

Em janeiro, os maiores valores de precipitação média mensal ocorrem, principalmente, no noroeste, oeste, sudoeste e sul de Goiás, em áreas correspondentes à Depressão do Rio Araguaia e aos Relevos Residuais e às Depressões Intermontanas, ao passo que os menores valores se concentram no nordeste de Goiás. Nesse mês, o predomínio é de precipitação média mensal variando entre 246 e 314 mm – **Tabela 10**.

Tabela 10 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação média mensal (mm) no período chuvoso entre 1998 e 2012.

Precipitação (mm)	Janeiro		Fevereiro		Março		Outubro		Novembro		Dezembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
72 a 106	-	-	-	-	-	-	88.484	25,6	-	-	-	-
107 a 141	7.508	2,2	-	-	-	-	233.812	67,6	-	-	-	-
142 a 175	15.015	4,3	33.248	9,6	12.870	3,7	23.596	6,8	79.367	22,9	-	-
176 a 210	32.176	9,3	89.020	25,7	50.945	14,7	-	-	82.049	23,7	6.435	1,9
211 a 245	65.961	19,1	159.807	46,2	163.561	47,3	-	-	180.721	52,2	79.904	23,1
246 a 279	94.919	27,4	61.134	17,7	116.906	33,8	-	-	3.754	1,1	150.154	43,4
280 a 314	109.934	31,8	2.681	0,8	1.609	0,5	-	-	-	-	98.673	28,5
315 a 349	20.378	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	10.725	3,1

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Os meses de fevereiro e março apresentam diminuição dos valores de precipitação média mensal, havendo em ambos os meses o predomínio de valores variando entre 211 e 245 mm, com os maiores valores situados principalmente no centro-oeste, sudoeste e sul, enquanto os menores se limitam a uma pequena área no extremo nordeste de Goiás.

Em outubro, os maiores valores de precipitação média mensal se concentram na porção central e no extremo sudoeste de Goiás, porém, não ultrapassando os 154 mm, predominando em mais da metade da área valores compreendidos entre 107 e 141 mm. Em novembro, volta a predominar a mesma classe de precipitação média mensal que foi verificada durante os meses de fevereiro e março: 211 a 245 mm, com os menores valores de precipitação se concentrando na região sudoeste.

Dezembro também apresenta aumento da precipitação média mensal em praticamente toda a área, predominando os valores variando entre 246 e 279 mm, com os maiores ocorrendo principalmente a sudeste e noroeste de Goiás, e os menores situados no nordeste (Vão do Paranã) e sudoeste (ao sul do Planalto de Rio Verde).

Com exceção de outubro, que marca o mês de transição do período seco para o chuvoso, todos os demais meses do período chuvoso apresentam precipitação média mensal sempre acima de 119 mm, com valor máximo oscilando entre 258 e 349 mm.

No período seco (abril a setembro), os mais elevados valores de precipitação média mensal se situam, principalmente, na porção sudoeste de Goiás, numa área coincidente aos Relevos Residuais e Depressões Intermontanas e limitada, a norte, pelo Planalto de Rio Verde. Enquanto a primeira unidade topográfica propicia a entrada dos sistemas atmosféricos produtores de chuvas oriundos do Sul, o planalto força a ascensão dos sistemas produtores de chuva, repercutindo em chuvas orográficas na região.

Por representar a transição da estação chuvosa para seca, o mês de abril apresenta os mais elevados valores de precipitação média mensal durante o período de estiagem. O predomínio nesse mês é de médias variando entre 75 e 111 mm – **Tabela 11**, sendo os maiores valores percebidos no sudoeste e, principalmente, no centro e norte de Goiás – possivelmente pela atuação de sistemas oriundos da Região Norte ainda nesse mês e início de outono.

Tabela 11 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação média mensal (mm) no período seco entre 1998 e 2012.

Precipitação (mm)	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0 a 18	-	-	98.137	28,4	321.223	92,9	345.891	100	337.847	97,7	20.914	6,0
19 a 37	-	-	205.390	59,4	24.668	7,1	-	-	8.044	2,3	141.574	40,9
38 a 55	-	-	37.539	10,9	-	-	-	-	-	-	136.748	39,5
56 a 74	41.829	12,1	4.826	1,4	-	-	-	-	-	-	45.046	13,0
75 a 93	143.719	41,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1.609	0,5
94 a 111	132.994	38,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112 a 130	21.451	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
131 a 149	5.899	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Nos três meses seguintes, os valores de precipitação média mensal apresentam uma progressiva diminuição, com o ápice ocorrendo em julho, quando o valor máximo é de 16 mm.

Em maio, o predomínio ainda é de precipitação média mensal variando entre 19 e 37 mm, com os maiores valores concentrados no sudoeste de Goiás. De junho a agosto, predominam valores abaixo de 18 mm. O mês de setembro, que marca o término do período de estiagem, apresenta domínio de precipitação média mensal variando entre 19 e 55 mm, com os maiores valores ocorrendo principalmente no sudoeste e os menores verificados no oeste e, principalmente, numa vasta área da porção nordeste.

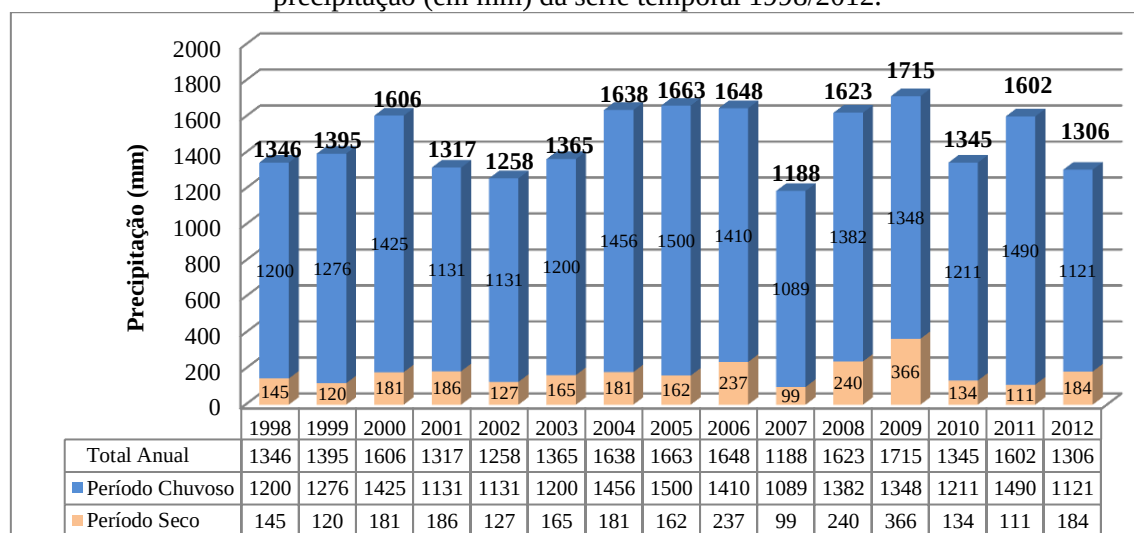
Com exceção de abril, que marca a transição da estação chuvosa para seca, os meses do período seco apresentam precipitação média mensal sempre inferior a 77 mm.

Nos meses de junho, julho e agosto, a precipitação média não ultrapassa 25 mm, inclusive com ausência de chuva em algumas localidades nos meses de junho e julho.

4.2. Variabilidade anual e sazonal das chuvas do estado de Goiás e do Distrito Federal (1998/2012)

Deixando de lado o tratamento médio e passando para a análise da variabilidade anual da precipitação, o gráfico da **Figura 56** indica uma expressiva variabilidade interanual da média zonal dos totais anuais de precipitação, não sendo possível perceber nenhuma tendência negativa ou positiva no decorrer de toda série temporal ($R^2 = 0,03$ para a média zonal do total anual).

Figura 56 – Gráfico da variabilidade da média zonal dos totais anuais e sazonais de precipitação (em mm) da série temporal 1998/2012.



Elaboração: Nascimento (2016).

Em fato, o que se constata é a sucessão entre totais anuais com elevada e reduzida pluviosidade ao longo dos anos, sendo que, nos primeiros nove anos (1998 a 2006), há sequência de três anos consecutivos com oscilação positiva (1998 a 2000), negativa (2001 a 2003) e positiva (2004 a 2006), respectivamente. Após esse período, essa sequência é reduzida para dois anos consecutivos, representados por 2008 e 2009 com oscilação positiva, e por 2011 e 2012 com oscilação negativa, que são intercalados por um ano com reduzida precipitação total (2007 e 2010). Essa mudança na variabilidade sugere uma mais repentina mudança entre regimes excepcionais.

Na série temporal de 15 anos analisados, as médias zonais dos totais anuais de precipitação oscilam entre 1.188 (2007) e 1.715 mm (2009). Ou seja, uma amplitude de 527 mm entre os anos de reduzida e de elevada precipitação.

Os anos com total anual abaixo da precipitação média anual (1.468 mm) se referem aos anos-padrão seco. Contudo, os anos com valores acima da média representam anos-padrão habitual ou chuvoso – corroborando que o valor médio é insuficiente para definição do regime habitual e excepcional das chuvas.

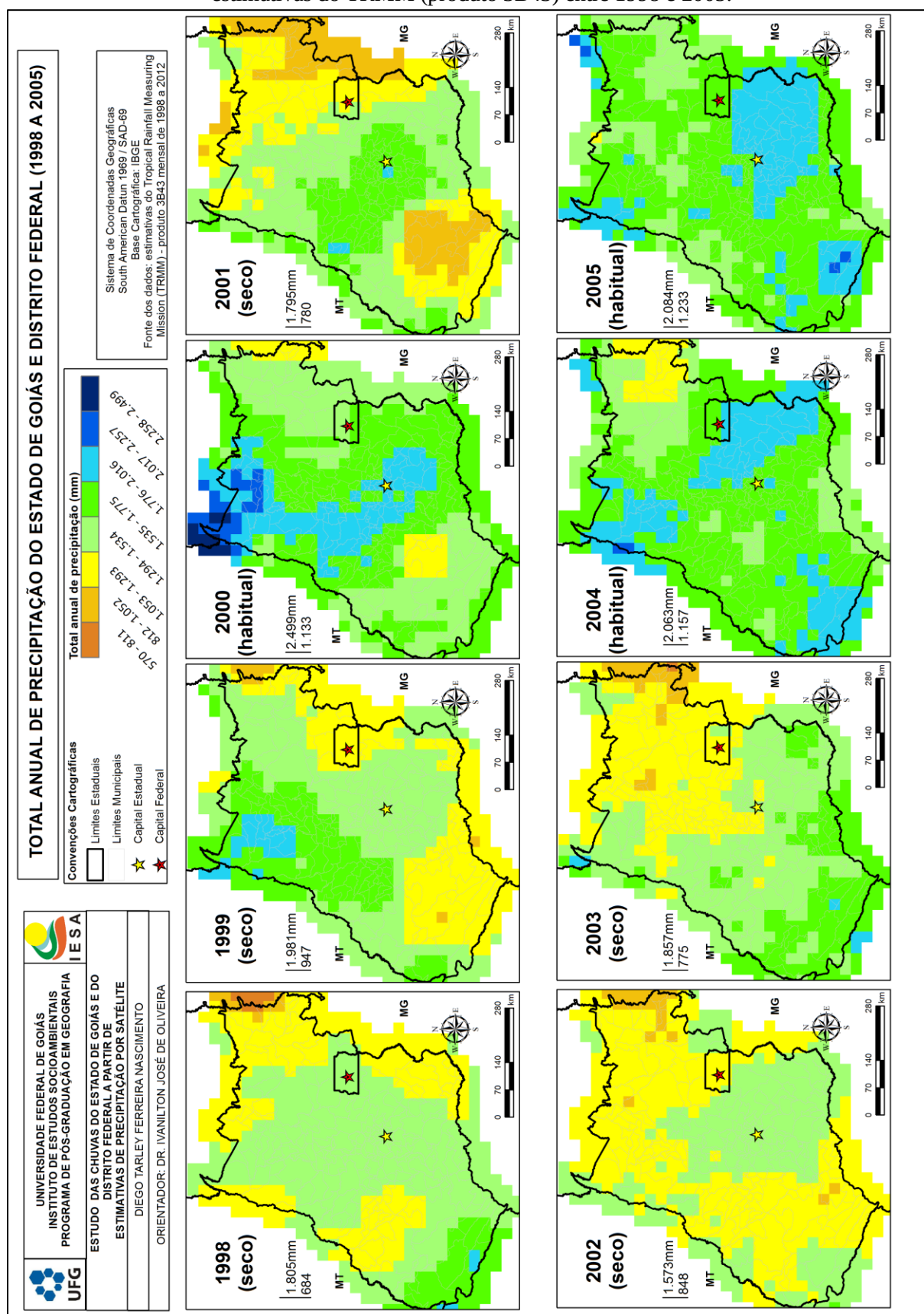
A variabilidade da média zonal dos totais sazonais de precipitação é também fornecida pelo gráfico da **Figura 56**, sendo possível inferir que a definição do regime pluviométrico habitual e excepcional não é realizada apenas com base no total anual, mas também pela distribuição da chuva entre o período chuvoso e seco. Isso ocorre, principalmente, com relação à distinção entre os anos de pluviosidade habitual e elevada, visto que esse segundo regime coincide com maior volume de chuva no período de seca.

Os anos-padrão seco são aqueles condizentes a totais anuais inferiores à média, associados a valores de precipitação durante a estação seca inferiores ao valor médio para esse período (conforme visto nos anos de 1998, 1999, 2002, 2003, 2007 e 2010) ou a valores de precipitação no período seco pouco acima da média, mas com precipitação ao longo da estação chuvosa abaixo do valor médio (2001 e 2012). Não obstante, os anos-padrão classificados como habituais representam totais anuais de precipitação acima da média, relacionados a chuvas próximas à média durante o período seco e branda elevação das médias no período chuvoso (2000, 2004, 2005 e 2006) ou a diminuições ou aumentos da média do período seco acompanhados por elevação e recuos, respectivamente, da média no período chuvoso (2008 e 2011). Por fim, o ano-padrão definido como chuvoso (2009) se refere elevado total anual de chuva, associado às precipitações acima da média durante o período chuvoso e, principalmente, seco.

Entre os quinze anos analisados, o predomínio é de regime de baixa pluviosidade (8 anos), seguido pelo habitual (6 anos), ao passo que o regime de elevada pluviosidade ocorreu em apenas um ano (2009).

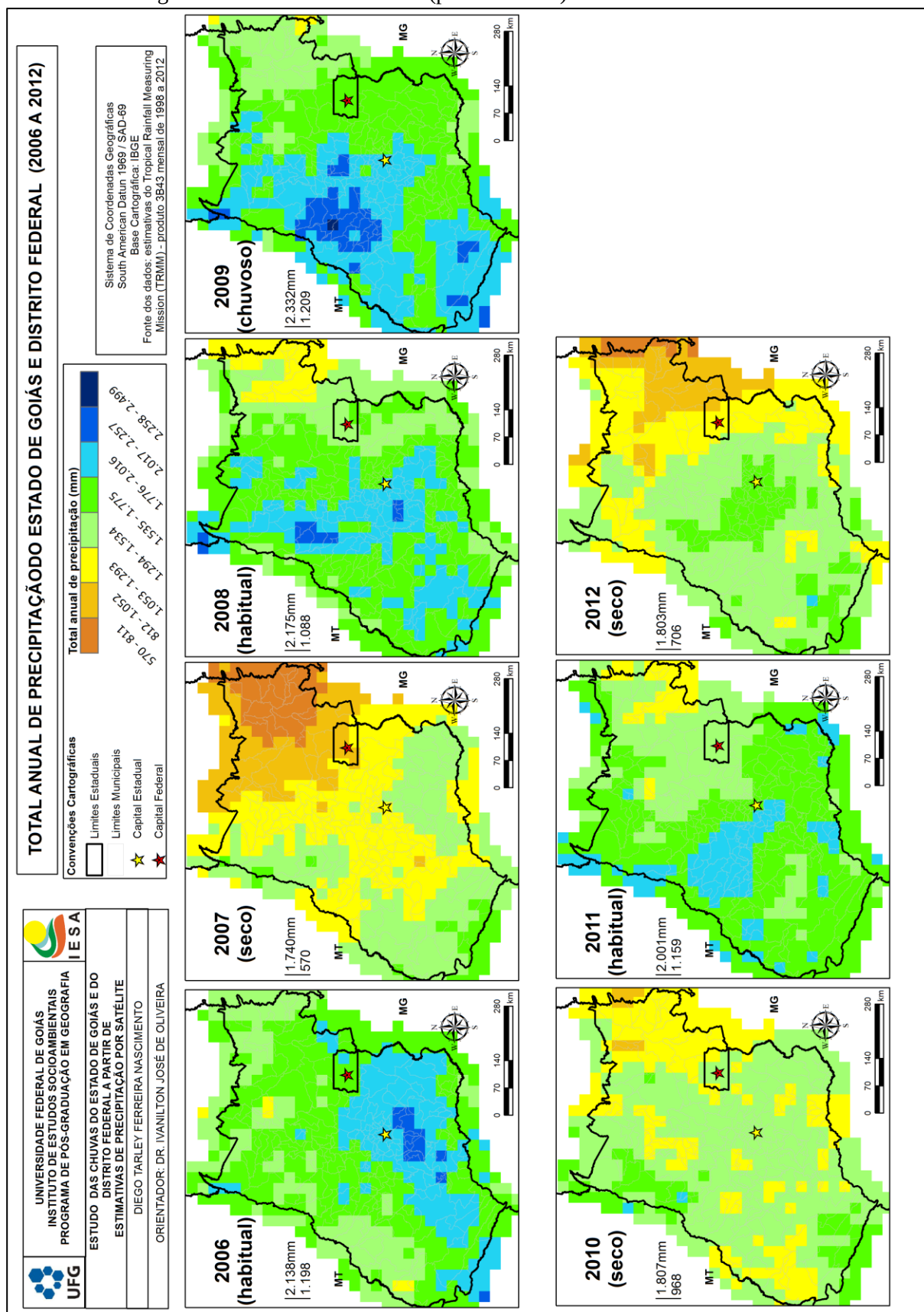
Conforme visto pelos mapas representados pelas **Figuras 53 e 54**, nos anos de regime habitual, os maiores totais anuais de precipitação ocorrem no noroeste, sudeste e sudoeste de Goiás ao passo que os menores são verificados, principalmente, no nordeste. Nesses anos, os menores valores de precipitação anual variam entre 1.088 e 1.233 mm, com os maiores valores variando entre 2.001 e 2.499 mm.

Figura 53 – Variabilidade do total anual de precipitação do estado de Goiás e Distrito Federal segundo estimativas do TRMM (produto 3B43) entre 1998 e 2005.



Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 54 – Variabilidade do total anual de precipitação do estado de Goiás e Distrito Federal segundo estimativas do TRMM (produto 3B43) entre 2006 e 2012.



Elaboração: Nascimento (2016).

Nos anos de reduzida pluviosidade, os maiores totais anuais são verificados no sudoeste, noroeste e oeste, ao passo que os menores ocorrem, principalmente, no nordeste e norte de Goiás, mas, em alguns anos, podendo se estendendo também ao oeste, sudoeste e noroeste. Nos anos-padrão seco, os menores totais anuais variam desde os 570 mm (com máximo de 947 mm), enquanto os maiores valores partem de 1.573 mm, não ultrapassando os 1.857 mm.

No caso do ano de elevada pluviosidade, os maiores totais anuais de precipitação são percebidos no oeste, noroeste e sudoeste, com os menores totais de precipitação verificados principalmente no nordeste. No ano-padrão chuvoso, se percebe o menor valor de precipitação anual acima de 1.209 mm, e maior valor acima dos 2.332 mm.

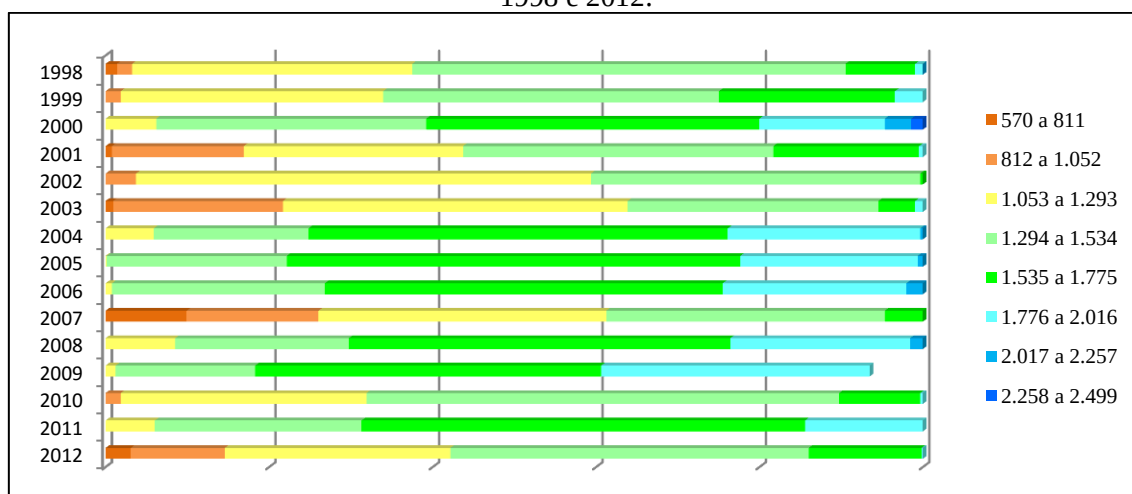
Segundo os boletins de monitoramento e análise climática publicados pelo Boletim Climanálise, do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), os anos definidos como secos (1998, 1999, 2001 a 2003, 2007, 2010 e 2012), geralmente, correspondem: 1) à inibição da nebulosidade convectiva devido ao deslocamento do centro da Alta da Bolívia (AB) para fora de sua posição climatológica; 2) à menor atuação do escoamento da nebulosidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) durante o período chuvoso; 3) à atuação mais branda ou menor entrada de frentes frias no período seco; e 4) a uma mais longa permanência da massa Tropical Atlântica durante o período seco sobre o estado de Goiás e o Distrito Federal. Nesses anos, a existência de locais isolados com padrão pluviométrico caracterizado como chuvoso no noroeste e numa faixa em sentido noroeste/sudeste ou no sul do estado de Goiás se baseia numa maior ocorrência de episódios da ZCAS ou à entrada de sistemas frontais (FP), respectivamente, nesses locais.

O padrão chuvoso (2009) é condicionado pela maior ocorrência de episódios de ZCAS, formação de áreas de instabilidade associadas ao escoamento da AB e incursões de sistemas frontais com maior intensidade, mesmo durante o período de estiagem, favorecendo totais mensais de chuvas acima da média histórica e uma maior distribuição ao longo do ano. Por sua vez, os anos-padrão classificados como habituais (2000, 2004 a 2006, 2008 e 2011) correspondem à entrada, ao deslocamento e à atuação dos sistemas produtores de tempo dentro do padrão climatológico, condicionando um período ora chuvoso ora seco na região.

A **Figura 55** indica a proporção das classes de precipitação entre os 15 anos analisados, segundo a qual se percebe, nos anos com condição de pluviosidade habitual

(2000, 2004, 2005, 2006, 2008, 2011 e 2012), o predomínio espacial é de totais anuais variando entre 1.535 e 1.775 mm, exceto em 2012, quando predominam valores entre 1.294 e 1.534 mm. Os anos-padrão seco (1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2007 e 2010) demonstram predomínio espacial de totais anuais de precipitação variando entre 1.294 e 1.534 mm, com exceção de 2007, em que o predomínio é de valores abaixo desse patamar, entre 1.053 e 1.293 mm. No ano de elevada pluviosidade (2009), predominam, na área em estudo, totais anuais oscilando entre 1.535 e 1.775 mm.

Figura 55 – Proporção da área ocupada pelas classes do total anual de precipitação (mm) entre 1998 e 2012.



Elaboração: Nascimento (2016).

Na sequência, é feita a análise qualitativa dos anos-padrão de 2007, 2009 e 2011, considerados como representativos do regime seco, chuvoso e habitual, respectivamente. Apesar de não haver evidências de efeitos pronunciados nas chuvas na região Centro-Oeste quando da ocorrência do fenômeno *El Niño*, assim como da pouca previsibilidade referente ao impacto do fenômeno *La Niña*, vale destacar a ocorrência de *La Niña* de intensidade forte a partir de março de 2007 até maio de 2008, sendo o primeiro ano utilizado como recorte amostral do regime seco.

4.3. Regime das chuvas do estado de Goiás e do Distrito Federal

4.3.1. ANO-PADRÃO HABITUAL (2011)

4.3.1.1. Variabilidade anual e sazonal das chuvas no ano-padrão habitual (2011)

O ano de 2011, classificado como padrão habitual, apresenta média zonal de total anual de precipitação de 1.602 mm, valor esse 7,9% acima da média da série temporal analisada – representando um aumento de 134 mm. Isso corrobora a afirmação de que o habitual não equivale ao valor médio, conforme salientado por Monteiro

(1973), havendo apenas uma aproximação ou semelhança entre a abstração da média e a realidade dos valores habituais dos totais anuais de precipitação.

Conforme visto pelo mapa da **Figura 57**, o total anual de precipitação em 2011 varia entre 1.160 e 2.001 mm – uma amplitude de 841 mm na área em estudo. Os menores valores de precipitação são vislumbrados no centro-norte e, principalmente, no nordeste de Goiás (Depressão do Vão do Paranã), enquanto os maiores totais anuais são verificados na faixa que se estende de oeste a sudeste de Goiás – correspondente à calha topográfica pela qual se deslocam os sistemas produtores de chuvas na região.

No ano-padrão habitual de 2011 não ocorrem valores situados nas duas primeiras classes de total anual de precipitação que foram padronizadas para a análise comparativa entre os anos – 570 a 790 e 791 a 1010 mm. Da mesma forma, se encontram ausentes valores delimitados pela última classe de precipitação, 2.113 a 2.333 mm. Portanto, ocorrem no ano classificado como habitual as classes representativas dos valores intermediários de precipitação.

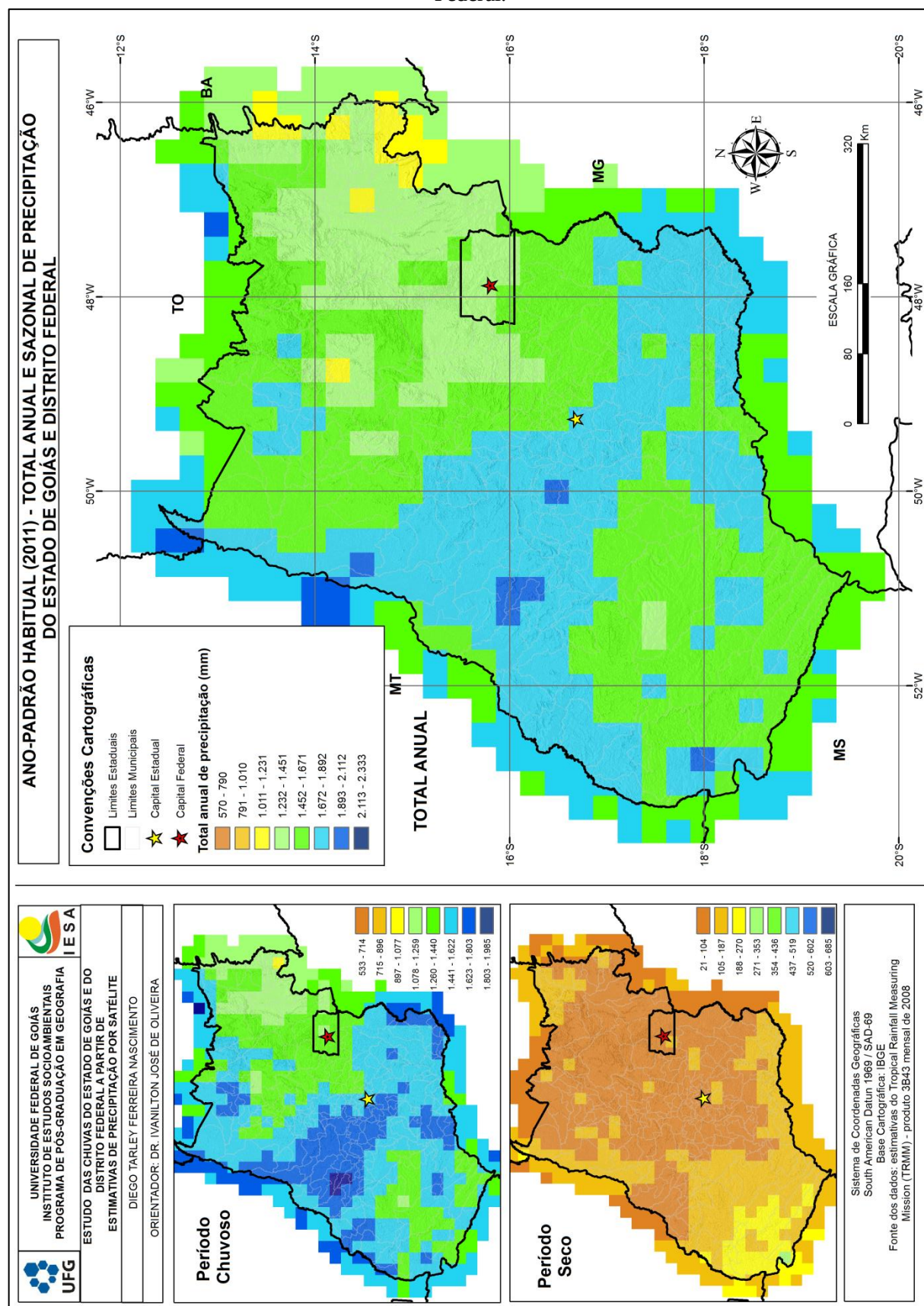
O predomínio espacial é de totais anuais de precipitação entre 1.452 e 1.671 mm – 43,6% da área. Os valores acima desse patamar ocorrem sobre 37,7% da área, referentes à calha formada pelos Relevos Residuais e Depressões Intermontanas, por onde se deslocam os sistemas produtores de chuva, enquanto os valores abaixo de 1.451 mm representam 18,7% da área, verificados, principalmente, sobre o Vão do Paranã (**Tabela 12**).

Tabela 12 – Área (em km²) e proporção (em %) ocupada pelas classes do total anual de precipitação (em mm) para o ano-padrão de 2011.

