



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
– MESTRADO –**

**ANÁLISE ESTATÍSTICA E COMPARATIVA DE EVENTOS CHUVOSOS EM
ESCALA SUBDIÁRIA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BRASIL**

Por

Euler Noiman Gonçalves

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção
do grau de Mestre*

João Pessoa – Paraíba

Março de 2018



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
E AMBIENTAL
– MESTRADO –**

**ANÁLISE ESTATÍSTICA E COMPARATIVA DE EVENTOS CHUVOSOS EM
ESCALA SUBDIÁRIA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Euler Noiman Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Cristiano das Neves Almeida

João Pessoa – Paraíba

Março de 2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

G635a Gonçalves, Euler Noiman.

Análise estatística e comparativa de eventos chuvosos
em escala subdiária em bacias hidrográficas do Brasil /
Euler Noiman Gonçalves. - João Pessoa, 2018.
177 f. : il.

Orientação: Cristiano das Neves Almeida.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

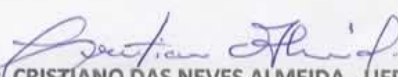
1. Engenharia civil. 2. Hietogramas - Bacias
hidrográficas. 3. Padrão de chuva. I. Almeida,
Cristiano das Neves. II. Título.

UFPB/BC

**"ANÁLISE ESTATÍSTICA E COMPARATIVA DE EVENTOS CHUVOSOS EM ESCALA
SUBDIÁRIA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BRASIL".**

EULER NOIMAN GONÇALVES
Dissertação aprovada em 19 de março de 2018

Período Letivo: 2018.1


Prof. Dr. CRISTIANO DAS NEVES ALMEIDA - UFPB
(Orientador)


Prof. Dr. GUSTAVO BARBOSA DE LIMA SILVA - UFPB
(Membro Interno)


Prof. Dr. JOSÉ CARLOS DE ARAÚJO - UFCG
(Membro Externo)

João Pessoa/PB
2018

Ao meus pais Edimar e Ana Lúcia, que sempre confiaram que eu conseguiria atingir os meus objetivos. E àquelas pessoas que fazem parte da minha vida.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Sempre tive a concepção que ninguém consegue atingir seus objetivos sem o apoio de pessoas para nos auxiliarmos, principalmente em um mestrado que apresenta uma dificuldade para ser concluído. Nesses dois anos, encontrei pessoas que contribuíram de várias maneiras distintas para que eu nunca desistisse do meu sonho. Por isto, aproveito esta página para prestar meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Cristiano das Neves Almeida, pela orientação deste estudo, por toda ajuda e dedicação à pesquisa, bem como, todo o conhecimento transmitido no laboratório e nas idas à campo. Com certeza parte deste estudo são esforços do ótimo profissional que eu tive oportunidade de conhecer.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, em especial aqueles da área de recursos hídricos e saneamento ambiental por transmitirem seus conhecimentos nas aulas que tive o prazer de me matricular.

Aos colegas e amigos do mestrado e doutorado do PPGECA, em especial aqueles que mais conviveram comigo durante as atividades do curso: Cindy, Romero, Samara e Victor.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos e apoio financeiro ao projeto BEER (Bacias Experimentais e Representativas do Semiárido), respectivamente.

Ao técnico Edilson, que esteve presente em todas as atividades de campo com muita disposição e alegria.

A todos os parceiros e pesquisadores pela disponibilidade dos dados em diversas regiões do país, sendo eles: João Batista Dias de Paiva; Nara Luísa; José Carlos de Araújo; Klebber Formiga; Carlos de Oliveira Galvão; Davi Diniz; Edson Wendland; Dênis Nascimento; Sávio Ferreira; Luiz Candido; sendo essenciais para esse trabalho, visto a tão grande dificuldade em obtenção dessas séries histórica de precipitação em escalas sub-horárias.

A meus pais Edimar e Ana Lúcia e aos meus irmãos Helder, Edimar Filho e Bruna que sempre confiaram e me ajudaram mesmo à distância.

À minha noiva Angélica Estok por sempre me amar e ter a calma necessária para que o nosso relacionamento sempre permanecesse forte.

A todos os amigos que também ajudaram de maneira indireta na realização deste trabalho.

RESUMO

O entendimento de padrões de chuvas com o foco no posicionamento dos picos ao longo do evento chuvoso é importante para subsidiar estudos hidrológicos e o planejamento de uso dos recursos hídricos. Nesta pesquisa foram utilizados dados subdiários de precipitação de nove estações localizadas ao longo do território brasileiro. A metodologia de classificação dos padrões (triangular esquerdo, triangular central, triangular direito, retangular bimodal e não caracterizado) foi baseada em estudos que sugerem a divisão do evento chuvoso em faixas. Após os padrões estabelecidos, foram analisadas estatisticamente as características dos padrões gerados a partir do critério do Mínimo Intervalo de Tempo (MIT) entre eventos, sendo usado para tanto os seguintes MIT's 15 e 30 minutos, 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas. Portanto, o objetivo desse estudo foi classificar e examinar os padrões dos hietogramas em bacias hidrográficas situadas no Brasil. Os resultados apontam que o tipo triangular esquerdo é o mais frequente, independentemente do mínimo intervalo entre eventos e independentemente da localidade. Entretanto, os resultados demonstram que o comportamento dos hietogramas altera com a mudança do Mínimo Intervalo de Tempo entre eventos, bem como, altera as propriedades de um evento chuvoso, existindo a necessidade de um aprofundamento em estudos na escolha dessa metodologia.

PALAVRAS-CHAVE: Padrão de chuva, Mínimo Intervalo de Tempo entre eventos, precipitação.

ABSTRACT

The understanding of rain patterns focusing on the position of the peak in the rainfall event is important to support hydrological studies and the planning of water resources use. In this research, subdaily rainfall data of nine gauges located throughout the Brazilian territory were used. The methodology for rainfall event classification into patterns (left skewed, triangular central, right skewed, rectangular, bimodal and not characterized) was based on studies that suggest the division of the rainfall event into bands. After the classification of rainfall events into patterns, the features of the patterns were statistically analyzed. The Minimum Time Intra-event (MIT) criterion was used to the selection the rainfall events. The following MIT's were used 15 and 30 minutes, 1, 2, 3, 6, 12 and 24 hours. Therefore, the aim of this study was to classify and to examine the patterns rainfall events in watersheds located in Brazil. The results indicate that the left skewed type is the most frequent, independently of the used MIT and independently of the gauge location. However, the results demonstrate that the behavior of the hietograms changes with the change of the MIT, as well as, changes the properties of a rainy event, and there is a need for further study in the choice of this methodology.

KEYWORDS: Rainfall pattern, Minimum Intraevent Time, precipitation

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA EM RESPOSTAS HIDROLÓGICAS	18
2.2	ESTUDOS SOBRE PRECIPITAÇÃO NO BRASIL	19
2.3	ESTUDOS SOBRE PRECIPITAÇÃO NO EXTERIOR	21
2.4	DEFINIÇÃO DO EVENTO CHUVOSO	22
2.5	FORMAS DOS HIETOGRAMAS	23
3	CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO	26
3.1	BACIA EXPERIMENTAL DO RIACHO GUARAÍRA – BERG (ESTADO: PARAÍBA)	28
3.2	BACIA EXPERIMENTAL DE SÃO JOÃO DO CARIRI (ESTADO: PARAÍBA)	28
3.3	BACIA EXPERIMENTAL DE AIUABA (ESTADO: CEARÁ)	29
3.4	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE GOIÂNIA (ESTADO: GOIÁS)	29
3.5	ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS (ESTADO: SÃO PAULO)	29
3.6	POSTO METEOROLÓGICO DA ESCOLA PRÁTICA DE AGRICULTURA DE PIRACICABA (ESTADO: SÃO PAULO)	30
3.7	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE GRANDE ESCALA DA BIOSFERA-ATMOSFERA-LBA (ESTADO: RONDÔNIA)	31
3.8	ESTAÇÃO PLUVIOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (ESTADO: RIO GRANDE DO SUL)	31
3.9	MICROBACIA DO IGARAPÉ ASÚ	32
4	MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1	DADOS DE PRECIPITAÇÃO	34
4.2	ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS	35
4.3	DEFINIÇÃO DO EVENTO CHUVOSO	36
4.4	CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DOS EVENTOS CHUVOSOS	37

4.4.1	<i>Definição do pico do evento chuvoso</i>	38
	Definição do Limiar de Classificação	39
4.4.2	<i>Tipos de Hietogramas</i>	40
4.5	ANÁLISE DOS DADOS	41
4.5.1	<i>Análise Descritiva</i>	41
4.5.2	<i>Análise de Agrupamento (Cluster Analysis)</i>	42
4.5.3	<i>Análise de Componentes Principais (ACP)</i>	44
4.5.4	<i>Análises Comparativas entre classes e os Hietogramas gerados</i>	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
5.1	ANÁLISE DESCRITIVA	47
	<i>Número médio de eventos</i>	58
5.2	CLASSIFICAÇÃO DOS HIETOGRAMAS	60
5.2.1	<i>Comparação entre divisão em cinco e dez faixas</i>	67
5.3	ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (<i>CLUSTER ANALYSIS</i>)	70
5.4	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	74
5.5	COMPARAÇÃO ENTRE OS HIETOGRAMAS COM AS CLASSES DE INTENSIDADE	
	DURAÇÃO E TOTAL PRECIPITADO.	81
5.5.1	<i>Comparação da Forma dos Hietogramas com as classes de intensidade de Tokay e Short (1996)</i>	82
5.5.2	<i>Análise da Forma dos Hietogramas x Classes de lâmina precipitada</i>	89
5.5.3	<i>Análise da Forma dos Hietogramas x Classes de duração</i>	96
5.5.4	<i>Análise da hora do pico de intensidade</i>	102
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	105
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
	APÊNDICE A	114
	APÊNDICE B	120
	APÊNDICE C	128
	APÊNDICE D	137
	APÊNDICE E	151
	APÊNDICE F	160
	APÊNDICE G	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição mensal da precipitação nas estações pluviométricas utilizadas no presente estudo.	27
Figura 2- Mapa de localização das estações pluviográficas utilizadas no estudo.	27
Figura 3 - Pluviômetro digital instalado na bacia experimental Riacho Guaraíra (BERG).35	
Figura 4 -Exemplo de separação de evento chuvoso.....	36
Figura 5 -Divisão em cinco faixas e percentual de precipitação em cada faixa.	38
Figura 6 - Limiar de classificação.	39
Figura 7 – Exemplos dos hietogramas estudados.....	41
Figura 8 -Método da Ligação Simples para Grupos Formados Através de Dissimilaridade. (Fonte: Adaptado de Azambuja, 2005).....	43
Figura 9–Gráficos Box-plot da lâmina precipitação, tempo seco, intensidade da precipitação, fração de intermitência e duração com MIT de 30 minutos.	48
Figura 10–Gráfico Box-plot da lâmina precipitação, tempo seco, intensidade da precipitação, fração de intermitência e duração com MIT de 24 horas.....	49
Figura 11 -Média do total precipitado dos eventos.	51
Figura 12 - Intensidades médias dos eventos chuvosos em função do MIT das bacias de estudo.....	53
Figura 13 - Média das durações dos eventos chuvosos em função do MIT das bacias de estudo.....	56
Figura 14 - Número médio de eventos chuvosos nas regiões do estudo.	59
Figura 15 - Classificação dos hietogramas da BERG para MIT de 30min e 24 horas.	61
Figura 16 -Classificação dos hietogramas da BESJC no MIT de 30min e 24 horas.....	61
Figura 17 - Classificação dos hietogramas da BEA no MIT de 30min e 24 horas.	61
Figura 18 - Classificação dos hietogramas da estação GO no MIT de 30min e 24 horas...	62
Figura 19 -Classificação dos hietogramas da EESC no MIT de 30min e 24 horas.....	62
Figura 20 -Classificação dos hietogramas da ESALQ no MIT de 30min e 24 horas.	62
Figura 21 -Classificação dos hietogramas da estação Rebio Jaru no MIT de 30min e 24 horas.	63
Figura 22 - Classificação dos hietogramas da estação UFSM no MIT de 30min e 24 horas.	63
Figura 23 -Classificação dos hietogramas da estação Asú no MIT de 30min e 24 horas. ..	63
Figura 24– Classes dos hietogramas em função do MIT.....	66
Figura 25 – Frequência de eventos, para faixas de 5 e 10, para classificação dos hietogramas.....	69
Figura 26–Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na BERG (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas)	70
Figura 27 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na BESJC (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	71
Figura 28 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na BEA (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	71
Figura 29 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas em GO (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	71

Figura 30 - Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na EESC (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	72
Figura 31 - Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na ESALQ (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	72
Figura 32 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na Rebio Jaru (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	72
Figura 33 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na UFSM (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	73
Figura 34 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na Asú (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).	73
Figura 35 - Análise de Componentes Principais com MIT de 30 min e 24 horas.	77
Figura 36 - Destaque dos hietogramas na análise das componentes principais com MIT de 30 min e 24 horas.	81
Figura 37 - Comparação entre a classificação das intensidades de acordo comTokay e Short (1996) em função do MIT.	83
Figura 38 - Comparação entre as classes de Tokay e Short (1996) com os hietogramas Triangular a Esquerda (TE) e Retangular (R).	88
Figura 39 – Comparação das classes de precipitação com o MIT.	91
Figura 40-Comparação entre as classes de volume com os hietogramas TE e R.	95
Figura 41-Comparação das classes de duração com o MIT.	97
Figura 42 - Comparação entre as classes de duração com os hietogramas TE e R.	101
Figura 43 - Análise da hora do pico em função do MIT.	103
Figura 44 - Análise descritiva com MIT de 15 minutos.	114
Figura 45 - Análise descritiva com MIT de 1 Hora.	115
Figura 46 - Análise descritiva com MIT de 2 Horas.	116
Figura 47 - Análise descritiva com MIT de 3 Horas.	117
Figura 48- Análise descritiva com MIT de 6 Horas.	118
Figura 49 - Análise descritiva com MIT de 12 Horas.	119
Figura 50 – Representação da classificação dos hietogramas na BERG.	120
Figura 51 - Representação da classificação dos hietogramas na BESJC.	121
Figura 52 - Representação da classificação dos hietogramas na BEA.	122
Figura 53 - Representação da classificação dos hietogramas em Goiânia.	123
Figura 54 - Representação da classificação dos hietogramas na EESC.	124
Figura 55 - Representação da classificação dos hietogramas na ESALQ.	125
Figura 56 - Representação da classificação dos hietogramas na Rebio Jaru.	126
Figura 57 - Representação da classificação dos hietogramas na UFSM.	126
Figura 58 - Representação da classificação dos hietogramas na Asú.	127
Figura 59 – Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na BERG.	128
Figura 60 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na BESJC.	129
Figura 61 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na BEA.	130
Figura 62 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas em Goiânia.	131

Figura 63 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na EESC.	132
Figura 64 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na ESALQ.	133
Figura 65 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na Rebio Jarú.	134
Figura 66 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na UFSM.	135
Figura 67 - Análise de agrupamento no MIT de 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na Asú.	136
Figura 68 – Análise das componentes principais na BERG.	139
Figura 69 - Análise das componentes principais na BESJC.	141
Figura 70 - Análise das componentes principais na BEA.	143
Figura 71 - Análise das componentes principais em Goiânia.	145
Figura 72- Análise das componentes principais na EESC.	147
Figura 73 - Análise das componentes principais na Rebio Jarú.	149
Figura 74 - Análise das componentes principais na UFSM.	151

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resumo das características dos locais estudados.	33
Tabela 2 -Exemplo de definição da médias das médias na BERG.....	39
Tabela 3 - Percentual limite para todas as regiões de estudo.	40
Tabela 4 -Classificação da chuva quanto à sua intensidade (Tokay e Short, 1996).....	45
Tabela 5 -Classificação da chuva quanto a seu volume total.	45
Tabela 6 -Classificação da chuva quanto à sua duração total.....	45
Tabela 7 -Média do total precipitado dos eventos chuvosos das bacias de estudo.	50
Tabela 8 - Intensidades médias dos eventos chuvosos das bacias de estudo.	52
Tabela 9 -Média das durações dos eventos chuvosos das bacias de estudo.	54
Tabela 10 - Resultado do Teste de Kruskal Wallis a nível de significância de 95%.	56
Tabela 11 - Número médio de eventos chuvosos nas regiões do estudo.....	58
Tabela 12 –Percentual médio da precipitação em cada faixa.	60
Tabela 13 - Componentes principais de todas localidades.	77
Tabela 12- Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na BERG.....	151
Tabela 13 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na BESJC.	152
Tabela 14 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na BEA.....	153
Tabela 15 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação em Goiânia.	154
Tabela 16 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na EESC.....	155
Tabela 17 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na ESALQ.....	156
Tabela 18 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na Rebio Jarú.	157
Tabela 19 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na UFSM.....	158
Tabela 20 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na Asú.	159
Tabela 21 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na BERG.	160
Tabela 22 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na BESJC.	161
Tabela 23 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na BEA.....	162
Tabela 24 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação em Goiânia.	163
Tabela 25 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na EESC.....	164
Tabela 26 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na ESALQ.....	165
Tabela 27 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na Rebio Jarú.	166
Tabela 28- Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na UFSM.....	167
Tabela 29- Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na Asú.	168
Tabela 30- Comparação entre faixa de duração e a classificação na BERG.	170
Tabela 31 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na BESJC.	171
Tabela 32 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na BEA.....	172
Tabela 33 - Comparação entre faixa de duração e a classificação em Goiânia.....	172
Tabela 34 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na EESC.....	173
Tabela 35 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na ESALQ.....	174
Tabela 36 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na Rebio Jarú.	175
Tabela 37 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na UFSM.....	176
Tabela 38 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na Asú.	177

1 INTRODUÇÃO

O entendimento da distribuição e variabilidade da chuva, tanto em escala temporal quanto em escala espacial, é importante para subsidiar estudos hidrológicos e o planejamento de uso dos recursos hídricos, principalmente no cenário de incertezas de estimativas de disponibilidade hídricas e nas previsões de eventos extremos. Dessa forma, definir e analisar as propriedades dos eventos chuvosos e sua variabilidade espaço-temporal é essencial para o desenvolvimento de uma correta interpretação dos diferentes tipos de precipitações e de seus impactos nos processos ambientais, em regiões geográficas das mais distintas naturezas (DUNKERLEY, 2008a). Portanto estudos nessa temática afere o compromisso com o desenvolvimento sustentável da região, proporcionando assim, crescimento social, político e econômico (EGLER, 2012).

Os estudos sobre padrão de distribuição temporal de chuvas são realizados com objetivo de caracterizar o padrão de chuva mais frequente. Segundo Araújo (2013) é importante verificar que chuvas de igual duração ou de alturas idênticas podem ter efeitos diversos, em função da sua intensidade, e da posição no evento chuvoso. Sendo assim, o potencial energético de um evento de chuva varia na medida em que a máxima intensidade se posiciona no decorrer do evento chuvoso.

Usualmente adota-se o hietograma triangular central como base para diversos ramos da hidrologia, sendo que a consideração incorreta do tipo de hietograma em análises de sensibilidade de variabilidade temporal pode induzir a erros de até 65% no valor calculado de vazão em um modelo hidrológico (VISCHER e LEBEL, 2007).

Por isso, a possível variação no tipo de padrão de chuva da região pode sugerir mudanças no planejamento de obras futuras de controle de erosão e nas estruturas hidráulicas nas diferentes regiões do país.

Diante do exposto, com o propósito de contribuir para o entendimento dos padrões de precipitação em diversos lugares do Brasil e no intuito de oferecer aos gestores e aos pesquisadores respostas e base para outros estudos sobre a mesma temática, foi proposta a criação de uma metodologia de classificação de hietogramas utilizando dados sub-horários, e sua aplicação em áreas com características climatológicas distintas verificando os padrões de classificação mais frequentes.

Objetivo Geral

- ✓ Classificar e analisar os hietogramas observados e suas formas em bacias hidrográficas situadas em diferentes regiões Brasil.

Objetivos Específicos

- ✓ Separar os eventos chuvosos utilizando o critério MIT (*Minimum Inter-event Time*), sendo utilizado MIT's de 15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas, 12 horas e 24 horas.
- ✓ Definir uma metodologia para classificação dos eventos chuvosos em formas distintas (retangular, triangular central, à direita, à esquerda, bimodal e não caracterizado).
- ✓ Verificar se existe relação entre os padrões das classificações dos hietogramas com a classificação do clima de Köppen, bem como com outras características locais de cada região estudada.
- ✓ Comparar as classificações dos hietogramas com outras informações contidas nas séries históricas (duração, volume total, intensidade, etc.).
- ✓ Analisar os horários de ocorrência dos picos de intensidade.

A dissertação encontra-se estruturada da seguinte maneira: No primeiro capítulo (Introdução) explana sobre a importância de estudos sobre a correta interpretação dos diferentes tipos de precipitações e seus impactos nos processos ambientais, bem como são especificados os objetivos deste estudo. No capítulo 2 (Referencial Teórico) apresenta estudos sobre as características da precipitação e suas diversas influências nas respostas hidrológicas, assim como uma revisão no Brasil e Internacionalmente sobre os assuntos principais encontrados com o tema “precipitação” e, por fim, uma abordagem sobre a dificuldade em se definir os eventos chuvosos em estudos ligados a eventos chuvosos. No capítulo 3 (Característica das áreas de estudo) apontou as principais características de cada região onde se localizam as bacias. No capítulo 4 (Material e Métodos) foi descrito todo o procedimento para a criação da metodologia de classificação dos hietogramas, e também especificados os testes de normalidade, a análise de cluster e a análise de componentes principais aplicados para que os objetivos fossem alcançados. O capítulo 5 (Resultados e Discussões) expõe os resultados e discussões a respeito da análise de precipitação, da

classificação dos hietogramas, dos testes de clusters, das componentes principais e de comparações entre os hietogramas com classes de intensidade, duração e total precipitado. O último capítulo (Conclusões e Recomendações) é composto por considerações acerca dos resultados encontrados e recomendações para futuros estudos. Por fim, foram listadas as referências utilizadas no estudo e os apêndices, que são compostos por gráficos e tabelas com os resultados de todas as análises realizadas, nos quais constam: a análise descritiva, a classificação, o *cluster*, as análises das componentes principais e das comparações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo está compartmentado em quatro partes, de acordo com os elementos que serão empregados na metodologia. Na primeira parte será realizada a abordagem sobre as características da precipitação e suas diversas influências nas respostas hidrológicas. Na sequência serão abordados estudos referentes a precipitação no Brasil, na busca de entender o que se mais vem sendo estudado. Na terceira parte o enfoque será em pesquisas internacionais principalmente no que tange a estudos de eventos extremos e estudos sobre as propriedades da precipitação. Por fim, na última parte do referencial, será abordada a dificuldade em se definir os eventos chuvosos em estudos sobre precipitação.

2.1 Características da precipitação e sua influência em respostas hidrológicas

Um dos principais componentes do ciclo hidrológico é a precipitação, sendo a variável climatológica mais importante do ciclo, e qualquer mudança em seu comportamento pode revelar pistas sobre as variações climáticas (BALIBEY e TÜRKYILMAZ, 2015). De acordo com Manoel Filho (2008) ela constitui a principal fonte das descargas dos rios e da recarga dos aquíferos, sendo essencial que toda precipitação que cai sobre uma bacia hidrográfica seja monitorada para criação de uma série de dados suficientemente robusta para realização de estudos que possam compreender os processos hidrológicos de uma região.

O conhecimento da intensidade da chuva e sua recorrência são de grande valia no dimensionamento técnico e econômico de obras de drenagem superficial, urbana e rural, da capacidade de vertedores de barragens e no controle de erosão do solo (ARAÚJO, 2013).

Quanto mais alto for a intensidade, menos tempo e capacidade os solos terão para que a água infiltre, favorecendo o aumento do escoamento na superfície e, consequentemente, o aumento das chances de ocorrência de erosão laminar, podendo evoluir para sulcos, ravinas e até voçorocas. A quantidade de chuva também é importante, porque uma chuva pode ser de intensidade relativamente baixa, porém pode durar um período muito longo, tornando os solos saturados e suscetíveis à erosão (ROSA et al., 2017).

Além da intensidade e da duração, uma característica da chuva relacionada com o processo de erosão hídrica do solo é o padrão hidrológico, que Horner & Jens (1942)

classificaram em três tipos, denominados avançado, intermediário e atrasado, respectivamente quando a localização do pico de maior intensidade está no início, meio ou fim da chuva.

De acordo com o padrão hidrológico, quando há idênticas condições de volume total, intensidade do pico e duração, as chuvas de padrão hidrológico atrasado são, do ponto de vista da erosão do solo, mais danosas, pois o pico de intensidade ocorre na última faixa do tempo de duração da chuva, quando o solo contém maior umidade (VALVASSORI e BACK, 2014).

