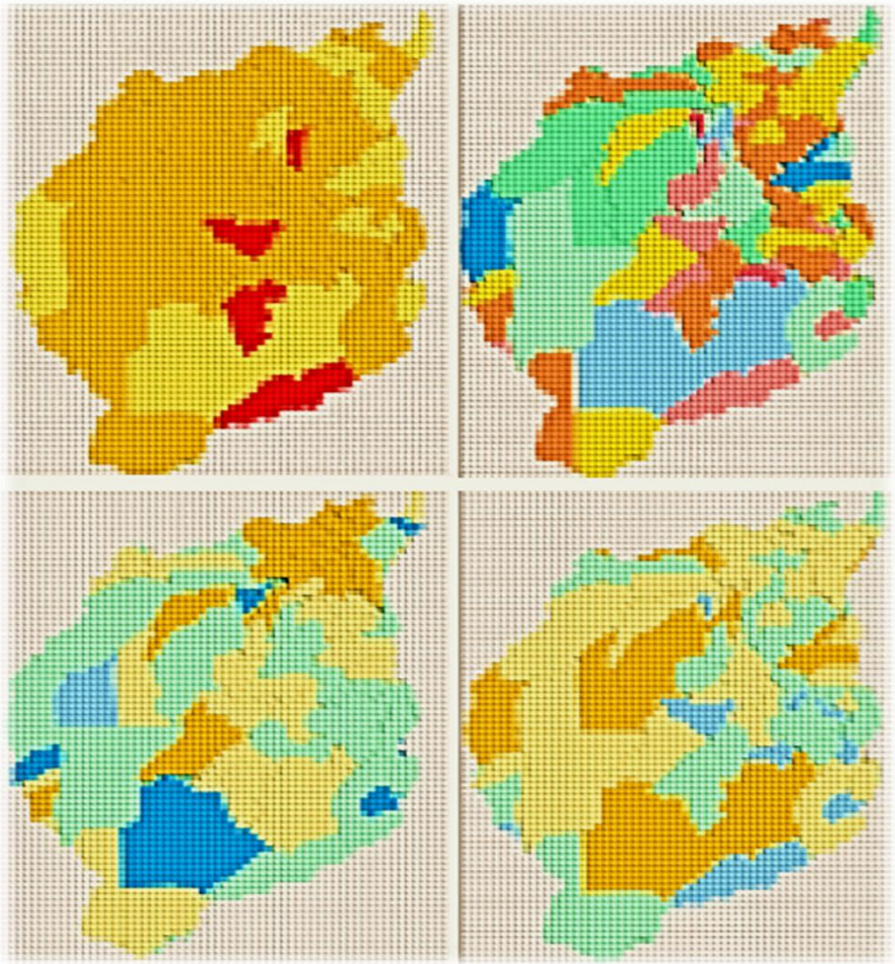
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Contrato: 024/2015 - UEMA/FAPEAD

ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM

RELATÓRIO FINAL



São Luís - Maranhão
Junho - 2016

NÚCLEO GEOAMBIENTAL

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, nº 1000 - Bairro: Jardim São Cristóvão
CEP 65.055-310 - São Luís/MA - CNPJ: 06.352.421/0001-68

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Produção e Sistematização de dados Geoambientais e Socioeconômicos do Estado do Maranhão

Ação Executiva 4180 - PDGEO

PRODUÇÃO DE DADOS GEOAMBIENTAIS DO ESTADO DO MARANHÃO

Contrato: 024/2015 - UEMA/FAPEAD

ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM

RELATÓRIO FINAL

São Luís - Maranhão
Junho - 2016

NÚCLEO GEOAMBIENTAL

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, nº 1000 - Bairro: Jardim São Cristóvão
CEP 65.055-310 - São Luís/MA - CNPJ: 06.352.421/0001-68

Equipe Técnica

Nome	Formação / Função
Jucivan Ribeiro Lopes	Eng. Agrônomo - Me. Agroecologia Gerente do Núcleo Geoambiental
Elienê Pontes de Araújo	Geógrafa - Me. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento / Chefe do Labgeo
Gunter de Azevedo Reschke	Meteorologia - Me. Meteorologia Chefe do Labmet
José Raimundo Ferreira Gama	Eng°. Agrônomo - Dr. Solos Chefe do Labhidro
Carlos Márcio de Aquino Elói	Meteorologista - Me. Agrometeorologia
Andréa Helena Machado dos Santos	Meteorologista - Me. Meteorologista
Hallan David Velasco Cerqueira	Meteorologista - Me. Meteorologista
João Firminiano da Conceição Filho	Geógrafo - Me Em Desenvolv. Socioespacial e Regional
Willinielsen Santos Lago	Ciências Aquáticas - Me Em Saúde e Meio Ambiente
Danúbio Campos Pinheiro	Geógrafo - Esp. Engenharia Ambiental
Conceição de Maria Araújo Costa	Economista - Esp. Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.
José Amaro Nogueira	Bel. Em Comunicação Social e Especialista em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
Mércia Linhares Teles	Ciências Aquáticas - Esp. Em Engenharia Ambiental
Carlos Wendel Soares Dias	Eng°. Agrônomo - Esp. Em Engenharia Sanitária e Controle Ambiental
Marcio Roberto Bezerra Fialho	Esp. Gestão de Telecomunicação e Informática
Jony Herbeth Almeida Silva	Tecnólogo em Gestão Ambiental
Deysiele Viana de Oliveira	Graduanda em Geografia - Téc. em Meio Ambiente
Hauanen Araújo Rocha	Graduanda em Biologia

APRESENTAÇÃO

O zoneamento agrícola é um instrumento importante da política agrícola, proporcionando uma significativa redução dos riscos para as atividades neste setor, sendo uma peça essencial de planejamento, de execução de políticas públicas e de seguridade agrícola, constituindo-se, portanto, em uma importante ferramenta de inserção socioeconômica e de agregação tecnológica.

Considerar a relação solo, planta e clima na construção de instrumentos técnicos de apoio ao planejamento e à gestão do território significa utilizar os recursos naturais e os bens de produção de forma racional, condizentes com os conhecimentos e as técnicas disponíveis nas instituições de pesquisas. O Zoneamento Agrícola orienta, onde, quando e o quê plantar, dando maior garantida e maior estabilidade na produção agrícola. Utilizar as orientações desse instrumento representa incorrer em menor risco de perdas e de prejuízos.

A construção do zoneamento agrícola demanda uma série de informações, tanto de cunho ambiental quanto social. As informações de cunho ambiental dizem respeito ao conhecimento da relação: água - solo - planta (clima, pedologia e tipo de cultura). As de cunho social dizem respeito às características da sociedade residente na região onde o zoneamento será realizado, adequando a geração do conhecimento com o público onde esse conhecimento será aplicado, criando-se dessa forma uma linguagem de comunicação compatível com a aplicabilidade dos resultados obtidos do zoneamento agrícola.

Este relatório apresenta os principais resultados obtidos para o Zoneamento Agrícola da bacia hidrográfica do Mearim, produzidos a partir de atividades técnicas do Núcleo Geoambiental da UEMA (NUGEO/CCA/UEMA) no período 2015/2016. O principal objetivo do zoneamento é proporcionar ao Governo e à Sociedade, orientação técnica de apoio às políticas agrícolas e que em sendo adotadas, possam reduzir os riscos de perdas neste importante setor produtivo do Estado. O estudo é uma proposta de uso mais racional, com base na realidade edafoclimática local a partir da adoção do conceito de Região Homogênea de Precipitação Pluviométrica, da adequação do conhecimento dos solos e de suas relações com as exigências culturais.

Este estudo está estruturado em duas partes como forma de melhor sistematizar o conhecimento produzido. Na **Parte 1** aborda de maneira geral os aspectos socioeconômicos e ambientais, enquanto que, a **Parte 2** trata especialmente da elaboração do Zoneamento Agrícola, destacando-se a construção de calendários agrícolas com base nos riscos climáticos.

A principal finalidade deste estudo é dispor informações técnico-científicas que possam apoiar Governo e sociedade civil nos aspectos do planejamento e da gestão territorial, com a perspectiva de contribuir na melhoria da qualidade de vida do Maranhão e dos maranhenses.

PARTE 1

DIAGNÓSTICO

1. Bacia Hidrográfica do Rio Mearim

A bacia hidrográfica do rio Mearim é a maior do Estado com 99.058,68 km², equivalente a 29,84% da área total do território maranhense, na qual existem 37 postos pluviométricos em operação. O principal rio é o Mearim, que nasce na serra da Menina, entre os municípios de Formosa da Serra Negra, Fortaleza dos Nogueiras e São Pedro dos Crentes, numa altitude aproximada de 650 m, onde tem o nome de ribeirão Água Boa, percorre longo trecho na direção Sudoeste-Nordeste, até o município de Esperantinópolis e após receber as contribuições do rio Flores, ruma para o Norte até desembocar na baia de São Marcos, entre a capital São Luís e Alcântara. Durante o percurso de 832,18 km de extensão, recebe vários afluentes, destacando-se como principais o Pindaré, cuja contribuição se dá a 20 km da foz e a do Grajaú.

Esta bacia possui 85 municípios, destes, 65 têm suas sedes em seu perímetro, enquanto 50 estão totalmente inseridos na bacia que possui uma população de 1.681.307 habitantes, equivalente a (25,6%) do Estado, sendo 872.660 (51,9%) na área urbana e 808.647 (48,1%) na zona rural, com densidade demográfica de 16,97 hab./km^2 (IBGE, 2010). Destacando-se entre os municípios mais populosos Bacabal, Barra do Corda, Grajaú, Lago da Pedra, Presidente Dutra, Viana e Zé Doca.

O rio Mearim nasce na serra da Menina, entre os municípios de Formosa da Serra Negra, Fortaleza dos Nogueiras e São Pedro dos Crentes, em altitude de aproximadamente 650 m, onde recebe a denominação de ribeirão Água Boa, seguindo um longo trajeto na direção Sudoeste-Nordeste, até Esperantinópolis, onde após receber as contribuições do rio Flores, direciona-se para o Norte, até desembocar na baia de São Marcos, entre São Luís e Alcântara. Com um percurso de 832,18 km de extensão. O rio Mearim tem como principais afluentes o rio Pindaré e o rio Grajaú. O rio Pindaré deságua no rio Mearim a cerca de 20 km da sua foz. No caso do rio Grajaú, este flui para o rio Mearim por meio do canal do Rigô encontrando o Mearim na área do Golfão Maranhense (**FIGURA 1**).

FIGURA 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Mearim no estado do Maranhão.

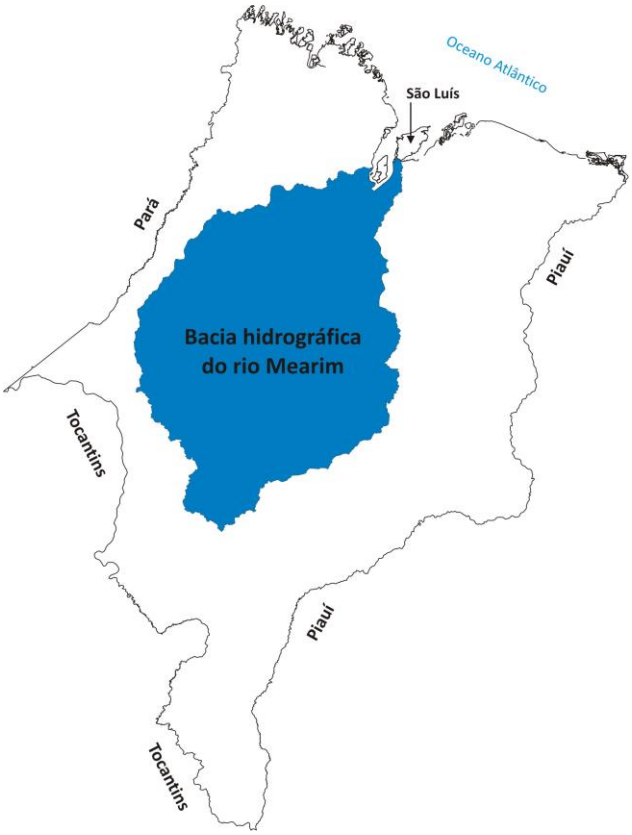


FOTO 1. Aspectos do relevo (primeiro plano: ondulado e forte ondulado no segundo plano), município de Formosa da Serra Negra. Coordenadas: W - 46º08`58” e S - 02º29`50”. Altitude: 280 m

FOTO 2. Pastagem sob relevo ondulado, município de Formosa da Serra Negra. Coordenadas: W - 46º08`58” e S - 02º29`50”. Altitude: 280 m

FOTO 3. Nascente do rio Mearim, município de Formosa da Serra Negra. Coordenadas: W - 46º19`38” e S - 06º54`31”. Altitude: 445 m

FOTO 4. Relevo forte ondulado a montanhoso, município de Sítio Novo. Coordenadas: W – 46º 39`42” e S - 05º57`10”. Altitude: 313 m

FOTO 5. Relevo praticamente plano com plantação de eucalipto, município de Grajaú. Coordenadas: W - 46º03`56” e S - 05º51`34”. Altitude: 267 m

FOTO 6. Aspectos do relevo (primeiro plano: suave ondulado e ondulado no segundo plano), município de Tuntum. Coordenadas: W - 44º35`24” e S - 05º19`09”. Altitude: 135 m

FOTO 7. Área desmatada para implantação de pastagem, sob vegetação com babaçú em relevo ondulado no município de Alto Alegre do Pindaré (W - 45º 45`12” e S - 03º 45`14”). Altitude: 30 m.

FOTO 8. Rio Zutiua no ponto de cruzamento com a MA-119, no município de Santa Luzia (W - 45º 45`40” e S - 03º 55`11”). Altitude: 11 m.

FOTO 9. Vegetação da Floresta Ombrófila ao lado da MA-006, no município de Santa Luzia (W - 46º 13`31” e S - 04º 23`08”). Altitude: 187 m. Vendo-se ao fundo o rio Jeju.

FOTO 10. Vista geral da paisagem com uso de pastagem em relevo forte ondulado ao longo da MA-006, entre os municípios de Santa Luzia (W - 46º 08`51” e S - 04º 46`52”). Altitude: 336 m.

FOTO 11. Entrada da Terra Indígena Araribóia no município de Amarante do Maranhão (W - 46º 23`57” e S - 05º 22`14”). Altitude: 265 m. Vegetação de cerrado.

FOTO 12. Área com plantio de pastagem em relevo ondulado no município de Arame (W - 45º 58`35” e S - 04º 50`20”). Altitude: 244 m.

FOTO 13. Área com plantio de pastagem em relevo ondulado no município de Pedro do Rosário (W - 45º 35`37” e S - 03º 09`10”). Altitude: 42 m.

FOTO 14. Área com Gleissolo utilizada com plantio de arroz irrigado no município de Arari (W - 44º 50`43” e S - 03º 26`58”). Altitude: 1 m.

FOTO 15. Área com Gleissolo utilizada com pastagem plantada no município de Arari (W - 44º 50`36” e S - 03º 21`39”). Altitude: 5 m.

FOTO 16. Área com vegetação de babaçu com pastagem plantada em relevo suave ondulado a ondulado no município de Santa Luzia (W - 45º 43`14” e S - 04º 00`10”). Altitude: 70m.

FOTO 17. Plantio de Eucalipto na fazenda Viena sobre Latossolo Amarelo no município de Bom Jesus das Selvas (W - 45º 43`14” e S - 04º 00`10”). Altitude: 168m

2. Aspectos Cartográficos e Socioeconômicos

TABELA 1. Área, população e densidade demográfica da bacia hidrográfica do rio Mearim.

MUNICÍPIO	Área (1) (km²)	POPULAÇÃO (2)					
		Total	Densidade (3)	Urbana	%	Rural	%
Açailândia	5.811,56	104.013	17,90	78.241	75,22	25.772	24,78
Altamira do Maranhão	709,81	10.211	14,39	3.141	30,76	7.070	69,24
Alto Alegre do Pindaré	1.931,35	31.028	16,07	9.834	31,69	21.194	68,31
Amarante do Maranhão	7.438,06	37.894	5,09	15.006	39,60	22.888	60,40
Anajatuba	1.010,38	25.294	25,03	7.018	27,75	18.276	72,25
Arame	2.974,50	31.568	10,61	12.558	39,78	19.010	60,22
Arari	1.099,42	28.477	25,90	17.484	61,40	10.993	38,60
Bacabal	1.681,77	99.960	59,44	77.836	77,87	22.124	22,13
Bacabeira	615,17	14.965	24,33	3.324	22,21	11.641	77,79
Barra do Corda	5.186,27	82.692	15,94	51.572	62,37	31.120	37,63
Bela Vista do maranhão	147,84	11.946	80,80	5.167	43,25	6.779	56,75
Bernardo do Mearim	248,49	5.996	24,13	2.324	38,76	3.672	61,24
Bom Jardim	6.589,61	39.093	5,93	16.439	42,05	22.654	57,95
Bom Jesus das Selvas	2.679,28	28.456	10,62	13.431	47,20	15.025	52,80
Bom Lugar	445,12	14.823	33,30	4.181	28,21	10.642	71,79
Brejo de Areia	993,17	10.540	10,61	2.853	27,07	7.687	72,93
Buriticupu	2.544,78	65.226	25,63	35.790	54,87	29.436	45,13
Buritirana	818,83	14.770	18,04	4.152	28,11	10.618	71,89
Cajapió	908,06	10.632	11,71	3.905	36,73	6.727	63,27
Cajarí	661,53	18.348	27,74	4.285	23,35	14.063	76,65
Capinzal do Norte	590,15	10.698	18,13	5.610	52,44	5.088	47,56
Centro Novo do Maranhão	8.369,28	17.622	2,11	5.522	31,34	12.100	68,66
Conceição do Lago-Açú	732,64	14.428	19,69	6.860	47,55	7.568	52,45
Dom Pedro	358,24	22.673	63,29	15.257	67,29	7.416	32,71
Esperantinópolis	452,08	18.456	40,82	10.039	54,39	8.417	45,61
Fernado Falcão	5.082,80	9.180	1,81	1.511	16,46	7.669	83,54
Formosa da Serra Negra	3.689,26	17.780	4,82	5.915	33,27	11.865	66,73
Fortaleza dos Nogueiras	1.853,16	11.644	6,28	7.019	60,28	4.625	39,72
Gonçalves Dias	883,07	17.485	19,80	7.778	44,48	9.707	55,52
Governador Newton Belo	1.143,45	11.922	10,43	4.291	35,99	7.631	64,01
Grajaú	8.859,40	61.903	6,99	36.983	59,74	24.920	40,26
Igarapé do Meio	368,39	12.543	34,05	6.203	49,45	6.340	50,55

Continua...

Continuação...

TABELA 1. Área, população e densidade demográfica da bacia hidrográfica do rio Mearim.

MUNICÍPIO	Área [1] (km²)	POPULAÇÃO [2]					
		Total	Densidade [3]	Urbana	%	Rural	%
Igarapé Grande	373,95	11.047	29,54	6.670	60,38	4.377	39,62
Itaipava do Grajaú	1.044,74	14.264	13,65	4.243	29,75	10.021	70,25
Itapecuru Mirim	1.470,50	62.123	42,25	34.717	55,88	27.406	44,12
Jenipapo dos Vieiras	1.961,53	15.397	7,85	2.536	16,47	12.861	83,53
João Lisboa	1.135,87	20.381	17,94	15.346	75,30	5.035	24,70
Joselândia	702,96	15.437	21,96	5.960	38,61	9.477	61,39
Lago da Pedra	1.239,47	46.108	37,20	30.109	65,30	15.999	34,70
Lago do Junco	328,26	10.736	32,71	3.924	36,55	6.812	63,45
Lago dos Rodrigues	220,6	7.799	35,35	4.850	62,19	2.949	37,81
Lago Verde	622,75	15.407	24,74	5.053	32,80	10.354	67,20
Lagoa grande do Maranhão	937,01	10.536	11,24	5.497	52,17	5.039	47,83
Lima Campos	321,7	11.415	35,48	6.785	59,44	4.630	40,56
Marajá do Sena	1.401,64	8.045	5,74	1.155	14,36	6.890	85,64
Matinha	408,4	21.832	53,46	8.838	40,48	12.994	59,52
Matões do Norte	2.107,57	13.796	6,55	4.679	33,92	9.117	66,08
Miranda do Norte	794,08	24.331	30,64	19.423	79,83	4.908	20,17
Monção	1.270,55	31.748	24,99	11.753	37,02	19.995	62,98
Montes Altos	1.489,03	9.424	6,33	5.135	54,49	4.289	45,51
Olho D'água das Cunhãs	694,78	18.505	26,63	9.555	51,63	8.950	48,37
Olinda Nova do Maranhão	197,48	13.122	66,45	5.943	45,29	7.179	54,71
Paulo Ramos	1.160,21	20.087	17,31	10.836	53,95	9.251	46,05
Pedreiras	261,53	39.481	150,96	32.965	83,50	6.516	16,50
Pedro do Rosário	1.748,58	22.731	13,00	5.893	25,92	16.838	74,08
Penalva	768,11	34.246	44,58	16.575	48,40	17.671	51,60
Peritoró	824,19	20.274	24,60	6.827	33,67	13.447	66,33
Pindaré-Mirim	273,32	31.145	113,95	22.402	71,93	8.743	28,07
Pio XII	544,71	22.016	40,42	12.459	56,59	9.557	43,41
Poção de Pedras	989,63	19.705	19,91	8.377	42,51	11.328	57,49
Presidente Dutra	771,03	44.719	58,00	31.997	71,55	12.722	28,45
Santa Filomena do Maranhão	622,74	7.063	11,34	2.293	32,46	4.770	67,54
Santa Inês	600,03	78.182	130,30	73.932	94,56	4.250	5,44
Santa Luzia	4.777,19	69.392	14,53	25.862	37,27	43.530	62,73

Continua...

Continuação...

TABELA 1. Área, população e densidade demográfica da bacia hidrográfica do rio Mearim.

MUNICÍPIO	Área [1] (km²)	POPULAÇÃO [2]					
		Total	Densidade [3]	Urbana	%	Rural	%
Santa Rita	705,92	32.365	45,85	14.898	46,03	17.467	53,97
Santo Antônio dos Lopes	770,37	14.288	18,55	5.732	40,12	8.556	59,88
São Francisco do Brejão	746,27	10.226	13,70	4.809	47,03	5.417	52,97
São João Batista	690,14	19.966	28,93	5.357	26,83	14.609	73,17
São João do Carú	907,89	12.315	13,56	6.329	51,39	5.986	48,61
São José dos Basílios	352,98	7.496	21,24	3.006	40,10	4.490	59,90
São Luis Gonzaga do MA	908,48	20.156	22,19	7.896	39,17	12.260	60,83
São Mateus do Maranhão	782,65	39.109	49,97	28.724	73,45	10.385	26,55
São Raimundo Doca Bezerra	419,01	6.090	14,53	1.731	28,42	4.359	71,58
São Roberto	227,28	5.957	26,21	2.845	47,76	3.112	52,24
São Vicente Férrer	390,53	20.870	53,44	5.445	26,09	15.425	73,91
Satubinha	441,46	11.987	27,15	3.634	30,32	8.353	69,68
Senador La Rocque	738,99	18.010	24,37	8.733	48,49	9.277	51,51
Sítio Novo	3.114,81	17.007	5,46	5.137	30,21	11.870	69,79
Trizidela do Vale	262,22	18.951	72,27	16.168	85,31	2.783	14,69
Tufilândia	270,82	5.607	20,70	2.746	48,97	2.861	51,03
Tuntum	3.366,51	39.257	11,66	17.911	45,62	21.346	54,38
Viana	1.167,52	49.452	42,36	26.902	54,40	22.550	45,60
Vitória do Mearim	716,15	31.234	43,61	14.818	47,44	16.416	52,56
Vitorino Freire	1.192,47	31.654	26,54	16.164	51,06	15.490	48,94
Zé Doca	2.138,98	50.160	23,45	30.856	61,52	19.304	38,48
BACIA DO RIO MEARIM (A)	**129.252,51**	**2.164.917**	**16,75**	**1.153.959**	**53,30**	**1.010.958**	**46,70**
MARANHÃO (B)[4]	**331.937,450**	**6.569.683**	**19,80**	**4.143.728**	**63,07**	**2.425.955**	**36,93**
A/B (%)		**38,94**	**---**	**27,85**	**---**	**41,67**	**---**

Fontes: [1] Área total do município (Convênio: IBGE-IMESC (2015); [2] IBGE (2010); [3] Habitantes por km²;
[4] IBGE: Resolução N° 1 de 15 de Janeiro de 2013.

TABELA 2. Bacia hidrográfica do Mearim: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

MUNICÍPIO	RENDA	LONGEVIDADE	EDUCAÇÃO	IDHM	CLASSIFICAÇÃO E POSIÇÕES: NA BACIA E NO ESTADO
Açailândia	0,643	0,785	0,602	0,672	3ª/9ª
Altamira do Maranhão	0,486	0,719	0,473	0,549	61ª/160ª
Alto Alegre do Pindaré	0,465	0,774	0,483	0,558	49ª/140ª
Amarante do Maranhão	0,541	0,716	0,441	0,555	55ª/150ª
Anajatuba	0,523	0,762	0,492	0,581	34ª/94ª
Arame	0,525	0,701	0,365	0,512	78ª/209ª
Arari	0,587	0,764	0,546	0,626	9ª/26ª
Bacabal	0,619	0,753	0,591	0,651	5ª/13ª
Bacabeira	0,558	0,768	0,580	0,629	8ª/24ª
Barra do Corda	0,585	0,763	0,498	0,606	19ª/48ª
Bela Vista do Maranhão	0,515	0,735	0,450	0,554	57ª/152ª
Bernardo do Mearim	0,544	0,742	0,547	0,604	21ª/53ª
Bom Jardim	0,519	0,750	0,400	0,538	66ª/176ª
Bom Jesus das Selvas	0,537	0,751	0,431	0,558	50ª/139ª
Bom Lugar	0,486	0,741	0,493	0,562	47ª/132ª
Brejo de Areia	0,507	0,677	0,408	0,519	72ª/197ª
Buriticupu	0,533	0,708	0,455	0,556	53ª/147ª
Buritirana	0,540	0,725	0,505	0,583	33ª/85ª
Cajapió	0,466	0,720	0,505	0,553	59ª/154ª
Cajari	0,466	0,747	0,421	0,523	70ª/192ª
Capinzal do Norte	0,517	0,698	0,430	0,537	67ª/178ª
Centro Novo do Maranhão	0,508	0,717	0,382	0,518	73ª/200ª
Conceição do Lago-Açu	0,492	0,738	0,370	0,512	79ª/207ª
Dom Pedro	0,582	0,759	0,545	0,622	10ª/30ª
Esperantinópolis	0,561	0,713	0,503	0,586	31ª/80ª
Fernando Falcão	0,417	0,728	0,286	0,443	85ª/217ª
Formosa da Serra Negra	0,485	0,774	0,459	0,556	54ª/146ª
Fortaleza dos Nogueiras	0,566	0,773	0,534	0,616	13ª/34ª
Gonçalves Dias	0,542	0,758	0,445	0,568	43ª/118ª
Governador Newton Bello	0,509	0,718	0,387	0,521	71ª/193ª

Continua...

Continuação...

TABELA 2. Bacia hidrográfica do Mearim: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

MUNICÍPIO	RENDA	LONGEVIDADE	EDUCAÇÃO	IDHM	CLASSIFICAÇÃO E POSIÇÕES: NA BACIA E NO ESTADO
Grajaú	0,603	0,754	0,497	0,609	17ª/45ª
Igarapé do Meio	0,530	0,687	0,506	0,569	42ª/115ª
Igarapé Grande	0,578	0,747	0,536	0,614	15ª/38ª
Itaipava do Grajaú	0,456	0,726	0,419	0,518	74ª/199ª
Itapecuru Mirim	0,534	0,747	0,539	0,599	24ª/63ª
Jenipapo dos Vieiras	0,445	0,766	0,346	0,490	83ª/215ª
João Lisboa	0,585	0,785	0,573	0,641	6ª/15ª
Joselândia	0,533	0,743	0,445	0,561	48ª/136ª
Lago da Pedra	0,561	0,724	0,502	0,589	29ª/76ª
Lago do Junco	0,537	0,741	0,492	0,581	35ª/92ª
Lago dos Rodrigues	0,555	0,737	0,534	0,602	22ª/56ª
Lago Verde	0,508	0,731	0,466	0,557	51ª/144ª
Lagoa Grande do Maranhão	0,480	0,731	0,360	0,502	81ª/212ª
Lima Campos	0,578	0,705	0,481	0,581	36ª/91ª
Marajá do Sena	0,400	0,774	0,299	0,452	84ª/216ª
Matinha	0,579	0,731	0,560	0,619	11ª/31ª
Matões do Norte	0,452	0,768	0,436	0,533	68ª/183ª
Miranda do Norte	0,550	0,751	0,550	0,610	16ª/42ª
Monção	0,499	0,704	0,464	0,546	63ª/163ª
Montes Altos	0,534	0,732	0,486	0,575	38ª/104ª
Olho d'Água das Cunhãs	0,551	0,754	0,491	0,589	30ª/74ª
Olinda Nova do Maranhão	0,495	0,724	0,531	0,575	39ª/103ª
Paulo Ramos	0,546	0,677	0,447	0,549	62ª/159ª
Pedreiras	0,644	0,792	0,621	0,682	1ª/7ª
Pedro do Rosário	0,475	0,696	0,415	0,516	75ª/204ª
Penalva	0,519	0,693	0,472	0,554	58ª/151ª
Peritoró	0,499	0,774	0,464	0,564	45ª/128ª
Pindaré-Mirim	0,568	0,755	0,592	0,633	7ª/19ª
Pio XII	0,535	0,727	0,408	0,541	64ª/173ª
Poção de Pedras	0,543	0,732	0,481	0,576	37ª/100ª

Continua...

Continuação...

TABELA 2. Bacia hidrográfica do Mearim: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

MUNICÍPIO	RENDA	LONGEVIDADE	EDUCAÇÃO	IDHM	CLASSIFICAÇÃO E POSIÇÕES: NA BACIA E NO ESTADO
Presidente Dutra	0,628	0,788	0,563	0,653	4ª/11ª
Santa Filomena do Maranhão	0,461	0,722	0,435	0,525	69ª/191ª
Santa Inês	0,633	0,788	0,615	0,674	2ª/8ª
Santa Luzia	0,525	0,700	0,452	0,550	60ª/156ª
Santa Rita	0,553	0,743	0,551	0,609	18ª/44ª
Santo Antônio dos Lopes	0,547	0,714	0,465	0,566	44ª/121ª
São Francisco do Brejão	0,556	0,748	0,479	0,584	32ª/83ª
São João Batista	0,493	0,752	0,577	0,598	25ª/64ª
São João do Carú	0,487	0,684	0,397	0,509	80ª/211ª
São José dos Basílios	0,501	0,719	0,480	0,557	52ª/141ª
São Luís Gonzaga do Maranhão	0,503	0,716	0,438	0,540	65ª/174ª
São Mateus do Maranhão	0,627	0,723	0,515	0,616	14ª/33ª
São Raimundo do Doca Bezerra	0,478	0,700	0,410	0,516	76ª/203ª
São Roberto	0,475	0,738	0,391	0,516	77ª/202ª
São Vicente Ferrer	0,504	0,762	0,541	0,592	28ª/69ª
Satubinha	0,450	0,720	0,369	0,493	82ª/214ª
Senador La Rocque	0,570	0,743	0,515	0,602	23ª/54ª
Sítio Novo	0,509	0,774	0,456	0,564	46ª/127ª
Trizidela do Vale	0,565	0,738	0,534	0,606	20ª/47ª
Tufilândia	0,502	0,709	0,481	0,555	56ª/148ª
Tuntum	0,534	0,726	0,483	0,572	40ª/107ª
Viana	0,567	0,758	0,548	0,618	12ª/32ª
Vitória do Mearim	0,540	0,733	0,534	0,596	26ª/65ª
Vitorino Freire	0,563	0,688	0,477	0,570	41ª/111ª
Zé Doca	0,559	0,745	0,505	0,595	27ª/67ª
MÉDIA BACIA MEARIM (85) (*)	**0,527**	**0,736**	**0,473**	**0,568**	------
MARANHÃO (217) (*)	**0,612**	**0,757**	**0,562**	**0,639**	------

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2013). (*) Total de municípios.

FIGURA 1. Índice de Desenvolvimento Humano Maranhão e bacia hidrográfica do Mearim

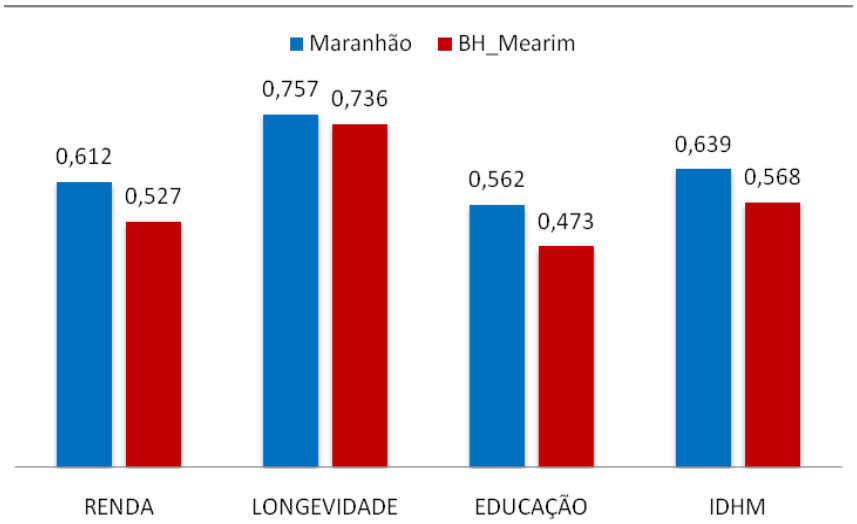
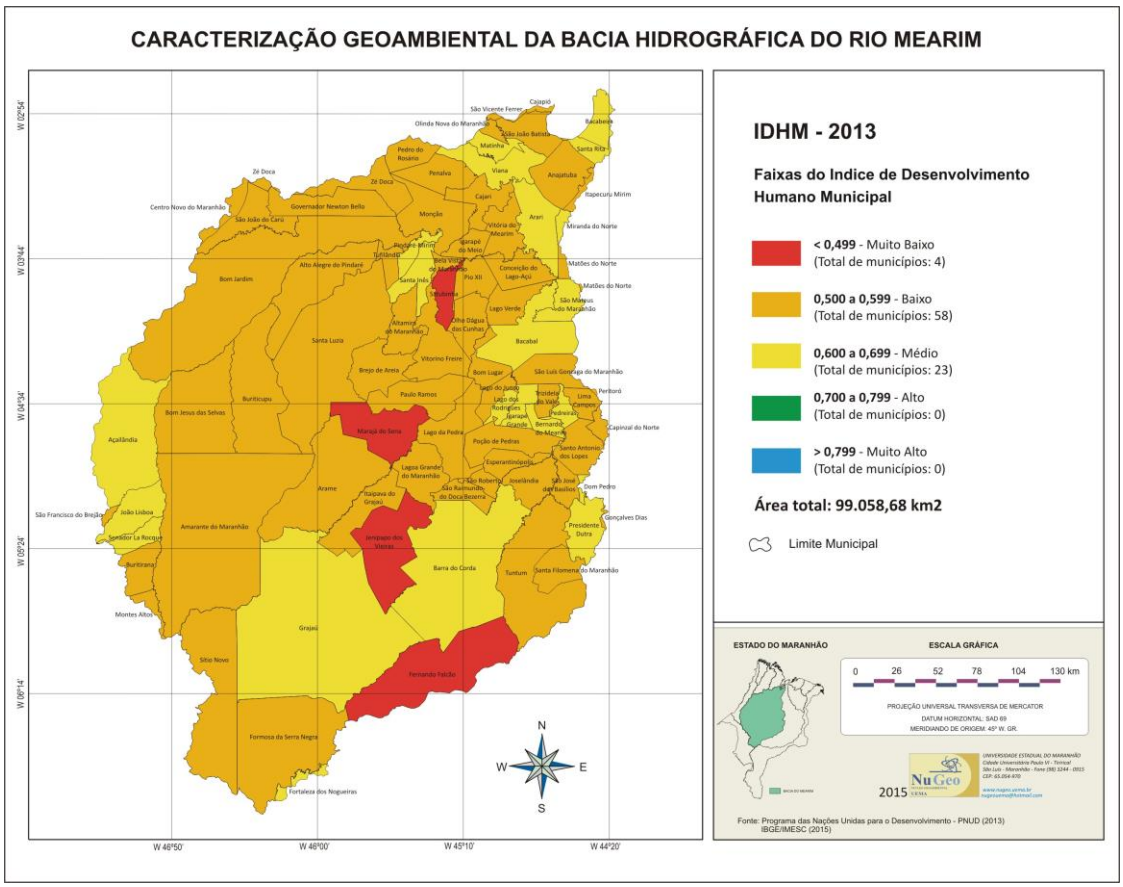
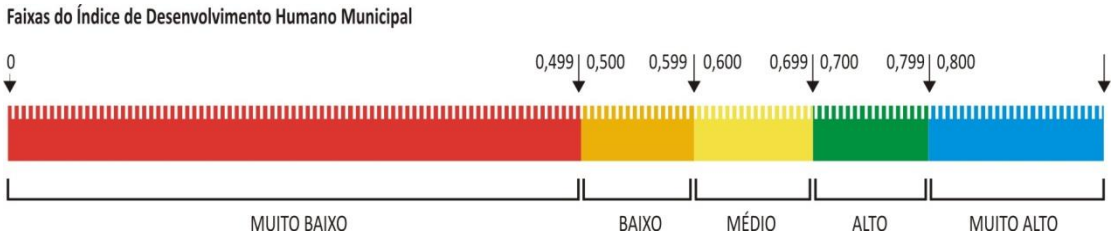


FIGURA 2. Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal da bacia hidrográfica do Mearim.





Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD

Total de municípios por faixa do IDHM para a bacia do rio Mearim

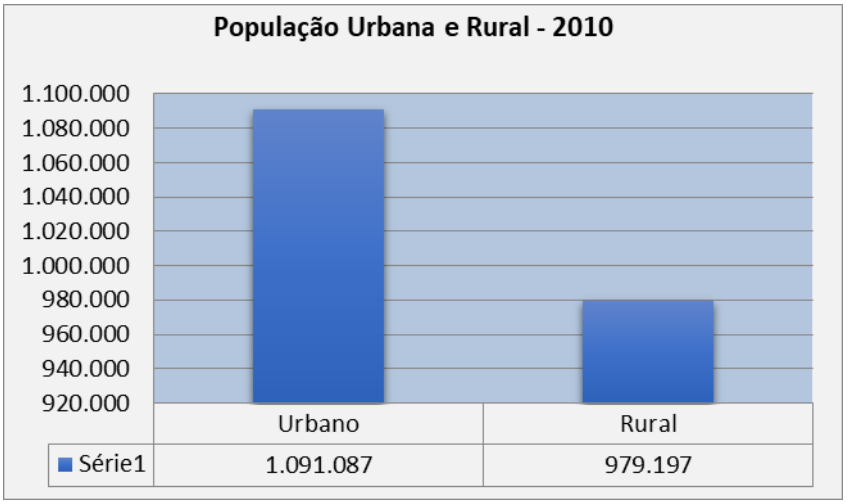
4	58	23	0	0

- **POPULAÇÃO**

A Bacia Hidrográfica do Rio Mearim é composta por 83 municípios num território de 99.058.58 Km², possui uma população total de 2.070.284 com densidade de 17 (hab/km²) de acordo com dados do IBGE para o ano de 2010.

A população da bacia do Mearim possui 32% da população maranhense, sendo que 1.091.087 estão na zona urbana correspondendo a 53% da população e 979.197 constituem residência em áreas rurais, isto é, 47%. Abaixo os expostos em gráfico a população total urbana e rural dos municípios segundo dados do IBGE para o ano de 2010.

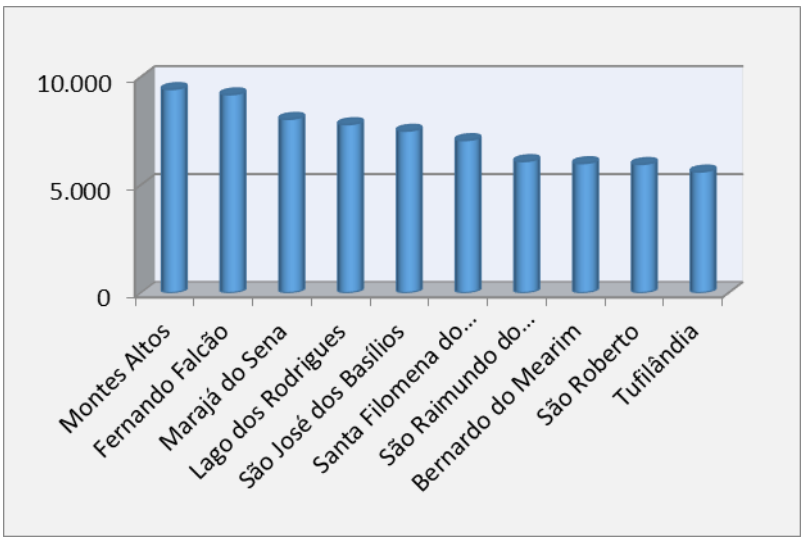
FIGURA 3. Total de habitantes na zona Urbana e Rural - 2010



Fonte: IBGE-2010

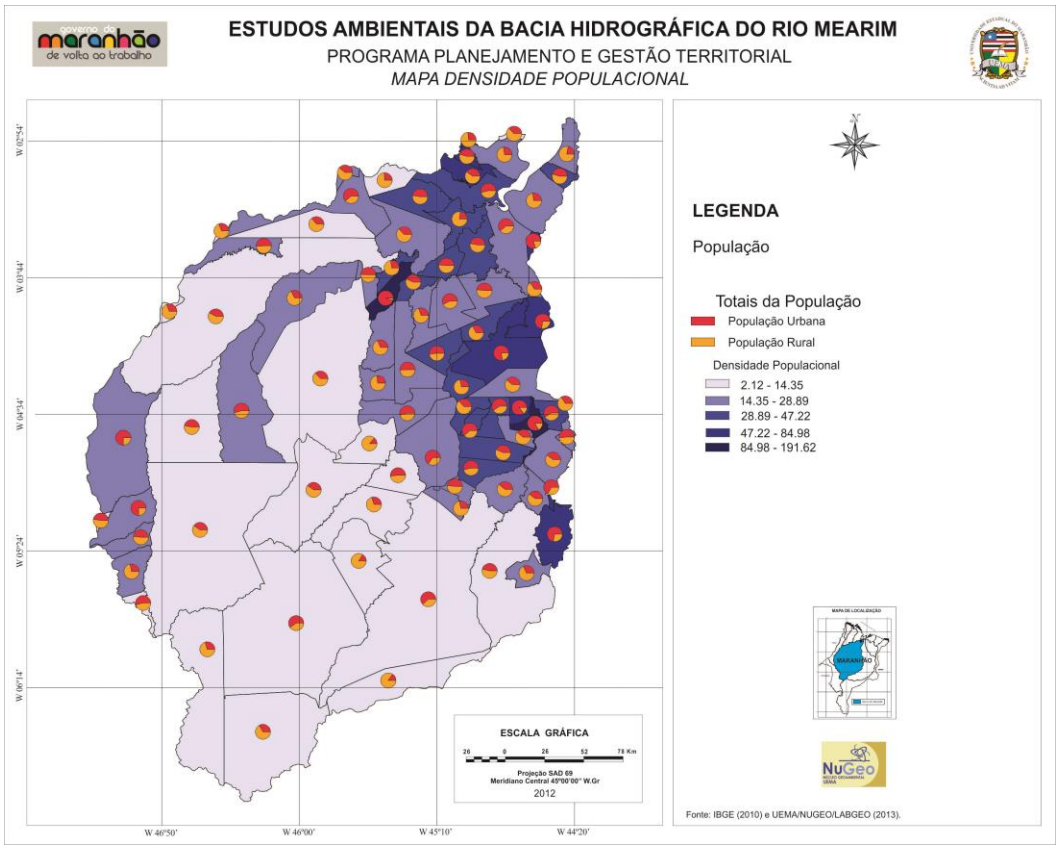
Dentre os municípios mais populosos estão os municípios de Açailândia (104.013), Bacabal (99.960), Barra do Corda (82.692), Santa Inês (78.182), Santa Luzia (69.392), Buriticupu (65.226), Grajaú (61.903), Zé Doca (50.160), Viana (49.452), Lago da Pedra (46.108). E os menos populosos expressos abaixo no gráfico.

FIGURA 4. Municípios menos populosos na Bacia do Mearim



Fonte: IBGE-2010.

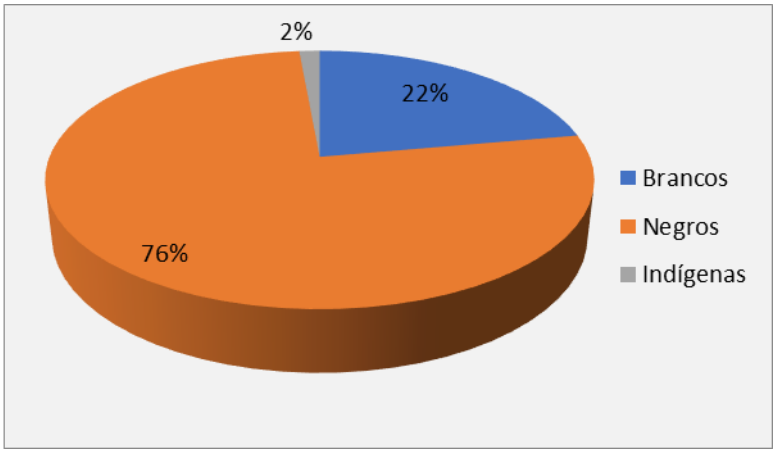
FIGURA 5. População Urbana, Rural e Densidade.



Fonte: IBGE-2010.

Deste contingente o IBGE (2010) quanto à autodeterminação de pertenção étnica, a bacia possui 458.265 pessoas que se declaram brancas, 1.577.363 negras e 29.410 indígenas. Isto é, 2% de indígenas, 76% de negros e 22% de brancos. Abaixo gráfico da classificação da população da autodeterminação étnica na Bacia do rio Mearim segundo dados do IBGE para o ano de 2010.

FIGURA 6. Classificação populacional por autodeterminação étnica.



Fonte: IBGE, (2010)

Dentre os municípios da bacia onde mais se concentra a população de negros são: Açailândia, Bacabal, Santa Luzia, Barra do Corda, Santa Inês, Buriticupu, Grajaú, Zé Doca, Viana e Lago da Pedra. Os 10 municípios com números mais expressivos com relação à população indígena segundo dados do IBGE-2010 estão abaixo listados.

TABELA 3. População Indígena por município.

Municípios	Pessoas	Municípios	Pessoas
Jenipapo dos Vieiras	5.437	Fernando Falcão	2.444
Amarante do Maranhão	5.090	Bom Jesus das Selvas	1.000
Grajaú	4.135	Itaipava do Grajaú	978
Barra do Corda	3.432	Montes Altos	853
Arame	2.512	Buriticupu	441

Fonte: IBGE/2010.