Precipitação (mm)	Área (km²)	Proporção (%)
1.160 a 1.231	6.971	2,0
1.232 a 1.451	57.916	16,7
1.452 a 1.671	150.690	43,6
1.672 a 1.892	123.341	35,7
1.893 a 2.001	6.971	2,0
Total:	345.890	100,0

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Figura 57 – Ano-padrão habitual (2011): total anual e sazonal de precipitação do estado de Goiás e Distrito Federal.



Elaboração: Nascimento (2016).

Ao longo do período chuvoso em 2011, a média zonal de precipitação é de 1.490 mm, representando um aumento de 15,4% do esperado médio para esse período – equivalente a um incremento de 199 mm. Esse quantitativo se refere a 93% do precipitado ao longo de todo ano de 2011, uma concentração também mais elevada que a média – que é de 88%. Nesse período, o menor valor de precipitação anual foi de 1.067 mm, com o maior valor alcançando os 1.869 mm – uma amplitude de 802 mm. O período chuvoso, em 2011, apresentou a mesma variação espacial que o total anual, com menores valores no centro-norte e nordeste, e os maiores verificados numa faixa de oeste a sudeste de Goiás – **Figura 57**.

No período seco, a média zonal do total de precipitação é de 111 mm, valor que representa redução de 37% da média para esse período do ano – isto é, uma diminuição de 65 mm. Enquanto a proporção média de chuva para o período seco é de 12%, em 2011, esse valor correspondeu a apenas 7% do total anual de precipitação. Nessa estação, os valores totais de precipitação variam entre 37 e 288 mm – uma amplitude de 251 mm, com os maiores valores se concentrando na região sudoeste e os inferiores ocorrendo de forma homogênea em toda área em estudo – **Figura 57**.

Sendo assim, é possível afirmar que o ano de pluviosidade habitual apresenta total anual de precipitação pouco acima da média e maior concentração de chuva ao longo do período chuvoso e, por conseguinte, menor ocorrência de chuva ao longo dos meses do período seco.

No período chuvoso do ano-padrão habitual de 2011, com exceção das duas primeiras classes de precipitação, indicativas das menores quantidades de chuva, há ocorrência de valores de precipitação referente a todas as classes de precipitação. Contudo, no período seco, ocorrem valores referentes apenas às quatro primeiras classes de precipitação, ou seja, um predomínio de valores inferiores de chuva.

Conforme a **Tabela 13**, no período chuvoso de 2011, o predomínio espacial é de totais sazonais de precipitação variando entre 1.441 e 1.622 mm – em 43,4% da área. Os valores abaixo de 1.440 mm ocorrem sobre 35,7%, situando-se, principalmente, no nordeste e sudoeste de Goiás, enquanto que os valores acima de 1.623 mm ocorrem em 20,9% e podem ser vislumbrados, sobretudo, na faixa transversal que se estende em sentido oeste/sudeste.

Tabela 13 – Área (km²) e proporção (%) das classes do total de precipitação (mm) no período chuvoso de 2011.

Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
1.067 a 1.077	536	0,2
1.078 a 1.259	32.176	9,3
1.260 a 1.440	90.629	26,2
1.441 a 1.622	150.154	43,4
1.623 a 1.803	70.251	20,3
1.804 a 1.869	2.145	0,6
Total	345.891	100,00

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Durante o período seco de 2011, predominam, em pouco mais da metade da área, os menores totais sazonais de precipitação, compreendidos entre 37 e 104 mm. Ocorrência espacial também significativa se dá com a classe de valor logo acima, 105 a 187 mm, com 38,8%. Os valores acima desse patamar totalizam apenas 6,6% –

Tabela 14.**Tabela 14** – Área (km²) e proporção (%) das classes do total de precipitação (mm) no período seco de 2011.

Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
37 a 104	189.302	54,7
105 a 187	134.066	38,8
188 a 270	21.987	6,4
271 a 288	536	0,2
Total	345.891	100,00

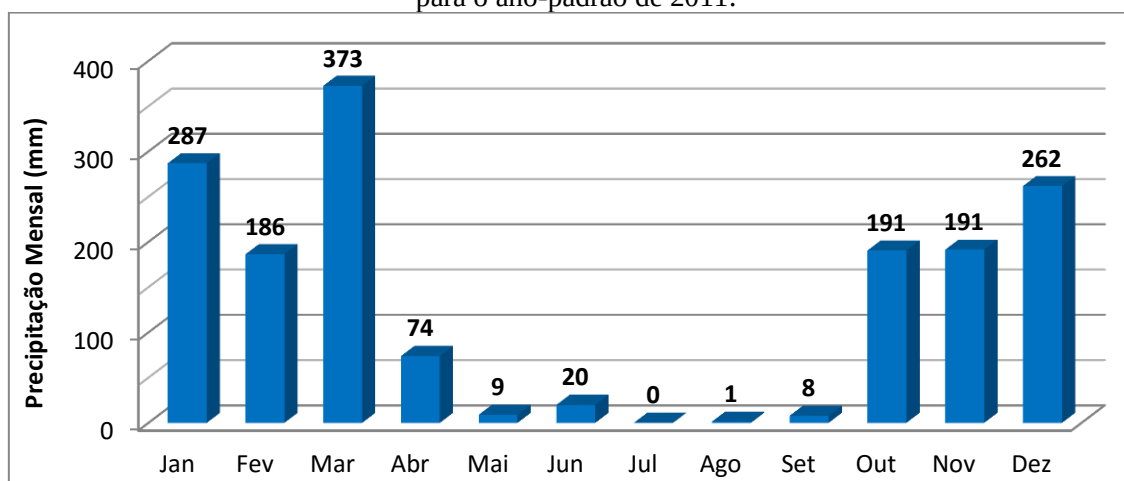
Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

4.3.1.2. Variabilidade mensal e diário das chuvas no ano-padrão habitual (2011)

Pelo gráfico da **Figura 58**, que representa a variação interanual da média zonal de precipitação mensal no ano-padrão habitual de 2011, se percebe que os meses mais chuvosos são março, janeiro e dezembro, com 373, 287 e 262 mm, respectivamente. O trimestre consecutivo mais chuvoso é representado por janeiro/fevereiro/março. Por outro lado, julho, agosto e setembro são os meses com menores valores mensais de precipitação, da mesma forma que representam o trimestre consecutivo mais seco.

Apesar de dar indícios do regime mensal de precipitação do ano-padrão habitual de 2011, o gráfico da **Figura 58** representa apenas a média zonal para cada um dos meses. Melhor indicação é dada pelas **Tabelas 15 e 16**, e pelos mapas das **Figuras 59 e 60**, na sequência, que mostram a quantificação da área e proporção ocupada por cada classe de precipitação e representam a variação espacial dos acumulados de precipitação mensal, respectivamente.

Figura 58 – Gráfico da variação interanual da média zonal de precipitação mensal (em mm) para o ano-padrão de 2011.



Elaboração: Nascimento (2016).

Tabela 15 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação mensal (mm) no período chuvoso do ano-padrão habitual (2011).

Precipitação (mm)	Janeiro		Fevereiro		Março		Outubro		Novembro		Dezembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
5 a 91	-	-	15.552	4,5	-	-	-	-	25.204	7,3	1.073	0,3
92 a 177	17.697	5,1	137.820	39,8	-	-	130.312	37,7	112.079	32,4	34.321	9,9
178 a 263	138.356	40,0	159.271	46,0	38.611	11,2	200.027	57,8	157.662	45,6	154.444	44,7
264 a 350	119.051	34,4	30.567	8,8	120.660	34,9	15.552	4,5	48.800	14,1	126.022	36,4
351 a 432	49.873	14,4	2.681	0,8	83.121	24,0	-	-	-	-	18.233	5,3
433 a 522	20.914	6,0	-	-	90.629	26,2	-	-	-	-	11.262	3,3
523 a 608	-	-	-	-	11.798	3,4	-	-	-	-	536	0,2
609 a 695	-	-	-	-	1.073	0,3	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Tabela 16 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação mensal (mm) no período seco do ano-padrão habitual (2011).

Precipitação (mm)	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Sem chuva	-	-	56.308	16,3	55.235	16,0	156.053	45,1	133.530	38,6	10.725	3,1
0 a 49	43.974	12,7	286.902	82,9	247.218	71,5	189.838	54,9	212.361	61,4	333.557	96,4
50 a 98	250.972	72,6	2.681	0,8	42.365	12,2	-	-	-	-	1.609	0,5
99 a 147	49.336	14,3	-	-	1.073	0,3	-	-	-	-	-	-
148 a 197	1.609	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

O mês de janeiro apresenta o predomínio espacial de acumulados mensais variando entre 178 e 263 mm (40%), ocorrendo, principalmente, no leste, norte e extremo sudoeste (**Figura 59**), seguido pelos valores compreendidos entre 264 e 350 mm (34,4%), no sul, sudoeste e noroeste de Goiás. Os valores abaixo de 177 mm, que chegam aos 124 mm, ocorrem em apenas 5,1% da área em estudo, situados, sobretudo, no extremo nordeste, na divisa com a Bahia. Os acumulados mensais acima de 351 mm, com teto em 469 mm, correspondem a 20,4% da área em apreço, concentrando-se no oeste e noroeste de Goiás.

Figura 59 – Ano-padrão habitual (2011): precipitação mensal (mm) durante o período chuvoso.

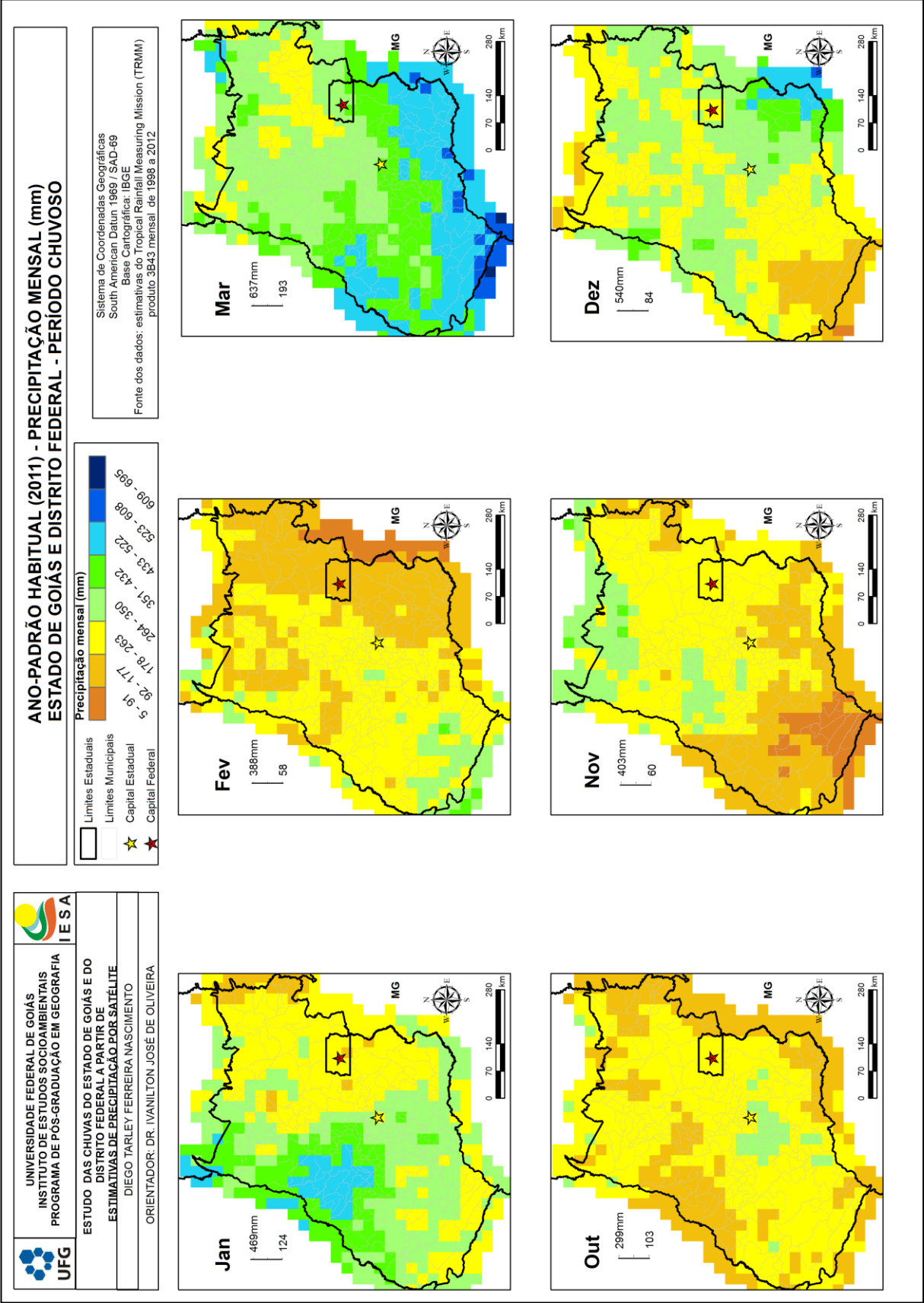
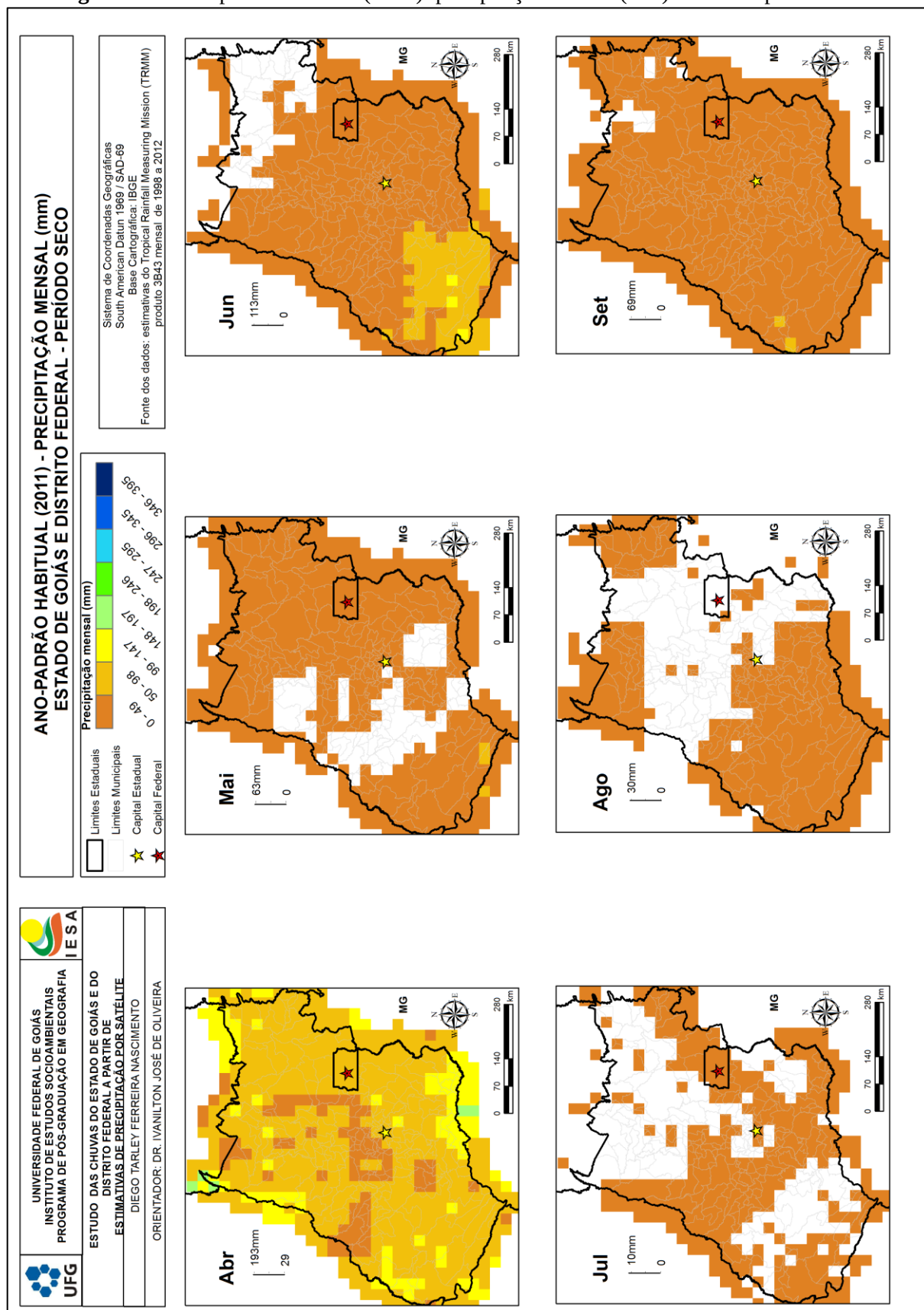


Figura 60 – Ano-padrão habitual (2011): precipitação mensal (mm) durante o período seco.



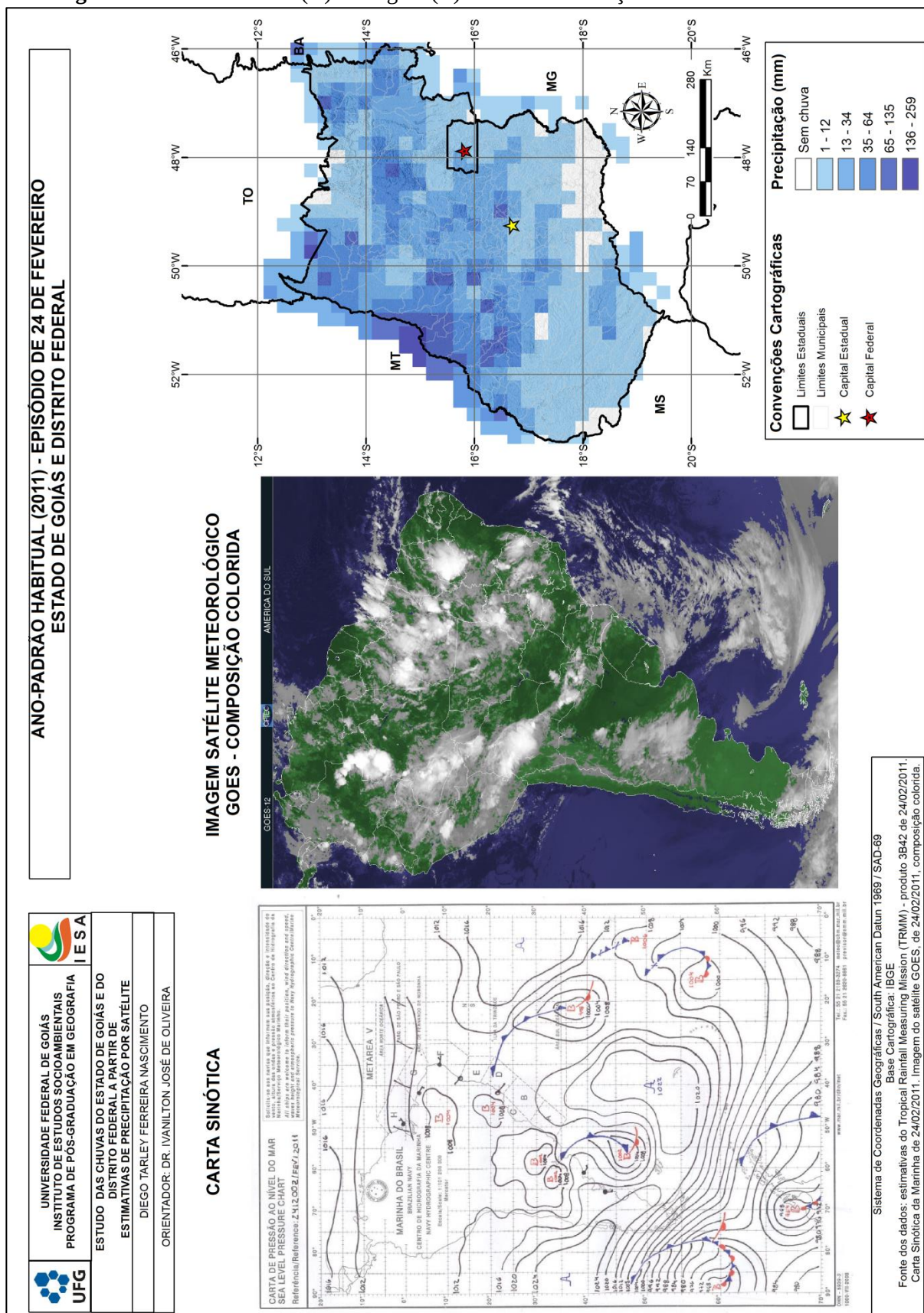
Elaboração: Nascimento (2016).

A precipitação registrada em janeiro decorre, principalmente, da atuação de dois episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), entre os dias 1 a 7 e 11 a 21, que repercutiu em elevados acumulados diários e chuvas bem distribuídas na área em estudo. Esse sistema atuou, principalmente, na calha formada pela Depressão do Rio Araguaia e do Alto Tocantins e pelos Relevos Residuais e pelas Depressões Intermontanas, por onde penetram e se deslocam com mais facilidade na área em estudo. Nas demais regiões, devido à barreira topográfica formada pelos Planaltos e Chapadões à penetração de tais sistemas, as chuvas, geralmente, estiveram associadas à atividade convectiva, em resposta aos efeitos termodinâmicos e à umidade fornecida pela mEc, que atuou nos demais dias do mês e respondeu por chuvas concentradas principalmente no oeste, noroeste, norte e sudoeste. O exemplo da **Figura 60** representa o dia de 15 de janeiro, em que a atuação da ZCAS por praticamente toda área resultou em elevados acumulados diários de precipitação no oeste, noroeste e norte de Goiás.

Em fevereiro, o predomínio espacial é de precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm (46%), verificado em toda a faixa oeste de Goiás. Diferente de janeiro, a segunda classe de precipitação mensal que passa a predominar em fevereiro corresponde a valores variando entre 92 e 177 mm (39,8%), situados a sudeste, leste e nordeste. Os acumulados mensais abaixo de 91 mm, com mínimo de 58 mm, ocorrem apenas em 4,5% da área em estudo, e são verificados no extremo leste. Os valores de precipitação mensal acima de 264 mm, com máximo de 388 mm, ocorrem em apenas 9,6% da área em apreço, verificados, principalmente, no sudoeste.

A menor precipitação mensal vista em fevereiro com relação ao mês anterior resulta do predomínio da mEc em quase todo mês. Nesse mês, foram registradas chuvas bem distribuídas pela área em estudo, com os mais elevados acumulados diários de precipitação associados, principalmente, ao único episódio da ZCAS, entre os dias 9 a 16. Contudo, a atuação da mEc também repercutiu em grande proporção de chuvas, conforme visto no episódio do dia 24, em que são registradas chuvas bem distribuídas e chegando a alcançar os 259 mm, a oeste de Goiás – **Figura 61**.

Figura 61 – Carta sinótica (A) e imagem (B) ilustrando a atuação da mEc em 24/02/2011.



Elaboração: Nascimento (2016), com base em dados da Marinha, CPTEC, TRMM.

O mês de março apresenta aumento da precipitação mensal em toda área em estudo. Nesse mês, o predomínio (34,9%) é de acumulados mensais compreendidos entre 264 e 350 mm, verificados, principalmente, na região central e norte de Goiás. Os valores abaixo de 263 mm, com patamar em 193 mm, ocorrem em apenas 11,2% da área, concentrados no nordeste. Os valores acima de 351 mm ocorrem sobre mais da metade da área em estudo (53,9%), verificados no oeste, sudeste, sudoeste e sul – nessa última região, chegando ao valor máximo de 637 mm.

O aumento da precipitação em março resulta da persistência da ZCAS ao longo dos primeiros dezoito dias desse mês, com associação da AB e VCAN em alguns dias. Esse quadro atmosférico respondeu a chuvas bem distribuídas na área em estudo e consideráveis acumulados diários, principalmente a oeste, sudoeste e sul de Goiás. No restante do mês, houve atuação da mEc entre 19 a 23 e 28 a 29 – resultando em chuvas bem distribuídas, e a primeira incursão da mTa entre os dias 24 a 27 e 30 a 31 – repercutindo em baixos acumulados diários de chuvas concentradas ao norte e noroeste.

Marcando a transição do período chuvoso para seco, o mês de abril apresenta o predomínio em praticamente toda a área em estudo (72,6) de precipitação mensal variando entre 50 e 98 mm. Os valores abaixo desse patamar (entre 49 e 29 mm) representam 12,7% da área, situados na porção central e oeste de Goiás. Os valores acima de 99 mm, chegando a alcançar 193 mm, correspondem a 14,8% da área em apreço, verificados, principalmente, nos extremos sudeste, sudoeste, noroeste e nordeste.

Até o oitavo dia de abril, houve a configuração de um episódio de ZCAS (de 3 a 7) e a atuação da mEc, que responderam por chuvas bem distribuídas, principalmente até o dia 4. Após o dia 9, o centro de baixa pressão de onde se origina a mEc se deslocou para o extremo norte do território brasileiro, passando a se deslocar e atuar no estado de Goiás e no Distrito Federal a mP e a mTa – marcando a mudança do período chuvoso para seco. Nesse mês, houve o deslocamento e atuação da mP em quinze dias (9 a 12, 18 a 22, 25 a 30), que respondeu por grande parte dos registros pluviométricos diários, e atuação da mTa entre os dias 13 a 17 e 23 a 24. Em decorrência da umidade ainda disponível na atmosfera, apesar do domínio da mP e da atuação da mTa, entre os dias 9 a 16, houve formação de chuvas isoladas e concentradas a oeste, noroeste e norte de Goiás. Após o dia 17, há diminuição progressiva dos acumulados diários e ocorrência de chuva isoladas nas regiões norte e noroeste de Goiás.

Durante os meses que representam o período de estiagem para a área em estudo, maio a setembro, predominam valores de precipitação mensal abaixo de 49 mm, com ausência de chuva ao longo de todo o mês para algumas localidades, sobretudo nos meses de julho e agosto. Apenas os meses de maio, junho e setembro apresentam registro de acumulados mensais superiores a 50 mm, com destaque para o mês de junho que registra o valor máximo de 113 mm.

A condição de estiagem é justificada pela persistente atuação da massa de ar originada no anticiclone do Atlântico Sul: a mTa. O sentido de circulação e a direção de deslocamento dessa massa ainda colaboram à incursão de massas polares, que estão associadas a anticiclones migratórios oriundos de maiores latitudes, ao Sul. Apesar de adquirir umidade na superfície oceânica que se origina, ao adentrar o estado de Goiás e Distrito Federal, a mTa encontra-se continentalizada, ou seja, quente e seca, refletindo o período de estiagem. Da mesma forma, ao chegar ao estado de Goiás, a mP encontra-se enfraquecida, perdendo as características de temperatura e umidade adquiridas no local de origem ao longo de seu trajeto pelo continente sul-americano – passando a ser denominada por mP “envelhecida” ou “tropicalizada”. Contudo, essa massa ainda é capaz de provocar algumas chuvas frontais.

Em maio, as regiões sul e oeste apresentam valores nulos de precipitação mensal. Ao longo desse mês, houve a entrada e atuação de seis anticiclones móveis, associados à mP – que atuou ao longo de 12 dias. A primeira incursão e atuação da mP no estado de Goiás e no Distrito Federal ocorreu no dia 4, a segunda entre 7 a 8, a terceira no dia 10, a quarta durante 17 a 21, a quinta no dia 28, e a sexta e última entre os dias 30 a 31. Algumas chuvas isoladas foram registradas em dias com incursão da mP, possivelmente decorrente da instabilidade frontal. No restante do mês (19 dias), apesar da estabilidade atmosférica ocasionada pela atuação da mTa, foram registrados eventos isolados com índices consideráveis de chuva, possivelmente de origem convectiva.

Em junho, os valores nulos de precipitação se concentram na região nordeste, ao passo que os maiores valores são verificados no sudoeste. Nesse mês, seis anticiclones móveis se deslocaram para a área em estudo. O primeiro deles atuou desde o dia 30 do mês passado até primeiro de junho. Os demais sistemas atuaram entre 4 a 7; 11 a 12; 14 a 16; 19 a 23; e 27 a 29 – totalizando 18 dias sob domínio desse sistema, sendo que os 12 dias restante estiveram sob influência da mTa. Tanto a atuação da mTa quanto da mP

repercutiu em tempo estável, céu claro e pouca gênese pluvial, conforme visto no exemplo do dia 18 de junho, ilustrado pela **Figura 62**, que retrata a atuação da mTa.

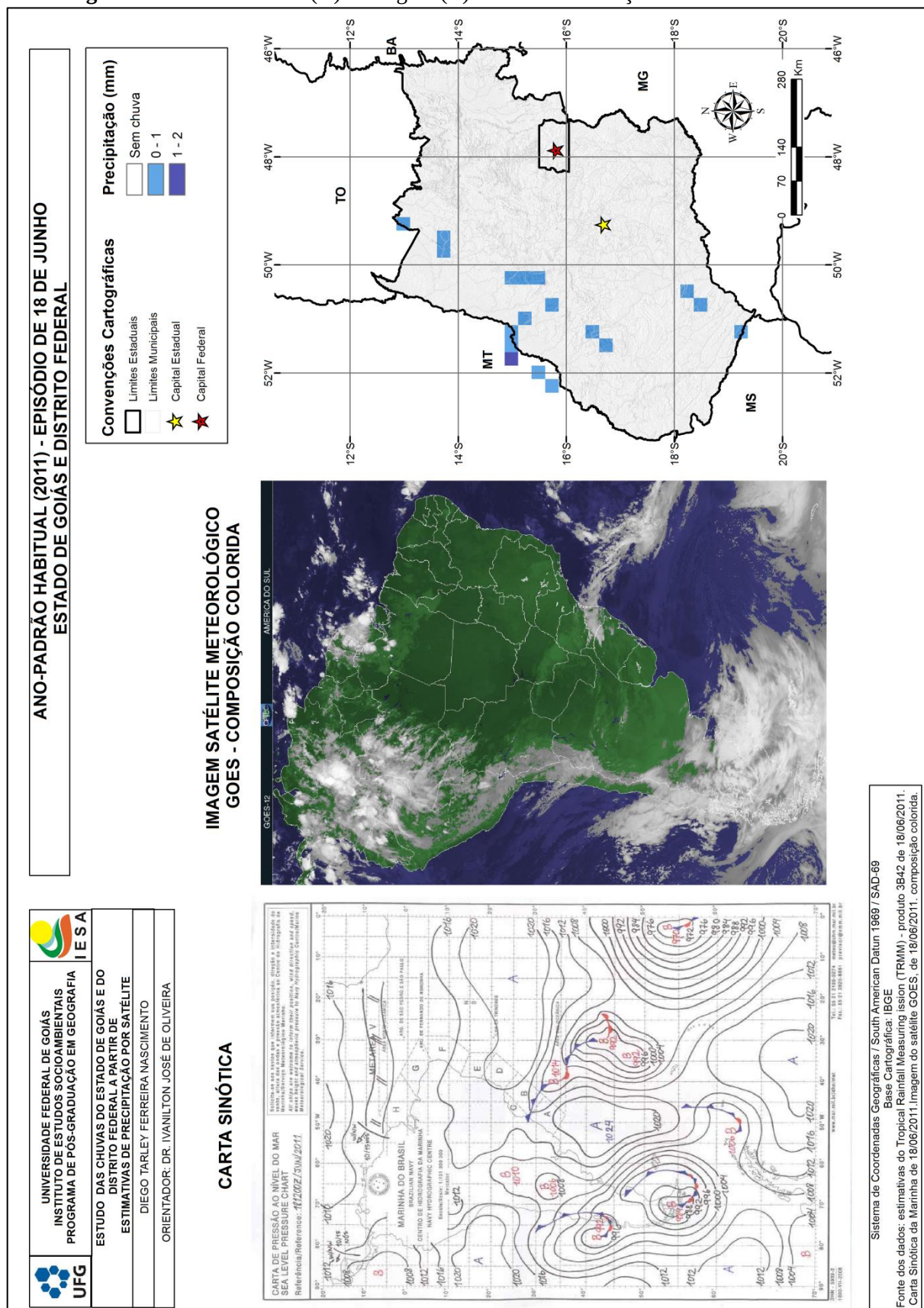
Em julho, as regiões sudoeste, sudeste, centro e norte representam as áreas com ausência de chuvas. Apesar do deslocamento e da atuação de sete massas de ar associadas ao anticiclone migratório no território brasileiro ao longo do mês, apenas dois conseguiram alcançar o estado de Goiás e Distrito Federal, e influenciar o tempo atmosférico a ponto de provocar algumas chuvas isoladas. Apesar da pouca quantidade, a persistência da mP foi considerável, haja vista que a primeira, mais intensa, atuou ao longo de sete dias (4 a 10), enquanto a segunda atuou sob seis dias (22 a 27). No restante do mês, houve o predomínio da mTa.