Vale destacar que, em processos agrícolas que utilizam irrigação com vazão intermitente, segundo Bernardo et al. (2006), há maior eficiência devido ao favorecimento da infiltração, consubstanciando a necessidade de ser considerada a feição da chuva quando o objetivo for analisar a perda de água no solo. No estudo de Horst et al. (2007), no Uzbequistão, utilizando irrigação intermitente, encontrou-se economia de 44% de água e elevada eficiência. Portanto, a existência de picos de intensidades em fases distintas durante o evento chuvoso gera rebatimento no efeito da perda de água e solo.

Entretanto, vale ressaltar que analisar os eventos separadamente pode não representar as condições reais do solo, visto que a sequência de dois ou mais eventos chuvosos podem contribuir significativamente nos processos hidrológicos de uma bacia.

2.2 Estudos sobre precipitação no Brasil

A região mais chuvosa da América do Sul situa-se no noroeste do Brasil, que inclui grande parte da bacia Amazônica. Segundo Nery et al. (2005), grande parte do território brasileiro, exceto a região Nordeste, apresenta regime pluviométrico regular, sem grande variabilidade interanual em relação à média.

No entanto, apesar da regularidade do regime pluviométrico, os estudos atuais realizados no Brasil e no globo têm considerado as alterações climáticas ocasionadas por fatores antropogênicos que podem interferir no regime pluviométrico (ZWIERS 2013; FISCHER E KNUTTI 2016; STOTT 2016).

De acordo com Guimarães et al. (2016), as projeções climáticas sugerem um aumento da temperatura média, que ocasionará grandes mudanças nas precipitações médias anuais. A temperatura média diária e os eventos extremos aumentaram sua frequência e intensidade (KUNKEL et al. 2013; WESTRA et al., 2013).

O estudo de Silveira et al. (2016) na bacia do Rio São Francisco utilizando modelos globais do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5), modelos esses utilizados no quinto relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC-AR5) também sugere tendência positiva para a temperatura, entretanto o modelo apresenta uma divergência na precipitação, os mesmos projetam anomalias entre -20% e 20% em cada período de 30 anos para essa variável.

No estudo de Valério e Júnior (2015) na bacia do rio Paraguaçu no Estado da Bahia utilizando modelos climáticos, foi encontrada uma tendência à diminuição das chuvas e das vazões em curto e em longo prazo, mas o mesmo destaca que as projeções obtidas através de modelos climáticos globais possuem grandes incertezas associadas, principalmente para simulações de longo prazo.

Para que o monitoramento sobre mudanças climáticas ocorra, existe a necessidade de um banco de dado consistente e longo. Atualmente existem métodos computacionais que estimam a precipitação para suprir a falta, a baixa densidade de postos pluviométricos e as falhas decorrentes de problemas operacionais. Soares e Picilli (2016) avaliaram estimativas de chuva derivadas do produto 3B42 versão 7 do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) sobre o Estado da Paraíba, encontrando bons resultados em regiões com baixos índices pluviométricos, entretanto nas regiões com alto índice pluviométrico o método subestimou a precipitação.

Em regiões que apresentam altos índices pluviométricos do Brasil gera uma preocupação sobre a geração do escoamento superficial em uma bacia. Segundo Loewen e Pinheiro (2017) em uma bacia hidrográfica o escoamento superficial é responsável pela ocorrência de diversos problemas ambientais, como formação de ondas de cheias, erosão e transporte de sedimentos e de poluentes nas vertentes.

Ainda no estudo de Loewen e Pinheiro (2017), realizado em Santa Catarina com o objetivo de avaliar os mecanismos de geração de escoamento superficial da bacia do ribeirão Concórdia a partir da aplicação do modelo hidrológico TOPMODEL, os autores encontraram diferenças de escoamentos nas duas sub-bacias presente na bacia do ribeirão Concórdia, concluindo que em cada região existe a necessidade de que estudos sejam realizados para a identificação do escoamento predominante.

Existe também o foco em estudos sobre aproveitamento das águas da chuva, principalmente relacionado em situações específicas de regime pluviométrico. Sampaio e Alves (2017) objetivaram em seu estudo construir uma metodologia para dimensionamento de reservatórios de acumulação de águas da chuva e avaliar a viabilidade econômica de

implantação desses sistemas, concluindo que a viabilidade econômica é uma variável dependente da localidade.

Com o surgimento da tecnologia de aproveitamento de água das chuvas, surge também estudos direcionado na qualidade dessa água coletada. Hageman e Gastaldini (2016) avaliaram a qualidade dos parâmetros físicos e químicos da água coletada utilizando amostradores no Rio Grande do Sul, após análises concluíram que a água altera suas condições, recomendando um tratamento simplificado para que água possa ser utilizada para fins não potáveis.

2.3 Estudos sobre precipitação no exterior

A precipitação é uma variável muito estudada devido sua importância já citada e também pela preocupação com o gerenciamento da água. Considerando a revisão de estudos internacionais, foi dado um foco em eventos extremos e estudos sobre as propriedades dos eventos chuvosos.

A definição do conceito de eventos climáticos extremos é ampla, variada, não consensual e baseada em diferentes índices climáticos capazes de avaliar a frequência, duração e intensidade. De modo geral, um evento extremo pode ser concebido em função de sua baixa frequência, por sua intensidade excepcional ou pelos impactos e prejuízos sociais e econômicos às regiões atingidas (BENISTON e STEPHENSON, 2004).

De acordo com Knapp et al. (2015) as mudanças climáticas estão intensificando e deverá aumentar a frequência de eventos extremos em níveis úmidos e secos. Além da quantidade de precipitação, os anos extremos chuvosos e secos podem diferir de outras formas, como o número de eventos de precipitação, o tamanho do evento e o tempo entre os eventos. Há tendência de que os eventos de precipitação mais extremos (por exemplo, precipitação superior a 51 mm em 24 h) sejam mais comuns (LEHMANN et al., 2015; UMMENHOFER e MEEHL 2017).

Tais estudos, com eventos de precipitação extrema, podem ser usados como alertas pra áreas de risco de deslizamentos, como destacado no estudo de Iadanza et al. (2016) que desenvolveram uma metodologia para identificar o limiar de precipitação para tomadas de decisões na região sob perigo de deslizamentos nos Alpes, sendo verificado que este limiar pode variar de acordo com a estações do ano.

Entretanto, Santos et al. (2012) analisaram as tendências pluviiais extremas dos índices pluviométricos da ETCCDMI na América do Norte, utilizando as séries

pluviométricas precipitadas nos Estados Unidos, respectivamente nos estados de Utah e Idaho. As séries foram submetidas ao teste de Mann-Kendall para verificação das significâncias estatísticas. Os resultados, os autores perceberam nos dois estados, a existência de alta variabilidade espacial nos extremos pluviométricos e pouca significância estatística. Esses resultados impossibilitaram concluir se houve mudanças significativas da precipitação no último século.

2.4 Definição do Evento chuvoso

Na maioria dos casos, os estudos que ligam precipitação a processos hidrológicos e ecológicos tendem a dividir a precipitação em eventos (COUTINHO et al., 2014). O conceito de evento de precipitação tem sido usado por muitos anos (EAGLESON, 1970; BROWN et al., 1984). Geralmente, é fixado um período sem precipitação, responsável por determinar a independência de um evento em relação a outro, e eventos separados anteriormente ou posteriormente por esse período sem precipitação são considerados eventos independentes (FERREIRA, 2015).

Existe uma grande variedade relatada na literatura de períodos sem precipitação, variando de acordo com o contexto de cada estudo (LARSEN E TEVES, 2015). Entretanto, muitos trabalhos acadêmicos negligenciam algumas propriedades da precipitação, escolhendo um MIT (*MinimumInter-event Time*) aleatoriamente, fazendo que os eventos apresentem altos índices de intensidade, tornando os eventos chuvosos não representativos com a região de estudo (SHAMSUDIN et al., 2010).

Dito isso, definir e analisar as propriedades dos eventos chuvosos e sua variabilidade espaço-temporal é essencial para o desenvolvimento de uma correta interpretação dos diferentes tipos de precipitações e de seus impactos nos processos ambientais, em regiões geográficas das mais distintas naturezas (DUNKERLEY, 2008a).

A implicação da definição de evento chuvoso pelo MIT tem relação direta com as características de precipitação, tais como intensidade média, lâmina precipitada, duração e quantidade dos eventos chuvosos (DUNKERLEY, 2008b, NIGRELLI, 2005), ao passo que o MIT varia de 15 minutos até 24 horas, a intensidade média pode diminuir em 46% e o número de eventos chuvosos em 70% (DUNKERLEY, 2008b).

De acordo com Dunkerley (2010), em grande parte dos trabalhos realizados para determinação de eventos de precipitação, o valor do período de separação dos eventos

varia de 3 minutos a 24 horas, sendo que a seleção do MIT é altamente dependente da finalidade do estudo (CHIN et al., 2016).

Portanto, estudos para definição do critério de separação de eventos são extremamente importantes, sendo que cada região pode se caracterizar por um MIT diferente. Estudos realizados por Molina-Sanchis et al. (2016) e Medina-Cobo et al. (2016) encontraram MIT de uma hora na região semiárida da Espanha, concluindo que este valor seria o mais representativo para região. Entretanto, Chin et al. (2016) destaca que valores acima de 1 hora para a região da Malásia seriam melhor interpretado para as respostas hidrológicas da região. Dunkerley (2008a) também cita que valores de 6 a 8 horas são os mais amplamente adotados em estudos nessa temática.

Com o intuito de analisar os padrões espaços-temporais das precipitações, Haile et al. (2011) estudaram a variabilidade de cinco variáveis de precipitação por meio do cálculo de índices estatísticos, como os coeficientes de Pearson e de variação, alternando o critério de MIT de 30 min. até 8h. Tal avaliação possibilitou a constatação da relação direta do efeito da altitude na distribuição espacial da lâmina precipitada, da duração do evento e da intensidade, além da verificação de relação inversamente da altitude com o número de eventos registrados.

O uso dos MIT's também se aplica na avaliação de eventos extremos, como por exemplo, nos estudos de Menabde e Sivapalan (2000), Kottegoda (2014) e Hao e Singh (2013) que concluíram que a forma de distribuição de valores máximos da frequência da precipitação anual se altera com diferentes durações de tempo, mas pode se alterar também de acordo com zonas climáticas.

2.5 Formas dos Hietogramas

A classificação de hietogramas (retangular, triangular central, trinagular esquerdo, triangular direito, bimodal) permite a análise das características dos eventos chuvosos e a comparação dos regimes de precipitação em subclimas e biomas distintos (COUTINHO et al., 2014; BARBOSA et al., 2011).

Cada classe de hietograma gera respostas distintas nos processos de infiltração e escoamento superficial, como verificado nas simulações de precipitações com intensidades variáveis e perfis de eventos distintos (evento uniforme, evento com pico tardio e evento com pico rápido). As simulações de eventos chuvosos com intensidades variáveis e perfis

de eventos distintos têm mostrado a influência da forma dos hietogramas nos valores de volume médio e pico máximo de escoamento superficial (DUNKERLEY, 2012).

Eltz et al. (2001) ressaltam que a maioria dos estudos com chuvas simuladas utiliza um único padrão de chuva, o padrão constante, o que não é coerente em regiões tropicais onde as perdas de solo são mais relacionadas às chuvas de alta intensidade e curta duração. O conhecimento das características físicas das chuvas com relação aos padrões de precipitação permite realizar com maior precisão estudos com chuva simulada, por utilizar condições mais próximas às condições reais, ou seja, dos eventos naturais (Evangelista et al., 2005). Enquanto isso, os eventos não caracterizados (sem forma definida) têm exibido as maiores durações, picos máximos e intensidades médias, além de serem os que proporcionalmente mais contribuíram para as lâminas mensais precipitadas (COUTINHO et al. 2014).

No estudo realizado por Back (2011) com objetivo de avaliar o padrão de distribuição das chuvas em Urussanga (Santa Catarina), o autor se baseou na metodologia proposta por Huff (1997) e classificou os eventos em quatro tipos de acordo com o quartil que apresentasse a maior faixa de precipitação existente. Nesse estudo os eventos do tipo I (aqueles pertencentes ao primeiro quartil) foram os que mais ocorreram na região seguidos pelo tipo II. Também foi encontrado que, no verão, os eventos chuvosos com duração inferiores a 12h são os mais frequentes, sendo que o restante do ano a característica predominante é de eventos com 18 horas de duração.

Machado et al. (2008) também obtiveram resultados semelhantes aos de Back (2011). Os autores analisaram as características físicas das precipitações na região de Ribeirão das Lajes, no Rio de Janeiro, separando os eventos em três classificações, (avançado, intermediário e atrasado) e encontraram que o tipo de chuva mais frequente na região seria do tipo avançado, principalmente no período chuvoso. A classificação utilizada pelo autor é semelhante ao tipo triangular à direita (atrasado), triangular central (intermediário) e à esquerda (avançado).

No estudo de Jia et al. (2009), através de simulações de chuva, os autores concluíram que o padrão de chuvas é um fator essencial que afeta o processo de infiltração em coberturas finais com barro em aterros sanitários. Os autores dividiram os eventos em seis padrões representativos: A1 e A2 com picos do início do evento; C com o pico do tipo central; D1 e D2 com picos no fim do evento e U evento uniforme. Os resultados mostraram que, independentemente do total precipitado, o padrão do evento chuvoso

interfere diretamente na infiltração, sendo que o do tipo A1 tende a apresentar uma infiltração acumulativa maior.

Neste sentido, é evidente que a existência de picos de intensidade em fases distintas durante um evento chuvoso tende a ser um fenômeno que influencia diversos parâmetros, principalmente no que tange à perda de água e solo, reforçando o argumento de que é essencial se entender o padrão de chuva de cada região.

3 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido com dados de nove estações pluviográficas no território brasileiro, sendo elas: Bacia Experimental de São João do Cariri-PB (BESJC); Bacia Experimental de Aiuaba-CE (BEA); Estação Meteorológica de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera-RO (LBA/Rondônia); Estação de São Carlos-SP (EESC); Estação na Microbacia do Igarapé Asú (Asú/Amazonas); Estação meteorológica de Goiânia (GO); Posto Meteorológico da Escola Prática de Agricultura de Piracicaba (ESALQ); Estação de Santa Maria (UFSM) e na Bacia Experimental do Riacho Guaraíra-PB (BERG).

Para melhor observação do comportamento da precipitação durante o ano a Figura 1 ilustra o comportamento médio mensal da precipitação evidenciando os períodos chuvosos e secos. Foram utilizadas séries históricas longas disponibilizadas pelo manual do INMET 2015 para que fosse possível essa análise visual.

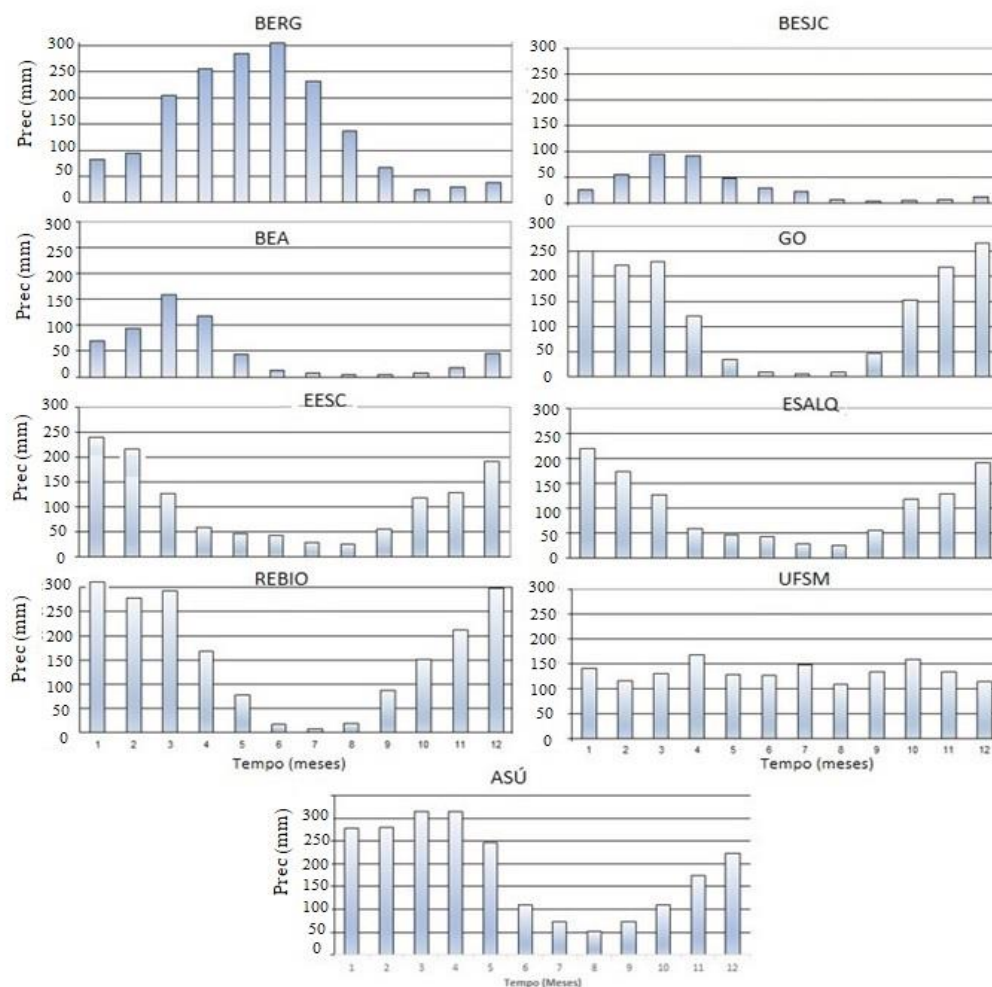


Figura 1 - Distribuição mensal da precipitação nas estações pluviométricas utilizadas no presente estudo.

A estação localizada em Santa Maria no Rio Grande do Sul não apresenta período chuvoso e seco bem definido, mantendo-se com precipitação relativamente homogênea ao longo do ano, diferenciando-se das demais, que apresentam períodos bem distribuídos (Fig 1).

O estudo também abrange regiões com precipitações médias distintas. Por exemplo, na estação do BESJC a média mensal da precipitação não ultrapassa 100 mm no período chuvoso (março/abril), e na estação do BEA a média do mês que obtém a máxima precipitação é em torno de 150 mm. Além das diferenças dos períodos chuvosos e do total precipitado, as estações apresentam características climatológicas distintas e estão inseridas em diferentes biomas, como mostrado na Figura 2. Além disso, conta-se o passo de tempo em que a precipitação era registrada e também a quantidade de anos utilizados no estudo.

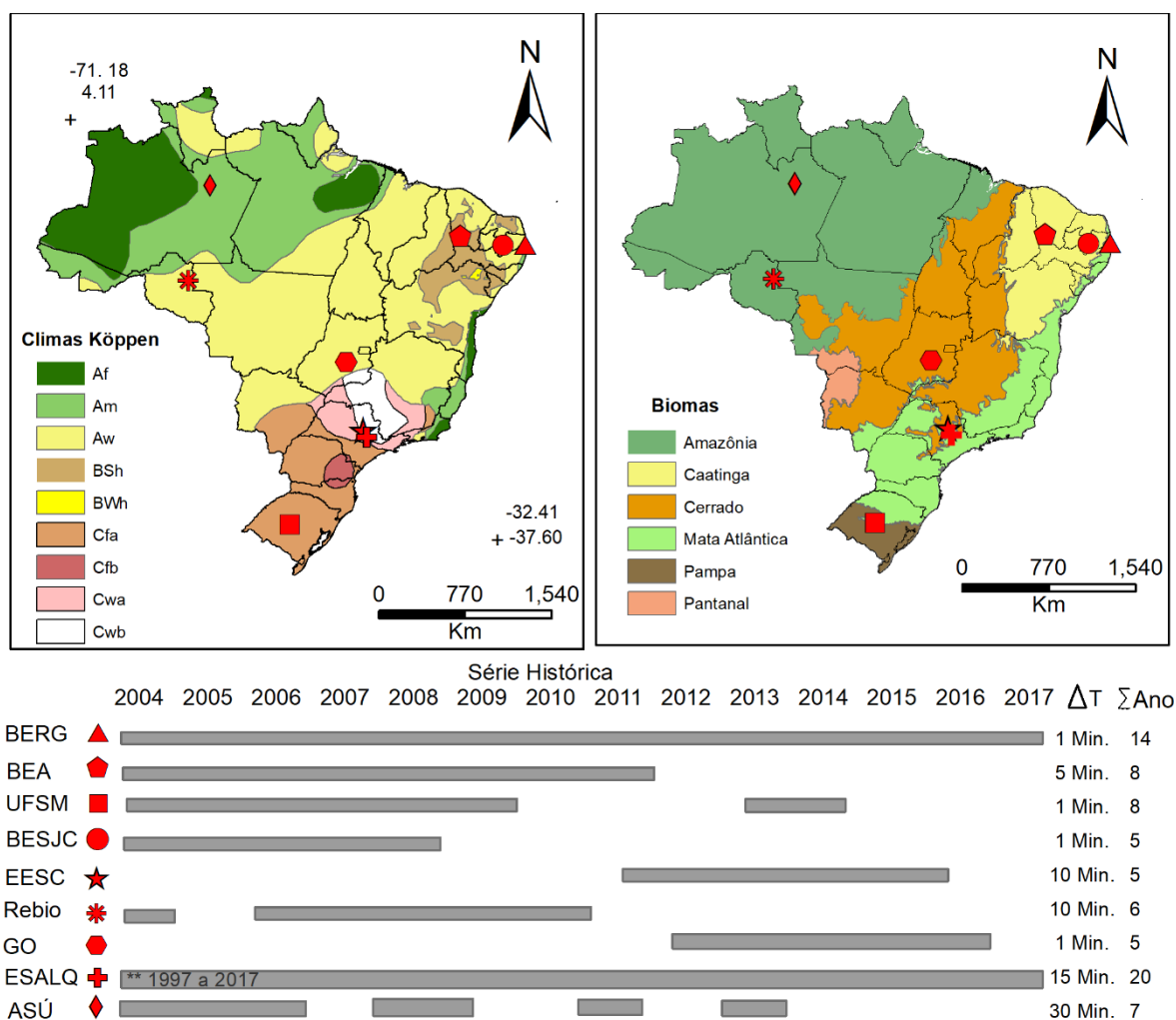


Figura 2- Mapa de localização das estações pluviográficas utilizadas no estudo.

Nota: Af é o clima equatorial; Am é o clima de monção; Aw é o clima tropical de savana; BSh é o clima semi-árido; BWh é o clima desértico; Cfa é o clima oceânico, Cfb é o clima marítimo, Cwa é o clima subtropical úmido e Cwb é o clima temperado úmido inverno seco.

3.1 Bacia experimental do riacho Guaraíra – BERG (Estado: Paraíba)

A bacia experimental do Riacho Guaraíra, localizada na bacia hidrográfica do rio Gramame, possui área de drenagem de 5,84 km² e situa-se no município de Pedras de Fogo entre as coordenadas UTM Norte 9.190,80 km e 9.195,25 km, e Leste 274,50 km e 277,00 km (*Datum* SAD 69), distante 40 km de João Pessoa. Do ponto de vista climatológico, observa-se que o período chuvoso ocorre em cinco meses, (Março a Julho), onde se concentra cerca de 70% do total anual da precipitação, e apresenta uma média anual de aproximadamente 1.600 mm.

A classificação climática para a região de acordo com Köppen indica um clima tropical de savana do tipo “Aw”, quente e úmido, contendo uma breve estação seca com chuvas intensas durante o restante do ano e seu bioma é a Mata Atlântica. Sua temperatura apresenta-se elevada durante o ano todo, com uma média de 26°C. A bacia experimental é monitorada através dos esforços do Professor Cristiano das Neves Almeida e de sua equipe formada por alunos de graduação, mestrado e doutorado.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 14 anos, para o período compreendido entre 2004 e 2017.

3.2 Bacia experimental de São João do Cariri (Estado: Paraíba)

A bacia experimental de São João do Cariri, também localizada no estado da Paraíba, abrange as áreas drenadas pelo alto curso do rio Paraíba e pelo rio Taperoá. A bacia hidrográfica, assim definida, confunde-se praticamente com o domínio semiárido do Cariri, que apresenta baixíssimos índices pluviométricos, apresentando uma média de 503 mm/ano, sendo que o período com maior índice pluviométrico é de Janeiro a Março.

O bioma é a Caatinga, decorrente do tipo climático que envolve a região, BSh – semiárido quente com chuvas de verão, segundo Köppen podendo apresentar 9 a 11 meses secos (subdesértico). A bacia é monitorada através dos esforços do Professor Carlos Oliveira Galvão, no qual foi disponibilizado os dados da região.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 5 anos, para o período compreendido entre 2004 e 2008.

