidricos/regioes-hidrograficas/areas_bacias%20II.pdf. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Regiões Hidrográficas**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/recursos-hidricos/regioes-hidrograficas/regioes%20hidrograficas>. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Comitê de bacias da região hidrográfica do rio Coruripe**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/comites-de-bacias/comite-de-bacia-da-regiao-hidrografica-coruripe>. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Comitê de bacias da região hidrográfica do rio Pratagy**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/comites-de-bacias/comite-de-bacia-da-regiao-hidrografica-pratagy>. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Comitê de bacias da região hidrográfica do rio São Miguel**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/comites-de-bacias/comite-de-bacia-da-regiao-hidrografica-sao-miguel>. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Comitê de bacias da região hidrográfica do rio Piauí**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/comites-de-bacias/comite-de-bacia-da-regiao-hidrografica-piaui>. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Comitê de bacias da região hidrográfica do CELMM**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/comites-de-bacias/comite-de-bacia-da-regiao-hidrografica-celmm>. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual de Operação da Sala de situação do Estado de Alagoas**. Disponível em: http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/progestao-1/acompanhamento-programa/aplicacao-dos-recursos/acompanhamento-das-metas-de-cooperacao-federativa/manuais-de-salas-de-situacao/manual-de-operacao-da-sala-de-situacao_al.pdf. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Planejamento. **Fundamentos Geográficos do Meio Físico do Estado de Alagoas**. Maceió. 1977.

ALAGOAS. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. **Regiões Hidrográficas de Alagoas**. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/mapas-de-caracterizacao-territorial/resource/da8a5286-2c88-41ec-a894-645a433fd0f6>. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. **Clima**. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/d8f3ac16-6441-4f45-8c69-a2fc5a4ff8a6/resource/6376058d-00c9-4cb6-a8d0-149987a434ea/download/28clima.png>. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. **Geomorfologia**. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/d8f3ac16-6441-4f45-8c69-a2fc5a4ff8a6/resource/7c003e40-db57-48fb-bc07-c3faaecb7624/download/25geomorfologia.png>. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. **Solo**. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/d8f3ac16-6441-4f45-8c69-a2fc5a4ff8a6/resource/b5ee52e2-5e76-49a5-bc9d-7e344c19be5b/download/26solos.png>. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

ALAGOAS. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. **Localização**. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/d8f3ac16-6441-4f45-8c69-a2fc5a4ff8a6/resource/8b4db616-cd8c-495b-99cc-b8a82522765f/download/01alagoasemmapaslocalizacao.png>. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

ALMEIDA, Antônio J. P. **Urbanização e implicações hidrológicas na bacia endorreica do Tabuleiro do Martins**. 2016. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2016.

ASSIS, J. S de; OLIVEIRA, A. L. A de; NASCIMENTO, M.C. do. **Atlas Escolar Alagoas: espaço geo-histórico e cultural**. 2º ed. Ed.: Grafiset. João Pessoa. 2013.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Termo de Referência do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Moxotó**. Ato Convocatório nº 006/2016 . Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo – AGB Peixe Vivo, 2016. Disponível em: http://agenciapeixevivo.org.br/images/2016/cg014ana/atosconvocatorios/ANEXO_I_TERMO_DE_REFERENCIA_ATO_006_2016_CG_ANA_MOXOTO_IBIMIRIM.pdf. Acessado em 07 de Janeiro de 2018.

BRASIL. LEI Nº 9.433, DE 08 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art.21 da Constituição Federal e altera o art. 1 da Lei n 8.001, de 13 de Março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de Dezembro de 1989. In: Ministério do Meio Ambiente. **Conjunto de normas legais: recursos hídricos**. 8ed. Brasília/DF. 2014.

BRASIL. DECRETO Nº 30, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2002. Estabelece metodologia de codificação das bacias hidrográficas em âmbito nacional. In: Ministério do Meio Ambiente. **Conjunto de normas legais: recursos hídricos**. 8ºed. Brasília/DF. 2014.

BRASIL. DECRETO Nº 32, DE 15 DE OUTUBRO DE 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. In: Ministério do Meio Ambiente. **Conjunto de normas legais: recursos hídricos**. 8ºed. Brasília/DF. 2014.