Durante o mês de agosto, houve predomínio da mTa em cerca de 19 dias, que repercutiu em escassez de chuva em grande parte da porção sudeste, central, oeste e norte de Goiás, e em praticamente todo o Distrito Federal. As poucas chuvas registradas no sudoeste e sul de Goiás estiveram, geralmente, associadas à ascensão convectiva do ar quente ou à atividade frontal associada pela passagem de seis anticiclones migratórios polares, durante os dias 4 a 5; 10 a 12; 15; 21 a 23; e 26 a 28.

Apesar do predomínio de baixos valores de precipitação mensal, em setembro, as áreas em que não foram registradas chuvas diminuíram, representando apenas 3,1% do território compreendido pelo estado de Goiás e Distrito Federal – se restringindo a algumas localidades no norte e nordeste de Goiás. As chuvas nesse mês estiveram associadas a incursão e atuação da mP entre os dias 1 a 5, e, principalmente, à volta do deslocamento e da atuação da mEc na região, conforme visto entre os dias 8 a 11; 21 a 24 e 28 a 29. Ainda no decorrer desse mês, houve a atuação de três massas polares – entre os dias 12 a 13; 15 a 17; e 25 a 27, sendo que a última esteve associada à atuação de uma frente fria no sul e sudoeste de Goiás. No demais dias do mês (8 dias), a mTa ainda se fez presente, contudo, repercutindo em escassez de chuvas.

Sendo o mês de transição do período de estiagem para o chuvoso, outubro passa a apresentar o predomínio de precipitação mensal, variando entre 178 e 263 mm, em mais da metade da área em estudo. Valores abaixo desse patamar, entre 92 e 177 mm, correspondem a 37,7% da área, sendo verificados, principalmente, a oeste, sudeste, leste e nordeste de Goiás, ao passo que os valores acima de 264 mm, podendo alcançar os 299 mm, predominam em apenas 4,5%, situando-se, especialmente, no centro-sul de Goiás.

Figura 62 – Carta sinótica (A) e imagem (B) ilustrando a atuação da mTa em 18/06/2011.



Sistema de Coordenadas Geográficas / South American Datum 1969 / SAD 69

Base Cartográfica: IBGE
Fonte dos dados: estimativas do Tropical Rainfall Measuring isson (TRMM) - produto 3B42 de 18/06/2011.
Carta Sinótica da Marinha de 18/06/2011. Imagem do satélite GOES, de 18/06/2011, composição colorida.

Elaboração: Nascimento (2016), com base em dados da Marinha, CPTEC, TRMM.

Os primeiros seis dias de outubro apresentaram pouca ocorrência de precipitação, em decorrência do predomínio da mTc no primeiro e segundo dia do mês, e da mP entre os dias 3 a 5 e da mTa no dia 6. A partir do dia 7, houve predomínio da mEc durante 17 dias, que repercutiu na formação de chuvas esparsas, principalmente na região norte, noroeste e sudoeste de Goiás. Entre os dias 17 a 23, houve o primeiro episódio de ZCAS, associado a passagem de cavados na média e alta troposfera e ao deslocamento de sistemas frontais junto à costa leste do país, contudo, esse sistema não resultou na formação de chuvas na área em estudo.

Da mesma forma que no mês anterior, em novembro, predominam valores mensais de precipitação variando entre 178 e 263 mm em 45,6% da área. Os valores abaixo de 177 mm, tendo como limite os 60 mm, ocorrem sobre 39,7% da área, concentrados, principalmente, na região sudoeste, ao passo que os valores acima de 264 mm, com máximo em 403 mm, ocupam 14,7%, situados ao norte e oeste de Goiás.

Os registros mais elevados de precipitação ao longo desse mês foram resultados do predomínio da mEc e da configuração de dois episódios de ZCAS: o primeiro de 1 a 4, e o segundo de 22 a 29. Contudo, a atuação da ZCAS respondeu por chuvas geralmente isoladas ao norte e nordeste de Goiás. Atribuída ao predomínio da mEc nos demais dezoito dias desse mês é que se deu a formação de chuvas melhor distribuídas e com acumulados diários mais representativas.

Apesar do predomínio de precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm em dezembro, convém destacar a amplitude significativa registrada nesse mês, haja vista o mínimo (84 mm) e máximo (540 mm) registrados. Os menores valores se concentraram ao sul do Planalto de Rio Verde, ao passo que os valores acima de 264 mm se situaram nas imediações do Planalto Central Goiano.

A precipitação registrada em dezembro esteve associada à atuação da mEc ao longo de doze dias de dezembro, repercutindo em chuvas geralmente bem distribuídas, e, principalmente, a três eventos de ZCAS, que perduraram ao longo de dezenove dias desse mês e determinaram a formação de chuvas que alcançaram acumulados diários consideráveis, principalmente, a oeste, norte, nordeste e sudoeste de Goiás.

4.3.1.3. A gênese das chuvas no ano-padrão habitual (2011)

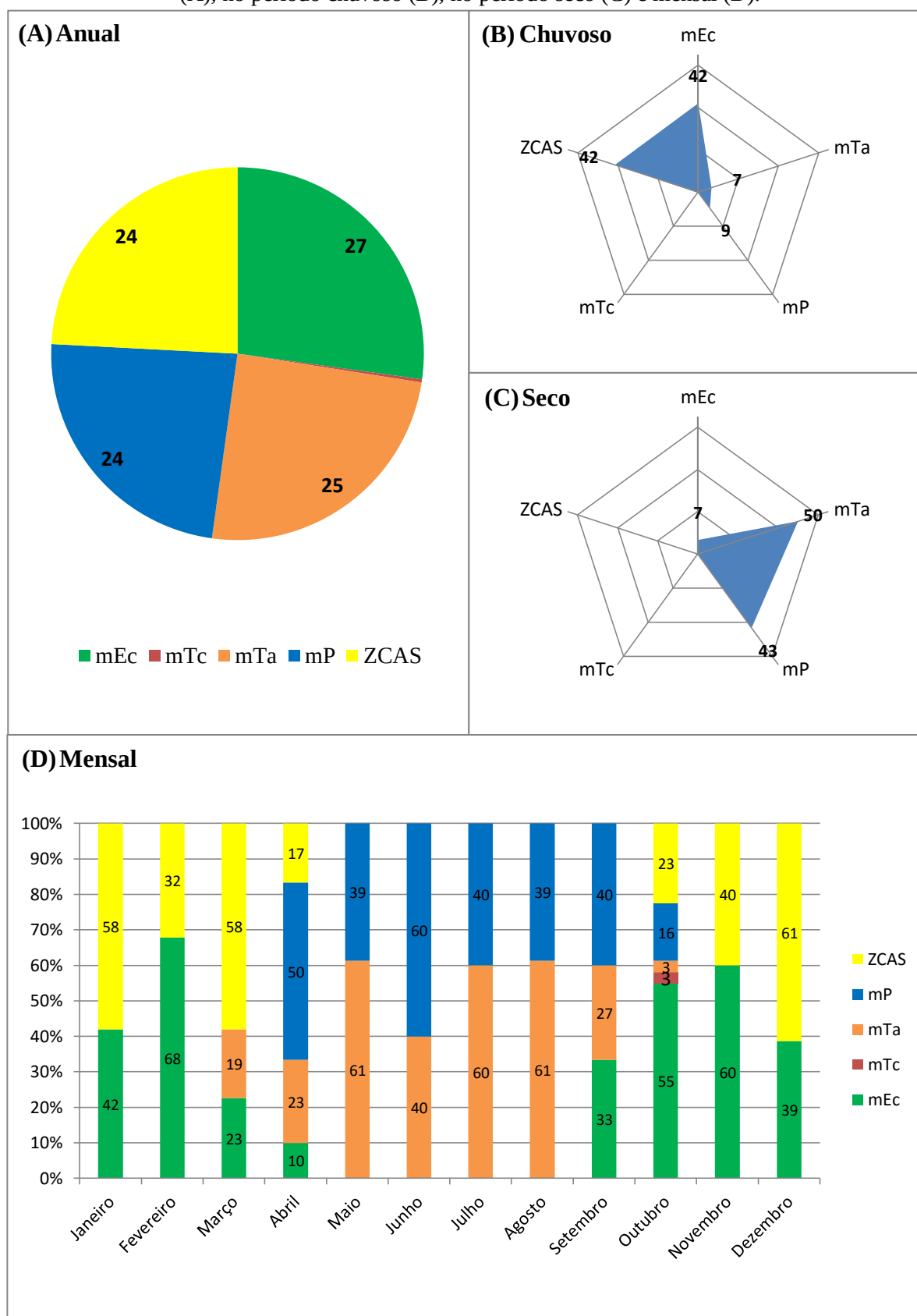
Em suma, no ano-padrão habitual de 2011, há homogênea atuação dos sistemas atmosféricos que influenciam o clima da região em estudo – **Figura 63 (A)**, com suave maior atuação da mEc (27% do ano) e da mTa (25%), tidos como os sistemas atmosféricos que respondem pela circulação geral e que condicionam a sazonalidade climática bem definida: um verão e primavera quente e chuvoso, e um inverno e outono com ausência de chuvas. A mP e a ZCAS podem ser considerados como sistemas de circulação secundária e perturbadores, pois, além de apresentarem menor atuação (24% cada um), geralmente, são responsáveis pela instabilidade atmosférica e intensificação das chuvas na área em estudo.

A sazonalidade marcante do clima da região é constatada pelos gráficos que representam a atuação dos sistemas atmosféricos entre o período chuvoso e seco – **Figura 63 (B e C)**, pelos quais é possível perceber que, durante o período chuvoso, há predomínio da atuação conjunta da mEc e da ZCAS em praticamente 84% desse período. Essa condição é apenas interrompida pela atuação da mP e da mTa em cerca de 16% do período. Por sua vez, no período seco, há o predomínio da mTa (50%), seguida pela mP (43%) e uma pequena contribuição da mEc (7%).

No decorrer do ano de 2011 – **Figura 63 (D)**, se percebe uma paulatina inversão dos sistemas atmosféricos atuantes. Em janeiro e fevereiro, a mEc e a ZCAS respondem pelo estado do tempo, ao passo que, em março, tem início a atuação da mTa. No mês seguinte (abril), que marca a transição do período chuvoso para seco, a mTa começa a atuar na região e, juntamente com a mP, responde a estabilidade atmosférica e escassez de chuvas até o mês de setembro. Em setembro, a mEc volta a atuar, havendo, nos meses seguintes, aumento gradativo da atuação da ZCAS.

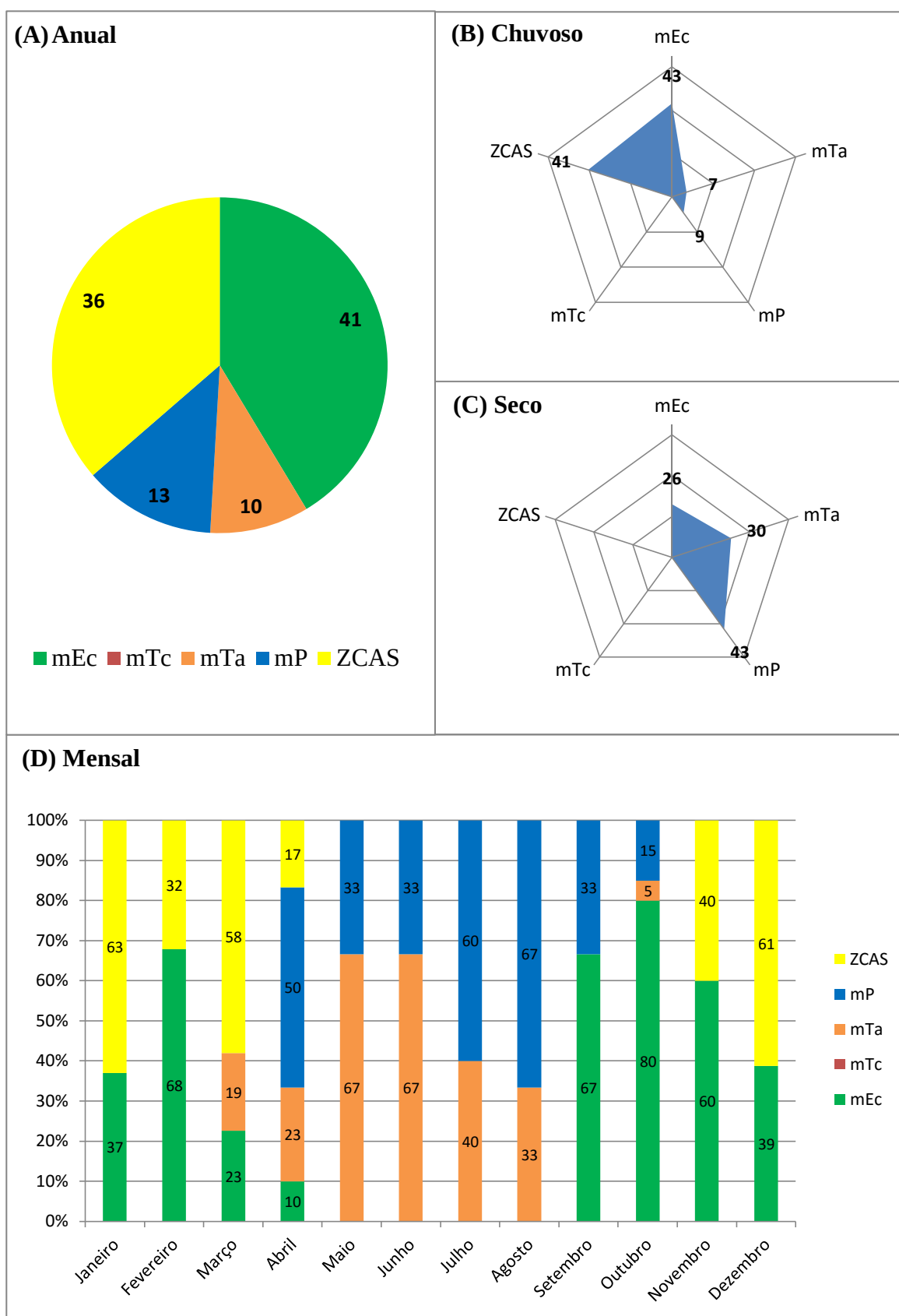
Contudo, essa descrição representa apenas a atuação das massas de ar ao longo dos meses, dos períodos e do ano de 2011. Melhor contribuição com relação à compreensão do ritmo e da gênese do clima da área em estudo pode ser atribuída à análise da participação das massas de ar na gênese das chuvas, que é indicada pelos gráficos da **Figura 64**.

Figura 63 – Atuação das massas de ar no ano-padrão habitual de 2011: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B), no período seco (C) e mensal (D).



Elaboração: Nascimento (2016)

Figura 64 – Participação das massas de ar na gênese das chuvas no ano-padrão habitual de 2011: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B), no período seco (C) e mensal (D).



Elaboração: Nascimento (2016).

Enquanto houve uma atuação bem equilibrada entre os sistemas atmosféricos no ano de 2011, quando considerada a participação de tais sistemas em dias com formação de chuva, a mEc (41%) e a ZCAS (36%) correspondem aos principais sistemas atmosféricos responsáveis pela gênese das chuvas no ano-padrão de 2011 – **Figura 64 (A)**. A mP e a mTa, juntas, respondem por apenas 23% dos dias com chuvas em 2011.

Quando considerada a distribuição proporcional entre o período chuvoso e o seco – **Figura 64 (B e C)**, pouca mudança há entre a atuação e a participação dos sistemas atmosféricos na formação das chuvas. No período chuvoso, a mEc e a ZCAS são as grandes responsáveis pela geração de chuvas, com 43 e 41% de participação nesse período. A mP e a mTa também respondem por alguns eventos pluviométricos nesse período, porém não chegando a ultrapassar 16%. No período seco, mesmo com a maior atuação da mTa (50%) com relação à mP (43%), essa segunda massa é a grande responsável pelas chuvas nos meses do período seco na região, representando 43% dos dias com chuva, enquanto a mTa corresponde a 30%. Apesar da baixa atuação da mEc no período seco de 2011 (7 %), ela demonstra considerável contribuição na formação de chuvas nesse período, conforme visto os 26% de sua participação no período de estiagem.

No gráfico representado pela **Figura 64 (D)**, é possível perceber que, entre janeiro e março, a ZCAS e a mEc são os principais sistemas responsáveis pela formação de chuvas na área em estudo. A partir de abril, a formação de chuva é decorrente da participação da mP ou da mTa, sendo que, em abril, julho e agosto, a mP possuiu maior participação, enquanto que, nos meses de maio e junho, foi decorrente da atuação da mTa. De setembro a dezembro, a mEc passa a responder pela formação de chuvas, havendo aumento gradual da participação da ZCAS em novembro e dezembro.

4.3.2. ANO-PADRÃO SECO (2007)

4.3.2.1 Variabilidade anual e sazonal das chuvas no ano-padrão seco (2007)

O ano classificado como padrão seco (2007) apresenta média zonal do total precipitação de 1.188 mm – o menor total anual de precipitação dentre a série analisada. Tal valor representa diminuição de 19% com relação à precipitação média anual, um declínio de 280 mm. Com relação ao ano-padrão habitual (2011), o total anual de precipitação registrado em 2007 indicou diminuição de 25,8%, declínio de 414 mm.

O ano de reduzida pluviosidade indica considerável amplitude entre o menor e maior valor de precipitação anual no território do estado de Goiás e Distrito Federal: 1.170 mm, visto os 570 mm verificados no nordeste, e os 1.740 mm vislumbrado no noroeste, sudoeste e sudeste de Goiás – **Figura 65**.

No ano-padrão seco, ocorreram as classes de precipitação indicativas de mediana e menor precipitação anual, sendo ausentes as duas últimas classes de precipitação (1.893 a 2.112 e 2.113 e 2.333), indicativas de maior ocorrência de chuvas.

A área (km²) e proporção (%) ocupadas por cada classe de precipitação anual em 2007 são representadas pela **Tabela 17**, pela qual se percebe o predomínio de totais anuais de precipitação variando entre 1.232 e 1.451 mm em quase metade da área em estudo (42,2%), estando a classe de valores compreendidos entre 1.011 e 1.231 mm em segundo lugar em representatividade espacial, com 24%. Os valores inferiores a 1.010 mm ocorrem sobre 23,1%, concentrando sobre a região do Vão do Paranã, ao passo que aqueles acima de 1.452 mm são verificados em apenas 10,7%, situados no extremo sudoeste e também a noroeste de Goiás.

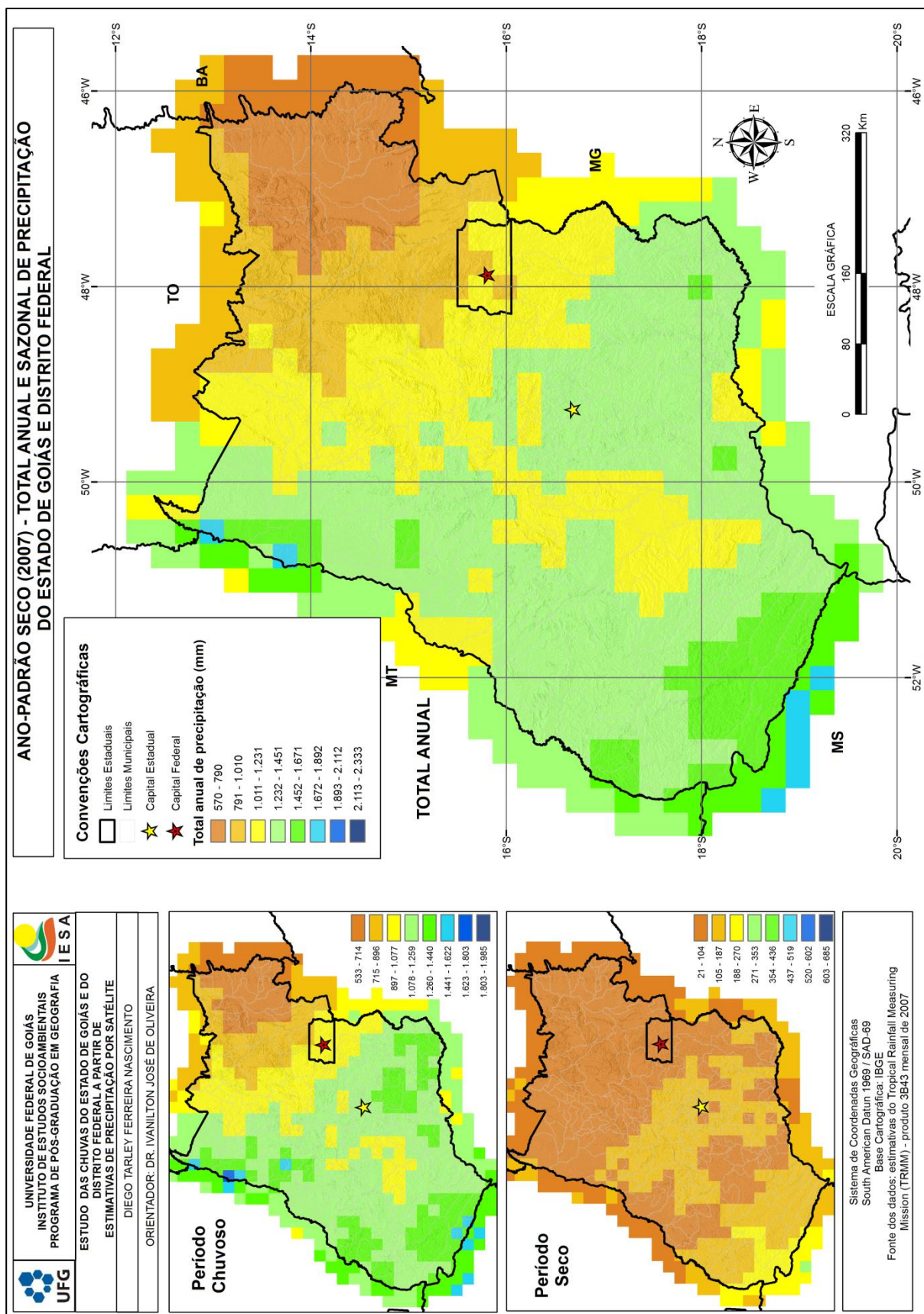
Tabela 17 – Área (em km²) e proporção (em %) ocupada pelas classes do total de precipitação anual (em mm) do ano-padrão seco (2007).

Precipitação (mm)	Área (km²)	Proporção (%)
570 a 790	31.103	9,0
791 a 1.010	48.800	14,1
1.011 a 1.231	83.121	24,0
1.232 a 1.451	145.864	42,2
1.452 a 1.671	32.712	9,5
1672 a 1.740	4.290	1,2
Total	345.890	100,0

Elaboração: Nascimento (2016, calculado em SIG).

A média zonal do total de precipitação verificado durante o período chuvoso do ano-padrão seco de 2007 foi de 1.089 mm, valor que indica uma diminuição de 202 mm com relação à média e de 401 mm ao ano de 2011 – tido como habitual. O total de precipitação no período chuvoso de 2007 corresponde a 91,6% do total precipitado nesse ano, valor esse acima da proporção média, que é de 88% para o período chuvoso, mas abaixo da proporção registrada durante o ano habitual, que foi de 93%. Apesar da diminuição da precipitação, isso traduz ligeira menor concentração das chuvas ao longo do período chuvoso em comparação ao regime habitual.

Figura 65 – Ano-padrão seco (2007): total anual e sazonal de precipitação do estado de Goiás e Distrito Federal.



Elaboração: Nascimento (2016).

Por sua vez, o período seco apresentou média zonal de precipitação de apenas 99 mm, praticamente a metade da média esperada para esse período, 176 mm, indicando uma diminuição de 77 mm. Esse valor registrado em 2007 também representou uma pequena diminuição com relação ao período seco do ano-padrão habitual, que foi de 111 mm. O total precipitado durante o período seco em 2007 representou apenas 8,4% da precipitação anual – o que reflete uma ligeira maior ocorrência de chuvas durante o período seco com relação ao regime habitual.

Ainda pela **Figura 65**, se encontram representados os mapas do total sazonal de precipitação para o período chuvoso e seco de 2007. O padrão espacial do período chuvoso é razoavelmente semelhante ao da precipitação anual, valendo destacar o mínimo valor de 533 mm no nordeste de Goiás e maiores valores chegando aos 1.702 mm, vislumbrados no sudoeste. Para o período seco, os menores valores chegam a 21 mm e predominam por praticamente toda a região nordeste e norte de Goiás, ao passo que os maiores valores de precipitação não ultrapassam os 274 mm e se localizam, principalmente, no sudoeste, mas também no oeste e centro goiano, na calha formada pelos Relevos Residuais e pelas Depressões Intermontanas.

No período chuvoso, ocorrem praticamente todas as classes de precipitação, sendo a única exceção a classe de maiores valores de precipitação (1.804 a 1.985 mm) – o que retrata a ocorrência dos menores valores de precipitação sazonal e uma grande distribuição dos valores na área em estudo nesse período do ano com relação ao regime habitual de 2011. Condição inversa é vista no período seco, durante o qual, da mesma forma que vista para o regime habitual, ocorrem apenas as quatro primeiras classes de precipitação, indicando o predomínio de menores valores de precipitação para o período de estiagem do ano-padrão seco de 2007.

Enquanto no período chuvoso do ano-padrão habitual ocorre o predomínio da classe de precipitação sazonal variando entre 1.441 e 1.622 mm em quase metade da área em estudo, durante o ano de reduzida pluviosidade, ela passa a representar apenas 1,6% – **Tabela 18**. No ano-padrão seco, o predomínio espacial passa a ser de valores inferiores, com 42,3% da área em estudo registrando precipitação sazonal entre 1.078 e 1.259 mm. Os valores abaixo desse patamar ocorrem sobre 37,3% da área em apreço, enquanto aqueles acima de 1.260 mm correspondem a apenas 20,4%.

Tabela 18 – Área (km²) e proporção (%) das classes do total de precipitação (mm) no período chuvoso do ano-padrão seco (2007).

Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
533 a 714	29.495	8,5
715 a 896	39.147	11,3
897 a 1.077	60.598	17,5
1.078 a 1.259	146.400	42,3
1.260 a 1.440	64.352	18,6
1.441 a 1.622	5.363	1,6
1.623 a 1.702	536	0,2
Total	345.891	100,00

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

A distribuição proporcional da precipitação para o período seco no ano de 2007 se mostrou bastante similar àquela registrada no ano de regime habitual, com o predomínio dos menores valores de precipitação (21 e 104 mm) em mais da metade da área em estudo, seguido pelos valores compreendidos entre 105 e 187 mm, em 33,5%. Valores acima de 188mm, com teto em 274 mm, ocorrem em apenas 5,5% da área em apreço – **Tabela 19**.

Tabela 19 – Área (km²) e proporção (%) das classes do total de precipitação (mm) no período seco do ano-padrão seco (2007).

Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
21 a 104	211.288	61,1
105 a 187	115.833	33,5
188 a 270	18.233	5,3
271 a 274	536	0,2
Total	211.288	100,00

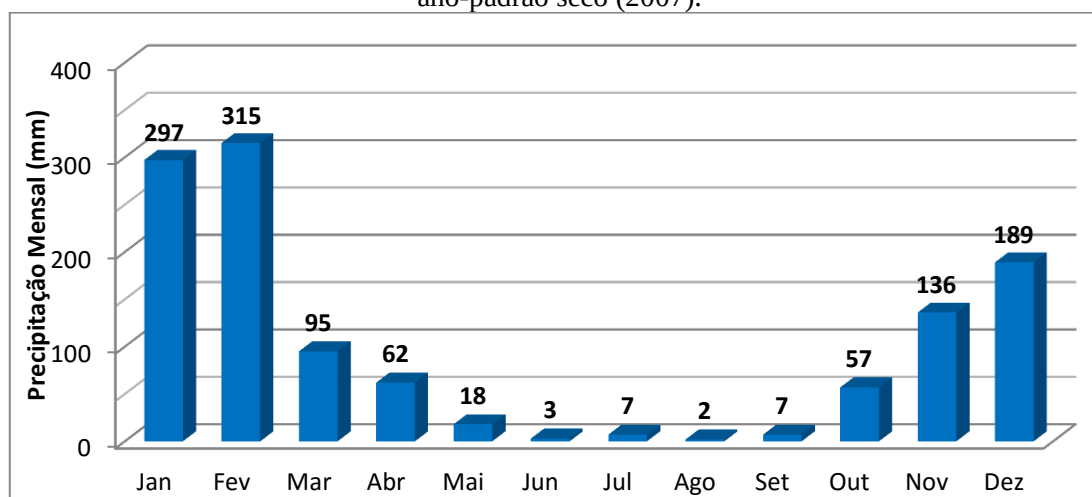
Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

4.3.2.2. Variabilidade mensal e diário das chuvas no ano-padrão seco (2007)

Segundo o gráfico da **Figura 66**, os meses mais chuvosos no ano de reduzida pluviosidade são fevereiro, janeiro e dezembro, com 315, 297 e 189 mm, respectivamente. O trimestre consecutivo mais chuvoso corresponde a janeiro/fevereiro/março. Por sua vez, os meses com menores acumulados mensais de precipitação são representados pelo trimestre junho/julho/agosto.