3.3 Bacia experimental de Aiuaba (Estado: Ceará)

A bacia experimental de Aiuaba está localizada no sudoeste do Estado do Ceará, na região do Sertão dos Inhamuns. Possui uma área de aproximadamente 11,50 km², destacando por ser a maior Unidade de Conservação Federal do bioma caatinga. Em ponto de vista hidrológico a região do semiárido cearense apresenta precipitação média de 650 mm/ano, com período chuvoso nos meses de janeiro a abril. A região apresenta altas temperaturas ao longo de todo ano, proporcionando em certos períodos um balanço hídrico negativo com a atmosfera. A bacia é monitorada através dos esforços do Professor José Carlos Araújo, no qual foi disponibilizado os dados da região.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 8 anos, para o período compreendido entre 2004 e 2011.

3.4 Estação metereológica de Goiânia (Estado: Goiás)

Os dados de Goiânia foram selecionados da rede de monitoramento das bacias hidrográficas dos córregos Botafogo e Cascável, que integram a bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns. A rede de monitoramento conta com 19 pluviográficos do tipo cuba basculante.

Nesse estudo foi utilizado o ponto localizado no Colégio Ateneu Salesiano Dom Bosco, Setor Oeste de Goiânia, que apresentou o menor número de falhas em relação as demais estações localizadas na rede de monitoramento de Goiânia. A região pertence ao clima cerrado e, de acordo com a classificação de Koppen, tem clima Tropical de savana com verão quente e úmido e invernos seco. A precipitação média da região é de aproximadamente 1200 mm/ano. A estação é monitorada através dos esforços do Professor Klebber Formiga e de sua equipe, no qual foi disponibilizado os dados da região

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 5 anos, para o período compreendido entre 2012 e 2016.

3.5 Escola de Engenharia de São Carlos (Estado: São Paulo)

Os dados de precipitação da bacia monitorada pela Escola de Engenharia de São Carlos foram obtidos na Estação Climatológica do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia

Aplicada da USP (CRHEA-USP), cujas coordenadas geográficas são 22° 10'13,7" S e 47° 53'55" W. O centro está localizado na cidade de Itirapina. Os dados mostram que a região apresentou temperatura média anual, entre 1970 e 2013, de 20,5 °C, e precipitação média anual de 1500 mm (MELO *et al.*, 2015). De acordo com a classificação de Köppen, esta bacia tem clima subtropical úmido com verões chuvosos (dezembro a fevereiro) e invernos secos (Cwa), sendo seu bioma o Cerrado. Os dados da Escola de engenharia de São Carlos foram disponibilizados por Davi Diniz e pelo professor Edson Wendland para utilização desse estudo.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 5 anos, para o período compreendido entre 2011 e 2015.

3.6 Posto Meteorológico da Escola Prática de Agricultura de Piracicaba (Estado: São Paulo)

O posto Meteorológico da Escola Prática de Agricultura de Piracicaba (ESALQ) está localizado nas dependências do Laboratório de Engenharia Biomédica (LEB) do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ - USP na cidade de Piracicaba – estado de São Paulo.

O posto é constituído de uma Estação Convencional e uma Estação Automática, que realiza observações meteorológicas a cada 15 minutos. O Observatório Meteorológico da Escola Prática de Agricultura de Piracicaba iniciou seu funcionamento no dia 1º de junho de 1902. A estação automática entrou em operação em 1997 e registra regularmente dados de Precipitação, Temperatura, Umidade do ar, Radiação Solar, Saldo de Radiação, Evapotranspiração, Velocidade e Direção do Vento.

O clima de Piracicaba, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cwa: subtropical úmido, com chuvas de verão e seca no inverno, sendo os meses de junho, julho e agosto mais secos, apresentando uma média anual de aproximadamente 1250 mm. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio não é inferior a 16°C (GHIBERTO; MORAES, 2011). Já seu bioma é a Mata atlântica.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 21 anos, para o período compreendido entre 1997 a 2017.

3.7 Estação Meteorológica de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera-LBA (Estado: Rondônia)

O Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera (LBA) mantém torres de monitoramento de variáveis meteorológicas em alguns pontos da bacia hidrográfica do rio Ji-Paraná. Sendo que essa bacia apresenta rios e riachos importantes para o estado, como o rio Machado entre outros.

Uma das torres do programa LBA está localizado dentro de uma unidade de conservação federal de proteção integral do bioma Amazônico, sobre a responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) denominada Reserva Biológica do Jaru ou conhecida como Rebio Jaru. A área total é de aproximadamente 353.000 ha e está classificada, de acordo com Culf et al. (1997), como Floresta *Ombrofila Aberta*.

O monitoramento pelo programa LBA vem ocorrendo desde 1999, sendo que a área é caracterizada por altos índices pluviométricos chegando a ter uma média anual entre 1400 a 2600 mm/ano, com os meses de junho a setembro correspondendo ao período de menor precipitação. O clima é definido por Köppen como tropical de savana apresentando temperaturas médias anuais que variam entre 24 °C e 26 °C, podendo atingir temperaturas máximas de 33 °C e mínimas de 10 °C (ANDRADE, 2014), e seu bioma é o Amazônico. A estação é monitorada através de esforço da equipe do LBA juntamente da Professora da Universidade de Rondônia Nara Luísa.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 6 anos, para o ano de 2004 e o período compreendido entre 2006 e 2010.

3.8 Estação pluviográfica da Universidade Federal de Santa Maria (Estado: Rio Grande do Sul)

Os dados de Santa Maria são de uma parcela da bacia experimental com característica do Bioma de Mata Atlântica, em uma sub-bacia do Rio Vacacaí Mirim. Segundo Sari et al. (2015) a sub-bacia abrange uma área aproximada de 4,5 km², com vegetação predominante do tipo mata nativa, além de áreas de campo nativo, pastagens, agricultura e plantios de eucalipto (*Eucalyptus sp.*).

De acordo com o sistema de classificação Köppen, o clima é do tipo oceânico (Cfa); caracterizado pela ocorrência de precipitações durante todos os meses do ano, sem grande

diferença quantitativa entre o mês mais chuvoso e o mês mais seco (FELTRIN et al., 2011).

A precipitação média anual varia de 1.700 a 1.800 mm, com uma frequência de 113 dias de chuva no ano. A temperatura média anual é de aproximadamente de 19°C, sendo a média das temperaturas máximas de 31,5°C no mês Janeiro e 9°C em Julho. A estação pluviográfica é monitorada com esforço do Professor João Batista Dias de Paiva no qual disponibilizou os dados para esse estudo.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 8 anos, para os períodos compreendido entre 2004 e 2009 e 2013 a 2014.

3.9 Microbacia do Igarapé Asú

A microbacia do Igarapé Asú, abrange uma área aproximada de 6,6 km² e faz parte da bacia hidrográfica do Rio Cuieiras, afluente do Rio Negro (MONTEIRO *et al.*, 2013). Está situada na Reserva Biológica do Cuieiras – INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), e sua localização está distante cerca de 84 km a noroeste de Manaus. A microbacia possui cinco pluviógrafos instalados calibrado com precisão de 0,1 mm, sendo utilizado nesse estudo o ponto denominado pelo INPA de “Torre 1” (W60°10’51,78” S2°37’45,42”), a escolha foi realizada, pois esse ponto apresentava maior quantidade de anos sem falhas.

O clima da região é do tipo “Am” (Clima Tropical) segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 26°C (mínima 19°C e máxima 39°C), com estação chuvosa de dezembro a maio e a estação seca de junho a novembro (MARENGO *et al.*, 2008). Ainda segundo Marengo et al. (2008) a região no sudoeste da Amazônia apresenta altos valores de precipitação, com valores médios anuais de aproximadamente 2265 mm. Os dados da microbacia do Asú foi disponibilizado pela equipe composta por Dênis Nascimento; Sávio Ferreira; Luiz Candido.

Nessa bacia experimental foram utilizados dados de 7 anos, para o período compreendido entre 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2011 e 2013.

Por fim, a Tabela 1 apresenta resumo das características dos locais estudados.

Tabela 1- Resumo das características dos locais estudados.

Local	Prec. Média (mm)	Passo de tempo (min)	Clima	Qtd. De dados (anos)	Bioma
BERG	1600	1	Tropical de savana	14	Mata Atlântica
BESJC	503	10	Semiárido	5	Caatinga
BEA	850	5	Semiárido	8	Caatinga
GO	1200	1	Tropical de savana	5	Cerrado
EESC	1500	10	Subtropical úmido	5	Cerrado
ESALQ	1250	15	Subtropical úmido	20	Mata Atlântica
Rebio	1400 a 2600	10	Tropical de savana	6	Amazônia
UFSC	1700	1	Oceânico	8	Mata Atlântica
Asú	2265	30	Tropical de monções	7	Amazônia

4 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção, descreve-se a metodologia de classificação automática dos eventos chuvosos, base para esse estudo. Serão apresentados também os materiais e procedimentos empregados na coleta dos dados, bem como, as referências que embasaram o estudo.

4.1 Dados de precipitação

A composição do banco de dados de oito das nove estações utilizadas nesse estudo partiu de parcerias com professores e instituições de outros estados, que disponibilizaram suas planilhas de dados de precipitação, essa composição de várias estações teve como objetivo atingir uma abrangência nacional que permita uma análise das características da precipitação para diferentes climas.

Já os dados da bacia experimental do Riacho Guaraíra no estado da Paraíba foram obtidos em coletas realizadas nos postos de monitoramento instalados na bacia experimental do riacho Guaraíra. Os postos estão equipados com pluviógrafos digitais modelo TB4-L da Campbell Scientific, Inc., com báscula de 0,254 mm de precisão, e os registros são captados com o mecanismo *tipping bucket*.

Nesses pluviográficos (Figura 3) as informações são armazenadas em um Datalogger, que registra as informações das precipitações instantâneas e acumuladas a cada 6 horas, dados horários da constante dielétrica, além de informações auxiliares (dia Juliano, hora, minuto e voltagem da bateria).

Os arquivos são coletados mensalmente por meio de software, em seguida, analisados por meio de uma planilha desenvolvida no software Microsoft Excel, programada com sub-rotinas na linguagem Visual Basic for Applications, a fim de facilitar a supervisão visual das informações que estão sujeitas a falhas.



Figura 3 - Pluviômetro digital instalado na bacia experimental Riacho Guaraíra (BERG).

4.2 Análise preliminar dos dados

Ao se trabalhar com séries longas de dados sub-horários existem algumas precauções e preocupações com os valores apresentados. A seguir estão descritos quatro pontos principais observados na análise e no tratamento dos dados:

1. Não foi necessária a aplicação da técnica de preenchimento de falhas para os dados utilizados nesse estudo, visto que, todos os anos que apresentavam mais de 30 dias com falhas foram descartados;
2. Locais que não possuíam pelo menos cinco anos de dados foram excluídos;
3. Foi observado se, na série histórica de cada local, ocorriam anos chuvosos e secos, para que a análise não fosse tendenciosa em uma característica;
4. Compararam-se os dados recebidos com as séries históricas disponibilizadas no Instituto Nacional de Meteorologia para verificação se os dados apresentavam comportamentos similares, em nível mensal e anual.

4.3 Definição do Evento Chuvoso

Em uma planilha eletrônica, programada com sub-rotinas na linguagem Visual Basic® for Applications, os eventos de precipitação foram separados utilizando dois critérios (MIT e lâmina mínima precipitada). Foi proposta a utilização de oito MIT's distintos (15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas, 12 horas e 24 horas) com um valor de lâmina mínima precipitada acumulada de 2,0 mm, que segundo Garcia (2011), pode variar de 2 a 12 mm conforme precisão do equipamento.

A Figura 4 apresenta um exemplo de classificação utilizando um intervalo mínimo entre eventos (MIT) de 12 horas, e ilustra em verde dois eventos separado por 12 horas sem precipitação e em vermelho as parcelas que apresentam precipitação abaixo de 2 mm que posteriormente são descartadas.

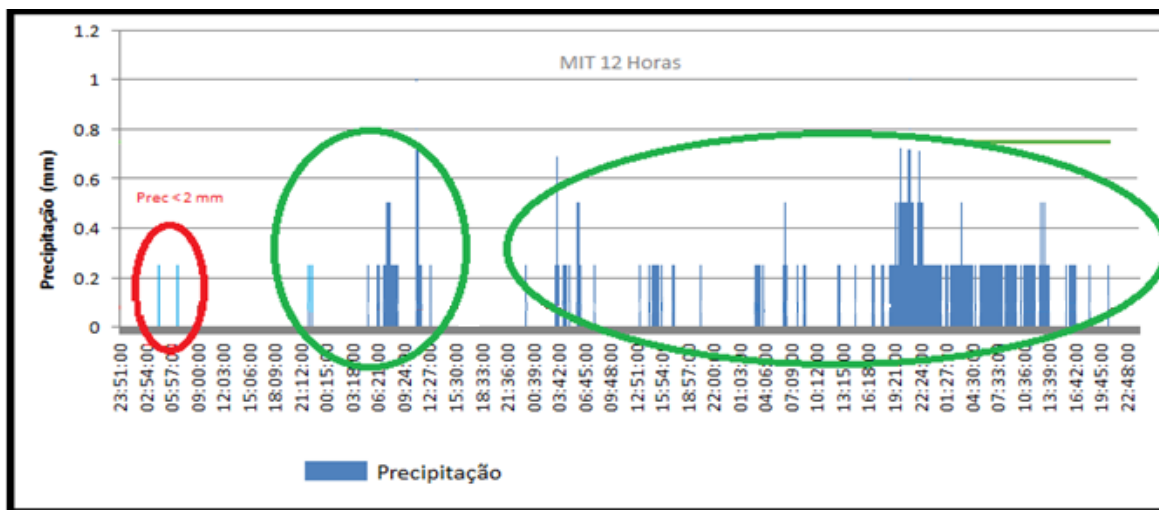


Figura 4 -Exemplo de separação de evento chuvoso.

Nota: Círculo vermelho é a parcela descartada por apresentar precipitação abaixo de 2 mm;

Círculo verde demonstram dois eventos separados por um período sem chuva.

Portanto a Tabela 2 relata a quantidade de eventos por local nos oito MITs aplicados no estudo.

Tabela 2 – Número total de eventos para cada MIT em todos os locais.

Locais	MIT							24 horas
	15 min	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	6 horas	12 horas	
BERG	2114	2019	1855	1626	1471	1242	1006	684
BESJC	204	207	206	200	194	190	169	140
BEA	463	442	409	390	371	352	311	240
GO	492	466	437	404	393	366	306	208
EESC	635	594	530	489	462	398	353	250
ESALQ	2913	2044	1870	1720	1604	1434	1162	900
Rebio	830	784	740	707	676	616	525	342
UFSM	1027	969	920	866	792	542	373	245
Asú	-	1253	910	880	849	784	582	334

4.4 Classificação automática dos eventos chuvosos

A metodologia de classificação automática de eventos chuvosos desse estudo foi baseada nas formulações mais utilizadas para discretização temporal de chuvas sugerida no estudo de Huff (1997).

Os eventos chuvosos eram divididos em quartis e analisados separadamente cada quartis. Ele observou que a maior parte dos picos de chuva ocorria em uma pequena parte da duração total da precipitação, independentemente da duração da tempestade e da área média de precipitação. Dessa maneira, ele classificou as tempestades em quatro grupos, dependendo se o pico de chuva ocorreu no primeiro, segundo, terceiro ou quarto quartil do período total de chuva.

Sendo assim, nesse estudo foi proposta a utilização de quintis e decis para que pudesse ser analisados as diferenças significativas de um evento chuvoso dividido em menor ou maior partes.

Essa divisão (Figura 5) foi realizada em planilhas eletrônicas. Nessas sub-rotinas foram contabilizadas as características dos eventos chuvosos que seriam úteis para as análises, sendo elas: duração, intensidade, fração de intermitência, tempo seco, volume, hora inicial e dia Juliano. Durante a divisão em faixas, a programação também calculava a

precipitação acumulada de cada faixa e a fração de precipitação acumulada em relação ao total precipitado, como ilustrado na Figura 5.

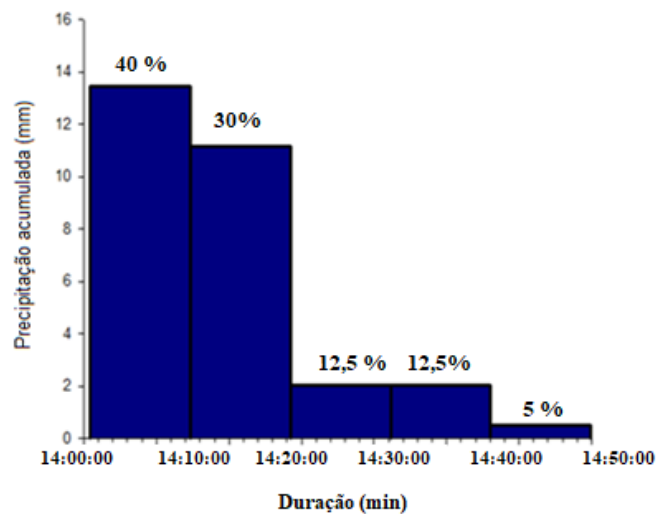


Figura 5 -Divisão em cinco faixas e percentual de precipitação em cada faixa.

4.4.1 Definição do pico do evento chuvoso

As seis classes de hietogramas (Triangular esquerdo, Triangular central, Triangular direito, Bimodal, retangular, e não caracterizado) basicamente se diferem uma da outra na presença ou ausência de picos de intensidade de chuva, bem como na sua localização no evento chuvoso.

Portanto, é necessária a definição de um limiar de classificação para verificar se cada faixa é um pico ou não. Assim, se uma faixa de um evento chuvoso apresenta um percentual precipitado acumulado acima do percentual do limiar de classificação, a faixa é classificada como pico, caso contrário se classifica como ausência de pico de intensidade.

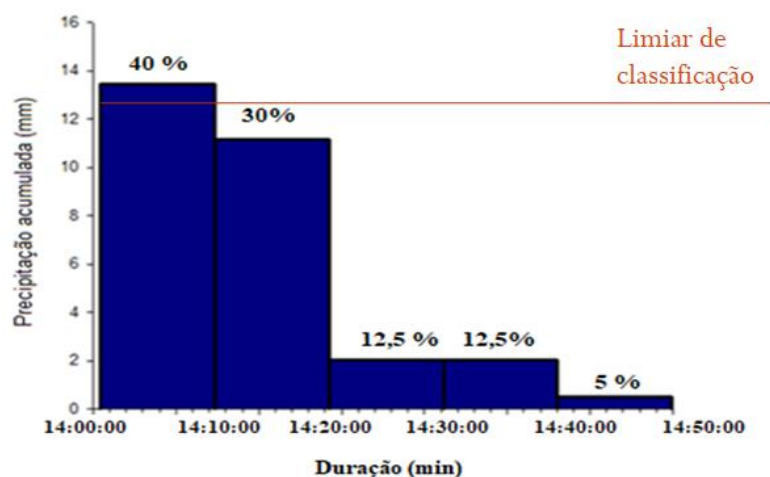


Figura 6 - Limiar de classificação.

No exemplo da Figura 6, pode-se perceber que a primeira faixa é considerada como pico de intensidade, conseqüentemente classificada em triangular esquerda (TE)

Definição do Limiar de Classificação

Para estabelecer o limiar de classificação, inicialmente foi calculada a média percentual de intensidade presente em cada faixa para todos os eventos chuvosos, sucedendo esse procedimento para todos os MIT's (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Foi possível observar que, em todas as séries históricas, o percentual de precipitação da primeira faixa sempre apresentou a maior média.

Tabela 3 -Exemplo de definição da médias das médias na BERG.

MIT	Porcentagem média da precipitação em cada faixa (%)					Total de eventos
	1	2	3	4	5	
15 minutos	28,80	22,90	19,71	15,76	12,83	2114
30 minutos	30,97	21,32	18,19	15,51	14,01	2019
1 hora	32,55	19,38	15,92	15,29	16,86	1855
2 horas	32,74	17,53	15,70	15,08	18,96	1626
3 horas	32,29	16,59	16,37	15,06	19,70	1471
6 horas	32,31	16,62	15,56	15,03	20,48	1242
12 horas	34,18	15,87	14,48	13,95	21,51	1006
24 horas	32,94	15,85	15,68	13,41	22,12	684
Média das médias	32,10	18,26	16,45	14,89	18,31	

Por último foi calculada a média das médias ou a média amostral da primeira faixa para os oito MIT's, no exemplo da Tabela 3 o valor da média das médias encontrado na

primeira faixa foi de 32,10. A partir da análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, com intervalo de confiança de 95%, constatou-se que as médias presentes na primeira faixa não se diferenciavam. Assim, o valor da média amostral foi proposto como o percentual limite para a definição dos picos, entretanto, em cada local existirá um percentual limite, pois este é uma característica local retirada da série histórica de cada localidade.

A Tabela 4 demonstra os valores para cada local, bem como, o valor para cinco faixas e dez faixas.

Tabela 4 – Limiar de classificação para todas as regiões de estudo.

Local	5 Faixas	10 Faixas
BERG	32,10	21,54
BESJC	32,90	22,36
BEA	37,45	26,67
GO	39,67	26,05
EESC	38,94	28,42
ESALQ	39,50	28,33
Rebio	34,93	23,71
UFSM	26,16	15,34
Asú	46,26	38,25

Outra análise realizada para comprovar se a média das médias era um critério coerente, foi a reclassificação utilizando o valor da média da primeira faixa de cada MIT. E analisando se existiam diferenças entre elas. Sendo assim, foram processadas oito classificações distintas para cada localidade. Foi constatado que, independentemente do uso do valor de MIT menores ou dos MIT maiores, os hietogramas gerados em mais de 80% eram classificados em igualdade com a classificação obtida através da média das médias.

4.4.2 Tipos de Hietogramas

Com todos os eventos chuvosos definidos, separados em faixas e analisados a ocorrência de picos, inicia-se a classificação dos eventos chuvosos a partir da associação da forma dos hietogramas com os grupos de hietogramas sintéticos.

Os hietogramas sintéticos selecionados para classificação dos eventos chuvosos são apresentados na Figura 7, sendo divididos em seis tipos, a saber: Triangular esquerdo (TE); Triangular direito (TD); Triangular central (TC); Retangular (R); Bimodal (B); e Não caracterizado (NC). Tal classificação é baseada também no estudo de Huff (1997) que

classificava, mas que só classificava o evento em três tipos: avançado (AV), intermediário (IN) e atrasado (AT).

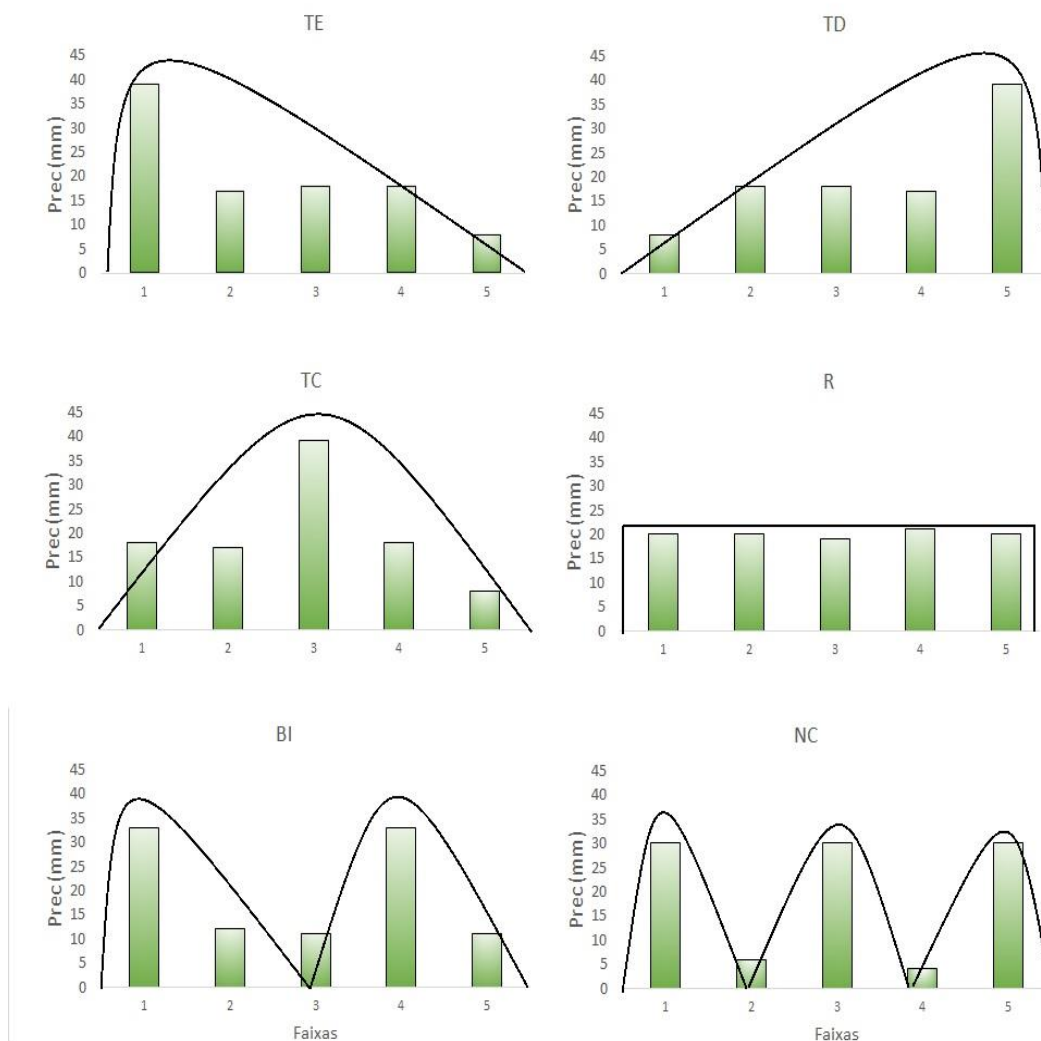


Figura 7 – Exemplos dos hietogramas estudados.