BRASIL. LEI Nº 5.965, DE 11 DE NOVEMBRO DE 1997. **Dispôs sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH e instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento**

Integrado de Recursos Hídricos – SEGIRH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas – SEMARH. Maceió/AL. Disponível em: http://www.semarh.al.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao-documentos/Lei_5965.pdf Acessado em 08 de Janeiro de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Regiões Hidrográficas Brasileiras: Atlântico Nordeste Oriental.** Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/atlantico-ne-oriental>. Acessado em 06 de Janeiro de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Regiões Hidrográficas Brasileiras: São Francisco.** Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/sao-francisco>. Acessado em 06 de Janeiro de 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão do Brasil.** Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm?c=12018 Acessado em: 12 de Janeiro de 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão do Brasil.** Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm Acessado em: 12 de Janeiro de 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TerraView.** Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/terraview_previous/docs/tutorial/Aula8.pdf Acessado em: 10 de Dezembro de 2018.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico.** Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17649/mapageo.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. Acessado em: 10 de Dezembro de 2018.

BARROS, Alexandre Hugo Cezar; ARAÚJO FILHO, José Coelho de; SILVA, Ademar Barros da; SANTIAGO, Gabriela Ayane C. F. **Climatologia Do Estado De Alagoas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos.** Recife/PE: Embrapa Solos, 2012. 32 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103956/1/BPD-211-Climatologia-Alagoas.pdf>.

CABRAL, J.F.; Silva, C.B.; SANTOS, D.; CABRAL, J.F.; FERRO, A.P.C. Uso dos recursos naturais e degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do rio Traipu PE/AL. **XII Simpósio Nacional de Geomorfologia Paisagem e Geodiversidade: a valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro.** Crato/CE. 2018. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-419-1235.html>. Acessado em 25 de Julho de 2018.

CASTRO, I. E. de et al. (Org.). **Geografia: conceitos e temas.** Ed.: Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1995.

CHRISTOFOLETTI. ANTONIO. **Geomorfologia.** 2º ed. Ed. Edgard Blucher. São Paulo. 1980.

CONTEL, F. B. As divisões regionais do IBGE no século XX (1942, 1970 e 1990). **Revista a Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica.** Disponível em: <http://journals.openedition.org/terrabrasilis/990> Acessado em: 12 de Janeiro 2018.

COSTA, Wesley Borges; MOREIRA, Michelle Neris; NERY, Maria Goreth e Silva. Repensando a regionalização brasileira a partir da teoria do meio técnico-científico-informacional. **Espaço em Revista**, Goiania/GO vol. 14, nº 2, jul./dez. p.183 – 197, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/espaco/article/viewFile/17952/12885> Acessado em: 12 de Janeiro de 2018.

INÁCIO, Aline da Silva.; CAVALCANTE, Lucas Barbosa.; MENDONÇA, Rosilene. Utilização de dados de sensoriamento remoto para a obtenção das características físicas da bacia hidrográfica do rio Ipanema. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Maceió/AL, 2011. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos_publicacoes/Utilizacao%20de%20dados%20de%20sensoriamento%20remoto%20para%20a%20obtencao%20das%20caracteristicas%20fisicas%20da%20bacia%20hidrografica%20do%20rio%20Ipanema.pdf. Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

LIMA, Rochana C. de A. O Espaço e a Gente de Alagoas. **Alagoas 200 anos**. Ed.: Arnon de Mello. Maceió/AL, 2017. Disponível em: <http://www.youblisher.com/p/1879008-Alagoas-200-Anos/> Acessado em 10 de Janeiro de 2018.

LEITE, Emerson Figueiredo.; ROSA, Roberto. Estudos da geografia física em bacias hidrográficas sob a ótica da paisagem integrada. **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Viçosa/MG, 2009. Disponível em: http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo4/007.pdf. Acessado em 06 de Janeiro de 2018.

LENCIONI, Sandra. **Região e Geografia**. 1ªed. 1ª reimp. EDUSP. São Paulo, 2003.