Com relação aos indivíduos que se autodeclararam indígenas, dos 83 municípios apenas 13 não houve declarantes. Nos municípios onde houve os maiores números de declarantes encontram-se as Terras Indígenas (TI) tais como: Araribóia, Awá, Bacurizinho, Cana Brava/Guajajara, Caru, Geralda Toco Preto, Governador, Kanela, Krikati, Lagoa Comprida, Morro Branco, Porquinhos, Rio Pindaré, Roedor e Urucu/ Juruá.

Esta população vem sofrendo com a ação de madeireiros e grandes proprietários de terras que invadem suas terras para desmatar, na TABELA abaixo apresenta dados do IBAMA através

do programa PRODES-2009 onde mostra quais as terras indígenas que estão perdendo sua cobertura vegetal nativa pelo desmatamento desordenado e o quanto já foi desmatado. Acrescentado aos dados do IBAMA, temos os povos que residente nestas TI's, os municípios onde elas estão localizadas.

TABELA 4. Desmatamento em terras indígenas acumulado até 2009.

Terra Indígena	Povos	Municípios	Área Total km²	Área desmatada Km²	Área desmatada (%) Em relação a TI
Araribóia*	Guajajara	Amarante, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu, Arame, e Santa Luzia	4.138	214	5%
Awá*	Awa-Guajá	Bom Jardim, Zé Doca	1.170	363	31%
Bacurizinho**	Guajajara	Grajaú	1.341	65	5%
Cana Brava/Guajajara*	Guajajara	Barra do Corda, Grajaú	1.356	138	10%
Caru*	Guajá e Guajajara	Bom Jardim	1.709	153	9%
Geralda Toco Preto*	Timbira Krêpum Krateyê	Grajaú	185	44	24%
Governador*	Gavião	Amarante do Maranhão	241	53	13%
Kanela	Ramkokamekrá	Barra do Corda	1.256	2	0%
Krikati*	Krikatis e Guajajaras	Amarante, Montes Altos, Sítio Novo	1.454	268	19%
Lagoa Comprida*	Guajajara	Grajaú	132	26	20%
Morro Branco*	Guajajara	Grajaú	0.5	0.5	100%
Porquinhos**	Apaniekra;	Barra do Corda	3.013	74	2%
Rio Pindaré*	Guajajara;	Bom Jardim	150	89	59%
Roedor*	Guajajara e Ticuna	Barra do Corda	23	2	9%
Urucu/ Juruá*	Guajajara	Grajaú	128	24	19%

Fonte: IBAMA- 2009 (PRODES* E PMDBBS**) Adaptado NUGEO, (2013)

- **SAÚDE**

A saúde é um dos itens dentre os direitos adquiridos pelo cidadões perante a constituição Federal em seu capitulo 5º, sendo que a mesma deveria ser e ter qualidade para que atendesse de forma satisfatória à toda população.

Relacionado à rede de atendimento médico hospitalar segundo dados fornecidos pelo DATASUS em 2008-2009 a região que abrange os municípios da bacia do rio Mearim a população conta com apenas 198 cirurgiões 449 clínico gerais sendo que estes segundo relatório técnico DATASUS afirma que um médico pode atender em um determinado hospital no turno da manhã e trabalhar em outro em turno diferente e ser contabilizado em um outro hospital.

Na bacia existe um total de 46 hospitais e 920 estabelecimentos hospitalares os leitos existentes e disponibilizados pelo SUS são da ordem 5.044 leitos mesmo sendo um número aparentemente grande, mas não abrange a todos e com as devidas qualidades. Levando a população a buscar auxílio dos hospitais existentes em São Luís ou em outros Estados quando o motivo da procura necessita de cuidados mais especializados.

A taxa de natalidade média na Bacia e de 20,16 e a mortalidade infantil é de 16,26 obtendo assim uma taxa de crescimento vegetativo 3,20.

De acordo com o DATASUS (2009) as principais doenças que acometem a população maranhense são: neoplasias mamárias e do colo do útero, doenças celebrais, infarto, perinatal, AIDS, Diabetes, complicações nos aparelhos respiratórios e circulatórios assim como também agressões e acidentes, estes casos são expressos por 100.000 habitantes que chegaram a um determinado coeficiente de mortalidade que é a relação entre a freqüência absoluta de óbitos e o número dos expostos ao risco de morrer.

Os valores correspondentes a cada doença estão quantificados em forma de TABELA em anexo por município.

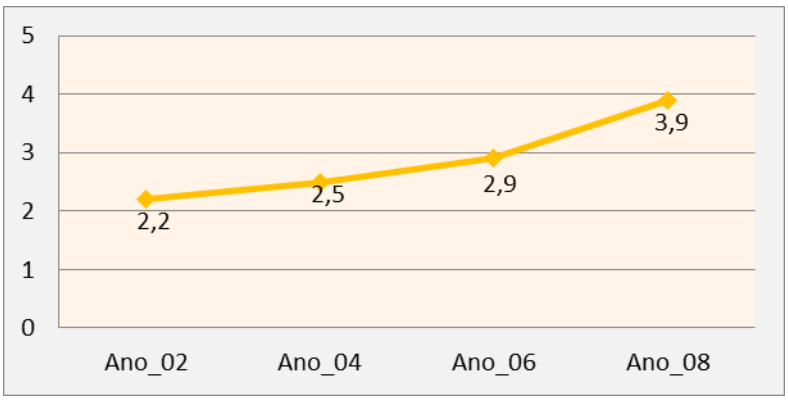
Como causa de obituários as doenças cerebrais e o infarto ainda são os mais altos, seguidos das agressões. As causas de mortes relacionadas às especificidades femininas são principalmente as neoplasias da mama e o do colo do útero, dentre os municípios da bacia do Mearim os maiores números de câncer de mama são registrados em Santo Antônio dos Lopes; Bacabeira; Bacabal; Miranda do Norte e Esperantinópolis. (TABELA em anexo).
As maiores mortalidades por neoplasia no colo do útero estão nos municípios de Bom Jardim; Penalva; Matinha; São José dos Basílios; Altamira do Maranhão.

Outro fato observado são doenças que acometem cada vez mais as adolescentes devido as experiências sexuais cada vez mais prematuras e frequêntes, com isto aumentando o risco de engravidar sem completarem a gestação, onde em seus primeiros meses de gestação por não ocorrer o acompanhamento médico correto com o pré natal algumas destas tendem ao aborto espontâneo ainda no período perinatal. As maiores taxas estão nos municípios de Lago

dos Rodrigues; Igarapé do Meio, Bela Vista do Maranhão; Jenipapo dos Vieiras e Lagoa Grande do Maranhão.

No Maranhão os casos de AIDS no período de 2002 à 2008 (DATASUS) apresenta um crescimento de 2 a 3% nos anos pesquisados sendo que os maiores números são registrados em municípios onde há pouca ou quase não existe informações ou acompanhamento de equipes de saúde e médicos que acompanhem a população adequadamente. É importante observar que mesmo com um déficit na saúde o tratamento para esta enfermidade é crescente e oferecido gratuitamente, mesmo que estes estejam concentrados na capital.
Um fato a ser levando em consideração são as explicações para este crescimento não está ligado à ineficiência da oferta do tratamento e medicamentos (pois são distribuídos gratuitamente pelo governo federal através do Ministério da Saúde) e sim ao denominado comportamento de risco praticado pelas pessoas ao não utilizam métodos hoje utilizados para a não proliferação desta doença.
Abaixo gráfico representativo da evolução dos casos de AIDS no Maranhão.

FIGURA 7. Evolução dos casos de AIDS no Maranhão (2002-2008)



Fonte: DATASUS (2000-2008)

Dos municípios da Bacia do Mearim 24 apresentam dados afirmando óbito causados pela AIDS às maiores taxas são registrados em São Francisco do Brejão; Miranda do Norte; Arari; Pedreiras e Bom Lugar, porém há uma doença silenciosa e que não tratada mata mais que a AIDS é a Diabetes Mellitus tendo o município de Bernardo do Mearim como o maior número de óbitos seguidos de São Luis Gonzaga; Bacaba; Lago Verde e Poção de Pedras.

Outras mortes como acidentes e agressões também ocasionam suas vítimas e dentre os municípios da Bacia do Mearim onde mais houve registro foram: Buriticupu, Grajaú, São Francisco do Brejão, São Mateus do Maranhão. Os que entraram em óbito devido a acidentes foram em Bom Jesus das Selvas, Montes Altos, Peritoró, Zé Doca e Açailândia.

Os municípios de Nova Olinda, Esperantinópolis, Bernardo do Mearim, Cajapió e São Roberto apresentam, de casos de morte com problemas do aparelho circulatório. E mortes com dificuldades no aparelho respiratório os municípios de Trizidela do Vale, São João do Carú, Santo Antonio dos Lopes, São Roberto e Dom Pedro, respectivamente.

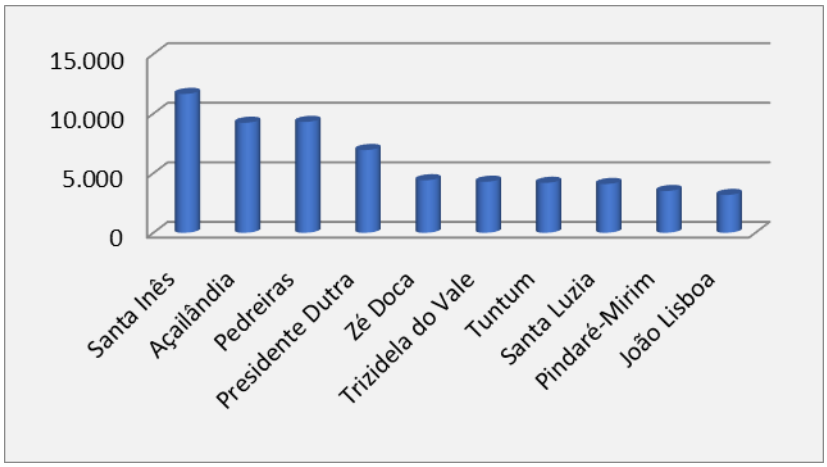
Ao analisar os dados apresentados pelo DATASUS (2009) observa-se que doenças ligadas ao coração e doenças cerebrovasculares podem levar a óbito em uma maior frequência caso não haja cuidados especiais. Alguns casos deixam sequelas para toda vida dentre estas podemos citar, paralisia de partes do corpo, dificuldades da coordenação motora fina, problemas cognitivos ocasionando dificuldades na aprendizagem e na comunicação oral e escrita.

Relacionados às doenças cerebrovasculares os maiores índices são registrados nos municípios de Olinda Nova do Maranhão, Penalva, São Mateus, São Vicente Ferre e Olho d'Água das Cunhãs. Abaixo os municípios onde se registram as maiores números de óbitos por infarto.

- **SANEAMENTO**

Segundo dados do IMESC (2007-2009) a Bacia do Mearim possui o total de ligações de esgotamento sanitário da ordem de 107.278 ligações residenciais, 6.355 comerciais, 31 industriais 1310 ligações públicas. É observável que 26 dos 83 municípios não possuem dados sobre os seus sistemas de esgotamento. Os municípios que possuem os maiores números de ligações estão abaixo representados.

FIGURA 8. Municípios com os maiores números de ligações à rede de Esgotamento Sanitário



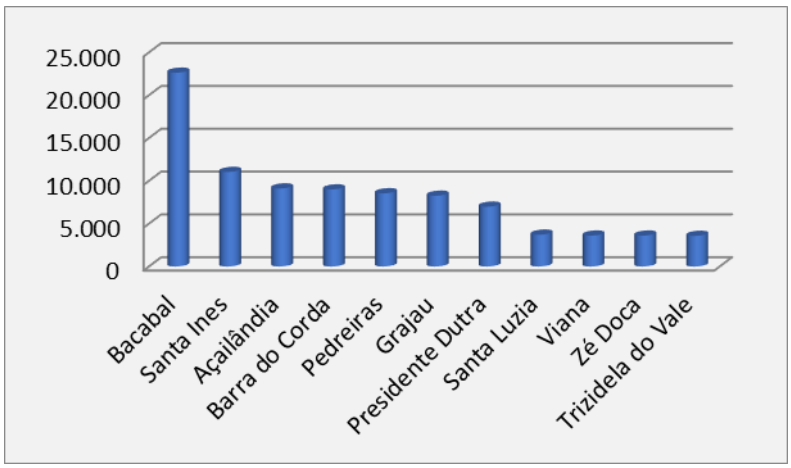
Fonte: IMESC, (2007-2009)

Os resíduos sólidos constituem outro problema, estes são encontrados em grande quantidade em trechos próximos às cidades, deixando as paisagens desarmonizadas e sujas, favorecendo o aparecimento de animais como insetos e roedores que passam a ser vinculadores de doenças.

A população desprovida da coleta semanal do lixo tenta se livrar queimando-o ou lançando-o de forma "in natura" nos rios ou córregos próximos de suas residências, estes resíduos são provenientes de casas, comércios e pequenas atividades de montagem e remontagem de objetos como carros, sofás, geladeiras, cadeiras e mesas. O fato demonstra que estes habitantes não possuem uma educação ou mesmo uma sensibilização ambiental.

Outro problema observado está ligado à veiculação hídrica, devido à ineficiência do serviço de capitação, tratamento e distribuição de água que é ofertada à população. Segundo dados do IMESC (2007) dos municípios pertencentes à bacia do Mearim 26 não possuem serviços de distribuição de água tratada. Nos demais, onde há este tipo de serviço, foi contabilizado um total de 225.400 ligações águas, correspondendo a 28,24% das ligações existentes no Estado, e destas, apenas 136.299 (23,24% com relação ao estado) estão ativas. Abaixo gráfico com os municípios onde existem as maiores quantidades de ligações de água ativas na região da Bacia do Mearim.

FIGURA 9. Municípios com maiores números de ligações ativas na Bacia do Mearim

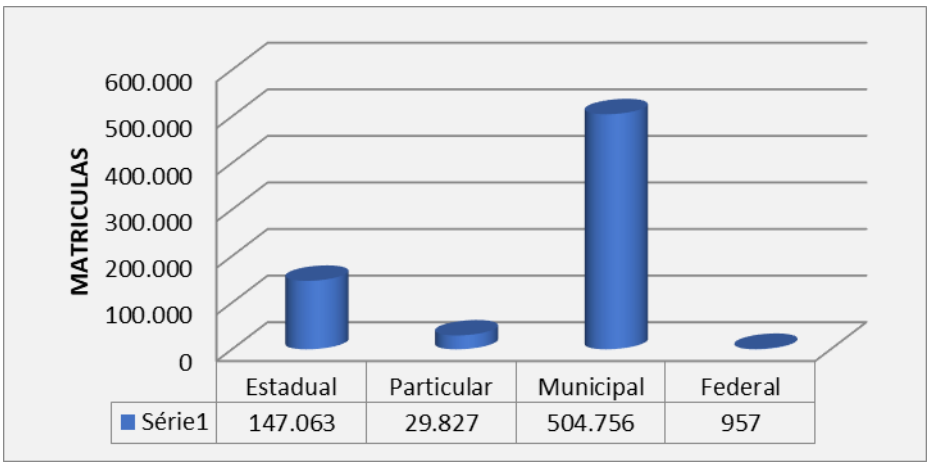


Fonte: IMESC, (2007)

- **EDUCAÇÃO**

Com relação os dados educacionais para aos municípios da Bacia Hidrográfica do rio Mearim, temos, matriculas: 682.603 sendo que 147.063 foram efetivadas na rede Estadual de ensino, 29.827 matriculas pertencentes à rede particular de ensino, 504.756 na rede municipal, 957 na rede federal, para o ano de 2009, segundo dados do IBGE. Abaixo gráfico representativo dos totais de matriculas.

FIGURA 10. Números totais da matricula por dependência administrativa.



Fonte: IBGE,(2009)

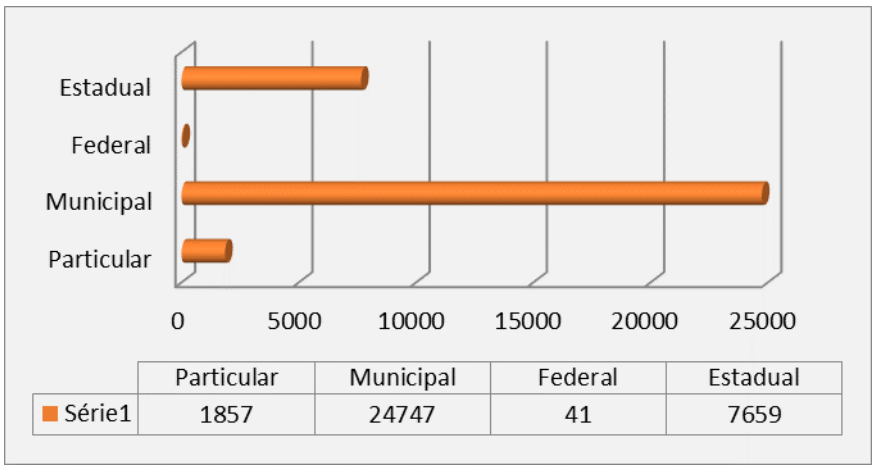
Quanto ao número de docentes têm-se 34.474 docentes lotados em 8.552 escolas, destas 1.348 escolas possuem o ensino de Jovens e Adultos (EJA). Estes professores estão divididos dentro das escolas segundo as dependências administrativas da seguinte forma: Docente na rede pública estadual 7659; na rede municipal 2.4747, na particular 1857 e na Federal 41 profissionais da educação. Abaixo TABELA expressando os totais da educação.

TABELA 5. Totais gerais da educação.

Matriculas	Docentes	Escolas	Taxa de analfabetismo (média)	*Escolas com EJA
682.603	34.474	8.552	20,63	1.348

Fonte: IBGE-2009/ *MEC-BRASIL ALFABETIZADO, (2009)

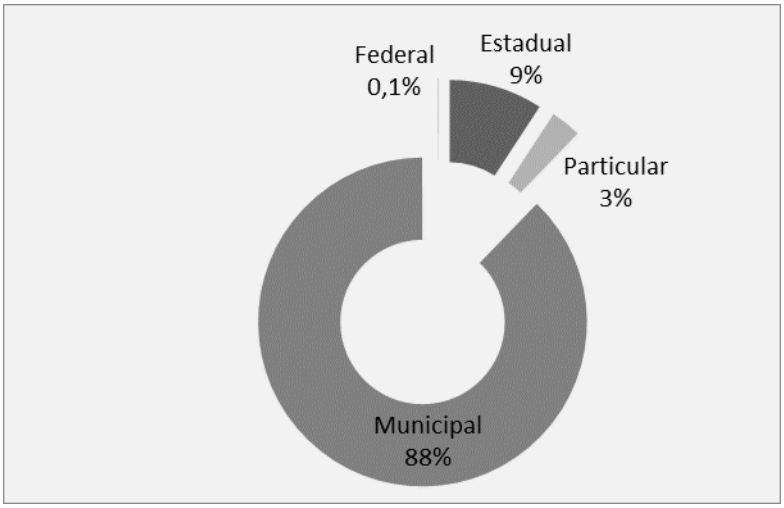
FIGURA 11. Totais de professores por dependência administrativa.



Fonte: IBGE-2009.

Os estabelecimentos escolares totalizam 8.552, destes, a educação de jovens e adultos totaliza 1348 fato, que colabora significativamente para a redução das taxas de analfabetismo nesta região que corresponde a uma média de 46,38%. Para esta área o MEC oferece dados do Programa Brasil Alfabetizado realizado em 2009, que dos municípios pertencentes à bacia em estudo existem 895.035 pessoas com mais de 15 anos que são alfabetizadas e 294.608 são analfabetas. Expresso em gráfico abaixo nota-se que do total de escolas 88% são dependência administrativa municipal; 9% estadual; 03% da rede particular e menos de 1% da rede federal.

FIGURA 12. Números de escolas por dependência administrativa.



Fonte: IBGE (2009)

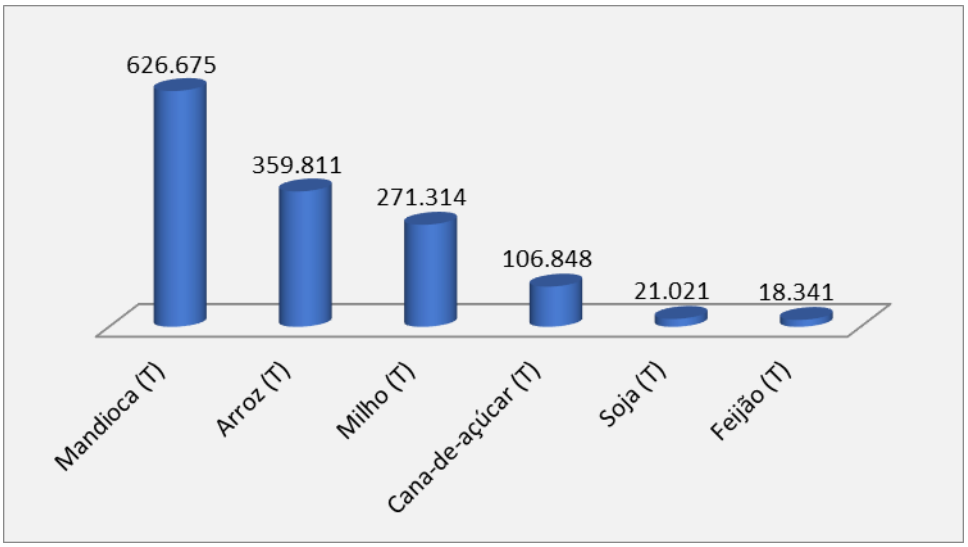
- **AGRICULTURA**

✓ **Agricultura temporária**

As atividades agrícolas dos municípios da bacia do Mearim têm entre seus artigos alimentares o arroz, cana-de-açúcar, mandioca, milho, feijão e também é registrada a presença do cultivo da soja, ainda que em pequena escala. A área produzida total de cada um destes gêneros é: Arroz (232.107 ha), cana de açúcar (1.702ha), feijão (36.117ha), mandioca (72.767ha), milho (185.560ha) e soja (7.731ha).

A seguir a FIGURA 11 mostra os dados da produção agrícola total existente nos municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Mearim.

FIGURA 13. Produção total da agricultura na Bacia do rio Mearim (toneladas).



Fonte: IBGE (Produção Agrícola Municipal, 2011)

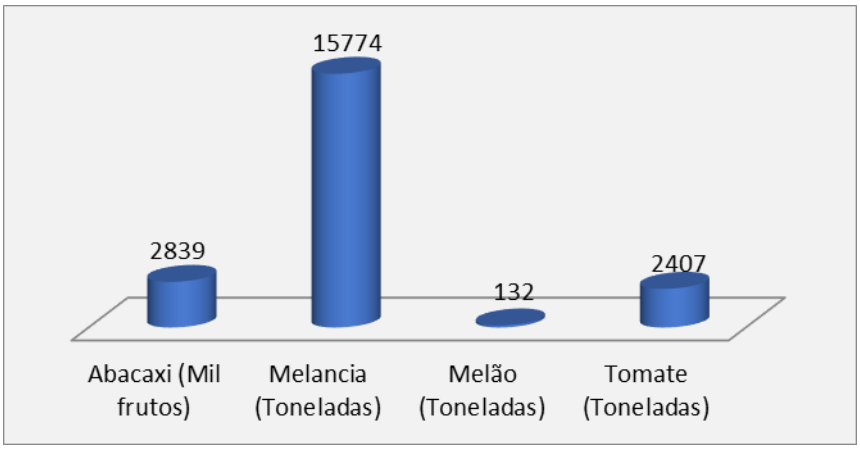
Dentre estes cultivos destacaremos a produção da cana de açúcar e da soja que totalizam 106.848toneladas e 21.021toneladas, respectivamente. Na bacia 30 municípios cultivam a cana de açúcar e entre estes os dez onde se registra os maiores cultivo são: Tuntum 57.600T, Montes Altos 22.458T, Lago dos Rodrigues 4.044T, Bacabeira 3.920T, São José dos Basílios 3.640T, Fernando Falcão 2.100T, Santo Antônio dos Lopes 1.834T, Capinzal do Norte 1.827T, Lago do Junco 1.566T e Presidente Dutra 1.155T.

Para a produção da soja temos como os principais municípios apenas 3 sendo eles: Grajaú 16.740T, Formosa da Serra Negra 3.765T e Açailândia 516toneladas, totalizando 21.021 toneladas.

✓ **Lavoura temporária – Frutos**

Ainda pertencente à lavoura temporária temos os seguintes itens: melancia, melão abacaxi e tomate, a soma destes produtos em tonelada corresponde a 21.152. Esta produção teve área plantada de 145.000 ha (IBGE, 2011).

FIGURA 14. Produtos da lavoura temporária.



Fonte: IBGE (Produção Agrícola Municipal, 2011)

Em toda a bacia a produção de melão ocorre em apenas dois municípios, Arari e Vitória do Mearim, totalizando 132 toneladas. Já com cultivo de melancia temos como maior produtor não o município de Arari, famoso pela sua produtividade e festas destinadas a este fruto "A festa da Melancia" e, sim, o município de Grajaú, com uma produção total de 8.000 toneladas seguido de Pedreiras com 725 toneladas e, em terceiro lugar Arari, com 657 toneladas. O total na bacia, em toneladas é de 15.774 correspondendo a 31.9% da produção total do estado.

O abacaxi em toda a bacia obteve uma produção de 2.839 mil frutos, o que corresponde a 12.25% da produção do estado, e entre os maiores produtores temos; Tuntum 554, Grajaú 460, Lago dos Rodrigues 418), Lago do Junco 360, Santa Luzia 300, Poção de Pedras 225, Santa Inês 176, Barra do Corda 123, Fernando Falcão 12, e Vitória do Mearim 55.

O tomate teve uma produção total de 2.407 toneladas, onde apenas 11 municípios o cultivam, dentre eles estão Tuntum 459, Capinzal do Norte 342, Barra do Corda 323, Poção de Pedras 298, Presidente Dutra 258, Santa Filomena do Maranhão 221, Senador La Roque 200, Grajaú 136, Buritirana 100, Amarante do Maranhão 50 e Açailândia 20. A produção destes municípios por sua vez corresponde a 50,70% da produção do total do estado.

✓ **Lavoura Permanente – Frutos**

TABELA 6. Produção municipal e estadual da lavoura permanente.

Produção	Banana (t.)	Castanha de caju (t)	Laranja (t)	Limão (t)	Mamão (t)	Manga (t)	Maracujá (t)	Urucum (t)	Cocos-da-baía (Mil frutos)
Bacia do Mearim	55.594	1.109	2.499	77	42	349	38	118	1.540
Maranhão	105.473	5.114	6.713	572	1.696	3.108	313	151	8.578

Fonte: IBGE (Produção Agrícola Municipal, 2011)

Apenas 11 municípios possuem produção de limão, totalizando 77 toneladas. Os municípios com as maiores produções são: Vitória do Mearim 16, Arari 7, João Lisboa, Olinda Nova do Maranhão, Pedro do Rosário e Penalva, respectivamente com 8 toneladas, Cajapió e Matinha com 5; Cajari, São Vicente Ferrer e Viana com 4 toneladas. Com relação a produção do estado a Bacia do Mearim é responsável por 13,45% do total da produção.

A produção de mangas tem um total de 349 toneladas, onde apenas 12 municípios são responsáveis pela produção de 11,22% em relação ao total do estado. Dentre os maiores produtores aparecem os municípios de São João Batista 48, Cajapió 46, Vitória do Mearim 42, Olinda Nova do Maranhão 36, Pedro do Rosário 35, Arari 32, Matinha 31, Amarante do Maranhão 23, Penalva 20, Viana 19, Açailândia 9 e Peritoró 8.

Na produção de bananas, apenas 12 municípios da Bacia não contribuem para a produção, os demais, segundo dados do IBGE (2011), produziram 55.594 toneladas que corresponde a 50,70% da produção total do estado. A produção de castanha de caju ocorre em 45 municípios tendo uma produção de 1.109, representando 21,70% do total estadual.

A produção de cocos da baia teve uma produção de 1.540 mil frutos o que corresponde a 18% da produção do estado, e a de laranja obteve 37,22%. A produção de mamão é de 42 toneladas e apenas Montes Altos é o responsável em toda a Bacia. O condimento urucum teve um total de 118 toneladas produzidas em 4 municípios da Bacia, representando 78,14% da produção do Estado. Na produção de maracujá 04 municípios (Amarante do Maranhão 20, João Lisboa 4, Montes Altos 10, Tuntum 4) totalizaram 38 toneladas possuindo 12,14% da produção do Estado.

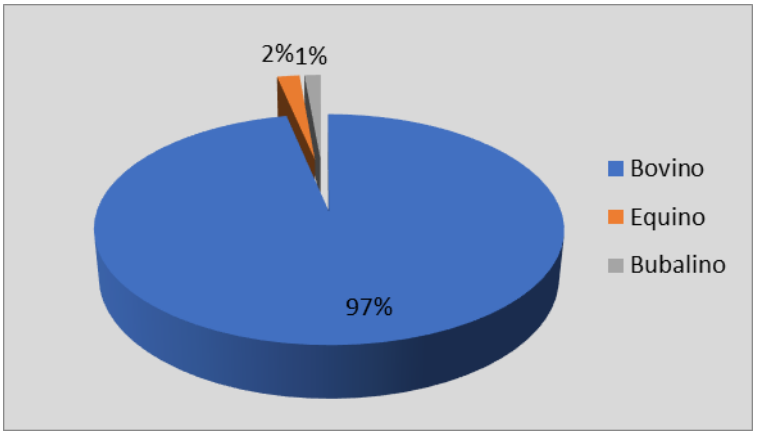
- **PECUÁRIA**

A pecuária maranhense tem como característica o tipo extensivo de criação, na qual os rebanhos são criados soltos, pastoreados ao natural sem cuidados técnicos, apresentando baixa produtividade.

Tendo em vista estas peculiaridades da pecuária e observando perdas na venda dos rebanhos em 2012, o governo tenta aumentar o poder de exportação das carnes bovinas buscando melhorará as taxas sanitárias exigidas pelo mercado. Com a colaboração do governo foi realizado a vacinação de 97% do rebanho contra a febre aftosa, saindo da zona "desconhecida" e alta em que se encontrava para a zona de médio risco.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Maranhão em 2012 foi classificado na Zona de risco médio e cumpriu 83% das exigências sanitárias feitas pelo ministério trazendo aos pecuaristas facilidade na venda deste produto tanto dentro de Estado quanto fora dele.
Segundo dados do IBGE (2011) os animais de grande porte na bacia em estudo têm-se em maior número o gado bovino, com total de 4.308.016 cabeças, representando 59,30% do rebanho do estado, os eqüinos com 85.406 cabeças e bubalinos com 65.241 cabeças correspondendo a 73,30% dos rebanhos total do estado.

FIGURA 15. Efetivo dos rebanhos de animais de grande porte.



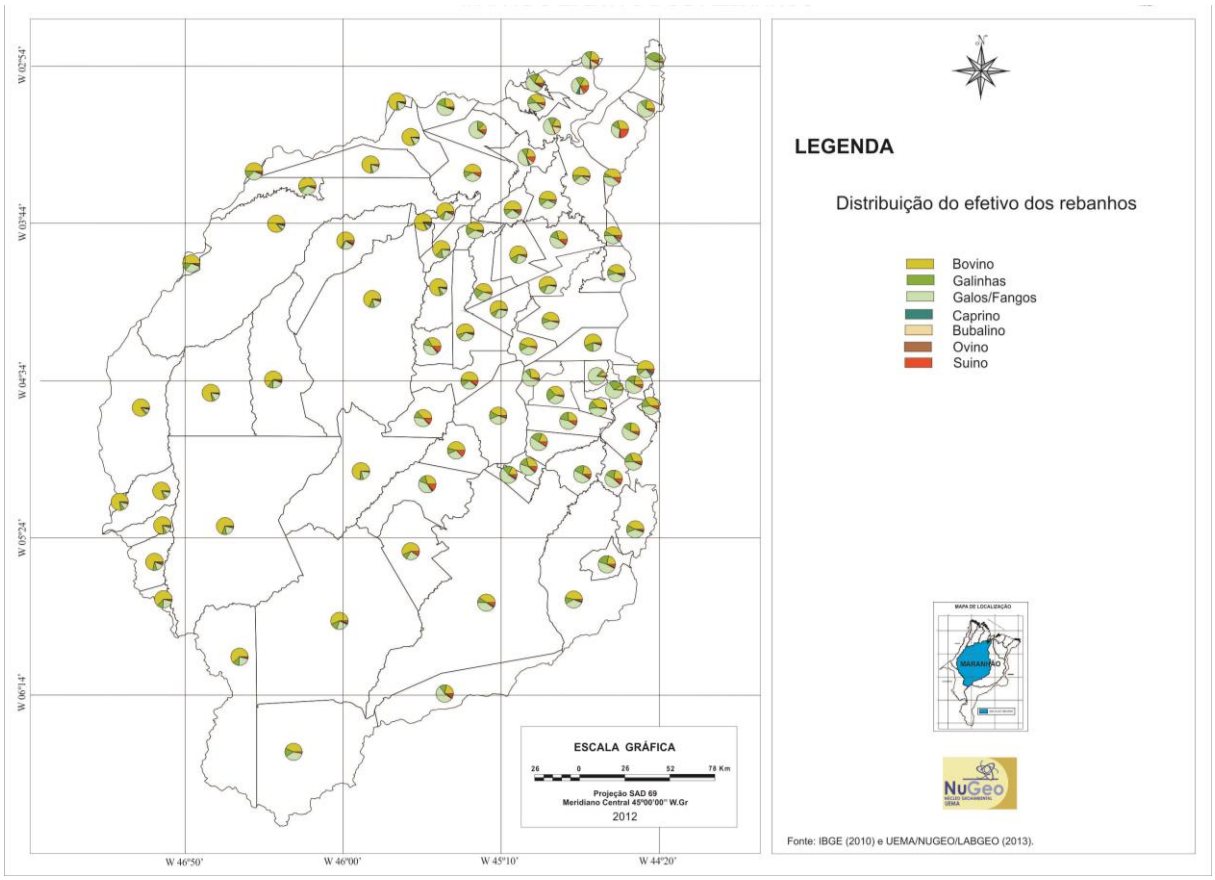
Fonte: IBGE (Produção Pecuária Municipal, 2011)

Os municípios onde obtiveram os maiores números de rebanhos bovinos são: Açailândia 437.803 cabeças, Santa Luzia 231.934 cabeças, Amarante do Maranhão 199.670 cabeças Bom Jardim 156.084 cabeças, Grajaú 136.800 cabeças, Bom Jesus das Selvas 125.446 cabeças, Senador La Roque 123.957 cabeças, Zé Doca 119.072 cabeças, Bacabal 111.433 cabeças e Barra do Corda 103.860 cabeças.

Os rebanhos de bovinos menos numerosos estão nos municípios de Lago do Junco 9.471, São Vicente Ferrer 9.206, Bela Vista do Maranhão 8.354, Bacabeira 7.890, Olinda Nova do Maranhão 7.666, Lima Campos 7.496, São José dos Basílios 6.849, São Raimundo do Doca Bezerra 6.811, São Roberto 6.331 e Cajapió 5.657.

Abaixo representação em percentagem do total dos rebanhos para os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim.

FIGURA 16. Distribuição espacial do efetivo dos rebanhos 2011

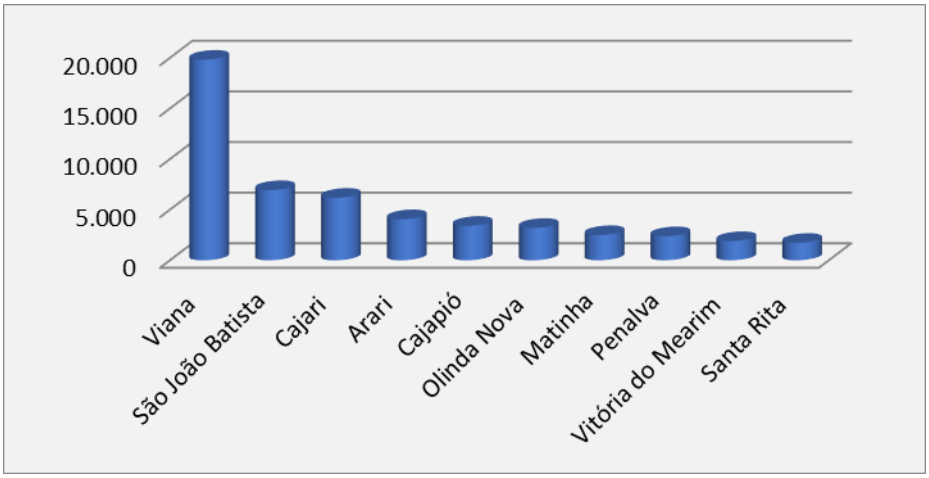


Fonte: IBGE (Produção Pecuária Municipal, 2011)

Com relação ao rebanho de bubalinos o Maranhão 82.650 cabeças possui o terceiro maior rebanho do Brasil, ficando atrás apenas dos estados do Pará com 485.033cabeças e Amapá com 235.549 cabeças. Dentro do Estado temos como destaque o município de Viana com o maior número de cabeças totalizando 19.818.

Segundo SAGRIMA (2012), os municípios criadores da região da Baixada Maranhense receberão como incentivo uma usina de beneficiamento do leite de búfala e de seus derivados na intenção de aumentar a produtividade da região, o empreendimento será instalado em Santa Inês.

FIGURA 17. Municípios como maiores rebanho bubalinos na Bacia do Mearim.



Fonte: IBGE (Produção Pecuária Municipal, 2011)

Os animais de médio porte, suínos caprinos e ovinos, correspondem um total de 542.376 cabeças onde 69% correspondem ao rebanho de suínos, 16% a ovinos e 15% de caprinos. Os animais de pequeno porte, as aves é da ordem de 3.740.693 cabeças, sendo 72% de galos, 27% de galinhas e 1% codornas.

✓ **Produção de origem Animal**

TABELA 7. Produção de origem animal

Bacia Hidrográfica do rio Mearim	Produção de origem animal				Valor da produção (mil reais)			
	Leite (l)	Ovos de galinha (mil dúzias)	Mel (kg)	Ovos de codorna (mil dúzias)	Leite (l)	Ovos de galinha (mil dúzias)	Mel (kg)	Ovos de codorna (mil dúzias)
	227.665	4.096	16.556	210	194.476	14.767	129	286

Fonte: IBGE (Produção Pecuária Municipal, 2011)

✓ **Extração Vegetal**

TABELA 8. Quantidade produzida na extração vegetal

Produtos	Carvão m3	Lenha	Madeira	Babaçu
Produção-Bacia	204.699	537.788	47.906	64.382
Maranhão	339.775	2.735.794	174.073	96.162

Fonte: IBGE (Extração Vegetal, 2011)

TABELA 9. Quantidade produzida na extração vegetal

Produtos	Carvão vegetal (T)		Lenha (m³)		Madeira (m³)		Babaçu (T)	
Ano	**2000**	**2010**	**2000**	**2010**	**2000**	**2010**	**2000**	**2010**
Brasil	1.429.180	1.502.997	50.395.399	38.207.117	21.918.527	12.655.284	116.889	106.055
Maranhão	148.719	335.982	2.633.956	2.796.131	496.821	182.279	108.043	99.464
Bacia	94.907	198.482	604.668	575.085	105.389	53.451	61.594	65.330

Fonte: IBGE (Extração Vegetal, 2000 – 2010)

TABELA 10. Valor da produção na extração vegetal por (mil reais)

Produtos	Carvão vegetal (T)		Lenha (m³)		Madeira (m³)		Babaçu (T)	
Ano	**2000**	**2010**	**2000**	**2010**	**2000**	**2010**	**2000**	**2010**
Brasil	650.614	628.049	624.293	693.421	2.156.390	2.709.414	130.940	142.208
Maranhão	183.228	184.175	44.082	48.085	22.028	22.187	123.294	133.350
Bacia	25.725	122.610	3.173	10.031	4.694	8.234	23.952	83.542

Fonte: IBGE (Extração Vegetal, 2000 – 2010)

5. AREAS ESPECIAIS (UC e TI)

a) Unidade de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC, 2000) define unidade de conservação (UC), como o *espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção*. As unidades de conservação estão organizadas em dois grupos:

i) Unidades de Proteção Integral: com a finalidade de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, e por isso as regras e normas são restritivas. Pertencem a esse grupo as categorias: Estação Ecológica Reserva Biológica, Parque Nacional, Refúgio de Vida Silvestre e Monumento Natural;

***ii) Unidades de Uso Sustentável*:** concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Esse grupo é constituído pelas categorias: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico,

Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural.

b) Terra Indígena

A população indígena do Estado do Maranhão soma aproximadamente 16.000 habitantes, distribuídos entre 16 grupos que vivem numa área total de 1.908.389 ha. Desse total, aproximadamente 86% (1.644.089 ha), que representam 14 áreas, já se encontram demarcadas pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI), órgão do governo federal. Cerca de 14%, que correspondem a 264.000 ha e incluem apenas 2 áreas (Awá e Krikati) ainda estão em processo de demarcação, embora sejam ocupadas pelos índios. O grupo mais numeroso é o dos Araribóia, com população de 4.174 habitantes, que ocupa uma área de 413.288 ha, já demarcada pela FUNAI, nos Municípios de Amarante, Bom Jardim das Selvas, Buriticupu, Arame e Santa Luzia. O Cana Brava Guajajara é o segundo grupo em tamanho da população, com 3.924 índios que ocupam 137.329 ha nos municípios de Barra do Corda e Grajaú.

5.1 Metodologia

Na geração do mapa das Unidades de Conservação (UC) foram utilizados os memoriais e Decretos de criação das mesmas, adotando-se os sistemas de coordenadas utilizados em suas delimitações, sendo estas transportadas para banco de dados geográficos. As Unidades de Conservação foram classificadas conforme a categoria e a instância administrativa às quais pertencem (Federal ou Estadual).

De forma similar às UCs procedeu-se ao mapeamento das Terras Indígenas (TI). Neste caso os documentos oficiais de criação (Decretos e Memoriais Descritivos) foram obtidos junto à Fundação Nacional do Índio. Após estes mapeamentos e com base no limite da bacia hidrográfica do rio Mearim foi gerado o mapa das UCs e TIs possibilitando assim, a sobreposição dos diversos espaços mapeados.

5.2 Resultados

TABELA 3: Unidades de Conservação do Estado do Maranhão.

SNUC	Área (ha)	Decreto de Criação	Subordinação	Municípios
APA da Baixada Maranhense	1.775.035,90	11900 de 11.06.1991 reed. 05.10.91	SEMA	Anajatuba, Arari, Bequimão, Cajapió, Cajari, Lago Verde, Matinha, Mirinzal, Monção, Olho d'Água das Cunhãs, Palmeirandia, Penalva, Peri-Mirim, Pinheiro, Pindaré-Mirim, Pio XII, Santa Helena, São Bento, São João Batista, São Mateus, São Vicente Ferrer, Viana, Vitória do Mearim e Ilha dos Caranguejos
APA Estadual Upaon Açu-Miritiba-Alto do Rio Preguiças	1.535,30	12.428 de 05.06.92	SEMA	Axixá, Barreirinha, Humberto de Campo, Icatu, Morros, Paço do Lumiar, Presidente Juscelino, Primeira Cruz, Rosário Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São José de Ribamar, Tutóia, e Urbano Santos
Reserva Biológica do Gurupi - REBio	341.650,00	95.614 de 12.01.88	IBAMA	Carutapera e Bom Jardim
Total	**6.972.541,85**			

* Corresponde ao total das áreas das Unidades de Conservação e não apenas para a bacia do rio Mearim.

TABELA 4: Terras Indígenas no contexto da bacia do rio Mearim.

Terras Indígenas	Área total (ha)	População indígena	Situação da demarcação	Municípios
Araribóia	413.288	4.174	Demarcada	Amarante, B. J. das Selvas, Buriticupu, Arame e S. Luzia.
Awá	118.000	198	Em demarcação	Bom Jardim, Carutapera e Zé Doca.
Bacurizinho	82.432	1.976	Demarcada	Grajaú.
Cana Brava Guajajara	137.329	3.924	Demarcada	Barra do Corda e Grajaú.
Caru	172.667	136	Demarcada	Bom Jardim.
Geralda / Toco Preto	18.506	104	Demarcada	Grajaú.
Governador	41.644	655	Demarcada	Amarante do Maranhão.
Kanela - Buriti Velho	125.212	1.265	Demarcada	Barra do Corda.
Krikati	146.000	538	Em demarcação	Amarante do Maranhão, Montes Altos e Sítio Novo.
Lagoa Comprida	13.198	470	Demarcada	Grajaú.
Morro Branco	49	136	Demarcada	Grajaú.
Porquinhos - Aldeia Chinelo	79.520	411	Demarcada	Barra do Corda.

Rio Pindaré	15.003	556	Demarcada	Bom Jardim.
Rodeador	2.319	76	Demarcada	Barra do Corda.
Urucu / Juruá	12.697	416	Demarcada	Grajaú.
Total	**1.908.389**	**15.916**		

* Corresponde ao total das áreas das TIs e não apenas para a bacia do rio Mearim.

Aspectos Ambientais

a) Geologia

A Geologia, como ciência, procura decifrar a história geral da Terra, desde a sua formação até o presente, no intuito de, ao compreendê-la, ser capaz de prever desde a localização dos recursos minerais, à constituição e estrutura do globo terrestre, às diferentes forças que agem sobre as rochas, modificando as formas do relevo e a composição original dos seus minerais.

A posição intracratônica do Meio Norte (Maranhão/Piauí) favoreceu à formação de uma estrutura geológica sedimentar, constituindo vasta bacia cuja gênese está ligada às transgressões e regressões marinhas, combinadas com movimentos subsidentes e arqueamentos ocorridos do início do paleozóico ao final do mesozóico. Durante os movimentos negativos eram depositados sedimentos marinhos acumulando-se arenitos, folhelhos e calcários, enquanto que durante os movimentos epirogênicos positivos depositaram-se sedimentos basálticos de origem continental. As principais formações geológicas encontradas na bacia hidrográfica do rio Mearim são: Formação Grajaú, Formação Itapecuru, Formação Mosquito, Formação Codó, Formação Corda, Coluviões e Aluviões.

1.1 Metodologia

A caracterização geológica abordada descreve os materiais geológicos de acordo com os trabalhos da CPRM, RADAM BRASIL e SIPAM.

A metodologia consistiu na integração lógica dos diferentes dados disponíveis, conhecendo-se previamente os terrenos do ponto de vista físico, biótico e ambiental. A primeira etapa do trabalho consistiu na análise individual de cada uma das informações contidas nos mapas temáticos.

Para a confecção do Mapa Geológico, foi usado como base a Carta Geológica - Escala 1:500.000 (Folha SA.23 - X/Z São Luís NE/SE e SA.23 - V/Y São Luís NW/SW) do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (CPRM, 2000), que posteriormente foi georreferenciada e trabalhada no SPRING para a obtenção dos dados. Adicionalmente, foram levantadas informações disponíveis em publicações científicas, relatórios técnicos e trabalhos desenvolvidos pelo Projeto RADAM-BRASIL (1973) e Atlas do Maranhão (2002).