O regime mensal de precipitação ao longo de toda área em estudo entre o período chuvoso e seco do ano-padrão de reduzida pluviosidade é representado pelos mapas das **Figuras 67 e 68**, respectivamente.

Figura 66 – Gráfico de variação interanual da média zonal de precipitação mensal (em mm) no ano-padrão seco (2007).



Elaboração: Nascimento (2016).

Durante o período chuvoso de 2007, o mês de janeiro, aquele com maior quantidade de chuva, predominando valores de precipitação mensal variando entre 264 e 350 mm em 31,5% da área (**Tabela 20**), com proporção também considerável de registro mensal de precipitação acima desse patamar, podendo alcançar os 695 mm, conforme visto no extremo sudoeste de Goiás. Os menores valores de precipitação mensal coincidem com o Vão do Paranã, no nordeste goiano, ao passo que os maiores valores podem ser verificados tanto no sudoeste quando sul/sudeste.

Tabela 20 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação mensal (mm) no período chuvoso do ano-padrão seco (2007).

Precipitação (mm)	Janeiro		Fevereiro		Março		Outubro		Novembro		Dezembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
5 a 91	10.725	3,1	-	-	175.895	50,9	285.829	82,6	76.686	22,2	536	0,2
92 a 177	55.772	16,1	4.290	1,2	159.807	46,2	58.453	16,9	198.418	57,4	131.921	38,1
178 a 263	65.424	18,9	97.600	28,2	10.189	2,9	1.609	0,5	65.424	18,9	203.244	58,8
264 a 350	108.862	31,5	125.486	36,3	-	-	-	-	5.363	1,6	10.189	2,9
351 a 432	46.655	13,5	95.991	27,8	-	-	-	-	-	-	-	-
433 a 522	40.220	11,6	18.769	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-
523 a 608	16.088	4,7	3.754	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
609 a 695	2.145	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

A quantidade de chuva nesse mês é explicada pela ocorrência de eventos pluviométricos bem distribuídos e em praticamente todos os dias de janeiro, em decorrência do quase predomínio nesse mês (25 dias) de episódios de ZCAS, que estiveram associados à intensa formação de cavados, e a vórtices ciclônicos nos médios e altos níveis. O primeiro episódio se estendeu desde o início do mês até o dia 17, o segundo de 22 a 27, e, o terceiro, formado no dia 30. Nos 6 dias restantes (18 a 21 e 28 a 29), houve a atuação da mEc.

Figura 67 – Ano-padrão seco (2007): precipitação mensal durante o período chuvoso.

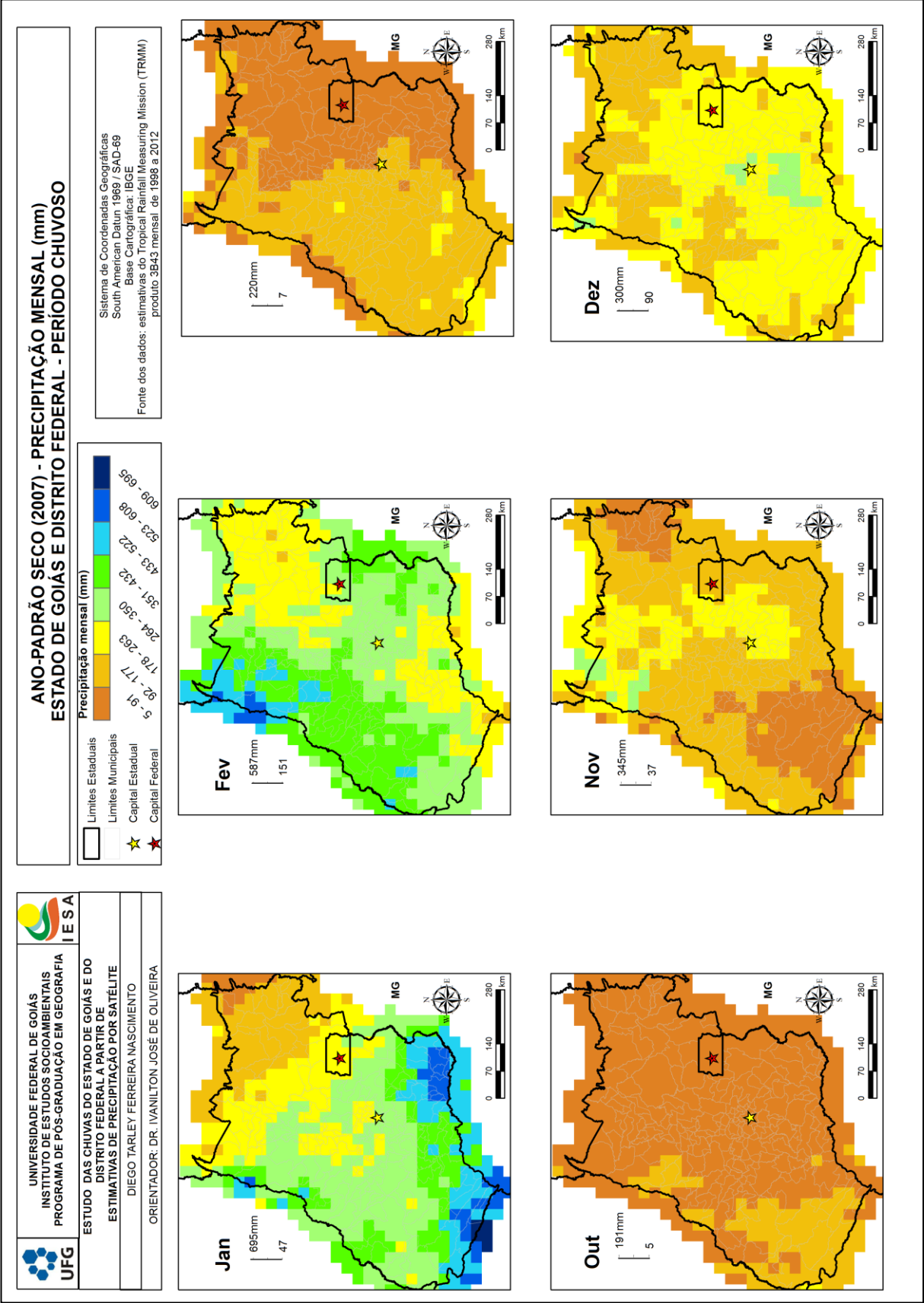
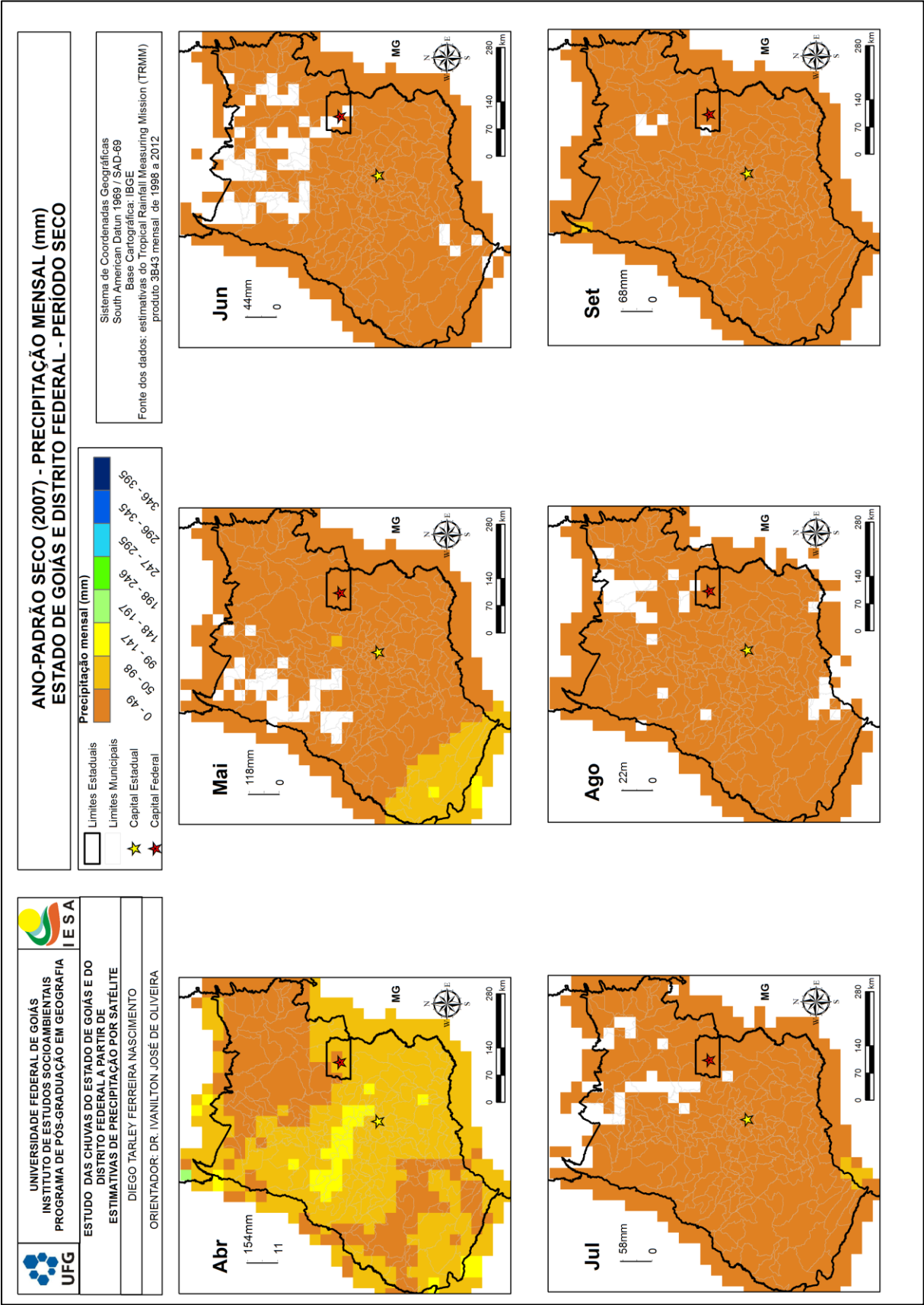


Figura 68 – Ano-padrão seco (2007): precipitação mensal durante o período seco.



Elaboração: Nascimento (2016).

Assim como no mês anterior, fevereiro também apresenta considerável quantidade de chuvas, havendo o predomínio em 36,3% da área de precipitação mensal, variando entre 264 e 350 mm. Os valores abaixo desse patamar ocupam 29,4% e podem ser verificados, principalmente, a norte/nordeste e sul de Goiás, ao passo que os valores acima de 351 mm, com máximo de 587 mm mensais, ocorrem em 34,3% da área em estudo, no sudeste e, principalmente, oeste e noroeste de Goiás.

Até pouco além da primeira quinzena de fevereiro, houve configuração e predomínio de dois episódios de ZCAS (1 a 9 e 12 a 17) que repercutiram em eventos pluviométricos bem distribuídos, principalmente no noroeste, norte e sudeste de Goiás. Entre os dias 10 e 11 e após o dia 17, houve o predomínio da mEc, que resultou em chuvas também bem distribuídas. A exceção se deu nos dias 26 e 27, quando houve a entrada e atuação da mTc a sul e sudoeste de Goiás, que ocasionou chuvas mais concentradas ao norte e oeste e estiagem no restante do estado – ou seja, veranico.

Março geralmente marca o último mês do período chuvoso, contudo, no ano-padrão de 2007, esse mês apresenta queda significativa da precipitação mensal, ficando bem próximo ao registrado no mês seguinte: abril – que marca a transição para o período seco na região. Em março, o predomínio é de precipitação mensal abaixo de 91 mm em 50,9% da área em apreço. Os valores acima desse patamar, não ultrapassando os 220 mm, correspondem a 49,1% da região e sendo vistos, principalmente, a noroeste, oeste e sudoeste de Goiás. A pouca precipitação registrada no mês de março foi resultado da antecipação do predomínio da mTa, que se deu ao longo de 15 dias: 1 a 3; 5 a 8; 14 a 15; e 26 a 31. Em resultado do predomínio dessa massa de ar seco, ocorreram acumulados diários pouco significativos e em pequenas áreas isoladas, principalmente a norte, noroeste e sudoeste. No restante do mês, as chuvas estiveram associadas ao único episódio de ZCAS, nos dias 19 a 23, favorecido pela AB e pelo posicionamento de VCAN, principalmente durante a segunda quinzena.

Abril é considerado o mês de transição entre o período chuvoso e seco para a região, no ano de 2007, esse mês apresenta predomínio de precipitação mensal, variando entre 50 e 98 mm em 60,2% da área – **Tabela 21**. As áreas com precipitação mensal abaixo de 49 mm correspondem a 34,7% da região, vistas, principalmente, a norte/nordeste e nos arredores do Planalto de Rio Verde, no sudoeste goiano. Os valores acima de 99 mm, com máximo de 154 mm, representam apenas 5,2% da área, concentrados na região central do estado de Goiás, especificamente numa faixa se

estendendo desde a Depressão do Rio Araguaia aos Relevos Residuais e às Depressões Intermontanas. As poucas chuvas registradas nesse mês estiveram associadas a áreas de instabilidade decorrente da atuação da mEc ao longo de 13 dias, associada à configuração de vórtices ciclônicos e cavados em médios e altos níveis. Nesse mês, além da atuação em 12 dias da mTa (1 a 3, 11 a 15 e 22 a 25), houve o avanço e a penetração de dois anticiclones migratórios associados a mP envelhecida (20 a 21 e 28 a 30). Contudo, a maior proporção dos eventos pluviométricos foi registrada durante a atuação da mTa, possivelmente pela presença de alguma umidade no ar e ascensão convectiva ocasionada pelo efeito termodinâmico.

Tabela 21 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação mensal (mm) no período seco do ano-padrão seco (2007).

Precipitação (mm)	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Sem chuva	-	-	21.451	6,2	46.119	13,3	23.596	6,8	33.248	9,6	1.073	0,3
0 a 49	120.123	34,7	281.539	81,4	299.772	86,7	319.614	92,4	312.643	90,4	342.137	98,9
50 a 98	208.071	60,2	40.756	11,8	-	-	2.681	0,8	-	-	2.681	0,7
99 a 147	17.160	5,0	2.145	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
148 a 197	536	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
198 a 246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
247 a 295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
296 a 345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
346 a 395	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

O mês de maio marca o início do período de estiagem para a região em 2007, com predomínio de precipitação mensal abaixo de 49 mm em 81,4% da área e ausência de chuva em uma pequena área a noroeste de Goiás. Apenas na região sudoeste ocorrem valores de precipitação mensal acima de 50 mm, com máximo em 118 mm. Essa condição de estiagem pode ser explicada pela entrada de cinco massas polares e sua atuação em 17 dias desse mês (4 a 5, 9 a 12, 20 e 22 a 31) – repercutindo poucos dias em que são registradas chuvas em áreas isoladas. O exemplo do episódio do dia 24 representa a atuação da mP associada a uma frente fria, com escassez de chuvas – **Figura 69**. Apenas nos dias 1 a 3, 17 a 19 e 21, houve atuação da mEc, que repercutiu em algumas chuvas, geralmente concentradas na região sudoeste de Goiás.

Em junho, julho, agosto e setembro, o grande predomínio é de precipitação mensal abaixo de 49 mm, conforme vista a proporção de 86,7%; 92,4%; 90,4%; e 98,9%, respectivamente. Nesse período, houve áreas com ausência de chuva em todo o mês, geralmente concentradas na porção norte de Goiás.

Em junho, a mTa predominou durante dezessete dias do mês, dos quais, onze consecutivos (7 a 17), repercutindo em baixos acumulados diários de precipitação. Nesse mês, houve a entrada e atuação de quatro anticiclones polares (mP) – 1, 4 a 6, 18 a 20 e 25 a 30, que responderam por poucos eventos pluviométricos de origem frontal.

Durante o mês de julho, a mTa atuou durante dezenove dias: 4 a 18 e 21 a 24. Houve a entrada e atuação de três anticiclones de origem polar nesse mês: 1 a 3, 19 a 20 e 25 a 31 – com destaque a esse último que ocasionou instabilidade frontal e respondeu por pequena proporção da precipitação registrada nesse mês.

Agosto registrou a atuação praticamente equitativa entre a mTa (em dezesseis dias) e a mP (em quinze dias). A primeira massa de ar atuou nos dias 1 a 4, 9 a 11, 16 a 21 e 24 a 26, correspondendo a chuvas isoladas geralmente de origem convectiva, enquanto a mP respondeu por eventos pluviométricos isolados próximos aos Chapadões de Goiás e Distrito Federal, no leste de Goiás, principalmente nos dias 5 e 8.

Sendo o mês que marca a transição do período de estiagem para o período chuvoso na região, setembro continuou apresentando escassez de chuva em resposta à atuação da mTa durante os primeiros dezenove dias do mês. Entre os dias 20 e 22, a mEc passou a atuar sobre a região, respondendo a poucas chuvas, principalmente no sudoeste, oeste e noroeste de Goiás. Nos dois dias seguintes (23 e 24), a mTa volta a repercutir ausência de chuvas e céu claro. Após o dia 25, houve penetração de sistemas frontais na área em estudo, com registros de precipitação em praticamente toda a área.

O mês de outubro apresenta pouca quantidade de chuva, haja vista o predomínio de precipitação mensal entre 5 e 91 mm em 82,6% da área e concentração dos valores acima de 92 mm, com máximo de 191 mm, em apenas 17,4% da região. Apesar desse mês marcar o início do período chuvoso, no ano-padrão de 2007, ele, aparentemente, ainda representa a transição do período seco para o chuvoso.

A pouca quantidade de chuva registrada em outubro foi decorrente da permanência do escoamento anticiclônico na primeira quinzena, havia vista a atuação da mP até o dia 4, ora envelhecida e responsável pela ausência de chuvas, e da mTa entre os dias 9 e 14, que ocasionou alguns eventos pluviométricos em áreas isoladas. Além dos dias 5 a 8, houve predomínio da mEc em grande parte da segunda quinzena de outubro, que, associado ao primeiro episódio de ZCAS, nos dias 22 a 26, marcou o início do período chuvoso, com registros diários de precipitação em toda a área em

estudo. Contudo, também houve a participação da mTc no quadro de circulação atmosférica nos dias 20 a 21 e 29 de outubro, atuando, paralelamente, à mEc e repercutindo na concentração das chuvas no noroeste, norte e nordeste de Goiás, e escassez no restante da área em estudo, conforme ilustrado pelo episódio do dia 29, representado pela **Figura 70**.

Em novembro, passa a predominar valores de precipitação mensal variando entre 92 e 177 mm, correspondendo a 57,4% da área. Os valores abaixo de 91 mm correspondem a 22,2% e são verificados, principalmente, no nordeste e sudoeste de Goiás, ao passo que os valores acima de 178 mm, com máximo de 345 mm, representam 20,5% da região e são constatados sobre a calha topográfica formada pela Depressão do Rio Araguaia e pelos Relevos Residuais e pelas Depressões Intermontanas, mas sempre à oeste dos Chapadões de Goiás e Distrito Federal – destacando esse último compartimento como barreira ao deslocamento dos sistemas produtores de chuvas nesse mês. As chuvas registradas nesse mês se referem ao predomínio da mEc em dezenove dias de dezembro, à configuração de dois episódios de ZCAS nos dias 4 a 7 e 27 a 30, e à incursão de um anticiclone de origem polar (mP) nos dias 15 a 17.

Por fim, no mês de dezembro de 2007, o predomínio espacial passa a ser de precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm, em 58,8% da área. Os valores acima dessa classe têm pouca representatividade, não ultrapassando 2,9%, ao passo que os valores variando entre 92 e 177 mm correspondem a 38,1% e se concentram no nordeste, norte e noroeste de Goiás. O aumento da precipitação nesse mês é resultado do predomínio da mEc em cerca de 18 dias e da configuração de três episódios de ZCAS, que influenciou o tempo em cerca de 12 dias, juntos, esses sistemas repercutiram em elevados acumulados diários e chuvas bem distribuídas.

4.3.2.3. A gênese das chuvas no ano-padrão seco (2007)

De maneira geral, o ano-padrão de 2007 apresenta a atuação predominante da mTa, em cerca de 31% do ano, seguido de perto pela mEc (27%) e pelos demais sistemas de circulação secundária: mP (21%), ZCAS (19%) – **Figura 71 (A)**.

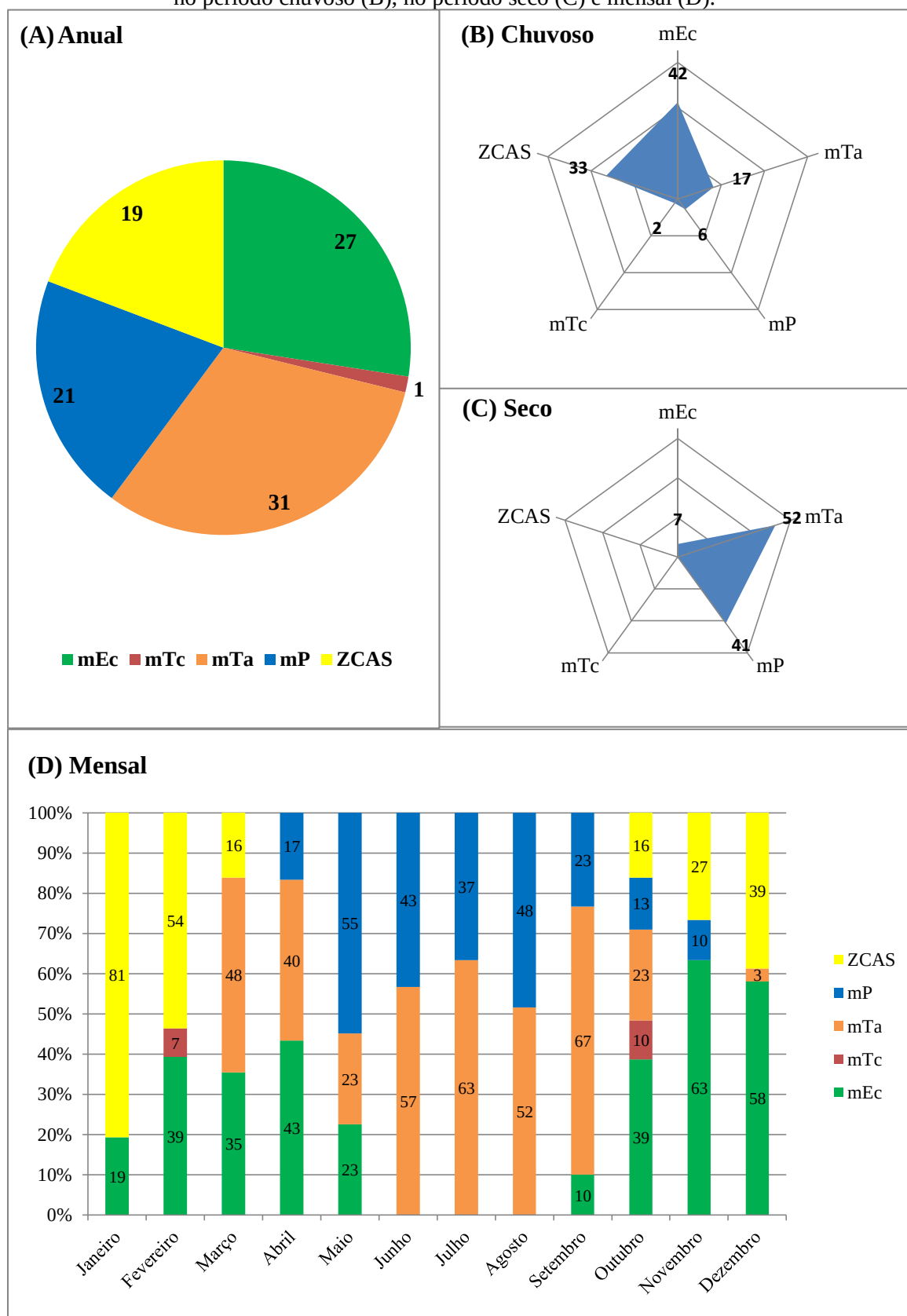
Conforme visto pelos gráficos representados pela **Figura 71 (B e C)**, ao longo do período chuvoso, há o predomínio dos sistemas atmosféricos responsáveis pelo transporte de umidade da Região Norte para a área em estudo, ou seja, da mEc (42%) e da ZCAS (33%). Contudo, há também uma presença considerável da mTa, correspondendo a 17% de atuação nesse período, além de outros sistemas, como a mP (6%) e a mTc (2%). No período de seca, a atuação predominante é da mTa (52%), seguida de perto pela mP (41%) e com uma pequena presença da mEc (7%).

A sucessão da atuação dos sistemas atmosféricos no decorrer do ano-padrão de 2007 é representada pela **Figura 71 (D)**, pela qual é possível destacar que janeiro e fevereiro têm a atuação predominante da ZCAS, seguida pela mEc. Desde março, quando, habitualmente, ainda predominam os sistemas atmosféricos característicos do período chuvoso, a mTa passa a ter uma atuação considerável – fato que justifica a queda de precipitação nesse mês. Contudo, ainda se percebe a atuação da mEc até o mês de maio. Entre abril e outubro, a atuação conjunta da mTa e mP determinam a escassez de chuvas na região, apenas em setembro a mEc volta a atuar, com aumento gradativo nos meses seguintes, com aumento da colaboração da ZCAS após outubro.

Mesmo com a maior atuação da mTa no ano de 2007, as maiores responsáveis pela formação de chuvas foram a mEc (39%) e a ZCAS (32%) – **Figura 72 (A)**. A mTa teve pouca participação na ocorrência de chuvas (19%), seguida pela mP (9%) e pela mTc (1%).

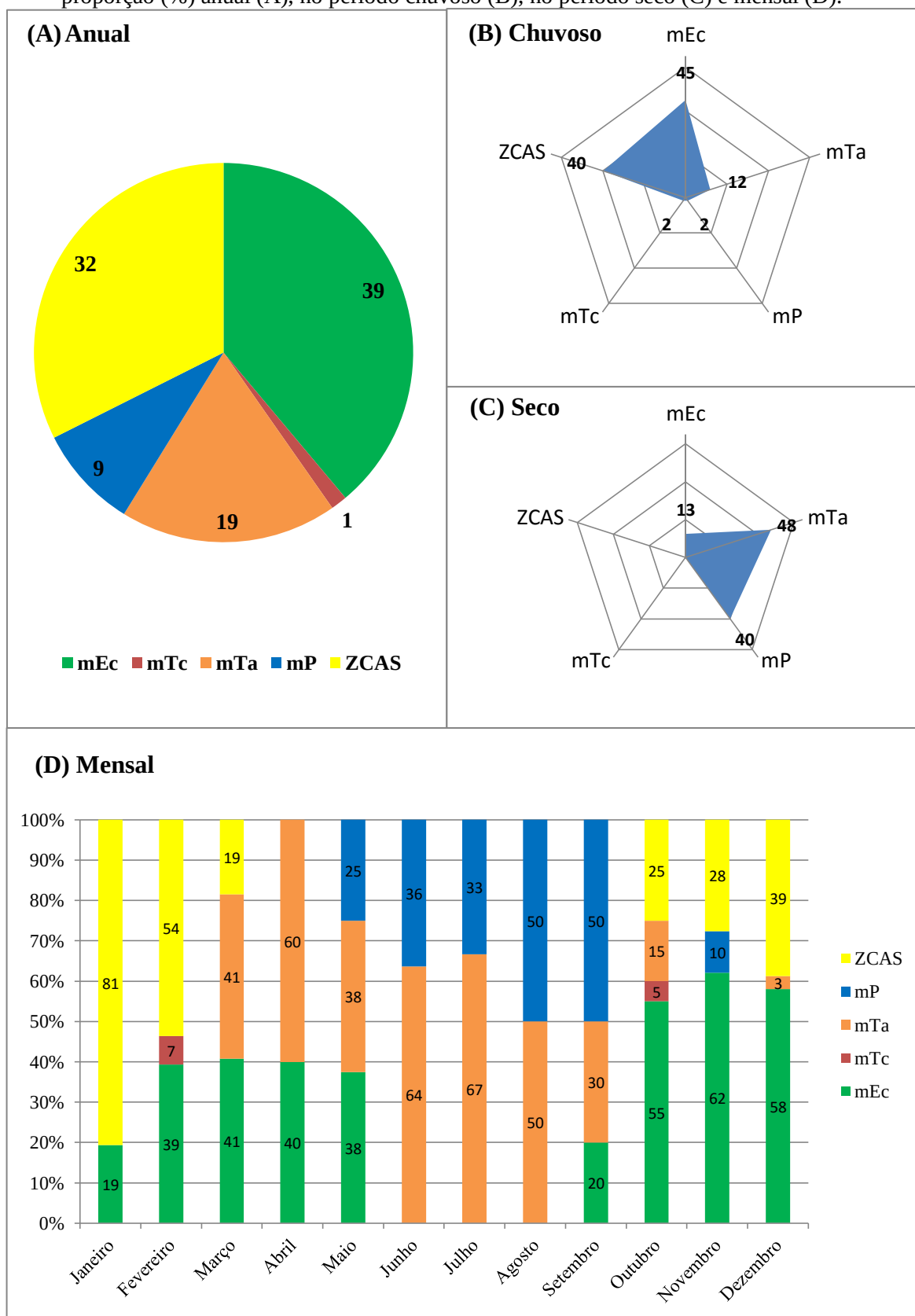
A participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas entre os períodos chuvosos e seco é bastante similar à atuação desses – **Figura 72 (B e C)**, havendo, no período chuvoso, maior contribuição da mEc (45%) e da ZCAS (40%), enquanto que, no período de estiagem, a formação de chuvas é atribuída, principalmente, à mTa (45%) e à mP (40%).

Figura 71 – Atuação das massas de ar no ano-padrão seco de 2007: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B), no período seco (C) e mensal (D).



Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 72 – Participação das massas de ar na gênese das chuvas no ano-padrão seco de 2007: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B), no período seco (C) e mensal (D).