LIMA, Walter. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Ed. EDUSP, 2ªed. São Paulo. 2008.

GOMES, P. C. da C. O conceito de região e sua discussão. In: CASTRO, I. E. de et al. (Org.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 49-76, 1995.

GUERRA, Antônio T.; CUNHA, Sandra B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Ed. Bertrand Brasil. São Paulo. 1994.

GUERRA, Antônio Teixeira; VITTE, Antônio Carlos (org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, 2004.

MENEZES, D. J. B. DE. **Avaliação das Possibilidades de Reúso de Efluentes Tratados na Bacia do Rio Capiá - Semiárido Alagoano**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2015. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/Sitenovo/Publicacoes/Dissertacoes/2015DissertacaoDanilo.pdf>. Acessado em 08 de Janeiro de 2018.

NASCIMENTO, M. C.; ANDRADE, E. de L.; GUIMARÃES JUNIOR, S. A. M.; MEDEIROS, P. R. P.; OLIVEIRA, A. N. S. Mapeamento da fragmentação dos remanescentes florestais na Região Hidrográfica do Riacho Talhado, Alagoas-Brasil. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.4570, 2011.

PACHECO, Dayse. **Condições socioambientais das nascentes situadas no alto Piauí: Preservação das áreas e qualidades da água**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2018.

SANTOS, Claudinei Araújo dos; GONÇALVES Marcelino de Andrade. **Conceito de Região**. Revista Semina, Passo Fundo/RS, v.13, n.1, p. 15-31, 2014.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. 6^oed. 2^o reimp. EDUSP. São Paulo, 2014.

SILVEIRA, André L. L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In.: TUCCI, Carlos E. M.(org). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4^oed. Porto Alegre. Ed. UFRGS/ABRH. 2009.

TerraView 4.1.0. São José dos Campos, SP: **INPE**, 2018. Disponível em: www.dpi.inpe.br/terraview. Acesso em: 11/09/2017.