1.2 Resultados

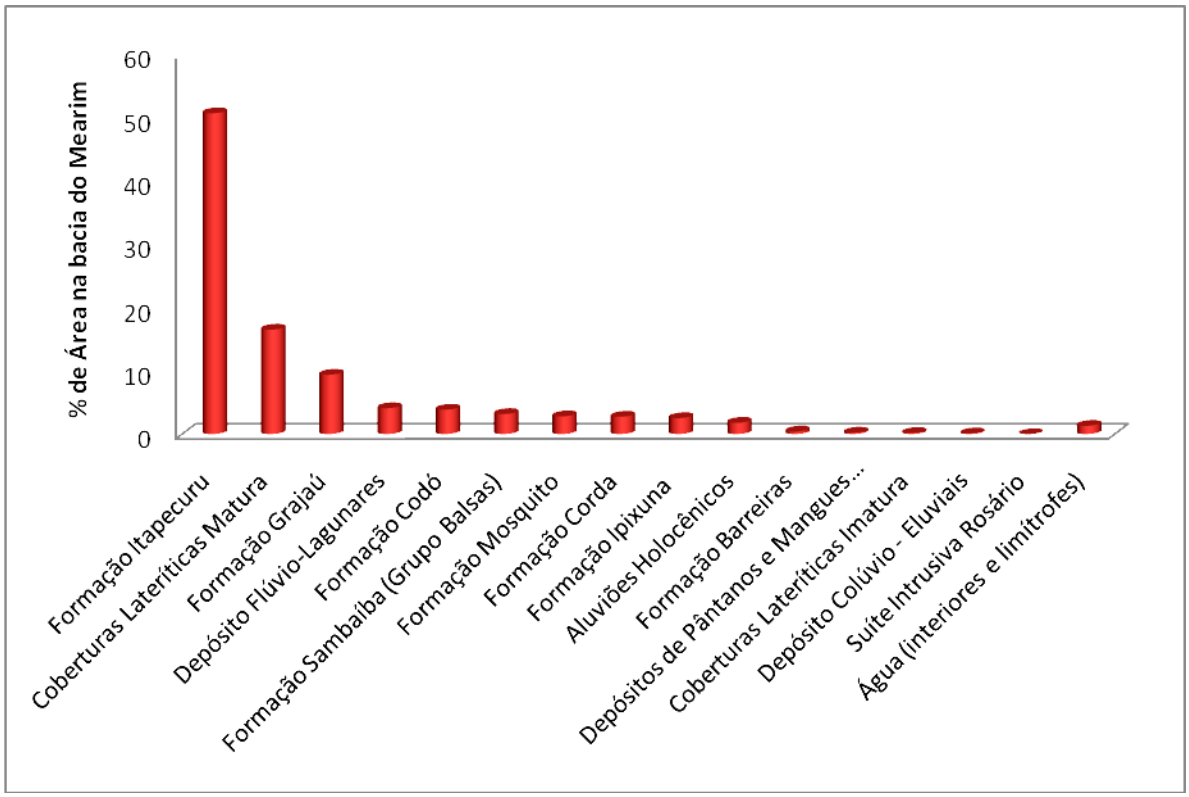
Como resultado final foram obtidas 16 classes geológicas em uma área total em quilômetros quadrados de **99.058,68 Km²**. As formações geológicas mais expressivas foram Itapecuru que cobre extensas áreas da Bacia Hidrográfica com 50.224,25 Km² 50,70%, Coberturas Lateríticas Matura que estão representadas nas áreas elevadas sentido leste-oeste, 16.355,14 Km², 16,51% e Grajaú a sudeste com 9.305,62 Km², 9.39%. Foi criado um mapa geológico (FIGURA 2) e uma TABELA contendo as classes geológicas encontradas em valores absolutos e relativos com a extensão territorial em km² de cada classe (**TABELA 3**) e a descrição das classes geológicas conforme segue abaixo.

TABELA 1. Classes Geológicas da Bacia Hidrográfica do rio Mearim.

Classes Geológicas	Siglas	Área km²	%
Formação Itapecuru	*K12it*	50.224,25	50,70
Coberturas Lateríticas Matura	*E13lm*	16.355,14	16,51
Formação Grajaú	*K1g*	9.305,62	9,39
Depósito Flúvio-Lagunares	*Kfl*	4.068,31	4,11
Formação Codó	*K1c*	3.842,93	3,88
Formação Sambaíba (Grupo Balsas)	*Ts*	3.146,70	3,18
Formação Mosquito	*T3J1в̀m*	2.793,84	2,82
Formação Corda	*J3k1c*	2.735,06	2,76
Formação Ipixuna	*K2Eip*	2.519,18	2,54
Aluviões Holocênicos	*Q2a*	1.788,00	1,80
Formação Barreiras	*?*	410,82	0,41
Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos	*Q2pm*	248,33	0,25
Coberturas Lateríticas Imatura	*N13li*	192,4	0,19
Depósito Colúvio - Eluviais	*NQc*	120,53	0,12
Suíte Intrusiva Rosário	*PP2γπ*	0,27	0,00
Água (interiores e limítrofes)	--	1.307,30	1,32
Total	**---**	**99.058,68**	**100,00**

Fonte: SIPAM (2007), CPRM (1994), UEMA/NUGEO (2012).

FIGURA 1. Distribuição percentual das Formações Geológicas na bacia hidrográfica do Mearim



1.2.1 Descrição das classes de Geologia

i) Formação Itapecuru (Ki2it)

Esta Formação distribui-se em quase toda a extensão da bacia hidrográfica do rio Mearim, 50.224,25Km^2, 50,70% e, data do Cretácio Inferior. Apresenta espessura média aflorante acima de 150m, com extensas e contínuas exposições de rochas. Litologicamente comporta arenitos avermelhados, médios a grosseiros, argilosos, pintalgados de caulim e com estruturas plano-paralelas e cruzadas. Faixas conglomeráticas além de intercalações de siltitos argilosos e argilitos complementam suas litologias, cujo ambiente deposicional é admitido como continental (fluvial), com faixas lacustrinas e de planícies de inundação em clima semiárido.

Embora uma característica desta unidade seja a ausência ou grande raridade fossilífera, algumas camadas de calcário fossilífero que lhe recobrem na Bacia de São Luis (Formação Pirabas), são relacionadas ao Mioceno. Alguns municípios são recobertos por essa formação ao longo da bacia hidrográfica: Governador Newton Belo, Santa Luzia do Paruá, Santa Inês, Brejo de Areia, Altamira do Maranhão, Pindaré Mirim, dentre outros.

ii) Coberturas Lateríticas Matura (E13lm)

A Formação, *Coberturas Lateríticas Matura,* está distribuída no sentido leste-oeste da bacia hidrográfica do rio Mearim abrangendo parte dos municípios de Arame, Buriticupu, Bom Jesus das Selvas, Itaipava do Grajaú e norte de Barra do Corda. Possui uma área de 16.355,14 km^2, 16,51%. São coberturas superficiais residuais e concrecionárias do tipo aluminosa, bauxítica, caulínica, fosfática, argilosa e ferruginosa.

iii) Formação Grajaú (K1g)

Datada do Cretácio Inferior, esta Formação possui área de 9.305,62Km^2, 9,39%. É constituída na sua base por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzo. Acima, ocorrem arenitos amarelados a brancos, essencialmente quartzosos exibindo abundante estratificação cruzada. É afossilífera e considerada pertencente ao Cretáceo Inferior, pela sua equivalência crono - estratigráfica com a Formação Codó. Essa formação está presente em parte dos municípios de Barra do Corda, Tuntum, Santa Filomena do Maranhão, sul de Grajaú e norte de Sítio Novo.

iv) Depósitos Flúvio-Lagunares (Kfl)

Datada do Pleistoceno, esta Formação está distribuída sobre uma área de 4.068,31 km^2, 4,11%. Estão distribuídos ao norte da bacia hidrográfica do rio Mearim em seu baixo curso; estando, portanto, relacionados ao sistema lacustre fluvial. A constituição é composta por areias finas a médias, com intercalações de pelitos. Esses sedimentos são originários do fluxo meandrante dos rios. São depósitos de material síltico-arenoso resultante dos transbordamentos nas planícies de inundação, originários em condições fluviais de baixa energia.

v) Formação Codó (K1c)

Data do Cretáceo Inferior e seus sedimentos estão expostos no leste da Bacia do Grajaú, consistindo em sistemas deposicionais do tipo lacustre e sabkha-salt pan, cujos depósitos incluem evaporitos, folhelhos negros betuminosos, folhelhos cinza esverdeados e calcários, indicativos de ambiente deposicional lacustre e marinho marginais. Possui uma área dentro da bacia hidrográfica 3.842,93 km^2, representando 3,88% da área da bacia. Análise palinológica desta unidade define sua idade como neoaptiana com base na presença de pólen guia *Sergipea Variverrucata.* É representa ao norte de Sítio Novo, sul de Amarante do Maranhão, Presidente Dutra e norte de Tuntum.

vi) Formação Sambaíba (Ts) - Grupo Balsas

Os arenitos expostos em forma de mesetas próximos a cidade de Sambaíba (MA), foram designados com esta denominação como parte superior da Formação Melancieira, de idade cretácica. Posteriormente foram levados à categoria de Formação, admitindo idade Triássica Inferior em função de sua posição entre os estratos das formações Motuca (Permiano) e Pastos Bons do Triássico Inferior. Esta Formação encontra-se distribuída dentro da bacia do rio Mearim sobre uma área de 3.146,70 km^2, 3,18%.

Constitui-se de arenitos finos a médios, bem classificados, selecionados, grãos fôscos, coloração rosa-avermelhada, estratificação cruzada tangencial de médio e grande porte, ocorrendo ainda localmente, concentrações de caolim e argilo-minerais dentro da sequência essencialmente quartzosa. Suas características litológicas e estruturais são típicas de ambiente deposicional eólico, em regime de dunas e/ou interdunas de ambiente desértico.

Por se tratar de um pacote afossilífero, seu posicionamento estratigráfico é baseado em função de suas relações de contato entre unidades de idade perminiana (Formação Motuca) e Triássica (Formação Mosquito), permitindo assim atribuir idade Triássica para esses sedimentos. Encontra-se representada dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim ao norte dos municípios de Formosa da Serra Negra e Fernando Falcão.

vii) Formação Mosquito (T3J1βm)

Está distribuída em uma área de 2.793,84 km2, o que representa em termos percentuais 2,82%. Derrames basálticos com intercalações de arenito foram descritos no leito do rio Mosquito, sul de Fortaleza dos Nogueiras (MA), sendo então proposta esta denominação para identificá-los, admitindo sua constituição essencialmente de basaltos toleíticos amigdalóidais, com contribuição sedimentar muito restrita.

Seus litotipos ocorrem sob a forma de derrames, diques e/ou “sills” de diabásio e rocha basáltica, coloração cinza-escuro, marron-avermelhado, maciços, textura afanítica, mais raramente com amigdalas, que quando alteradas aparecem como pintas esbranquiçadas dentro do material argiloso resultante. Seus contatos, superior e inferior são discordantes, demonstrando efeito térmico marcado pelo endurecimento e silicificação dos arenitos da Formação Sambaíba.

Os dados de campo e geocronológico sugerem o posicionamento destas rochas relacionado à abertura do Oceano Atlântico, que culminou com a separação dos continentes, Sul-Americano e Africano durante o período Triássico. Foram ainda apresentadas datações de rochas coletadas entre Araguaína e Porto Franco, cujos valores indicaram 148 e 214 Ma (milhões de

anos). Essa formação pode ser encontrada ao sul dos municípios de Sítio Novo do Maranhão, norte de Formosa da Serra Negra e, ao sul de Grajaú e data do Jurássico Inferior.

viii) Formação Corda (J3k1c)

A denominação "Arenito Corda", foi usada pela primeira vez para a sequencia triássica e psamítica de coloração avermelhada que ocorre intercalada em basaltos no vale do rio Mearim. Pertence ao Jurássico Superior. Posteriormente para designar os arenitos localizados acima dos derrames de basalto e abaixo dos folhelhos Codó. Foi esta formação, subdividida nos membros Itaguatins, Macapá e Curador. Novos derrames basálticos foram identificados acima dos arenitos Corda, considerados então como de idade cretácica, e mais tarde, do Jurássico Superior, junto com a Formação Corda. Posteriormente, foram incluídos na Formação Corda os derrames basálticos, com duas intercalações sedimentares denominadas de membros Macapá e Fortaleza.

Finalmente, foi estudada uma seção destes litotipos com espessura de aproximadamente 80 m de arenitos da Formação Corda, com intercalações de sílex e idade jurássica, que assenta sobre os basaltos da Formação Mosquito e é recoberta também por basaltos da Formação Sardinha.

Em algumas situações posiciona-se discordantemente sobre os arenitos da Formação Sambaíba, sendo que seu contato superior com a Formação Itapecuru é concordante podendo, entretanto ser localmente discordante.

Suas características litológicas e estruturais permitem atribuir um sistema ambiental fluvial, e em alguns locais eólico, para seu ambiente deposicional. O seu posicionamento interbasaltos e algumas datações geocronológicas efetuadas, além do conteúdo fossilífero, permitiram atribuir-lhe idade jurássica superior. Esta Formação possui uma área de 2.735,06km^2, 2,76% e data do Jurássico Superior. Encontra-se representada em grande parte ao norte do município de Formosa da Serra Negra.

ix) Formação Ipixuna (K2Eip)

Possui área de 2.519,18 km^2, 2,54%. Datada do Cretáceo Superior. Esta denominação está atribuída aos sedimentos que afloram desde 60 km ao sul da cidade de São Miguel do Guamá (PA) até 30 km a norte da cidade de Imperatriz, no Maranhão, cujo contato superior com rochas do grupo Barreiras, é discordante e, sobreposta de modo concordante com rochas da Formação Itapecuru, levando a ser considerada por alguns autores como um fácies da mesma. Litologicamente é constituída por sedimentos arenosos finos, caulínicos (caracteristica da unidade), brancos, com estratificação cruzada tangencial, além de siltitos e argilitos avermelhados; ritimitos de argilitos e arenitos brancos finos e caulínicos, com estratificação

cruzada e bancos de caulim. Esta sequencia litológica, que evidencia um ambiente de deposição flúvio-lacustre típico.

Com relação à idade, é considerada como cretácica, podendo atingir sua deposição, até no máximo o Terciário Inferior, com base nos troncos silicificados de angiospermas da família *Himiriaceae*, e através de suas relações estratigráficas discordantes com a formação Pirabas e Grupo Barreiras. Encontra-se representada a oeste da bacia hidrográfica, ao sul do município de Bom Jardim, norte de Açailândia e em grande parte no município de Bom Jesus das Selvas.

x) Aluviões Holocênicos (Q2a)

Possui área de 1.788,00 Km^2, o que representa 1,80% da bacia do Mearim. Os aluviões holocênicos, são representados predominantemente por sedimentos sílticos argilosos e areias de granulação geralmente fina, constituindo barrancas ou praias fluvuais em depósitos de canal, incluindo depósitos de barra em pontal e os depósitos residuais de canal e de transbordamento.

Nos depósitos de canal, que formam praias de extensão variáveis, ocorrem areias quartzosas (neossolos quartzarênicos) de granulação fina a grosseira, sub-angulosa a sub-arredondadas, contendo subordinadamente muscovita, biotita e pesados.

Apresentam localmente estratificação cruzada e na superfície, marcas de onda. Os depósitos de transbordamento são constituídos por silte e argila com granulometria decrescente da base para o topo.

Nas seções basais são encontradas comumente areias quartzosas de granulação predominante fina, grãos subarredondados, porcentagem variável de argila e presença frequente de muscovita e pesados. Os sedimentos sílticos e argilosos sempre sucedem as areias da base, apresentando-se maciços ou finamente laminados. Comumente incluem restos vegetais de troncos e folhas parcialmente carbonizadas, exibindo mosqueamento de cores avermelhadas e amareladas.

xi) Formação Barreiras

Datada do Mioceno a Plioceno, compreende os arenitos, arenitos ferruginosos, cascalhos e sedimentos areno-argilosos. Distribui na bacia do Mearim sobre uma área de 410,82 Km^2, representando 0,41% da área total.

Segundo BEZERRA (2006), em seu artigo intitulado: *A Formação Barreiras* - recentes avanços e antigas questões; o autor afirma que a Formação Barreiras foi a primeira unidade estratigráfica documentada no Brasil. Ainda segundo o mesmo autor, durante muito tempo

esta Formação era considerada de origem essencialmente continental. Porém, trabalhos recentes tem demonstrado a influência de oscilações eustáticas na sua origem e deposição até em ambientes transicional e marinho raso. A Formação Barreiras encontra-se distribuída ao leste da bacia do rio Mearim, nos municípios de Joselândia, Santo Antonio dos Lopes e Capinzal do Norte.

Trabalhos de Dilce Rosseti, nos estados do Pará e Maranhão, identificaram fáceis sedimentares carbonáticas e siliciclásticas que foram interpretadas como ambientes rasos e litorâneos. São ambientes de leques aluviais e fluviais entrelaçados, acompanhados de fluxos gravitacionais.

xii) Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos (QHpm)

Os Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos são constituídos por sedimentos predominantemente pelíticos, argilo-siltosos, com muita matéria orgânica, restos de madeira e conchas, em ambiente fluviomarinho e/ou litorâneo, com vegetação típica de mangue em acumulações quaternárias recentes, de áreas costeiras, sujeitas à influência das marés, protegidas da ação das ondas e localizadas às margens de rios, riachos e lagunas. Esta Formação está presente em áreas descontínuas da costa brasileira, desde o Amapá até Santa Catarina, formando importante ecossistema de abrigo alimentar e de reprodução para aves, peixes e outros animais marinhos. Possui área de 248,33km^2, representado cerca de 0,25% da área da bacia do Mearim.

Por correlação, entre os ambientes litorâneos pode-se admitir alguma similaridade geológica entre os Depósitos de Mangue e de Pântanos do litoral norte com aqueles do nordeste. As áreas mapeadas como depósitos de mangues, no presente mapeamento, abrangem principalmente os locais de foz de rios e riachos, onde ocorre vegetação de mangue, localizando-se a Leste dos municípios de São João Batista e Bacabeira.

xiii)* Coberturas Lateríticas Imaturas *(E13lm)

Datada do Mioceno, esta Formação está localizada na porção leste da bacia hidrográfica do rio Mearim em uma área de 192,40 Km^2, representando 0,19% da área total da bacia. Segundo o Relatório do Plano Diretor da Bacia do Mearim (2014), esta Formação é composta por sedimentos detrito-lateríticos e lateritas, geralmente imaturas e pouco evoluídas, com perfis geológicos simples e horizontes bastantes definidos.

xiv) Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc)

Datado do Período do Plioceno, os Depósitos Colúvio-Eluviais ocupam área de 120,53 km^2, representando 0,12% da área total da bacia do Mearim. São compostos por matériais inconsolidados formado por areias, argilas, cascalhos e lateritas, ocupando diferentes níveis nas porções, inferior e média do pacote e, podem alcançar localmente, espessura máxima em torno de 1,0m. A espessura dos depósitos de alúvio-coluviões assume diferentes valores na área, tendo sido medido, seções com até 6m de espessura, aflorantes tanto nas margens do Pindaré como nas do rio Grajaú. Esses depósitos são importantes como recursos minerais para a obtenção de areias e cascalhos de vários diâmetros, utilizados intensamente na construção civil.

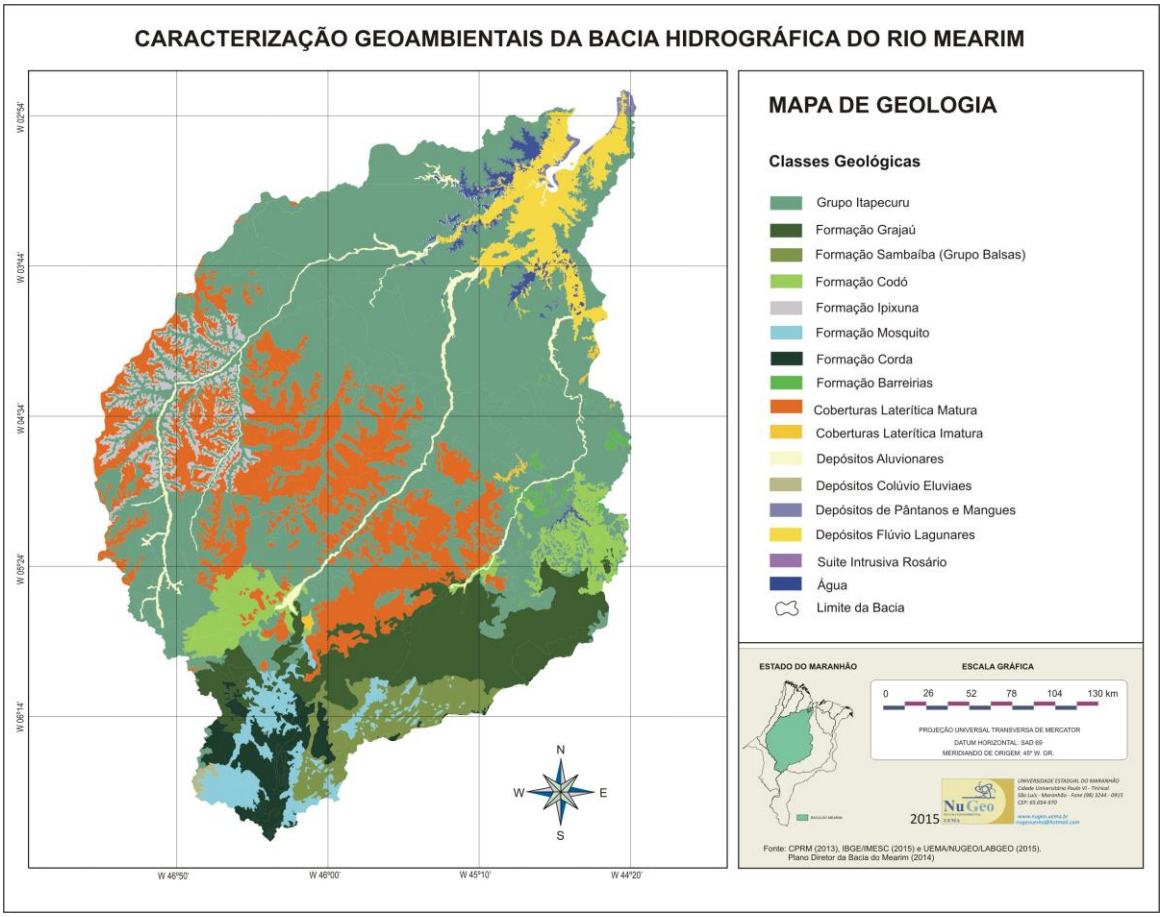
xv) Suíte Intrusiva Rosário (QHc)

Localiza-se ao norte da bacia hidrográfica, constituindo-se na menor unidade geológica 0,27Km^2, representando quase que 0,00%. Composta por Tonalitos, Granodioritos, quartzo-diolítos, monzogranitos e leucotonalitos e cálcio-alcalinos de arco magmático.

xvi) Águas (interiores e limítrofes do litoral)

Possui uma área distribuída em 1.307,30 km^2, 1,32%. A maior concentração está ao norte da bacia hidrográfica composta, principalmente, por lagos. Dividi-se em *Interiores* que compreendem as superfícies de águas de rios, lagos, lagoas etc., as quais formam espelhos d'água *e, as Limítrofes do litoral* compreendidas pelas superfícies de águas dos estuários e igarapés que se situam nos limites intermunicipais litorâneos.

FIGURA 2. Distribuição percentual das Formações Geológicas na bacia hidrográfica do Mearim



b) Geomorfologia

A área apresenta um relevo diferenciado, *a priori*, pela variação litológica, principalmente pelos depósitos de bauxita, associada ao comportamento da drenagem e pela influência estrutural (ASMUS & PORTO, 1972), sobretudo aos lineamentos e aos soerguimentos pretéritos. É constituída pelos sedimentos das bacias sedimentares do Parnaíba, Alpercatas e Grajaú-São Luís e na sua porção final predominam extensos terrenos de relevo plano a suavemente ondulado, compostos por litotipos sedimentares variados. Esses terrenos são alagados, no período das chuvas, e desenvolvem amplos lagos conectados pelo sistema de canais de drenagem. Na parte mediana da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim sobressaem planaltos dissecados de grande extensão, com formas tabulares esculpidas em rochas sedimentares. O aspecto geral desta área é de aplainamento pela erosão, onde se destacam calhas fluviais bem marcadas, que podem estar condicionadas aos sistemas de falhas geológicas. As cabeceiras da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim são ocupadas por terras altas divisoras de águas, onde se observa o predomínio das formas de relevo geradas a partir de processos de pediplanação.

2.1 Estudos Geomorfológicos

Os estudos acima destacados mostram apenas o viés geológico sendo que a perspectiva geomorfológica apresenta estudos mais gerais. Dentre os poucos trabalhos que tratam desta temática está o de King (1956), que relaciona os ciclos geomorfológicos ao relevo do Brasil oriental. Para o autor, há três ciclos identificados na bacia, o Sul-Americano, o Velhas e o Paraguaçu. King (1956) considera que o ciclo Sul-Americano encerra os principais eventos que comandaram o desenvolvimento dos processos geomorfológicos, responsáveis pelas feições que caracterizam grande parte do relevo do Brasil, na atualidade. Segundo Caldasso (1978), este ciclo se estendeu desde o Cretáceo Superior ao Neógeno (antigo Terciário Superior) e teve seu desenvolvimento relacionado a duas fases, uma pela epirogênese (desnudação) e outra pela pediplanação.

Para Ab'Saber (1956), a primeira fase se deve ao soerguimento do continente, na região Nordeste do Brasil, que teria sido através de bombeamento do escudo, onde as partes mais soerguidas corresponderiam aos núcleos da Borborema e do Brasil central, desta forma, propiciando um caimento nos sentidos Norte e Leste da Província Sedimentar do Meio-Norte.

Isso teria causado na região um efeito desnudacional, promovendo o preenchimento da bacia sedimentar em formação. Na segunda fase predominam amplas planícies pediplanadas e, em condições climáticas propícias ao desenvolvimento de intensa laterização, que resultaram na formação de uma superfície com predomínio das chapadas.
O Ciclo Velhas teve seu início associado ao último soerguimento epirogenético no Brasil, depois do Neógeno. A superfície de aplainamento desenvolvida, ao final deste ciclo, estabelecida sobre os depósitos do Paleógeno, Neógeno e Quaternário, capeada por espessa camada de cangas lateríticas, pode ser confundida com as superfícies dos chapadões interiores, esculpidas sobre as formações cretácicas (CALDASSO, 1978).

Segundo Caldasso, o Ciclo Velhas desmantelou a superfície Sul-Americana, entalhando uma nova superfície, em parte superposta, toda compartimentada em função de diferentes níveis de base de erosão. Mas mesmo nesta superfície rebaixada, em torno de 550m no interior, que decai alcançando o litoral com cotas em torno de 50-100m, observa-se desenvolvimento laterítico, corroborando a suposição retromencionada. Assim, pode-se admitir que os **depósitos supergênicos de bauxita desenvolvidos sobre platôs recortados**, estabelecidos sobre os sedimentos da Formação Itapecuru e do Grupo Barreiras [...] estejam ligados a este ciclo (CALDASSO, 1978:789, grifo nosso).

O último ciclo, o Paraguaçu, atua sobre os processos de desenvolvimento geomorfológico desde o Pleistoceno Médio ao Holoceno. Os processos erosivos deste ciclo em

desenvolvimento são condicionados às mudanças de nível de base geral, variação das águas do mar, propiciando o aluviamento das planícies costeiras e ao longo do baixo curso dos rios principais e do Golfão Maranhense (CALDASSO, 1978). Infere-se que tal ciclo tenha exercido influência significativa no baixo curso do rio Mearim, promovendo o desenvolvimento de vastas planícies inundáveis e lagoas marginais aos canais. Também se entende que durante esse período tenha ocorrido o assoreamento de longos trechos dos cursos d'água principais.

Nesse sentido, considerando o que foi discutido acima, é possível inferir, para a área da bacia do rio Mearim, que o Ciclo Sul-Americano foi responsável pela formação das chapadas com cobertura lateríticas; o Ciclo Velhas proporcionou a dissecação do relevo dessas chapadas, formando grandes vales; e, o Ciclo Paraguaçu estabeleceu a formação das planícies aluviais. Desta forma, a estruturação da drenagem da bacia do Mearim, na área das chapadas, inicia no final do Mioceno ao Plioceno e a formação das planícies aluviais se estabelece no Pleisto-Holoceno.

A análise do relevo através de sua dinâmica atual orienta de uma forma não muito evidente acerca dos processos endógenos e exógenos que constituíram a topografia. Estes (ação eólica, chuvas, marés, ação antrópica) são os mais evidentes por apresentarem ciclos rápidos de repetição, entretanto, aqueles (tectonismos, vulcanismos, abalos sísmicos) apresentam ciclos lentos e longos, que afetam de sobremaneira a ação dos primeiros sobre a superfície do terreno. Assim, o estudo do relevo não é tarefa fácil, pois a caracterização de suas unidades envolve a interpretação da inter-relação de vários processos geológicos.
Identifica-se a ocorrência de dois domínios na área da bacia sendo eles: Domínio II e III, havendo um predomínio daquele em detrimento deste. O Domínio II foi subdividido em 19 compartimentos, sendo apenas seis deles pertencentes à área da bacia do rio Mearim. Esses compartimentos foram nomeados com letras, segundo Montes (1997), a saber:

h-Trata-se de relevos altimetricamente inferiores aos Chapadões do alto curso do rio Itapecuru, onde a erosão expôs os arenitos da Formação Sambaíba. Apresenta vales amplos e pedimentados. Localizado nas cabeceiras do rio Mearim;

i-Na parte central da área estudada ocorrem os arenitos friáveis da Formação Grajaú e Coberturas Detrítico-Lateríticas, originando a Chapada de Barra do Corda, mantida por níveis de concreções ferruginosas. Situada no alto curso do rio Mearim;

l - Versa sobre os Chapadões da alta bacia do rio Itapecuru onde predomina uma Cobertura Detrítico-Laterítica de espessura variável, atingindo um máximo de 20 m, sustentada por uma camada laterítica contínua com espessura de até 4 m;

p - Concentra-se na porção central do estado e destaca-se numa faixa de direção norte-sul, onde a drenagem dissecou o planalto (sequência inferior da Formação Itapecuru) em morros

e colinas, havendo o predomínio de uma sequência oxidante de siltitos e argilitos avermelhados. Localiza-se na porção leste da bacia do Mearim;

q - A ação erosiva sobre coberturas detrítico-lateritícas que recobrem a Formação Itapecuru originou um planalto dissecado desde o rio Gurupi ao rio Grajaú. A drenagem principal está orientada na direção SW-NE e N-S. Localizada na porção oeste da área da bacia do Mearim;

r - A sequência superior da Formação Itapecuru representada por arenitos argilosos oxidados com intercalações de argilitos e siltitos argilosos, possibilitou a elaboração de uma superfície plana dissecada em alguns trechos em lombas (relevo suavemente ondulado) e colinas. Contorna a Baixada Maranhense se estendendo para oeste. Está situada no baixo curso do rio Mearim.

Para o domínio III há apenas a letra "a", que, conforme Montes (1997), corresponde aos depósitos flúvio-marinhos e aos aluviões holocênicos que constituem as áreas inundadas e/ou sujeitas a inundação na Baixada Maranhense e ocorre na foz do rio Mearim. Além disso, o autor subdividiu o estado em cinco regiões, as quais também estão subdivididas em 28 sistemas naturais. Para a área da bacia do Mearim foram identificadas cinco regiões.

1. Planícies e Tabuleiros na Região das Formações Pioneiras.

Baixada Maranhense: *Corresponde a áreas sujeitas a inundações ou inundadas, em altitudes que variam de 20 a 55 m. Os solos predominantes são os Gleissolos com cobertura vegetal característica pela presença das Formações Pioneiras Aluviais. A variação pluviométrica é de 1.700 a 1.900 mm anuais.*

2. Superfícies e Tabuleiros na Região de Floresta Ombrófila.

Superfície Sublitorânea de Bacabal: *Em altitudes de 70 a 100 metros, o relevo é plano com dissecação incipiente, relevo suavemente ondulado, com morros residuais. Há predomínio dos Plintossolos e Latossolos Amarelos. A variação pluviométrica é de 1.700 a 1.900 mm anuais, sobre cobertura vegetal eminentemente composta por pastagens.*

Superfície do Gurupi: *O relevo característico é de colinas e morros com predomínio dos Plintossolos entre outros. A variação pluviométrica é de 1.600 a 2.000 mm anuais, sobre cobertura vegetal composta pela Floresta Ombrófila.*

3. Planaltos na Região das Florestas Estacional e Ombrófila

Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú: *Relevo com topos planos e vertentes dissecadas em coberturas detríticas, com níveis lateríticos, de idade pleistocênica. Há dominância de La-*

tossolos Amarelos com variação pluviométrica de 1.000 a 1.800 mm anuais. A cobertura vegetal é de Floresta Ombrófila, com ocorrência de atividades de extrativismo e agropecuária.

Planalto Dissecado do Itapecuru: *Este planalto varia de 140 a 200 m de altitude com alguns trechos em relevos residuais de topos chatos e colinas recobertas por Latossolos Amarelos. A variação pluviométrica é de 1.400 a 1.600 mm anuais, sobre cobertura vegetal remanescente de florestas.*

4. Chapada, Tabuleiros e Depressão na área de Tensão Ecológica da Savana/Floresta Estacional.

Chapada de Barra do Corda: *Caracteriza-se pela presença de relevo suavemente ondulado e amplos interflúvios tabulares, talhados em coberturas dentríticas com níveis lateríticos que geraram Latossolos Amarelos. A variação pluviométrica é de 1.000 a 1.300 mm anuais, ocorrendo em cobertura vegetal característica de cerrado.*
Depressão de Imperatriz: *O relevo é característico de planos suavemente inclinados em direção à drenagem. Apresenta substrato rochoso composto por arenitos argilosos, siltitos, folhelhos e margas das Formações Itapecuru e Codó. A variação pluviométrica é de 1.300 a 1.800 mm anuais. A cobertura vegetal é característica de contato entre cerrado e floresta.*

5. Chapadas, Tabuleiros e Depressões na Região de Savana.

Patamar das cabeceiras do Mearim: *Apresenta relevo plano suavemente inclinado composto por Latossolos Amarelos em altitudes de 200 a 500 metros. Alguns morros residuais apresentam Neossolos Litólicos. A variação pluviométrica é de 1.000 a 1.200 mm anuais.*

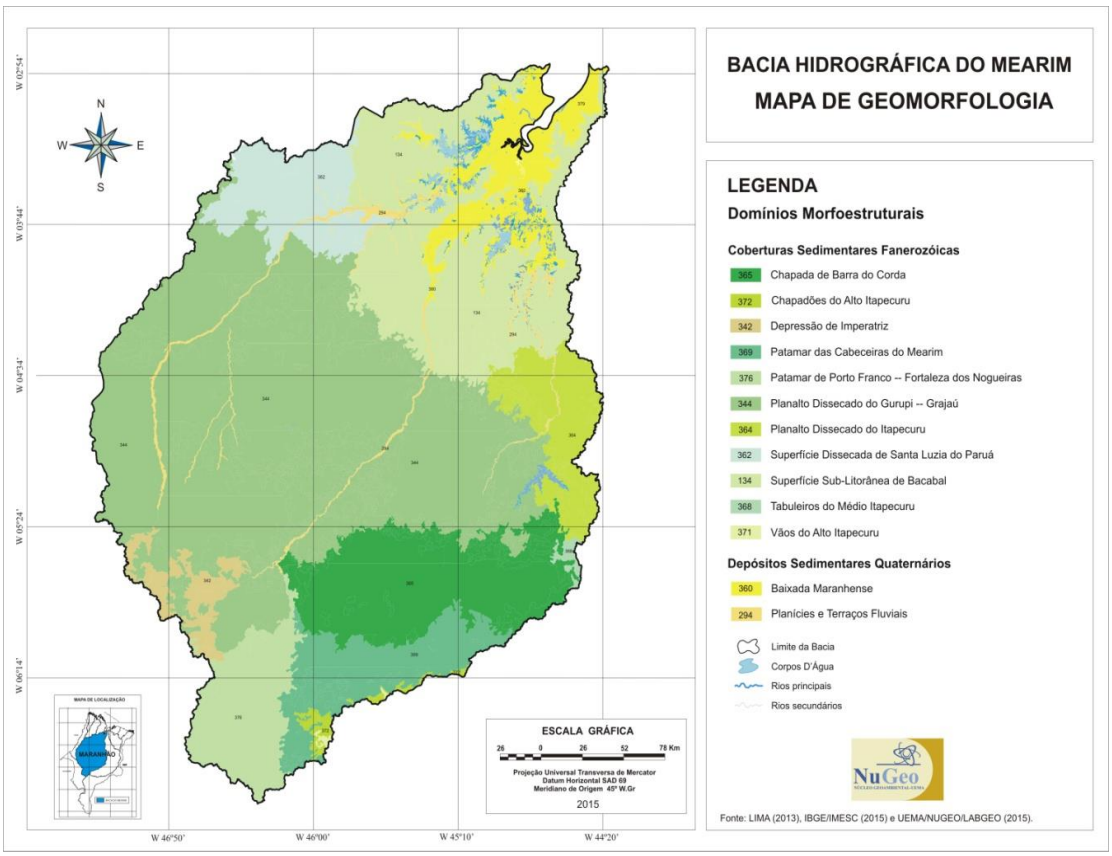
Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras: *Caracterizado por apresentar relevo suavemente ondulado, coberto por solos de alta fertilidade (Terra Roxa) e nas áreas abaciadas pelos Vertissolos em cerrado diversificado. A variação pluviométrica é de 1.300 a 1.600 mm anuais.*

Chapadões do Alto Itapecuru: *Apresentam relevos planos com presença de Latossolos Amararelos. O topo dessas chapadas é mantido por concreções lateríticas que chegam a 4 metros de espessura, em altitudes de 300 a 500 metros. São cobertos pelo cerrado e apresentam variações pluviométricas de 1.100 a 1.300 mm anuais.*

Planícies Fluviais: *Correspondem às várzeas e terraços fluviais, dispostos ao longo dos rios Pindaré, Grajaú e Mearim, compostos por aluviões holocênicos sujeitos a inundações du-*

rante os períodos de cheias. A cobertura vegetal característica são as Formações Pioneiras de influência fluvial.

FIGURA 3. Classes Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim.



c) Estudos Topográficos

A interferência do homem no meio ambiente e a utilização inadequada das terras vêm gerando, ao longo do tempo, a insustentabilidade dos recursos naturais. O espaço geográfico é constantemente transformado por meio da atuação humana, sendo alvo de modificações e reestruturações, precisando ser organizado para que atenda as necessidades da sociedade. Essa organização pode ser obtida a partir de planos e políticas de ordenamento territorial. Onde esse ordenamento territorial propicia um conjunto articulado de ações direcionadas para a promoção do desenvolvimento sustentável, com objetivos de desenvolvimento socioeconômico, melhoria da qualidade de vida, gestão responsável dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e utilização racional do território.

Estudos de declividade são de fundamental importância na análise da energia do relevo, indicando condições mais propícias à dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude. Acrescente-se também a importância que assume para as obras viárias, para exploração dos recursos naturais, para o lazer e turismo.

A declividade, dentre outros fatores, é relevante no planejamento, tanto para com o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio (ROMANOVSKI, 2001).

3.1 Metodologia

A altimetria é a base para confecção dos mapas de hipsometria, declividade e relevo. A variação da altitude e a elevação média de uma região são importantes pela influência que exercem sobre a precipitação, sobre as perdas de água por evaporação e transpiração e, consequentemente, sobre o deflúvio médio. Grandes variações de altitudes numa região acarretam diferenças significativas em sua temperatura média.

A metodologia adotada neste estudo consistiu na estruturação de um banco de dados em Sistema de Informação Geográfica (SIG), a partir da definição dos limites cartográficos da bacia hidrográfica do rio Mearim no Estado do Maranhão, adotando-se para essa estruturação o software SPRING 4.3 (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas - INPE). O Mapa de Elevação do Terreno foi elaborado com os dados gerados pelo projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, 2000).

A área da bacia hidrográfica do rio Mearim está coberta por quatorze grades retangulares (compostas de dados numéricos) que foram importadas para o projeto da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim. Os dados SRTM encontram-se em formato geotiff e resolução espacial de noventa (90) metros. Foram utilizadas nove imagens referentes às folhas: SA-23-YB, SA-23-YC,

SA-23-YD, SA.23-ZA, SA-23-ZC, SB-23-VA, SB-23-VB, SB-23-VC, SB-23-VD, SB-23-XA, SB-23-XC, SB-23-YA, SB-23-YB e SB-23-ZA disponíveis em http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/ (Brasil em Relevo).

3.1.1 Hipsometria

A hipsometria consiste na determinação da altitude de pontos situados sobre um plano de referência que se baseia em medições diretas e relacionadas com um ponto de altitude conhecida. Um mapa hipsométrico reflete as diferenças de altitudes de uma região, pois baseia-se no sistema de curvas de nível reduzidas ao nível das águas do mar.

O procedimento de geração das curvas de níveis foi realizado de forma computacional, via função específica no software SPRING 4.3 e, posteriormente foram editadas. O processo de refinamento consistiu-se basicamente na eliminação de eventuais fragmentos de linhas, ilhas diminutas, cruzamentos de linhas inadequados e junção de linhas de mesma cota geradas em grades distintas.

O modelo digital de elevação (MDE) foi gerado por grades retangulares matriciais, nas quais para cada pixel tem-se um valor numérico associado à elevação correspondente. O MDE gerado permitiu uma representação das feições do relevo, como divisores de bacia e talvegues proporcionando alcançar a consistência hidrológica necessária para a escala do trabalho.

a) Altitude média da bacia hidrográfica (Hm)

A altitude média da bacia (**Hm**) foi obtida através do somatório (∑) do valor relativo da área da classe (**A**, em centésimos), multiplicado pelo ponto médio da classe (**Pm**, em metros), sendo seu resultado expresso em metros (m).

$$Hm = \sum [(A/100)*(Pm)]$$

Onde:
∑ = somatório de todas as classes;
A = valor relativo da área da classe;
Pm = ponto médio.

Amplitude altimétrica (H)

A amplitude altimétrica foi calculada pela diferença entre a maior e a menor altitude da bacia.

$$H = AM - Am$$

Onde:

H = amplitude altimétrica;

AM = maior altitude;

Am = menor altitude.

b) Declividade (%)

A carta de declividade foi gerada a partir da manipulação das grades retangulares do Modelo Numérico de Terreno, resultante de dados do SRTM (2000). A matriz derivada da interpolação da grade regular foi em seguida fatiada em classes de acordo com a classificação sugerida pela Embrapa (2006).

As classes de declividade adotadas na elaboração da carta de declividade podem ser observadas na **TABELA 2**.

TABELA 2. Classes de declividade em percentagem.

Classes	Percentagem (%)
Plano	0 a 3
Suave ondulado	3 a 8
Ondulado	8 a 20
Forte Ondulado	20 a 45
Montanhoso	45 a 75
Escarpado	> 75

Fonte: Embrapa (2006).

Após a obtenção das classes de relevo e sua quantificação, estas foram classificadas de acordo com o manual para levantamento utilitário do meio físico no sistema de capacidade de uso (LEPSCH & BELLINAZZI, Jr, 1983).

3.2 Resultados

3.2.1 Hipsometria

Com a metodologia utilizada, a bacia hidrográfica do Mearim apresentou 23 classes hipsométricas. A classe de ***0-30*** metros ocupa maior área, cobrindo uma superfície de 14.166,29 km^2(14,30%) do total. O próximo intervalo hipsométrico, de ***30-60*** metros, representa 10.461,69 km^2(10,56%). As maiores altitudes são encontradas na Serra Negra, no Município de Formosa da Serra Negra e variam entre 660 e 690 metros. Esse intervalo é o menos representativo da bacia, correspondendo a 19,41 km^2 ou 0,01% da área total.

TABELA 3. Classes Hipsométricas da Bacia do rio Mearim.

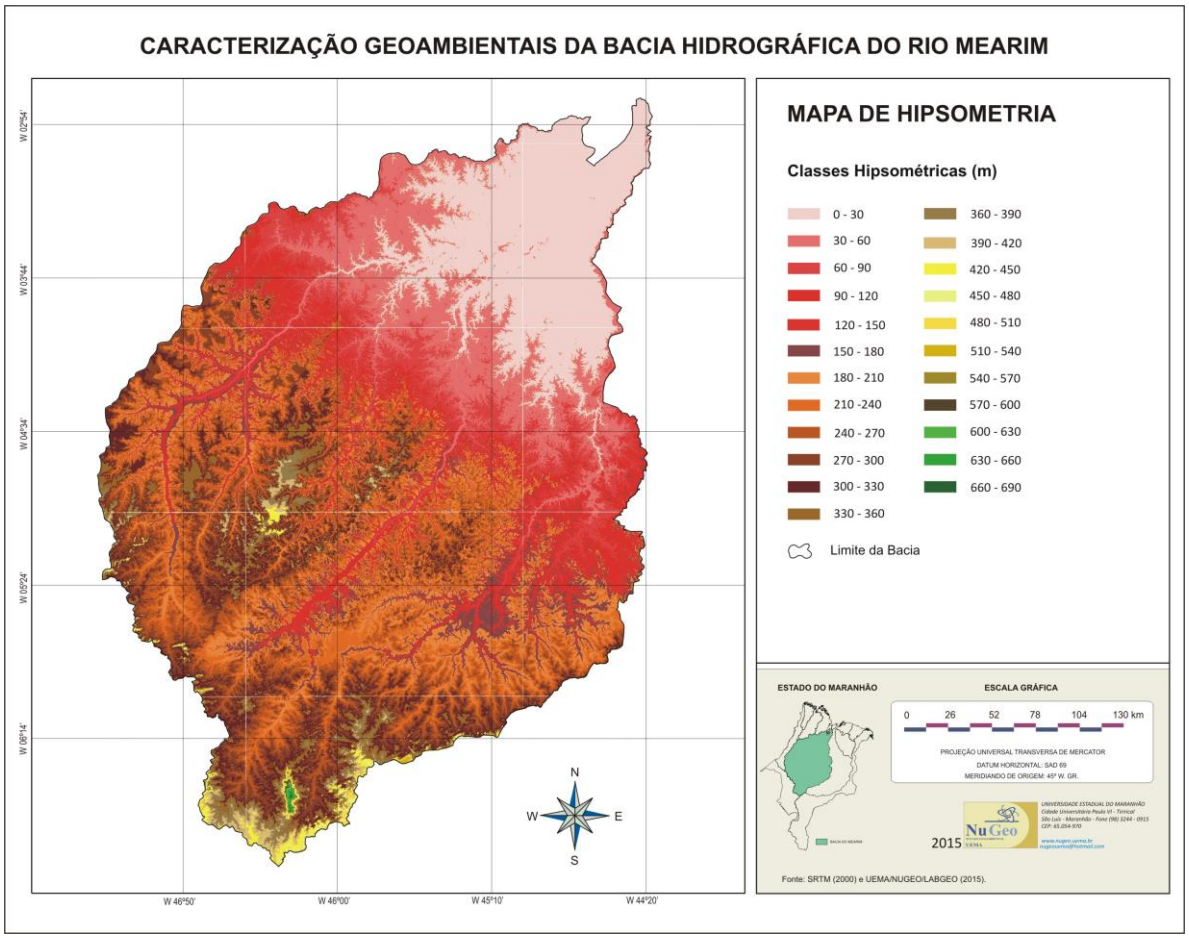
Intervalo de Classe (m)	Ponto médio da classe (m)	Área total da classe (km^2)	Frequência (%)		Contribuição para a altitude média da bacia (m)
			Simples	Acumulada	
0 - 30	15	14.166,30	14,30	14,3	2,145
30 - 60	45	10.461,70	10,57	24,87	4,752
60 - 90	75	6.383,40	6,44	31,31	4,830
90 - 120	105	5.008,63	5,06	36,37	5,303
120 - 150	135	5.203,18	5,25	41,62	7,088
150 - 180	165	6.634,69	6,70	48,32	11,038
180 - 210	195	8.643,78	8,73	57,05	17,004
210 - 240	225	10.134,16	10,23	67,28	23,018
240 - 270	255	10.198,05	10,29	77,57	26,240
270 - 300	285	8.936,62	9,02	86,59	25,707
300 - 330	315	6.125,78	6,18	92,77	19,467
330 - 360	345	3.334,11	3,37	96,14	11,592
360 - 390	375	1.670,79	1,69	97,83	6,300
390 - 420	405	1.023,46	1,03	98,86	4,171
420 - 450	435	537,326	0,54	99,4	2,349
450 - 480	465	246,443	0,25	99,65	1,116
480 - 510	495	121,978	0,12	99,77	0,594
510 - 540	525	67,665	0,07	99,84	0,315
540 - 570	555	31,302	0,03	99,87	0,167
570 - 600	585	31,287	0,03	99,9	0,175
600 - 630	615	37,178	0,04	99,94	0,184
630 - 660	645	41,449	0,04	99,98	0,258
660 - 690	675	19,413	0,02	100	0,068
---	**345 (a)**	**99.058,69 (b)**	**100,00**	---	**173,881 (c)**

Obs.: (a) = Ponto médio das classes; (b) Total da área da bacia e, (c) Altitude média da bacia.