Elaboração: Nascimento (2016).

Na variação mensal da participação dos sistemas atmosféricos na formação de chuvas – **Figura 72 (D)**, se percebe que janeiro e fevereiro tiveram maior participação da ZCAS. De março a maio, a mEc divide espaço com a mTa. Ao passo que, entre junho e setembro, a mTa e a mP são as responsáveis pela ocorrência de chuva. Após setembro, a mEc volta a responder pela formação de chuvas, com contribuição da ZCAS a partir de outubro.

4.3.3. ANO-PADRÃO CHUVOSO (2009)

4.3.3.1 Variabilidade anual e sazonal das chuvas no ano-padrão chuvoso (2009)

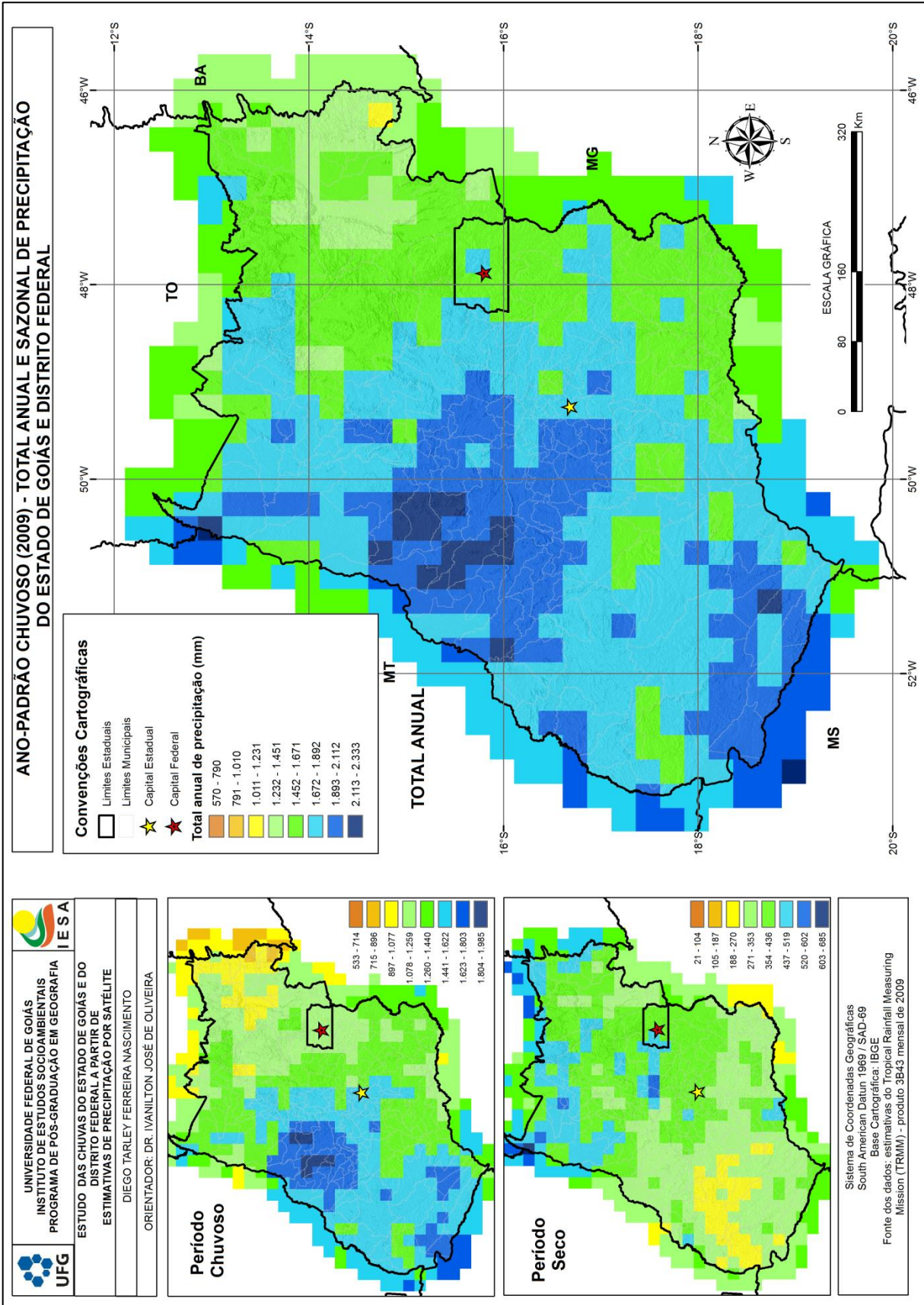
O ano-padrão chuvoso apresenta média zonal do total anual de precipitação de 1.715 mm, o maior valor da série temporal de 1998 a 2012. Esse valor se encontra 16,8% acima da média – um aumento de 247 mm. Com relação ao regime habitual, o total registrado em 2009 apresenta um incremento de 113 mm – aumento de 7%. Referente ao regime de reduzida pluviosidade, o aumento em 2009 foi de 527 mm, que corresponde a 44,3% a mais que o total para o ano-padrão seco de 2007.

Conforme visto pelo mapa da **Figura 73**, os menores valores partem dos 1.210 mm, sendo vistos na região do Vão do Paranã, no nordeste de Goiás – que sofre o bloqueio dos sistemas produtores de tempo pela atuação dos Chapadões de Goiás e Distrito Federal. Por sua vez, os maiores totais anuais de precipitação chegam ao valor de 2.333 mm e podem ser verificados na região sudoeste e, principalmente, oeste de Goiás – na primeira localidade em razão da atuação do Planalto de Rio Verde enquanto a segunda se relaciona a influência da Depressão do Rio Araguaia.

No ano de elevada pluviosidade, não ocorrem apenas as duas primeiras classes de precipitação (570 a 790 mm e 791 a 1.010 mm), indicando o predomínio de valores intermediários e elevados de precipitação anual, inclusive sendo o único ano-padrão a representar a última classe de precipitação (2.133 a 2.333 mm).

De acordo com a **Tabela 22**, com relação aos demais anos-padrão, no ano de 2009, há o predomínio de totais anuais de chuva mais elevados, visto que os valores compreendidos entre 1.672 e 1.892 ocorrem sobre 36,7% da área. Apesar das classes abaixo desse patamar corresponderem a 42,3%, merece destaque a ocorrência considerável das classes acima de 1.893 mm, com 20,9%.

Figura 73 – Ano-padrão chuvoso (2009): total anual e sazonal de precipitação do estado de Goiás e Distrito Federal.



Elaboração: Nascimento (2016).

Tabela 22 – Área (em km²) e proporção (em %) ocupada pelas classes do total anual de precipitação (em mm) para o ano-padrão de 2009.

Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
1.210 a 1.231	536	0,2
1.232 a 1.451	34.321	9,9
1.452 a 1.671	111.543	32,2
1.672 a 1.892	127.094	36,7
1.893 a 2.112	63.815	18,4
2.113 a 2.333	8.580	2,5
Total	345.890	100

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Em 2009, a média zonal de precipitação no período chuvoso foi de 1.347 mm, correspondendo a um aumento de 4,3% com relação à média, ou seja, de 56 mm. Apesar desse valor ser maior em comparação ao do ano-padrão seco – elevação de 28 mm, que corresponde a um aumento de 23,6%, com relação ao regime habitual, ele retrata uma diminuição na ordem de 9,5%, ou seja, de 143 mm. Tal condição indica que o regime chuvoso não é caracterizado apenas pela intensificação da chuva no período chuvoso, uma vez que, no regime habitual, o total precipitado nesse período foi maior.

A quantidade de chuva durante o período chuvoso, em 2009, correspondeu a 78,6% do total precipitado em 2009, um pequeno recuo se comparado à proporção média (88%), e mesmo dos anos-padrão habitual (93%) e seco (91,6%) – o que sugere menor ocorrência de chuva no período chuvoso em 2009.

Por sua vez, durante o período seco, a média zonal de precipitação foi de 366 mm, valor que representa aumento de 52% do valor médio para esse período: que foi de 176 mm, isto é, um aumento de 190 mm. Em comparação aos anos-padrão, o valor precipitado ao longo do período seco de 2009 indica aumento de 255 mm com relação ao regime habitual e de 267 mm para o caso do regime seco, ou seja, uma elevação de 30% e 27%, respectivamente – traduzindo numa maior quantidade de chuva ao longo dos meses considerados como secos. Portanto, o ano tido como de elevada pluviosidade corresponde a uma melhor distribuição da chuva ao longo do ano, com o dobro de precipitação em relação ao esperado para o período seco. Essa tendência também foi observada na análise do ano-padrão de elevada pluviosidade no trabalho desenvolvido por Monteiro (1973).

Ainda na **Figura 73**, constam os mapas da variação espacial da precipitação no período chuvoso e seco de 2009, pelos quais é possível perceber que, assim como no caso do total anual, os maiores valores de precipitação ao longo do período chuvoso

ocorrem, principalmente, nas regiões oeste e sudoeste de Goiás, podendo alcançar os 1.985 mm, enquanto os menores valores concentram na região nordeste, partindo dos 827 mm. No período seco, diferente dos demais anos-padrão analisados, os maiores valores de precipitação se situam na região central e, principalmente, norte de Goiás, em que alcançam o máximo de 685 mm; ao passo que os menores valores são encontrados na região sudoeste, com mínimo de 194 mm. Essa condição supõe uma maior atuação de sistemas atmosféricos produtores de chuva oriundos do Norte do país nesse período do ano, uma condição anômala que pode ter resultado no dobro de precipitação ao longo desse período de ano com relação à média.

No período chuvoso de 2009, apenas não ocorre a primeira classe de precipitação (570 a 714 mm), mostrando grande diversificação dos valores de precipitação durante esse período do ano. Por sua vez, diferente dos demais anos-padrão em que ocorrem apenas as quatro primeiras classes de valores de precipitação, ou seja, os valores abaixo de 353 mm, no caso do período seco de 2009, ocorrem classes indicativas de valores intermediários e mais elevados de precipitação, ficando ausentes apenas as duas primeiras classes de valores de precipitação.

De acordo com a **Tabela 23**, o predomínio espacial no período chuvoso de 2009 é de valores variando entre 1.260 e 1.440 mm, em 27% da área em estudo. Enquanto no regime habitual, o predomínio é da classe de precipitação acima dessa (1.441 a 1.622 mm) e no regime seco é de uma classe abaixo (1.078 a 1.259 mm). Porém, em 2009, tais classes também apresentam considerável representatividade espacial, ocupando 26,7% e 24,5% da área em apreço, respectivamente.

Tabela 23 – Área (km²) e proporção (%) das classes do total de precipitação (mm) no período chuvoso de 2009.

Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
827 a 896	6.435	1,9
897 a 1.077	31.640	9,1
1.078 a 1.259	84.730	24,5
1.260 a 1.440	93.310	27,0
1.441 a 1.622	92.238	26,7
1.623 a 1.803	34.321	9,9
1.804 a 1.985	3.218	0,9
Total	345.891	100,00

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

No período seco do ano-padrão chuvoso de 2009, predominam classes de precipitação compreendidas entre 271 e 353 mm e 354 e 436 mm, representando 37,7% e 37,2% da área, respectivamente – **Tabela 24**. Ou seja, os valores intermediários de

precipitação predominam em 74,9% da área em estudo, diferente dos demais anos-padrão, nos quais o predomínio é da classe dos menores valores de precipitação (21 a 104 mm) em mais de metade da área em estudo. Os valores abaixo de 270 mm correspondem a 8,1%, enquanto que aqueles acima de 437 mm representam 17,1% da área em apreço.

Tabela 24 – Área (km²) e proporção (%) das classes do total de precipitação (mm) no período seco de 2009.

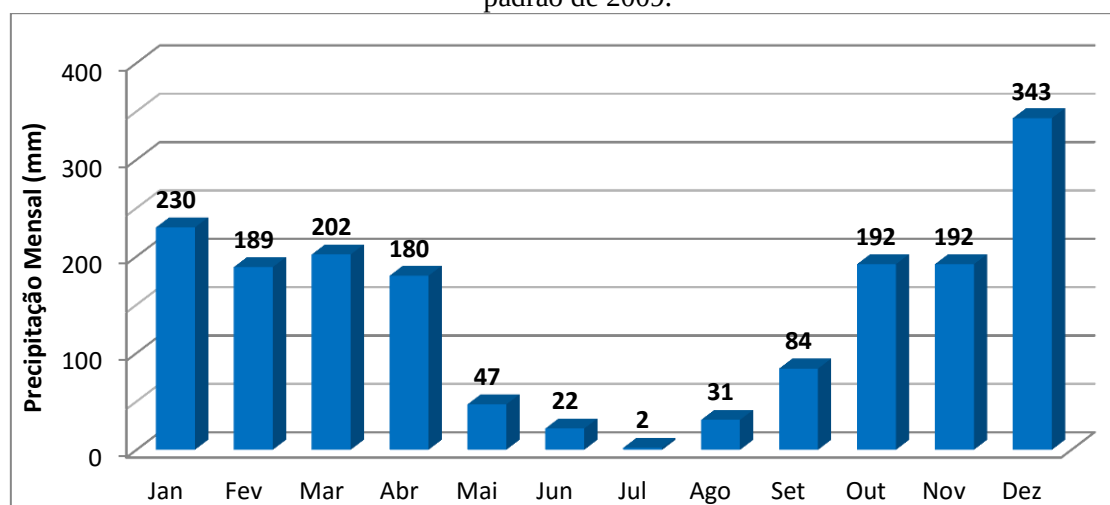
Precipitação (mm)	Área (km ²)	Proporção (%)
194 a 270	27.886	8,1
271 a 353	130.312	37,7
354 a 436	128.704	37,2
437 a 519	52.554	15,2
520 a 602	5.899	1,7
603 a 685	536	0,2
Total	345.891	100,00

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

4.3.3.2. Variabilidade mensal e diário das chuvas no ano-padrão chuvoso (2009)

O gráfico da **Figura 74** indica que os meses de dezembro, janeiro e março são os mais chuvosos no ano-padrão de 2009, com 343, 230 e 202 mm, respectivamente. O trimestre consecutivo mais chuvoso é representado por outubro/novembro/dezembro. Os meses com menores acumulados mensais de precipitação correspondem ao trimestre junho/julho/agosto.

Figura 74– Gráfico da variação interanual da média zonal de precipitação mensal para o ano-padrão de 2009.



Elaboração: Nascimento (2016).

O regime de precipitação mensal ao longo do ano-padrão de 2009 é representado pelas **Figuras 75 e 76**, tendo a quantificação da área e da proporção ocupada pela classe de precipitação mensal indicada pelas **Tabelas 25 e 26**, também na sequência.

Figura 75 – Ano-padrão chuvoso (2009): precipitação mensal durante o período chuvoso.

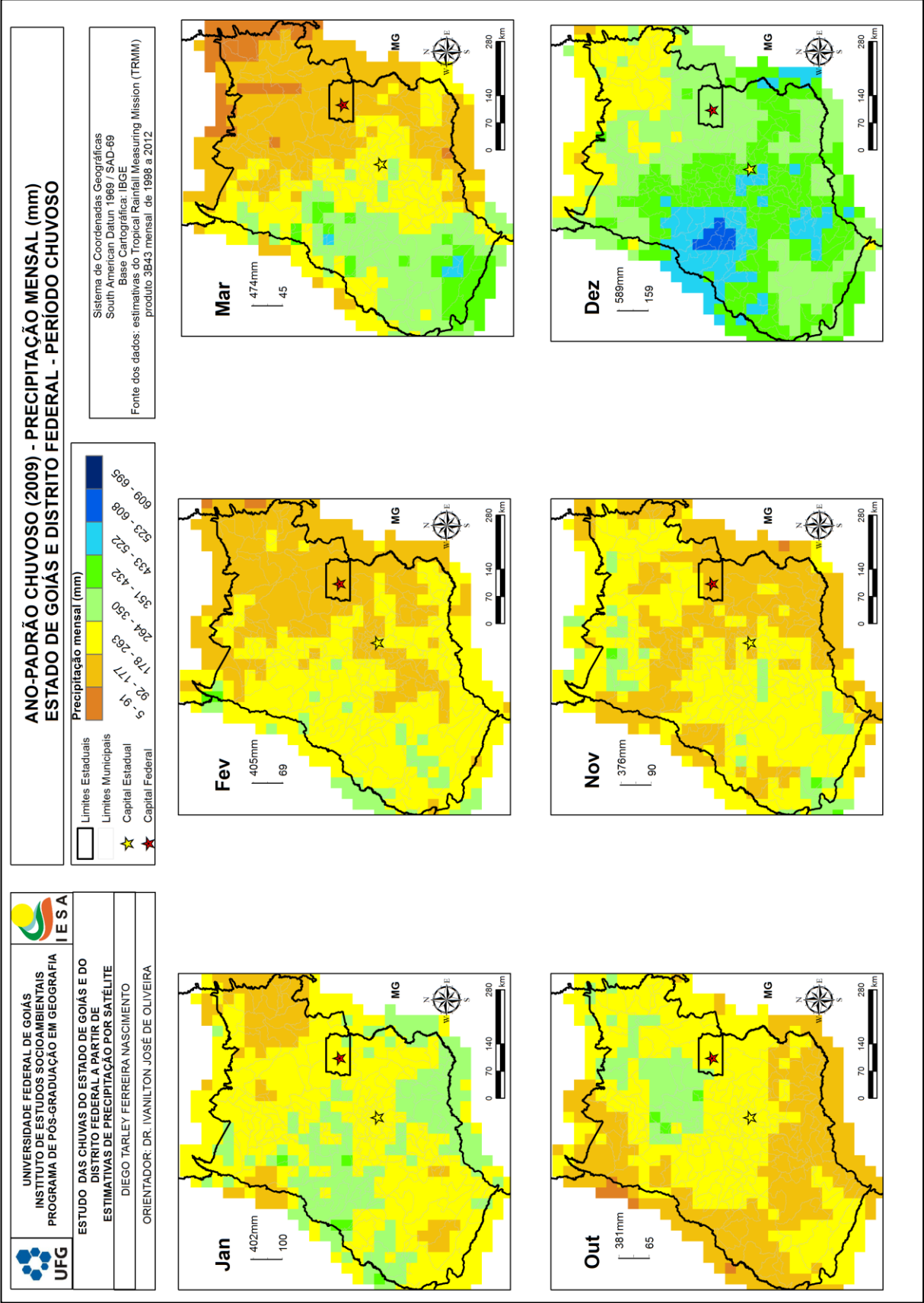
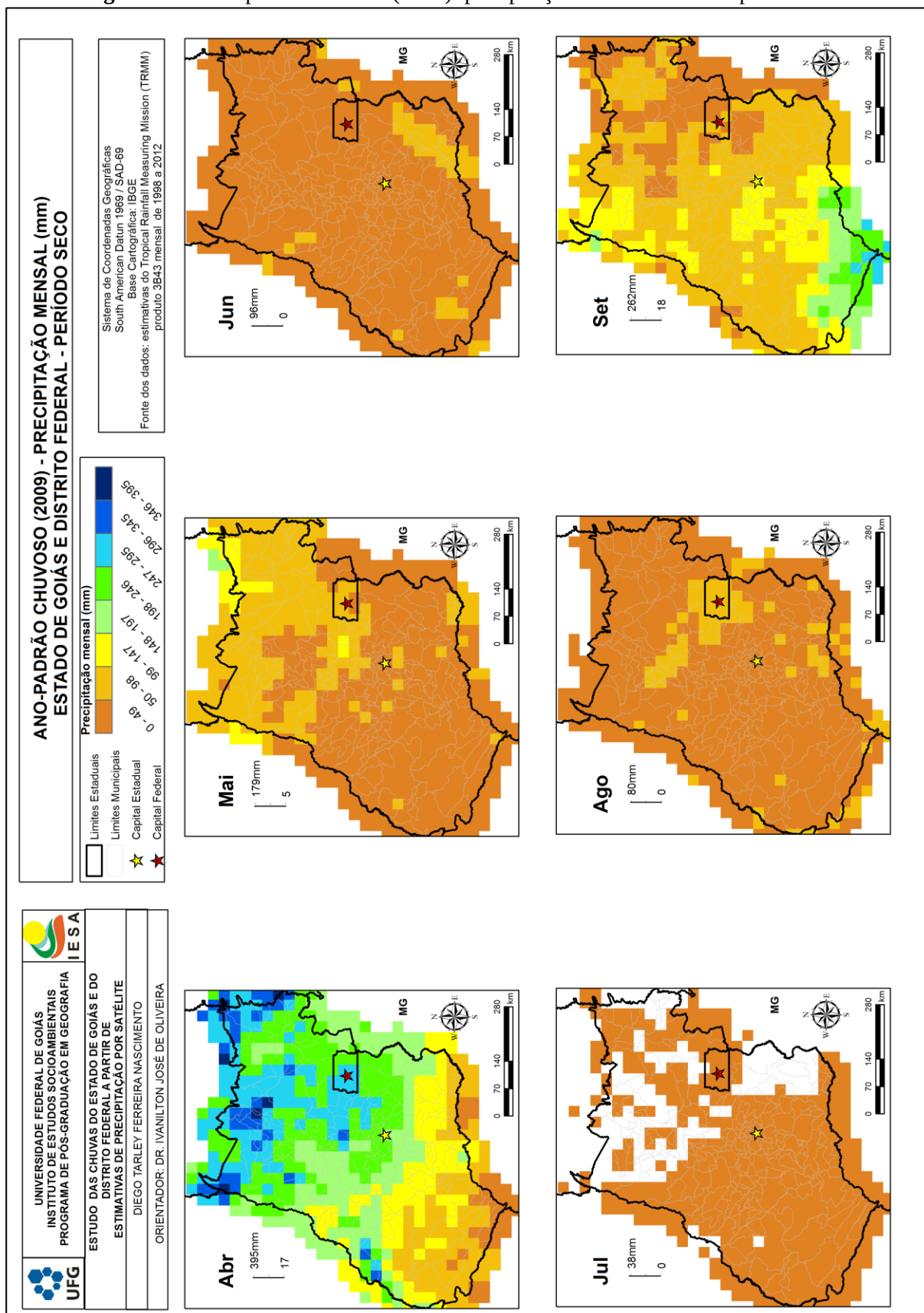


Figura 76 – Ano-padrão chuvoso (2009): precipitação mensal durante o período seco.



Elaboração: Nascimento (2016).

Tabela 25 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação mensal (mm) no período chuvoso do ano-padrão chuvoso (2009).

Precipitação (mm)	Janeiro		Fevereiro		Março		Outubro		Novembro		Dezembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
5 a 91	-	-	3.218	0,9	31.103	9,0	3.754	1,1	536	0,2	-	-
92 a 177	48.800	14,1	148.009	42,8	128.167	37,1	141.574	40,9	144.255	41,7	1.609	0,5
178 a 263	205.926	59,5	172.677	49,9	95.991	27,8	168.924	48,8	173.750	50,2	57.917	16,7
264 a 350	88.484	25,6	20.914	6,0	66.497	19,2	30.031	8,7	25.741	7,4	125.486	36,3
351 a 432	2.681	0,8	1.073	0,3	21.987	6,4	1.609	0,5	1.609	0,5	112.616	32,6
433 a 522	-	-	-	-	2.145	0,6	-	-	-	-	43.974	12,7
523 a 608	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.290	1,2
609 a 695	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Tabela 26 – Área (km²) e proporção (%) das classes de precipitação mensal (mm) no período seco do ano-padrão chuvoso (2009).

Precipitação (mm)	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Sem chuva	-	-	-	-	-	-	96.528	27,9	-	-	-	-
0 a 49	19.306	5,6	215.579	62,3	325.513	94,1	249.363	72,1	307.816	89,0	85.802	24,8
50 a 98	48.264	14,0	115.833	33,5	20.378	5,9	-	-	38.075	11,0	167.315	48,4
99 a 147	53.090	15,3	12.870	3,7	-	-	-	-	-	-	56.308	16,3
148 a 197	69.714	20,2	1.609	0,5	-	-	-	-	-	-	19.842	5,7
198 a 246	76.150	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-	12.870	3,7
247 a 295	57.380	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-	3.754	1,1
296 a 345	18.769	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
346 a 395	3.218	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboração: Nascimento (2016), calculado em SIG.

Janeiro inicia o ano de 2009 com predomínio de precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm em mais da metade da área (59,5%). Os valores abaixo desse patamar, alcançando o mínimo de 100 mm, correspondem a 14,1% da área, situados, majoritariamente, no nordeste, mas também em pequenas áreas no sudoeste e noroeste de Goiás. As regiões sudeste e oeste representam as áreas com maiores índices de precipitação mensal, podendo oscilar entre 264 e 402 mm.

O mês de janeiro, característico do verão chuvoso, apresentou o predomínio da mEc ao longo de 20 dias que respondeu por grande parte dos eventos com elevados acumulados diários de chuvas principalmente no norte, nordeste, oeste, centro e sudeste de Goiás. O predomínio desse sistema foi interrompido pela configuração de dois episódios de ZCAS, nos dias 4 a 9 e 20 a 24 – conforme ilustrado pelo episódio do dia 23 de janeiro, quando a atuação da ZCAS respondeu por chuvas bem distribuídas e acumulados diários alcançando os 59 mm no sudoeste de Goiás – **Figura 77**.

Em fevereiro, predomina precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm – 49,9%. Os valores abaixo desse patamar, com mínimo de 45 mm, apresentam grande representatividade, com 42,8% da área, sendo verificados por toda a faixa leste, nordeste e norte de Goiás. Os maiores valores de precipitação mensal, entre 264 e 405 mm, não ultrapassam 6,3% da área, referente a pontos isolados a sudoeste, oeste e noroeste.

O sistema atmosférico que predominou durante fevereiro de 2009 foi a mEc, atuando em 22 dias, apenas interrompido por um episódio de ZCAS entre os dias 12 a 16. Esses dois sistemas foram os grandes responsáveis pelos acumulados diários de chuva. No dia 21, houve a entrada e atuação da mTc, que respondeu por estiagem em grande parte da área em estudo, com chuvas isoladas registradas apenas no noroeste.

O mês de março apresenta o domínio de precipitação mensal variando entre 92 e 177 mm, verificados no sudeste e, principalmente, nordeste e norte de Goiás. Os registros de precipitação mensal abaixo desse patamar, com mínimo de 45 mm, representam 9% da área, concentrados no extremo nordeste e norte. Os valores de precipitação mensal acima de 178 mm correspondem a pouco mais da metade da área (54%), com os maiores valores constatados no sudoeste e oeste de Goiás. Apesar do predomínio da mEc em quase toda primeira quinzena do mês (1 a 12), foi a atuação de dois episódios de ZCAS nos dias 13 a 16 e 22 a 31 que respondeu pela maior proporção dos acumulados diários de chuva. No decorrer da segunda quinzena, especificamente nos dias 17 a 21, houve o deslocamento e a atuação da mTa, que repercutiu em alguns dias com estiagem.

Geralmente sendo o mês que marca a transição do período chuvoso para o de estiagem na região, o mês de abril de 2009 apresenta índice de precipitação mensal bem acima do habitual. Nesse mês, há grande diversificação das classes de precipitação mensal, com o predomínio de valores variando entre 198 e 246 mm em 22% da área. Os menores valores de precipitação mensal, variando entre 147 e 17 mm, correspondem a 34,9% da área, verificados no sudeste, sul, sudoeste e oeste de Goiás. Os maiores valores de precipitação mensal, oscilando entre 247 e 395 mm, representam 22,9%, constatados, principalmente, no centro, noroeste, norte e nordeste de Goiás. Nesse mês, houve predomínio da mEc em cerca de 22 dias e a configuração de dois episódios de ZCAS, nos dias 1 a 2 e 8 a 13. A elevada quantidade de precipitação nesse mês é

decorrente da maior atuação da mEc, que foi responsável por grande parte dos eventos pluviométricos.

No mês maio, há o predomínio de precipitação mensal abaixo de 49 mm em 62,3% da área em estudo. Apesar de, habitualmente, marcar o início da estiagem na região, no ano-padrão excepcional de 2009, esse mês também apresenta considerável proporção de precipitação mensal, variando entre 50 e 98 mm (33,5%), além de possuir 4,2% da área apresentando acumulados mensais variando entre 99 e 179 mm. O considerável registro de precipitação mensal nesse mês é resultado da permanente atuação da mEc ao longo de 21 dias desse mês, ocasionando em dias com chuvas isoladas ao noroeste, norte e nordeste de Goiás. Apesar do predomínio da mEc, nesse mês, há entrada de três anticiclones de origem polar (dia 4, 10 a 11 e 18), refletindo em escassez de chuvas.

Nos meses de junho, julho e agosto, o predomínio é de precipitação mensal abaixo de 49 mm, correspondendo a cerca de 94%, 72% e 89%, respectivamente. Em junho e agosto, ainda são registrados acumulados mensais acima de 50 mm, porém não ultrapassando os 96 mm no primeiro mês e 80 mm no segundo – com tais valores verificados geralmente na proximidade ou especificamente sobre o Planalto Central Goiano, indicando esse compartimento como barreira às incursões do anticiclone migratório polar. Durante o período de estiagem do ano de elevada pluviosidade, apenas julho apresentou ocorrência de áreas com ausência de chuva ao longo de todo mês, correspondendo a 27,9% da área e referente ao sudoeste, nordeste e, principalmente, norte e noroeste de Goiás. A escassez das chuvas nesses três meses foi decorrente do predomínio da mTa, que repercutiu em tempo estável. Os raros eventos pluviométricos foram registrados, geralmente, em dias em que houve a incursão e atuação da mP e dos sistemas frontais a ela associados, conforme visto nos dias 3 a 5, 10 a 13, 15 a 18 e 27 a 30 do mês de junho; 1 a 7, 15 a 19 e 22 a 25 de junho; e nos dias 2, 11 a 14 e 31 de agosto.

No mês de setembro, passa a prevalecer precipitação mensal variando entre 50 e 98 mm – uma classe acima ao habitual. Apesar da ausência de localidades sem registro de chuva durante todo mês, os valores abaixo de 49 mm ainda apresentam considerável ocorrência, equivalendo a 24,8% da área em estudo e referente a localidades no leste, nordeste e norte de Goiás. Os valores de precipitação mensal acima de 99 mm, podendo alcançar os 262 mm, são registrados em 26,8% da área, verificados no noroeste e,

principalmente, sudoeste de Goiás. Apesar do predomínio da mTa ao longo dos primeiros 21 dias do mês, que respondeu por grande quantidade dos eventos pluviométricos, porém com baixos acumulados diários, entre 22 e 28, a mEc ganhou força e passou a atuar na região, ocasionando em eventos pluviométricos situados, principalmente, sobre a Depressão do Rio Araguaia e os Relevos Residuais e Depressões Intermonantas.