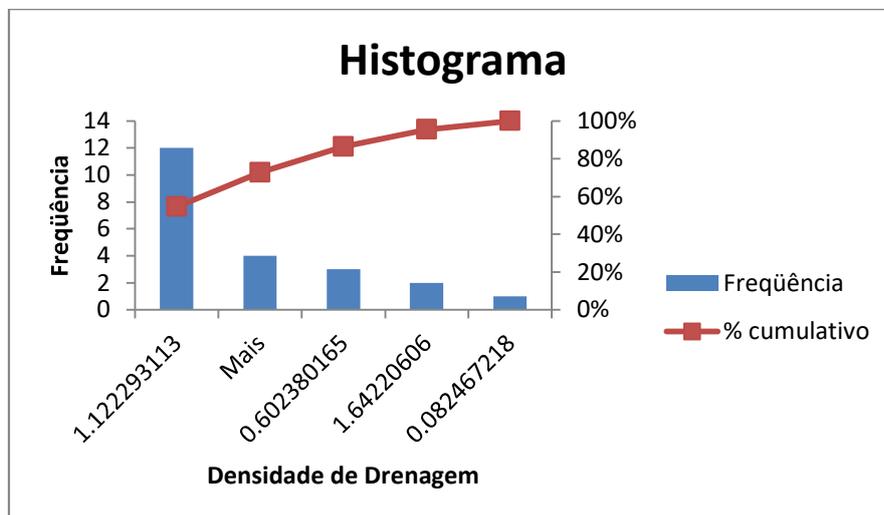
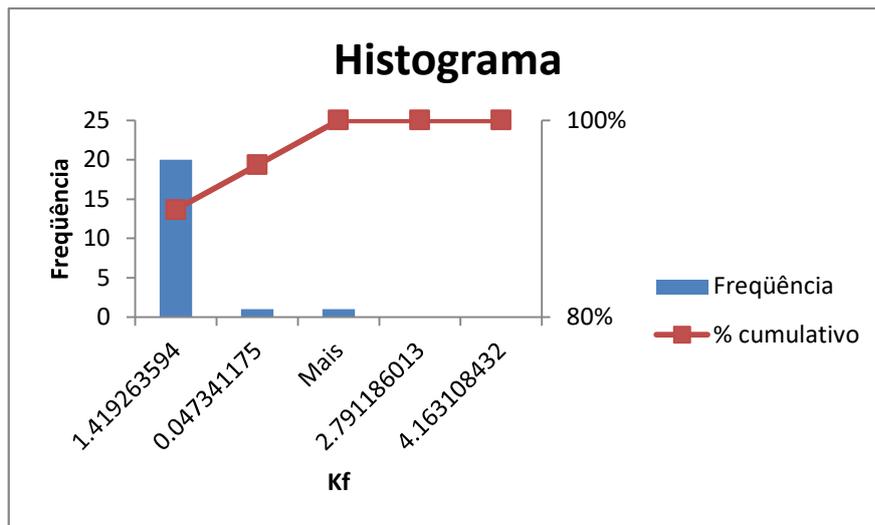
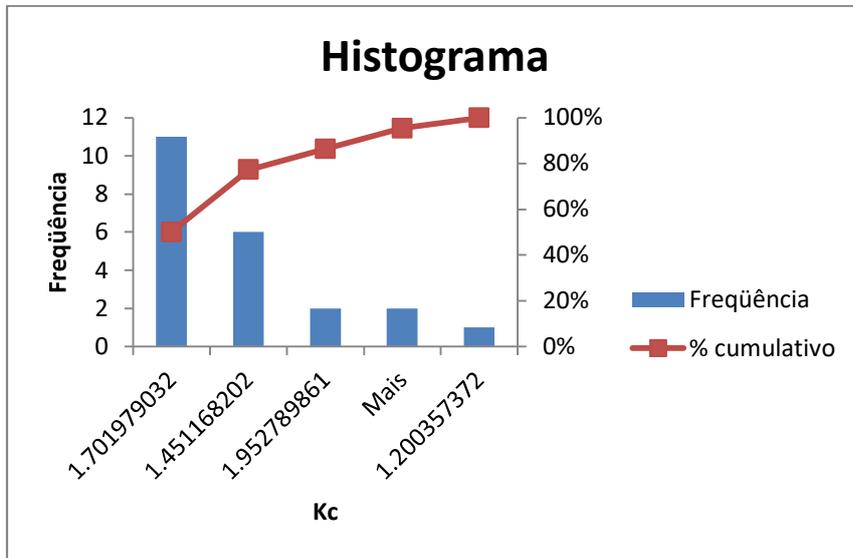
TUCCI, Carlos E. M.(org). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4^oed. Porto Alegre. Ed. UFRGS/ABRH. 2009.