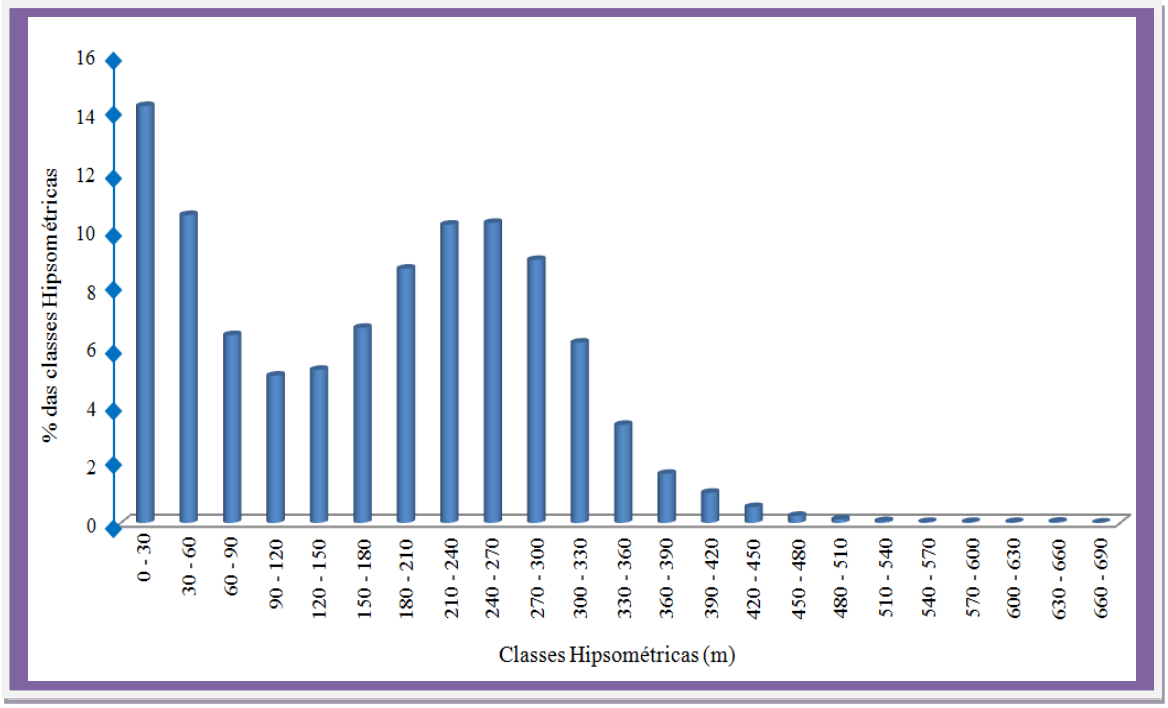
As análises hipsométricas tornam-se relevante por apresentarem dados que subsidiam estudos sobre elementos do clima, assim como áreas de erosão, deposição etc. O mapa hipsométrico tem fundamental importância na análise da energia do relevo, indicando

condições mais propícias à dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude.

FIGURA 4. Distribuição das classes hipsométricas da bacia hidrográfica do Mearim



A **FIGURA 5** mostra a distribuição percentual das classes hipsométricas para a bacia do Mearim. Esse perfil topográfico demonstra que essa bacia tem altitude média de 174 m, onde cerca de 50% da área da bacia apresenta valor atimétrico de até 180m e, as áreas acima de 400 metros de altitude somam cerca de 1% do total da bacia.



a) Características Hipsométricas

As características da Hipsometria da bacia estão apresentadas na TABELA 3, onde se pode verificar que a maior e a menor altitude da microbacia é de 690 m e 0 m respectivamente, com uma altitude média de 345 m e amplitude altimétrica de 690 m.

TABELA 4. Características Hipsométricas da Bacia do rio Mearim.

Discriminação	Altitude (m)
Maior Altitude (MA)	690
Menor Altitude (mA)	0
Altitude Média (Hm)	345
Amplitude Altimétrica (H)	690

b) Declividade

O estudo da bacia em questão apontou a existência de seis classes de declividade, a partir dos principais critérios explicitados na metodologia. As classes determinadas encontram-se espacialmente delimitadas na FIGURA 3.

Na TABELA 4 apresentam-se as informações quantitativas associadas à declividade do terreno da bacia. Observa-se que a classe de relevo mais significativa corresponde ao Suave Ondulado com uma área de 38.185,89Km^2 representando 38,54% da área da bacia, seguida pela classe de relevo plano que apresenta uma área de 32.889,54 Km^2 representando 33,20% da área de estudo.

As classes de relevo menos representativas da bacia são Montanhoso e Escarpado, possuindo áreas de 162,32 km^2 (0,16%) e 0,113 km^2 (0,02%) respectivamente. Essas classes de relevo estão mais concentradas nos municípios de Alto Alegre do Pindaré, Bom Jardim, Brejo de Areia, Itaipava do Grajaú, Lagoa Grande do Maranhão, Lago da Pedra, Marajá do Sena e Paulo Ramos, podendo também ser encontradas em menor área nos municípios de Formosa da Serra Negra e Fernando Falcão.

Dessa forma percebe-se que o fator declividade é pouco acentuado na área da bacia, não estando esta sujeita a grandes movimentos de massas e erosão (escorregamento do solo, deslocamento de partículas e desmoronamento de blocos rochosos). Além disso, a declividade tem relação importante com vários processos hidrológicos, tais como a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo, etc. (LIMA, 1986).

Considerando-se apenas o fator declividade, a bacia apresenta mais de 90% de sua área favorável à prática sustentável de uma gama variada de atividades, onde as áreas com restrições naturais ao uso e ocupação do solo representam menos de 8% da superfície da bacia.

TABELA 5. Classes de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim.

Classe (%)	Área (km^2)	% na Bacia
Plano (0-3)	32.889,54	33,20
Suave Ondulado (3-8)	38.185,89	38,54
Ondulado (8-20)	21.260,96	21,46
Forte Ondulado (20-45)	6.559,87	6,62
Montanhoso (45-75)	162,32	0,16
Escarpado	0,11	0,02
TOTAL	**99.058,69**	**100,00**

Fonte: Embrapa (2006).

d) Solos

Na bacia hidrográfica do Mearim, as classes de solos possuem grande diversidade de porosidade. Nos solos Argissolos, normalmente são encontradas porosidades composta por: *poros pequenos e médios, quanto tamanho e, poros comuns quanto, à quantidade.*

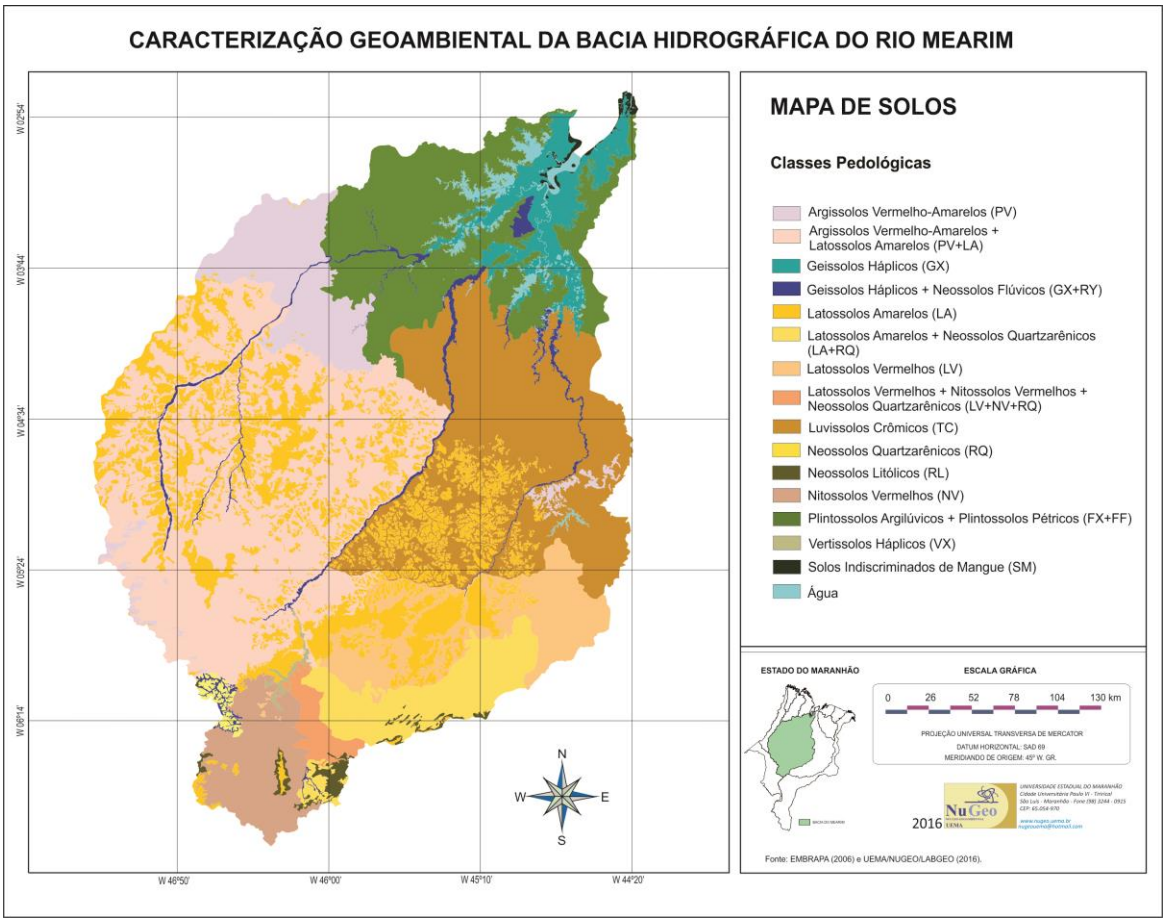
Os Latossolos e os Neossolos apresentam poros pequenos e médios, com presença de muitos poros. Quanto às unidades Gleissolos e Plintossolos, em virtude da situação de hidromorfismo (textura argilosa), apresentam poros muito pequenos e pequenos, com pouca presença de poros em termos de quantidade.

1. **Classes de solos da bacia hidrográfica do Mearim**

- Latossolos Amarelos - textura média argilosa e muito argilosa
- Latossolos Vermelhos - textura media e argilosa
- Argissolos Vermelho-Amarelos - textura media/argilosa
- Argissolos Vermelho-Amarelos - textura arenosa/argilosa
- Luvissolos Crômicos - textura argilosa
- Nitossolos Vermelhos - textura argilosa
- Neossolos - textura arenosa
- Vertissolos - textura media a argilosa
- Plintossolos - textura media a argilosa
- Gleissolos - textura argilosa a muito argilosa
- Solos indiscriminados de mangue - textura indiscriminada

FIGURA 6. Classes de solos da bacia hidrográfica do Mearim

FIGURA 6. Classes de solos da bacia hidrográfica do Mearim.



2 Breve descrição das principais classes de solos da bacia hidrográfica do Mearim

2.1 Argissolos

Os Argissolos constituem uma classe de solos minerais bem heterogêneos, mas que têm em comum um aumento significativo de argila em profundidade. Com horizonte B textural imediatamente subjacente ao horizonte A ou E, apresentam argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B.

A transição entre os horizontes A ou E e o Bt é usualmente gradual, clara ou abrupta e quanto maior o gradiente textural existente no perfil, maior é a suscetibilidade do solo à erosão sobretudo em áreas de relevo movimentado. Apresentam profundidade variável, podendo ser desde rasos a profundos e drenagem que varia de forte a imperfeita.

Na bacia hidrográfica do rio Mearim os Argissolos, predominantemente Vermelho-Amarelos, dominam a porção oeste da bacia, comumente em associação com Latossolos Amarelos.

Argissolos Vermelho-Amarelo (PVA)

São solos com cores de matiz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (SANTOS et al., 2006). A estrutura predominante no horizonte B, de grau moderado a forte, é do tipo blocos angulares e subangulares. Caracterizam-se pela presença de horizonte superficial predominantemente de textura média do tipo A moderado ou fraco e horizonte subsuperficial de textura mais argilosa, com evidência de translocação de argila expressa, sobretudo pelo gradiente textural, sendo normalmente distróficos e com altos teores de alumínio.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos, além da baixa saturação por bases, podem ter elevados níveis de alumínio, mais acentuadamente no horizonte B. Nesses solos, a correção da acidez é uma prática importante para o manejo agrícola. Nos Argissolos de textura arenosa no horizonte A, o grau de limitação por deficiência de água torna-se maior do que nos de textura média. Naqueles com aumento expressivo no teor de argila em profundidade, há maior susceptibilidade à erosão, sobretudo em áreas de relevo mais movimentado (ondulado a forte ondulado). Nesse caso, recomenda-se o uso de agricultura não muito intensiva (níveis de manejo A e B), bem como o seu uso com pastagens bem manejadas e com baixa pressão de pastejo. Tais áreas podem ainda ser bem utilizadas com sistemas florestais e silvicultura.

2.2.2. Gleissolos

Esta classe compreende solos minerais hidromórficos, mal drenados, formados sob forte condição de restrição à percolação da água em decorrência do elevado lençol freático próximo à superfície durante um longo período do ano. Apresentam horizonte glei de coloração acinzentada ou cinzenta, dentro de 150cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E (gleizados ou não), ou de horizonte hístico com menos de 40cm de espessura e não apresentam horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do mesmo. O horizonte plíntico, quando presente, ocorre a uma profundidade superior a 100cm da superfície do solo.

São desenvolvidos em várzeas, áreas deprimidas e/ou planícies aluviais onde existe um acúmulo de água no perfil, o que resulta em saturação por água durante boa parte do ano. Na área estudada, representam boa parte dos solos ao norte da bacia, associados a Vertissolos e Neossolos Flúvicos, em maior extensão, e a Organossolos, em menor extensão.

Apresentam sérias limitações ao uso agrícola devido à presença de lençol freático à pouca profundidade e ao risco de inundações, necessitando comumente de drenagem para serem utilizados por um maior número de culturas. Em condições naturais podem ser aproveitados para o cultivo do arroz, pastagens e olericultura.

FIGURA 7. Perfil de Gleissolo na bacia hidrográfica do Mearim.

2.2.3. Latossolos

São solos minerais, não hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), com horizonte B espesso (> 50 cm) e sequência de horizontes A, B e C com pequena diferenciação entre os mesmos. Apresentam cores que variam de vermelhas muito escuras a amareladas e horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico.

Formados pelo processo denominado latossolização que consiste na remoção da sílica e das bases (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} e Na^{+}) do perfil após transformação dos minerais primários constituintes, os Latossolos apresentam avançado estágio de intemperismo, com baixa capacidade de troca de cátions (inferior a 17 $cmol_c$/kg de argila sem correção para carbono) e enriquecimento residual em óxidos de ferro e de alumínio, sendo sua fração argila composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gipsita).

Dentre outras características os solos dessa classe apresentam: incremento de argila do A para o B é pouco expressivo, relação textural B/A que não satisfaz os requisitos para B textural, teores da fração argila no solum aumenta de forma gradativa com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil.

As principais limitações dos Latossolos decorrem da acidez elevada e da fertilidade natural baixa, mais pronunciadas nos solos de textura média, requerendo um manejo adequado com correção da acidez e fertilização, com base em resultado de análises de solos.
Do ponto de vista físico, apresentam, de modo geral, ótimas condições, as quais, aliadas ao relevo plano ou suave ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização intensiva com

diversas culturas adaptadas às condições climáticas locais. Desenvolvidos em áreas de relevo plano a suave ondulado, são fortemente a bem drenados, com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade.

Na bacia hidrográfica do rio Mearim, onde representam a segunda maior classe de solos depois dos Argissolos, ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e alto desenvolvidas, sobretudo, de Coberturas Detrito Lateríticas do Cenozóico.

FIGURA 8. Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo na bacia hidrográfica do Mearim.

Latossolos Vermelhos (LV)

Os Latossolos Vermelhos se diferenciam dos demais Latossolos pela presença de matiz 2,5YR ou mais vermelha na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA) devido aos teores mais altos de ferro e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário.

Por serem profundos e porosos, os Latossolos Vermelhos apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, permitindo o cultivo de diversas espécies vegetais, sobretudo quando eutróficos. No entanto, o potencial nutricional dos solos será bastante reduzido se forem álicos, pois existe a "barreira química" do alumínio que impede o desenvolvimento radicular em profundidade. Em condições naturais apresentam, via de regra, baixos níveis de fósforo.

Latossolos Amarelos (LA)

Distribuem-se ao longo de topos de chapadas em áreas de relevo plano ou suavemente ondulado, desenvolvidos a partir de diversas formações geológicas sobretudo sedimentares, entre as quais a Formação Itapecuru (*K12it*), do Cretáceo Superior, a Formação Grajaú (*Klg*), do Cretáceo Inferior, e em menor extensão, o Grupo Barreiras, do Terciário.

O manejo de adubação deve se adequar às perdas por lixiviação, somando-se essa diferença ao que é naturalmente extraído e exportado do solo pelas culturas. Por esse motivo, não são recomendados para o cultivo por produtores de baixo nível tecnológico (nível de manejo A), que não dispõem de recursos para os melhoramentos que se fazem necessários. Graças às condições de relevo as quais se encontram associados, têm potencial agrícola para serem explorados por agricultores que tenham condições para a realização de adubações e correções (níveis de manejo B e C).

Prestam-se a culturas anuais, fruticultura, pastagens e reflorestamento, devendo, entretanto, serem adotadas medidas de melhoramento da fertilidade química e de conservação e adição de matéria orgânica para que se aumente a capacidade de retenção de água e nutrientes. A queimada é o que de pior pode se executar em termos de manejo.

2.2.4 Luvissolos

Correspondentes aos antigos Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos dominantes na porção leste da bacia hidrográfica do rio Mearim, os Luvissolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, com coloração avermelhada, argila de atividade alta (maior ou igual a 27 $cmol_c$/Kg) e saturação por bases alta (V ≥ 50%), imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E, com transição clara ou abrupta entre o horizonte B textural e o seu sobrejacente devido aos contrastes de textura, cor e/ou estrutura existentes entre os mesmos.

Possuem perfil normalmente pouco profundo (60 a 120cm), com sequência de horizontes A, Bt e C ou A-E-Bt-C e nítida diferenciação entre o horizontes A e Bt ou E e Bt. Grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta, o que em áreas de relevo mais movimentado (ondulado) aumenta a suscetibilidade à erosão. Nessas áreas é comum ainda a ocorrência de pedregosidade na parte superficial, dificultando/reduzindo as práticas de mecanização. É recomendável a adoção de práticas conservacionistas a fim de evitar possíveis perdas de solo por erosão.

Luvissolos Crômicos (TX)

Apresentam boa fertilidade química, com argila de atividade alta devido à presença de argilominerais do tipo 2:1 e saturação por bases também alta sendo, entretanto, carentes de fósforo.

FIGURA 9. Perfil de Luvissolo Crômico na bacia hidrográfica do Mearim.

2.2.5 Neossolos

Compreendem solos minerais pouco espessos, caracterizados pela pouca expressão dos processos e mecanismos pedogenéticos. Essa ordem de solos agrega quatro subordens: NEOSSOLOS LITÓLICOS, NEOSSOLOS FLÚVICOS, NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, sendo as três primeiras de ocorrência reconhecida na bacia hidrográfica do Mearim.

Compreendem solos minerais não hidromórficos, pouco desenvolvidos, formados a partir da sobreposição de sedimentos aluviais recentes datados do Período Quaternário, com horizonte A sobrejacente a uma sucessão de camadas estratificadas sem relações pedogenéticas entre si devido ao baixo grau de desenvolvimento pedogenético dessa classe de solo. Com características bastante variáveis devido à heterogeneidade do material de origem e à pouca evolução pedogenética, os Neossolos Flúvicos apresentam de uma maneira geral, bom potencial agrícola, sendo comumente utilizados para o plantio de espécies anuais como milho, feijão, arroz, além de culturas perenes e pastagens.

Distribuídos ao longo de várzeas de rios em áreas de relevo plano, apresentam drenagem moderada a imperfeita, em áreas recobertas originalmente por florestas de várzeas, comumente em associação com Gleissolos.

Neossolos Quatzarênicos (RQ)

Compreendem solos com textura areia ou areia franca (teor de areia 85%) arenosos essencialmente quartzosos, profundos a muito profundos, com perfil extremamente simples, com sequência de horizontes A-C, sendo a diferenciação entre subhorizontes comumente difusa.

Desenvolvidos em sua maioria a partir de arenitos da Formação Sambaíba, do Triássico, os Neossolos Quartzarênicos encontram-se associados comumente a Latossolos Amarelos em áreas de relevo plano a suave ondulado, originalmente recobertos por vegetação de cerrado.

O plantio de culturas perenes nesses solos requer um manejo adequado e cuidados intensivos no controle da erosão e da fertilização, principalmente orgânica, a fim de aumentar a capacidade de retenção de água pelo solo, bem como da correção da acidez, uma vez que são fortemente ácidos, sendo recomendadas práticas de manejo que conservem o solo permanente coberto, diminuindo as perdas por erosão hídrica e eólica, bem como reduzindo as perdas de água por evaporação. Por outro lado, o uso contínuo de culturas anuais pode levá-los rapidamente à degradação, devendo ser evitado.

FIGURA 10. Perfil de Neossolo Quartzarênico na bacia hidrográfica do Mearim.

2.2.6 Nitossolos

São solos minerais, profundos, argilosos a muito argilosos (teores de argila maiores que 350g/kg de solo a partir do horizonte A), bem drenados, desenvolvidos a partir de derrames basálticos ricos em minerais ferromagnesianos da Formação Mosquito (*T3J1βm*), do Triássico, e da Formação Corda (*J3k1c*), do Jurássico Superior, com alguma influência de arenitos, estando distribuídos no sul da bacia do rio Mearim em áreas de relevo suave ondulado e ondulado.

São, em geral, moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa e caráter eutrófico, mais raramente distróficos e alumínicos, com bom potencial de resposta às adubações devido à sua capacidade de troca de cátions (CTC) mais elevada quando

comparados, por exemplos, aos Latossolos, com aptidão boa a excelente para lavouras e demais usos agrosilvopastoris.

Nitossolos Vermelhos

Assim designados pela ocorrência de matiz 2,5YR ou mais vermelha na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (exclusive BA), os Nitossolos Vermelhos da bacia do rio Mearim ocorrem em áreas de relevo suave ondulado e ondulado geralmente associados a Latossolos Vermelhos, com excelente potencial agrícola graças às suas boas propriedades físicas (bem drenados, sem pedregosidade e rochosidade, porosos, profundos, friáveis e bem estruturados) e condições de relevo favoráveis à mecanização, desde que corrigidas as deficiências químicas, quando existentes.

Recobertos originalmente por vegetação de floresta, o manejo agrícola desses solos requer a adoção de práticas conservacionistas a fim de prevenir perdas de solos por erosão.

FIGURA 11. Perfil de Nitossolo Vermelho na bacia hidrográfica do Mearim.

2.2.7 Plintossolos

Predominantes na porção norte da bacia onde se desenvolveram a partir de sedimentos arenosos, argilosos e siltosos da Formação Itapecuru (*K12it*) do Cretáceo Superior, a classe dos Plintossolos compreende solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água durante boa parte do ano, imperfeitamente drenados, distribuídos em posição de terço inferior das vertentes onde a variação do lençol freático ao longo do ano resulta na formação de manchas avermelhadas ricas em ferro e argila e pobres em carbono orgânico (plintitas) em concentração e posição diagnóstica suficientes para o reconhecimento de um horizonte plíntico. Ocasionalmente as plintitas podem endurecer irreversivelmente originando as petroplintitas, material ferruginoso endurecido.

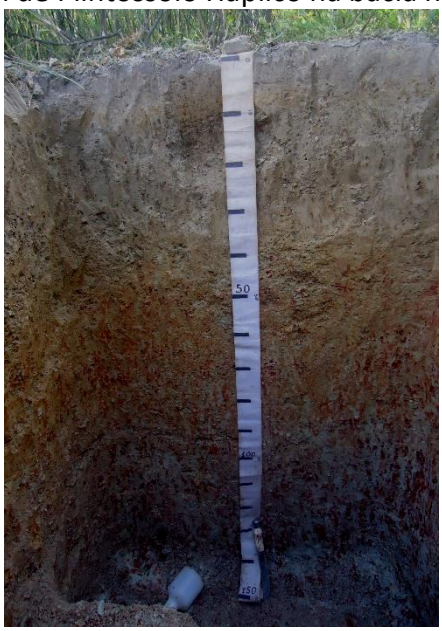
Na área estudada, os Plintossolos se constituem em um dos principais suportes dos babaçuais.

Plintossolos Háplicos (FX)

Em posição topográfica bem definida, nos “tesos” e no terço inferior de encostas na transição para as baixadas, os Plintossolos Háplicos apresentavam-se recobertos originalmente por floresta tropical subperenifólia dicótilo-palmácea com babaçu, atualmente exploradas com pastagens ou cultivos de subsistência em sua grande maioria.

Apresentam textura comumente arenosa a média no horizonte A e média a argilosa no horizonte B, os Plintossolos Háplicos apresentam como principal limitação ao uso agrícola a baixa fertilidade natural do ponto de vista químico expressa pelo caráter predominantemente distrófico e elevada acidez e toxicidade por alumínio. Outro fator a ser considerado na avaliação agrícola desses solos é a saturação temporária com água durante a estação chuvosa em função da oscilação do lençol freático (drenagem moderada a imperfeita), restringindo a sua exploração com culturas anuais e permanentes podendo ser bem utilizados durante a estação seca com culturas de ciclo curto.

FIGURA 12. Perfil de Plintossolo Háplico na bacia hidrográfica do Mearim.



2.2.8 Vertissolos

Têm perfis pouco profundos com sequência de horizontes A-Cv ou A-Biv-Cv. Compreende solos minerais argilosos a muito argilosos, imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas de relevo plano a suave ondulado, caracterizados pela presença de propriedades vérticas (mudanças de volume pronunciadas com o aumento do teor de umidade no solo,

fendas profundas na época seca e evidências de movimentação da massa do solo, sob a forma de superfície de fricção - slickensides), podendo ainda apresentar microrrelevo gilgai.

Quimicamente, são comumente férteis, porém carentes de fósforo, com somas de bases trocáveis (Valor S) e saturação de bases (V%) elevadas, alta relação Ki (SiO_2/Al_2O_3) e reação variando de moderadamente ácida a fortemente alcalina, normalmente com ausência de alumínio extraível.

2.2.9 Solos Indiscriminados de Mangue

Compreendem uma associação de solos jovens, muito mal drenados, formados sob condições reductomórficas em áreas baixas sujeitas ao alagamento pela água do mar junto à foz dos rios que deságuam no Golfão Maranhense, onde a redução da velocidade das águas favorece o depósito de sedimentos finos de natureza argilosa, ricos em material orgânico.

Devido à forte influência da água salgada, apresentam elevados teores de sais e compostos de enxofre capazes de causarem acidificação após a drenagem, tornando o pH extremamente baixo.

2.3 Tamanho e quantidade de poros dos solos da bacia hidrográfica do Mearim

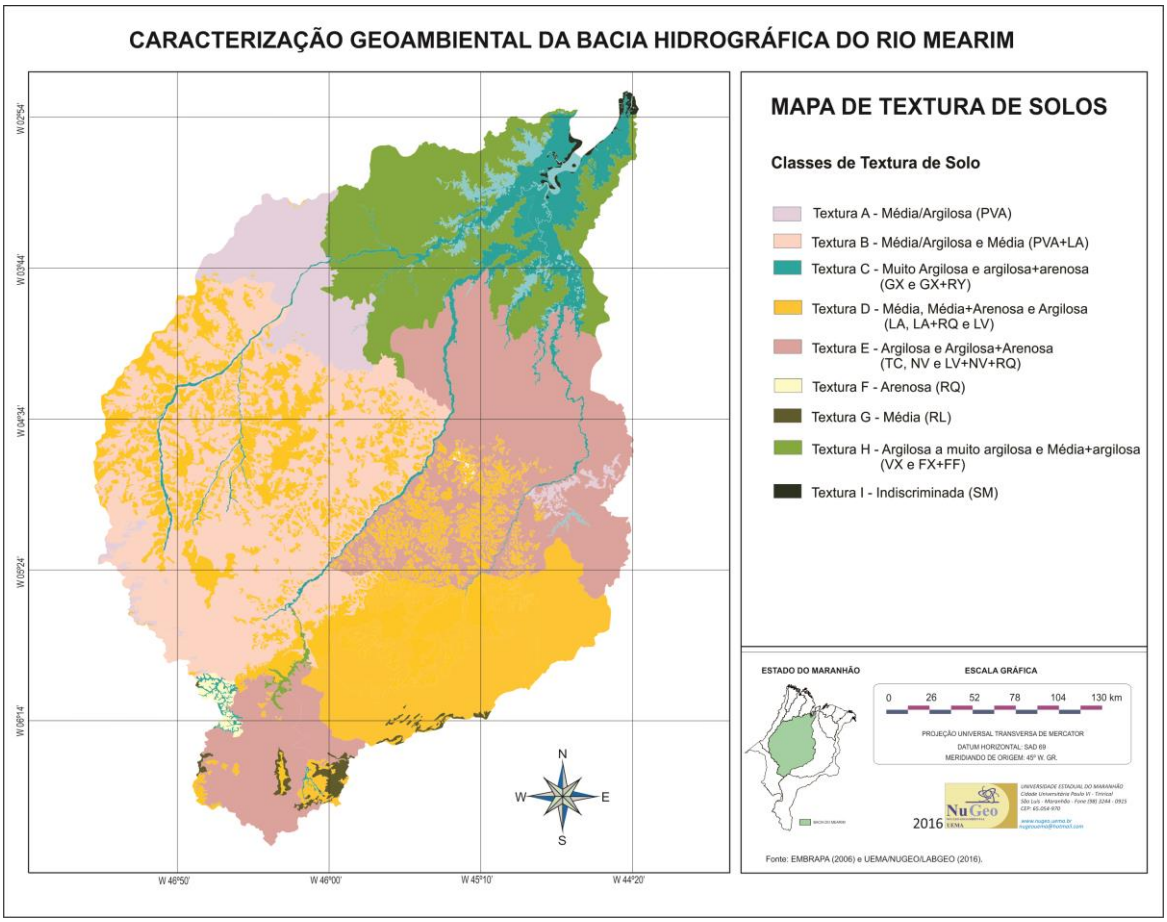
Legenda	Solos	Tamanho de poros	Presença de poros
A	Latossolos Amarelos Latossolos Vermelhos	Pequenos, médios e grandes	Comum
B	Argissolos Vermelho-Amarelos Argissolos Vermelho-Amarelos Luvissolos Crômicos Nitossolos Vermelhos	Pequenos e médios	Comum
C	Neossolos	Médios e grandes	Pouca
D	Vertissolos Plintossolos Gleissolos	Muito pequenos e Pequenos	Pouca
E	Solos indiscriminados de mangue	Indiscriminados	Indiscriminada

2.4 Classes texturais, relevo e profundidade dos solos da bacia Hidrográfica do Mearim

Legenda	Sigla solos	Descrição das características dos solos	Área km^2
A	PVA	Argilosos com textura média /argilosa relevo ondulado, profundidade efetiva 50 a 60 com.	6.190,42
B	PVA+LA	Argissolos com textura média/argilosa e Latossolos textura média, relevo plano e suave ondulado, profundidade efetiva; 50 a 60 cm.	23.164,91
C	GX	Gleissolos Hípicos textura muito argilosa relevo pleno, profundida efetiva 40 com.	4.001,21
C	GX+RY	Gleissolos, hidromórficos, argilosos e Neossolos Flúvicos, arenosos, relevo plano, profundidade efetiva 40 cm.	1.742,87
D	LA	Latossolos Amarelos, textura média relevo plano e suave ondulado, profundidade efetiva 60 a 70 cm.	15.916,21
D	LA+RQ	Latossolos Amarelos textura média e solos arenosos relevo plano, profundidade efetiva 50 a 60 cm.	4.847,86

D	LV	Latossolos Vermelhos textura argilosa relevo plano a suave ondulado, profundidade efetiva 60 a 70 cm.	5.700,56
E	LV+NV+RQ	Argilossos e solos arenosos relevo plano e suave ondulado, profundidade efetiva 60 a 70 cm.	1.066,12
E	TC	Luvissolos Crômicos textura argilosa relevo plano e suave ondulado, profundidade efetiva 50 a 60 cm.	17.314,64
E	NV	Nitossolos Vermelhos, textura argilosa relevo suave ondulado a ondulado, profundidade efetiva 60 a 70 com.	4.196,91
F	RQ	Solos de textura arenosa relevo plano profundidade efetiva 70 cm.	369,66
G	RL	Neossolos Litólicos de textura média, rasos, com pedregosidade, relevo ondulado a forte ondulado, profundidade efetiva 10 com.	642,50
H	FX+FF	Solos com textura média/argilosa relevo ondulado, profundidade efetiva 40 cm.	12.127,50
H	VX	Solos argilosos a muito argilosos, relevo plano, profundidade efetiva 40 cm.	207,59
I	SM	Solos argilosos relevo plano, profundidade efetiva 0 cm.	250,68
M	Água	Superfície com espelho d'água	1.316,22
Área total das classes			**99.055,87**

FIGURA 12. Classes de textura de solos da bacia hidrográfica do Mearim.



2.5 Aspectos agrícola e ambiental dos solos da bacia Hidrográfica do Mearim

Classe de solo / descrição	**Significados**	
	Agrícola	**Ambiental**
Latossolos: solos profundos, bastante intemperizados e geralmente de baixa fertilidade. Ocupam normalmente topos de paisagens, em relevo normalmente quase plano. De maneira geral, são muito porosos, permeáveis e com boa drenagem. Podem ser originados a partir de diversos tipos de rochas.	A boa profundidade, relevo quase plano, ausência de pedras, soltos, boa drenagem e permeabilidade fazem com que sejam dos mais utilizados na produção rural. Embora geralmente de baixa fertilidade, as práticas de adubação e calagem podem torná-los muito produtivos.	Relevo quase plano, grande profundidade e alta permeabilidade são atributos que levam a considerar os Latossolos como de alta estabilidade e com baixo risco de erosão, tendo grande capacidade para suportar estradas, construções, além de ser local adequado para instalação de aterros sanitários.
Argissolos: apresentam acúmulo de argila no horizonte B e reduzida capacidade de reter elementos nutrientes de plantas no horizonte A.	Dependendo da rocha de origem, podem ser férteis ou pobres.	São solos bastante susceptíveis à erosão, principalmente em relevos mais declivosos.
Luvissolos: solos ricos em nutrientes (cálcio, magnésio, potássio) e acumulação de argila no horizonte B.	Quando presentes sob condições de baixa pluviometria, esses solos podem apresentar grande quantidade de sódio, fazendo com que fiquem muito duros dificultando a penetração de raízes, interferir no crescimento das plantas por dificultar a absorção de cálcio, magnésio e nitrogênio pela planta.	Geralmente as áreas ocupadas pelo Luvissolos são ambientalmente muito frágeis, principalmente por causa do relevo declivoso ou da reduzida cobertura vegetal, que os tornam muito susceptíveis à erosão.
Nitossolos: solos caracterizados pela presença de um horizonte B cujos agregados apresentam em sua superfície brilho característico (reluzente). Esse brilho pode ser causado pela presença de argila vinda dos horizontes superficiais do solo em suspensão na água. Pertencem a essa ordem os solos anteriormente denominados Terra Roxa Estruturada.	Na maioria apresentam boa fertilidade, mas podem ser muito pobres, mas se devidamente corrigida a fertilidade, são muito produtivos.	Quando em relevos ondulados e mal manejados, a presença de erosão é inevitável.

2.5 Aspectos agrícola e ambiental dos solos da bacia Hidrográfica do Mearim

Classe de solo / descrição	**Significados**	
	Agrícola	**Ambiental**
Neossolos: solos rasos em estádio inicial de evolução, apresentando mais comumente apenas horizonte A sobre o horizonte C ou a rocha de origem (camada R).	Principais obstáculos ao uso agrícola: relevo declivoso, pouca espessura e presença de pedras. Podem ser de baixa ou alta fertilidade. Quando férteis, são muito utilizados. No caso de baixa fertilidade e relevos inclinados, os solos devem ser reservados para preservação da flora e fauna.	Considerando as características já relatadas, constituem áreas extremamente frágeis. No caso dos Neossolos arenosos, a pequena capacidade de retenção de nutrientes e água é fator que limita sua capacidade de atuar como filtro de materiais poluentes. Devem ser evitados para ocupação urbana.
Vertissolos: principal característica é a formação de fendas quando secos, por conterem muitas argilas com grande capacidade de expansão (quando molhadas) e contração (quando secas). São solos muito expansivos e retrativos.	Embora sejam geralmente de alta fertilidade, o fato de serem muito pegajosos, quando úmidos, e muito duros, quando secos, são fatores que dificultam o uso de máquinas agrícolas, daí o fato de serem ocupados por pastagens. O processo de contração e expansão pode constituir impedimento à implantação de árvores em decorrência do possível rompimento do sistema radicular.	A água das chuvas tem dificuldade de penetrar nesses solos e escorre pela superfície, causando erosão. Pelo fato de ocorrerem geralmente em depressões e próximos a corpos de água, esses solos constituem áreas ambientalmente fragilizadas. Além disto, a expansão e a contração das argilas do solo prejudicam a construção de casas, estradas e outras obras civis.
	As principais condições que limitam o uso agrícola são o excesso de água e a baixa fertilidade. A retirada da água (drenagem) pode levar a um endurecimento da parte inferior do solo, criando dificuldade para a penetração de raízes e da água das chuvas.	A retirada do excesso de água pode levar ao endurecimento da parte inferior do solo, o que altera sua condição natural em prejuízo da flora e fauna dessas áreas.
Gleissolos: solos que apresentam um horizonte de subsuperfície (B ou C) de cor acinzentada (horizonte glei).	Quando drenados podem ser utilizados com agricultura. Geralmente são de baixa fertilidade o que implica a obrigatoriedade de emprego de calagem e adubação.	Devido a proximidade da superfície, o lençol freático pode ser facilmente contaminado por produtos químicos e fertilizantes utilizados na agricultura. A ocupação urbana destes solos é desaconselhada, pois são áreas com excesso de água e sujeitas à inundação.

e) Clima

1.1 Análise dos dias sem chuva

O número de dias sem chuva representa a quantidade de dias que apresentaram chuvas inferiores a 1 mm (PRP<1), no período de 1990 a 2011 distribuídos em uma média mensal.

Dias prolongados sem chuva na época chuvosa representa uma péssima distribuição temporal dessa variável que é mais importante para o estabelecimento do clima nos trópicos. Por outro lado, poucos dias sem chuva na época chuvosa representa uma boa distribuição temporal das chuvas. Normalmente os meses de seca apresentam maiores dias sem chuva.

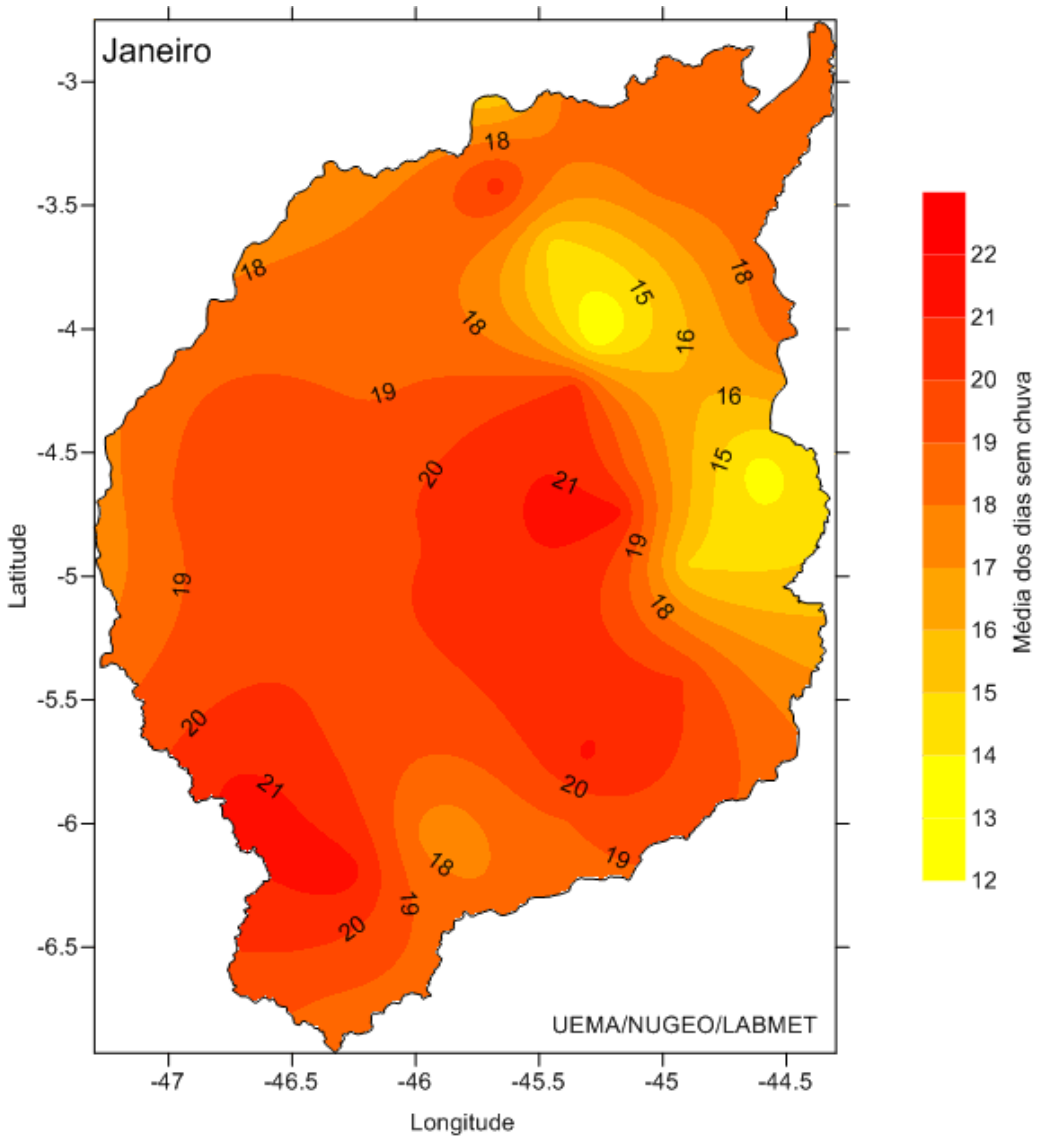
Os dados utilizados consistem de uma série de informações pluviométricas disponíveis no site da Agencia Nacional de Água (ANA) cujo endereço se encontra no site www.ana.gov.br.

A série é composta por 16 postos pluviométricos dispostos ao longo da Bacia do Mearim, que tem início em janeiro de 1990 e término em dezembro de 2011, completando 21 anos de dados mensais de precipitação pluviométrica, isso equivale a 265 informações mensais da série por estação, totalizando 6890. Foram utilizados dados diários de chuvas e contados os dias com precipitação inferior a 1 mm e feito uma média mensal. A seguir, apresentam-se as análises mês a mês:

1.1.1 Janeiro

Em média, a bacia do Mearim apresentou 18 dias sem registro de chuvas em janeiro, isso equivale a 59% dos dias do mês em que não houve registro de chuva. A análise da FIGURA 1 mostra que a região que mais apresentou dias sem chuva foi a parte central e uma pequena área localizada no sudoeste da bacia, apresentando mais de 21 dias sem chuva. A região que apresentou menos dias sem chuva foi a norte e nordeste, que registrou pouco menos de 15 dias sem chuva.