4.5 Análise dos dados

Nesse subtópico serão descritas algumas análises realizadas para que os objetivos propostos fossem alcançados.

4.5.1 Análise Descritiva

A base de dados de precipitação foi processada e analisada através da estatística descritiva e inferencial, com o objetivo de observar diferenças significativas entre as médias das propriedades dos eventos chuvosos, além de observar a variância dos dados.

Primeiramente, foram construídos gráficos do tipo Box-plot das variáveis: Intensidade, total precipitado, duração, tempo seco e intermitência de todas as bacias e em todos os MIT's. Após análise visual foi aplicado o teste de pressuposto de normalidade de Shapiro-Wilk com nível de significância de 95% ($\alpha = 0,05$), sendo que os dados não atenderam ao pressuposto de normalidade, sendo assim, foi necessário com as cinco variáveis supracitada aplicação do teste não-paramétrico de Kruskal Walis, para verificação das diferenças significativas entre os locais do estudo.

As análises foram conduzidas no Software GraphPad Prism. Para uma melhor análise dos dados foram elaborados gráficos no software Sigma Plot 2001, versão Demo.

4.5.2 Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*)

Para associar variáveis dos processos hidrológicos são utilizados métodos estatísticos que são bem difundidos na literatura. A análise de Agrupamento é um conjunto de técnicas que tem por objetivo identificar padrões ao formar grupos homogêneos (os mais semelhantes pertencem a um mesmo grupo) a partir de n observações ou elementos existentes (EBRAHIMIAN, 2016).

A utilização da técnica de agrupamento (*clustering*) tem sido frequentemente utilizada na exploração de dados e na busca de padrões, pois a divisão em grupos ou classes facilita a compreensão das observações e conseqüentemente o desenvolvimento de teorias científicas. Além da fácil interpretação, outro fator para o grande uso dessa técnica é a não exigência de pressupostos iniciais quanto à distribuição de probabilidade (SILVA, 2017).

O critério básico que se utiliza para agrupar objetos são suas semelhanças. Em geral, objetos semelhantes são denominados similares, e objetos distintos são denominados dissimilares. Segundo Silva et al. (2017) entre as medidas de dissimilaridade a mais comumente utilizada é a distância Euclidiana, os dois elementos amostrais são comparados em cada variável pertencente ao vetor de observações, e esse estudo utilizou a distância euclidiana, que é determinada pela seguinte equação:

$$d_{i,f} = \left[\sum_{k=1}^k (X_{i,k} - X_{j,k})^2 \right]^{0.5} \quad (1)$$

Em que $X_{i,k}$ e $X_{j,k}$ são os elementos a serem comparados, sendo o índice k representante da quantidade de grupos e os índices i e j representantes dos elementos do grupo.

A unidade da medida usada pode afetar a análise. Para evitar isso, recomenda-se normalizar os dados antes da clusterização. A normalização é realizada para cada variável da seguinte maneira:

1. Cálculo da média do desvio absoluto (sf)

$$sf = \frac{1}{n} (|x_{1f} - m_f| + |x_{2f} - m_f| + \dots + |x_{nf} - m_f|) \quad (2)$$

Os valores x_{1f} e x_{nf} são valores da variável f para os n objetos a serem clusterizados e m_f é o valor médio da variável, que é calculado:

2. Cálculo do valor médio da variável (m_f)

$$M_f = \frac{1}{n} (x_{1f} + x_{2f} + \dots + x_{nf}) \quad (3)$$

O valor do i -ésimo objeto da variável f normalizado será dado por:

$$Z_{if} = \frac{x_{if} - m_f}{sf} \quad (4)$$

Outro fator importante é determinar as distâncias entre clusters. Nesse estudo aplicou-se o método de ligação simples ou (*Single Linkage*) ou também conhecido como método da distância mais próxima, cuja regra utilizada é a do “vizinho mais próximo”.

A Figura 8 demonstra o método de *Single Linkage* sendo aplicado a dois grupos formados através de um coeficiente de dissimilaridade. A reta ligando os dois pontos mais próximos indica a distância mínima que foi utilizada para indicar a maior semelhança entre os grupos.

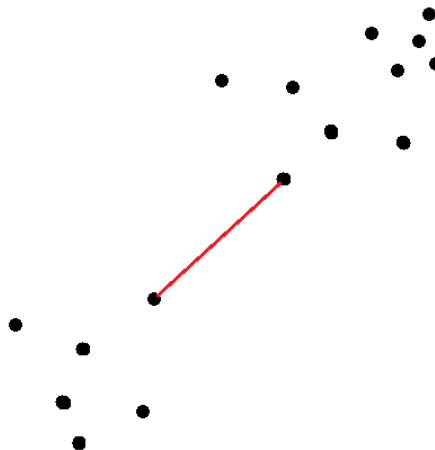


Figura 8 -Método da Ligação Simples para Grupos Formados Através de Dissimilaridade. (Fonte: Adaptado de Azambuja, 2005)

Para a interpretação dos clusters optou-se pelos clusters hierárquicos, que podem ser representados tanto horizontalmente ou verticalmente. Nesse estudo optou-se por clusters horizontais para a representação dos resultados.

4.5.3 Análise de Componentes Principais (ACP)

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica multivariada de modelagem da estrutura de covariância proporcionando geração de índices e agrupamentos de indivíduos. Inicialmente foi descrita por Pearson (1901) e, posteriormente, com avanços computacionais aprimorada por Hotelling (1936), tornando muito utilizada em diversos ramos da ciência.

Segundo Varella (2008) a análise de componentes principais agrupa os indivíduos de acordo com sua variação, portanto os indivíduos são agrupados segundo suas variâncias, ou seja, segundo seu comportamento dentro da população, representado pela variação do conjunto de características que define o indivíduo, ou seja, a técnica agrupa os indivíduos de uma população segundo a variação de suas características.

A principal vantagem dessa análise segundo Hair et al, (2006) é a redução do número de variáveis, melhorando a interpretação dos dados e a análise das quais variáveis ou conjuntos de variáveis explicam a maior parte da variabilidade total.

4.5.4 Análises Comparativas entre classes e os Hietogramas gerados

Foram empregadas nesse estudo três métodos para comparações: Método de Tokay e Short (1996) que divide a intensidade em classes; Classes de volume precipitado que divide o volume total precipitado em classes sugerido pelo INMET (2015); e uma adaptação entre as duas anteriores que define as classes de duração.

Classificação das intensidades usando os limites de Tokay e Short (1996)

O estudo de Tokay e Short (1996) é base para muitos estudos no ramo da hidrologia. O estudo propõe-se uma separação de eventos de acordo com o valor da intensidade (Tabela 5 -Classificação da chuva quanto à sua intensidade (Tokay e Short, 1996).. O método foi utilizado como comparação em busca de verificar a ocorrência de

padrões entre a classificação sugerida pelos autores com os hietogramas classificados nesse estudo.

Tabela 5 -Classificação da chuva quanto à sua intensidade (Tokay e Short, 1996).

Classificação	Intensidade (mm/h)
Muito Fraca	< 1
Fraca	$1 \leq I < 2$
Moderada	$2 \leq I < 5$
Forte	$5 \leq I < 10$
Muito Forte	$10 \leq I < 20$
Extrema	$I \geq 20$

Classes de volume total precipitado

Outra análise realizada foi a comparação entre os hietogramas gerados com as classes de volume total precipitado em um evento chuvoso recomendado pelo INMET (2015). Com o objetivo de verificar se chuvas com maiores volumes tinham comportamento diferente de chuviscos.

A frequência das classes sugeridas pelo INMET (2015) é 0,01-2,5mm, 2,5-5mm, 5-10mm, 10-15mm, 15-25mm, 25-50mm, 50-100mm e >100mm. Entretanto, nesse estudo sugeriu-se uma adaptação. A adaptação foi uma redução dessas oito classes em cinco, como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 -Classificação da chuva quanto a seu volume total.

Classificação	Volume (mm)
Chuvisco	2 a 5
Chuva Fraca	5 a 10
Chuva Moderada	10 a 20
Chuva Forte	20 a 50
Chuva Extrema	>50

Classes de duração

Em uma última análise foram comparados os hietogramas com classes adaptadas das classes de intensidade de Tokay & Short (1996) com as classes de volume precipitado do INMET (2015). Essa adaptação foi sugerida para que as três propriedades fossem avaliadas, em busca de encontrar padrões entre os hietogramas. A classificação sugerida está descrita na Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação da chuva quanto à sua duração total.

Classificação	Duração (min)
Evento passageiro	1 a 30
Evento curto	30 a 60
Evento Médio	60 a 300
Evento longo	300 a 720
Eventos bem longo	> 720

Hora do pico do evento chuvoso

No intuito de encontrar os horários ou períodos em que iniciavam os maiores valores de intensidade em um evento chuvoso (picos de intensidade) foi necessário a criação de um código de programação utilizando planilhas com a linguagem do Visual Basic® for Applications. Essa análise somente foi realizada na divisão dos eventos em cinco faixas, portanto existiam cinco situações distintas possíveis:

- ✓ Se o pico de intensidade estivesse na primeira faixa, a hora do pico era igual ao início do evento.
- ✓ Se o pico de intensidade estivesse na segunda faixa, a hora do pico era admitida igual ao início do evento com acréscimo de 20 % do tempo total do evento.
- ✓ Se o pico de intensidade estivesse na terceira faixa, a hora do pico era igual ao início do evento com acréscimo de 40 % do tempo total do evento.
- ✓ Se o pico de intensidade estivesse na quarta faixa, a hora do pico era igual ao início do evento com acréscimo de 60 % do tempo total do evento.
- ✓ Se o pico de intensidade estivesse na quinta faixa, a hora do pico era igual ao início do evento com acréscimo de 80 % do tempo total do evento.

Eventos retangulares não apresentam picos, portanto esses eventos não fizeram parte dessa análise.

Posteriormente, decidiu-se ainda agrupar os eventos em quatro classes: madrugada (eventos que apresentavam picos de intensidade no período de 00:00 à 6:00); dia (eventos que apresentavam picos de intensidade no período 6:00 até 12:00); tarde (eventos que apresentavam picos de intensidade no período 12:00 até 18:00); noite (eventos que apresentavam picos de intensidade no período 18:00 até 24:00).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa. Inicialmente, são apresentados os resultados da análise descritiva dos dados, para posteriormente serem apresentados os resultados da classificação dos hietogramas, diante da classificação serão apresentados os resultados das análises de agrupamento e das análises de componentes principais. Por fim, serão ilustradas as comparações entre os hietogramas gerados com as classes de intensidade, duração e volume precipitado já inseridas da literatura.

5.1 Análise Descritiva

A análise descritiva dos dados permite compreender e verificar o comportamento das propriedades dos eventos chuvosos.

As Figuras **Figura 9****Figura 10** ilustram a distribuição empírica das cinco variáveis analisadas: total precipitado; intensidade; tempo seco; fração de intermitência e duração com MIT de 30 minutos e 24 horas. Os gráficos dos demais MIT's estão representados no apêndice A.

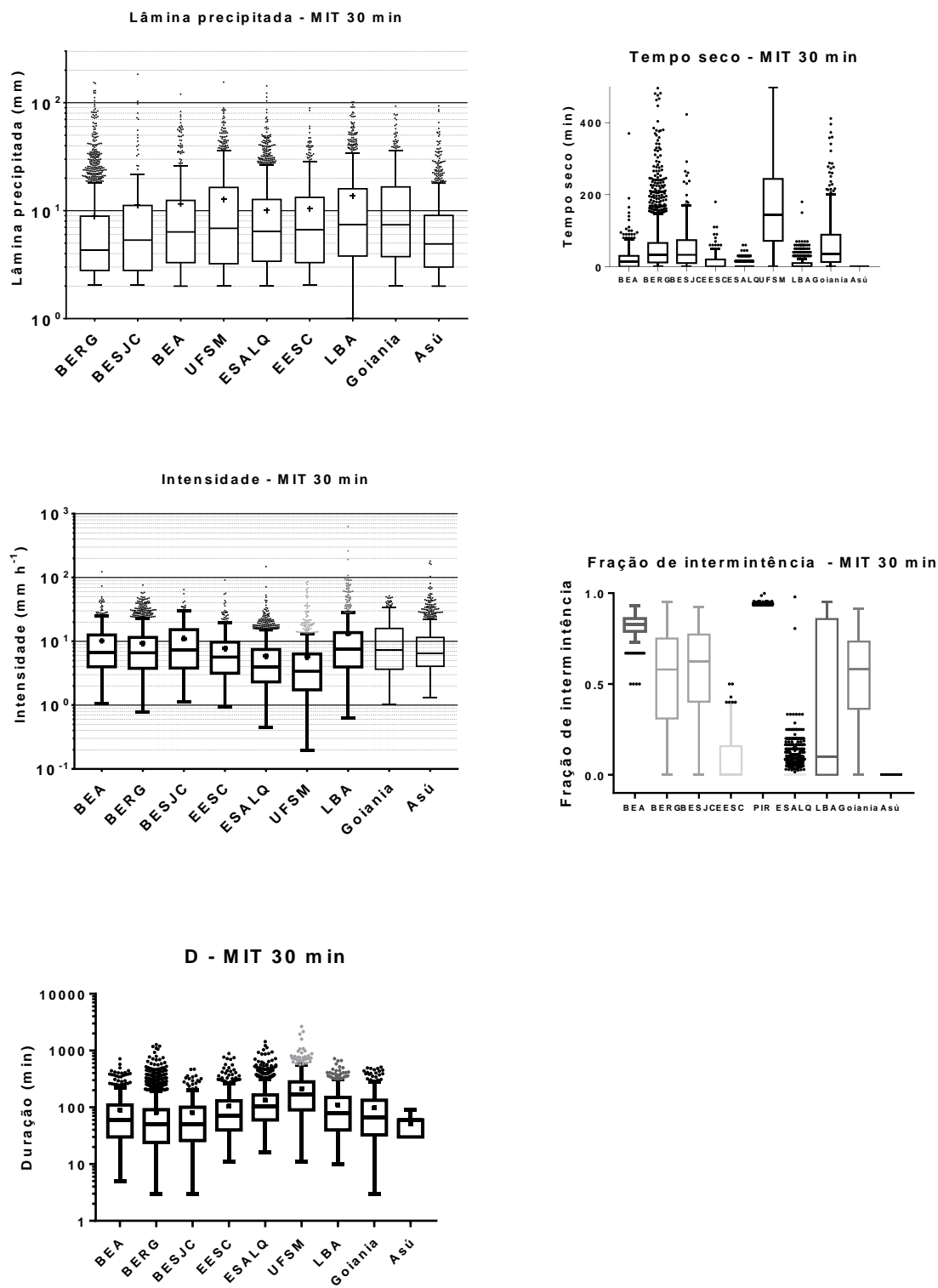


Figura 9—Gráficos Box-plot da lâmina precipitação, tempo seco, intensidade da precipitação, fração de intermitência e duração com MIT de 30 minutos.

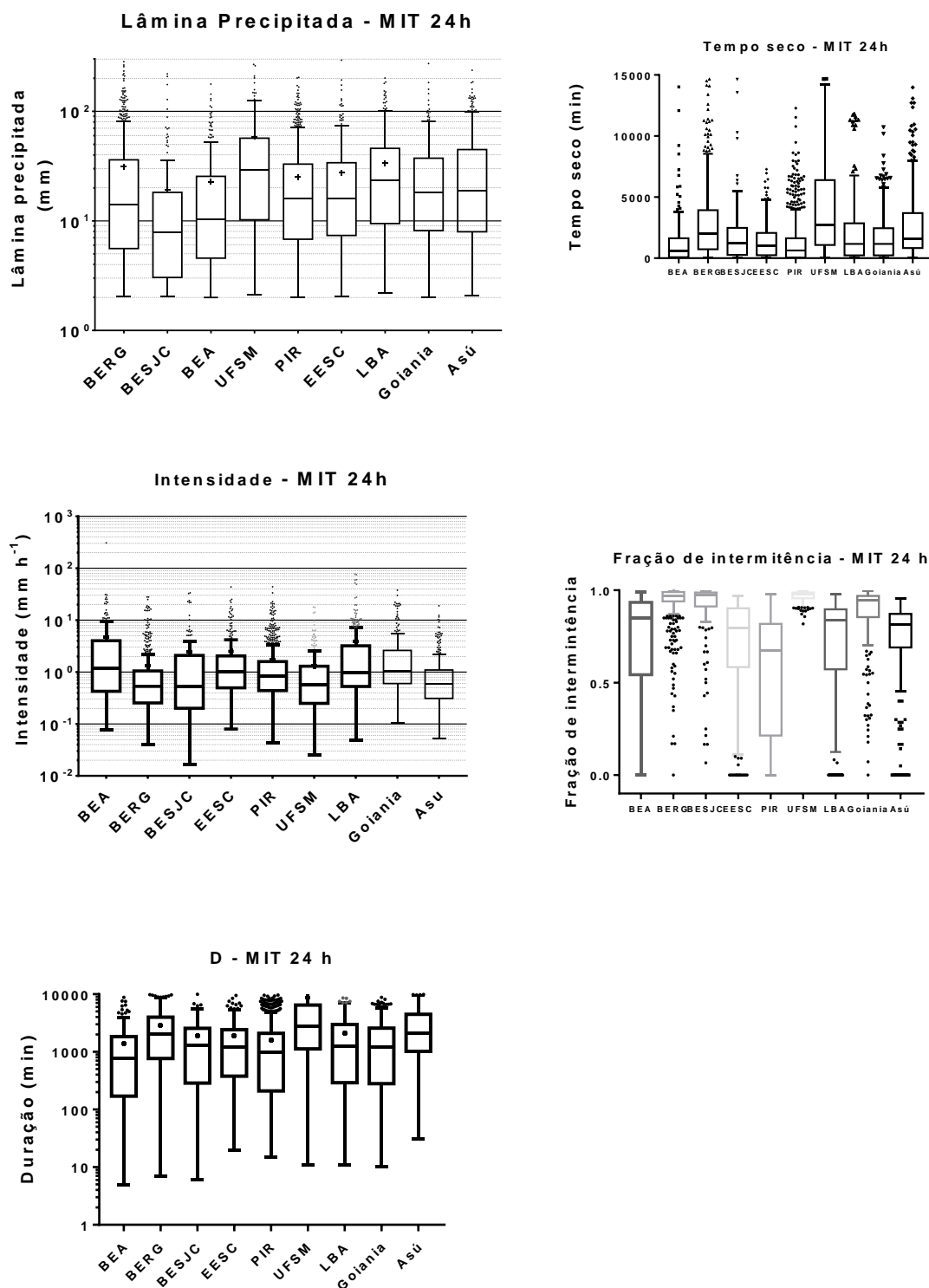


Figura 10—Gráfico Box-plot da lâmina precipitação, tempo seco, intensidade da precipitação, fração de intermitência e duração com MIT de 24 horas.

Percebe-se, ao analisar os box-plot, que o total precipitado médio por evento cresce com o aumento do MIT, devido ao fato que em situações com MIT menores podem ocorrer

descartes de pequenos montantes precipitados, que são incorporados quando se utilizam maiores valores de MIT.

A fração de intermitência, que é a divisão entre o tempo seco e a duração total do evento, aumenta consideravelmente com o aumento do MIT, pois em MIT maiores existem mais espaço vazios. De acordo com Dunkerley (2018), a fração de intermitência é uma propriedade fundamental a ser considerada, principalmente em estudos de estimativas da infiltração e de escoamento superficial da bacia hidrográfica.

A duração, ao se comparar os MIT de 24 horas e 1 hora, apresentou um aumento da variabilidade entre mínimos e máximos e um aumento por volta de 80% dos valores médios. Esse aumento também foi encontrado no estudo de Dunkerley (2015), nos quais os eventos de 24 horas apresentaram 47,5% maior duração média comparado ao MIT de 1 hora, incluindo mais espaços vazios entre subeventos de chuva.

A variabilidade dos dados cresce com o aumento do MIT, pois a amplitude interquartilica dos box-plot é maior. A distribuição dos dados em grande maioria é assimétrica, principalmente assimétrica positiva, pois a mediana conserva-se mais próxima do primeiro quartil.

A Tabela 7 e a Figura 11 apresentam as características médias do total precipitado dos eventos chuvosos.

Tabela 8 -Média do total precipitado dos eventos chuvosos das bacias de estudo.

Bacia	Média do total precipitado (mm)							
	15 min	30 min	1 Hora	2 Horas	3 Horas	6 Horas	12 Horas	24 Horas
BERG	8,02	8,9	10,2	12,2	13,8	16,7	20,9	31,2
BESJC	10,9	11,3	11,7	12,5	13,1	13,6	15,6	19,2
BEA	10,6	11,5	12,69	13,6	14,3	15,2	17,4	22,8
GO	11,6	12,6	13,63	15	15,5	16,8	20,2	30,0
EESC	9,24	10,4	12,14	13,5	14,4	16,9	19,3	27,4
ESALQ	5,63	10,1	11,39	12,6	13,6	15,5	19,3	25
Rebio	12,6	13,7	15,26	15,6	16,4	18,3	21,7	33,5
UFMS	11,4	12,7	14,02	15,5	17,3	25,7	38,1	58,5
Asú	-	7,73	11,85	12,5	13,0	14,3	19,6	34,5

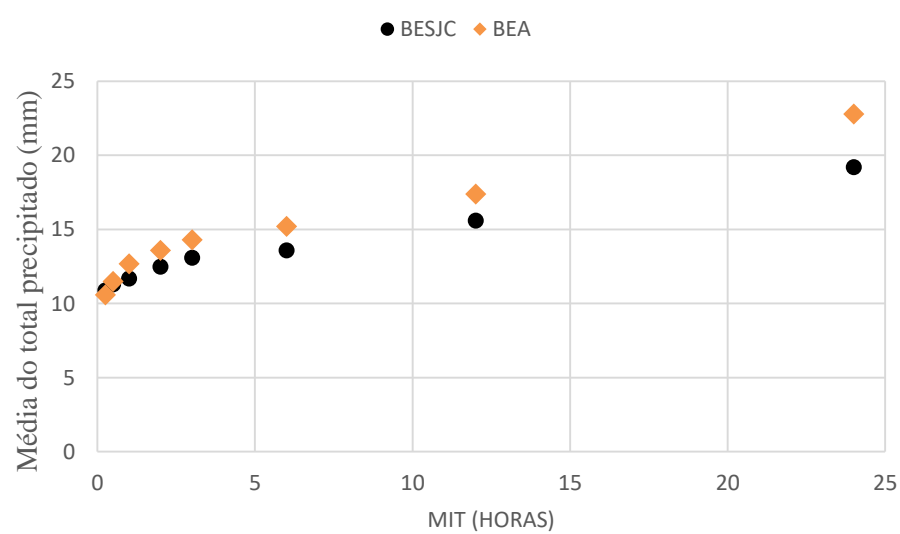
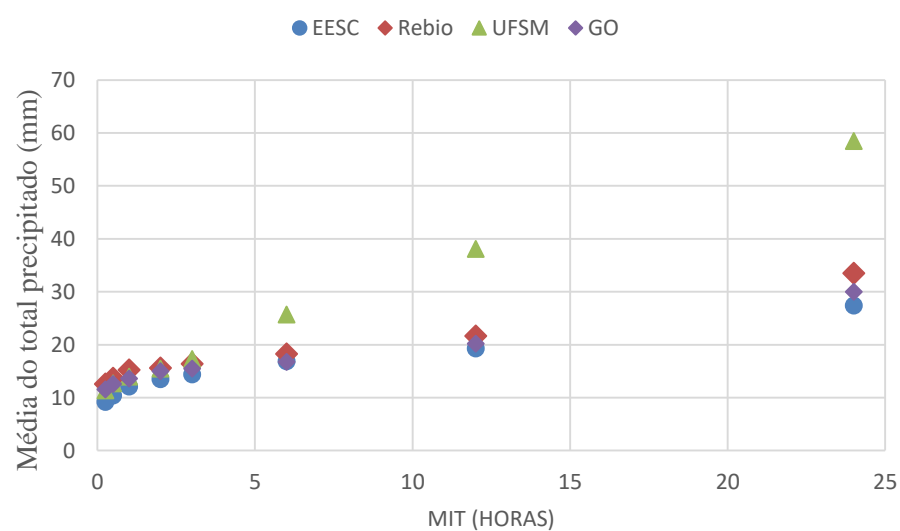
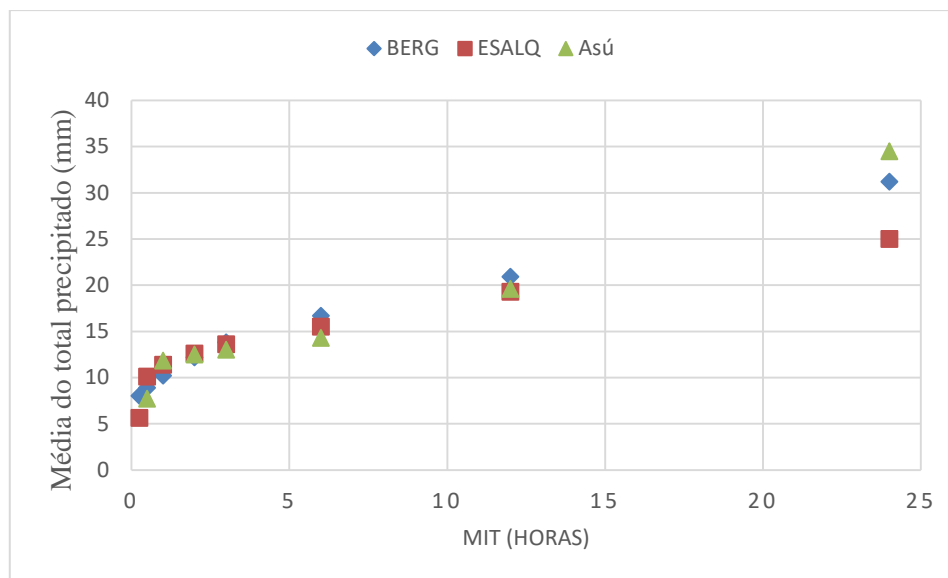


Figura 11 -Média do total precipitado dos eventos.