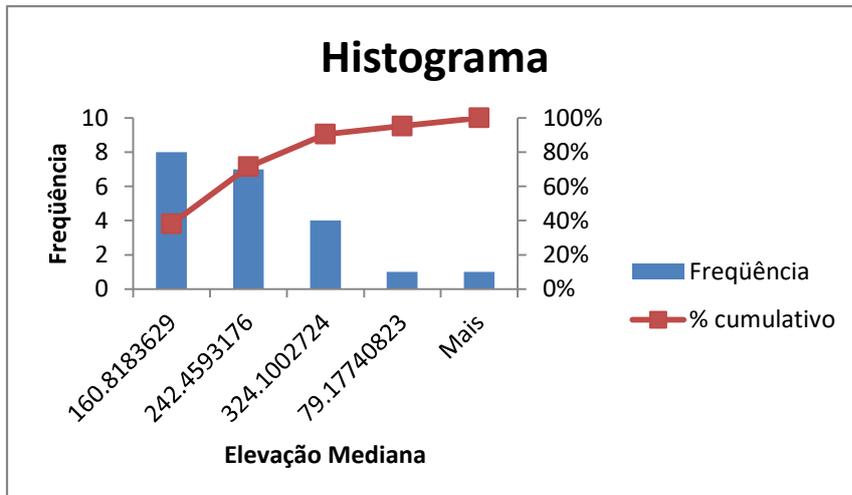
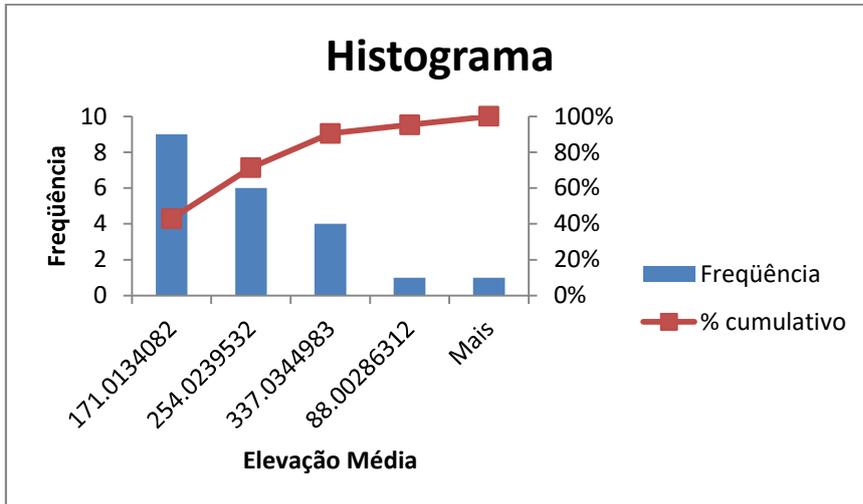
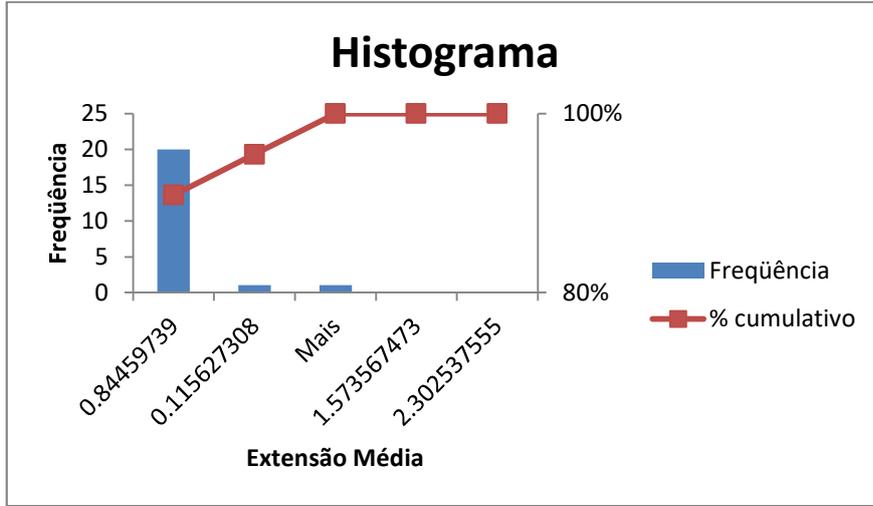
VENTURI, Luis A. B. **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. Ed.: Oficina de Textos. 2^o ed. São Paulo. 2009.

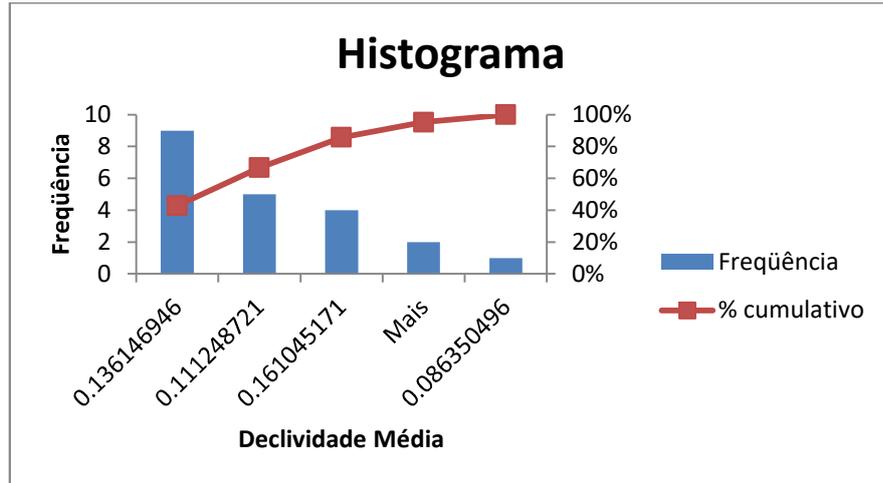
VILELA, Suani Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. Ed. McGRAW-Hill do Brasil. São Paulo. 1975.