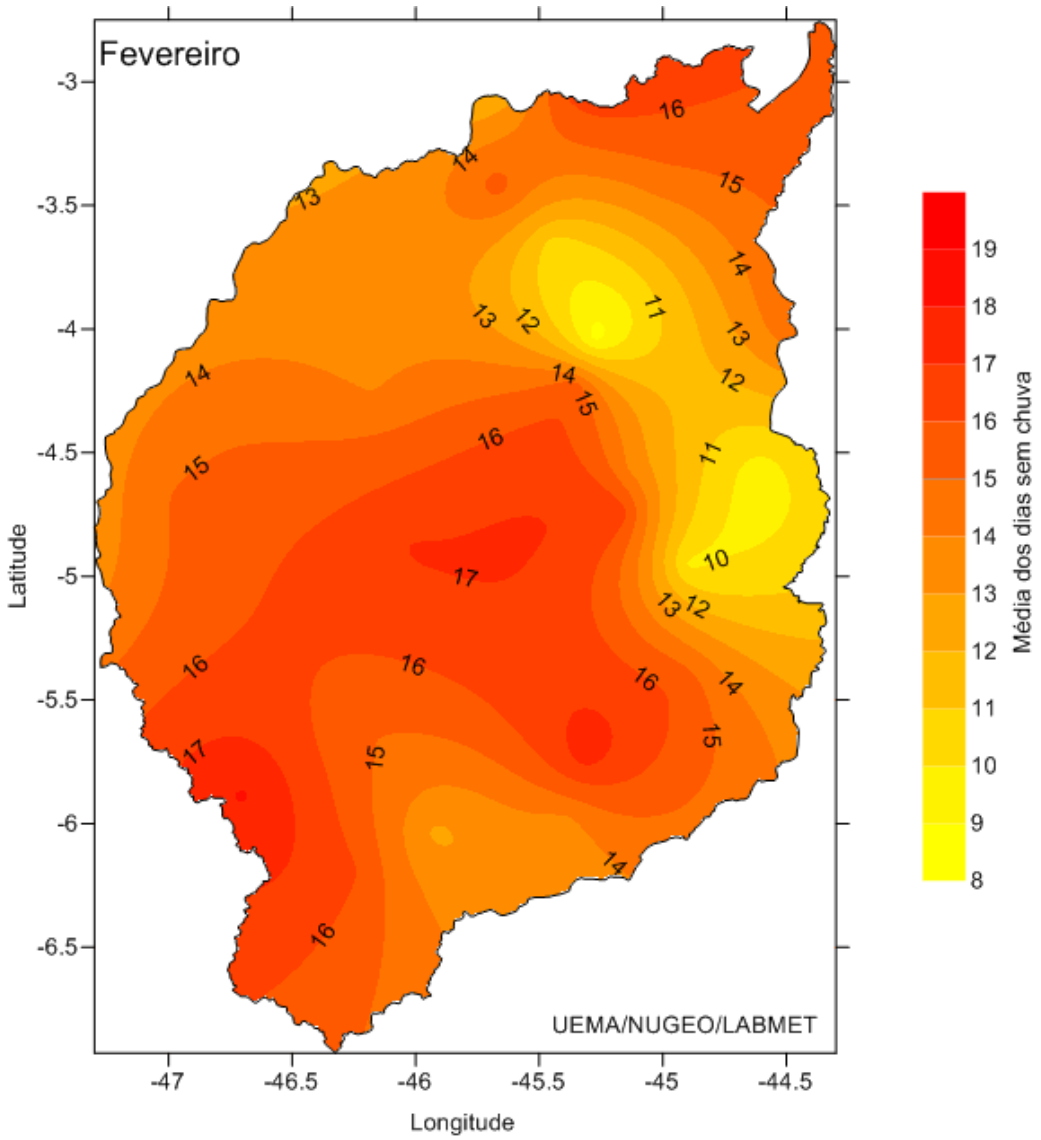
FIGURA 13. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de janeiro (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.2 Fevereiro

O mês de fevereiro apresentou, em média, 14 dias sem chuva, o que representando metade do mês. Semelhante a janeiro, fevereiro também apresentou as regiões central e sudoeste com mais registros de dias sem chuva, em torno de 17 dias. E também semelhante a janeiro, as regiões que menos registraram dias sem chuva foram a norte e nordeste.

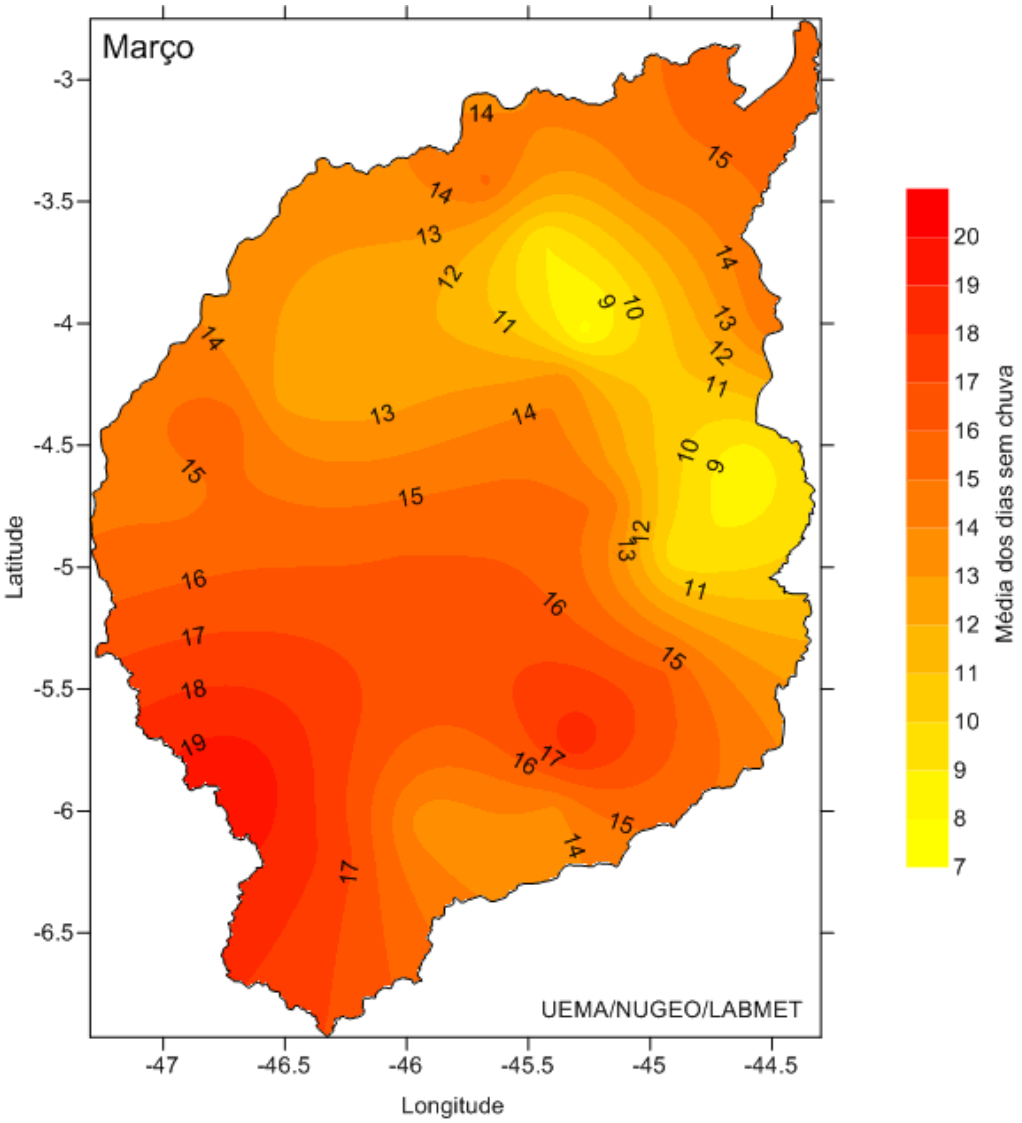
FIGURA 14. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de fevereiro (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.3 Março

O mês de março apresentou, em média, 14 dias sem chuva, isso equivale a 46% do mês. As regiões que mais apresentaram dias sem chuva formam as regiões sudeste e sudoeste da bacia, apresentando cerca de 18 e 20 dias, respectivamente. As regiões leste e nordeste foram as que apresentaram menos dias sem chuva, com 9 dias.

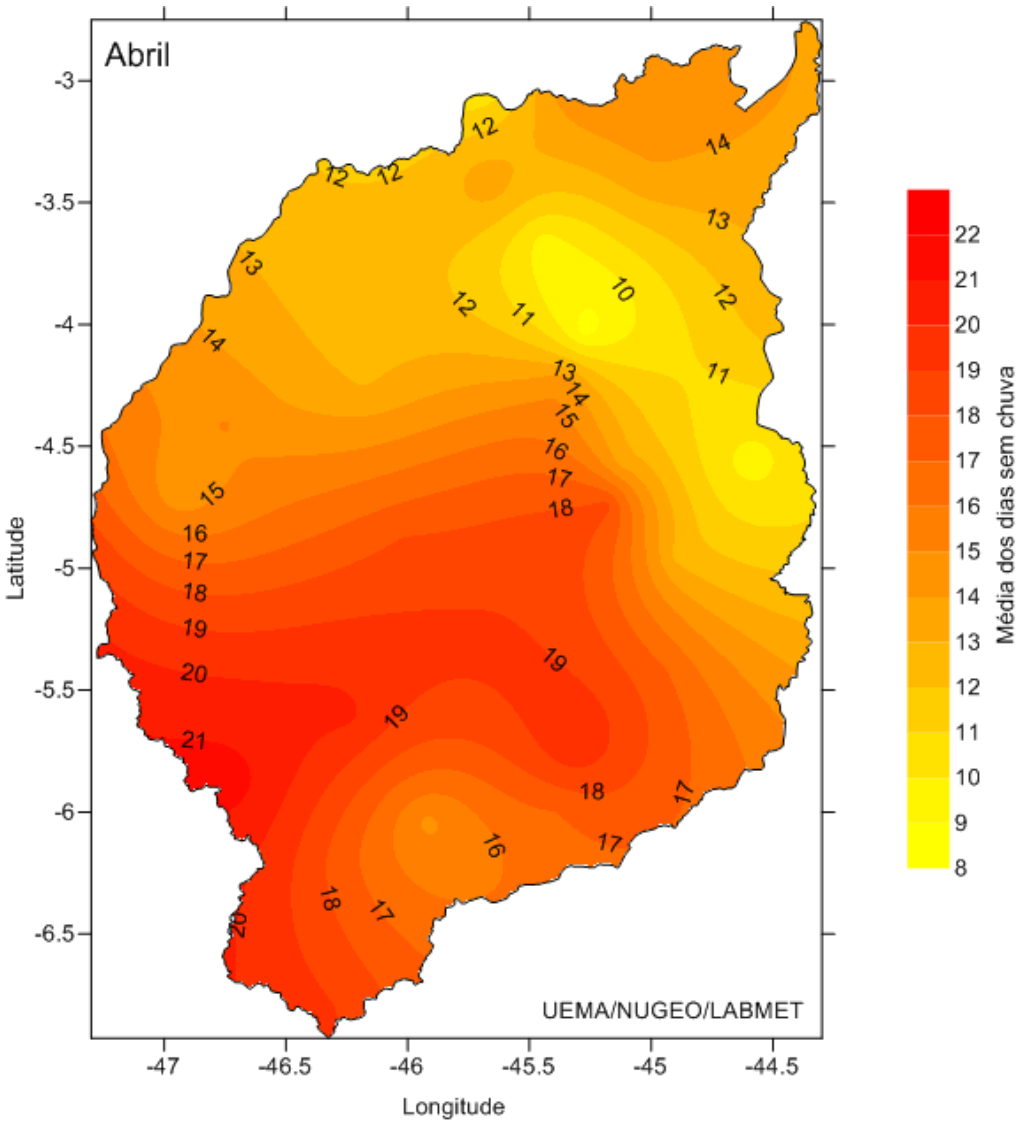
FIGURA 15. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de março (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.4 Abril

O mês de abril apresentou na média 14 dias sem chuva, o que é 49% de todo este mês. A região sul da bacia, de uma forma geral, foi a que mais apresentou dias sem chuva, variando entre 17 a 22 dias. A parte norte apresentou os menores registros de dias sem chuva, variando entre 10 a 14 dias.

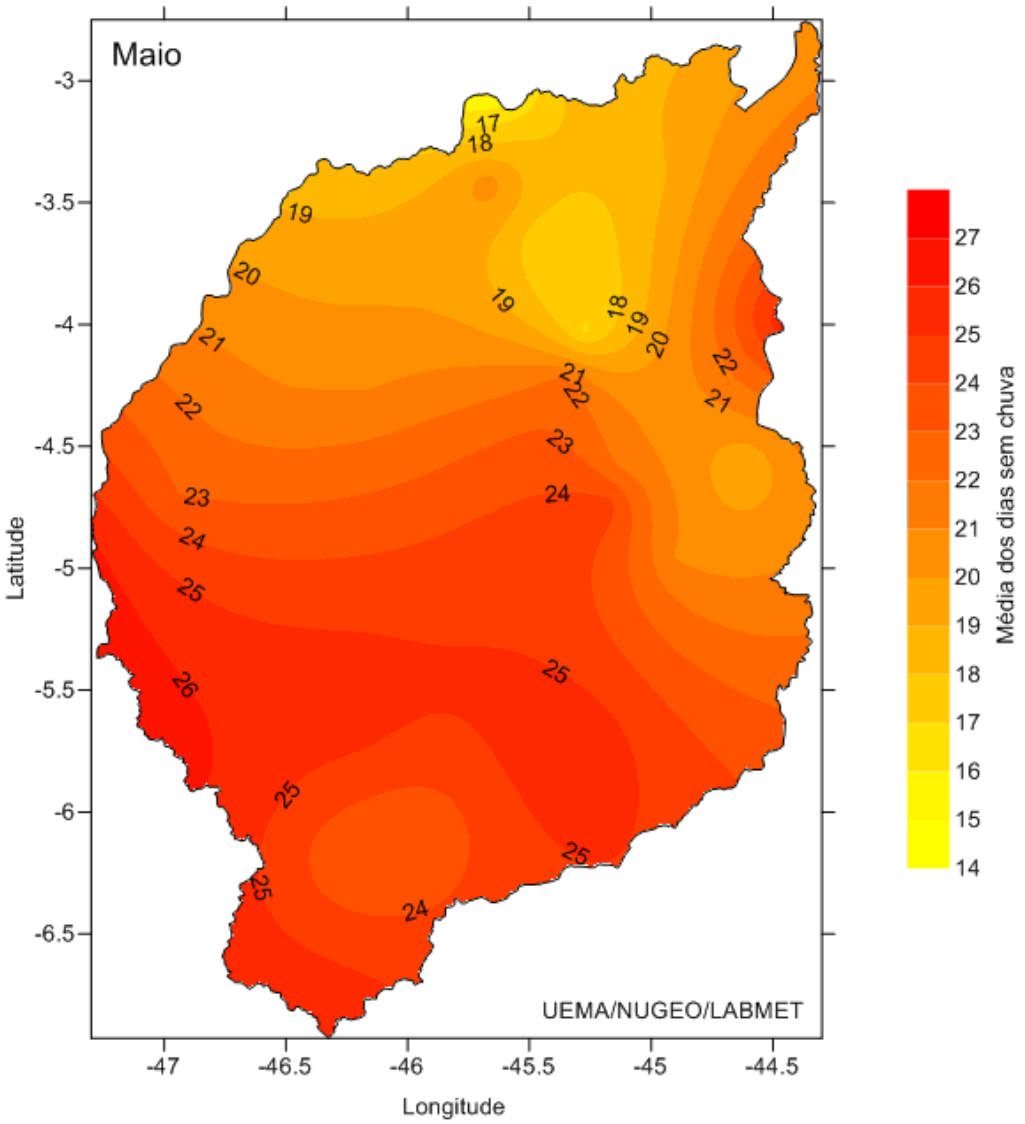
FIGURA 16. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de abril (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim



1.1.5 Maio

Maio registrou aproximadamente 22 dias sem chuva, o que representou cerca de 74% do total do mês. Boa parte da região centro-sul apresentou os maiores registros de dias sem chuva, entre 21 e 27 dias. Uma parte pequena da região norte foi a que apresentou os menores valores de dias sem chuva, variando entre 15 e 18 dias.

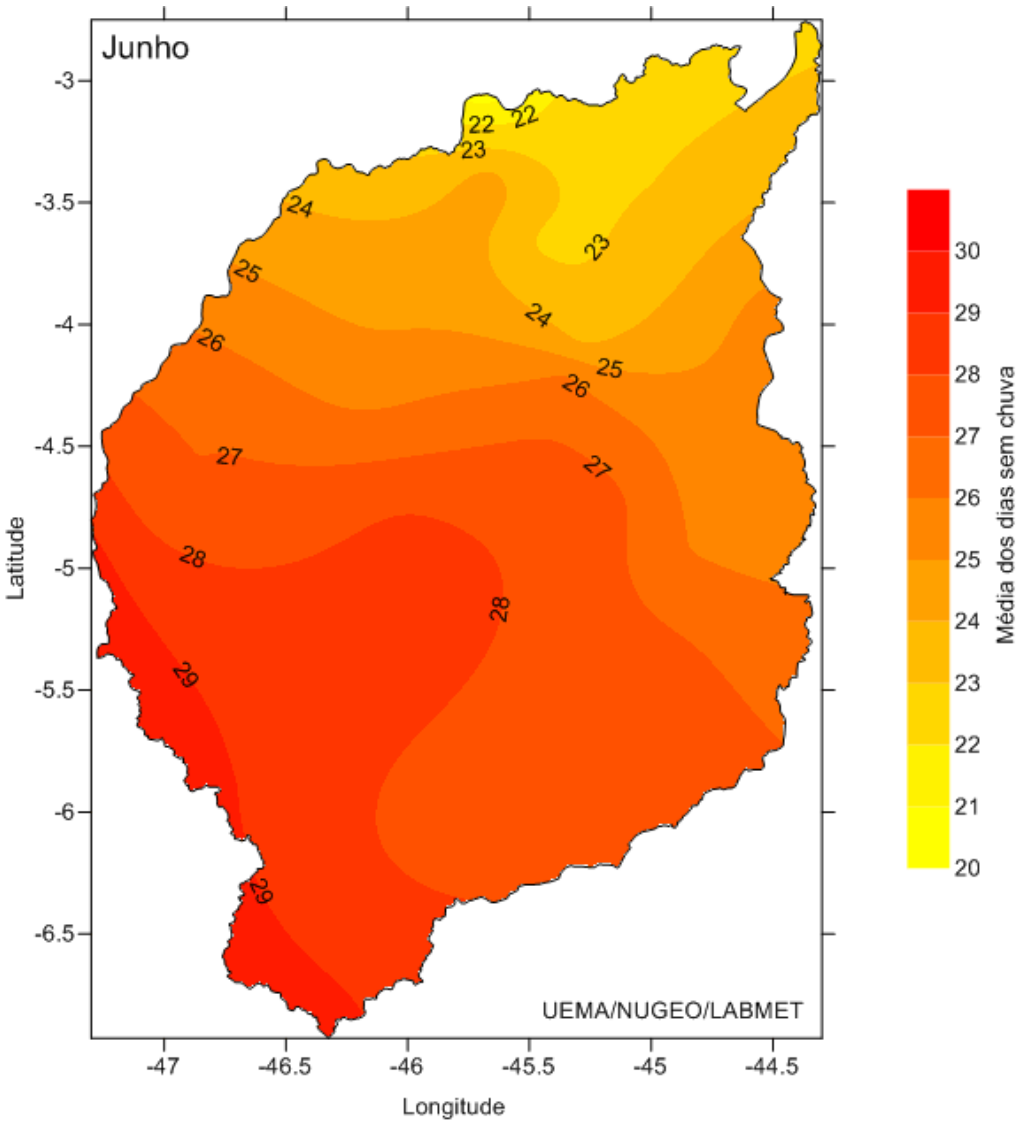
FIGURA 17. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de maio (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim



1.1.6 Junho

O mês de junho apresentou em média 26 dias sem chuva, o que equivale a 87%. Praticamente toda a bacia apresentou um elevado número de dias sem chuva, com exceção do extremo norte que ficou entre 22 e 23 dias sem chuva. É importante ressaltar que um número elevado de dias sem chuva neste período se dá em função do estabelecimento da estação seca na bacia.

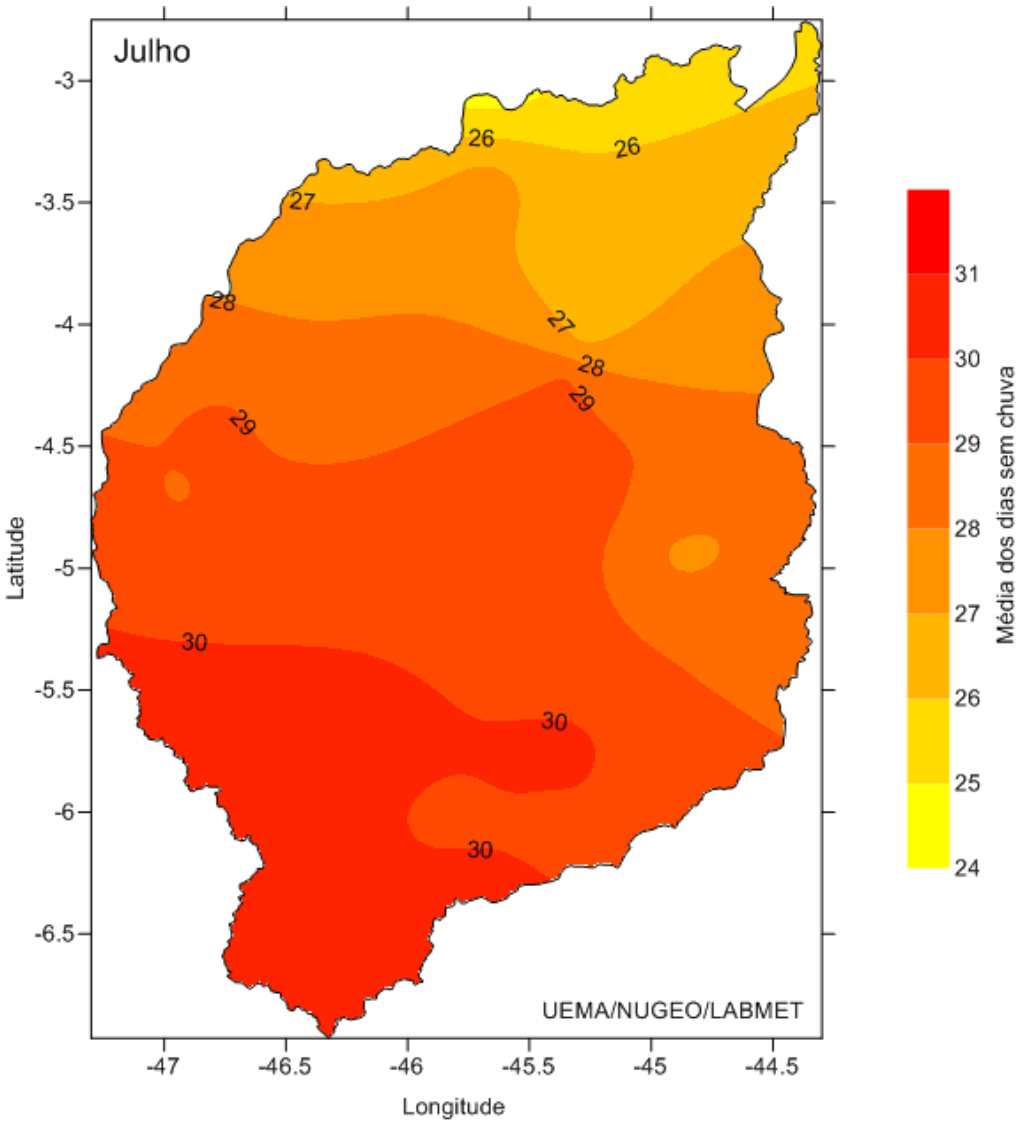
FIGURA 18. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de junho (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.7 Julho

Julho registrou 29 dias sem chuva, equivalente a 92% dos dias do mês sem chuva. Praticamente toda a bacia registrou valores muito altos de dias sem chuva, somente a região norte apresentou em média de 5 dias com chuva.

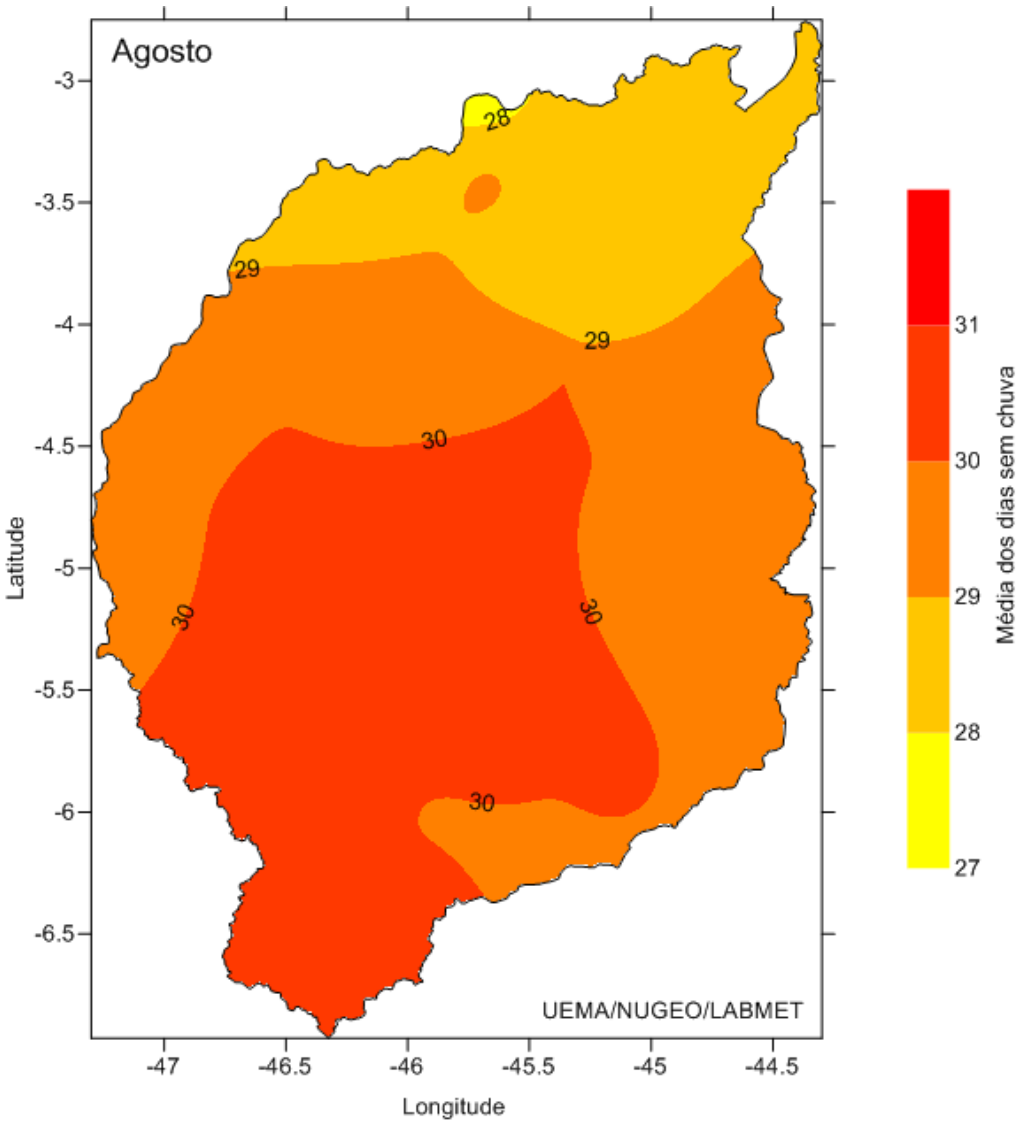
FIGURA 19. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de julho (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.8 Agosto

Agosto é o mês mais seco na bacia. Apresentou cerca de 30 dias sem chuva, o que representa 95% do total do mês. Em toda a bacia somente o extremo norte registrou chuvas entre 3 e 4 dias.

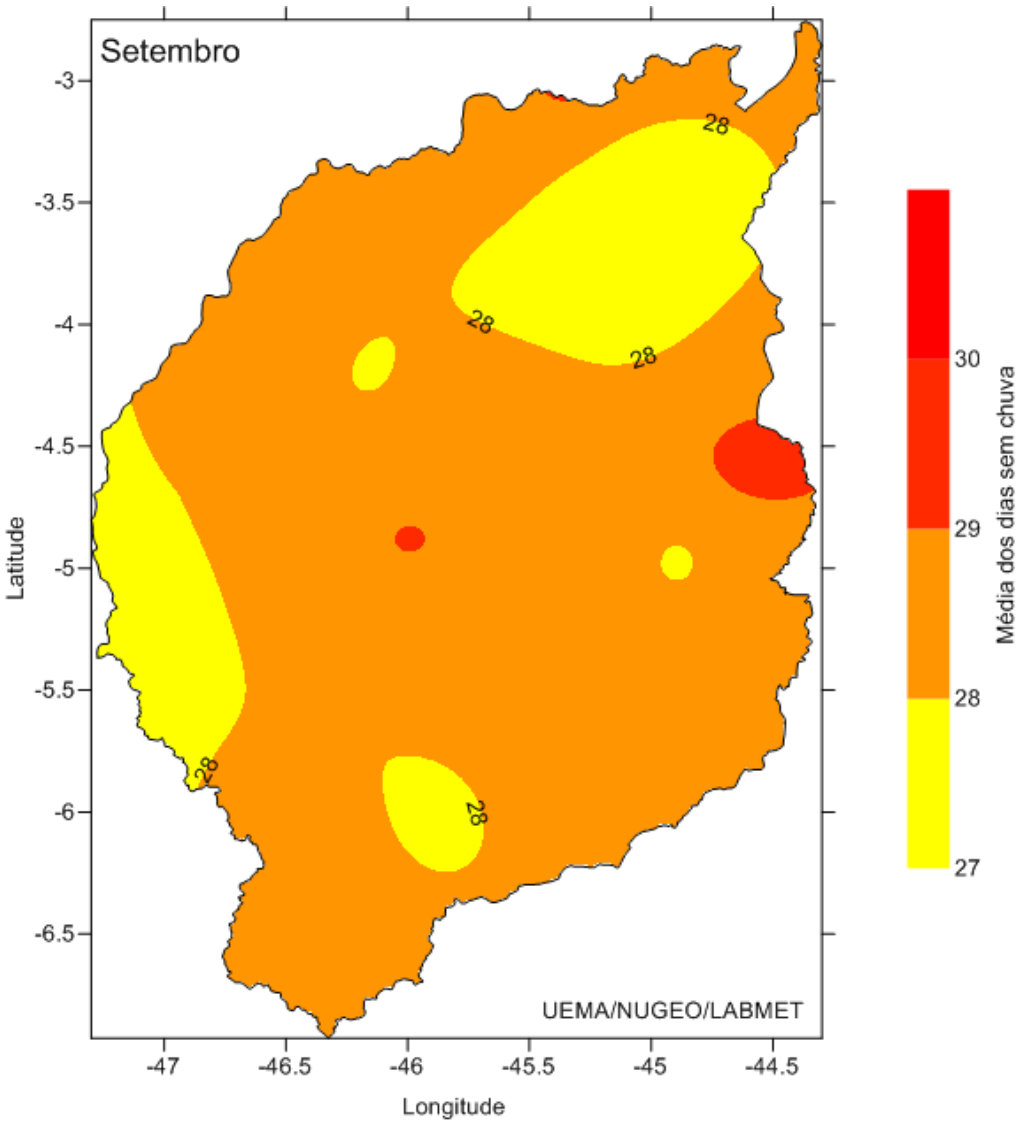
FIGURA 20. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de agosto (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.9 Setembro

Setembro apresentou 28 dias sem chuva, o que equivale a 94% dos dias do mês. A distribuição espacial do mês de setembro se mostra mais uniforme, quase que em toda a bacia o número de dias sem chuva ficou em torno de 28 dias, com exceção de uma pequena região na parte central e leste, que apresentou 30 dias.

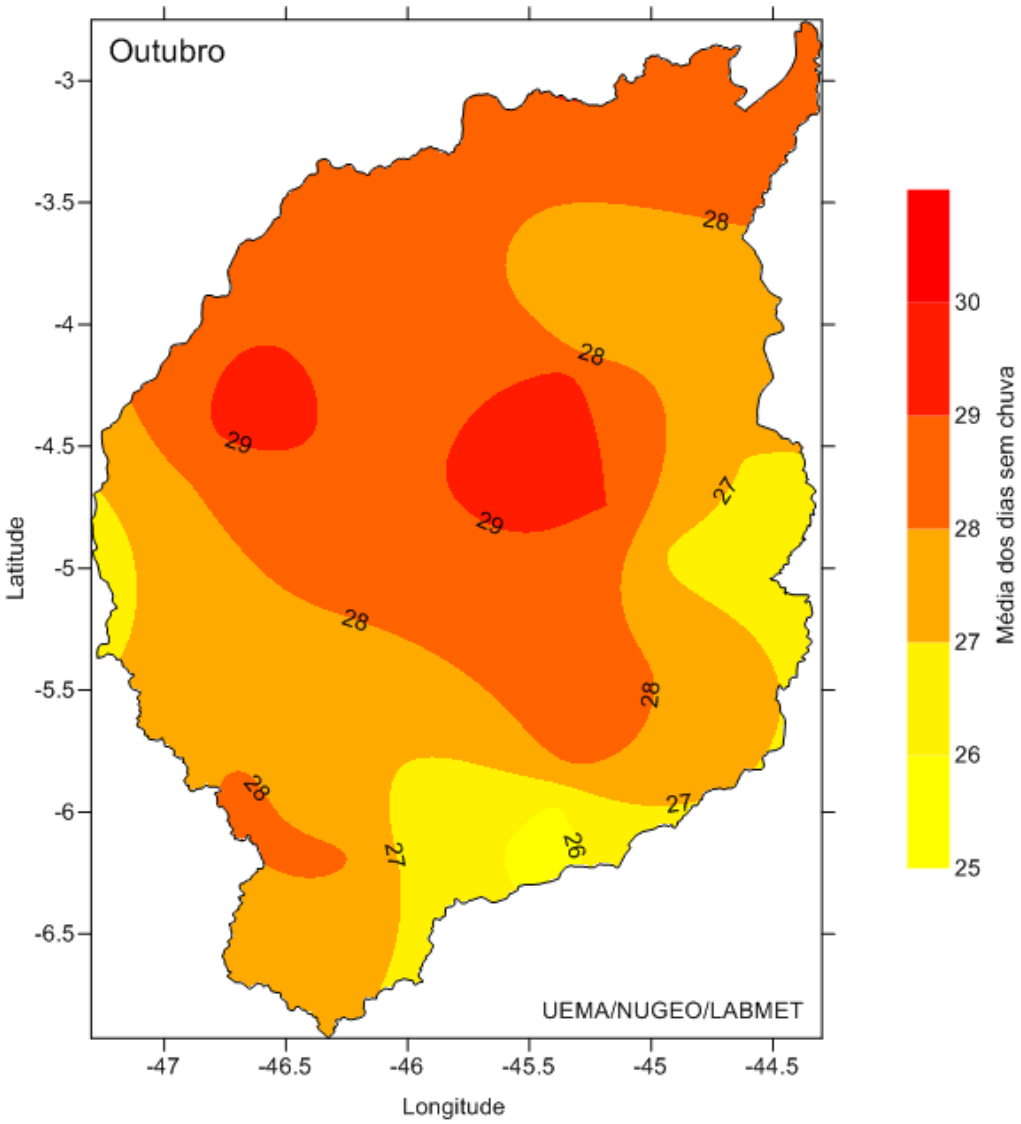
FIGURA 21. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de setembro (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.10 Outubro

Outubro apresentou 28 dias sem chuva, equivalente a 90% do total do mês. As regiões norte/noroeste e central foram as que mais apresentaram dias sem chuva, entre 28 e 30 dia. Já as regiões que menos apresentaram dias sem chuva formam as regiões leste e sul, entre 25 e 27 dias.

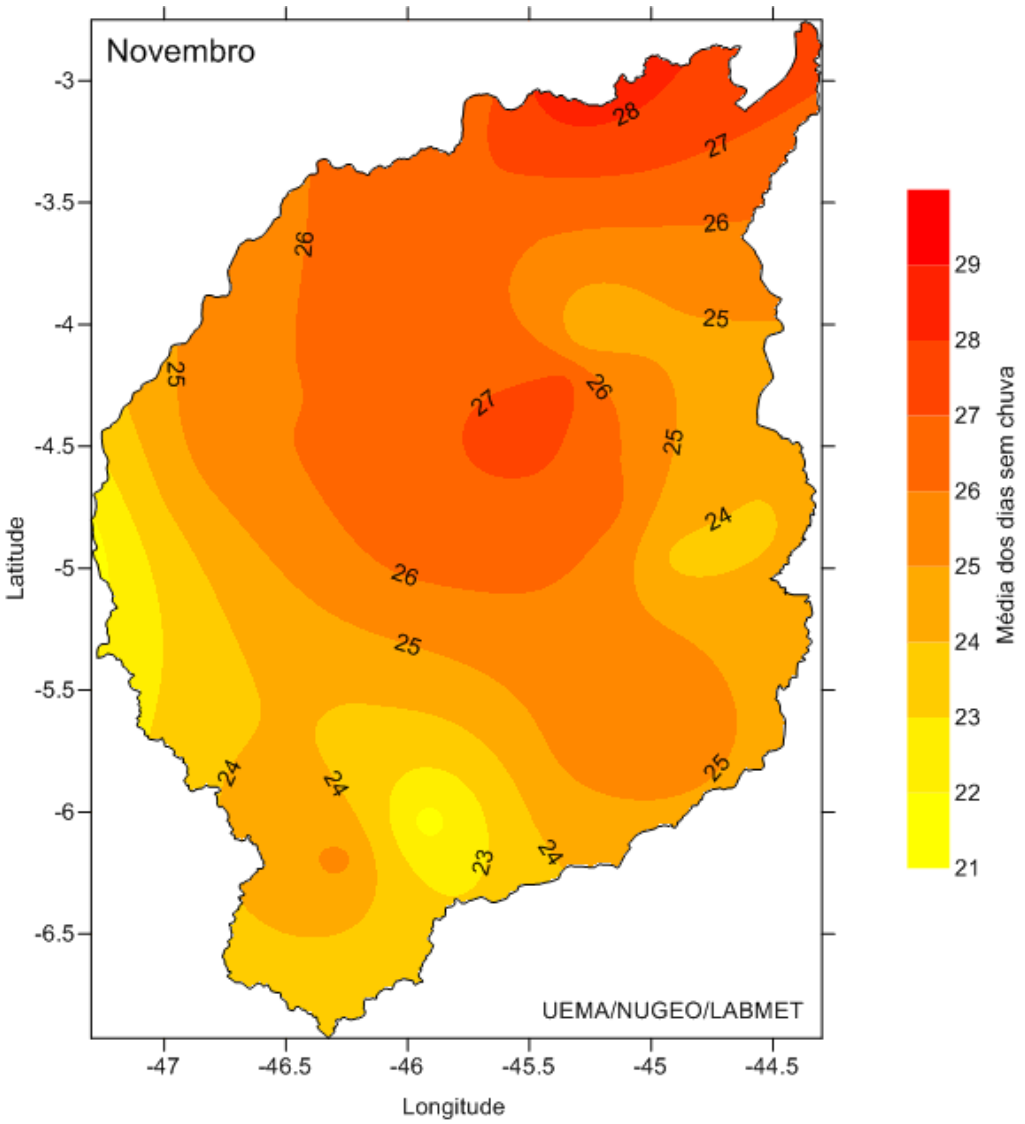
FIGURA 22. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de outubro (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.11 Novembro

Novembro apresentou, em média, 25 dias sem chuva, o que representa 84% do total do mês. A parte centro-norte foi a região da bacia que mais registrou dias sem chuva, entre 27 e 29 dias. Boa parte da região centro-sul da bacia apresentou os menores registros de dias sem chuva, variando entre 21 e 25 dias.

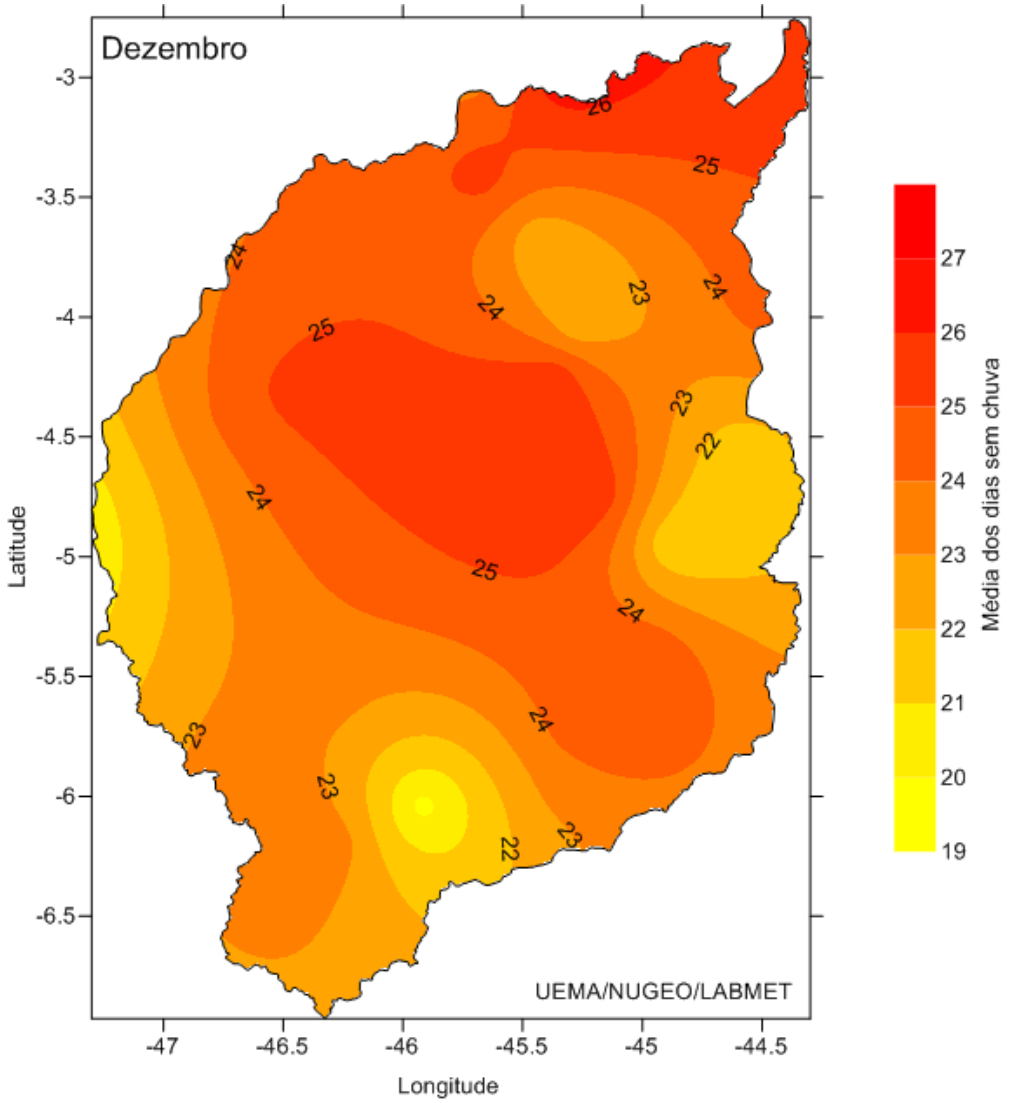
FIGURA 23. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de novembro (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



1.1.12 Dezembro

A média dos dias sem chuva em dezembro foi de 24 dia, o que equivale a 76% do total de dias sem registro de chuva. As regiões central e extremo norte foram as que mais apresentaram dia sem chuva, variando entre 25 e 27 dias e o restante da bacia apresentou entre 19 e 23 dias sem chuva.

FIGURA 23. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para o mês de dezembro (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim.



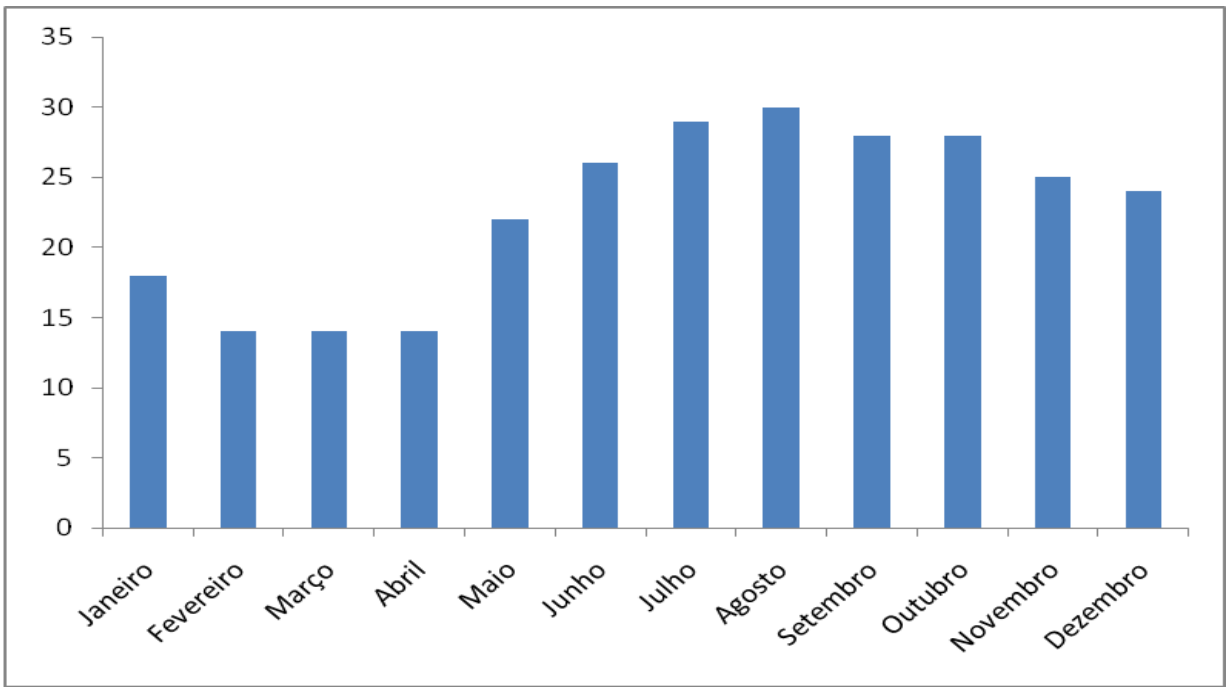
1.1.13 Total Anual

A bacia do Mearim apresentou, em média, 272 dias sem chuva ao longo do ano, isso equivale a 74,5% de dias que não apresentam chuvas significativas. A TABELA 1 apresenta o total médio mensal, onde se pode observar que o mês que apresenta mais dias sem chuva é agosto, acumulando 11% do total. Já os meses que apresentaram a menor quantidade formam fevereiro, março e abril, cada um com 14 dias sem chuva, representado, cada mês, 5,1% do total.