Inicialmente, verifica-se que em todos os locais as lâminas médias precipitadas crescem à medida que o MIT aumenta. Entretanto, o comportamento entre as bacias difere. Visualmente observam-se três grupos distintos.

Um grupo é composto por duas bacias, a BEA e BESJC, ambas localizadas no clima semiárido, nelas os valores máximos das lâminas médias precipitadas estão na faixa de 20 mm no MIT de 24 horas. Nesse grupo, o incremento da precipitação é menos acentuado que nos demais grupos, mesmo assim, o valor médio no MIT de 24 horas chega a duplicar a média do total precipitado em relação aos eventos para MIT de 15 minutos, que é da ordem de 10 mm.

O segundo grupo é composto apenas pela estação da UFSM, que permanece com valores médios maiores que as demais, chegando no MIT de 24 horas a um valor de 58,5 mm. Esse valor precipitado é quase seis vezes maior que a média precipitada no MIT de 15 minutos (11,4 mm).

O último grupo é composto com as demais localidades, esse grupo apresenta, para MIT's menores, valores médios de lâmina precipitada de aproximadamente 10 mm e nos MIT's maiores valores por volta de 30 mm, triplicando o total precipitado.

A Erro! Fonte de referência não encontrada. e a Figura 12Tabela 9 - Intensidades médias dos eventos chuvosos das bacias de estudo. apresentam as características médias das intensidades dos eventos chuvosos.

Tabela 9 - Intensidades médias dos eventos chuvosos das bacias de estudo.

	Intensidade (mm/h)							
BERG	11,5	9,24	6,94	4,75	3,95	2,93	2,07	1,33
BESJC	13,4	11	8,27	6,31	5,64	5,03	3,86	2,43
BEA	11,9	10,2	8,58	7,38	6,68	5,67	4,53	3,55
GO	12,8	11,1	9,6	8,25	7,65	6,15	4,97	3,11
EESC	9,28	7,78	6,57	5,5	5,08	4,2	3,27	2,5
ESALQ	10,1	5,87	4,97	4,34	3,9	3,31	2,56	1,75
Rebio	15,9	13,3	11,8	9,44	8,48	7,53	6,07	4,33
UFSM	5,72	5,66	3,56	2,61	2,4	2,17	1,92	1,31
Asú	-	10,1	6,18	5,28	4,56	3,31	2,42	1,18

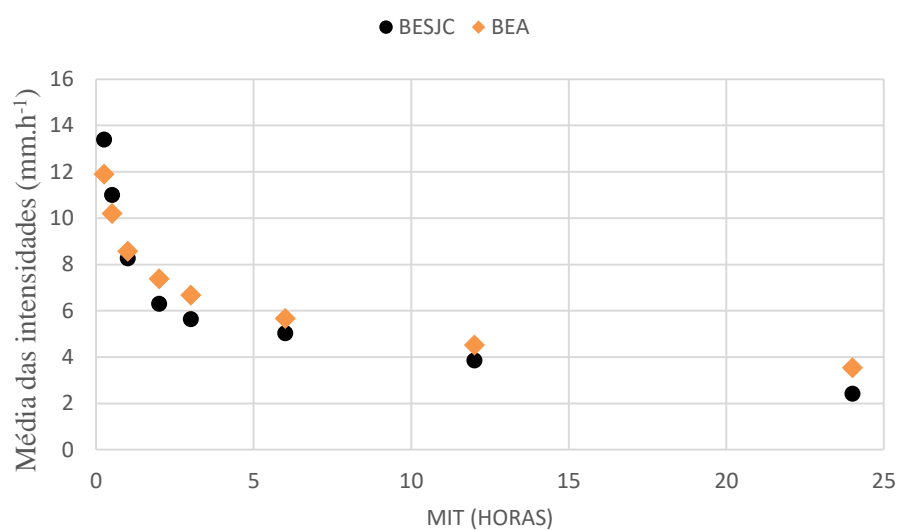
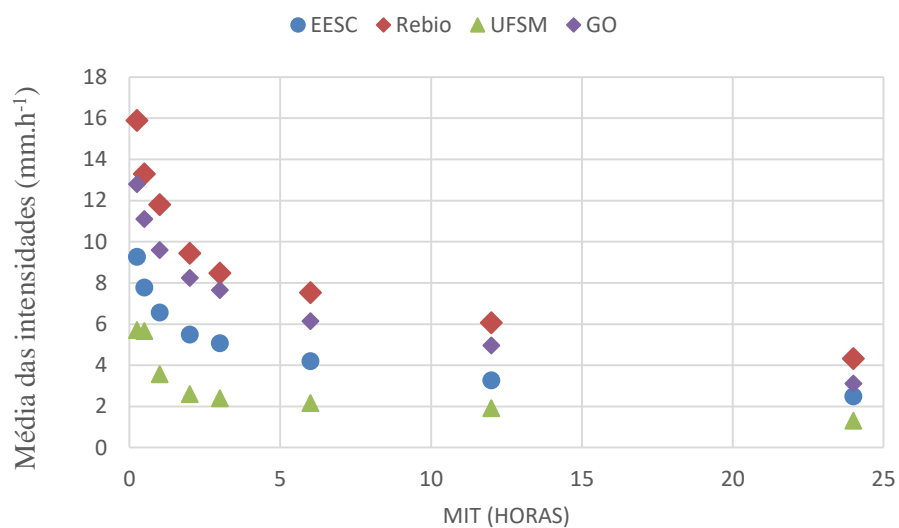
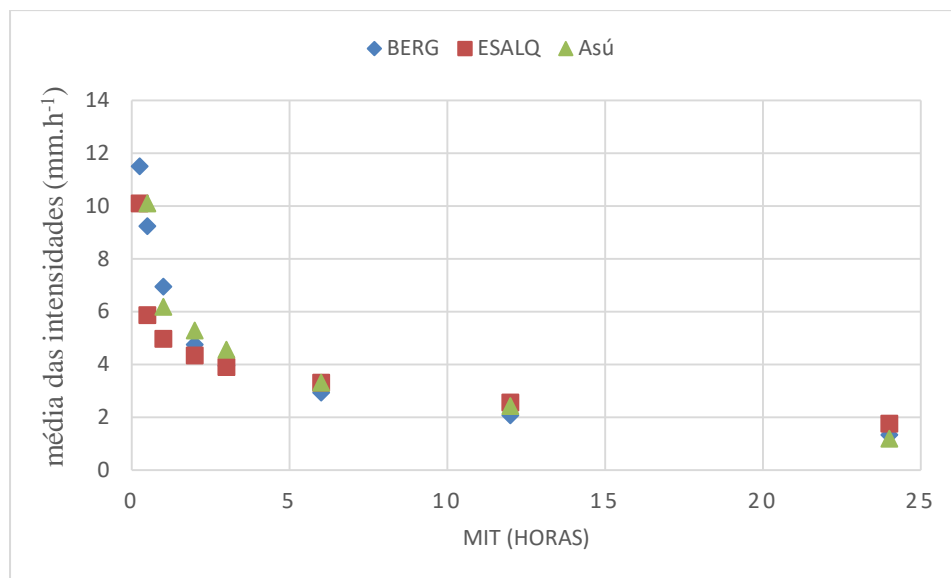


Figura 12 - Intensidades médias dos eventos chuvosos em função do MIT das bacias de estudo.

A característica das intensidades médias é decrescer com o aumento do MIT. Ao analisar a Figura 12, observa-se que a estação da UFSM sempre apresenta intensidades médias inferiores às demais localidades, e uma variação menor em função do MIT, a intensidade reduz cerca de 80% nessa estação, enquanto nas demais esse valor situa-se por volta de 90%.

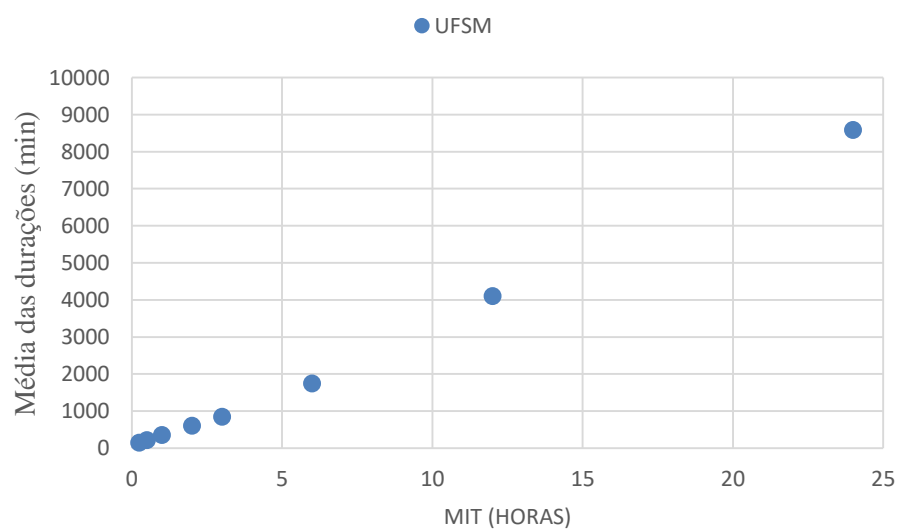
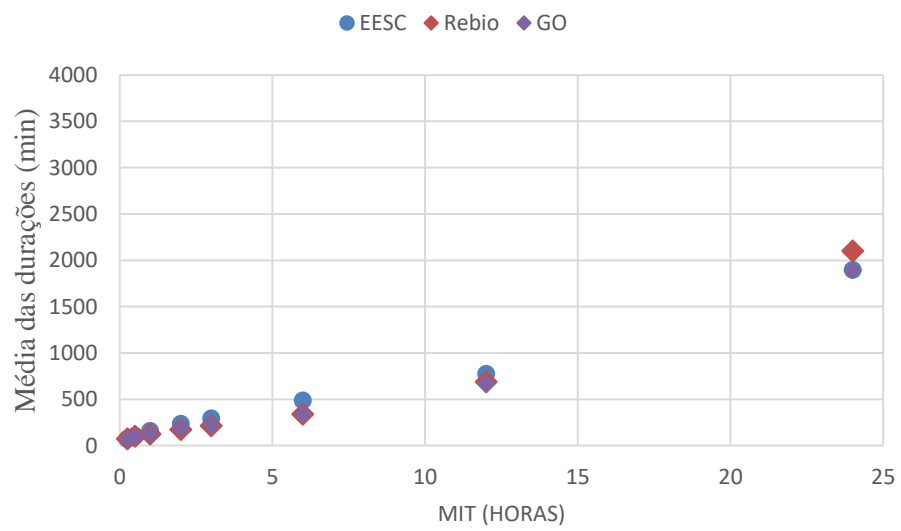
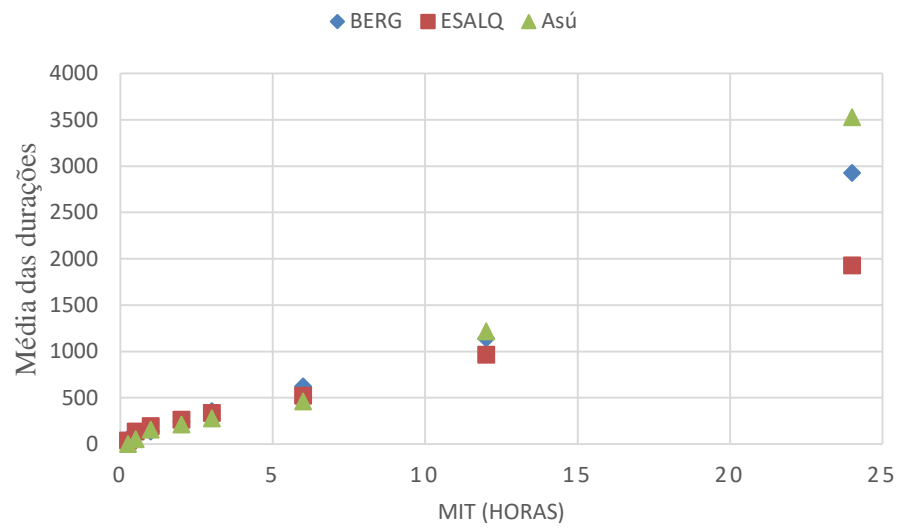
Um aspecto notado também é nas estações de GO, Rebio Jaru e BEA, nos MIT's maiores, a intensidade média permaneceu acima de 3 mm/h ao contrário das demais, que fica em torno de 1,5 mm/h.

O valor máximo de intensidade média encontrado foi na estação Rebio Jaru, para eventos definidos por MIT de 15 minutos, com valor de 15,9 mm/hr. Sanches (2017) indica que a região amazônica e a Reserva Biológica do Jaru se caracterizam pela presença de chuvas convectivas, apresentando um clima com alta temperatura, e chuvas com curta duração e alta intensidade.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a Figura 13 Tabela 9 - Intensidades médias dos eventos chuvosos das bacias de estudo. apresentam as características das durações dos eventos chuvosos.

Tabela 10 - Média das durações dos eventos chuvosos das bacias de estudo.

	Duração (min)							
BERG	53,7	81,16	133	242,9	355,8	623	1141	2926
BESJC	57	81,77	115	184,7	244,5	367,5	740,1	1882
BEA	74,9	89,55	122	171,8	212,9	283,9	528,6	1403
GO	70,9	97,7	130	190,1	225	343,3	672,9	1894
EESC	72,9	104,5	160	235,1	296,7	487,4	774,8	1898
ESALQ	36,5	134,3	192	263	336,3	521,1	962,2	1926
Rebio	74,2	100,4	126	173,2	217,2	340,7	690,8	2102
UFSM	150	213,1	350	602,2	845,6	1742	4105	8582
Asú	-	51,27	155	210,6	275	458,4	1217	3528



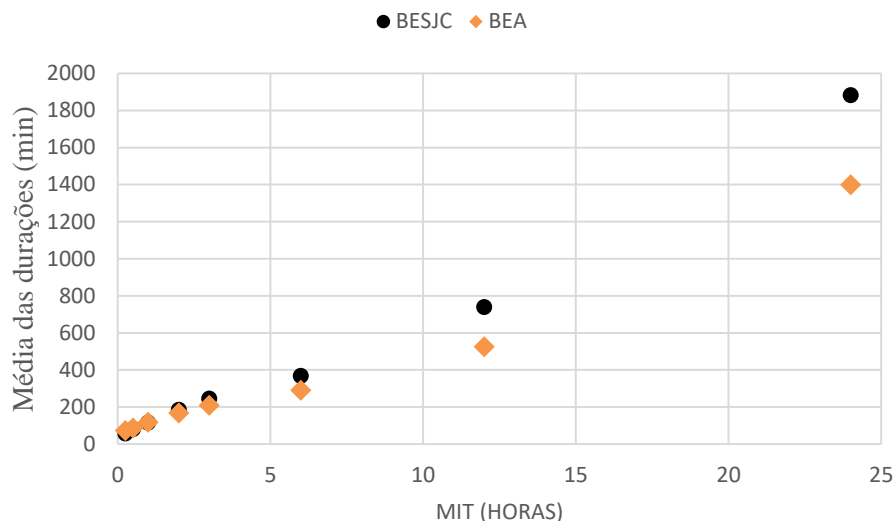


Figura 13 - Média das durações dos eventos chuvosos em função do MIT das bacias de estudo.

O comportamento da média da duração dos eventos chuvosos foi crescente à medida que o MIT aumenta. Entretanto, foi perceptível alguns grupos distintos entre as bacias estudadas. A bacia de UFSM apresentou eventos com maiores durações independentemente do MIT comparado a outros locais. Para MIT de 24 horas, a estação apresentou duração média de 8582 minutos, correspondendo a 5,95 dias, diferenciando-se das outras: Asú 2,45 dias; BERG 2,03 dias; Rebio 1,45 dias; BEA, GO, EESC, ESALQ 1,3 dias e por último BESJC 0,97 dias.

Para MIT's menores, as bacias, com exceção da UFSM, sempre permaneceram com média de eventos com duração de 1 hora, não apresentando grandes diferenças entre as localidades.

Os testes de Kruskal-Wallis (Tabela 11) aplicados para as variáveis dos eventos chuvosos (total precipitado, duração, intensidade), indicaram diferenças significativas entre elas.

Tabela 11 - Resultado do Teste de Kruskal Wallis a nível de significância de 95%.

Variável	Total Precipitado (mm)								
	BERG	BESJC	BEA	GO	EESC	ESALQ	Rebio	UFSM	Asú
BERG	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
BESJC	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
BEA	Sim	Não	-	Não	Não	Não	Não	Não	Não
GO	Não	Não	Não	-	Sim	Não	Não	Não	Não
EESC	Não	Não	Não	Não	-	Não	Não	Não	Não
ESALQ	Não	Não	Não	Não	Não	-	Não	Não	Não
Rebio	Não	Não	Não	Não	Não	Não	-	Não	Sim

UFSM	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	-	
Asú	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	-
Variável	Intensidade								
	BERG	BESJC	BEA	GO	EESC	ESALQ	Rebio	UFSM	Asú
BERG	-	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
BESJC	Não	-	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
BEA	Sim	Não	-	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
GO	Sim	Não	Não	-	Sim	Sim	Não	Sim	Não
EESC	Não	Não	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim
ESALQ	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim
Rebio	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	-	Sim	Não
UFSM	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim
Asú	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	-
	Duração								
Variável	BERG	BESJC	BEA	GO	EESC	ESALQ	Rebio	UFSM	Asú
BERG	-	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
BESJC	Não	-	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
BEA	Não	Não	-	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
GO	Não	Não	Não	-	Sim		Não	Sim	Não
EESC	Sim	Sim	Sim	Não	-	Sim	Não	Sim	Sim
ESALQ	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim
Rebio	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	-	Sim	Não
UFSM	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim
Asú	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	-

*Sim = Apresenta diferença significativa

** Não = Não apresenta diferença significativa

Apesar de a região semiárida apresentar pequena quantidade de eventos chuvosos, ao se comparar a lâmina média de cada evento com a das demais bacias (outros climas), esses basicamente não diferem.

A estação de UFSM possui características de intensidade e duração distintas em relação às demais: a duração sempre permaneceu superior, em contraponto, a intensidade menor. Berlato (1992) afirma que em Santa Maria a precipitação pluvial é bem distribuída em todas as estações do ano (primavera 26%, verão 24%, outono 25% e inverno 25%), apresentando vários dias chuvosos com baixa intensidade.

As duas estações localizadas no bioma Amazônia (Asú e Rebio) não apresentaram diferenças significativa entre as propriedades (total precipitado, duração e a intensidade). Entretanto, as estações localizadas no bioma cerrado (GO e EESC) apresentaram em seus dados diferenças significativas entre suas propriedades.

A estação BERG, localizada no bioma Mata Atlântica, foi comparada com a estação de ESALQ, que se localiza no mesmo bioma, mas tem clima distinto. As bacias apresentaram diferenças significativas entre o total precipitado, intensidade e duração.

Número médio de eventos

A aplicação de diversos MIT's implica em diferenças no número médio de eventos chuvosos, como se pode observar na Tabela 12 e na **Figura 14**.

Tabela 12 - Número médio de eventos chuvosos nas regiões do estudo.

Local	Número médio de Eventos							
	15 Min	30 Min	1 hr	2 hrs	3 hrs	6 hrs	12 hrs	24 hrs
BERG	162,6	158,9	126,6	114,6	102,0	95,4	77,1	52,2
BESJC	41,4	41,2	41,2	40,0	38,8	38,0	33,8	28,0
BEA	57,9	55,3	50,5	48,6	46,3	43,9	38,6	29,5
GO	98,4	93,2	87,4	80,8	78,6	73,2	61,2	41,6
EESC	127,0	118,8	106,0	97,8	92,4	79,6	70,6	50,0
ESALQ	153,3	107,6	98,4	90,5	84,4	75,5	61,1	47,3
Rebio	118,6	112,0	105,7	101,0	96,6	88,0	75,0	48,9
UFSM	128,4	121,1	115,0	108,3	99,0	67,8	46,6	30,6
Asú	-----	179,0	130,0	125,7	121,3	112,0	83,1	47,7

Ao observar a Tabela 12, pode-se perceber que, com o aumento do MIT a quantidade média de eventos chuvosos sofre uma significativa redução em todos os locais, Dunkerley (2008), estudando a região árida da Austrália, percebeu que os eventos reduziram em aproximadamente 75% quando se comparava o MIT de 15 minutos com o de 24 horas, valor de redução parecido com os encontrados nos seguintes locais de estudo: UFSM (76%), ESALQ (70%), BERG e EESC (60%), GO (57%), Rebio (59%) e BEA (50%) e BESJC (32%). A estação Asú não foi possível analisar para MIT de 15 minutos, visto que o passo de tempo dos dados brutos era a cada trinta minutos, Entretanto, pôde-se perceber que a redução no número médio de eventos de 24 horas para 30 minutos foi bastante elevado, 73 %.