APÊNDICE

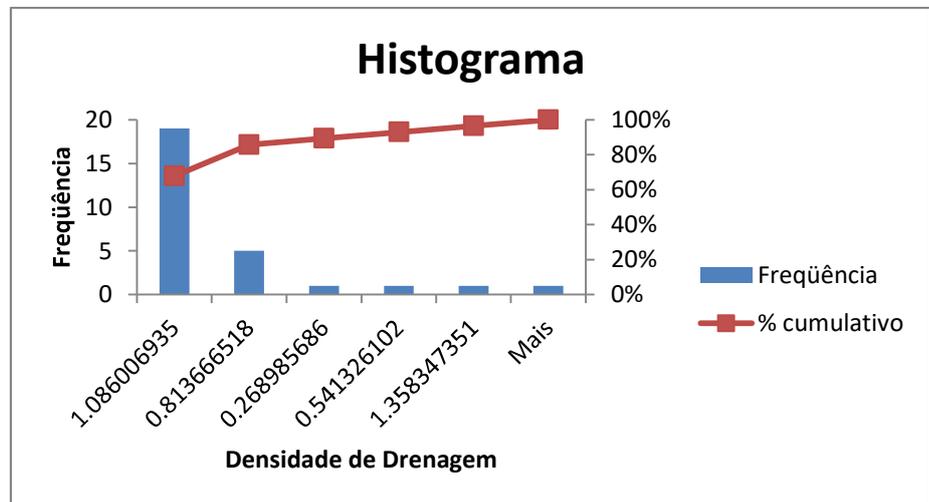
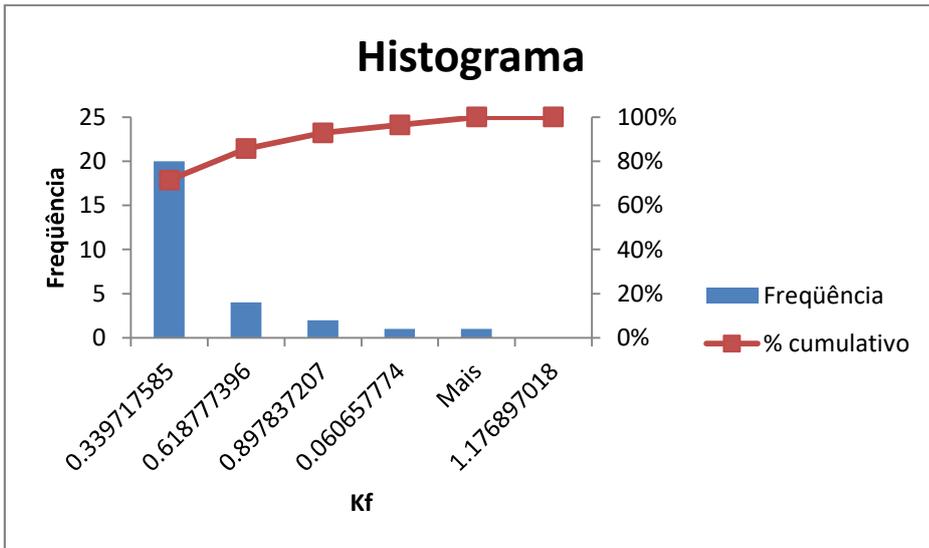
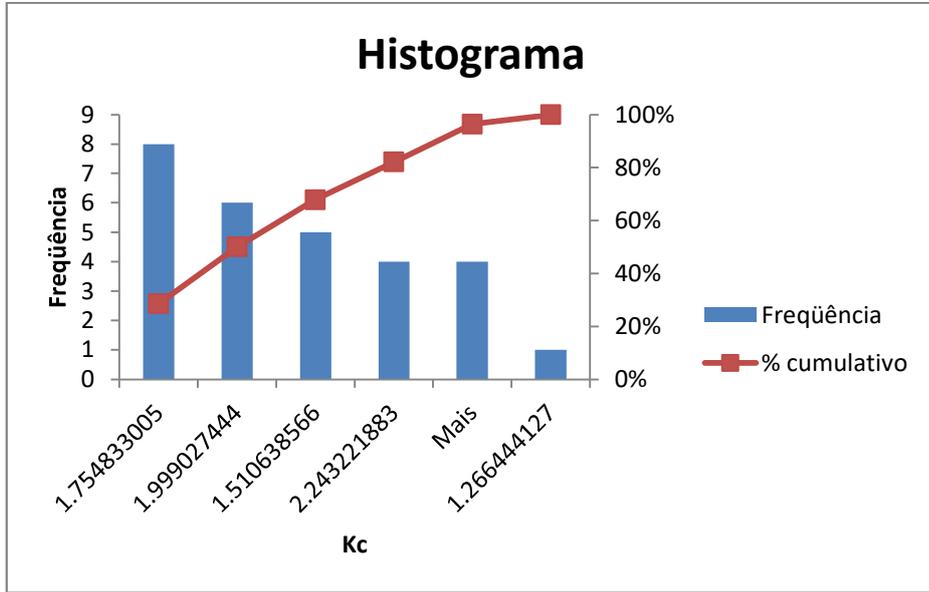
APÊNDICE A – HISTOGRAMAS DOS PARÂMETROS DA VERTENTE SÃO FRANCISCANA