TABELA 6. Média do total mensal dos dias sem chuva para a bacia hidrográfica do rio Mearim (1990 - 2011)

Meses	Número de dias	%	% acumulada
Janeiro	18	6,6	6,6
Fevereiro	14	5,1	11,8
Março	14	5,1	16,9
Abril	14	5,1	22,1
Maio	22	8,1	30,1
Junho	26	9,6	39,7
Julho	29	10,7	50,4
Agosto	30	11,0	61,4
Setembro	28	10,3	71,7
Outubro	28	10,3	82,0
Novembro	25	9,2	91,2
Dezembro	24	8,8	100,0
Total	**272**	**100,0**	**100,0**

FIGURA 24. Distribuição espacial da média dos dias sem chuva para os 12 meses do ano (1990-2011) para a bacia hidrográfica do rio Mearim



1.2 Distribuição de frequência das chuvas

1.2.1 Metodologia

Uma distribuição de frequência é uma técnica que visa fornecer a quantidade (e/ou a percentagem) de dados em diferentes categorias de interesse (classes). Podemos resumir e visualizar um conjunto de dados sem precisar levar em conta os valores individuais, agrupando-os por classes de ocorrência.

Os métodos utilizados para organizar dados compreendem o arranjo destes em subconjuntos que apresentem características similares, Dados organizados dessa forma são designados distribuição de frequência.

De forma semelhante aos dados coletados, uma distribuição de frequência (absoluta ou relativa) e geralmente apresentada em TABELAs ou gráficos, podendo ser representada através de um ***histograma***, cujas bases são os limites das classes e as alturas são as frequências.

Para a determinação da quantidade de intervalos (i) se utiliza a regra de Sturges:

$$i = 1 + 3{,}3 \log_{10} n \tag{1}$$

Onde n e o número total de elementos do conjunto de dados de valores distintos.
Na determinação da amplitude dos intervalos de classe (h) a seguinte equação é válida:

$$h = \frac{[x_{max} - (x_{min} - 1)]}{i} \tag{2}$$

Onde i é o número de intervalos de classe e x_{max} e x_{min} são respectivamente o maior e o menor valor do conjunto de dados.

A nomenclatura das TABELAs que serão apresentadas a seguir são as seguintes:

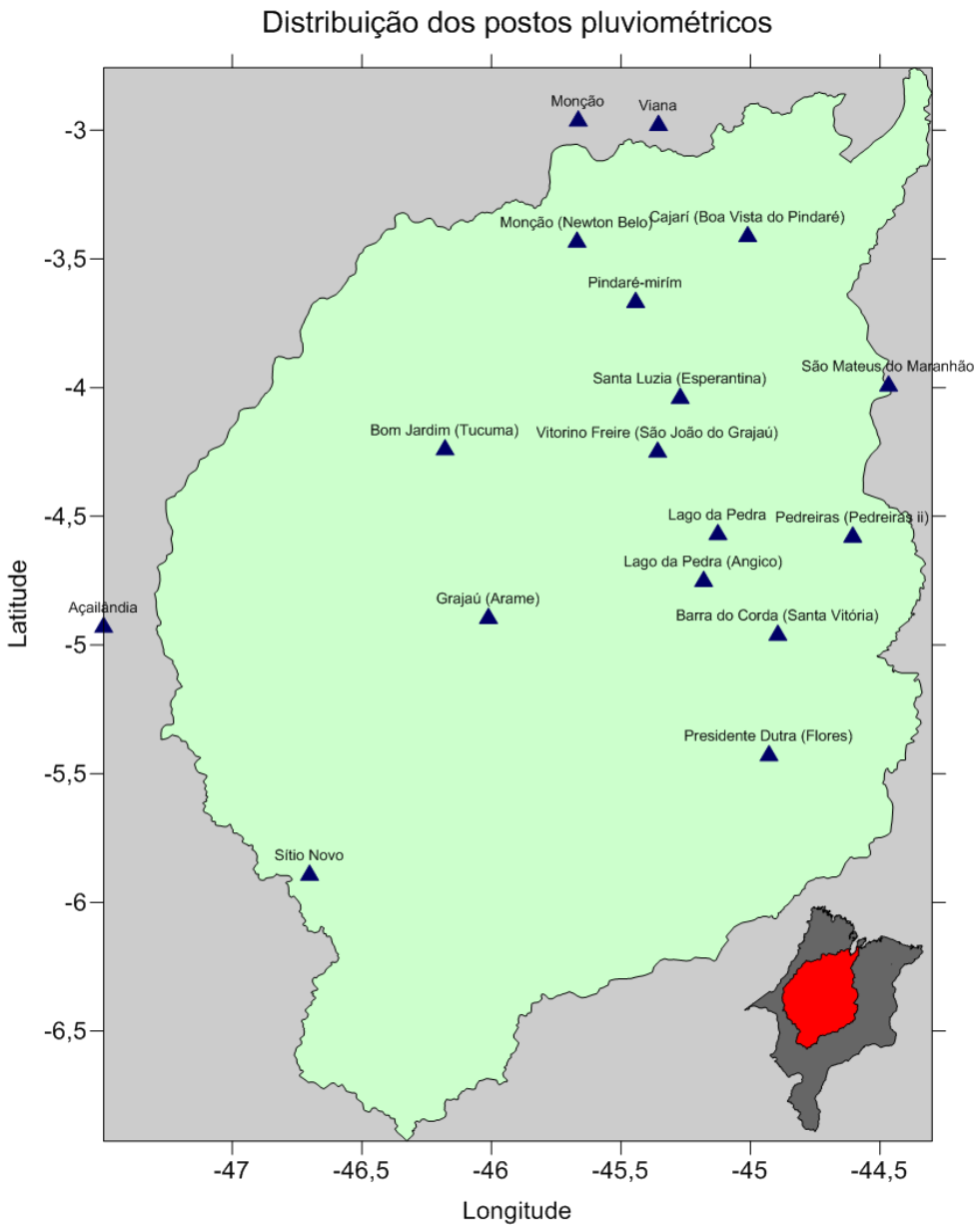
i – número de intervalos de classe;
li – limite inferior da classe;
Li – limite superior da classe;
fi – frequência absoluta;
fri – frequência relativa (%);
Fi – frequência absoluta acumulada;
Fri – frequência relativa acumulada (%);
Xi – ponto médio da classe.

1.2.2 Estação meteorológica

Os dados utilizados consistem de uma série de informações pluviométricas disponíveis no site da Agencia Nacional de Água (ANA) cujo endereço se encontra no site www.ana.gov.br.

A série é composta por 16 postos pluviométricos dispostos ao longo da Bacia do Mearim, que tem início em janeiro de 1990 e término em dezembro de 2011, completando 21 anos de dados mensais de precipitação pluviométrica (chuva), isso equivale a 265 informações mensais da série por estação totalizando 6890.

FIGURA 25. Postos de coleta de chuva na Bacia do Mearim.



1.2.3 A importância da distribuição de frequência das chuvas.

A distribuição de frequência representa uma forma de organizar informações sobre uma perspectiva nova em relação aos dados apresentados de uma forma bruta, uma vez que se separa intervalos de ocorrência, classes, pela regra de Sturges. Este tipo de informação é importante para estabelecer, de uma forma gráfica, a disposição das frequências em relação às classes (histograma). Isso dá uma noção de quais são os volumes de chuva mais/menos frequentes em cada região.

De posse das frequências, a informação serve ao planejamento de atividades na bacia que depende do comportamento dessa variável, como é o caso da agricultura, setor hidrológico, saúde pública etc.

1.2.4 Resultados

1.2.4.1 Monção – Estação Alto Turi

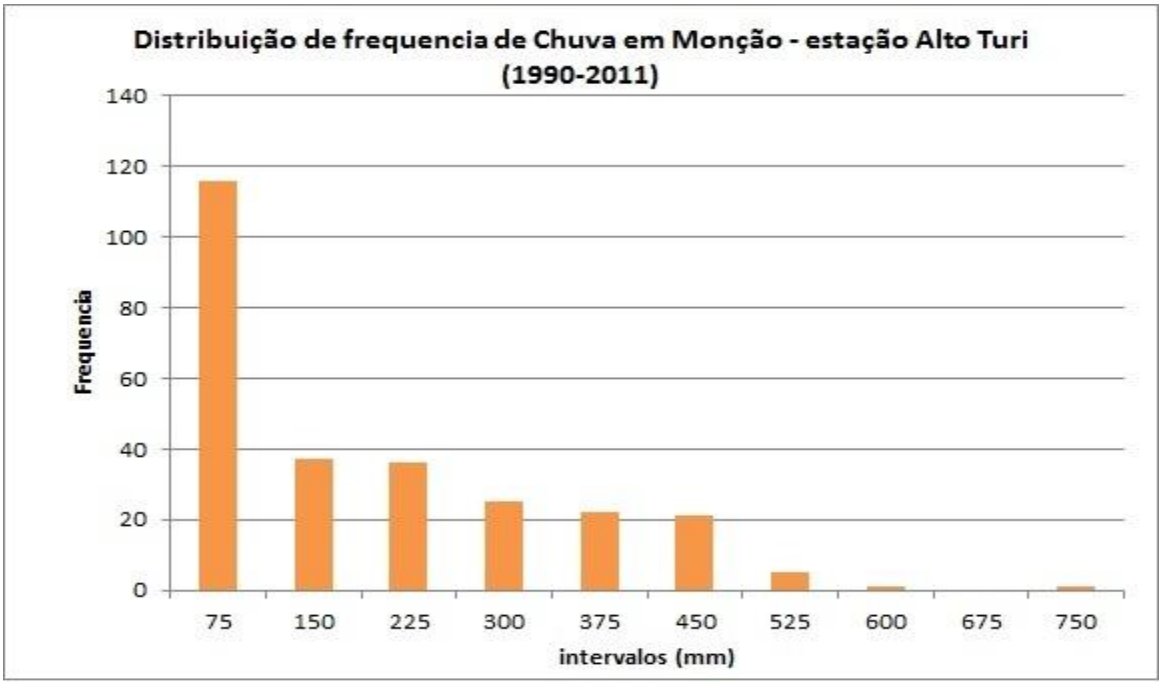
Em Monção foi estabelecido 10 classes com intervalos de 75 mm, onde se observa a frequência da classe 1 (até 75 mm) se repetir 116 vezes, e esse intervalo é responsável por aproximadamente 44% de toda a série, enquanto que a classe 10 (750 mm) ocorre apenas uma vez representando aproximadamente 0,4%.

TABELA 7. Distribuição de frequência das chuvas para Monção – Estação Alto Turi

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 75	116	43,94	116	43,94	37,5
2	75 - 150	37	14,02	153	57,95	112,5
3	150 - 225	36	13,64	189	71,59	187,5
4	225 - 300	25	9,47	214	81,06	262,5
5	300 - 375	22	8,33	236	89,39	337,5
6	375 - 450	21	7,95	257	97,35	412,5
7	450 - 525	5	1,89	262	99,24	487,5
8	525 - 600	1	0,38	263	99,62	562,5
9	600 - 675	0	0,00	263	99,62	637,5
10	675 - 750	1	0,38	264	100,00	712,5

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 26. Histograma de frequência de chuva para Monção – estação Alto Turi.



1.2.4.2 Viana – Estação Pedro Rosário

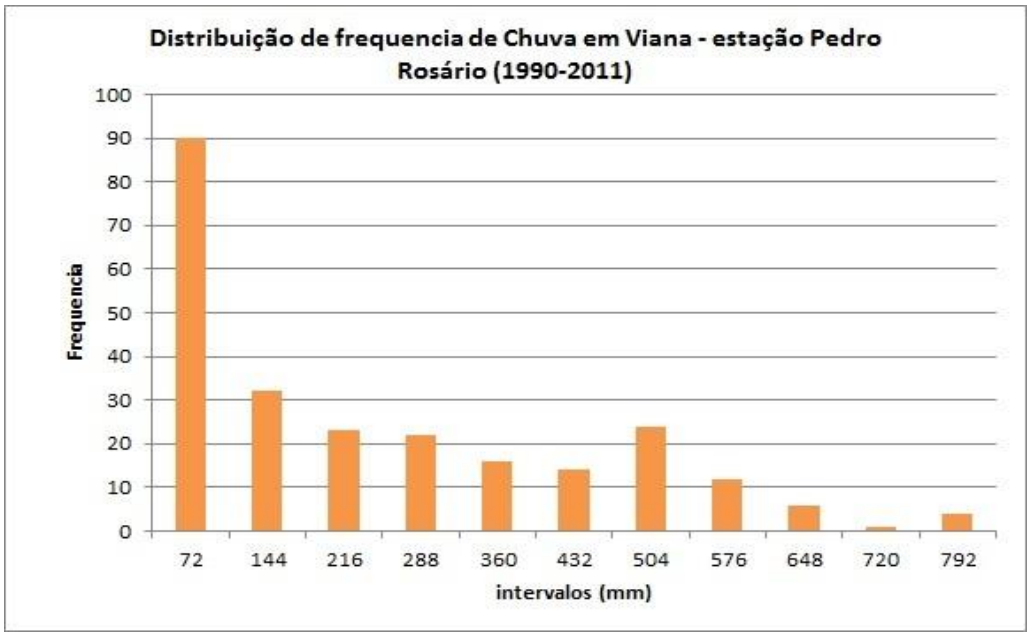
Viana apresentou 11 classes com intervalos de 72 mm. As precipitações que ocorreram dentro da classe 1 (até 72 mm) apresentaram uma frequência de 90, representando aproximadamente 37% de todas as chuvas que ocorreram na série. As chuvas que ocorreram na classe 11 (entre 720 e 792 mm) acorreram 4 vezes representando aproximadamente 1,6% das observações.

TABELA 8. Distribuição de frequência das chuvas para Viana - estação Pedro Rosário.

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 72	90	36,89	90	36,89	36
2	72 - 144	32	13,11	122	50,00	108
3	144 - 216	23	9,43	145	59,43	180
4	216 - 288	22	9,02	167	68,44	252
5	288 - 360	16	6,56	183	75,00	324
6	360 - 432	14	5,74	197	80,74	396
7	432 - 504	24	9,84	221	90,57	468
8	504 - 576	12	4,92	233	95,49	540
9	576 - 648	6	2,46	239	97,95	612
10	648 - 720	1	0,41	240	98,36	684
11	720 - 792	4	1,64	244	100,00	756

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 27. Histograma de frequência de chuva para Viana – estação Pedro Rosário.



1.2.4.3 São Mateus do Maranhão

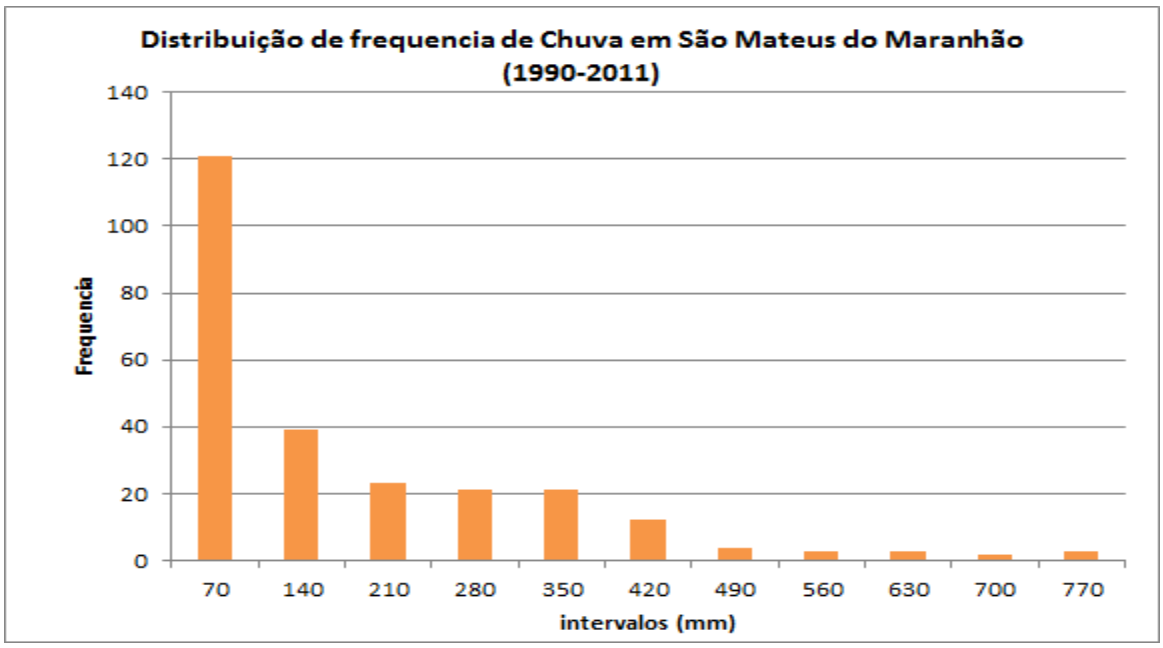
São Mateus do Maranhão apresentou 11 classes com intervalos de 70 mm. A classe inferior (0-70 mm) possui frequência de 121 representando 48% do total enquanto a classe superior (700 – 770 mm), apresenta frequência 3 representando 1,19% do total

TABELA 9. Distribuição de frequência das chuvas para São Mateus do Maranhão

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 70	121	48,02	121	48,02	35
2	70 - 140	39	15,48	160	63,49	105
3	140 – 210	23	9,13	183	72,62	175
4	210 - 280	21	8,33	204	80,95	245
5	280 - 350	21	8,33	225	89,29	315
6	350 - 420	12	4,76	237	94,05	385
7	420 - 490	4	1,59	241	95,63	455
8	490 - 560	3	1,19	244	96,83	525
9	560 - 630	3	1,19	247	98,02	595
10	630 - 700	2	0,79	249	98,81	665
11	700 - 770	3	1,19	252	100,00	735

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 28 Histograma de frequência de chuva para São Mateus do Maranhão.



1.2.4.4 Pindaré Mirim

A estação de Pindaré Mirim apresentou 11 Classes com amplitude de 70 mm, sendo a classe inferior (0-70 mm) a mais frequente (122) com representatividade de 46,39% da série. A classe superior apresentou frequência de 2, com uma representatividade de 0,76%.

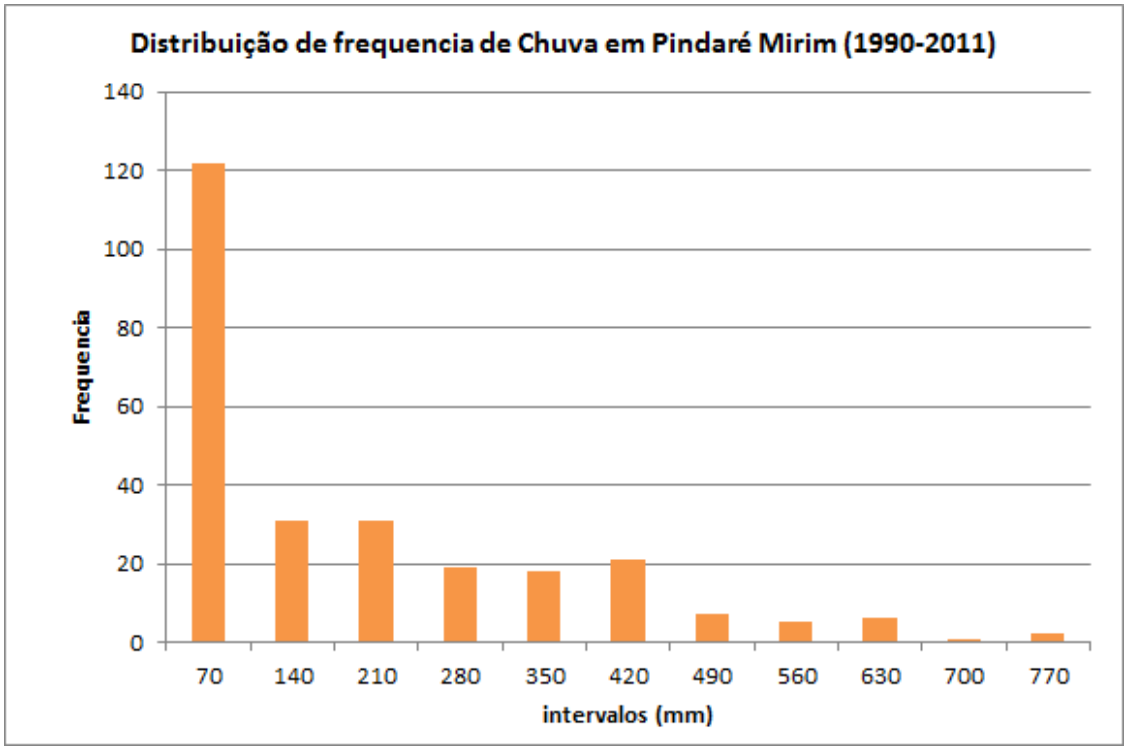
TABELA 10. Distribuição de frequência das chuvas para Pindaré Mirim

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 70	122	46,39	122	46,39	35
2	70 - 140	31	11,79	153	58,17	105
3	140 - 210	31	11,79	184	69,96	175
4	210 - 280	19	7,22	203	77,19	245
5	280 - 350	18	6,84	221	84,03	315
6	350 - 420	21	7,98	242	92,02	385
7	420 - 490	7	2,66	249	94,68	455
8	490 - 560	5	1,90	254	96,58	525
9	560 - 630	6	2,28	260	98,86	595

10	630 - 700	1	0,38	261	99,24	665
11	700 - 770	2	0,76	263	100,00	735

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 29 Histograma de frequência de chuva para Pindaré Mirim



1.2.4.5 Cajarí – Estação Boa Vista do Pindaré

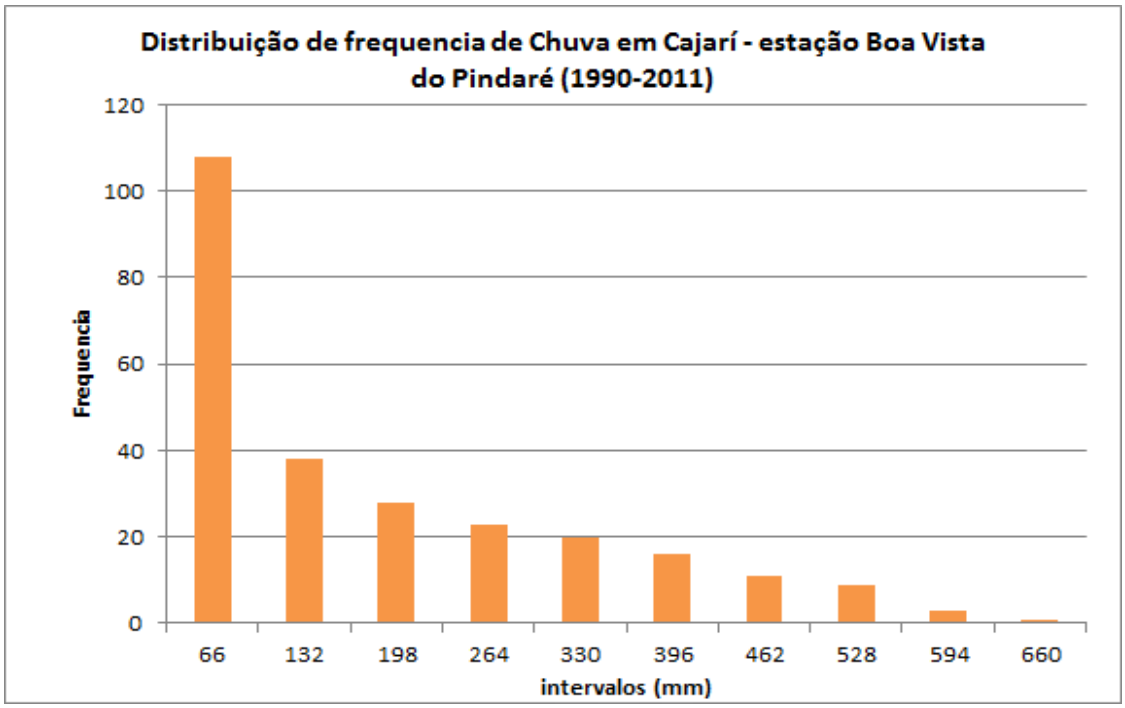
Cajari apresentou 10 classes com amplitude de 66 mm, sendo que a maior frequência é da classe inferior (0-66 mm) com 108, representando aproximadamente 42% da série, já a frequência do limite superior (594-660) foi de apena 1, representando cerca de 0,4% da série.

TABELA 11. Distribuição de frequência das chuvas para Cajarí – estação Boa Vista do Pindaré

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 66	108	42,02	108	42,02	33
2	66 - 132	38	14,79	146	56,81	99
3	132 - 198	28	10,89	174	67,70	165
4	198 - 264	23	8,95	197	76,65	231
5	264 - 330	20	7,78	217	84,44	297
6	330 - 396	16	6,23	233	90,66	363
7	396 - 462	11	4,28	244	94,94	429
8	462 - 528	9	3,50	253	98,44	495
9	528 - 594	3	1,17	256	99,61	561
10	594 - 660	1	0,39	257	100,00	627

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 30. Histograma de frequência de chuva para Cajari – estação Boa Vista do Pindaré



1.2.4.6 Monção – Estação Newton Belo

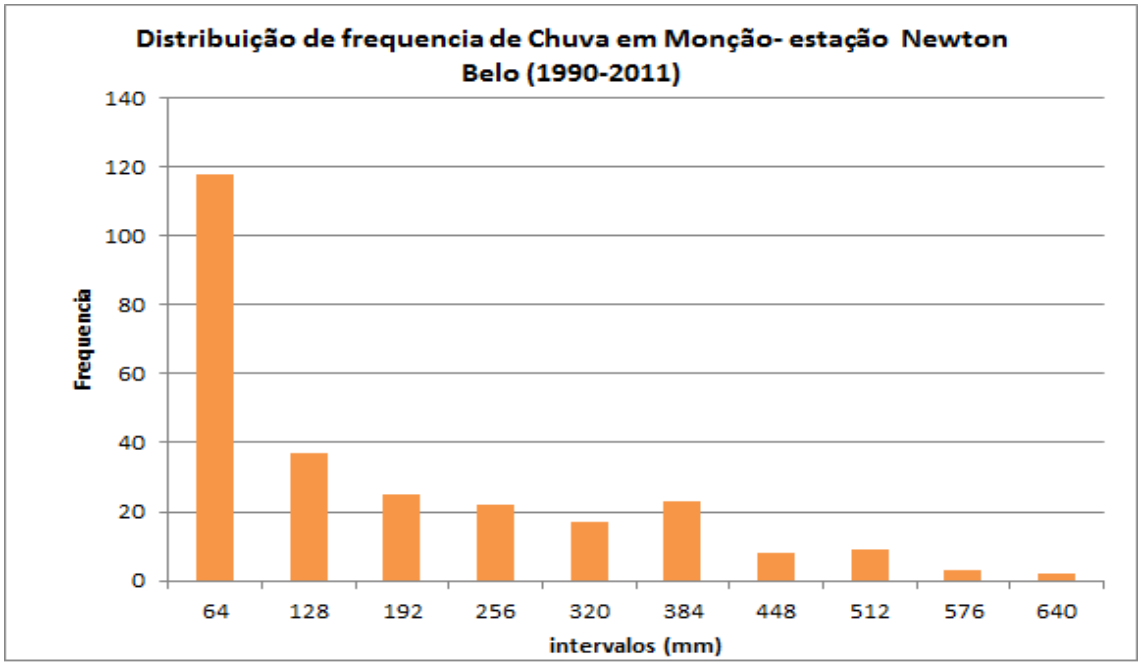
Em Monção a distribuição de frequência apresentou 10 classes com amplitude de 64 mm. A primeira e mais frequente classe ficou com a distribuição de 118, representando 44,7% do total, já a décima classe apresentou frequência de 2, totalizando 0,76% da série.

TABELA 12. Distribuição de frequência das chuvas para Monção – estação Newton Belo

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 64	118	44,70	118	44,70	32
2	64 - 128	37	14,02	155	58,71	96
3	128 - 192	25	9,47	180	68,18	160
4	192 - 256	22	8,33	202	76,52	224
5	256 - 320	17	6,44	219	82,95	288
6	320 - 384	23	8,71	242	91,67	352
7	384 - 448	8	3,03	250	94,70	416
8	448 - 512	9	3,41	259	98,11	480
9	512 - 576	3	1,14	262	99,24	544
10	576 - 640	2	0,76	264	100,00	608

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 31. Histograma de frequência de chuva para Monção – estação Newton Belo.



1.2.4.7 Bom Jardim – Estação Tucumã

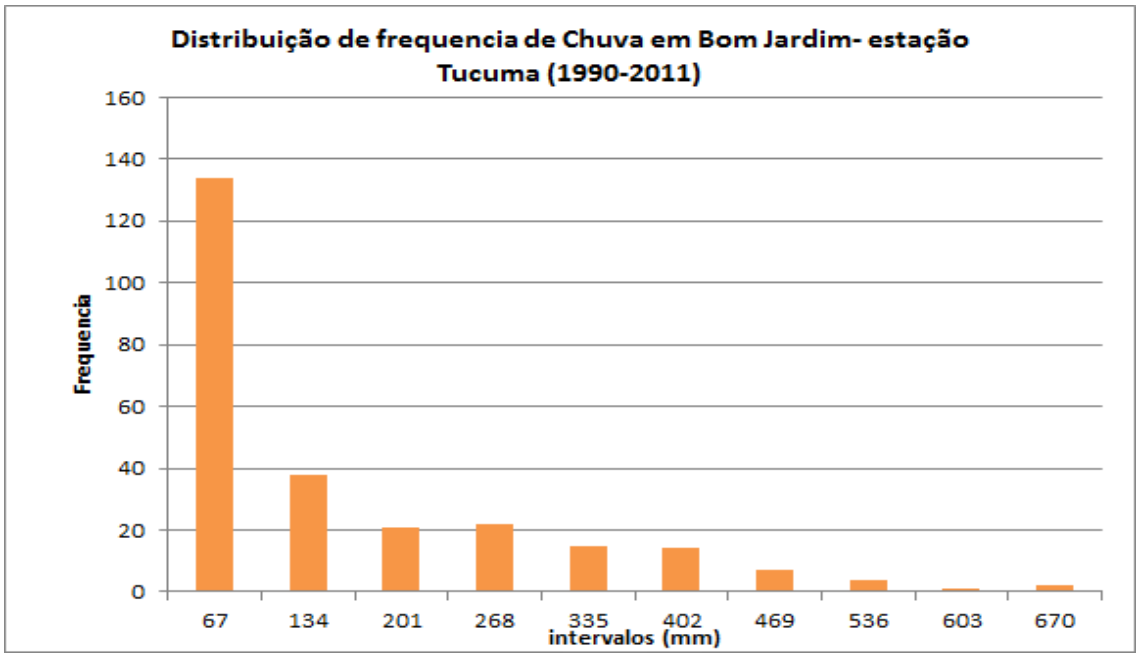
A estação de Bom Jardim apresentou 10 classes com amplitude de 67 mm. A Classe mais frequente é a primeira classe com 134, representando em torno de 52% dos eventos de chuva da série. Os maiores volumes de chuva apresentado na série estão contidos na décima classe com frequência de 2, representando 0,78% do total.

TABELA 13. Distribuição de frequência das chuvas para Bom Jardim – estação Tucuma

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 67	134	51,94	134	51,94	33,5
2	67 - 134	38	14,73	172	66,67	100,5
3	134 - 201	21	8,14	193	74,81	167,5
4	201 - 268	22	8,53	215	83,33	234,5
5	268 - 335	15	5,81	230	89,15	301,5
6	335 - 402	14	5,43	244	94,57	368,5
7	402 - 469	7	2,71	251	97,29	435,5
8	469 - 536	4	1,55	255	98,84	502,5
9	536 - 603	1	0,39	256	99,22	569,5
10	603 - 670	2	0,78	258	100,00	636,5

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 32. Histograma de frequência de chuva para Bom Jardim – estação Tucumã.



1.2.4.8 Pedreiras – Estação Pedreiras II

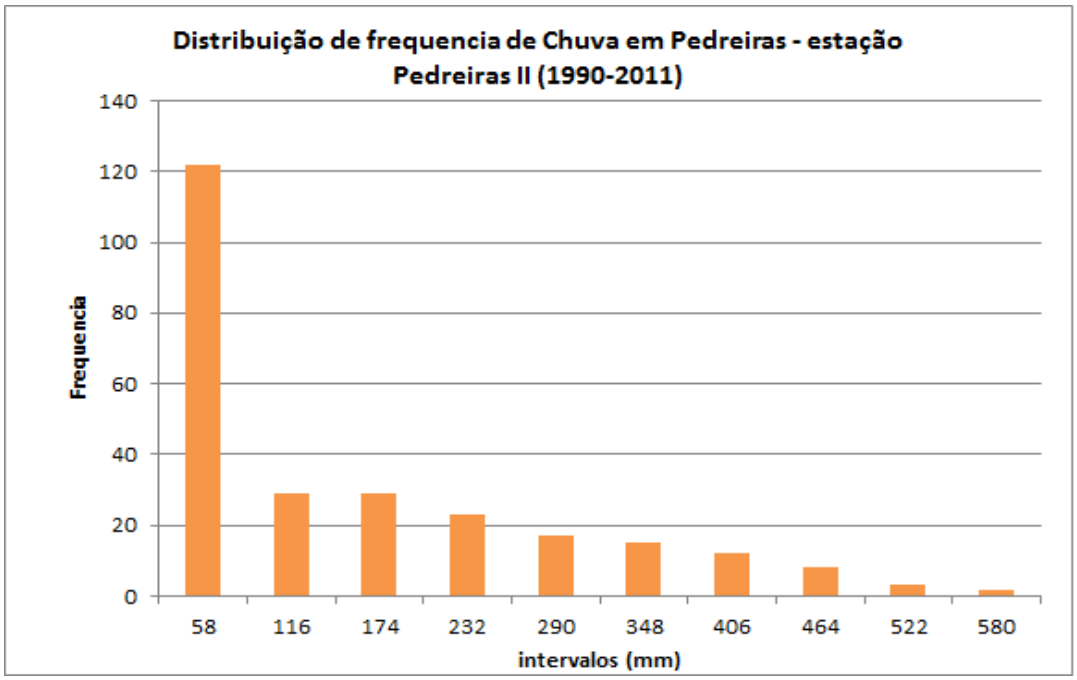
A distribuição de frequência de Pedreira apresentou 10 classes com intervalos de 58 mm, onde a classe inferior (0-58 mm) é a mais frequente com 122, representando aproximadamente 47% das observações da série. A décima classe apresentou frequência 2 com representatividade de 0,77%.

TABELA 14. Distribuição de frequência das chuvas para Pedreiras – estação Pedreiras

Classes (i)	Intervalo de classes (Ii – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 58	122	46,92	122	46,92	29
2	58 - 116	29	11,15	151	58,08	87
3	116 - 174	29	11,15	180	69,23	145
4	174 - 232	23	8,85	203	78,08	203
5	232 - 290	17	6,54	220	84,62	261
6	290 - 348	15	5,77	235	90,38	319
7	348 - 406	12	4,62	247	95,00	377
8	406 - 464	8	3,08	255	98,08	435
9	464 - 522	3	1,15	258	99,23	493
10	522 - 580	2	0,77	260	100,00	551

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 33. Histograma de frequência de chuva para Pedreiras – estação Pedreiras II



1.2.4.9 Barra do Corda – Estação Santa Vitória

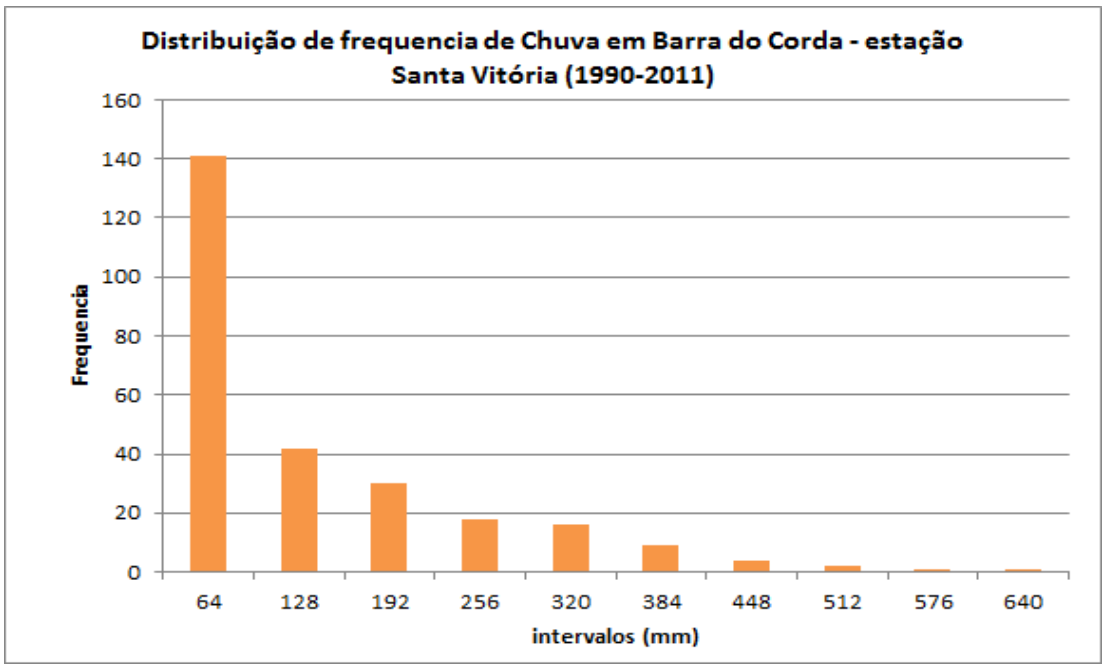
Barra do Corda apresentou 10 classes com intervalos de 64 mm. A primeira classe apresentou a maior frequência de 141, representado cerca de 53% do total. A décima classe apresentou um evento de chuva no intervalo de 576-640 mm, e esse intervalo representa 0,38% da série.

TABELA 15. Distribuição de frequência das chuvas para Barra do Corda – estação Santa Vitória

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 64	141	53,41	141	53,41	32
2	64 - 128	42	15,91	183	69,32	96
3	128 - 192	30	11,36	213	80,68	160
4	192 - 256	18	6,82	231	87,50	224
5	256 - 320	16	6,06	247	93,56	288
6	320 - 384	9	3,41	256	96,97	352
7	384 - 448	4	1,52	260	98,48	416
8	448 - 512	2	0,76	262	99,24	480
9	512 - 576	1	0,38	263	99,62	544
10	576 - 640	1	0,38	264	100,00	608

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 34. Histograma de frequência de chuva para Barra do Corda - estação Santa Vitória.



1.2.4.10 Santa Luzia - Estação Esperantina

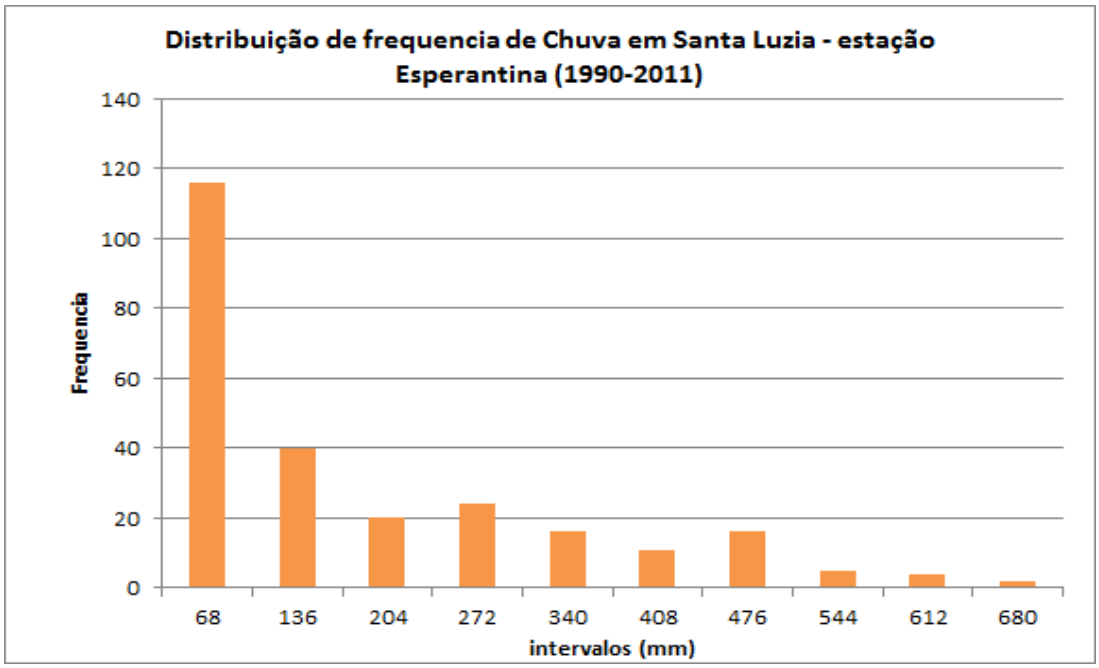
Santa Luzia apresentou 10 classes com intervalo de 68 mm, sendo que a primeira classe representa cerca de 46% das frequências e a décima classe 0,79 % do total.

TABELA 16. Distribuição de frequência das chuvas para Santa Luzia – estação Esperantina

Classes (i)	Intervalo de classes (Ii – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 68	116	45,67	116	45,67	34
2	68 - 136	40	15,75	156	61,42	102
3	136 - 204	20	7,87	176	69,29	170
4	204 - 272	24	9,45	200	78,74	238
5	272 - 340	16	6,30	216	85,04	306
6	340 - 408	11	4,33	227	89,37	374
7	408 - 476	16	6,30	243	95,67	442
8	476 - 544	5	1,97	248	97,64	510
9	544 - 612	4	1,57	252	99,21	578
10	612 - 680	2	0,79	254	100,00	646

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 35. Histograma de frequência de chuva para Santa Luzia – estação Esperantina.



1.2.4.11 Lago da Pedra – Estação Angico

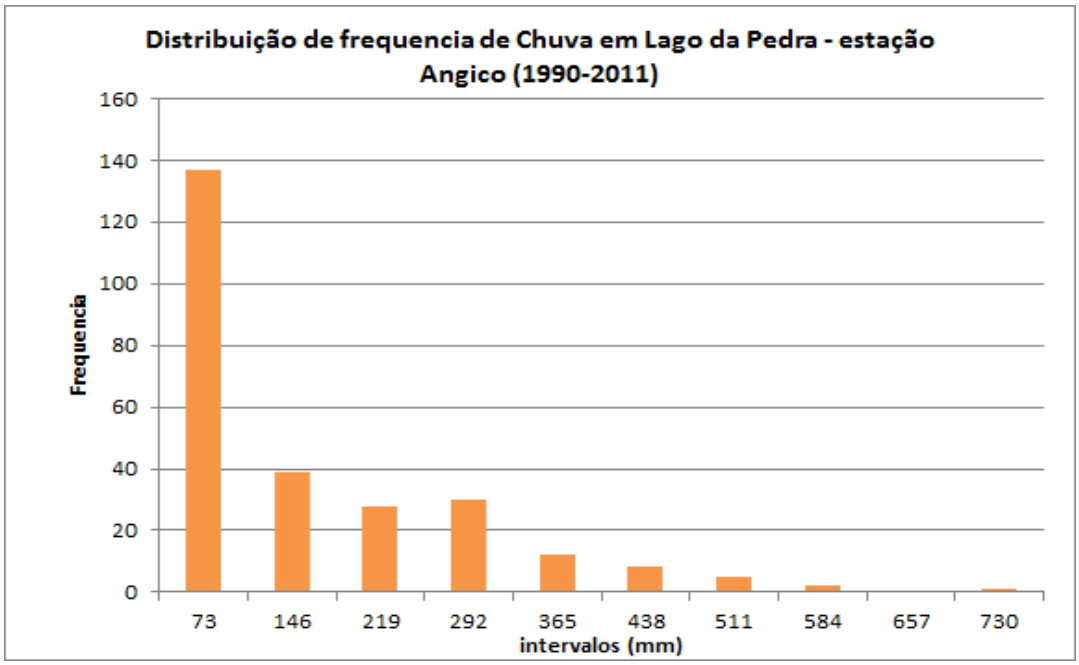
Lago da Pedra apresentou 10 classes na distribuição de frequência com amplitude de 73 mm. A primeira classe apresentou frequência de 137, representando certa de 52,29% da distribuição, enquanto que a décima classe apresentou frequência 1 representando 0,38% da distribuição.

TABELA 17. Distribuição de frequência das chuvas para Lago da Pedra – estação Angico

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 73	137	52,29	137	52,29	36,5
2	73 - 146	39	14,89	176	67,18	109,5
3	146 - 219	28	10,69	204	77,86	182,5
4	219 - 292	30	11,45	234	89,31	255,5
5	292 - 365	12	4,58	246	93,89	328,5
6	365 - 438	8	3,05	254	96,95	401,5
7	438 - 511	5	1,91	259	98,85	474,5
8	511 - 584	2	0,76	261	99,62	547,5
9	584 - 657	0	0,00	261	99,62	620,5
10	657 - 730	1	0,38	262	100,00	693,5

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 36. Histograma de frequência de chuva para Lago da Pedra - estação Angico



1.2.4.12 Grajaú – estação Arame

A distribuição de frequência de Grajaú apresentou 10 classes com intervalos de 68 mm. A primeira classe apresentou frequência absoluta de 143, representando 55,64% da distribuição, já as classes 8 e 9 não tiveram eventos registrados. A classe menos frequente, décima, apresentou frequência absoluta 1, representado 0,39% da distribuição.