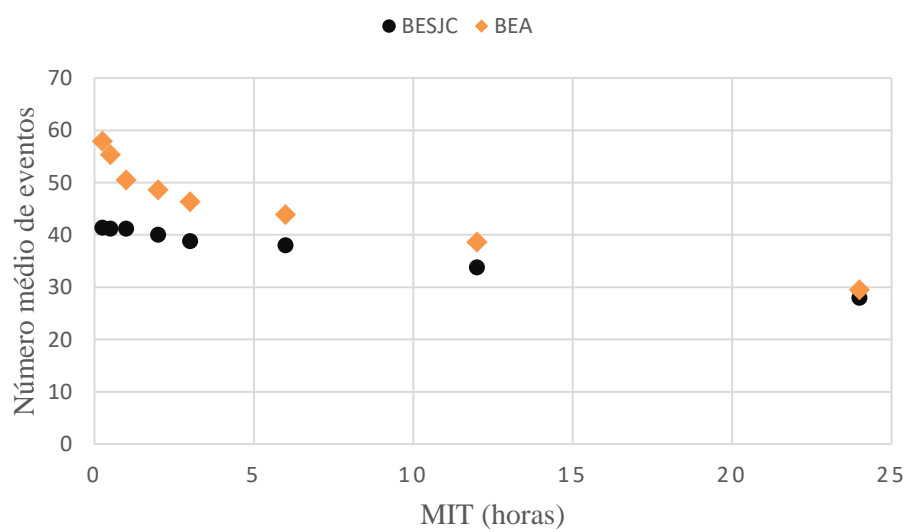
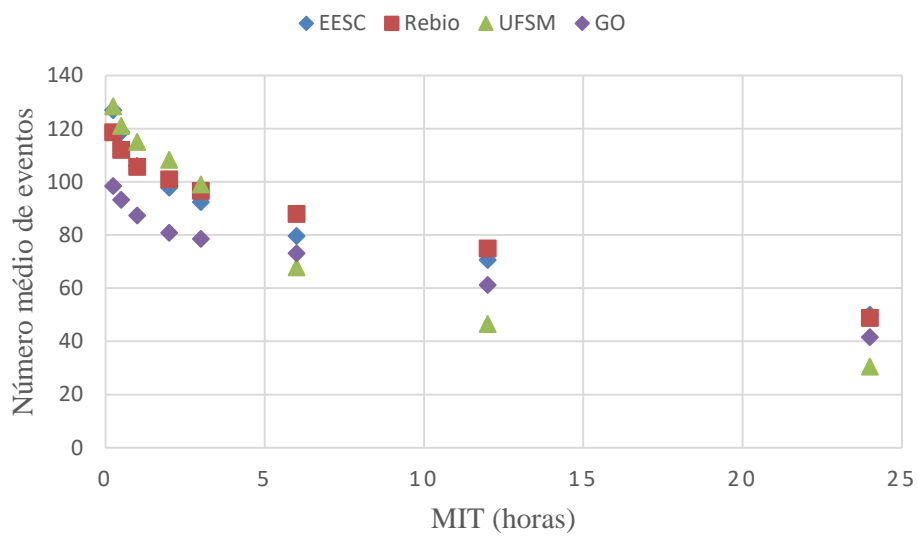
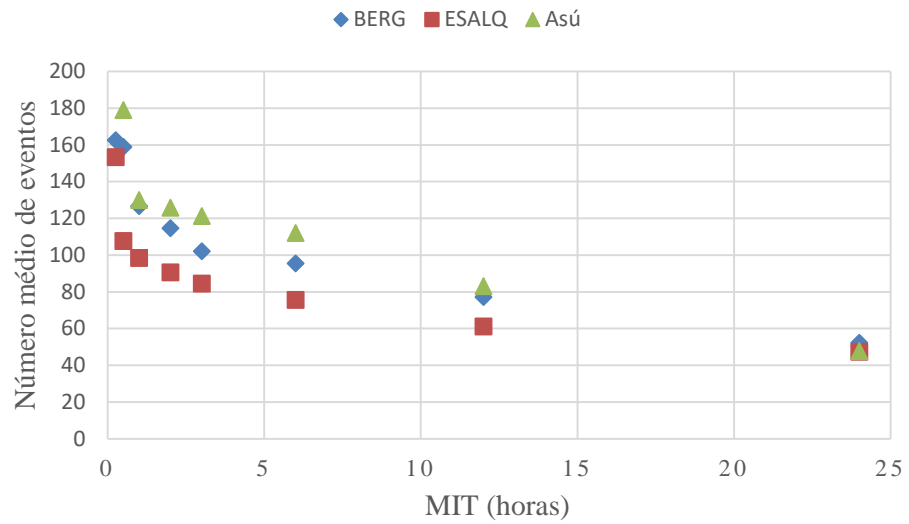


Figura 14 - Número médio de eventos chuvosos nas regiões do estudo.

As estações localizadas no semiárido (BEA e BESJC) têm por característica um número baixo de eventos chuvosos (57 e 41 respectivamente), para MIT igual a 15 minutos, pois é um clima caracterizado pela baixa umidade e pouca lâmina pluviométrica, ao contrário da estação localizada em Asú, que para MIT de 30 minutos, apresentou 179 eventos ao ano.

Nota-se ainda na **Figura 14** que a bacia de BESJC, localizada no semiárido paraibano, apresentou decréscimo (32%) com o aumento do MIT, diferenciando-se das outras estações em que o comportamento do decréscimo de eventos foi mais acentuado (mínimo acima de 50%).

Essa ampla variação nas variáveis (precipitação, intensidade e duração) indica que é necessário avaliar bem a seleção do critério de separação dos eventos chuvosos.

5.2 Classificação dos Hietogramas

Inicialmente, anterior a classificação, em todos os lugares, independentemente do MIT a maioria da intensidade da precipitação se apresentava na primeira faixa (Tabela 13), indicando que a classificação apresentaria em grande maioria no formato de triangular esquerdo.

Tabela 13 – Percentual médio da precipitação em cada faixa.

Local	Faixas				
	1	2	3	4	5
BERG	32,10	18,26	16,45	14,89	18,31
BESJC	32,90	19,68	16,64	14,63	16,15
BEA	37,45	18,08	15,01	12,83	16,63
GO	39,67	20,42	15,19	13,20	11,52
EESC	38,94	20,19	16,47	13,53	10,85
ESALQ	39,50	21,36	17,15	12,55	9,43
Rebio	34,93	19,55	17,17	12,96	15,39
UFSM	26,16	21,70	19,95	18,15	14,03
Asú	46,28	12,90	13,85	10,43	16,57

Para melhor visualização da classificação dos hietogramas, Figura 15; Figura 16; Figura 17; Figura 18; Figura 19; Figura 20; Figura 21; Figura 22 e Figura 23 apresentam as diferenças entre os MIT de 30 minutos e de 24 horas de todos os locais, o restantes dos MIT's estão separados por localização no apêndice B.

■ Triangular Central ■ Triangular Direita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

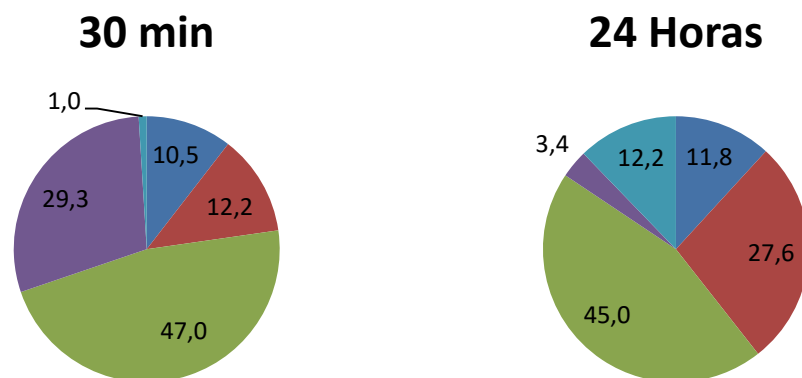


Figura 15 - Classificação dos hietogramas da BERG para MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

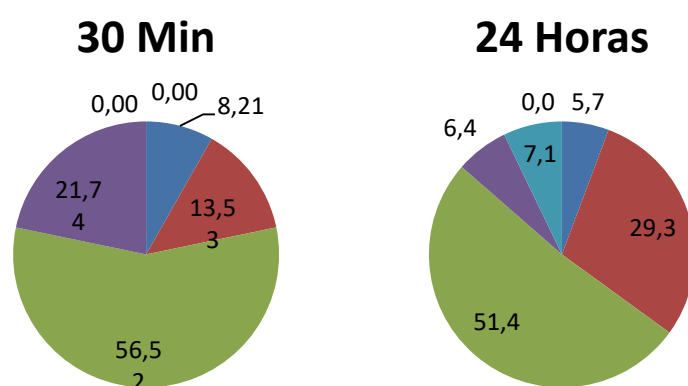


Figura 16 -Classificação dos hietogramas da BESJC no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

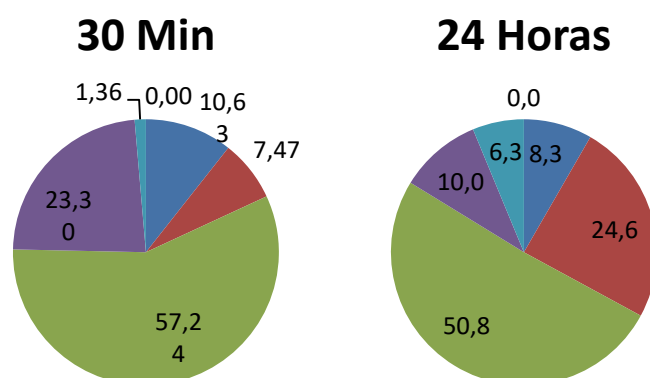


Figura 17 - Classificação dos hietogramas da BEA no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

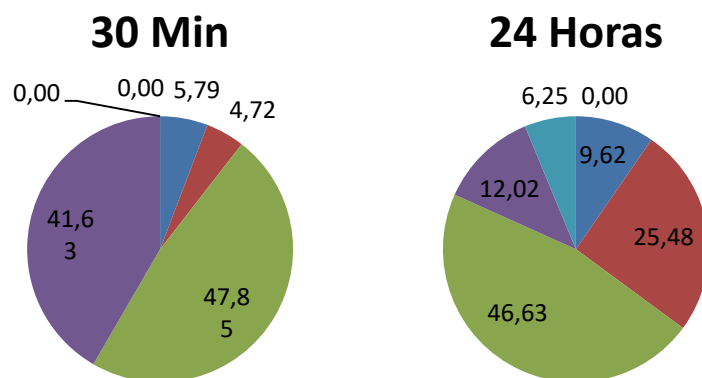


Figura 18 - Classificação dos hietogramas da estação GO no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

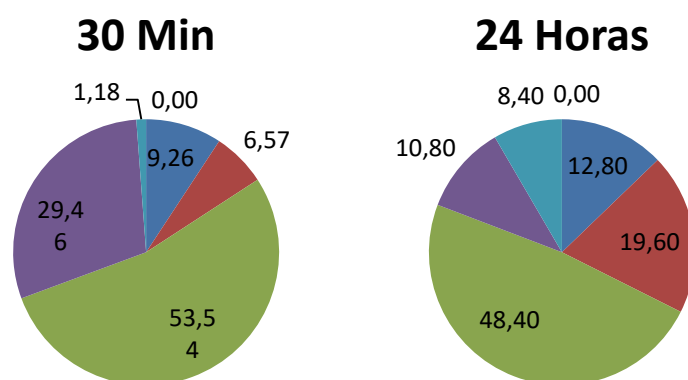


Figura 19 -Classificação dos hietogramas da EESC no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

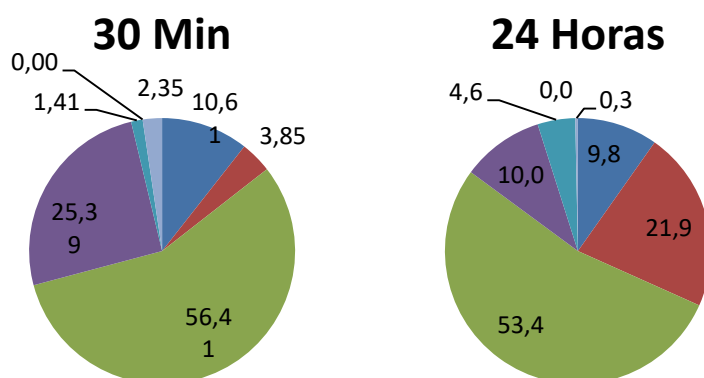


Figura 20 -Classificação dos hietogramas da ESALQ no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

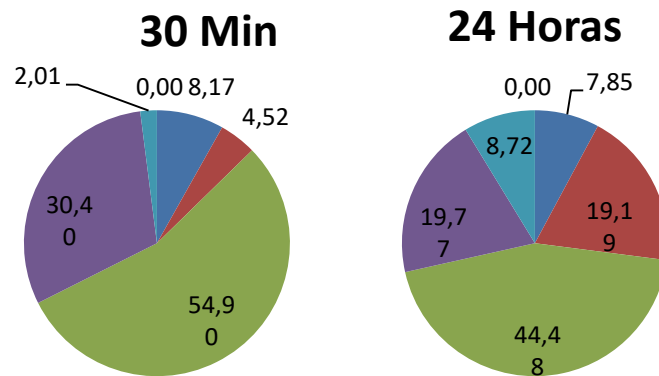


Figura 21 -Classificação dos hietogramas da estação Rebio Jaru no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

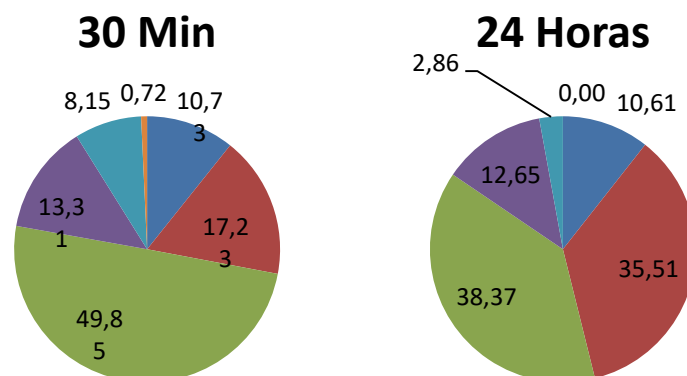


Figura 22 - Classificação dos hietogramas da estação UFSM no MIT de 30min e 24 horas.

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

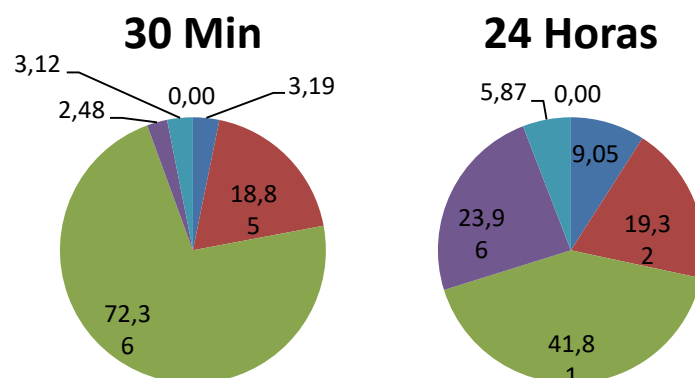


Figura 23 -Classificação dos hietogramas da estação Asú no MIT de 30min e 24 horas.

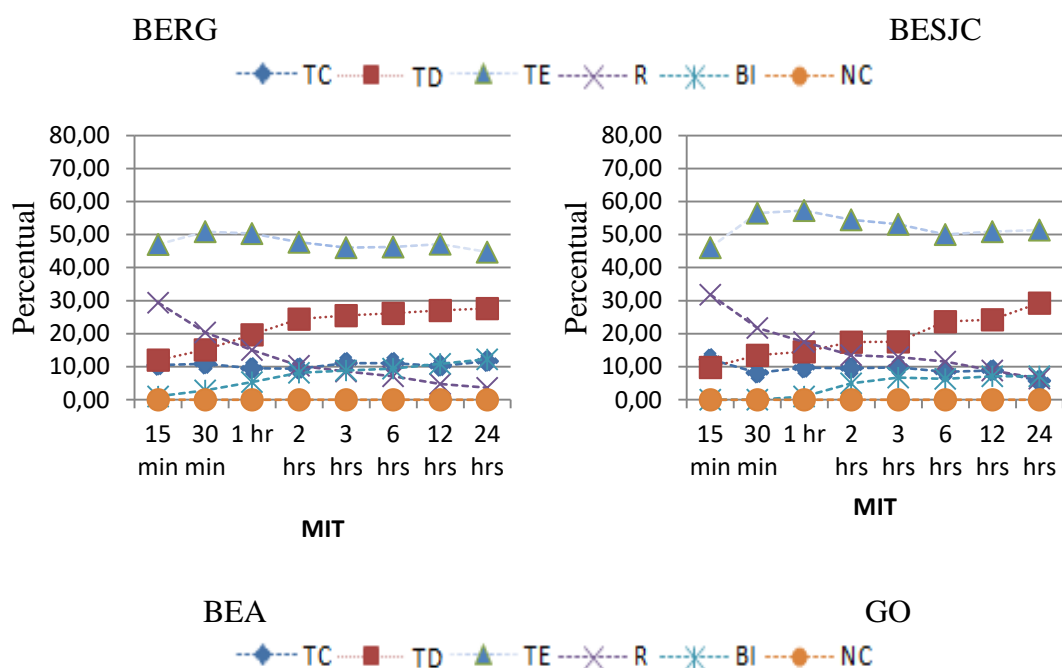
Percebe-se que, para MIT de 30 minutos, a quantidade de eventos retangulares é superior àquela para MIT de 24 horas (reduzindo de 10 a 25%). Essa redução pode ser provocada devido à redução da intensidade em MIT maiores, aumentando a probabilidade de eventos sem picos de intensidade, característico de eventos do tipo retangular.

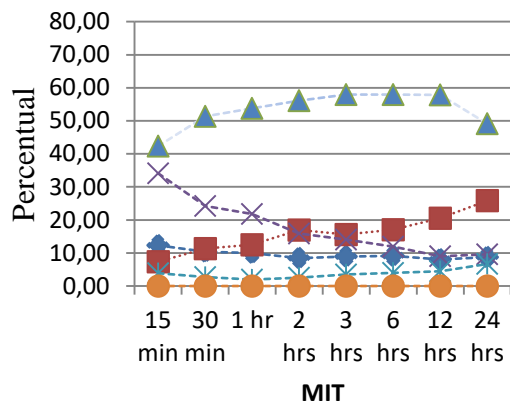
Entretanto, ocorreu um aumento do hietograma tipo bimodal (aumento aproximado de 5%), que pode ser explicado que em MIT maiores podem evidenciar picos distintos por apresentar uma duração maior e espaço vazios entre subeventos.

Observou-se que, para MIT maior, o número de hietograma esquerdo diminuiu (10 a 30%) e o número de hietograma direito aumentou (5 a 20%).

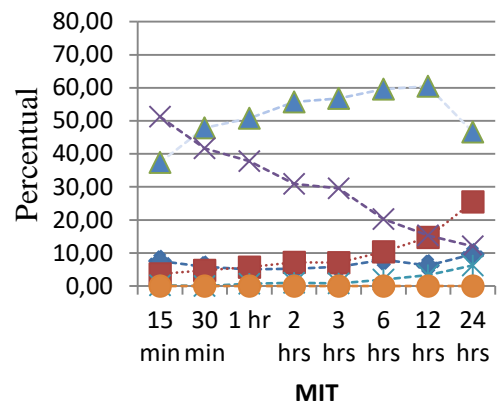
Os eventos do tipo não caracterizado tiveram percentual desprezível. Em algumas bacias, esse número chegou a somente 1% do total de eventos.

A Figura 24 ilustra a classificação de todos os lugares e para todos os MIT's analisados.

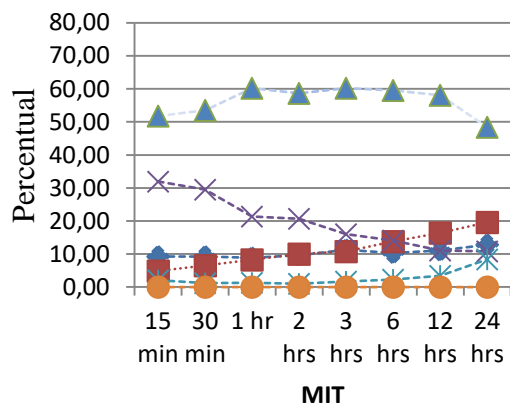




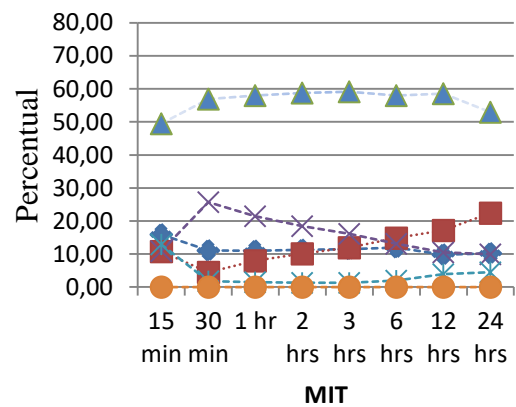
EESC



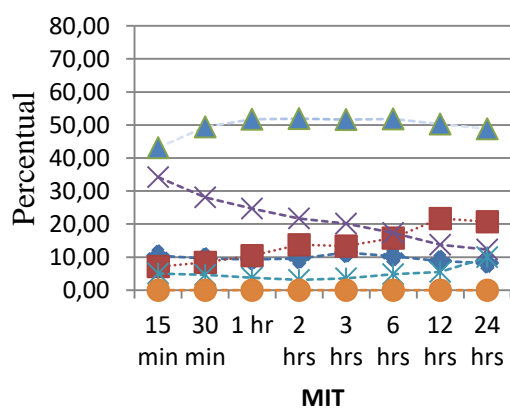
ESALQ



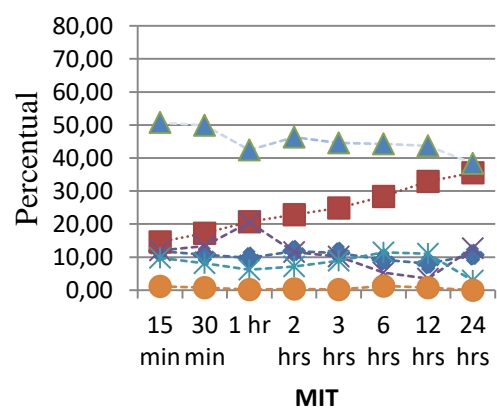
Rebio



UFSM



Asu



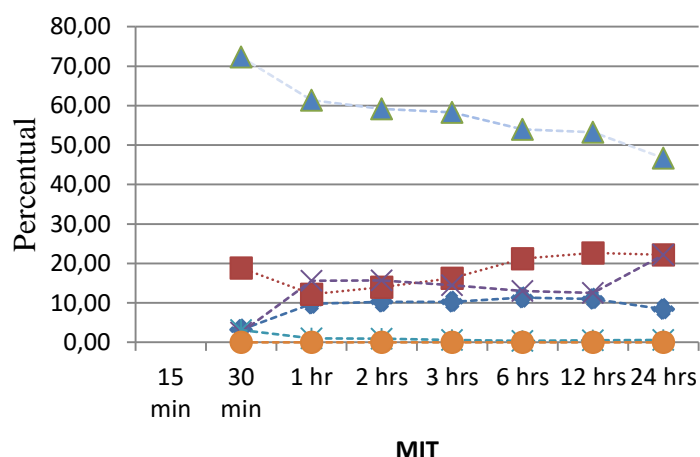


Figura 24– Classes dos hietogramas em função do MIT.

Analisando-se a Figura 24, nota-se que a grande maioria dos eventos são do tipo triangular (esquerdo, central ou direito), da ordem de 60 a 80%, dependendo do local. Isso evidencia a importância da caracterização, pois eventos triangulares necessitam de uma maior atenção devido ao fato da presença de pico de intensidade.

Dos eventos triangulares, pode-se perceber que, independentemente do MIT utilizado, o tipo triangular esquerdo é o que predomina em todas as bacias. Em alguns locais esse tipo de hietograma ultrapassou 50% do total de eventos, resultado semelhante aos estudos realizados por Machado et al. (2017); Machado et al. (2008) e Carvalho (2008), no Rio de Janeiro, onde os autores concluíram que o tipo “pico avançado” era o que mais ocorria na região.

Back (2017), utilizando dados de trinta anos na região de Santa Catarina, região não contemplada nesse estudo, analisou as características das chuvas erosivas e avaliou o padrão de distribuição temporal das chuvas. Os resultados encontrados foram que os eventos avançados correspondem a mais de 50% do total de eventos erosivos da região, e que eventos maiores os eventos triangulares reduzem e o pico passa a se concentrar mais no centro do evento.

Os eventos triangulares à direita que, segundo Jia et al. (2009), tendem a apresentar infiltração acumulativa menor quando comparados aos eventos triangulares à esquerda, tiveram um acréscimo com o aumento do MIT.

Nos maiores valores de MIT observou-se que o percentual do hietograma do tipo bimodal se eleva. A hipótese desse aumento pode ser atribuída ao fato de que, para esses valores de MIT, a duração dos eventos é superior, ocorrendo a presença de dois picos

distintos. Entretanto, mesmo nessas situações, o número relativo desse tipo de hietograma não ultrapassa 15 %.