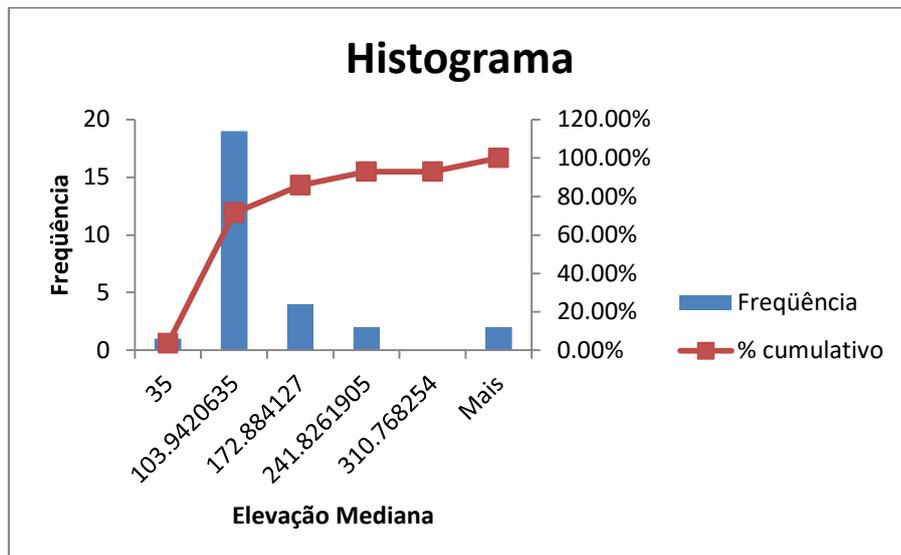
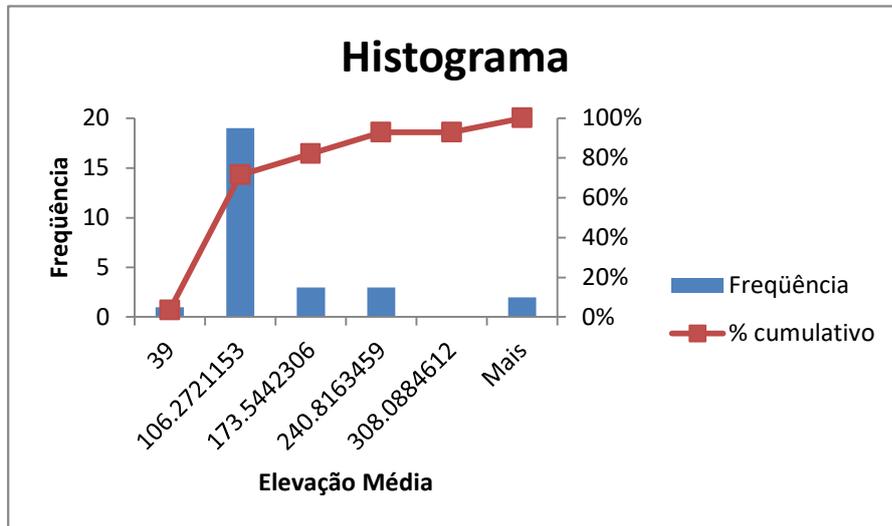
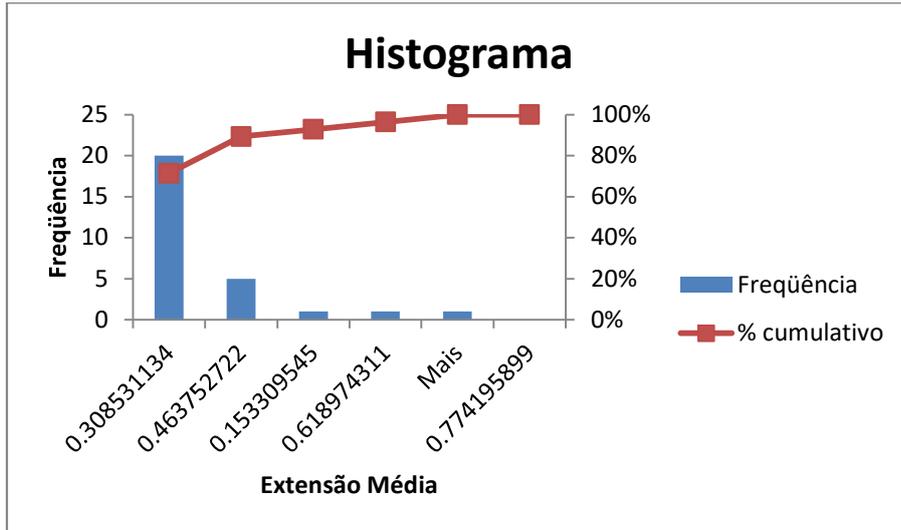