TABELA 18. Distribuição de frequência das chuvas para Grajaú – estação Arame

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 68	143	55,64	143	55,64	34
2	68 - 136	38	14,79	181	70,43	102
3	136 - 204	29	11,28	210	81,71	170
4	204 - 272	25	9,73	235	91,44	238
5	272 - 340	13	5,06	248	96,50	306
6	340 - 408	6	2,33	254	98,83	374
7	408 - 476	2	0,78	256	99,61	442
8	476 - 544	0	0,00	256	99,61	510
9	544 - 612	0	0,00	256	99,61	578
10	612 - 680	1	0,39	257	100,00	646

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

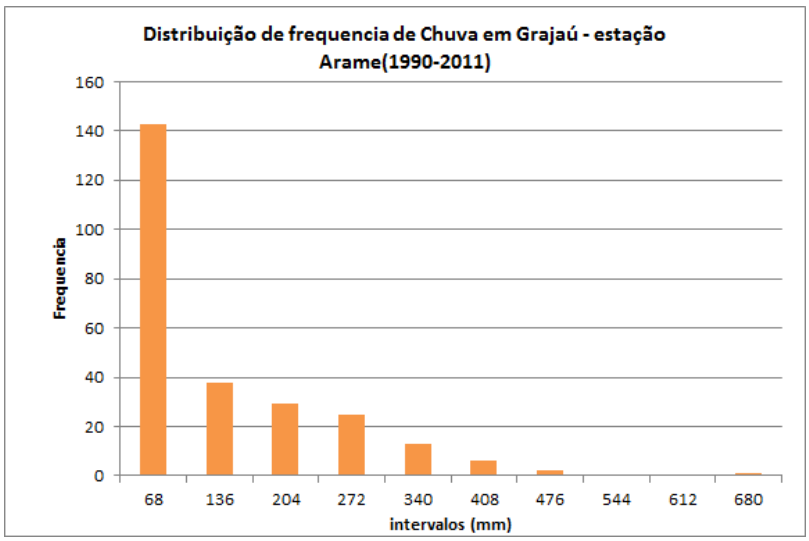


FIGURA 37. Histograma de frequência de chuva para Grajaú - estação Arame

1.2.4.13 Vitorino Freire – Estação São João do Grajaú

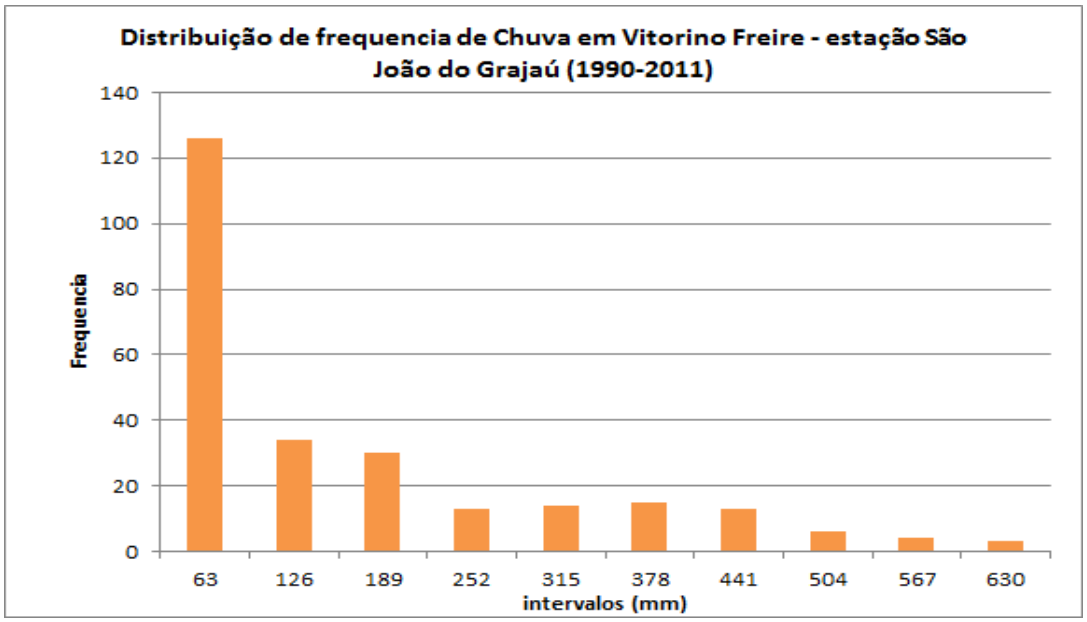
Vitorino Freire apresentou 10 classes com intervalos de 63 mm. 126 foi a frequência absoluta da primeira classe, com frequência relativa de 48,84%. A décima classe foi a menos frequente com frequência absoluta de 3, representando 1,16% das frequências.

TABELA 19. Distribuição de frequência das chuvas para Vitorino Freire – estação São João do Grajaú

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 63	126	48,84	126	48,84	31,5
2	63 - 126	34	13,18	160	62,02	94,5
3	126 - 189	30	11,63	190	73,64	157,5
4	189 - 252	13	5,04	203	78,68	220,5
5	252 - 315	14	5,43	217	84,11	283,5
6	315 - 378	15	5,81	232	89,92	346,5
7	378 - 441	13	5,04	245	94,96	409,5
8	441 - 504	6	2,33	251	97,29	472,5
9	504 - 567	4	1,55	255	98,84	535,5
10	567 - 630	3	1,16	258	100,00	598,5

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 38. Histograma de frequência de chuva para Vitorino Freire – estação São João do Grajaú



1.2.4.14 Açailândia

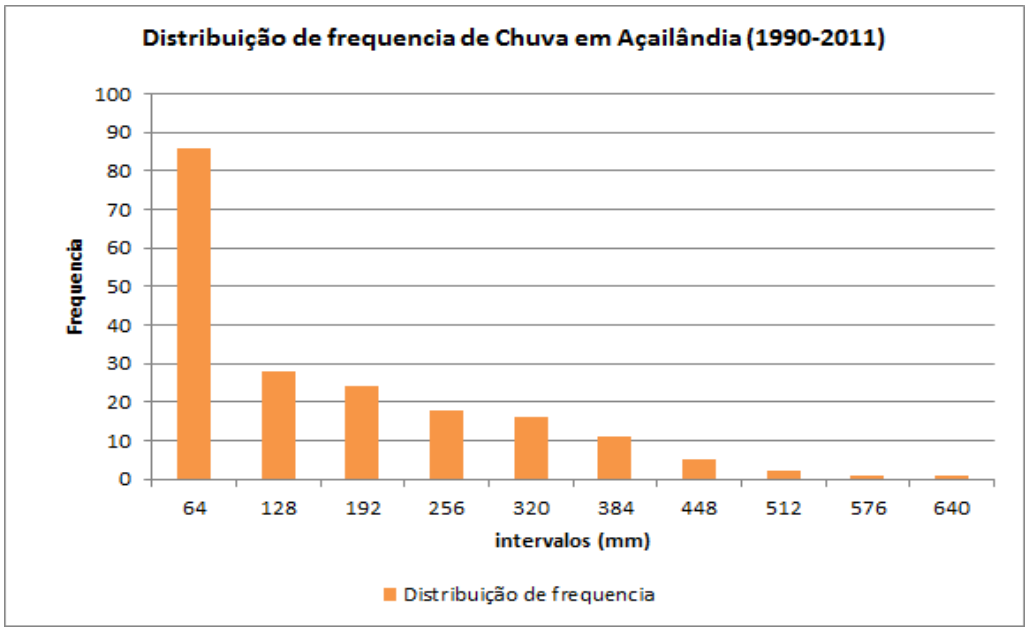
Açailândia apresentou a distribuição de frequência com 10 classes e 86 mm de amplitude de classe. A primeira classe foi a mais frequente com frequência relativa de 86, totalizando 44,79% da série. As classes 9 e 10 foram as menos frequentes com representatividade de 0,52% cada.

TABELA 20. Distribuição de frequência das chuvas para Açailândia

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 64	86	44,79	86	44,79	32
2	64 - 128	28	14,58	114	59,38	96
3	128 - 192	24	12,50	138	71,88	160
4	192 - 256	18	9,38	156	81,25	224
5	256 - 320	16	8,33	172	89,58	288
6	320 - 384	11	5,73	183	95,31	352
7	384 - 448	5	2,60	188	97,92	416
8	448 - 512	2	1,04	190	98,96	480
9	512 - 576	1	0,52	191	99,48	544
10	576 - 640	1	0,52	192	100,00	608

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 39. Histograma de frequência de chuva para Açailândia.



1.2.4.15 Presidente Dutra – estação Flores

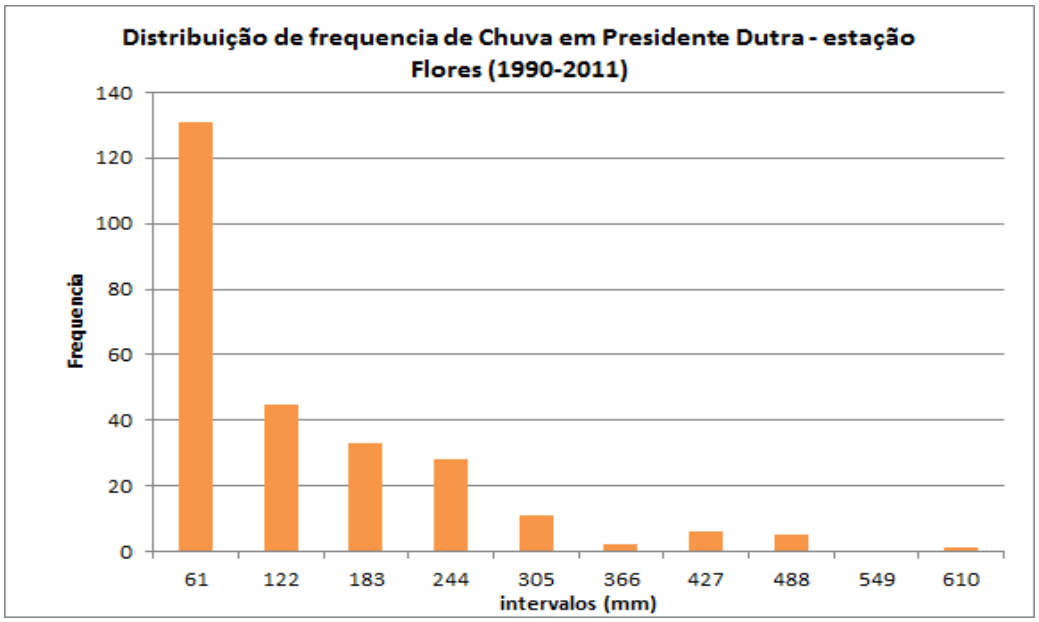
Em Presidente Dutra a distribuição de frequência apresentou 10 classes com amplitude de 61 mm. A primeira classe apresentou frequência 131 representando 50% das frequências. A nona classe não apresentou evento e a décima classe apresentou a frequência 1, que representou 0,38% das frequências relativas.

TABELA 21. Distribuição de frequência das chuvas para Presidente Dutra – estação Flores

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 61	131	50,00	131	50,00	30,5
2	61 - 122	45	17,18	176	67,18	91,5
3	122 - 183	33	12,60	209	79,77	152,5
4	183 - 244	28	10,69	237	90,46	213,5
5	244 - 305	11	4,20	248	94,66	274,5
6	305 - 366	2	0,76	250	95,42	335,5
7	366 - 427	6	2,29	256	97,71	396,5
8	427 - 488	5	1,91	261	99,62	457,5
9	488 - 549	0	0,00	261	99,62	518,5
10	549 - 610	1	0,38	262	100,00	579,5

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 40. Histograma de frequência de chuva para Presidente Dutra



1.2.4.16 Sítio Novo

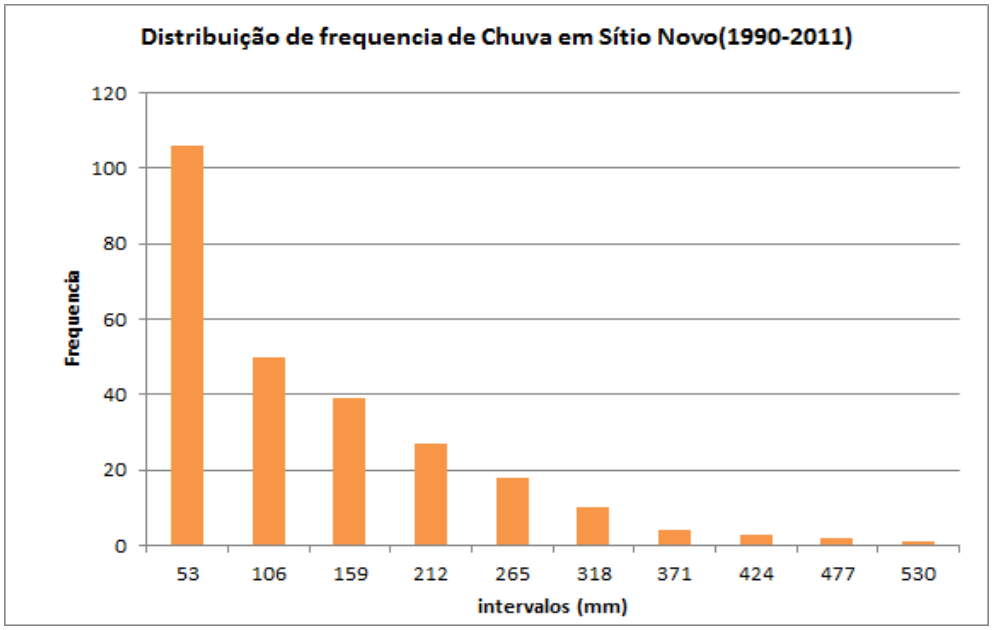
Em Sítio Novo a distribuição de frequência apresentou 10 classes com amplitude de 53mm. A primeira classe apresentou frequência absoluta de 106, que representou 40,77% das frequências, já a décima classe apresentou frequência absoluta de 1, com representividade de 0,38% da série.

TABELA 22. Distribuição de frequência das chuvas para Sítio Novo

Classes (i)	Intervalo de classes (li – Li)	fi	fri	Fi	Fri	Xi
1	0 - 53	106	40,77	106	40,77	26,5
2	53 - 106	50	19,23	156	60,00	79,5
3	106 - 159	39	15,00	195	75,00	132,5
4	159 - 212	27	10,38	222	85,38	185,5
5	212 - 265	18	6,92	240	92,31	238,5
6	265 - 318	10	3,85	250	96,15	291,5
7	318 - 371	4	1,54	254	97,69	344,5
8	371 - 424	3	1,15	257	98,85	397,5
9	424 - 477	2	0,77	259	99,62	450,5
10	477 - 530	1	0,38	260	100,00	503,5

fi - frequência absoluta; **fri** - frequência relativa (%); **Fi** - frequência absoluta acumulada; **Fri** - frequência relativa acumulada (%) e **Xi** - ponto médio da classe.

FIGURA 41. Histograma de frequência de chuva para Sítio Novo.



PARTE 2

ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA BACIA DO RIO MEARIM

1.Regiões Homogêneas de Precipitação - RHP

O Zoneamento Agrícola em virtude da grande variabilidade das chuvas ao longo da bacia hidrográfica do rio Mearim, adotaram-se recortes geográficos com base nas Regiões Homogêneas de Precipitação-RHP. Esta regionalização foi definida a partir do trabalho de tese de doutorado do professor Ronaldo Nascimento de Menezes (2009), do Departamento de Engenharia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias da UEMA, o qual identificou e mapeou, para o Maranhão, 10 Regiões com padrões de chuvas distintos entre si, subsidiando o desenvolvimento deste trabalho.

2 Composição Municipal das Regiões Homogêneas de Precipitação (RHP) para a Bacia Hidrográfica do rio Mearim

Dentro do território da bacia do rio Mearim foram identificada, em função da sua grande abrangência espacial, 7 RHPs, das 10 Regiões que existem no Estado do Maranhão (SAGRIMA, 2019), sendo as RHPs: 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8. A seguir estão listados, por RHP, os municípios inseridos na bacia do rio Mearim.

TABELA 1. Municípios da RHP-1 dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Cajapió	4	São João Batista
2	Matinha	5	São Vicente Ferrer
3	Olinda Nova do Maranhão		

TABELA 2. Municípios da RHP-2 dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Altamira do Maranhão	13	Penalva
2	Alto Alegre do Pindaré	14	Pindaré-Mirim
3	Araguanã	15	Pio XII
4	Bela Vista do Maranhão	16	Santa Inês
5	Bom Jardim	17	São João do Carú
6	Cajari	18	Satubinha
7	Centro Novo do Maranhão	19	Tufilândia
8	Governador Newton Bello	20	Viana
9	Igarapé do Meio	21	Vitória do Mearim
10	Monção	22	Vitorino Freire
11	Olho d'Água das Cunhãs	23	Zé Doca
12	Pedro do Rosário		

TABELA 3. Municípios da RHP-3 dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Anajatuba	14	Lago Verde
2	Arari	15	Matões do Norte
3	Bacabal	16	Miranda do Norte
4	Bacabeira	17	Santa Rita
5	Conceição do Lago-Açu	18	São Mateus do Maranhão
6	Itapecuru Mirim	19	

TABELA 4. Municípios da RHP-5 dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Açailândia	13	Joselândia
2	Amarante do Maranhão	14	Lago da Pedra
3	Arame	15	Lago do Junco
4	Barra do Corda	16	Lago dos Rodrigues
5	Bom Jesus das Selvas	17	Lagoa Grande do Maranhão
6	Bom Lugar	18	Marajá do Sena
7	Brejo de Areia	19	Paulo Ramos
8	Buriticupu	20	Poção de Pedras
9	Esperantinópolis	21	Santa Luzia
10	Itaipava do Grajaú	22	São Raimundo do Doca Bezerra
11	Itinga do Maranhão	23	São Roberto
12	Jenipapo dos Vieiras		

TABELA 5. Municípios da RHP-6 dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Bernardo do Mearim	10	Pedreiras
2	Capinzal do Norte	11	Peritoró
3	Dom Pedro	12	Santo Antônio dos Lopes
4	Gonçalves Dias	13	São José dos Basílios
5	Igarapé Grande	14	São Luís Gonzaga do Maranhão
6	Lima Campos	15	Trizidela do Vale

TABELA 6. Municípios da RHP-7dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Buritirana	12	São Francisco do Brejão
2	Formosa da Serra Negra	13	São João do Paraíso
3	Fortaleza dos Nogueiras	14	São Pedro dos Crentes
4	Grajaú	15	Senador La Rocque
5	João Lisboa	16	Sítio Novo
6	Montes Altos		

TABELA 7. Municípios da RHP-8 dentro da bacia hidrográfica do rio Mearim.

Nº	Municípios	Nº	Municípios
1	Fernando Falcão	4	Santa Filomena do Maranhão
2	Graça Aranha	5	São Domingos do Maranhão
3	Presidente Dutra	6	Tuntum

3 Caracterização climática por Região Homogênea de Precipitação (RHP) para a Bacia Hidrográfica do rio Mearim

Para o estudo de avaliação da disponibilidade hídrica, classificação climática e estação de crescimento, foram utilizados dados estimados de evapotranspiração potencial-ETP, conforme proposto por Thornthwaite (1948). A partir dos dados de precipitação pluvial e evapotranspiração potencial foram estimados os dados de excesso e deficiência hídrica, conforme proposto por Thorthwaite e Mather (1955).

3.1 Classificação climática

A partir dos dados de chuva e evapotranspiração potencial, estimada pelo método de Thorthwaite (1948), foi elaborado o balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) para a obtenção dos períodos de excesso e deficiência de água no solo para Capacidade de Água Disponível-CAD de 100 mm, este utilizado apenas para o trabalho de caracterização climática. A partir dessas informações foram definidas as tipologias climáticas de todas as 10 regiões homogêneas de precipitação segundo critério proposto por Thornthwaite (1948).

3.2 Estação de crescimento/cultivo

O período de cultivo agrícola ou a estação de crescimento corresponde ao período compreendido entre o início e fim da estação das chuvas, mais o tempo necessário para que as reservas de água no solo se esgotem. Corresponde, portanto, ao período para o cultivo das culturas de sequeiro.

Para identificar o referido período os dados de precipitação foram cruzados aos dados de evapotranspiração potencial, conforme sugerido por Kassam (1978) e definido pelas seguintes condições:

a. O início da estação das chuvas/estação de crescimento foi definido quando os totais pluviométricos foram superiores a metade da evapotranspiração potencial para um mesmo período;
b. O fim da estação das chuvas ocorre quando os totais de chuvas se tornam inferiores a metade dos totais de evapotranspiração potencial, porém a estação de crescimento só termina alguns dias após o fim da estação das chuvas até que as reservas de água no solo se esgotem;
c. A estação úmida começa quando os totais de chuva são superiores a evapotranspiração potencial total e termina quando os totais de chuvas são inferiores aos de evapotranspiração potencial. Durante este período, as chuvas estão completamente estabelecidas, quando há grande disponibilidade de água para as culturas e normalmente refletindo em período de excesso de água no solo.

3.4 Balanço hídrico climático

Para avaliar a disponibilidade hídrica das regiões homogêneas de precipitação, com relação os períodos de reposição, retirada, excesso e deficiência de água no solo utilizou-se o método proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Este método considera a precipitação pluvial como a entrada de água no solo, a evapotranspiração potencial como a saída de água do solo e a Capacidade de Água Disponível do Solo - CAD. A partir desses elementos foram contabilizados os períodos de excesso e deficiência de água no solo. A deficiência de água foi obtida pela expressão (1).

$$DEF = ETP - ETR \qquad (1)$$

Onde:

ETP corresponde a Evapotranspiração Potencial (mm) e ETR a Evapotranspiração Real (mm). A ETR, obtida pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), foi definida pelas condições estabelecidas pelas expressões (2) e (3):

Se (P-ETP) < 0 -> ETR = P + |ALT| (2)

Se (P-ETP) > ou = 0 -> ETR = ETP (3)

Onde: P, corresponde a precipitação pluvial (mm) e ALT (mm) a alteração que consiste da diferença entre o Armazenamento de água no solo entre dois meses subsequentes.

O excesso de água no solo foi definido pelas condições estabelecidas pelas expressões (4) e (5):

Se ARM < CAD -> EXC = 0 (4)

Se ARM = CAD -> EXC = (P-ETP) – ALT (5)

Onde: CAD, corresponde a Capacidade de Água Disponível no Solo (mm), que para fins de avaliação climática foi estabelecido 100 mm e ARM, o Armazenamento de água no solo (mm).

3.5 Calendário agrícola de risco climático

Para o processamento das informações foi utilizado o software SARRAZON (Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos), segundo Baron et. al. (2006), que corresponde a um sistema de análise de balanço hídrico que integra três bases de informações, quais sejam: clima, solo e planta.

a) Clima

As variáveis climáticas utilizadas foram a precipitação pluvial e evapotranspiração potencial em seus totais decendiais (acumulados a cada 10 dias) entre os anos de 1987 e 2016 (30 anos).

b) Solo

Capacidade de Armazenamento de Água no Solo (CAD): Dada em função do tipo de solo e da profundidade efetiva (Pe) do sistema radicular da cultura da soja. É fundamental na modelagem das simulações do balanço hídrico a informação de quais os tipos de solos que

fazem parte do estudo (tipos 1, 2 e 3), com seu CAD em função da produtividade de exploração das raízes (Tabela 8).

TABELA 8. Parâmetros utilizados para a análise de risco climático relacionado ao solo.

Solos	Capacidade de Retenção de água	TA	AD/CAD
Tipo I	BAIXA	10% ≤ TA < 15% ou TA ≥ 15% com Δ ≥ 50	AD = 0,6 mm/cm CAD = AD * Pe
Tipo II	MÉDIA	15% ≤ TA < 35% com Δ < 50	AD = 1,2 mm/cm CAD = AD * Pe
Tipo III	ALTA	TA ≥ 35%	AD = 1,8 mm/cm CAD = AD * Pe

Os solos do tipo I correspondem aos de textura arenosa onde se enquadram o Neossolo Quartzarênico, Areias quartzosas e solos aluviais arenosos. Os solos do tipo II são os de textura média, correspondem aos Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro e os solos do tipo III são os de textura argilosa que compreendem Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, podzólicos vermelho-amarelo e vermelho-escuro (terra roxa estruturada); Latossolos roxo, vermelho-escuro e vermelho-amarelo (com mais de 35% de Teor de Argila-TA); Cambissolos eutróficos e solos aluviais de textura média argilosa.

Para o cultivo em solos de textura arenosa foi considerado a Água Disponível - AD de 0,6 mm/cm, para os de textura média 1,2 mm/cm e 1,8 mm/cm para os de textura argilosa. Para as culturas com profundidade efetiva do sistema radicular de 40 cm, neste caso milho e soja, a Capacidade de Água Disponível-CAD para os solos de textura arenosa, média e argilosa utilizada foi de 24 mm, 48 mm e 72 mm, respectivamente. Para as culturas de arroz e feijão, que apresentam Profundidade efetiva-Pe do sistema radicular de 30 cm, a CAD utilizada para os solos de textura arenosa, média e argilosa foram de 18 mm, 36 mm e 54 mm, respectivamente.

Não são recomendadas para o plantio, para nenhum tipo de sistema de produção agrícola, áreas de preservação obrigatória, com declividade superior a 45% ou solos pedregosos com declives acima de 20% e solos com menos de 50 cm de profundidade.

C) Planta

Foram considerados nas análises do balanço hídrico com relação a planta a profundidade do sistema radicular-Pe, o ciclo produtivo, a duração das fases fenológicas e os coeficientes de crescimento (Kc), conforme descrito nas Tabelas 9 e 10, respectivamente:

TABELA 9. Características para as culturas.

CULTURA	Pe (cm)	Ciclo Produtivo Dias	Fases Fenológicas Dias
SOJA	40	120	Fase I - 20 Fase II - 30 Fase III - 35 Fase IV - 35
MILHO	40	120	Fase I - 40 Fase II - 20 Fase III - 20 Fase IV - 40
ARROZ	30	120	Fase I - 20 Fase II - 40 Fase III - 30 Fase IV - 30
FEIJÃO	30	70	Fase I - 15 Fase II - 25 Fase III - 20 Fase IV - 10

FIGURA 1. Representação das fases fenológicas para a cultura do milho (exemplo).

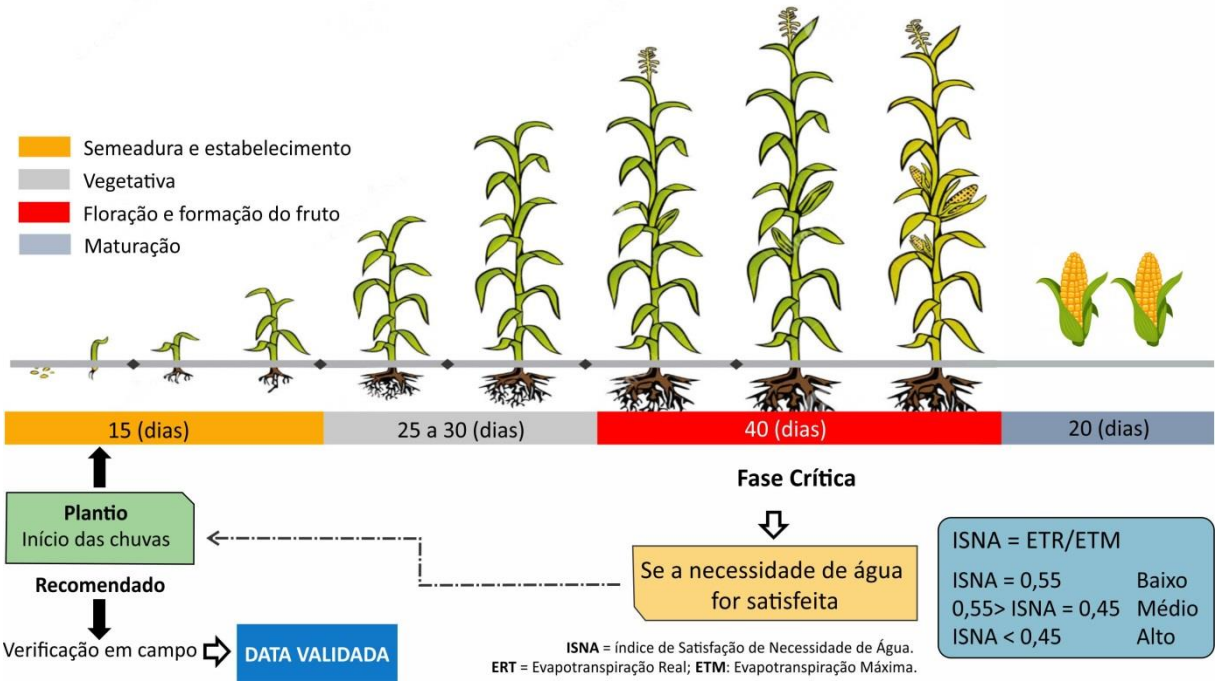


TABELA 10. Coeficientes de crescimento (Kc) das culturas da soja, milho, arroz e feijão caupí.

CULTURA	DECÊNDIOS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SOJA	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00	1,15	1,00	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50
MILHO	0,40	0,45	0,50	0,60	0,85	1,00	1,10	1,25	0,90	0,80	0,70	0,60	0,60
ARROZ	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,20	1,10	0,90	0,80	0,70	0,60
FEIJÃO	0,30	0,50	0,80	0,90	1,00	1,20	0,75	0,65	-	-	-	-	-

A interação entre os fatores clima, solo e planta foi realiza a partir do Sistema de Análise Regional de Riscos Agroclimáticos-SARRAZON, que corresponde a um modelo agrometeorológico desenvolvidos por BARON et. al. (1996), que simula o balanço hídrico de água no solo para a cultura. O parâmetro mais importante resultante desse processo de interação é o Índice de Satisfação das Necessidades de Água – ISNA, obtido da relação entre a evapotranspiração real (ETr), que representa a quantidade de água que a planta efetivamente consumiu, e a evapotranspiração máxima da culturas (ETm), que representa a quantidade de água desejável para garantir a produtividade máxima da cultura. O ISNA foi determinado para as quatro fases do ciclo produtivo, porém apenas a fase I-semeadura/emergência, onde a umidade do solo é fundamental para garantir a germinação das sementes e fase III-floração e enchimento de grãos, período mais sensível ao déficit hídrico e de maior demanda hídrica.

Foram considerados para a definição das datas de plantio os valores de ISNA com 80% de probabilidade de ocorrência, ou seja, o ISNA a ser considerado para as análises é aquele que garante que em pelos menos 80% dos anos estudados o valor de ISNA ficou nos limites considerados favoráveis ao plantio.

Para a caracterização do risco climático associado aos cultivos da soja, arroz, milho e feijão no Estado do Maranhão, foram estabelecidos os limites de três classes de ISNA, para a fase III – floração/enchimento de grãos. Para a definição da janela de plantio plena utilizou-se apenas a condição de risco baixo na fase III, conforme descrito na Tabela 11, e ISNA ≥ 0,5 na fase I-semeadura/emergência.

TABELA 11. Índices de Satisfação das Necessidades de Água para as culturas da soja, milho, arroz e feijão caupí.

CULTURAS	CONDIÇÃO DE RISCO PARA O PLANTIO (FASE III - Floração/enchimento de grãos)		
	Baixo	**Médio**	**Alto**
SOJA	ISNA ≥ 0,65	0,65 > ISNA ≥ 0,55	ISNA < 0,55
MILHO	ISNA ≥ 0,55	0,55 > ISNA ≥ 0,45	ISNA < 0,45
ARROZ	ISNA ≥ 0,65	0,65 > ISNA ≥ 0,55	ISNA < 0,55
FEIJÃO	ISNA ≥ 0,60	0,60 > ISNA ≥ 0,50	ISNA < 0,50

Foram realizadas simulações do balanço hídrico a cada 10 dias de outubro a abril totalizando 21 datas de plantio considerando a estação de cultivo de cada região homogênea de precipitação. A partir dessas simulações foram construídos os calendários de risco climático que vão dá subsídios ao agricultor quanto a melhor época de plantio, bem como, a secretária de agricultura, quanto a programação para implementação, por exemplo, de um calendário de entrega de sementes específicos para os municípios e para diferentes culturas agrícola levando em consideração as particularidades de cada RHP.

3.6 Caracterização climática por Região Homogênea de Precipitação

Os resultados da caracterização climática para a bacia do rio Mearim foram divididos em duas etapas. A primeira correspondeu a um levantamento preliminar para avaliar as características agroclimáticas das RHPs, considerando os aspectos da tipologia climática; balanço hídrico, com ênfase nos períodos de excesso e deficiência de água no solo e a estação de crescimento/cultivo agrícola para estabelecer o período de início e fim da estação chuvosa onde se enquadra o cultivo das culturas de sequeiro. A segunda etapa correspondeu a elaboração do calendário agrícola regionalizado com base nas RHPs, para a determinação da janela de plantio para as culturas do arroz, feijão, milho a soja.

a) Região Homogênea de Precipitação 1: RHP-1

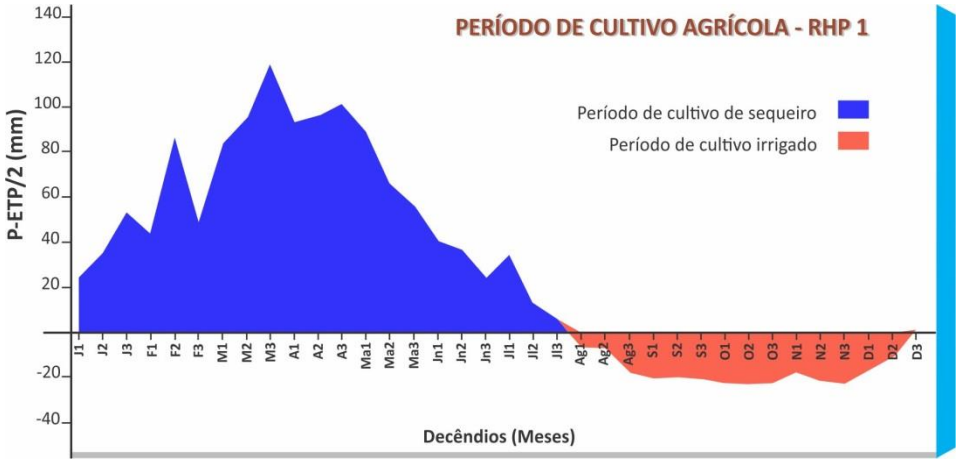
A Região Homogênea de Precipitação 1 (RHP-1), o clima da região é do tipo **B_1A´sa´**- Úmido, megatérmico, moderada deficiência hídrica, média anual de chuva de 2.055 mm, temperatura média anual de 27ºC e evapotranspiração potencial de 1.695,6 mm (Tabela 12).

TABELA 12. Classificação climática para a RHP-1.

Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = 24,3	B_1	Úmido
ETp = 1.695,6	A´	Megatérmico
Iu = 42,8	s	Moderada deficiência hídrica no verão
Cv = 26,6%	a´	Concentração de 26,6% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente.
FÓRMULA CLIMÁTICA: B_1 A´s a´		

O início da estação chuvosa, que marca o início da estação de cultivo/crescimento da região, acontece a partir do terceiro decêndio de dezembro (entre os dias 21 e 31), com término definido para o terceiro decêndio de julho (entre dias 21 e 31), Figura 2. Durante esse período, que contempla 223 dias, o total acumulado de chuvas é da ordem de 1.887 mm, representando 92% do total anual, atendendo, portanto, as necessidades hídricas exigidas para o plantio de culturas de sequeiro na região. A partir do primeiro decênio de agosto (entre os dias 1 e 10) até o segundo decênio de dezembro (entre os dias 11 e 20) o acumulado de chuvas é de apenas 163 mm, o que caracteriza o período seco da região, nessa condição só é recomendado plantio de culturas irrigadas (Figura 2).

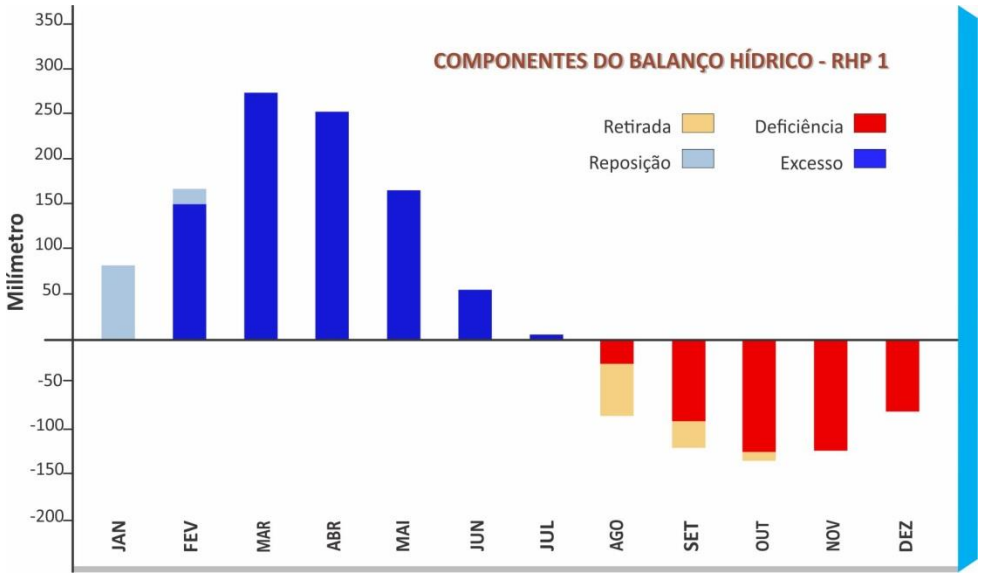
FIGURA 2. Período de cultivo agrícola para a RHP-1



O balanço hídrico da região, Figura 3, mostra que as chuvas observadas no terceiro decêndio de dezembro ainda não são suficientes para repor as perdas de água ocorridas durante o período de estiagem iniciada em agosto e intensificada nos meses de outubro e novembro. Somente a partir do mês de janeiro começa o período de reposição de água no solo e

subsequentemente o período de excedente hídrico, que se estende até o mês de julho e pico máximo sendo observado nos meses de março e abril.

FIGURA 3. Componentes do balanço hídrico para a RHP-1



b) Região Homogênea de Precipitação 2: RHP-2

A Região Homogênea de Precipitação 2 (RHP-2), o total anual de chuvas é de 1.879 mm, com temperatura média anual do ar de 26,4ºC (megatérmico), deficiência hídrica moderada e evapotranspiração potencial de 1.584 mm, sendo classificada pela fórmula climática **B_1 A´s a´,** Tabela 13.

TABELA 13. Classificação climática para a RHP-2.

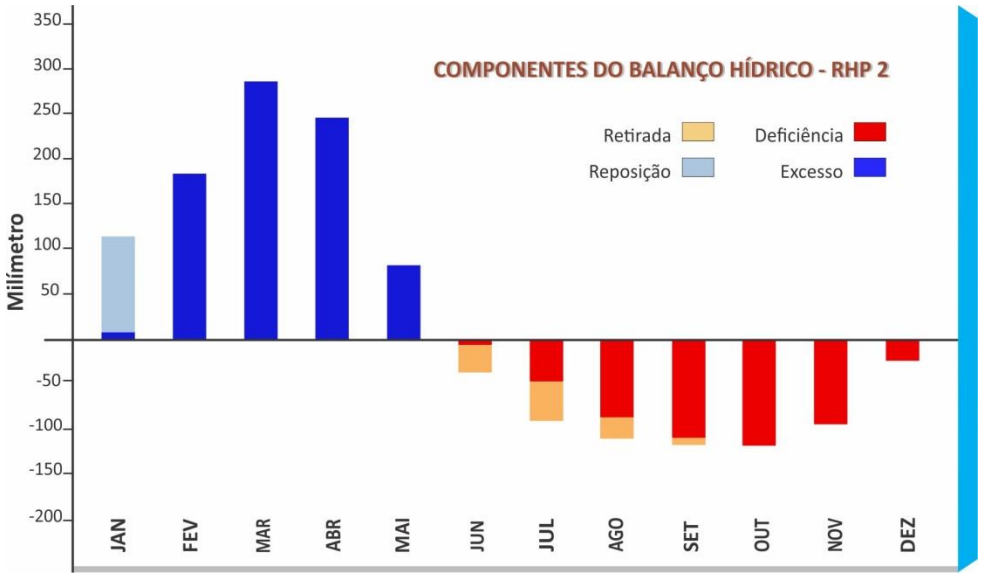
Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = 30,3	**B_1**	Úmido
ETp = 1.583,7	**A´**	Megatérmco
Iu = 48,5	**S**	Moderada deficiência de água nos meses mais quentes
Cv = 27,7%	**a´**	Concentração de 27,7% da evapotranspiração nos meses mais quentes do ano.
FÓRMULA CLIMÁTICA: **B_1 A´s a´**		

O período de crescimento, para o plantio de culturas de sequeiro, começa no segundo decênio de dezembro (entre os dias 11 e 20), quando iniciam as chuvas na região, e termina no terceiro decênio de junho (entre os dias 21 e 30), totalizando 202 dias, conforme observado na Figura 4. Durante esse período chove em média sobre a região 1.700 mm, correspondendo a 90,5% do total anual de precipitação. O cultivo irrigado começa a partir do primeiro decênio de julho se estendendo até o primeiro decênio de dezembro, conforme mostrado no Figura 4.

FIGURA 4. Período de cultivo agrícola para a RHP-2

Conforme observado na Figura 5, com o início das chuvas em dezembro começa o período de reposição de água no solo que efetivamente se observa em janeiro quando também se inicia o período com excesso de água no solo, se estendendo até maio. Com o fim do período de chuvas o solo gradativamente começa a perder umidade por evapotranspiração, dando início, em junho, o período de retirada de água e subsequentemente o período de deficiência hídrica, que se pronuncia até dezembro, sendo mais intensa nos meses de setembro e outubro.

FIGURA 5. Componentes do balanço hídrico para a RHP-2



c) Região Homogênea de Precipitação 3: RHP-3

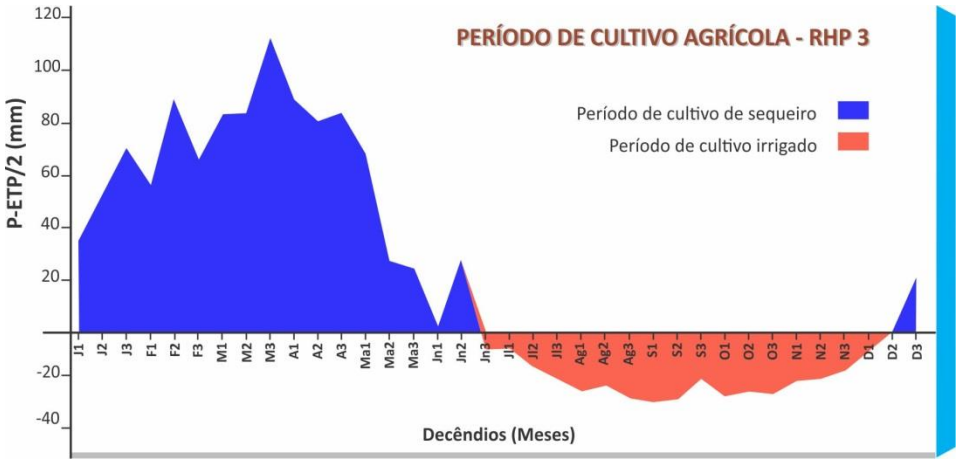
A Região Homogênea de Precipitação 3 (RHP-3), o clima da região é do tipo Úmido, megatérmico, acentuada deficiência hídrica, média anual de chuva de 1.738 mm, temperatura média anual de 26,5ºC e evapotranspiração potencial de 1.579 mm - $\mathbf{B_1 A' s_2 a'}$, Tabela 14.

TABELA 14. Classificação climática para a RHP-3.

Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = 23,4	$\mathbf{B_1}$	Úmido
ETp = 1.579,1	**A´**	Megatérmico
Iu = 44,3	$\mathbf{s_2}$	Acentuada deficiência de água nos meses mais quentes
Cv = 28,5%	**a´**	Concentração de 28,5% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente.
FÓRMULA CLIMÁTICA: $\mathbf{B_1 A' s_2 a'}$		

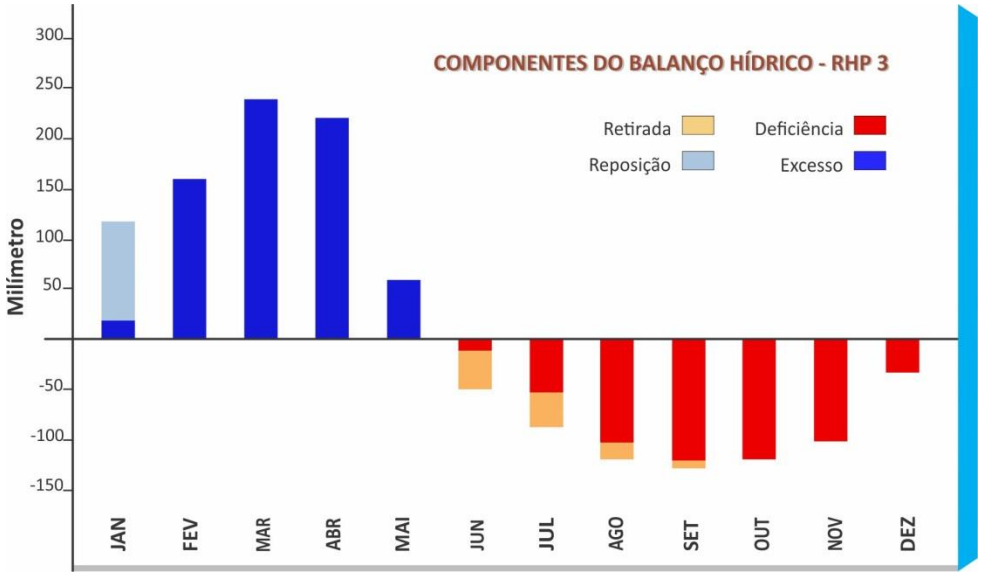
A estação chuvosa da região se concentra entre o segundo decêndio de dezembro e o segundo decêndio de junho, com duração de 192. Durante esse período o total acumulado de chuvas é de 1.589 mm, representando 91,4% da precipitação anual da região. O cultivo irrigado é recomendado entre o terceiro decênio de junho e o primeiro decênio de dezembro, durante esse período o total acumulado médio de chuvas é de 144 mm, apenas 8,3% do total anual. Os períodos de cultivo de sequeiro e irrigado estão evidenciados na Figura 6.

FIGURA 6. Período de cultivo agrícola para a RHP-3



O mês de janeiro marca o início da reposição de água no solo, depois de um longo período de estiagem, entre junho e dezembro. Em janeiro também já se observa o início do período de excesso de água no solo da região, que se estende até o mês de maio, sendo que se verificam nos meses de março e abril os maiores volumes. Após o fim das chuvas, a região entra no período de retirada de água do solo com subsequente período de deficiência que se estende até dezembro, sendo os meses mais críticos setembro e outubro. Estas características estão descritas na Figura 7

FIGURA 7. Componentes do balanço hídrico para a RHP-3



d) Região Homogênea de Precipitação 4: RHP-4

A Região Homogênea de Precipitação 4 (RHP-4), o clima da região é classificado como úmido Subsumido, megatérmico, acentuada deficiência hídrica, média anual de chuva de 1.577 mm, temperatura média anual de 27ºC e evapotranspiração potencial de 1683 mm - **C_2 A´s_2 a´**, Tabela 20.

TABELA 15. Classificação climática para a RHP-4.

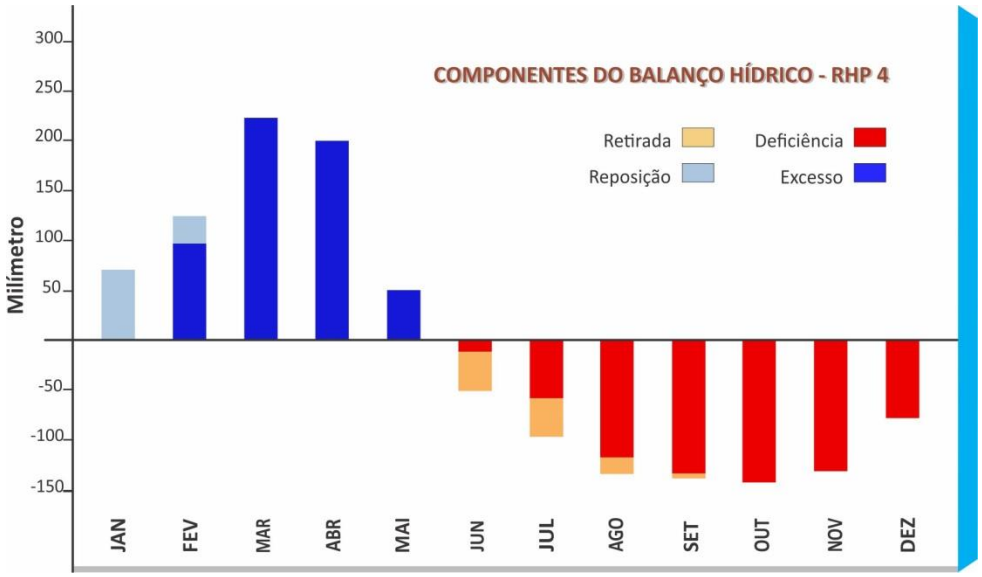
Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = 9,3	**C_2**	Úmido Subsumido
ETp = 1.682,9	**A´**	Megatérmico
Iu = 33,7	**s_2**	Acentuada deficiência hídrica no verão
Cv = 27,3%	**a´**	Concentração de verão de 27,3% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente.
FÓRMULA CLIMÁTICA: **C_2 A´s_2 a´**		

A estação chuvosa se concentra entre o terceiro decênio de dezembro e o segundo decênio de junho, com duração de 194 dias. Durante esse período chove em média o total acumulado de 1.407 mm, representando 89,2% da precipitação anual o que possibilita o cultivo em condições de sequeiro. O cultivo a partir do terceiro decênio de junho até o segundo decênio de dezembro, só é possível com irrigação, pois nesse período o total acumulado de chuva é de apenas 121 mm, conforme identificado na Figura 8.