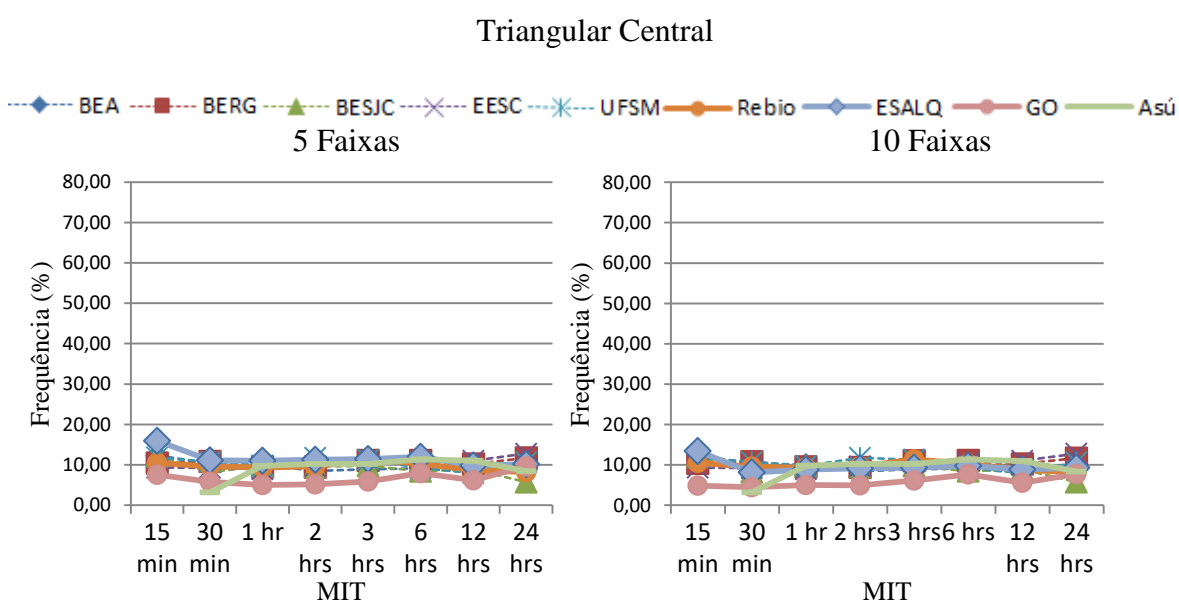
Os eventos retangulares, aqueles com ausência de picos de intensidade, tiveram uma redução com o aumento do MIT. Isso acontece pois, com o aumento de MIT, há maiores intervalos de interrupção de chuva e decréscimo da intensidade de chuva.

Uma vantagem da classificação utilizada é que o percentual de eventos não caracterizados reduziu drasticamente, sendo uma vantagem pois a não caracterização dos eventos pode ocasionar prejuízos para compreensão do comportamento da precipitação local.

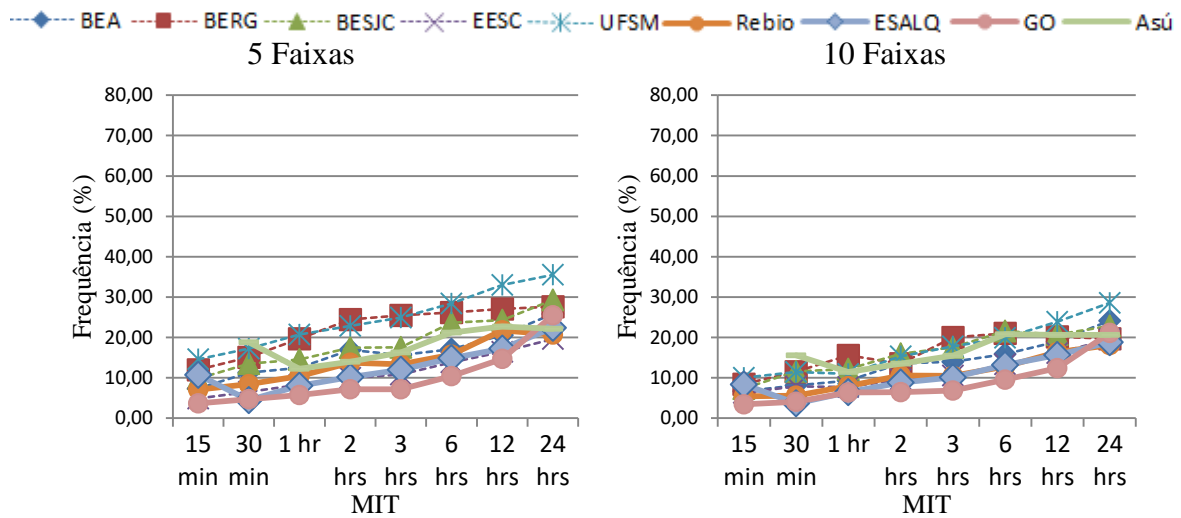
Visualmente, os locais mantiveram sempre os mesmos comportamentos dos hietogramas, independentemente da região climática que ela se localiza, apenas a estação de UFSM tem um comportamento pouco diferente dos demais, fato que pode ser explicado através do comportamento hidrológico da região, que tem como característica apresentar os meses chuvosos e meses secos sem uma grande diferença quantitativa de precipitação. Mehl et al. (2001), em estudo em Santa Maria, também encontraram o pico avançado ou triangular esquerdo como predominante na região. O estudo encontrou 46 % de eventos avançados, 25% intermediários (ou centrais) e 29% atrasados.

5.2.1 Comparação entre divisão em cinco e dez faixas

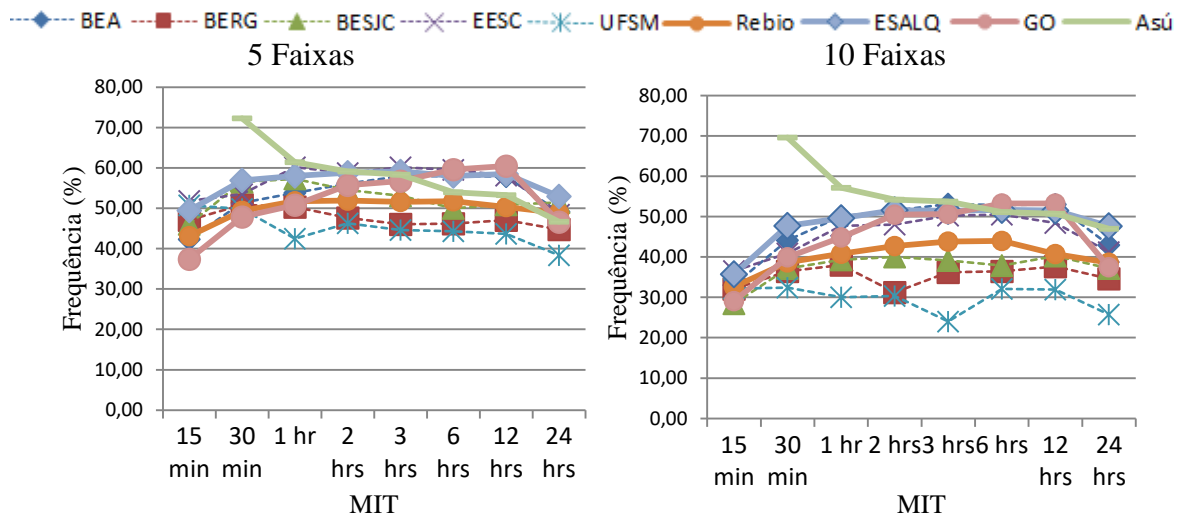
O número de faixas é um critério que pode influenciar na classificação do hietograma. Diante disso, nos resultados da Figura 25 observa-se o comportamento dos hietogramas quando os eventos foram divididos em cinco e dez faixas.



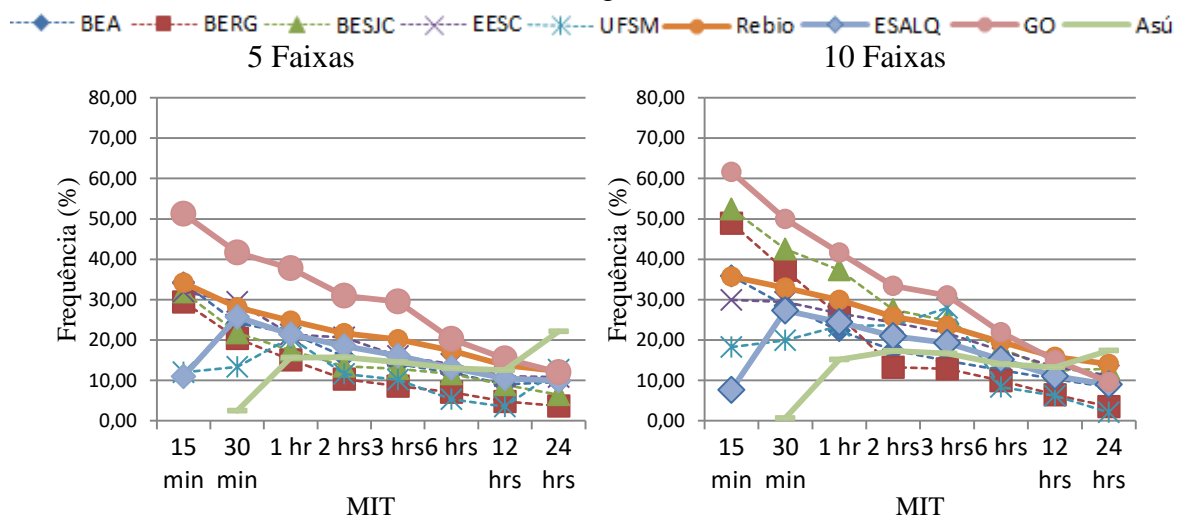
Triangular Direita



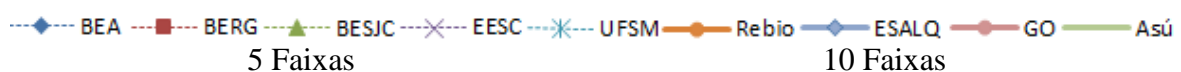
Triangular Esquerdo



Retangular



Bimodal



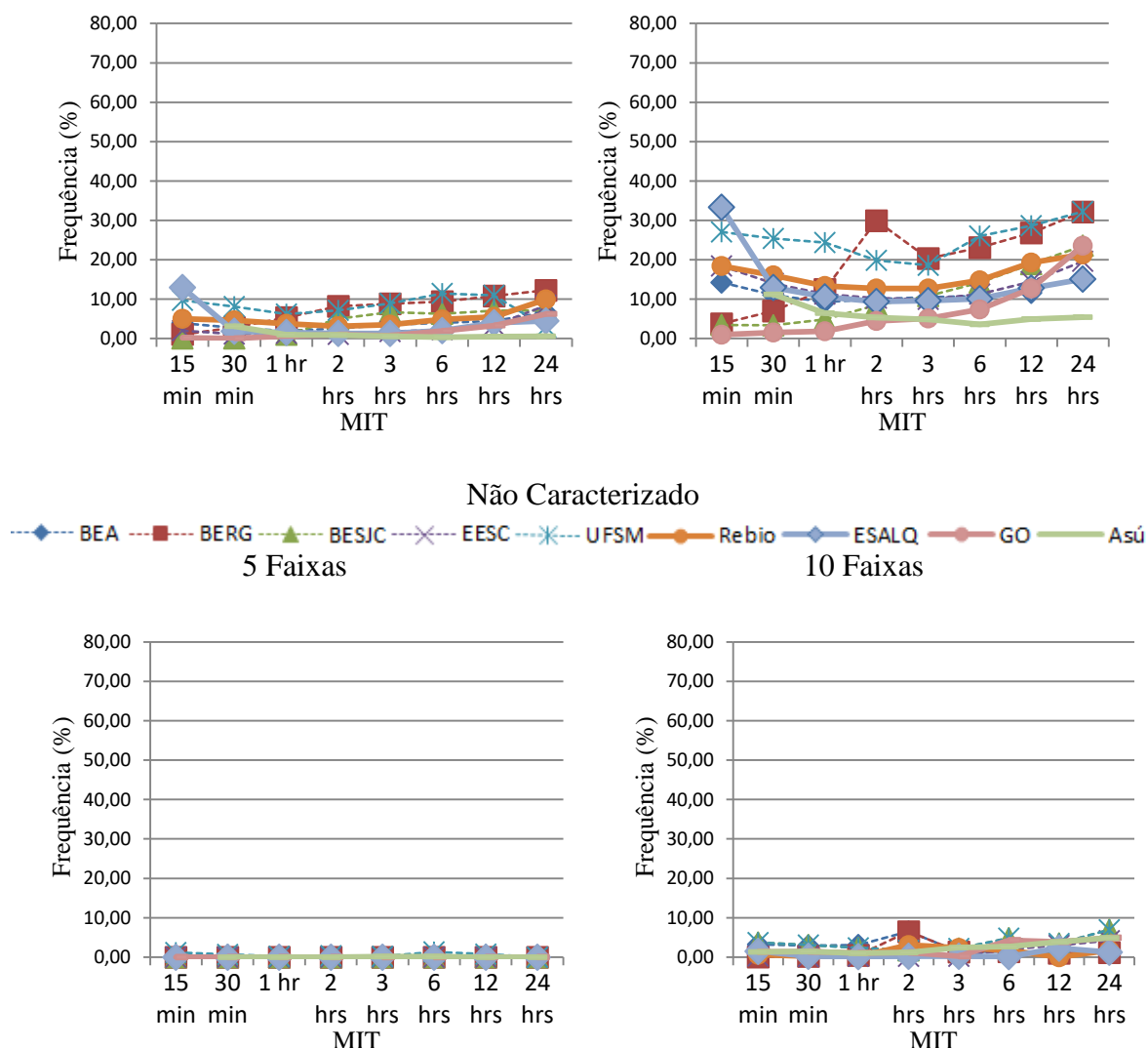


Figura 25 – Frequência de eventos, para faixas de 5 e 10, para classificação dos hietogramas.

O tipo triangular central não variou significativamente entre cinco ou dez faixas, mantendo-se regularmente na faixa dos 10 %. Entretanto, houve algumas mudanças nos outros tipos de hietogramas.

A classificação com cinco faixas não apresentou eventos do tipo “não caracterizado” e na classificação com dez faixas ocorreu um surgimento de até 10 % desse tipo de evento. Isso acontece porque, quando se divide os eventos em dez faixas, pode ocorrer surgimento de 2 ou mais picos de intensidade, típico de eventos que não possui classificação definida, quando a divisão é de somente cinco faixas, esses picos distintos podem se agrupar em uma única faixa.

Houve um pequeno decréscimo nos eventos triangulares direito e esquerdo (aproximadamente 15%), e aumento no tipo bimodal (aproximadamente 20%), a

explicação para tal acontecimento pode ser novamente pelo surgimento de picos de intensidade em faixas distintas, que o processamento em cinco faixas esses picos podem se agrupar.

Os eventos retangulares tiveram o mesmo comportamento, quer com cinco, quer com dez faixas. Entretanto, na classificação com dez faixas verificou-se frequência mais elevada desse tipo de hietograma (10%). A hipótese para explicar isso é que a divisão em mais faixas pode dificultar a classificação em destacar picos de intensidades ao longo do evento chuvoso.

Entretanto, em modo geral, percebe-se que o número de faixas teve pouca influência na classificação do tipo de hietograma, pois mesmo com algumas alterações o tipo triangular é o que tem mais ocorrência.

5.3 Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*)

Foi aplicada a regra do “vizinho mais próximo” para o traçado do dendogramas e posterior distinção dos grupos de variáveis que apresentam características semelhantes, conforme apresentado nas Figuras 26 a 34. Os demais dendogramas encontram-se no Apêndice C.

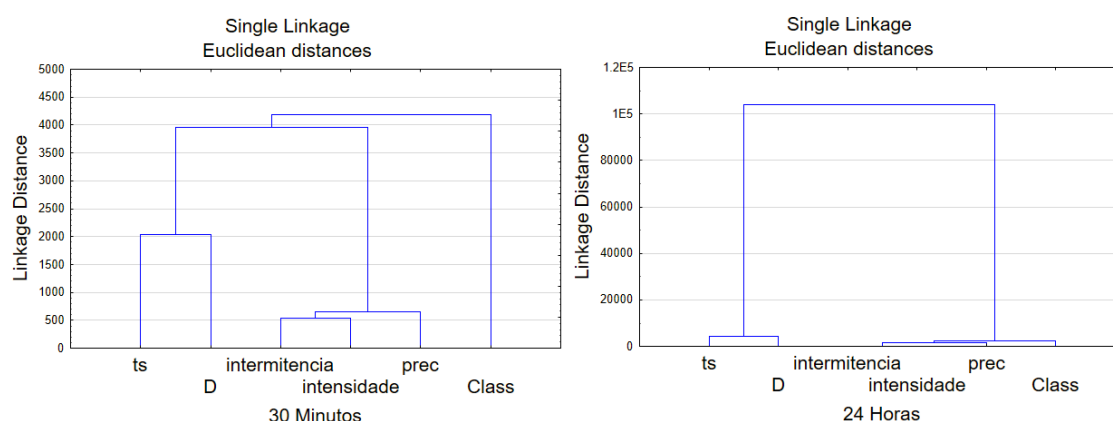


Figura 26–Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na BERG (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas) .

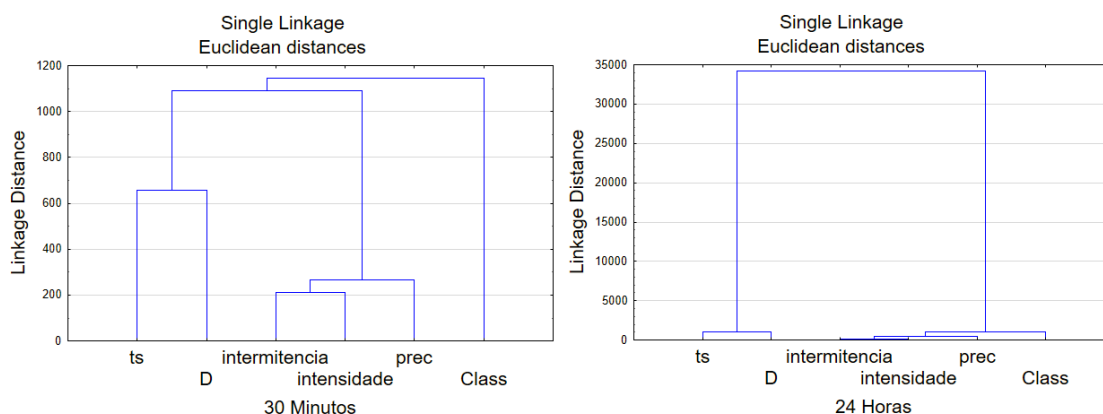


Figura 27 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na BESJC (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

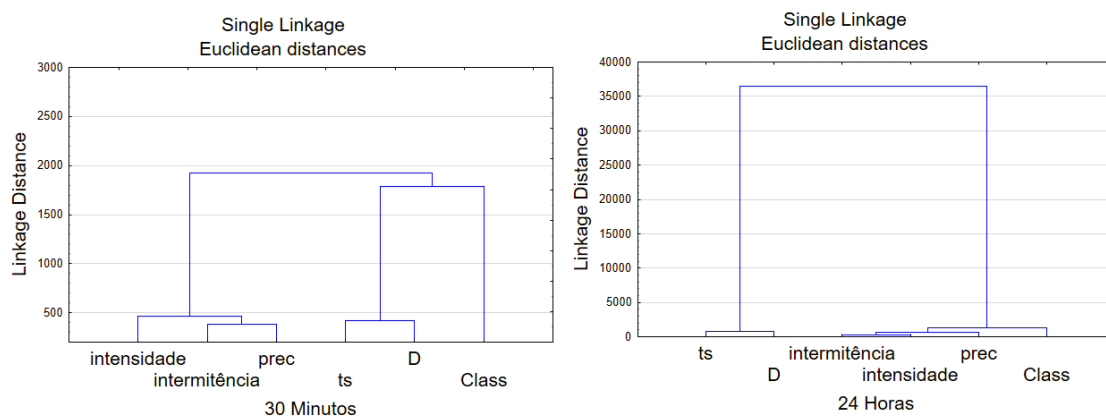


Figura 28 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na BEA (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

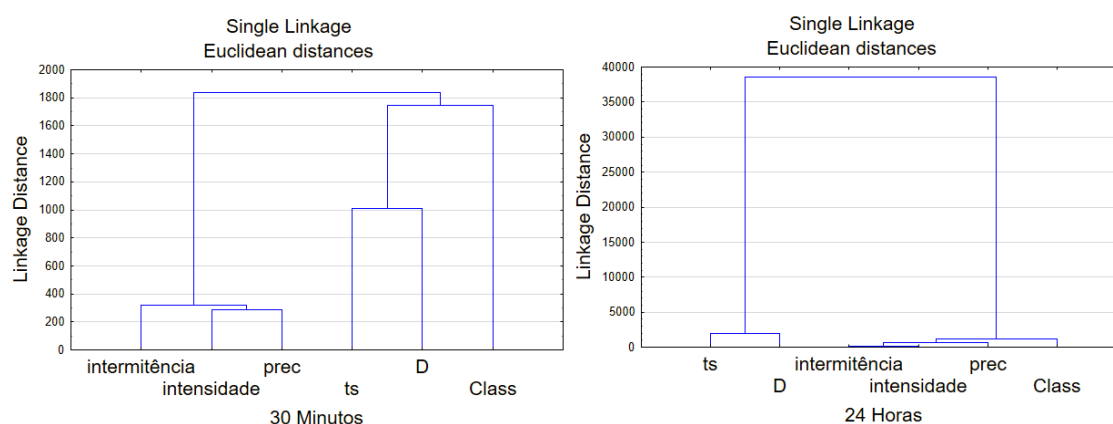


Figura 29 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas em GO (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

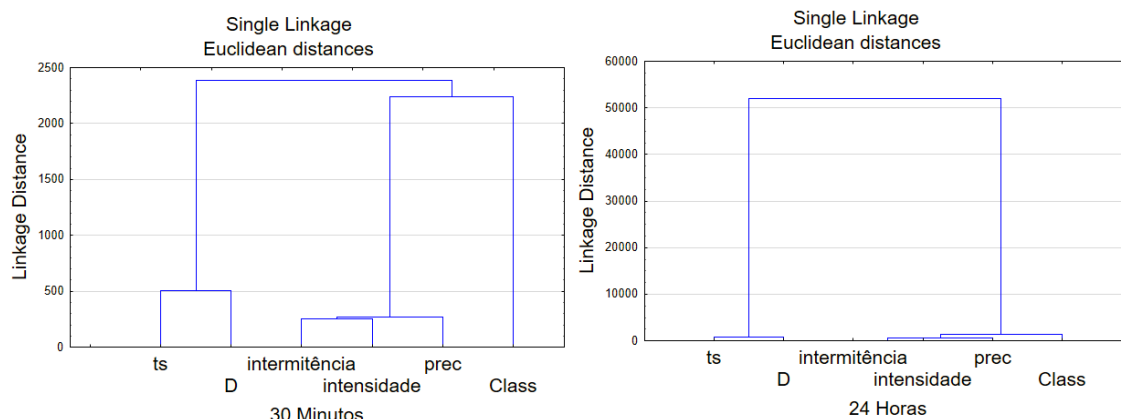


Figura 30 - Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na EESC (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

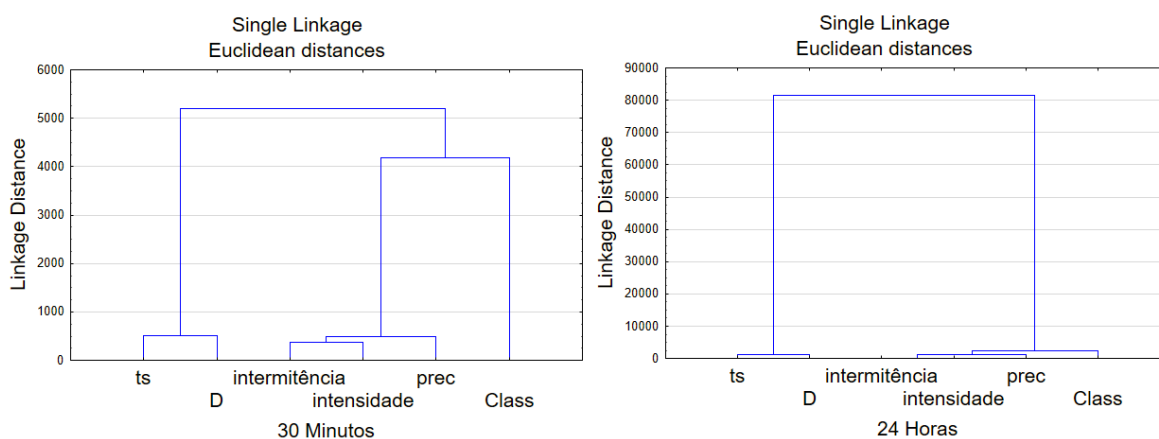


Figura 31 - Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na ESALQ (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