Em outubro, voltam a predominar valores de precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm, em 48,8% da área em estudo. Os valores abaixo de 177 mm, com mínimo de 65 mm, ainda são representativos, ocupando 42% da área e podendo ser verificados por toda extensão das regiões sudeste e sul e nos extremos sudoeste, oeste e noroeste de Goiás. Os maiores valores de precipitação mensal, entre 264 e 381 mm, representam apenas 9,2% e se concentram numa extensa área no centro-norte de Goiás, coincidente aos Relevos Residuais e às Depressões Intermontanas a oeste do Chapadão de Goiás e do Distrito Federal. Nesse mês, passou a predominar sobre a região a mEc, resultando em grande quantidade de eventos pluviométricos registradas a noroeste, oeste e sudoeste de Goiás, porém com baixos acumulados diários. Também atuaram na região três episódios de ZCAS – nos dias 8 a 11, 21 a 24 e 27 a 31, porém, apenas o segundo episódio resultou em chuvas no centro, oeste e noroeste de Goiás.

Assim como no mês anterior e grande parte dos meses do período chuvoso do ano-padrão de 2009, em novembro, predomina precipitação mensal variando entre 178 e 263 mm (50,2%). Também há ocorrência considerável da classe com valores variando entre 90 e 177 mm (41,9%), verificados nas regiões sudeste, leste e noroeste. Apenas em algumas localidades isoladas e que representam somente 7,9% da área que ocorrem valores de precipitação mensal acima de 264 mm, com máximo de 376 mm. O predomínio nesse mês foi da mEc em cerca de 20 dias, respondendo por acumulados diários significativos de chuvas bem distribuídas pelas regiões noroeste, oeste, sudoeste e central de Goiás. Nos dias 1 e 3, atuou o único episódio de ZCAS desse mês, que repercutiu em poucas chuvas. No decorrer dos dias 24 a 28, houve o predomínio da mTc, condicionando a formação de chuvas brandas concentradas apenas a norte, nordeste e leste e em estiagem no restante de Goiás (veranico).

Dezembro passa a apresentar o predomínio de precipitação mensal variando entre 264 e 350 mm (em 36,3% da área), seguido pela ocorrência também representativa de valores oscilando entre 351 e 432 mm (32,6%). Os menores valores de precipitação

mensal, variando entre 159 e 236 mm, correspondem a 17,2% da área e se concentram no norte e nordeste de Goiás. Por sua vez, os maiores valores, oscilando entre 433 e 589 mm, representam 13,9% e se concentram no oeste e sudoeste de Goiás. Dezembro apresentou o predomínio da mEc em cerca de 18 dias, que resultou em eventos pluviométricos bem distribuídos pela área em estudo. Além das chuvas ocasionadas pela atuação da mEc, decorrente da formação de dois episódios de ZCAS nos dias 4 a 9 e 12 a 15, houve a formação de chuvas bem distribuídas. No final do mês de dezembro, nos dias 28 a 30, a mTc se deslocou para a área, ocasionando estiagem em grande parte da região, com registro de chuvas apenas na região norte de Goiás.

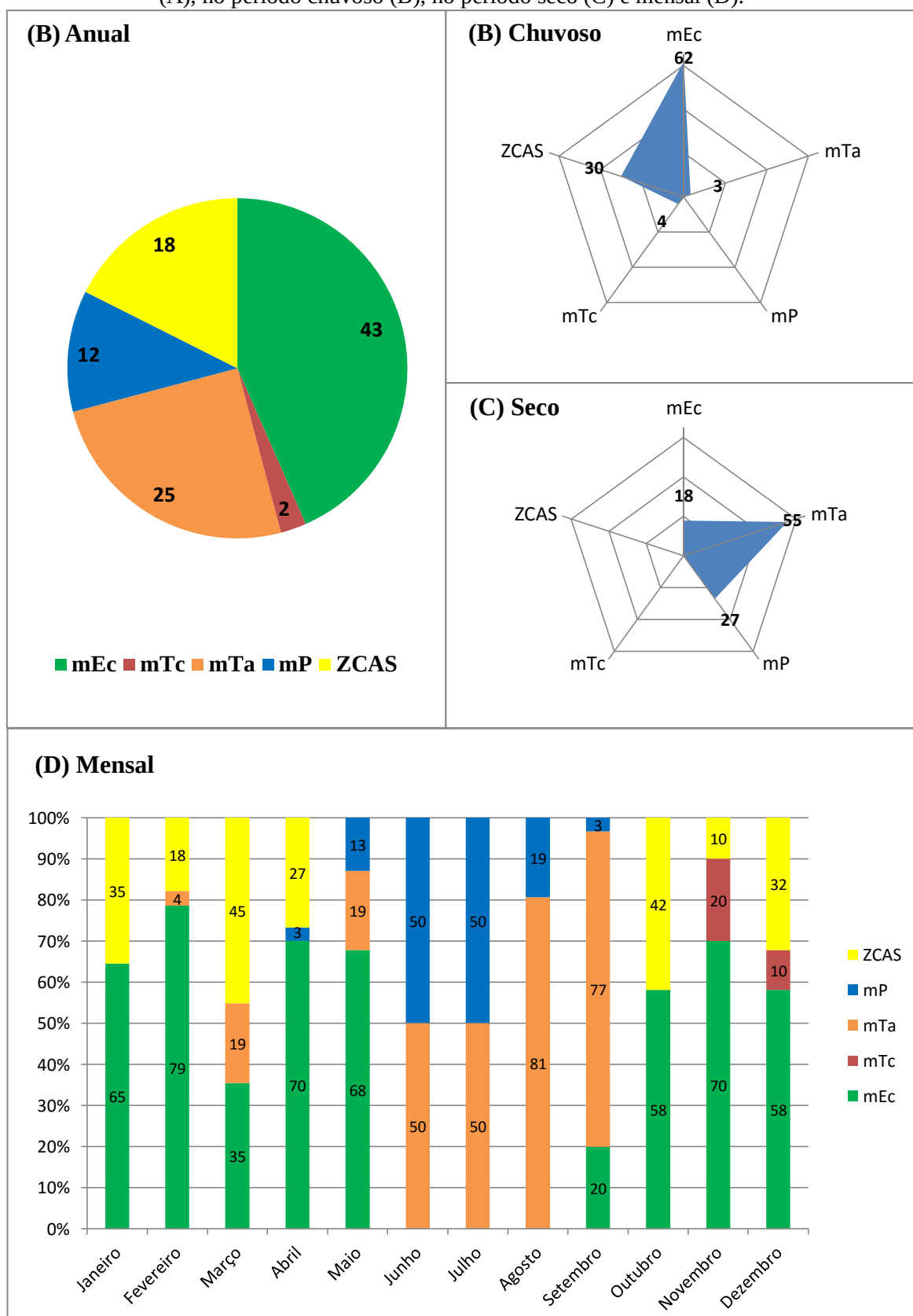
4.3.3.3. A gênese das chuvas no ano-padrão chuvoso (2009)

O ano-padrão chuvoso de 2009 apresenta atuação majoritária da mEc em quase metade do ano (43%), conforme visto pela **Figura 78 (A)**. Nesse ano de elevada pluviosidade, a mTa tem atuação considerável (25%), seguida pela ZCAS (18%), mP (12%) e mTc (2%). Pelo gráfico representado pela **Figura 78 (B)**, é possível destacar a atuação da mEc em mais da metade do período chuvoso (62%), seguida pela ZCAS (30%). A mTc e mTa tem tímida aparição, com 4 e 3%, respectivamente. No período de estiagem – **Figura 78 (C)**, a mTa tem atuação em pouco mais da metade do ano (55%), ao passo que a mP atua em 27% e a mEc em 18%, bem acima de sua atuação habitual – fato esse que justifica o elevado registro pluviométrico no período seco.

Pela **Figura 78 (D)**, é possível perceber a persistente e considerável atuação da mEc entre janeiro e maio, principalmente em fevereiro e abril, quando esse sistema responde pelo tempo atmosférico em 79 e 70% do mês. A partir de junho, até o mês de setembro, há atuação compartilhada da mTa com a mP, com maior destaque à primeira, haja vista seu predomínio em 51 e 77% dos meses de agosto e setembro, respectivamente. Desde setembro, a mEc volta a atuar, porém apresenta maior atuação nos meses seguintes: outubro, novembro e dezembro, quando responde pelo tempo atmosférico em mais da metade do mês. A partir de outubro, a ZCAS também passa a atuar na região, porém apresentando recuo nos meses de novembro e dezembro, dando margem à atuação da mTc.

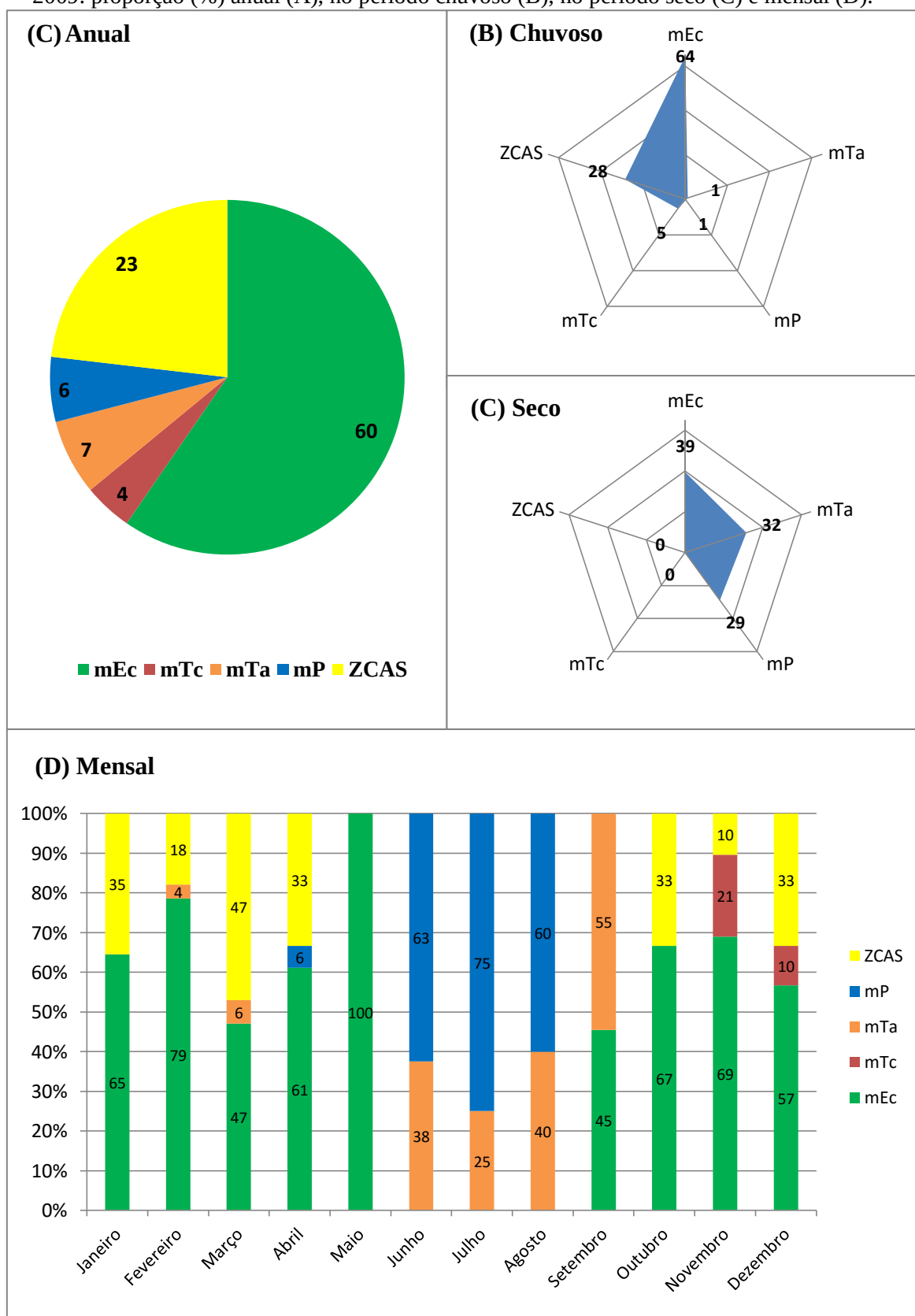
Com relação aos sistemas atmosféricos que participaram efetivamente na formação de chuvas durante o ano-padrão chuvoso de 2009, é possível destacar a grande contribuição da mEc (60%), seguida pela ZCAS (23%), enquanto os demais sistemas correspondem a apenas 17% dos dias com chuvas – **Figura 79 (A)**.

Figura 78 – Atuação das massas de ar no ano-padrão chuvoso de 2009: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B), no período seco (C) e mensal (D).



Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 79 – Participação das massas de ar na gênese das chuvas no ano-padrão chuvoso de 2009: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B), no período seco (C) e mensal (D).



Elaboração: Nascimento (2016).

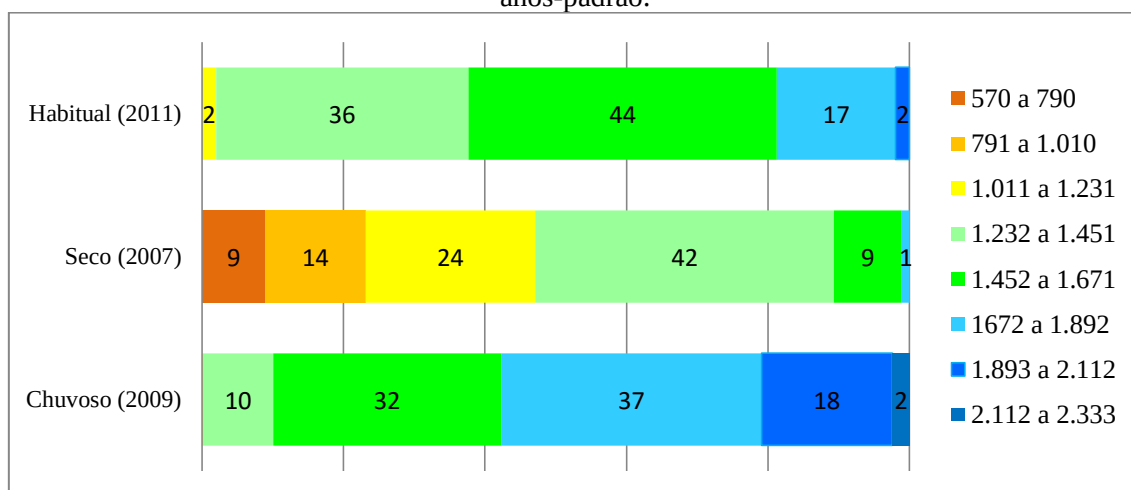
Conforme visto pela **Figura 79 (B)**, a mEc foi responsável por 64% dos dias com chuvas no período chuvoso, seguido pela ZCAS que correspondeu a 28%. A mTc, mP e mTa se limitaram a 7% de participação na formação de chuvas nesse período. No período seco – **Figura 79 (C)**, além da participação da mTa (32%) e da mP (29%) na gênese das chuvas, convém destacar que, apesar da pequena atuação da mEc nesse período (18%), ele apresentou considerável participação na formação de chuvas (39%).

No decorrer do ano de 2009 – **Figura 79 (D)**, se percebe que a mEc e, em segundo plano, a ZCAS são os sistemas atmosféricos responsáveis pela formação de chuvas nos primeiros meses do ano, janeiro a maio. A partir de junho, a mP é a grande responsável pela formação de chuva, com contribuição também da mTa. Após o mês de setembro, a mEc volta a ser o principal sistema responsável pela formação de chuvas, com pequena contribuição da ZCAS, principalmente entre outubro e dezembro, e da mTC, em novembro e dezembro.

4.4. Síntese do regime das chuvas entre os anos-padrão habitual e excepcionais

Uma análise comparativa dos mapas das **Figuras 57** (ano-padrão habitual), **65** (ano-padrão seco) e **73** (ano-padrão chuvoso) é subsidiada pelo gráfico da **Figura 80**, que sintetiza a distribuição proporcional (%) de cada classe de precipitação anual entre os anos-padrão habitual e excepcional. No ano de pluviosidade habitual, o predomínio é da classe que representa totais anuais variando entre 1.452 e 1.671 (44%), havendo também considerável representatividade de totais anuais oscilando entre 1.232 e 1.451 (36%). Na condição de reduzida pluviosidade, o predomínio passa a ser da classe com totais anuais de precipitação entre 1.232 e 1.451 mm (42%), havendo relevante ocorrência das três classes de precipitação abaixo desse patamar: 1.011 a 1.231 mm (24%), 791 a 1.010 mm (14%) e 570 a 790 mm (9%). No regime de elevada pluviosidade, passa a prevalecer totais anuais variando entre 1.672 e 1.892 mm (37%), seguida de perto pela classe com variação de 1.452 a 1.671 mm (32%), com significativa ocorrência também de totais anuais de precipitação oscilando entre 1.893 e 2.112 mm (18%).

Figura 80 – Distribuição proporcional (%) de cada classe do total anual de precipitação entre os anos-padrão.



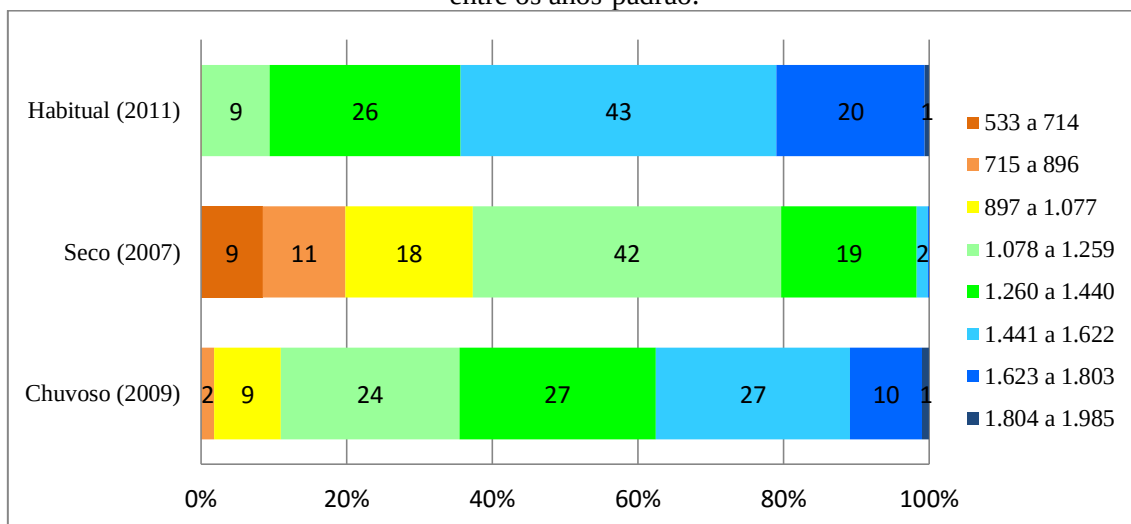
Elaboração: Nascimento (2016).

A distribuição proporcional das classes de precipitação nos períodos chuvoso e seco entre os anos-padrão é apresentada pelas **Figuras 81 e 82**, as quais indicam a mudança nos regimes de chuvas desses períodos entre os diferentes anos-padrão.

Ao longo do período chuvoso do ano-padrão habitual e chuvoso, há o predomínio de precipitações acima de 1.260 mm ao passo que, no ano-padrão seco, prevalecem em 42% da área valores de precipitação, variando entre 1.078 e 1.259 mm, com as classes antecessoras – isto é, abaixo desse patamar, representando 38% da área – **Figura 81**.

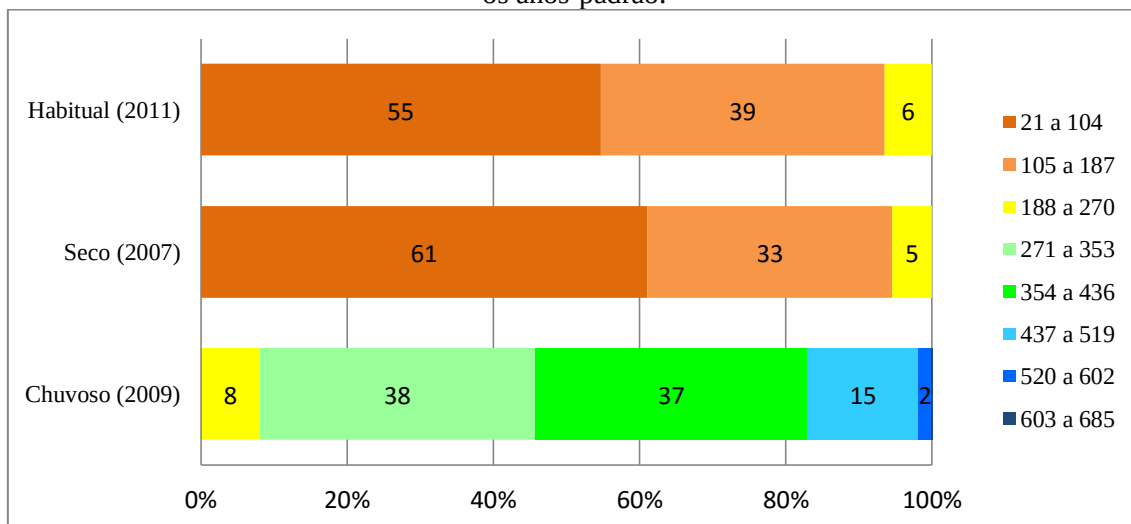
Por sua vez, no período seco dos anos-padrão habitual e seco, prevalece, em mais da metade da área, a classe de precipitação variando entre 21 e 104 mm (55% no ano habitual e 61% no seco), com presença também significativa da classe com precipitação oscilando entre 105 e 187 mm (39% no ano habitual e 33% no ano seco). O destaque é para o período seco do ano-padrão chuvoso, quando passam a prevalecer valores acima de 271 mm, com destaque as classes com precipitação variando entre 271 e 353 mm (38%) e 354 e 436 mm (37%) – **Figura 82**.

Figura 81 – Distribuição proporcional (%) de cada classe de precipitação no período chuvoso entre os anos-padrão.



Elaboração: Nascimento (2016).

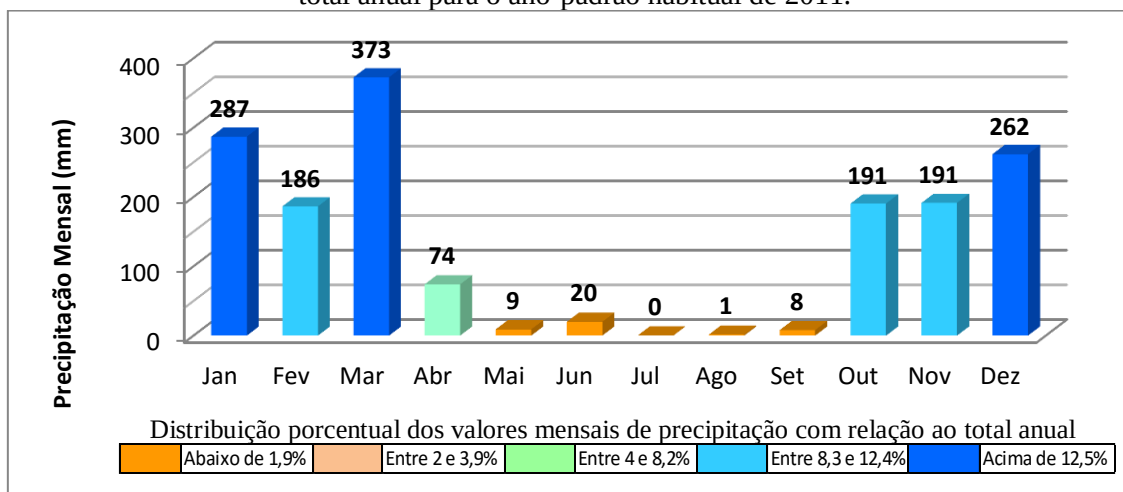
Figura 82 – Distribuição proporcional (%) de cada classe de precipitação no período seco entre os anos-padrão.



Elaboração: Nascimento (2016).

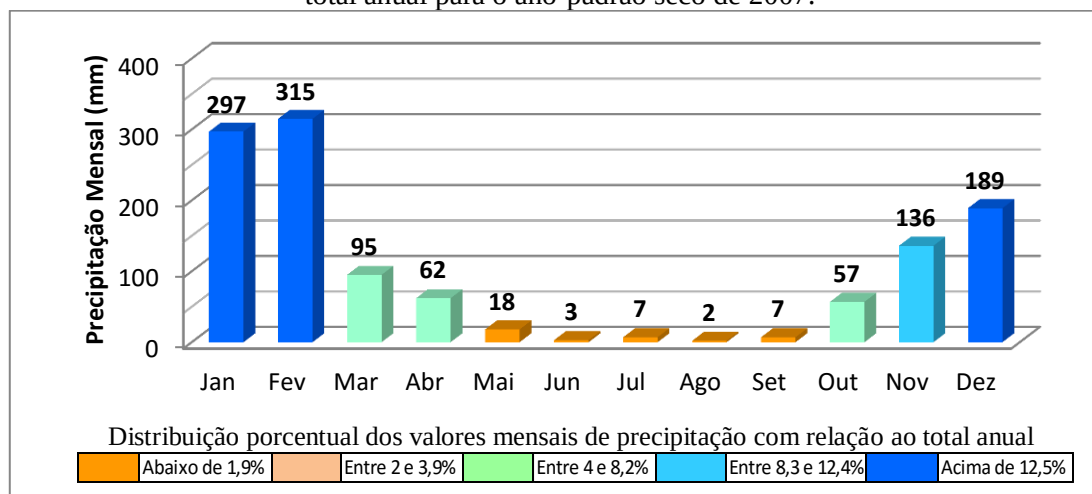
Os gráficos das **Figuras 83, 84 e 85** indicam a média zonal de precipitação mensal e a distribuição proporcional dessa com relação ao total anual para os anos-padrão habitual (2011), seco (2007), e chuvoso (2009), capazes de melhor delimitar o período chuvoso e seco, além de representar o mês de transição e, assim, traduzir melhor o regime de precipitação entre os anos de precipitação habitual e excepcional.

Figura 83 – Gráfico da distribuição proporcional da precipitação mensal (mm) com relação ao total anual para o ano-padrão habitual de 2011.



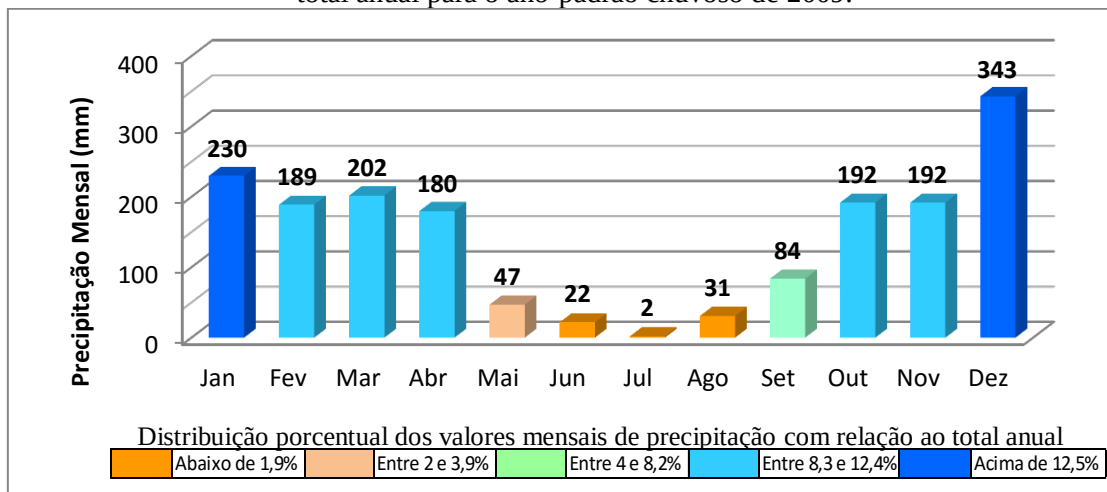
Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 84 – Gráfico da distribuição proporcional da precipitação mensal (mm) com relação ao total anual para o ano-padrão seco de 2007.



Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 85 – Gráfico da distribuição proporcional da precipitação mensal (mm) com relação ao total anual para o ano-padrão chuvoso de 2009.



Elaboração: Nascimento (2016).

A condição de pluviosidade habitual é decorrente da existência de um período chuvoso ao longo de seis meses: janeiro a março e outubro a dezembro. Abril indica a transição entre a estação chuvosa e seca. Apesar de refletir o mês de transição entre o período de estiagem e o chuvoso, a elevada precipitação registrada em outubro faz com que ele seja indicativo do período chuvoso. Nesse ano, o período seco representa cinco meses, maio a setembro, nos quais a precipitação mensal se encontra abaixo de 20 mm.

A condição de reduzida pluviosidade pode ser explicada não apenas pelo menor acumulado anual, mas, sobretudo, pela redução do período chuvoso para quatro meses: janeiro a fevereiro e novembro a dezembro. Isso ocorre tendo em vista que o mês de março, habitualmente ainda característico do período chuvoso, passa a corresponder à transição da estação chuvosa para seca – juntamente ao mês de abril. Da mesma forma que no ano-padrão habitual, em 2007, o período de estiagem corresponde a cinco meses: maio a setembro, com transição do período de estiagem para chuvoso em outubro.

Por sua vez, a condição de elevada pluviosidade é justificada não somente pelo maior valor total anual de precipitação, mas, essencialmente, pelo fato do período chuvoso ter se estendido por sete meses: janeiro a abril e outubro a dezembro. Apesar de, habitualmente, representar o período de transição da estação chuvosa para seca, o mês de abril apresenta elevada precipitação mensal: 180 mm, ainda configurando o período chuvoso. Nesse ano, a queda brusca da precipitação mensal entre abril e maio condiciona a passagem direta do período chuvoso para seco, sem mês de transição. Nesse ano, o período seco é reduzido para apenas quatro meses (maio a agosto), em reflexo da extensão do período chuvoso até o mês de abril e da antecipação da transição da estação seca para chuvosa para o mês de setembro. Outra importante particularidade do ano-padrão chuvoso é a permanência das chuvas nos meses do período de estiagem – tendo em vista que, habitualmente, não há registro de precipitação mensal acima de 20 mm nesse período, no ano de 2009, há valores acima desse patamar, conforme vislumbrado em maio, junho, agosto e setembro. Essa mesma característica do ano-padrão chuvoso foi observada por Monteiro (1973).