FIGURA 8. Período de cultivo agrícola para a RHP-4

A partir do segundo decêndio de dezembro, quando inicia o período de chuvas, observa-se gradativa redução da deficiência hídrica. A reposição de água no solo começa a partir de janeiro, estendendo-se até fevereiro, quando começa o período de excesso hídrico que se prolonga até maio. Com o fim das chuvas, começam a ocorrer as perdas de água do solo, dando início ao período de retirada em junho, com subsequente ocorrência de deficiência hídrica, que se prolonga até dezembro. Esses padrões de comportamento do balanço de água no solo são observados na Figura 9.

FIGURA 9. Componentes do balanço hídrico para a RHP-4



e) Região Homogênea de Precipitação 5: RHP-5

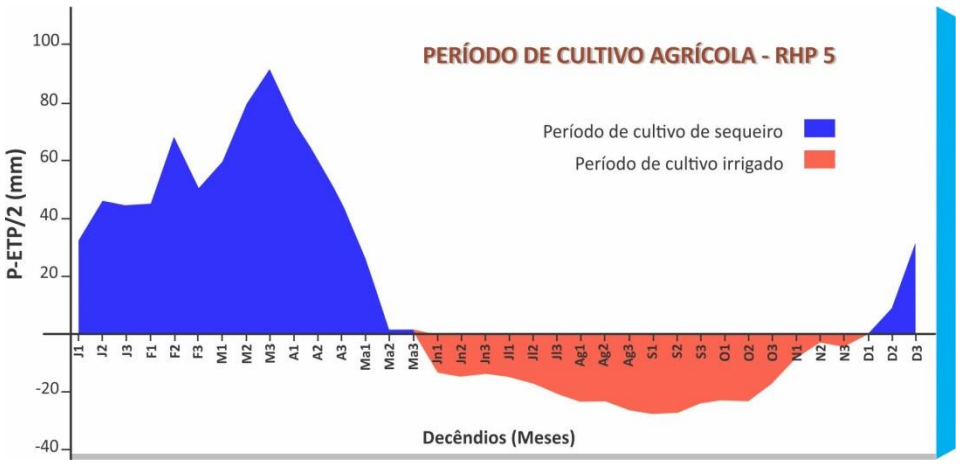
A Região Homogênea de Precipitação 5 (RHP-5), o clima da região é caracterizado como úmido subsumido, com acentuada deficiência de água nos meses mais quentes do ano. Com relação ao regime térmico, é megatérmico, com temperaturas médias anuais de 26,1ºC. O total anual de chuvas é da ordem 1.388 mm e em contrapartida a evapotranspiração potencial é da ordem de 1.532 mm. O clima da região definido, em termos de temperatura, precipitação pluvial e evapotranspiração potencial e suas distribuições estacionais é do tipo **C_2 A´s_2 a´**, conforme descrito no Tabela 16.

TABELA 16. Classificação climática para a RHP-5.

Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = 5,3	**C_2**	Úmido Subsumido
ETp = 1.531,9	**A´**	Megatérmico
Iu = 28,2	**s_2**	Acentuada deficiência de água nos meses mais quentes
Cv = 28,6	**a´**	Concentração de 28,6% da evapotranspiração potencial nos meses mais quentes do ano.
FÓRMULA CLIMÁTICA: **C_2 A´s_2 a´**		

O período de cultivo agrícola de sequeiro da região compreende do segundo decêndio de dezembro ao terceiro decêndio de maio, acumulando total de precipitação de 1.223 mm, correspondendo a 88% em relação ao total anual. O período úmido começa somente em janeiro, quando os totais de chuvas superam a evapotranspiração potencial, permanecendo assim até abril, o que contribui para o excesso de água no solo observado nesse período. Entre o primeiro decênio de junho até o primeiro decêndio de dezembro as chuvas não são suficientes para atender a demanda das culturas, sendo o plantio só recomendado com irrigação. A Figura 10 destaca os períodos para cultivo de sequeiro e irrigado.

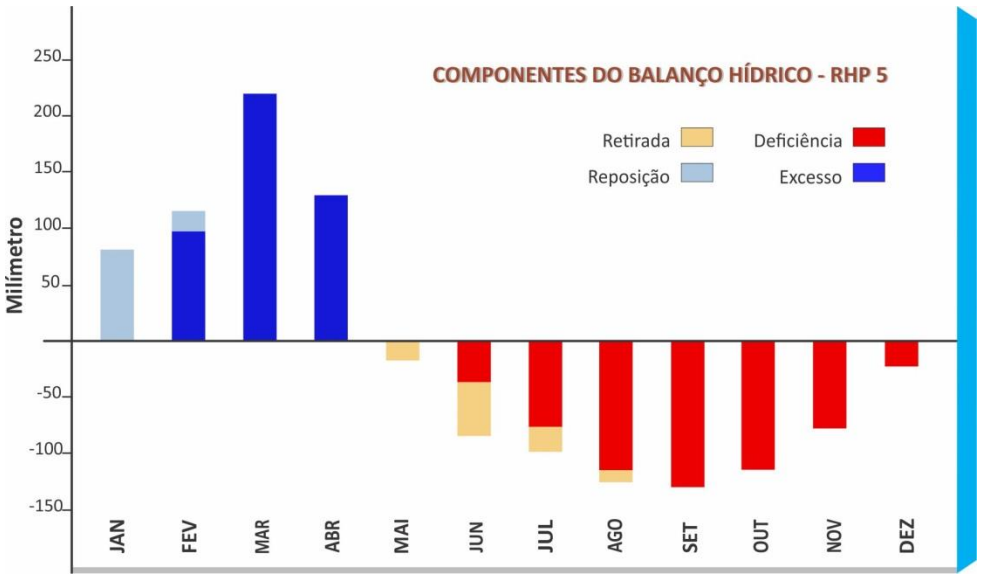
FIGURA 10. Período de cultivo agrícola para a RHP-5



As chuvas iniciam no mês de dezembro, porém a região encontra-se no fim do período seco, onde ainda se observa deficiência hídrica. A reposição de água no solo começa efetivamente a partir de janeiro com cerca de 80 mm, em função dos maiores volumes de chuvas, prolongando-se até fevereiro, quando começa o período de excesso hídrico que vai até o mês de abril. Em maio, com o fim do período de chuvas, o solo começa a perder água, começando

o período de retirada e na sequência observa-se deficiência hídrica até dezembro. O padrão mensal observado com relação a disponibilidade de água na região é observado na Figura 11.

FIGURA 11. Componentes do balanço hídrico para a RHP-5



f) Região Homogênea de Precipitação 6: RHP-6

A Região Homogênea de Precipitação 6 (RHP-6), o clima da região é do tipo **C_2 A´ s_2 a´** - Úmido Subúmido, megatérmico, acentuada deficiência hídrica, média anual de chuva de 1544 mm, temperatura média anual de 26,5ºC e evapotranspiração potencial de 1.583 mm, Tabela 17.

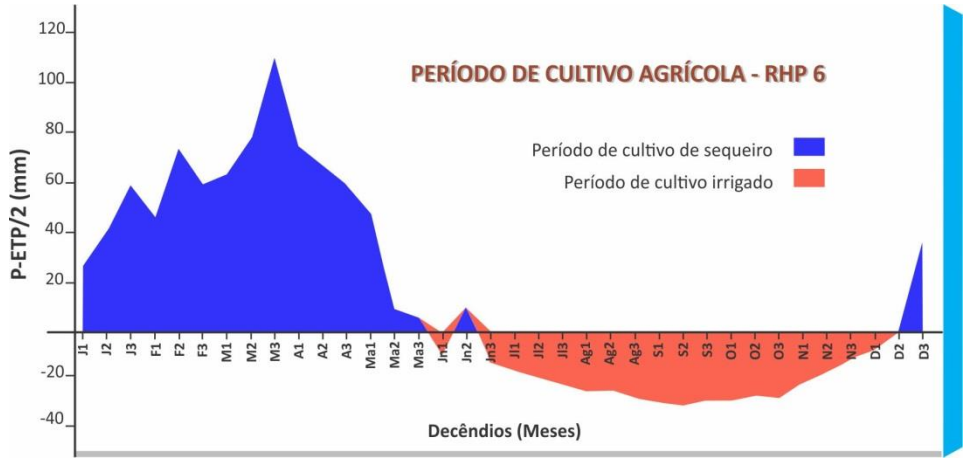
TABELA 17. Classificação climática para a RHP-6.

Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = 12,3	**C_2**	Úmido Subúmido
ETp = 1.582,7	**A´**	Megatérmico
Iu = 35,4	**s_2**	Acentuada deficiência de água nos meses mais quentes
Cv = 28,5%	**a´**	Concentração de 28,5% da evapotranspiração potencial nos meses mais quentes do ano.
FÓRMULA CLIMÁTICA: **C_2 A´ s_2 a´**		

A região apresenta período de cultivo agrícola de sequeiro compreendida entre o terceiro decênio de dezembro e o terceiro decênio de maio, acumulando total de precipitação de 1.387 mm, correspondendo a 89,8% do total anual de precipitação. O período úmido começa somente em janeiro, quando os totais de chuvas superam a evapotranspiração potencial,

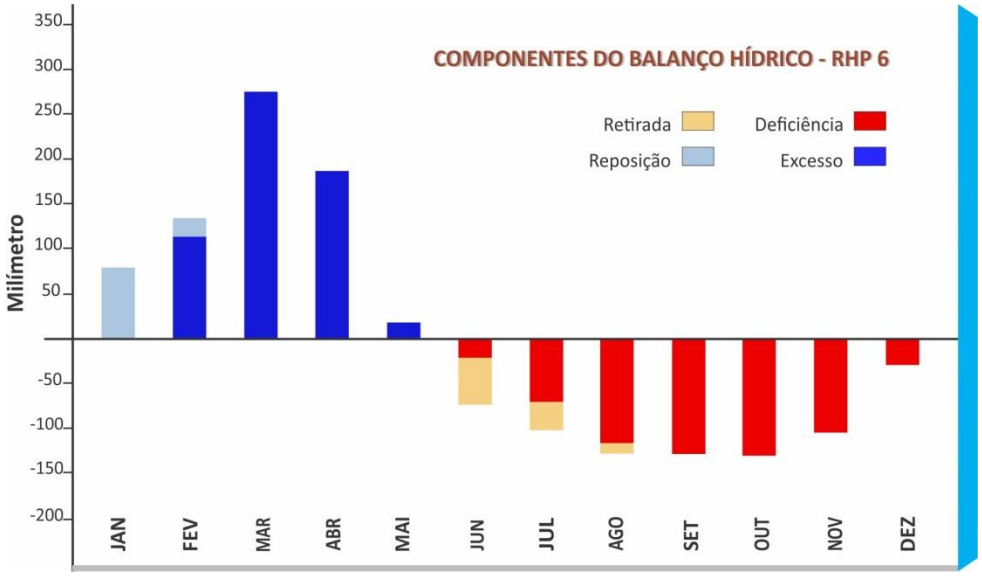
permanecendo assim até abril. Durante o período úmido as chuvas já estão estabelecidas, o que garante bom suprimento de água para a agricultura local para o cultivo de sequeiro. Entre o primeiro decênio de junho e o segundo decênio de dezembro as chuvas não são suficientes para atender a demanda das culturas, sendo o plantio só recomendado com irrigação. A Figura 12 destaca os períodos para cultivo de sequeiro e irrigado.

FIGURA 12. Período de cultivo agrícola para a RHP-6



As chuvas iniciam no mês de dezembro, porém a região encontra-se no fim do período seco, onde ainda se observa deficiência hídrica. A reposição de água no solo começa efetivamente a partir de janeiro, em função dos maiores volumes de chuvas, prolongando-se até fevereiro, quando começa o período de excesso hídrico que vai até o mês de maio. Em junho, com o fim do período de chuvas, o solo começa a perder água, começando o período de retirada e na sequência observa-se deficiência hídrica até dezembro, conforme observado na Figura 13.

FIGURA 13. Componentes do balanço hídrico para a RHP-6



g) Região Homogênea de Precipitação 7: RHP-7

A Região Homogênea de Precipitação 7 (RHP-7), o clima da região é caracterizado como seco Subúmido, com moderado excesso de água, possuindo tipologia climática **C_1A´w a´,** conforme descrito no Tabela 18. A pluviosidade média da região é de 1.222 mm/ano e evapotranspiração potencial anual de 1.460 mm. A temperatura média anual da região é de 25,7ºC. Nos meses mais secos do ano a temperatura média do ar é de 26,7ºC, caindo para 25,3ºC durante o período chuvoso.

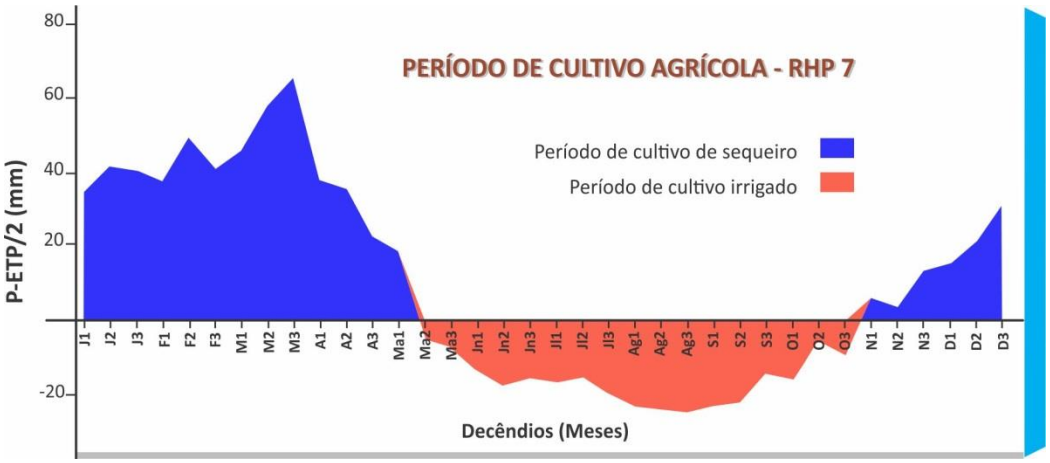
TABELA 18. Classificação climática para a RHP-7.

Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
Ih = -3.3	**C_1**	Seco Subúmido
ETp = 1459,8	**A´**	Megatérmico
Iu = 16,9	**W**	Moderado excesso de água
Cv = 28,6%	**a´**	Concentração de 28,6% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente.
FÓRMULA CLIMÁTICA: **C_1A´w a´**		

A partir do primeiro decêndio de novembro (entre os dias 1 e 10) começa o período de chuvas e efetivamente a estação de cultivo agrícola para culturas de sequeiro, que se prolonga até o

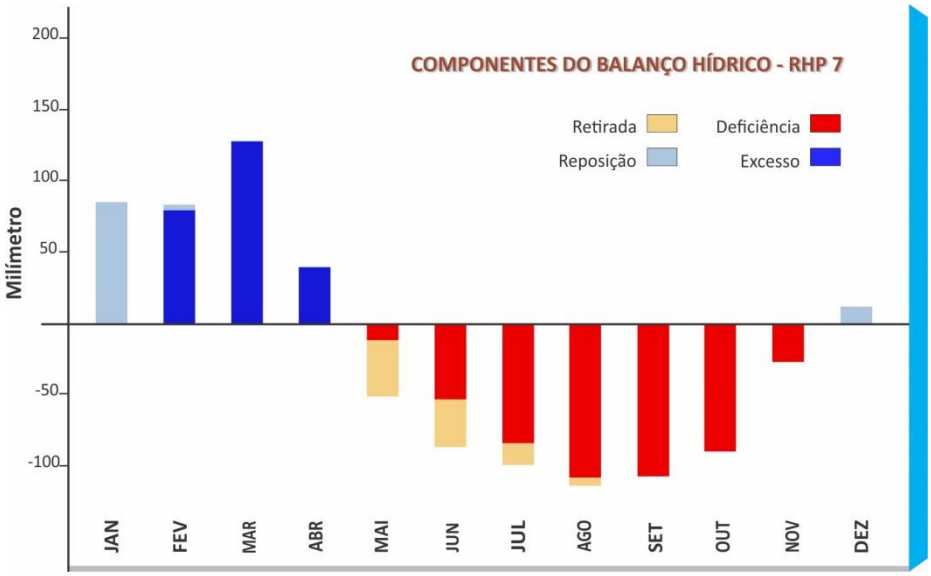
primeiro decêndio de maio (entre os dias 1 e 10), Figura 14. Durante esse período chove em média o total acumulado de 1110 mm, o que corresponde a 90,8% do total anual de chuvas da região. O cultivo a partir do segundo decêndio de maio até o terceiro decêndio de outubro só é possível se for totalmente irrigado, pois nesse período o total acumulado de chuva é de apenas 107 mm.

FIGURA 14. Período de cultivo agrícola para a RHP-7



Mesmo as chuvas começando no primeiro decêndio de novembro, ainda se observa deficiência hídrica, conforme observado na Figura 15. A reposição de água no solo começa efetivamente a partir de dezembro, em função dos maiores volumes de chuvas, prolongando-se até janeiro, quando começa o período de excesso hídrico que vai até o mês de abril. Em maio, com o fim do período de chuvas, inicia o período de retirada de água do solo e na sequência observa-se deficiência hídrica até novembro.

FIGURA 15. Componentes do balanço hídrico para a RHP-7



h) Região Homogênea de Precipitação 8: RHP-8

A Região Homogênea de Precipitação 8 (RHP-8), o clima da região é caracterizado como seco Subúmido, com moderado excesso de água nos meses mais chuvosos do ano. A temperatura média anual de 26,2ºC, alcançando 27ºC nos meses mais secos do ano e 25,4ºC durante o período chuvoso. Em média chove anualmente sobre a região 1.245 mm, com evapotranspiração potencial em torno de 1.531 mm. A tipologia climática da região, segunda classificação de Thorthwaite é **C_1A´wa´,** conforme descrita na Tabela 19.

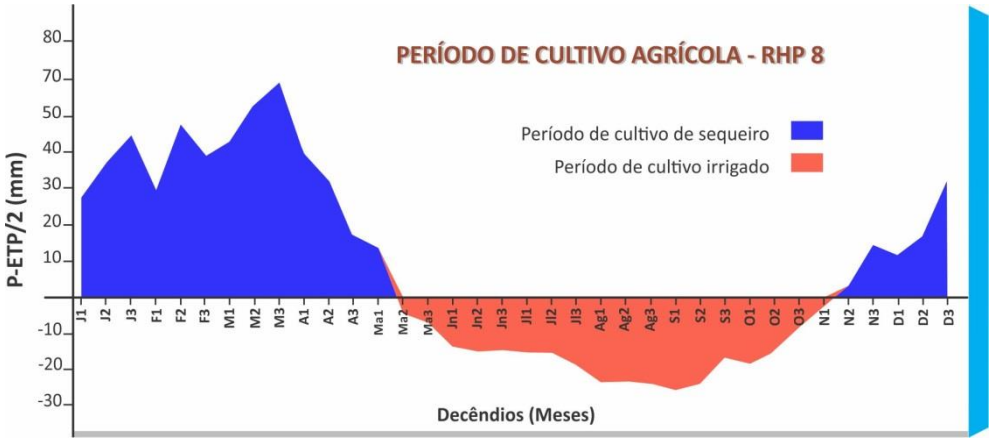
TABELA 19. Classificação climática para a RHP-8.

Parâmetros	Símbolos	Tipo Climático
A Ih = -4,3	**C_1**	Seco Subúmido
ETp = 1.530,7	**A´**	Megatérmico
Iu = 18,2	**w**	Moderado excesso de água
Cv = 29%	**a´**	Concentração de 29% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente.
FÓRMULA CLIMÁTICA: **C_1A´wa´**		

A região apresenta período de cultivo agrícola de sequeiro compreendida entre o segundo decêndio de novembro (entre 11 e 20) e o primeiro decêndio de maio (entre 1 e 10),

acumulando total de precipitação de 1.137 mm o que representa 91,3% do total anual de chuvas da região. O período úmido começa somente em dezembro, quando os totais de chuvas superam a evapotranspiração potencial, permanecendo assim até abril. Durante este período as chuvas já estão estabelecidas, o que garante bom suprimento de água para a agricultura local para o cultivo de sequeiro. Entre os meses de junho e outubro as chuvas não são suficientes para atender a demanda das culturas, sendo o plantio só recomendado com irrigação. A Figura 16 mostra os períodos para cultivo de sequeiro e irrigado.

FIGURA 16. Período de cultivo agrícola para a RHP-8.



4. Calendários Agrícolas Regionalizados por Região Homogênea de Precipitação

A janela de plantio para o cultivo do arroz, feijão, milho e da soja foi definida com base na disponibilidade de água no solo para as culturas nas fases de semeadura/emergência e floração/enchimento de grãos, identificadas a partir do cálculo do balanço hídrico que leva em consideração aspectos referentes: ao clima, ao solo e às culturas. Foram consideradas apenas as janelas de plantio para a condição de risco, quando se satisfaz plenamente as condições hídricas para as culturas estabelecidas nas fases acima descritas. Ressalta-se que as janelas de plantio que porventura venham a coincidir com a janela do Vazio Sanitário devem ser descartadas pelo agricultor.

Não devemos considerar as recomendações dos calendários agrícolas para as áreas quando estas forem representadas pelas Unidades de Conservação e/ou Terras Indígenas, uma vez que estes territórios são regidos por legislações específicas. Para o devido uso e aplicação do calendário agrícola devem ser observadas as diretrizes no Código Florestal (Lei: 12.651/2012), resguardando-se suas orientações de uso e ocupação da terra; bem como, da observância de outros estatutos que façam referências ao processo de uso e ocupação da terra para o estado do Maranhão.

4.1 Região Homogênea de Precipitação 1 (RHP-1)

Na região RHP-1 a predominância de Plintossolo (FT) e Latossolo Amarelo (LA). Nesta região ocorrem também áreas com mangue, as quais não possuem aptidão agrícola.

Para o cultivo da soja e feijão caupí o plantio pode ser realizado entre os dias 1º de janeiro (1º decêndio) e 30 de abril (3º decêndio) nas áreas com solos de textura média e argilosa. Para a cultura do milho, o plantio é recomendado de 21 de dezembro (3º decêndio) a 30 de abril (3º decêndio) para ambos os solos, por outro lado, para a cultura do arroz a data recomendada para o plantio em solos de textura média é de 1º de janeiro (1º decêndio) a 20 de abril (2º decêndio) e para solos de textura argilosa de 1º de janeiro (1º decêndio) a 30 de abril (3º decêndio) (Quadro 1).

QUADRO 1. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-1.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 1

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	01/JAN – 30/ABR	21/DEZ – 30/ABR	11/JAN – 10/ABR	11/JAN – 30/ABR
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	01/JAN – 30/ABR	21/DEZ – 30/ABR	01/JAN – 20/ABR	01/JAN – 30/ABR
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	01/JAN – 30/ABR	21/DEZ – 30/ABR	01/JAN – 30/ABR	01/JAN – 30/ABR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

4.2 Região Homogênea de Precipitação 2 (RHP-2)

Na região RHP-2, cerca de 44% dos solos são formados por Plintossolos (FT) e 25% por Argissolo Vermelho Amarelo (PVA). Os Gleissolos, característicos de áreas alagadas, representam aproximadamente 4% desta região.

Para a área com solos de textura arenosa o plantio é recomendado entre os dias 11 de dezembro e 10 de março para as culturas da soja e milho, entre os dias 21 de dezembro e 20 de fevereiro para a cultura do arroz e de 21 de dezembro a 31 de março para a cultura do feijão-caupi.

Para o cultivo em solos de textura média o plantio é recomendado entre os dias 11 de dezembro e 20 de março para a cultura da soja, entre os dias 1 de dezembro e 31 de março para a cultura do milho, no período de 21 de dezembro a 28 de fevereiro para a cultura do arroz e entre os dias 11 de dezembro e 10 de abril para a cultura do feijão-caupí.

Nos solos com maior capacidade de retenção de água, como os argilosos, o plantio da soja poderá ser realizado entre os dias 11 de dezembro e 31 de março. O plantio do milho poderá ser antecipado, podendo ser realizado a partir do dia 1 de dezembro, se estendendo até o dia 31 de março. Para a cultura do arroz, por outro lado, só é recomendado o plantio a partir do dia 21 de dezembro até o dia 10 de março. Por fim, a cultura do feijão-caupí, com ciclo mais curto, poderá ser realizado o plantio no período entre os dias 11 de dezembro e 20 de abril (Quadro 2).

QUADRO 2. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-2.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 2

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	11/DEZ-10/MAR	01/DEZ-10/MAR	21/DEZ – 20/FEV	21/DEZ – 31/MAR
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	11/DEZ-20/MAR	01/DEZ-31/MAR	21/DEZ – 28/FEV	11/DEZ – 10/ABR
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	11/DEZ-31/MAR	01/DEZ-31/MAR	21/DEZ – 10/MAR	11/DEZ – 20/ABR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

4.3 Região Homogênea de Precipitação 3 (RHP-3)

Na região RHP-3, nesta área há predominância de Plintossolo (FT), com cerca de 26% e de Argissolo Vermelho Amarelo Concrecionário, cujo percentual representa cerca de 22%. Os Gleissolos que são bastante comuns nas áreas alagadas, nesta região representam 7% dos solos.

Nos solos de textura média o plantio da soja pode ser realizado entre os dia 11 de dezembro (2º decêndio) e 10 de março (1º decêndio), o milho pode ser plantado entre os dias 1º de dezembro (1º decêndio) e 10 de março (1º decêndio), o feijão-caupí é recomendado o plantio entre os dias 11 de dezembro (2º decêndio) e 31 de março (3º decêndio), a cultura do arroz tem uma janela de plantio mais curta em relação as outras culturas, sendo recomendado o plantio entre os dia s 21 de dezembro (3º decêndio) e 20 de fevereiro (2º decêndio).

Nas áreas que compreendem os solos de textura arenosa o plantio da soja é recomendado entre os dias 21 de dezembro (3º decêndio) e 10 de março (1º decêndio), o milho pode ser plantado entre os dias 1º de dezembro (1º decêndio) e 28 de fevereiro (3º decêndio), para a cultura do arroz o calendário de plantio recomendado é entre os dias 21 de dezembro (3º decêndio) e 20 de fevereiro (2º decêndio), enquanto que o feijão-caupí pode ser plantado entre os dias 21 de dezembro (3º decêndio) e 20 de março (2º decêndio).

Nos solos de textura argilosa a janela de plantio é mais ampla em relação as janelas recomendadas para os solos de textura arenosa e média. Para a cultura da soja o plantio na região é recomendado entre os dias 11 de dezembro (2º decêndio) e 20 de março (2º decêndio), para a cultura do feijão-caupí recomenda-se o plantio entre os dias 11 de dezembro (2º decêndio) e 10 de abril (1º decêndio), para o plantio do milho o plantio poderá ser antecipado a partir do dia 1º de dezembro (1º decêndio), se estendendo até a data limite de 31 de março (3º decêndio), e por fim a cultura do arroz que poderá ser plantado entre os dias 21 de dezembro (3º decêndio) e 28 de fevereiro (3º decêndio) (Quadro 3).

QUADRO 3. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-3.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 3

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	21/DEZ – 10/MAR	01/DEZ – 28/FEV	21/DEZ – 20/FEV	21/DEZ – 20/MAR
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	11/DEZ – 10/MAR	01/DEZ – 10/MAR	21/DEZ – 20/FEV	11/DEZ – 31/MAR
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	11/DEZ – 20/MAR	01/DEZ – 31/MAR	21/DEZ – 28/FEV	11/DEZ – 10/ABR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

4.5 Região Homogênea de Precipitação 5 (RHP-5)

A região RHP-5, cerca de 52% dos solos são formados por Latossolo Amarelo (LA) e aproximadamente 26% de Luvissolo (T). Essas duas classes juntas são responsáveis por aproximadamente 78% de todos os solos desta região.

Para a cultura do milho a disponibilidade hídrica para o plantio começa a partir do dia 21 de novembro (3º decêndio) nos solos de textura arenosa. Nos solos de textura média e argilosa o plantio pode ser antecipado para a partir do dia 11 de novembro (2º decêndio). A última data recomendada para o plantio em solos de textura arenosa e média é o dia 28 de fevereiro (3º decêndio), podendo ser prorrogada até o dia 10 de março (1º decêndio) nas áreas com solos de textura argilosa.

Com relação a cultura do arroz, a disponibilidade hídrica só se torna efetivamente favorável ao plantio a partir do dia 11 de dezembro (2º decêndio) nas áreas relativas aos três tipos de solos. Porém, recomenda-se que o plantio seja realizado até o dia 31 de janeiro (3º decêndio) nas áreas com solos de textura arenosa e até o dia 20 de fevereiro (2º decêndio) nas áreas com solos de textura média e argilosa.

Para o plantio do feijão-caupí é recomendada a data a partir do dia 11 de dezembro (2º decêndio) nas áreas onde predominam solos de textura arenosa, podendo ser realizado até o dia 20 de março (2º decêndio). Nas áreas com solos de textura média e argilosa o plantio poderá ser realizado a partir do dia 1º de dezembro (1º decêndio), sendo que o prazo final, quando ainda existem condições de umidade do solo para o plantio e nas fases de floração e enchimento de grãos, os dias 20 de março (2º decêndio) e 31 de março (3º decêndio), respectivamente. (Quadro 4).

QUADRO 4. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-5.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 5

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	01/DEZ – 20/FEV	21/NOV – 28/FEV	11/DEZ – 31/JAN	11/DEZ – 20/MAR
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	01/DEZ – 28/FEV	11/NOV – 28/FEV	11/DEZ – 20/FEV	01/DEZ – 20/MAR
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	01/DEZ – 10/MAR	11/NOV – 10/MAR	11/DEZ – 20/FEV	01/DEZ – 31/MAR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

4.6 Região Homogênea de Precipitação 6 (RHP-6)

Na região RHP-6 há predominância de Argissolo Vermelho Amarelo Concrecionário (PVc), com cerca de 28% e de Luvissolo (T), representando 20% dos solos desta região.

Para a área com solos de textura arenosa o plantio é recomendado entre os dias 1 de dezembro e 28 de fevereiro, para a cultura do milho; entre os dias 11 de dezembro e 20 de fevereiro, para a cultura da soja; de 11 de dezembro a 10 de fevereiro, para a cultura do arroz e entre os dias 21 de dezembro e 20 de março para o plantio da cultura do feijão-caupi.

Nas áreas em que os solos são de textura média o plantio do milho é recomendado começar a partir do dia 21 de novembro, podendo ser realizado ainda até o dia 28 de fevereiro. Por outro lado, o plantio da soja, arroz e feijão-caupí é recomendado ser realizado a partir do dia 11 de dezembro, podendo ser prolongado até os dias 28 de fevereiro, 20 de fevereiro e 20 de março, respectivamente.

Para o plantio em solos de textura argilosa são recomendadas as janelas de 11 de dezembro a 10 de março para a soja, de 21 de novembro a 10 de março para o milho, de 11 de dezembro a 20 de fevereiro para o arroz e de 11 de dezembro a 31 de março para a cultura do feijão-caupi (Quadro 5).

QUADRO 5. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-6.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 6

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	11/DEZ – 20/FEV	01/DEZ – 28/FEV	11/DEZ – 10/FEV	21/DEZ – 20/MAR
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	11/DEZ – 28/FEV	21/NOV – 28/FEV	11/DEZ – 20/FEV	11/DEZ – 20/MAR
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	11/DEZ – 10/MAR	21/NOV – 10/MAR	11/DEZ – 20/FEV	11/DEZ – 31/MAR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

4.7 Região Homogênea de Precipitação 7 (RHP-7)

Na região RHP-7 existe grande predomínio de Latossolo Amarelo (LA), representando cerca de 46% da área, seguindo pelo Nitossolo Amarelo (NV), que neste caso representam aproximadamente 11% dos solos.

O plantio da soja nessa região é recomendado ser realizado a partir do dia 21 de novembro (3º decêndio) até o dia 31 de janeiro (3º decêndio). Nos solos de textura média e argilosa o plantio é recomendado a partir do dia 1º de novembro (1º decêndio), porém poderá ser prolongado até os dias 20 de fevereiro (2º decêndio) nos solos de textura média e até 28 de fevereiro (3º decêndio) nos de textura argilosa.

Com relação a cultura do milho, o plantio é recomendado, nos solos de textura arenosa, a partir do dia 21 de novembro (3º decêndio), sendo a última data recomendada até o dia 31 de janeiro (3º decêndio). Para os solos de textura média e argilosa o plantio poderá ser antecipado, sendo recomendado a partir do dia 21 de outubro (3º decêndio) e prolongado até dos dias 10 de fevereiro (1º decêndio) e 28 de fevereiro (3º decêndio), respectivamente.

O arroz de sequeiro é recomendado o plantio a partir do dia 21 de novembro (3º decêndio) nos solos de textura arenosa e média, sendo a última data de plantio recomendada até os dias 20 de janeiro (2º decêndio) e 31 de janeiro (3º decêndio), respectivamente. Nos solos de textura argilosa o plantio do arroz de sequeiro é recomendado entre os dias 1º de novembro (1º decêndio) e 31 de janeiro (3º decêndio).

As condições ideais de disponibilidade de água no solo para o plantio do feijão-caupí nessa região se estabelecem a partir do dia 11 de dezembro (2º decêndio), se mantendo até o dia 20 de fevereiro (2º decêndio) nas áreas com solo de textura arenosa. Por outro lado, nos solos de textura média o plantio é recomendado ser iniciado a partir do dia 11 de novembro (2º decêndio) até o dia 28 de fevereiro (3º decêndio). Nos solos de textura argilosa o plantio poderá ser antecipado para o dia 1º de novembro (1º decêndio), podendo ser estendido até o dia 10 de março (1º decêndio) (Quadro 6).

QUADRO 6. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-7.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 7

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	20/NOV – 31/JAN	21/NOV – 31/JAN	21/NOV – 20/JAN	11/DEZ – 20/FEV
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	01/NOV – 20/FEV	21/OUT – 10/FEV	21/NOV – 31/JAN	11/NOV – 28/FEV
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	01/NOV – 28/FEV	21/OUT – 28/FEV	01/NOV – 31/JAN	01/NOV – 10/MAR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

4.8 Região Homogênea de Precipitação 8 (RHP-8)

Para a região RHP-8 mais da metade dos solos (51%) corresponde a Latossolo Amarelo (LA), o segundo solo de maior ocorrência são os Neossolos Litólicos (RL), representando cerca de 17% dos solos.

Nessa região, o plantio da soja é recomendado iniciar a partir do dia 21 de outubro (3º decêndio) nos solos com textura média e argilosa, podendo ser realizado até o dia 20 de fevereiro (2ºdecêndio) e 28 de fevereiro (3º decêndio), respectivamente. Nas áreas com solos de textura arenosa o plantio só é recomendado a partir do dia 1º de novembro (1º decêndio) até o dia 10 de fevereiro (1º decêndio).

O milho é recomendado o plantio a partir do dia 11 de outubro (2º decêndio) sobre os três tipos de solos analisados. Por outro lado, recomenda-se que o plantio seja realizado até o dia 10 de fevereiro (1º decêndio) nos solos com textura arenosa, 20 de fevereiro (2º decêndio) nos solos de textura média e 28 de fevereiro (3º decêndio) nos solos com textura argilosa.

A janela de plantio para a cultura do arroz de sequeiro é recomendada iniciar a partir do dia 11 de novembro (2º decêndio) nas áreas com solos de textura arenosa e média, com prazo máximo até os dias 20 de janeiro (2º decêndio) e 31 de janeiro (3º decêndio), respectivamente. Nos solos com textura argilosa a disponibilidade hídrica para o plantio se efetiva a partir do dia 1º de novembro (1º decêndio), com garantia de que haverá disponibilidade hídrica na fase de floração e enchimento de grãos. Neste tipo de solo, a janela de plantio pode ser prorrogada até 10 de fevereiro (1º decêndio).

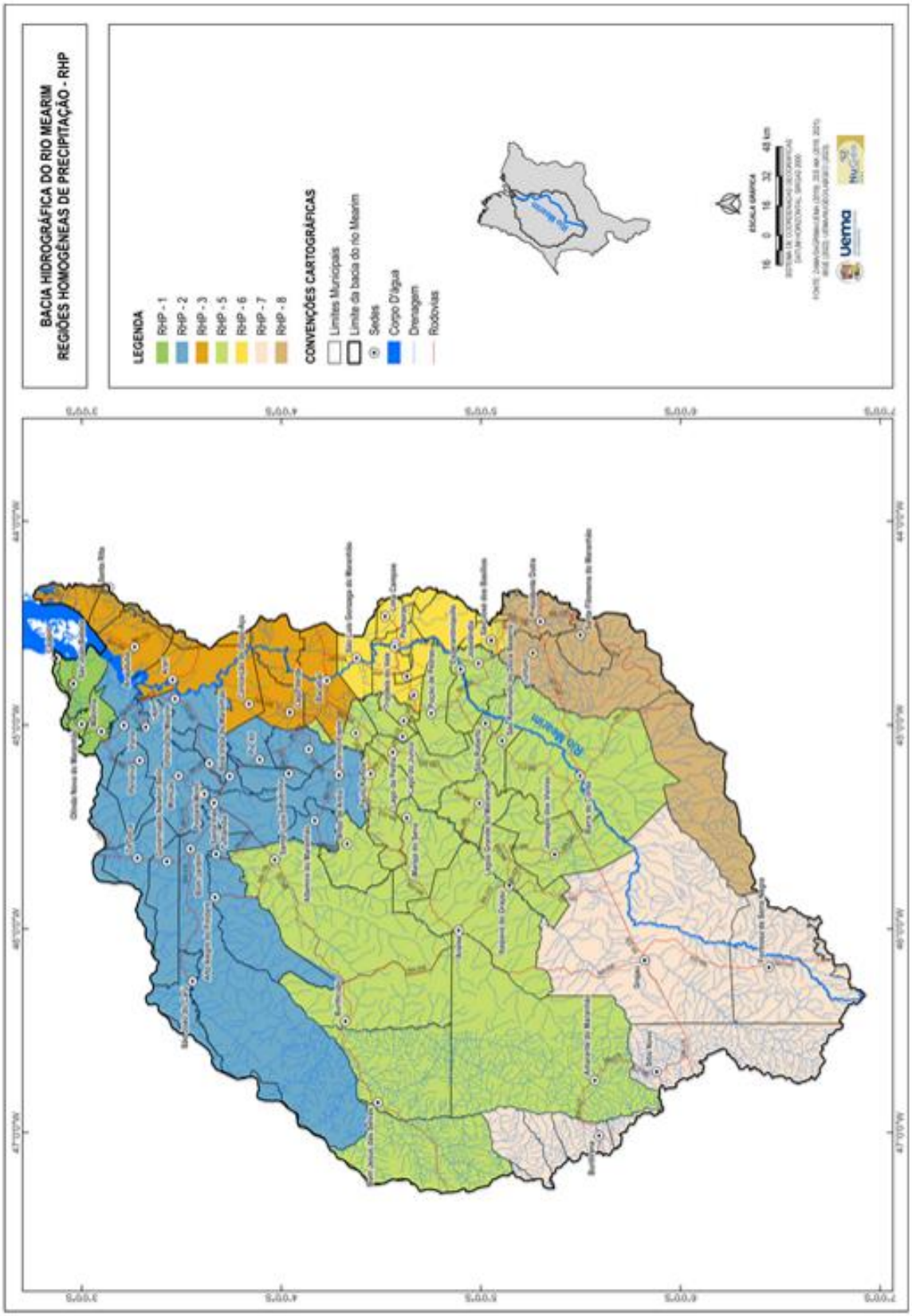
No caso do feijão-caupí, recomenda-se o plantio a partir do dia 1º de novembro (1º decêndio) nos solos com textura média e argilosa, enquanto, nos solos de textura arenosa o plantio só poderá ser realizado a partir do dia 21 de novembro (3º decêndio). A data final recomendada para o plantio vai até o dia 20 de fevereiro (2º decêndio) nos solos com textura arenosa, 10 de março (1º decêndio) nos solos com textura média e 20 de março (2º decêndio) nos solos com textura argilosa (Quadro 7).

QUADRO 7. Calendário Agrícola de Risco Climático: épocas recomendadas para as culturas da soja, milho, arroz e feijão para a RHP-8.

Zoneamento Agrícola da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - RHP 8

Classes Texturais	Culturas e Ciclos			
	SOJA (120 dias)	**MILHO (120 dias)**	**ARROZ (120 dias)**	**FEIJÃO (70 dias)**
Arenosa	01/NOV – 10/FEV	11/OUT – 10/FEV	11/NOV – 20/JAN	21/NOV – 20/FEV
	CAD = 24 mm	**CAD = 24 mm**	**CAD = 18 mm**	**CAD = 18 mm**
Média	21/OUT – 20/FEV	11/OUT – 20/FEV	11/NOV – 31/JAN	01/NOV – 10/MAR
	CAD = 48 mm	**CAD = 48 mm**	**CAD = 36 mm**	**CAD = 36 mm**
Argilosa	21/OUT – 28/FEV	11/OUT – 28/FEV	01/NOV – 10/FEV	01/NOV – 20/MAR
	CAD = 72 mm	**CAD = 72 mm**	**CAD = 54 mm**	**CAD = 54 mm**

FIGURA 17. Zonas Agrícolas da Bacia do rio Mearim definidas com base nas Regiões Homogêneas de Precipitação.



CONSIDERAÇÕES Finais

O caráter orientador do Zoneamento Agrícola está baseado na elaboração e uso dos Calendários Agrícolas. Nesse sentido foram elaborados os calendários agrícolas para a bacia hidrográfica do rio Mearim, adotando-se como base técnica as Regiões Homogêneas de Precipitação (RHPs) como aspecto vital na caracterização climática. Para o zoneamento agrícola da bacia hidrográfica do Mearim foram trabalhadas as culturas da soja, milho, arroz e feijão. Dessa forma a orientação relativa às épocas de plantio de cada cultura está vinculada a cada calendário agrícola. Neste trabalho foram elaborados 7 calendários agrícolas referentes às 7 RHPs existentes na bacia do rio Mearim, onde estão explicitadas os períodos de plantio de cada cultura trabalhada.

O Zoneamento Agrícola deve ser entendido como um instrumento que exige constantes e permanentes atualizações, especialmente por incorporar aspectos da dinâmica, dentre elas a do clima. Por isso é importante atentar para o conjunto das variabilidades nos diversos níveis (estadual, regional e local). Um aspecto relevante a considerar no zoneamento é a incorporação das atuais tecnologias de comunicação social, que utilizam conexões de internet, celulares etc., para colocar seus produtos com maior brevidade junto à sociedade.

Também é importante frisar a necessidade das contribuições e críticas para o aprimoramento técnico-científico do zoneamento principalmente pelo seu caráter multidisciplinar. Nesse sentido consideramos o conjunto de conhecimento contido neste relatório de grande importância e aplicabilidade, mas também exigente de novas melhorias.

Referências

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Bertrand Brasil, 3° Edição. Rio de Janeiro, 1983.

BEZERRA. F. H. R. **A Formação Barreiras**: Recentes avanços e antigas questões. Série Científica Geologia. São Paulo: USP. 2006. 4p.

CAVALCANTE, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da, DIAS, M. A. F.; **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

DNMET - Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961-1990)**, Brasília- Brasil. 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ***O Brasil em Relevo***. Disponível em http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm. Acesso em 29/03/2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006, 306 p.

HASTENRATH, S.; GREISHAR, I. Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal of Geophysical Research**, v.98 (D3), p. 5093-5102.1993.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal, 2004 e 2012**. Acessado em setembro de 2015.

_____. SIDRA. **Produção Pecuária, 2004 e 2012**. Acessado em setembro de 2015.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Malha Municipal, 2015**. São Luís, 2015.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brasil. **Monthly Weather Review**, v.107, n.9, p.1140-1153, 1979.

LEITE, A. de C. **Estimativas de temperaturas máxima, média e mínima para o Estado do Maranhão em função da Latitude, Longitude e Altitude**. S. Luis: EMAPA, 1978, 32p. (EMAPA. Boletim Téc. 1).

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, Jr, R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. Universidade do Texas. 175p.

NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica, **Revista Brasileira de Geografia**, 34(2): 3-51, 1972.

NOBRE, C. A.; CAVALCANTI, M. A. G.; NOBRE, P.; KAYANO, M. T.; BONATTI,J. P.; SATYARMUTI, P.; UVO, C. B.; COHEN, J. C.. Aspectos da climatologia dinâmica do Brasil. **Climanálise**, Número Especial: 124p, 1986.

MARANHÃO. **Atlas Do Maranhão**. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GEPLAN. 2002. 44p

MARANHÃO. Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano – SECID. **Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim** - Resumo do Diagnóstico. v1. São Luís: MPB Engenharia. 148p.

MARTINS, G. A. 1947. **Princípios de Estatísticas** / Gilberto de Andrade Martins, Denis Donaire - 4 ed. São Paulo: Altas, 1990.

ROMANOVSKI, Z. Morfologia e aspectos hidrológicos para fins de manejo da microbacia da Rua Nova, Viçosa -MG, para fins de manejo. Tese (Mestrado), 2001.

SPRING: Integrating remote sensingand GIS by object-oriented data modelling Camara G; Souza R.C. M; Freitas U. M; Garrido J. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

SOUSA, C. S.; Klein, E. L. Vasquez, M. L.; Lopes, E. C. S.; Teixeira, S. G.; Oliveira, J. K. M.; Moura, E. M.; Leão M. H. B. 2012. **Mapa Geológico e Recursos Minerais do Estado do Maranhão**. In: Klein, E. L. & Sousa, C. S. (organizadores). Geologia e Recursos Minerais do Estado do Maranhão: Sistema de Informações Geográficas - SIG. Escala 1:750.000. Belém: CPRM. 2002.

TEIXEIRA, A. L. A. & CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrado**. Ed. HUCITEC, São Paulo, 1997.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. Núcleo Geoambiental. ***Bacias Hidrográficas: subsídio para o planejamento territorial***. Relatório Técnico. 43p.2011.