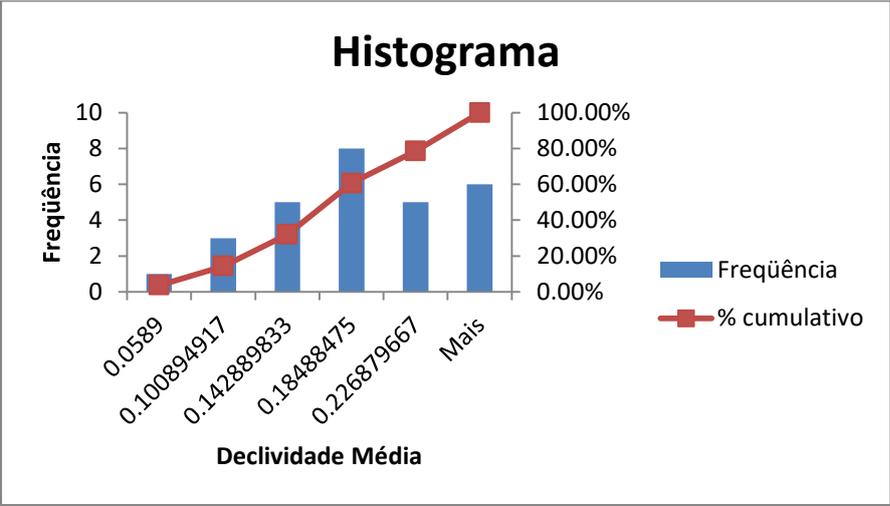




APÊNDICE B – HISTOGRAMAS DOS PARÂMETROS DA VERTENTE ATLÂNTICA







APÊNDICE C – HISTOGRAMAS DOS PARÂMETROS DAS 50 BACIAS DO ESTADO DE ALAGOAS