No regime habitual ou excepcional das chuvas, os mais elevados acumulados mensais de precipitação se referem aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro ou março. O trimestre consecutivo mais chuvoso é representado por janeiro/fevereiro/março no ano-padrão habitual, oscilando entre janeiro/fevereiro/março e outubro/novembro/dezembro nos anos-padrão seco e chuvoso, respectivamente. Por sua

vez, os menores acumulados mensais e o trimestre consecutivo mais seco são representados por julho/agosto/setembro no regime habitual, ao passo que, no regime excepcional (seco e chuvoso), são antecipados para junho/julho/agosto.

Vale ressaltar que o regime de precipitação levantado entre os anos-padrão a partir das estimativas de precipitação do TRMM coincide com aquele determinado com os dados de estações meteorológicas, indicado no **Capítulo 3**. Também há correspondência da definição do período chuvoso e seco entre os anos-padrão com a da literatura consultada para caracterização da área em estudo – **Capítulo 1**.

4.5. Síntese da gênese das chuvas entre os anos-padrão habitual e excepcionais

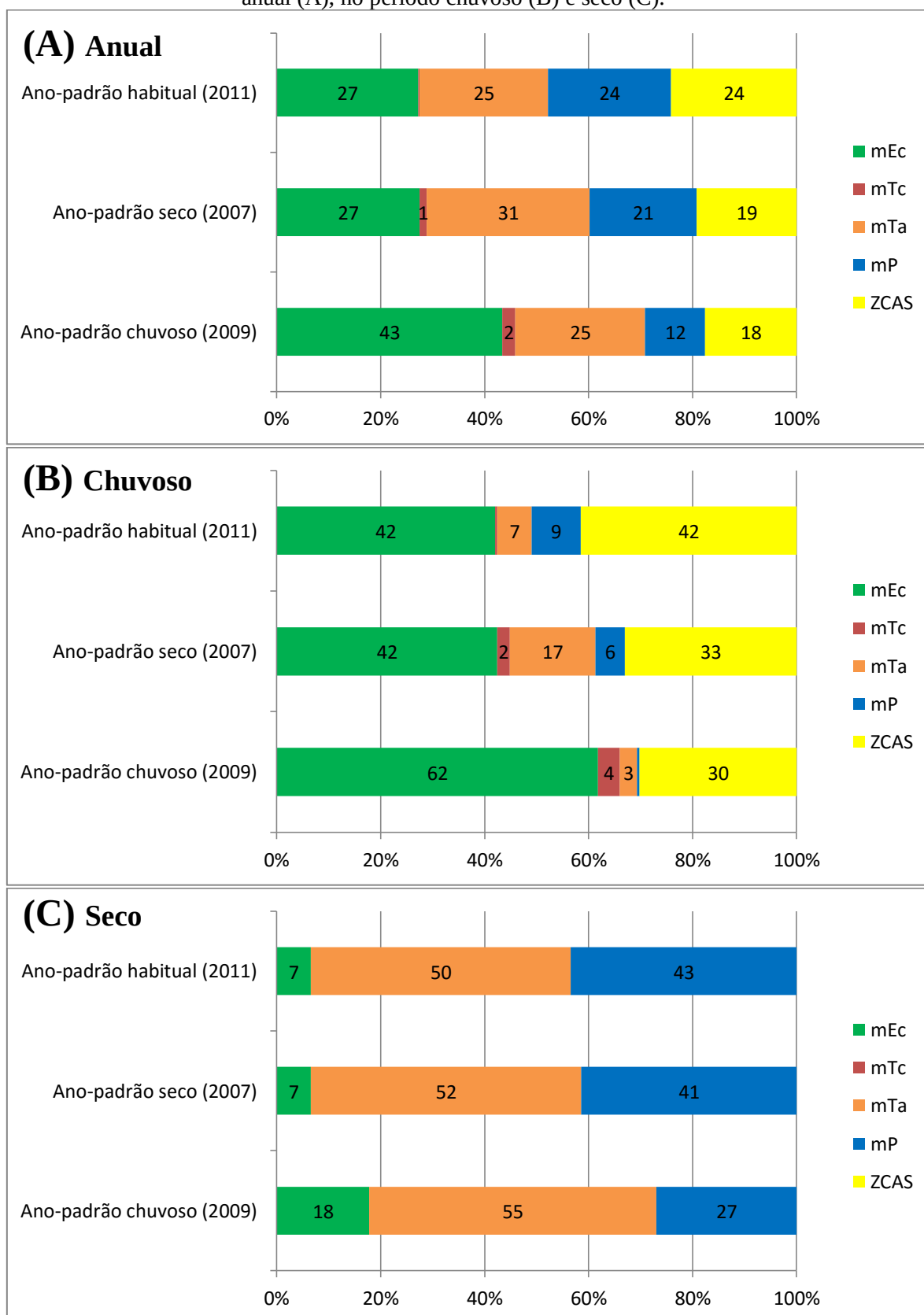
Uma síntese da atuação dos mecanismos de circulação atmosférica e da participação dos mesmos na gênese das chuvas entre os anos-padrão habitual (2011), seco (2007) e chuvoso (2009) é representada pelas **Figuras 86 e 87** logo a seguir.

O gráfico da **Figura 86 (A)** indica a atuação proporcional dos sistemas atmosféricos entre os três anos-padrão, sendo possível perceber que a atuação relativamente bem equilibrada entre os principais mecanismos que caracterizam o clima na área em estudo (mEc com 27%, mTa com 25% e mP e ZCAS, cada uma, com 24%) ao longo do ano habitual de 2011 é alterada nos anos de regime excepcional. No ano de reduzida pluviosidade de 2007, ocorre maior atuação da mTa (31%) em detrimento da menor ocorrência da ZCAS (19%) e da mP (21%), ao passo que, no ano de elevada pluviosidade de 2009, há aumento significativo da atuação da mEc (43%), com correspondente diminuição da presença da mP (12%) e da ZCAS (18%).

Se analisada a atuação dos sistemas atmosféricos entre os períodos chuvoso (**Figura 86 – B**) e seco (**Figura 86 – C**), mais perceptível é a mudança entre os regimes habitual e excepcional da precipitação.

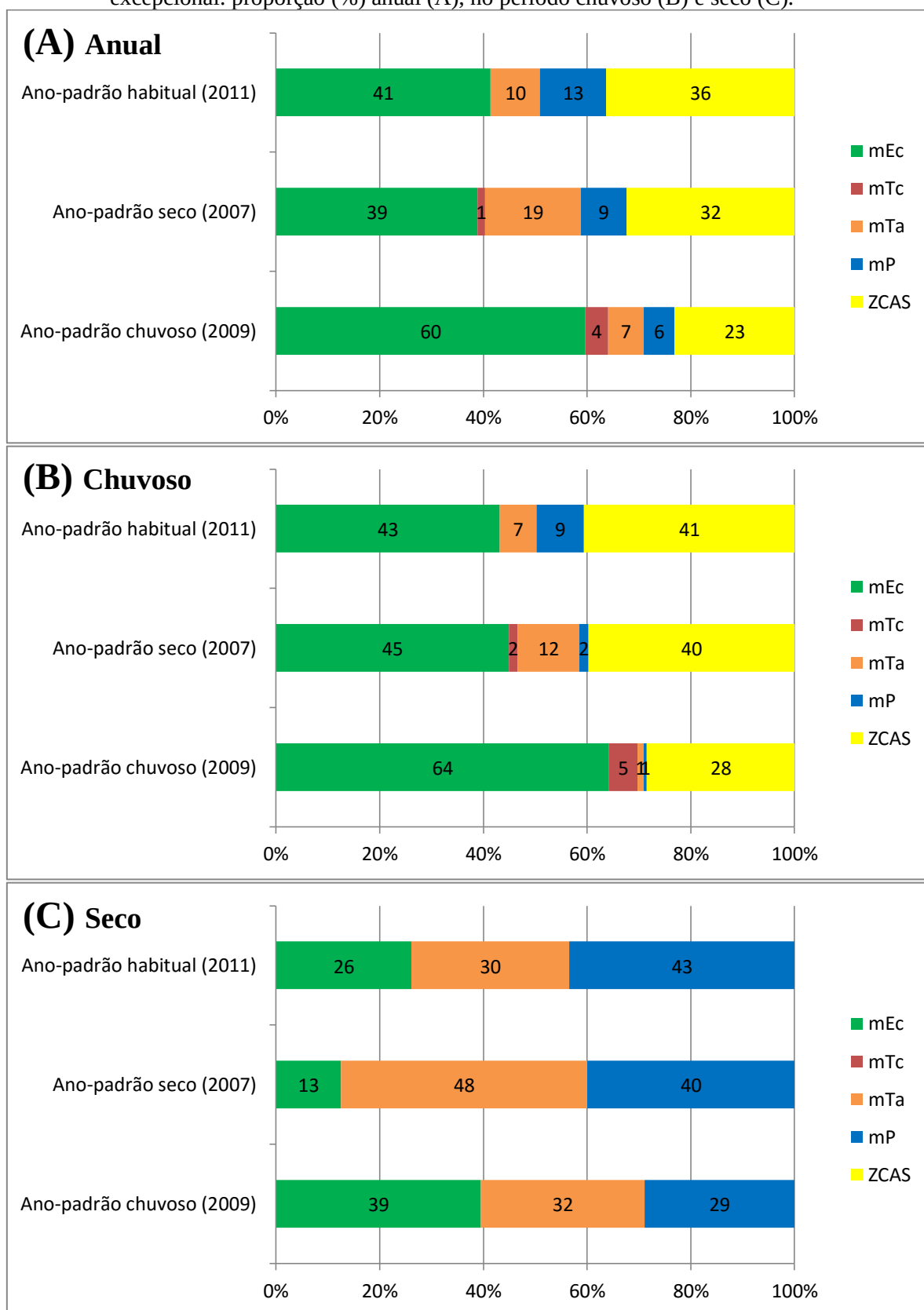
Enquanto o período chuvoso do ano-padrão habitual percebe o predomínio da atuação conjunta da mEc e da ZCAS (84%), no ano-padrão seco, há diminuição da atuação da ZCAS (33%) e aumento da mTa (17%) ao passo que, no ano-padrão chuvoso, há aumento considerável da atuação da mEc (62%) e diminuição dos demais sistemas. No período de estiagem, o ano-padrão habitual tem predomínio da mTa (50%) e da mP (43%), com pequena atuação da mEc (7%), com suave maior atuação da mTa (52%) ano-padrão seco e elevado aumento da atuação da mEc (18%) no ano-padrão chuvoso.

Figura 86 – Atuação das massas de ar nos anos-padrão habitual e excepcional: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B) e seco (C).



Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 87 – Participação das massas de ar na gênese das chuvas nos anos-padrão habitual e excepcional: proporção (%) anual (A), no período chuvoso (B) e seco (C).



Elaboração: Nascimento (2016).

Contudo, a compreensão genética do clima é mais bem atribuída pela percepção da circulação atmosférica regional responsável pela chuva precipitada, subsidiada pela **Figura 87**. Em relação à participação anual dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas – **Figura 87 (A)**, se percebe que, apesar da distribuição equilibrada entre os principais sistemas atmosféricos atuantes no ano-padrão habitual de 2011, a mEc foi a maior responsável pela gênese das chuvas (41%), seguida pela ZCAS (36%), com os demais sistemas respondendo por apenas 23% da gênese das chuvas. Apesar do aumento na atuação da mTa no ano-padrão seco de 2007, sua participação na formação de chuvas ainda foi limitada a 19%, uma vez que a mEc apresentou maior contribuição aos dias com eventos pluviométricos (39%). Apesar da ligeira diminuição da atuação da ZCAS no ano de 2007, esse mecanismo atmosférico apresentou importante contribuição na formação das chuvas – correspondendo a 32%. Por sua vez, no ano-padrão chuvoso de 2009, a maior atuação da mEc refletiu numa maior participação dessa massa de ar na formação de chuvas – com 60%, seguida pela ZCAS – com 23%.

A participação dos sistemas atmosféricos na formação de chuva durante o período chuvoso (**Figura 87 – B**) é bastante semelhante à atuação proporcional. Há maior variação entre atuação e participação dos sistemas na formação de chuvas ao longo do período seco (**Figura 87 – C**) haja vista que, enquanto a mTa e a mP atuaram ao longo de 93% do período seco do ano-padrão habitual, esses sistemas responderam a 73% do quadro atmosférico com ocorrência de chuva. Mesmo com atuação da mEc em apenas 7% desse recorte temporal, ela teve participação em 26% dos dias com chuva. No ano-padrão seco de 2007, a mTa e a mP ainda foram as maiores responsáveis pela formação de chuva, com participação da mEc em apenas 13%. Contudo, no ano-padrão chuvoso de 2009, a mEc passou a ser a maior responsável pela ocorrência de chuvas – com 39%, enquanto a mTa e a mP responderam a 32% e 29%, respectivamente.

A soma da atuação e da participação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas dentre os três anos-padrão é apresentada pelos gráficos das **Figuras 88 e 89**, respectivamente, sendo possível perceber quais sistemas atuam e quais são os maiores responsáveis pela formação de chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal.

Pela **Figura 88 (A)**, constata-se que a mEc e a mTa são os sistemas responsáveis pelo quadro climático do estado de Goiás e do Distrito Federal, com 33% e 27% de atuação anual. A ZCAS e a mP podem ser tratadas como sistemas de circulação

secundária, haja vista a atuação de apenas 20% e 19%, respectivamente, durante o ano. A mTc possui escassa atuação na área em estudo, com apenas 1%.

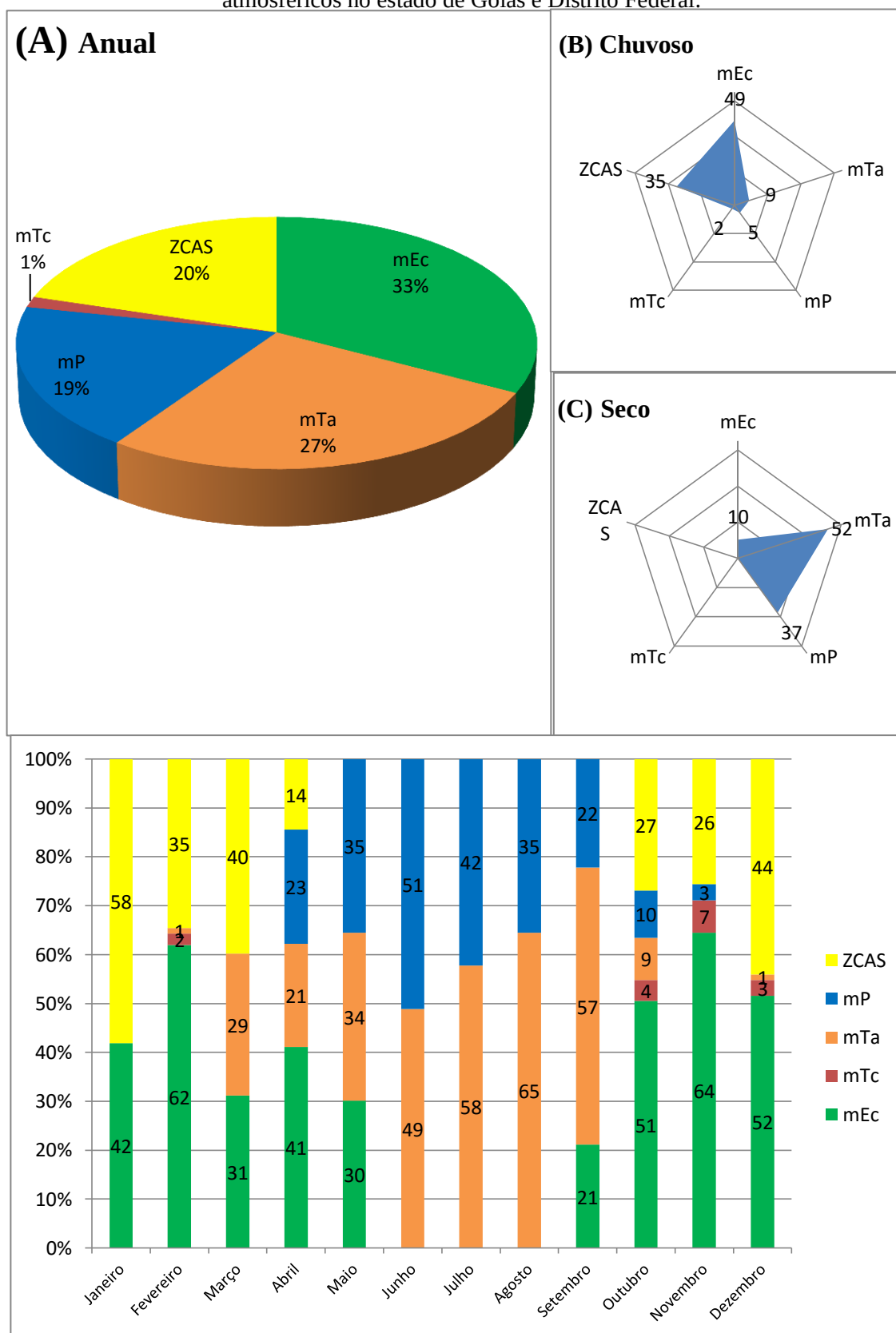
Pelos gráficos da atuação dos sistemas atmosféricos entre o período chuvoso (**Figura 88 B**) e seco (**Figura 88 C**), fica evidente a sazonalidade dos sistemas atmosféricos que determinam o estado atmosférico da área em estudo. Durante o período chuvoso, há o predomínio da mEc (49%) e atuação secundária da ZCAS (35%), sistemas originados na Região Norte e responsáveis pelo transporte de umidade para a área em apreço. Os demais sistemas não apresentam mais que 16% de atuação nesse período do ano. Por sua vez, no período seco, o predomínio é da mTa (52%), com atuação secundária da mP (37%) e pequena atuação da mEc (10%).

A **Figura 88 (D)** indica o predomínio da mEc e da ZCAS entre janeiro e março, com presença significativa da mTa nesse último mês – caracterizando o final do período chuvoso. Em abril e maio, meses que marcam a transição e início do período de estiagem, a mEc diminui sua atuação dando espaço para a mTa e a mP. Esses dois sistemas passam a determinar a circulação atmosférica entre os meses de junho a agosto, apenas em setembro dividem espaço com a mEc, que passa a atuar na região. Nos meses seguintes, outubro a dezembro, a mEc tem atuação majoritária, seguida pela ZCAS e, em pequena proporção, pelos demais sistemas.

Com relação à participação dos sistemas atmosféricos na formação de chuva – **Figura 89 (A)**, é bem clara a grande contribuição da mEc na gênese das chuvas no estado de Goiás e Distrito Federal (46%). Outro sistema com grande participação é a ZCAS (31%). Apesar de representar uma massa de ar quente e seca, a mTa tem participação de 12%, geralmente respondendo por chuvas convectivas originadas pela convecção do ar aquecido ao longo do dia. A mP tem 9% de participação na formação das chuvas, geralmente associada à instabilidade frontal.

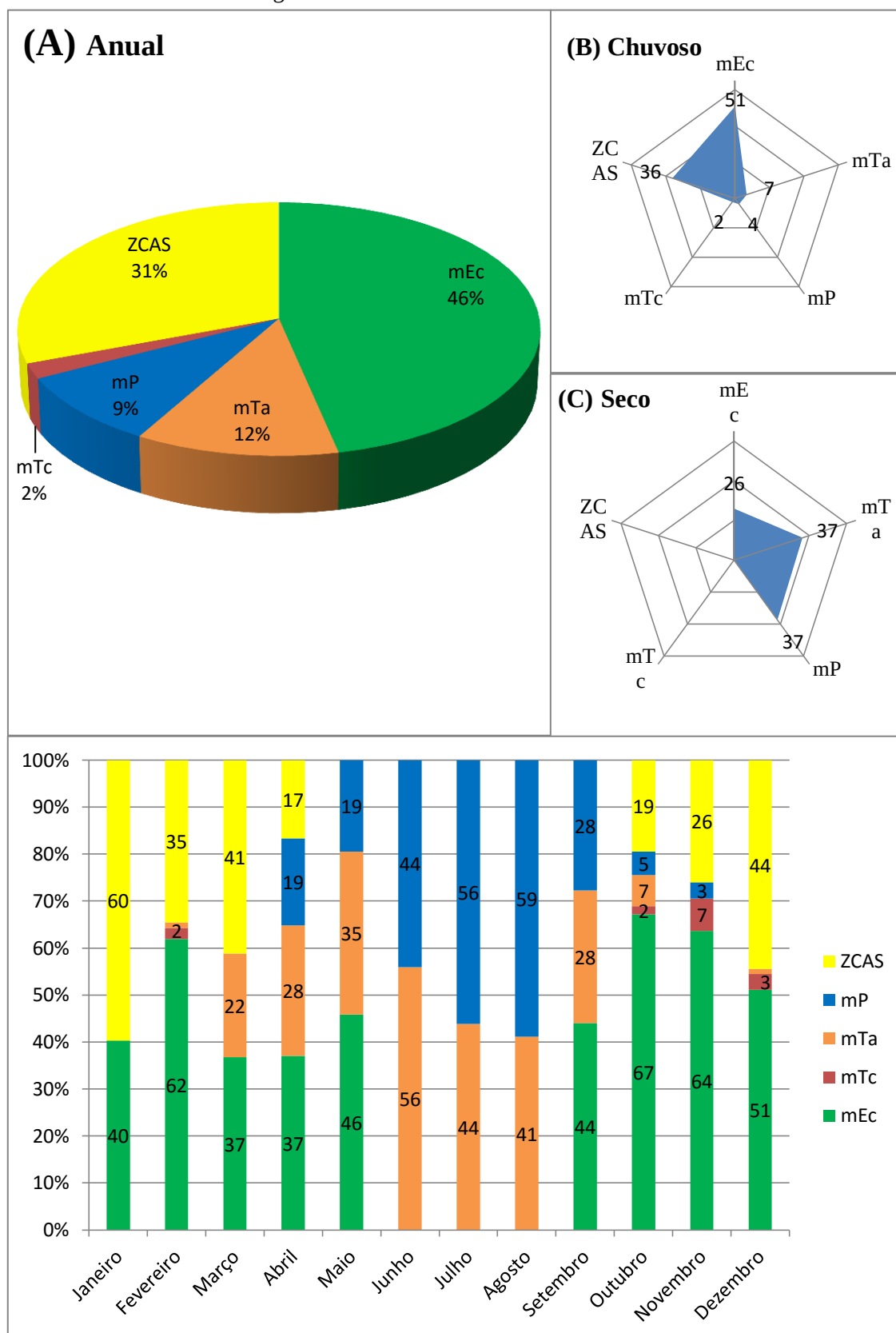
No período chuvoso, os mesmos sistemas atmosféricos atuantes são os responsáveis pela formação das chuvas, conforme visto a grande participação da mEc (51%) e da ZCAS (36%) – **Figura 89 (B)**. Contudo, no caso do período seco – **Figura 89 (C)**, apesar da atuação predominante da mTa (52%), ela representa apenas 37% de participação na gênese das chuvas (a mesma contribuição da mP), enquanto que, mesmo com pequena atuação (10%), a mEc possui considerável participação na formação das chuvas – 26%.

Figura 88 – Atuação anual (A), sazonal (B - chuvoso / C - seco) e mensal (D) dos sistemas atmosféricos no estado de Goiás e Distrito Federal.



Elaboração: Nascimento (2016).

Figura 89 – Participação anual (A), sazonal (B - chuvoso / C - seco) e mensal dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas do estado de Goiás e Distrito Federal.



A variação mensal da participação dos sistemas atmosféricos na formação de chuvas é também bastante semelhante à atuação desses, maior destaque pode ser dado a maior participação da mP nos meses de julho e agosto, nos quais, apesar da maior atuação da mTa, é o sistema oriundo das maiores latitudes o responsável pela formação de chuvas, geralmente de origem frontal. Ainda, convém destacar a maior participação da mEc em setembro e outubro, principalmente nesse primeiro mês que marca a transição entre o período seco para o chuvoso, em que, apesar da atuação predominante da mTa (57%), a formação de chuvas é majoritariamente atribuída à mEc (44%).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As chuvas a partir das estimativas do TRMM

Com base nas estimativas de precipitação do TRMM referente ao recorte temporal de 1998 a 2012, a média de precipitação anual calculada para o território compreendido pelo estado de Goiás e o Distrito Federal foi de 1.468 mm. Especialmente, a precipitação média anual oscila entre 1.025 e 1.755 mm, com os menores valores concentrados no Vão do Paranã (nordeste) e os maiores na área da Depressão do Rio Araguaia (oeste e noroeste) e dos Relevos Residuais e Depressões Intermontanas (sudoeste e numa faixa que se estende em sentido NO/SE).

Mais importante que o tratamento quantitativo da precipitação, é a percepção de que a distribuição espacial da precipitação reflete bem a influência dos compartimentos topográficos na entrada e no deslocamento, ou mesmo como barreira ao avanço dos sistemas atmosféricos produtores de chuva na região. O primeiro caso pode ser ilustrado pelos maiores quantitativos de chuvas juntos à Depressão do Rio Araguaia e aos Relevos Residuais, uma vez que a calha topográfica formada por tais compartimentos favorece a entrada e o deslocamento dos sistemas atmosféricos oriundos da Região Norte, responsáveis pelo transporte de umidade da Amazônia. Não obstante, os valores intermediários e inferiores de precipitação se encontram em áreas em que os Planaltos e Chapadões atuam como barreira à incursão e ao avanço dos sistemas atmosféricos oriundos do norte e do sul, conforme visto na Depressão do Vão do Paranã, que é circundada pelo Planalto Central Goiano e pelos Chapadões de Goiás e do Distrito Federal.

Além disso, a variação espacial da precipitação anual mostra certa relação com a distribuição da cobertura e uso do solo no estado de Goiás e no Distrito Federal, uma vez que os menores valores de precipitação são constatados principalmente no nordeste de Goiás – especificamente na região da Depressão do Vão do Paraná e das bordas do Chapadão de Goiás e Distrito Federal, onde se concentra considerável proporção de remanescente vegetal de Cerrado. Os maiores valores de precipitação geralmente coincidem com áreas ocupadas por atividades agropastoris, o que sugere que a implantação de tais atividades não tenha ocorrido em resposta apenas à aptidão do solo e adequação à declividade do relevo, mas também à maior disponibilidade de água de origem pluvial – sobretudo ao lembrar que a implantação da agricultura irrigada é algo relativamente recente na agricultura goiana. Os maiores quantitativos de chuva também condizem com áreas que apresentam ocorrência de fragmentos de formação florestal,

principalmente na Depressão do Rio Araguaia, com fitofisionomias que dependem de grande disponibilidade de água para sua manutenção.

Essa associação dos tipos de formação vegetal e usos antrópicos às áreas com maior ou menor registro de precipitação corrobora a influência desse elemento climático na organização e na produção dos espaços e das atividades humanas, conforme retratado por Ayoade (2003).

Também vale ressaltar a confirmação da principal característica do quadro climático da área em estudo, que é a existência de duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra de estiagem acentuada. A média referente ao recorte temporal de 15 anos (1998/2012) indica concentração de 88% da precipitação anual ao longo dos meses referentes ao período chuvoso, equivalente a 1.291 mm entre outubro e março. O período seco responde por apenas 12% da precipitação anual, ou 176 mm entre os meses de abril e setembro. Os meses mais chuvosos são representados por dezembro, janeiro e março, ao passo que o período de maior escassez de chuvas é indicado pelo trimestre junho/julho/agosto.

Valendo-se de recortes amostrais dos anos-padrão habitual (2011), seco (2007) e chuvoso (2009), nota-se distinto ritmo das chuvas entre o regime habitual e excepcional das precipitações no estado de Goiás e no Distrito Federal. No ano-padrão habitual de 2011, a média zonal de precipitação anual foi de 1.602 mm, variando espacialmente na área entre 1.160 e 2.001 mm, com concentração de 93% das chuvas no período chuvoso. No ano-padrão seco de 2007, a média zonal de precipitação anual foi de 1.188 mm, 414 mm abaixo do habitual, oscilando espacialmente entre 570 e 1.740 mm, havendo maior concentração das chuvas nos meses do período chuvoso, de 91,6%. No ano-padrão chuvoso de 2009, a média zonal de precipitação anual foi de 1.715 mm, representando um aumento de 113 mm em relação ao habitual, com variação espacial de 1.210 a 2.333 mm, e maior distribuição das chuvas ao longo do ano, haja vista a menor concentração das chuvas no período chuvoso (78,6%).

O regime de precipitação entre os diferentes anos-padrão leva a entender que a condição de seco, habitual e chuvoso não se refere essencialmente à altura pluviométrica anual, mas, sobretudo, à distribuição das chuvas no decorrer dos meses e à delimitação dos períodos chuvoso e seco.

O regime habitual (ano-padrão habitual de 2011) é condicionado por um período chuvoso de seis meses, janeiro a março e outubro a dezembro, e um período seco em cinco meses, de maio a setembro. Interessante ressaltar o fato de que março é o mês que marca o final do período chuvoso para a região, conforme retratado pela expressão “águas de março”, que ganhou grande divulgação pela célebre música composta por Tom Jobim, em 1972, em que é retratado o final do período chuvoso pela passagem: “São as águas de março fechando o verão”. Ainda, o dia de 19 de março é marcado como o dia de São José, padroeiro dos agricultores. Segundo a crença católica, caso chova nesse dia, espera-se muita chuva no restante do ano, garantindo boa safra.

O regime seco (ano-padrão seco de 2007) é expresso pela redução do período chuvoso para quatro meses: janeiro a fevereiro e novembro a dezembro, uma vez que a menor precipitação registrada em março condiciona esse mês a representar, juntamente com abril, a transição do período chuvoso para o seco.

Por sua vez, o regime chuvoso (ano-padrão chuvoso de 2009) é justificado pela ampliação do período com chuvas para sete meses, uma vez que o elevado valor de precipitação registrado em abril indicou a inexistência de transição entre o período chuvoso e seco. Por consequência, nesse regime há a redução do período de estiagem em um mês, passando a corresponder a apenas quatro meses, maio a agosto.

Além de destacar o ritmo das chuvas entre o regime habitual e os excepcionais evidenciou-se a diferente atuação e participação das massas de ar na gênese das chuvas no estado de Goiás e Distrito Federal. No regime habitual, percebe-se uma atuação equilibrada entre os principais sistemas atmosféricos atuantes na região (mEc, mTa, mP e ZCAS), ao passo que o regime seco apresenta aumento da atuação da mTa, enquanto o regime chuvoso reflete elevação da atuação da mEc.

Ainda mais importante que a indicação da atuação dos sistemas atmosféricos é a retratação da participação de tais sistemas na formação de chuvas entre os diferentes anos-padrão. No regime habitual, a mEc correspondeu a 41% dos dias com chuvas, acompanhada de perto pela ZCAS, com 36%. A mP e mTa apresentam menor participação, com 13% e 10%, respectivamente. No regime seco ocorre maior participação da mTa (19%) na formação de chuvas, repercutindo em menores acumulados diários de precipitação, ao passo que no regime chuvoso há aumento considerável da participação da mEc, em 60% dos dias com chuvas durante o ano.

As potencialidades e as restrições do uso de estimativas do TRMM no estudo das chuvas

A hipótese central de que uma análise de todo o contínuo espacial subsidiada por imagens de satélite forneceria uma melhor representação da variabilidade espacial das chuvas foi confirmada, principalmente em comparação à usual representação realizada com base na interpolação e na inferência espacial de dados registrados pontualmente por estações meteorológicas – sobretudo em localidades que dispõe de uma rarefeita rede de estações, como é o caso da Região Centro-Oeste.

Contudo, o emprego das estimativas de precipitação fornecidas pelo TRMM apresentou algumas restrições ao objetivo da tese que valem ser mencionadas.

Inicialmente, grande esforço e dispêndio de tempo foram necessários para o pré-processamento das imagens de estimativas mensais de precipitação do TRMM (produto 3B43), adquiridas pela homepage da Nasa em formato original HDF. Todas as 180 imagens precisaram ser: 1) reprojetadas para o hemisfério sul; 2) rotacionadas em 270°; 3) convertidas de valores digitais originalmente em mm/h para mm/mês; e 4) exportadas em formato geotiff, para tratamento em SIG. Felizmente, as imagens de estimativas diárias de precipitação do TRMM (produto 3B42) foram gentilmente fornecidas pelo “Banco de dados pluviométricos integrados por dados da plataforma TRMM e estações pluviométricas no estado de Goiás e Distrito Federal” (MORAIS, 2014; MORAIS; FERREIRA, 2015), evitando o grande tempo necessário para realização dos procedimentos de pré-tratamento das 1.095 imagens diárias dos três anos-padrão.

Por outro lado, apesar da resolução espacial do TRMM proporcionar numa melhor representação do fenômeno pluviométrico, com a indicação do valor precipitado em porções de área com 250x250m, mas no espaço contínuo de toda área em estudo, a análise em escala temporal diária foi prejudicada pela quantidade de dados a serem processados. Considerando a área compreendida pelo estado de Goiás e pelo Distrito Federal, cada imagem de estimativa de precipitação possui 645 pixels. Caso cada localidade, aqui retratada em forma de pixel, fosse analisada e representada pelos gráficos de análise rítmica numa escala diária, em consonância com a indicação dos sistemas atmosféricos atuantes, totalizariam um montante de 706.275 gráficos, algo extremamente complicado (ou talvez inviável) de ser realizado.

Por tal motivo, a análise rítmica preconizada por Monteiro (1971) e amplamente empregada em trabalhos desenvolvidos sob a ótica da Climatologia Geográfica, não pôde ser realizada na presente tese de doutorado. Como alternativa, no decorrer da descrição do ritmo diário das chuvas entre os anos-padrão habitual e excepcionais, foram apresentados alguns exemplos diários que retrataram a atuação dos principais sistemas atmosféricos na região: mEc, mTa, mP, ZCAS e mTc.

Além da indicação dos sistemas atmosféricos atuantes por meio de carta sinótica e imagens de satélites meteorológicos, foi representada a distribuição espacial das chuvas segundo as estimativas diárias do TRMM, refletindo, assim, a atuação e a participação de tais sistemas na gênese das chuvas no estado de Goiás e Distrito Federal. Apesar da pouca quantidade, pôde ser inferida a sucessão e o ritmo do clima da área em estudo a partir desses exemplos diários, considerados por Monteiro (1971) como episódios-padrão, que põem em evidência o papel das massas de ar sobre a variabilidade e gênese climática.

O estudo genético do clima a partir da dinâmica das massas de ar nos anos-padrão do regime habitual e excepcional das chuvas

A abordagem genética da Climatologia Geográfica defende o recurso de recortes amostrais em detrimento das abstrações apresentadas pelo tratamento médio dos dados climáticos, sendo, geralmente, identificados e empregados anos-padrão do regime habitual e excepcional das chuvas.

Contudo, a seleção de anos não sequenciais, como foi o caso da escolha de 2007, 2009 e 2011 como representantes dos anos-padrão seco, chuvoso e habitual, respectivamente, mostrou uma inadequação dos anos-padrão com o ano hidrológico. Isso porque o ano hidrológico marca os períodos de estiagem e chuvoso, que na área em estudo ocorrem, habitualmente, de maio a setembro e de outubro ao mês de março do ano seguinte, respectivamente – tendo abril como mês de transição. No exemplo do ano-padrão seco de 2007, o período chuvoso analisado entre os meses de janeiro e fevereiro representa o final do período chuvoso do ano-hidrológico de 2006/2007, não tendo levado em consideração na análise todo o período chuvoso. Assim, a extensão do período chuvoso no ano-padrão de 2009 até o mês de abril pode ter sido acentuada pela antecipação do início do período chuvoso do ano anterior ou amenizada com o atraso das chuvas – algo que deve ser ponderado em trabalhos futuros.

Outra questão a ser observada é que as análises sazonais devem ser realizadas no recorte das quatro estações, e não apenas entre os períodos chuvoso e seco – conforme empregado na presente tese de doutorado, podendo, assim, indicar que o regime de precipitação do ano-padrão seco é devido a um encurtamento das chuvas no verão e uma primavera mais seca ou que o regime visto no ano-padrão chuvoso se justifica pelo prolongamento das chuvas além do verão e a presença de chuvas mesmo no inverno.

Ainda, vale ressaltar a dificuldade na identificação dos sistemas atmosféricos e, principalmente, dos limites de sua atuação, que exige certa experiência de interpretação. Em estudos que se valem de dados registrados por estações meteorológicas, usualmente são empregados dados dos demais elementos climáticos para auxiliar tal atividade, como é o caso dos dados de direção dos ventos ou pressão atmosférica. Contudo, como na presente tese foram utilizadas imagens satelitárias ao invés de dados pontuais registrados por estações meteorológicas, a identificação dos sistemas atmosféricos e do limite de sua atuação se baseou essencialmente na localização dos centros de ação e da variação espacial das isóbaras pelas cartas sinóticas, com auxílio da animação das imagens de satélites meteorológicas capazes de demonstrar a direção e o sentido de deslocamento dos sistemas atmosféricos – sendo realizada de forma mais geral, genérica e regional.

Como alternativa aos trabalhos que empreguem produtos orbitais em análise climatológicas genéticas, sugere-se a integração de dados e informações orbitais complementares, como pode ser o caso de imagens que representam a variação da pressão atmosférica e da velocidade/direção dos ventos, ideais para a identificação e definição dos limites de atuação dos centros de ação e da origem e deslocamento dos sistemas atmosféricos, respectivamente.

As potencialidades, as restrições e as proposições aqui apresentadas de forma alguma pretendem desmerecer a abordagem genética da Climatologia Geográfica, pelo contrário, são apenas sugestões para refinamento, aprimoramento, atualização e desenvolvimento para essa abordagem.

Apesar de sugerido por Monteiro (1962; 1964), ainda em meados do século passado, a ressalva do papel das massas de ar e a necessidade de um caráter genético para a classificação climática ainda é insipiente. Ainda prevalecem na bibliografia acadêmica e nos livros didáticos as propostas de classificação climática de base empírica, meramente descritivas e baseadas no tratamento médio de um ou de vários

elementos climáticos, a exemplo da desenvolvida por Koppen-Geiger (1961), em que é indicado para praticamente todo território compreendido pelo estado de Goiás e Distrito Federal a tipologia Aw, com pequena porção ao sul representada pela tipologia Cwa. Apesar de retratar coerentemente a variabilidade da temperatura e sazonalidade pluviométrica da região, esse sistema não apresenta maiores detalhes a respeito dos fatores e condicionantes climáticos, sem oferecer qualquer alusão à gênese do clima.

Por sua vez, as propostas de classificação climática realizadas a partir do critério genético se baseiam nos controladores ou fatores climáticos, como exemplo da proposta de Strahler (1951), em que é sugerido para o estado de Goiás e Distrito Federal o clima das baixas latitudes, controlado pelas massas de ar equatoriais e tropicais e de caráter tropical quente e úmido. Essa proposta descreve de maneira clara os sistemas atmosféricos responsáveis pela gênese do clima da região e, ainda, sua condição térmica. Porém, ainda peca por indicar um regime úmido, enquanto a região apresenta uma sazonalidade das chuvas estabelecendo um período chuvoso e outro seco. Além disso, por ter sido desenvolvida em escala global, não distingue ou diversifica os climas regionais que são associados aos fatores geográficos, como é o caso do relevo, por exemplo.

Aqui, cabe a menção das propostas de classificação climática de base genética realizadas para alguns estados brasileiros, como São Paulo, feita por Monteiro (1973); Bahia, por Aouad (1982); Mato Grosso do Sul, por Zavattini (1990); e Rio Grande do Sul, por Rossato (2011).

Ao término dessa tese, convém frisar que a proposta de continuidade e de complementação ao estudo do ritmo e da gênese das chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal envolve, certamente, a proposição de uma classificação climática de base genética para esse território.

REFERÊNCIAS

ADEYEWA, Z. D.; NAKAMURA, K. *Validation of TRMM radar rainfall data over the major climatic regions in Africa. Journal of Applied Meteorology*, v. 42, n. 2, p. 331-347, 2003.

ADLER, R. F. *Tropical Rainfall Distributions determined using TRMM combined with other satellite and raing gauge information. Journal of Applied Meteorology*, v. 39, p. 2007-2023, 2000.

ALMAZROUI, M. *Calibration of TRMM rainfall climatology over Saudi Arabia during 1998-2009. Atmospheric Research*, v. 99, n. 3-4, p. 400-414, 2011.

AOUAD, M. S. **Tentativa de classificação climática para o Estado da Bahia: uma análise quantitativa dos atributos locais, associada à análise qualitativa do processo genético.** Rio de Janeiro: IBGE, 1982. 80p.

ARAI, E.; ADAMI, M.; FREITAS, R. M. de.; SHIMABUKURO, Y. E.; RAO, V. B.; MOREIRA, M. A. Análise de séries temporais MODIS e TRMM nas áreas de caatinga, cerrado e floresta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 5081-5088.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BARRET, E. C. **Climatology from Satellites.** 11. ed. London: New Fetter Lane, 1974.

_____. *The estimation of monthly rainfall from satellite data. Mon. Wea. Rev.*, v. 98, p. 322-327, 1970

BARROS, J. R. A chuva no Distrito Federal: o regime a as excepcionalidades do ritmo. 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro, Rio Claro, 2003.

_____.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator**, v. 08, n. 16, p. 255-261, 2009.

BERG, W.; L'ECUYER, T.; KUMMEROW, C. *Rainfall climate regimes: the relationship of regional TRMM rainfall baies to the environment. Journal of applied meteorology and climatology*, v. 15, p 434-455, 2005.

BERTIN, J. **La graphique et lê traitement graphique de l'information.** Paris: Flamarion, 1977. 276 p.

_____. **Sémiologie Graphique:** les diagrammes, les réseaux, les cartes. Paris: Monton & Gauthier-Villars, 1967.

BHATT, B. C.; NAKAMURA, K. *Characteristics of Monsoon Rainfall around the Himalayas Revealed by TRMM Precipitation Radar. Monthly Weather Review*, v. 133, n. 1, p. 149–165, 2005.

BORSATO, V. A.; MENDONCA, F. A. A Participação dos sistemas atmosféricos na estação do Inverno de 2012 no Centro Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 15., 2013, Vitória-ES. **Anais...** Vitória-ES: UFES, 2013. p. 336-344.

BOWMAN, K. P. *Comparison of TRMM Precipitation Retrievals with Rain Gauge Data from Ocean Buoys*. **Journal of Climate**, v. 18, n. 1, p. 178–190, 2005.

BRADLEY, R. S.; JONES, P. D. **Climate Since A.D. 1500**. London: Routledge, 1992. 144 p.

CAGE, K. S.; WILLIAMS, C. R.; CLARK, W. L.; JOHNSTON, P. E.; CARTER, D. A. *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) ground validation field campaigns*. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, v.19. p. 843-863, 2002.

CAMPAROTTO, L. B.; BLAIN, G. C.; GIAROLLA, A.; ADAMI, M.; CAMARGO, M. B. P. Validação de dados termopluviométricos obtidos via sensoriamento remoto para o estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 665-671, 2013.

CAMPOS, A. B. de. et al. Análise do comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidades no Estado de Goiás. In: ALMEIDA, M. G. de (Org.). **Abordagens geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade**. Goiânia: IESA, 2002. p. 91-118.

CHEN, C.; YU, Z.; LI, L.; YANG, C. *Adaptability evaluation of TRMM satellite rainfall and its application in the Dongjiang River Basin*. **Procedia Environmental Sciences**, v. 10, p. 396-402, 2011.

CHIU, L. S. et al. *Comparison of TRMM and water district rain rates over New Mexico*. **Advances in Atmospheric Sciences**, v. 23, n. 1, p. 1-13, 2006.

COLLISCHONN, B. **Uso de precipitação estimada pelo satélite TRMM em modelo hidrológico distribuído**. 2006. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos)-Instituto de Pesquisas Hidrológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

_____; ALLASIA, D.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, p. 93-99, 2007.

COSTA, H. C.; MARCUZZO, F. F. N.; FERREIRA, O. M.; ANDRADE, L. R. Espacialização e Sazonalidade da precipitação pluviométrica do estado de Goiás e Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, p. 87-100, 2012.

CURTARELLI, M. P.; ALCÂNTARA, E. H.; STECH, J. L.; LORENZZETTI, J. A.; KAMPAL, M. Avaliação do produto TRMM 3B42 diário sobre a Região Hidrográfica Trocantins-Araguaia até o reservatório de Tucuruí-PA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...**, Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 5816-5823.

DANELICHEN, V. H. M.; MACHADO, N. G.; SOUZA, M. C.; BIUDES, M. S. *TRMM satellite performance in estimating rainfall over the midwest region of Brazil*. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n. 9, p. 22-32, 2013.

DEGAETANO, A. T. Delineation of mesoscale climate zones in the Northeastern United States using a novel approach to cluster analysis. **Journal of Climate**, n.9, p. 1765-1782, 1996.

DIAS CARDOSO, M. R.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Caracterização da temperatura do ar no estado de Goiás e no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 8, v. 11, p. 119-134, 2012.

DUBREUIL, V. Clima e Teledetecção: uma abordagem geográfica. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1. n. 1, p. 76-99, 2005.

_____; ARVOR, D.; NÉDÉLEC, V.; MAITELLI, G.T. Comparação entre os dados de TRMM, GOES e SPOT-VGT para a estimativa das chuvas em Mato Grosso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007.

ELY, D. F. **Teoria e método da climatologia geográfica brasileira: uma abordagem sobre seus discursos e práticas**. 2006. 208 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

EVANGELISTA, B. A. **Aplicações geoestatísticas na análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de Goiás e Distrito Federal**. 2004. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

FARIAS, S. E. M.; ARANTES, A. E.; FERREIRA JUNIOR, L. G.; SANO, E. E.; BARROS, J. R. Avaliação das estimativas de precipitação do satélite TRMM para o estado de Goiás: uma abordagem climatológica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., Foz do Iguaçu, p. **Anais....** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 1938-1944.

FENSTERSEIFER, C. A. **Qualidade das estimativas de precipitação derivadas de satélites na bacia do Alto Jacuí - RS**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

FERREIRA, A. G. **Interpretação de imagens de satélites meteorológicos: uma visão prática e operacional do hemisfério Sul**. Brasília: Stilo, 2003. 270 p.

FISHER, B. L. *Climatological Validation of TRMM TMI and PR Monthly Rain Products over Oklahoma*. **Journal of Applied Meteorology**, v. 43, n. 3, p. 519-535, 2004.

FISHER, G.; VENDRAME, I. F.; HANAOKA, P. C. de M. Variabilidade espacial da chuva durante o experimento LBA/TRMM 1999 na Amazônia. **Acta Amazonia**, v. 37, n. 4, p 583-590, 2007.

FRANCHITO, S.H.; RAO, V.B.; VASQUES, A.C.; SANTO C. M. E.; CONFORTE J. C. *Validation of TRMM precipitation radar monthly rainfall estimates over Brazil*. **Journal of Geophysical Research**, v. 114, p. 1-9, 2009.

GLOBAL CLIMATE OBSERVING SYSTEMS. The second report on the adequacy of the global observing systems for climate in support of the UNFCCC. Rep. GCOS-82, WMO/TD n. 1143, 74 p, 2003.

HUFFMAN, G. J.; ADLER, R. F.; BOLVIN, D. T.; GU, G.; NELKIN, E. J.; BOWMAN, K. P.; HONG, Y.; STOCKER, E. F.; WOLFF, D. B. *The TRMM multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fines scales. American Meteorological Society*, v. 8, p. 38-55, 2007.

JIANG, H.; ZIPSER, E. J. *Contribution of Tropical Cyclones to the Global Precipitation from Eight Seasons of TRMM Data: Regional, Seasonal, and Interannual Variations. Journal of Climate*, v. 23, n. 6, p. 1526-1543, 2010.

JOLY, D. *Spatial analysis, cartography and climate*. IN: CARREGA, P. (Org.). **Geographical Information and Climatology**. London: ISTE, 2010. Cap. 2, p. 29-69.

KIDD, C. Satellite Rainfall Climatology: a review. **International Journal of Climatology**, v. 21, p. 1041-1066, 2001.

_____.; LEVIZZANI, V.; BAUER, P. A review of satellite meteorology and climatology at the start of the twenty-first century. **Progress in Physical Geography**. v. 33, n. 4, p. 474-489, 2009.

_____.; _____. *Status of satellite precipitation retrivals. Hydrol. Earth Syst. Sci.* v. 15, p. 1109-1116, 2011.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

KNAPP, K. R. et al. Globally Gridded Satellite Observations for Climate Studies. **American Meteorological Society**, v. 92, n. 7, p. 893-907, 2011

KODAMA, Y. M.; KATSUMATA, M.; MORI, S.; SATOH, S.; HIROSE, Y.; UEDA, H. *Climatology of Warm Rain and Associated Latent Heating Derived from TRMM PR Observations. Journal of Climate*, v. 22, n. 18, p. 4908-4929, 2009.

KOPPEN, W.; GEIGER, R. (Org.). **Handbuck der Klimatologie**. Berlin, 1961.

KOTTEK, M. et al. *World Map of the Koppen-Geiger climate classification update. Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p 259-263, jun. 2006.

KOUSKY, V. E. *Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 3, p. 217-231, 1988.

KUMMEROW C. D.; BARNES, W.; KOZU, T.; SHIUE, J.; SIMPSON, J. *The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. v. 15, p. 809-818, 1998.

_____ et al. *The status of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) after two years in orbit. Journal of Applied Meteorology*, v. 39, p. 1965-1982, 2000.

- LEIVAS, J. F.; RIBEIRO, G. G.; SOUZA, M. B.; ROCHA FILHO, J. Análise comparativa entre os dados de precipitação estimados via satélite TRMM e dados observados de superfície em Manaus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Manaus. **Anais....** Manaus: INPE, 2009. p. 1611-1616.
- LIAO, L., MENEGUINI, R., *Validation of TRMM Precipitation Radar through comparison of its multiyear measurements with ground-based radar. Journal of Applied Meteorology and Climatology*. v. 48, p.804-817, 2009.
- LIU, C.; ZIPSER, E. J.; NESBITT, S. W. Global Distribution of Tropical Deep Convection: Different Perspectives from TRMM Infrared and Radar Data. *Journal of Climate*, v. 20, n. 3, p. 489-503, 2007.
- LUIZ, G. C. **Influência da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados: estudo de caso - município de Goiânia-GO**. 2012. 246 f. Tese (Doutorado em Geotecnia)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2012.
- MARTINELLI, M.. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 2003.
- MICHAELIDES, S.; LEVIZZANI, V.; ANAGNOSTOU, E.; BAUER, P.; KASPARIS, T.; LANE, J. E. *Precipitation: measurement, remote sensing ,climatology and modeling. Atmospheric Research*, v. 94, p. 512-533, 2009.
- MILLER, E. R. The Evolution of Meteorological Institutions in the United States. *Monthly Weather Review*, v. 59, n. 1, p. 1-6, 1931.
- MOL, J. M. D. **Estimativa de Precipitação por meio de Sensoriamento Remoto**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)–Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: IGEOG, 1973.
- _____. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, v. 5, n. 9, p. 61-79, 1990a.
- _____. **A análise rítmica em climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1971. (Série Climatologia, 1).
- _____. Clima e excepcionalismo (conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico). Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.
- _____. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

_____. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 13, n. 1, p. 3-46, jan-mar 1951.

_____. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil. **Geosul**, v. 5, n. 9, p. 7-19, 1990b.

_____. **O Estudo Geográfico do Clima**. Florianópolis: Imprensa Universitária, 1999.

_____. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro, v. 33, n. 61, p. 59-69, 1964.

_____. **Teoria e Clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181 p.

_____; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

MORAIS, L. B. de. **Banco de dados pluviométricos integrados por dados da plataforma TRMM e estações pluviométricas nos estados de Goiás e Distrito Federal**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente)-Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

_____; FERREIRA, N. C. Banco de dados pluviométricos integrados por dados do sensor TRMM e Estações Pluviométricas no Estado de Goiás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., João Pessoa, 2015. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p. 2063-2070.

MYERS, N. et al. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. **Nature**, n. 403, p. 853-858, 2002.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Tropical Rainfall Measuring Mission TRMM**. Senior Review Proposal. Greenbelt, MD, 2007

NASCIMENTO, D. T. F. et al. Levantamento do comportamento da temperatura e umidade relativa do ar: uma experiência didático-pedagógica no ensino da Climatologia Goiânia - GO /2005. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7., 2006, Rondonópolis. **Anais....** Rondonópolis, 2006.

_____.; BRITO, B. N. de. Análise da situação das estações meteorológicas em áreas urbanas, semi-urbanas e não urbanas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 6., 2015, Natal-RN, **Anais...** Natal: SBMET, 2015.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 12, n. 1, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Climate Data Records from Environmental Satellites**. Washington, DC: *The National Academies Press*, 2004. 136 p.

NESBITT, S. W.. ZIPSER, E. J.; CECIL, D. J. *A Census of Precipitation Features in the Tropics Using TRMM: Radar, Ice Scattering, and Lightning Observations*. **J. Climate**, v. 13, p. 4087-4106, 2000.

NÓBREGA, R. S.; SOUZA, E. P.; GALVÍNCIO, J. D. Análise da estimativa de precipitação do TRMM em uma sub-bacia da Amazônia ocidental. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 1, p. 6-20, 2008.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p.

_____. Um modelo metodológico da classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p. 59-89, 1979.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. A atuação do Observatório Nacional. Disponível em: <
<http://www.on.br/conteudo/modelo.php?endereco=institucional/historico/historico.html>
 >. Acessado em: 31 out 2013.

OGASHAWARA, I. Análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. **Revista Georagauia**, v. 2, n. 2, p. 57-72, 2012.

OLIVEIRA, I. J. de. A linguagem dos mapas: utilizando a cartografia para comunicar. **Revista Temporis** (ação), Cidade de Goiás (GO), v. 1, n. 8, p. 37-62, 2005.

_____; NASCIMENTO, D. T. F. Mapas da Climatologia: análise das bases teórico-metodológicas. **Revista da ANPEGE**, v. 7, p. 113-126, 2011.

PEREIRA, G.; SILVA, M. E. S.; MORAES, E. C.; CARDOZO, F. S. Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 139-149, 2013.

PETERSEN, W. A.; RUTLEDGE, S. A. *Regional Variability in Tropical Convection: Observations from TRMM*. **J. Climate**, v. 14, p. 3566–3586, 2001.

PETTY, G. W. *The status of satellite-based rainfall estimation over land*. **Remote Sens. Environ.** n. 51, p. 125-137, 1995.

PINKAYAN, S. *Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area*. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. 54 p.

PINTO, L. I. C.; COSTA, M. H.; LIMA, F. Z. de.; DINIZ, L. M. F.; SEDIYAMA, G. C.; PRUSKI, F. F. Comparação de produtos de precipitação para a América do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 4, p. 461-472, 2009.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de Episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 97 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)–Instituto Nacional de Meteorologia, São José dos Campos, SP, 1994.

_____. et al. Climatologia de precipitação e temperatura. **Climanálise** - edição especial de 10 anos. 1996. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/chuesp.html>>. Acessado em 14 mai 2012.

QUIRINO, D. T.; PAULA NETO, H. M.; OLIVEIRA, R. A. J. Avaliação das estimativas de precipitação do satélite TRMM (algoritmo 3B42 V7) sobre o estado de

Goiás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** 2013.

QUIROZ JIMÉNEZ, K. **Modelagem hidrológica com uso da estimativa de chuvas por sensoriamento remoto**. 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos)-Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2011.

RHEE, J.; IM, J.; CARBONE, G. J.; JENSEN, J. R. Delineatin of climate regions using in-situ and remotely-sensed data for the Carolinas. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 6, p. 3099-3111, 2008.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2008.

RIBEIRO, M. A.; FERREIRA, N. C. Análise exploratória da pluviometria obtida pela Missão TRMM no bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** 2013. p. 1-8.

ROCHA, A. M. G. C.; GANDU, A. W. A Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Climanálise**, São José dos Campos (SP), v. Esp., p. 140-142, 1996.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 4º ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 210 p.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1996.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; GONÇALVES, L. G. G. de.; VILA, D. D. *Combining TRMM and Surface Observation of Precipitation: technique and validation over South America*. **Weather and forecasting**, v. 25, p. 885-894, 2010.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2007.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima**. 2001. Tese de Livre-Docência. Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2001.

_____. **Ritmo Climático e a gênese das chuvas na Zona Costeira Paulista**. 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

_____.; NERY, J. N. Variabilidade e Mudanças Climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, C. R. de G. et al. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Cap. 2. p. 28-51.

SANTOS, A. H. dos; CARVALHO, L. G. de; YANAGI JUNIOR, T. Aplicação da lógica fuzzy na classificação do clima no estado de Minas Gerais com base na variação espacial da temperatura e precipitação pluvial.

SANTOS, N. B. F. dos. Distribuições espaciais e temporais de temperaturas de superfície no bioma Cerrado: uma análise integrada a partir de dados orbitais de resolução moderada. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SCHRODER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 15, n. 18, p. 193-250, 1956.

SERRA, A.; RATISBONN, L. **As massas de ar na América do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia, Ministério da Agricultura, 1942.

SETTE, D. M. O holorritmo e as interações trópico extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso. 2000. Tese (Doutorado em Geografia)-Departamento de Geografi, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SHEPHERD, J. M.; PIERCE, H.; NEGRI, A. J. *Rainfall Modification by Major Urban Areas: Observations from Spaceborne Rain Radar on the TRMM Satellite*. **J. Appl. Meteor.**, v. 41, p. 689–701, 2002.

SILVA, D. F.; ROCHA, J. V. Interpolação dos dados observados de precipitação pluvial e comparados com dados estimados pelo satélite TRMM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., Foz do Iguaçu, 2013. Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 4086-4092.

_____; FERREIRA, L. G. F.; OLIVEIRA, L. C. N. Uso de imagens do satélite TRMM para quantificação do regime de chuvas e nebulosidade no bioma Pantanal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 5., 2014, Campo Grande, MS, 2014. p. 680-689.

STEINKE, E. T. Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2004.

STRAHLER, A. N. **Physical Geography**. Nova York: John Wiley, 1951.

SU, F.; HONG, Y.; LETTENMAIER, D. P. *Evaluation of TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA) and its utility in hydrologic prediction in the La Plata basin*. **Journal of Hydrometeorology**, v. 9, p. 622-641, 2007.

TAVARES, A. C., Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica. **Geografia**, Rio Claro, v.1, n.1, p.79-87, 1976.

TEIXERA NETO, A. Haverá, também, uma semiologia gráfica? **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.4/5, n.1/2, 1984.

TIAN, Y.; PETERS-LIDARD, C. D.; CHOUDHURY, B. J.; GARCIA, M. *Multitemporal Analysis of TRMM-Based Satellite Precipitation Products for Land*

Data Assimilation Applications. Journal of Hydrometeorology, v. 8, n. 6, p. 1165-1183, 2007.

TRENBERTH, K. E.; MOORE, B.; KARL, T. R.; NOBRE, C. Monitoring and prediction of the Earth's Climate: a future perspective. **Journal of Climatology**, v. 19, n. 20, p. 5001-5008, 2006.

VIANNA, D. R.; FERREIRA, N. J.; CONFORTE, J. C. Avaliação das estimativas de precipitação 3B42 e 3B43 do satélite TRMM na região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA (CBMET), 16., 2010, Belém, PA. **Anais...** Belém: SBMET, 2013.

WOLFF, D. V.; FISHER, B. L. *Comparisons of Instantaneous TRMM Ground Validation and Satellite Rain-Rate Estimates at Different Spatial Scales. Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 47, n. 8, p. 2215-2237, 2008.

_____; MARKS, D. A.; AMITAI, E.; SILBERSTEIN, D. S.; FISCHER, B. L.; TOKAY, A.; WANG, J.; PIPPITT, J. L. *Ground Validation for the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, v. 22, p. 365-381, abril de 2005.

XAVIER, T. DE M. B. S.; SILVA, J. F.; REBELLO, E. R. **A Técnica dos Quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia, Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras.** Brasília: Ed. Thesaurus, 2002. 140p.

YANG, J. et al. *The role of satellite remote sensing in climate change studies. Nature Climate Change*, v. 3, p. 875-886, out. 2013.

ZAVATTINI, J. A. A Climatologia Geográfica Brasileira, o enfoque dinâmico e a noção de ritmo climático. **Geografia** (Rio Claro), Rio Claro, v. 23, n.3, p. 5-24, 1998.

_____. **A Dinâmica Atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul.** 1990. Tese (Doutorado em Geografia Física)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

_____. O Paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira. **Geografia** (Rio Claro), Rio Claro, v. 25, n.3, p. 25-43, 2000.

_____. BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa.** Campinas, SP: Editora Alínea, 2013. 150 p.

_____. O uso das cartas sinóticas nos estudos de climatologia geográfica. IN: SILVA, C. A. da; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica.** Dourados, MS: UFGD, 2014. Cap. 13, p. 243-270.