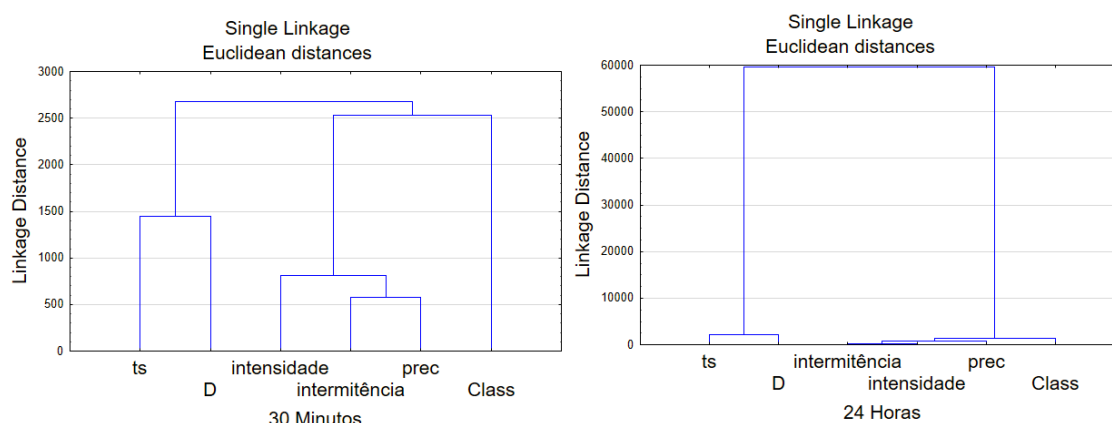


Figura 32 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na Rebio Jaru (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

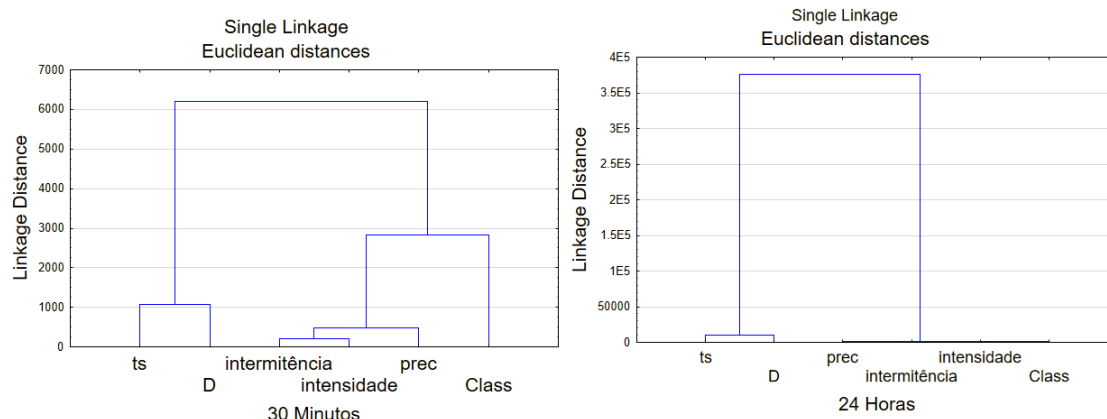


Figura 33 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na UFSM (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

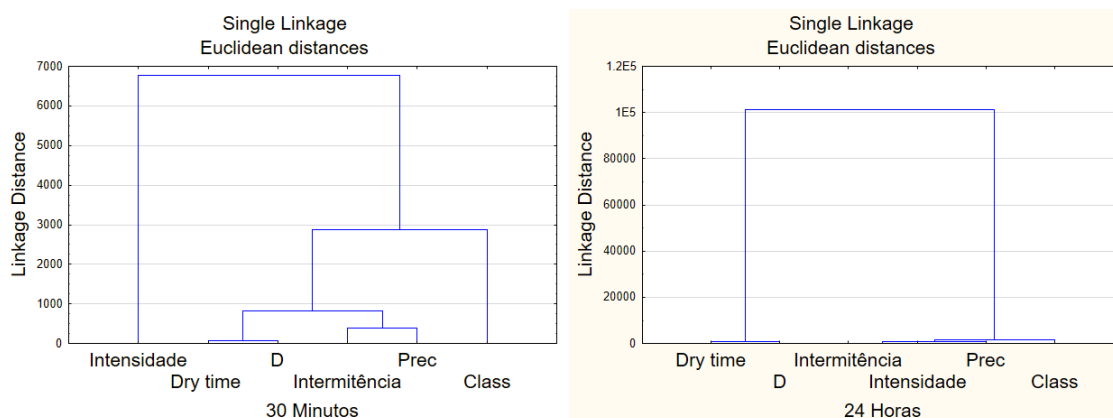


Figura 34 -Dendogramas resultante da análise de agrupamento das variáveis pelo método Single Linkage com o MIT de 30minutos e 24 horas na Asú (Ts - Tempo seco; D – Duração; prec – total precipitado; Class – Classificação dos hietogramas).

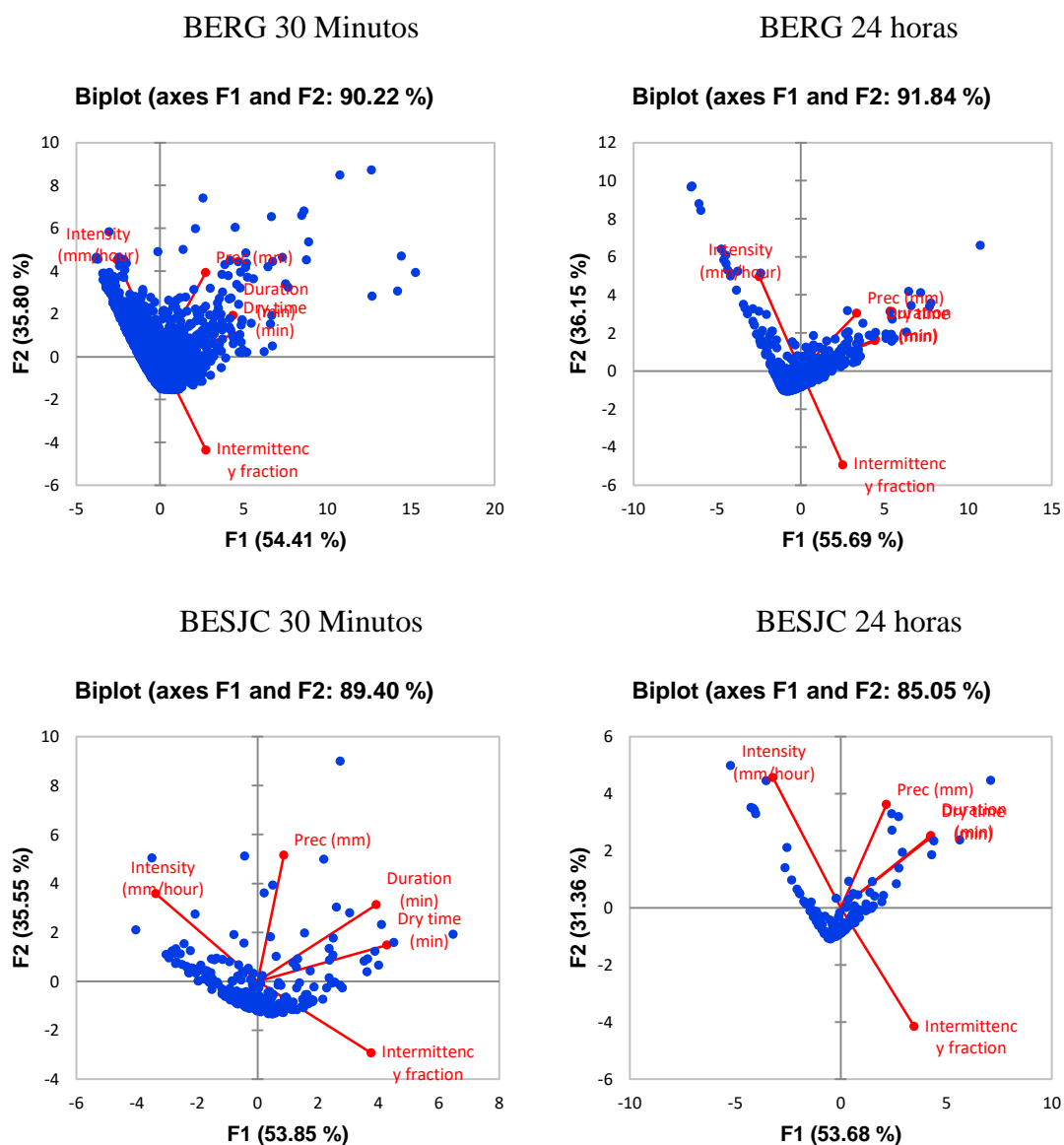
As Figuras anteriores apresentamas associações das principais propriedades dos eventos chuvosos. As variáveis de tempo seco e a duração do evento foram claramente agrupadas e sugerem uma interdependência entre elas. Além disso, foi identificada uma relação entre das intensidades dos eventos e a fração de intermitência, e elas com o total precipitado.

De um modo geral, os agrupamentos (*clusters*) foram os mesmos, independentemente do MIT. No entanto, quando comparado os dendogramas com o MIT maiores, as distâncias foram bem superiores, indicando um afastamento entre os grupos.

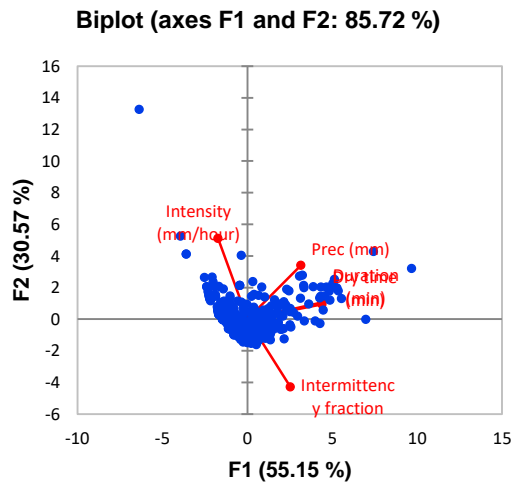
Não foi possível verificar uma interdependência entre a classificação dos hietograma com alguma propriedade estudada nesse estudo, sugerindo que possa ocorrer outras propriedades que explicam melhor o grupo dos hietogramas.

5.4 Análise de Componentes Principais

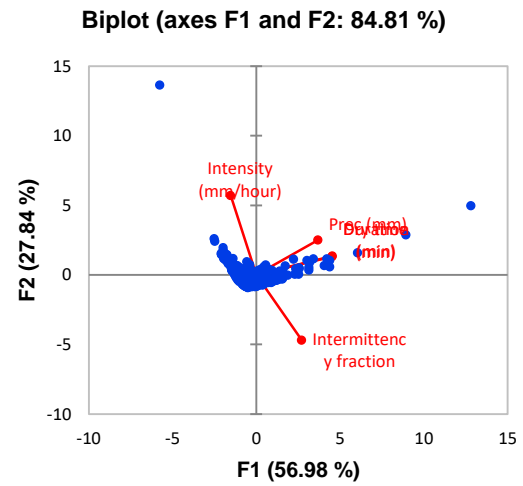
A Análise dos Componentes Principais das séries temporais de precipitação permitiu extrair informações importantes sobre o regime de chuvas das bacias em estudo como demonstrado na Figura 35.



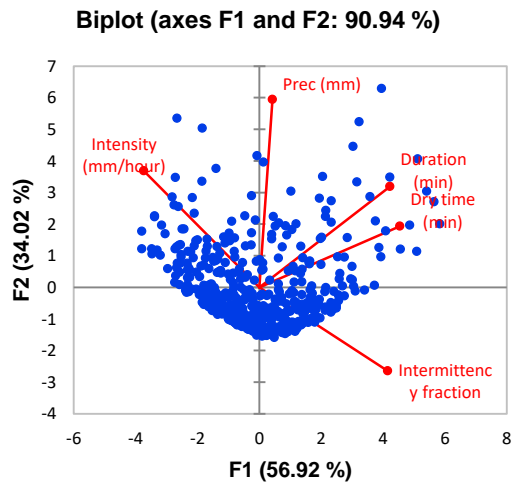
BEA 30 Minutos



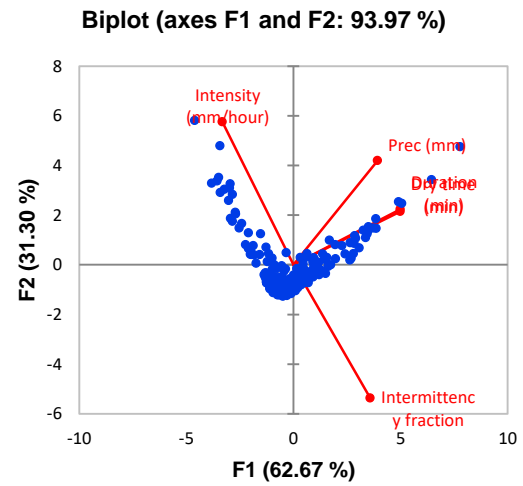
BEA 24 horas



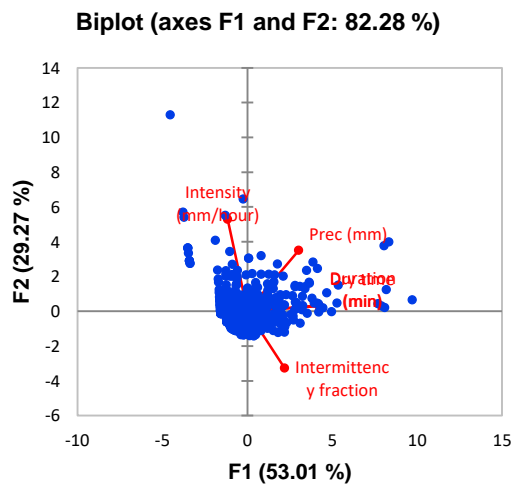
GO 30 Minutos



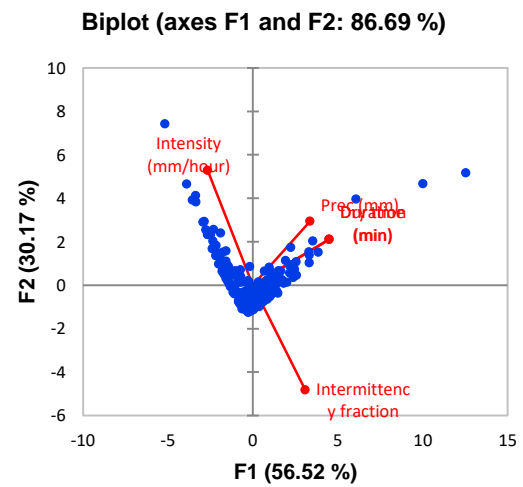
GO 24 horas



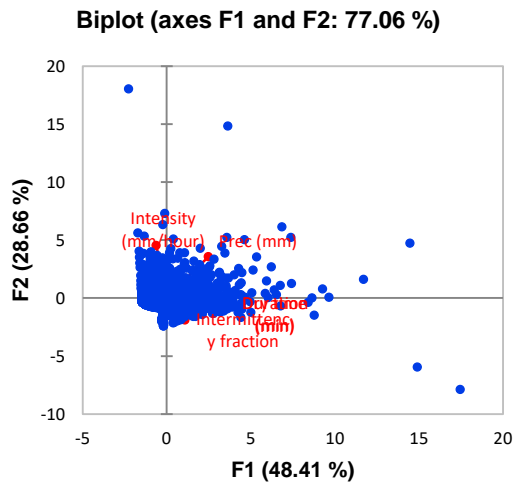
EESC 30 Minutos



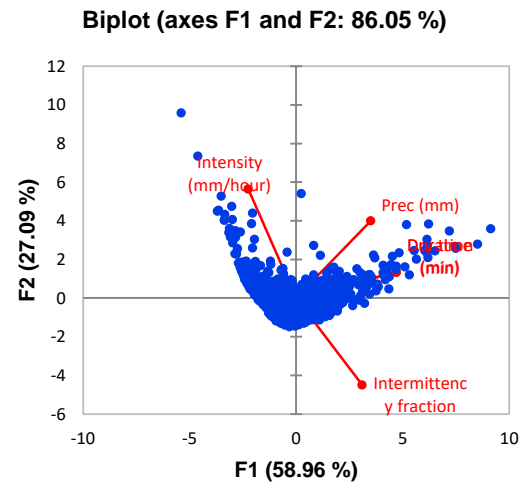
EESC 24 horas



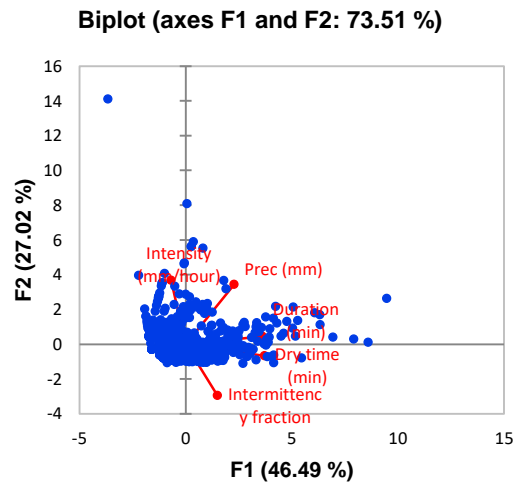
ESALQ 30 Minutos



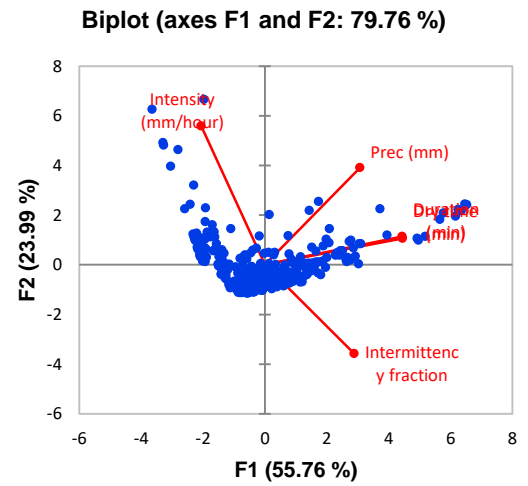
ESALQ 24 horas



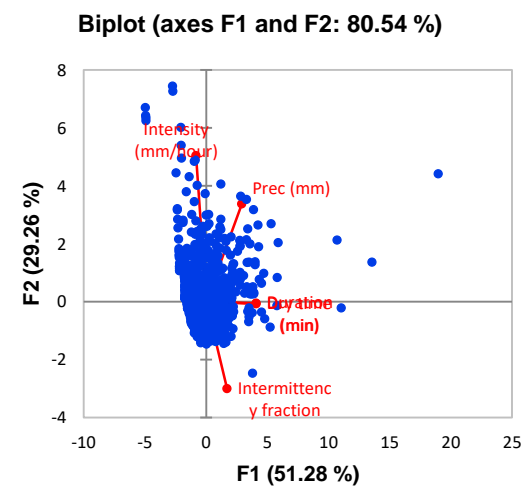
Rebio Jaru 30 Minutos



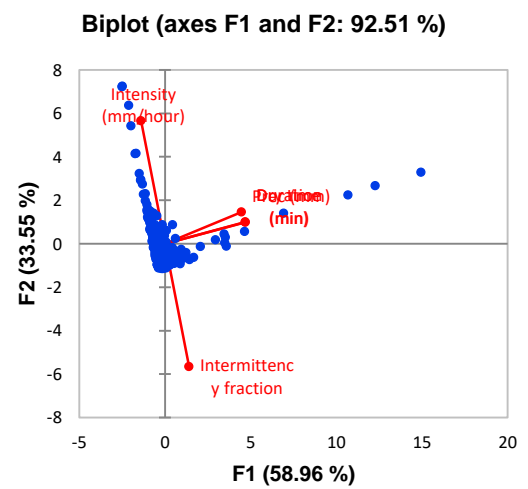
Rebio Jaru 24 horas



UFSM 30 Minutos



UFSM 24 horas



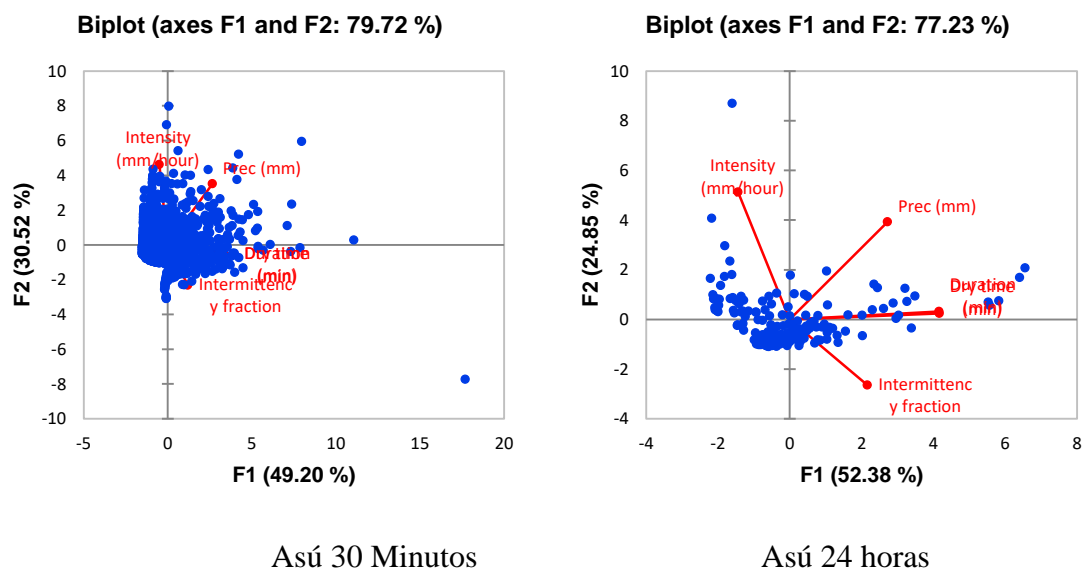


Figura 35 - Análise de Componentes Principais com MIT de 30 min e 24 horas.

Em todas as bacias estudadas, a Análise de Componentes Principais (ACP) resultou em duas componentes principais (CP1) e (CP2) que conseguem explicar aproximadamente 80% da variação total dos dados e possuíam autovalores iguais ou maiores que 1. Segundo Artes (1998) o número de componentes é estipulado de modo que o conjunto explique uma fração predefinida da variabilidade global, com um nível de explicação de, pelo menos, 70% da variabilidade total dos dados. Sendo assim, somente duas componentes já foram suficiente para explicar a variabilidade dos dados.

Percebe-se que o número de eventos como já foi citado é menor no MIT de 24 horas, portanto ocorreu a redução dos pontos na análise de componentes no MIT de 24 horas. Ao se comparar o MIT maior e o menor pode-se observar que, os pontos foram mais dispersos no MIT menor, mostrando uma maior variabilidade das propriedades dos eventos chuvosos.

Sobre as propriedades analisadas, independentemente da localidade, a fração de intermitência contribui de forma negativa na componente 2 e de forma positiva na componente 1, ao contrário da intensidade que contribui positiva na componente 2 e negativa na componente 1, as demais propriedades contribuíram de forma positiva em ambas componentes.

As duas componentes principais estão apresentadas na **Tabela 14**.

Tabela 14 - Componentes principais de todas localidades.

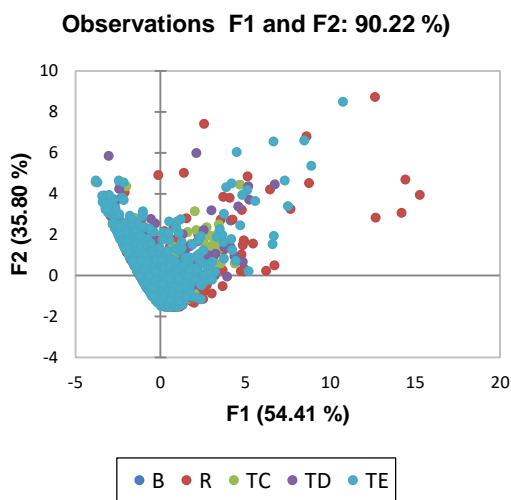
Resumo	1º Fator (Variável	1º Fator (Variável	2º Fator (Variável	2º Fator (Variável
--------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

	Principal)	Secundária)	Principal)	Secundária)
BEA	Duração	Tempo Seco	Intensidade	Intermitência
BERG	Duração	Tempo Seco	Intensidade	Intermitência
BESJC	Tempo Seco	Duração	Precipitação	Intensidade
EESC	Duração	Tempo Seco	Intensidade	Intermitência
GO	Tempo Seco	Duração	Precipitação	Intensidade
ESALQ	Tempo Seco	Duração	Intensidade	Precipitação
REBIO	Tempo Seco	Duração	Precipitação	Intensidade
UFSM	Tempo Seco	Duração	Intensidade	Precipitação
Asú	Tempo Seco	Duração	Precipitação	Intensidade

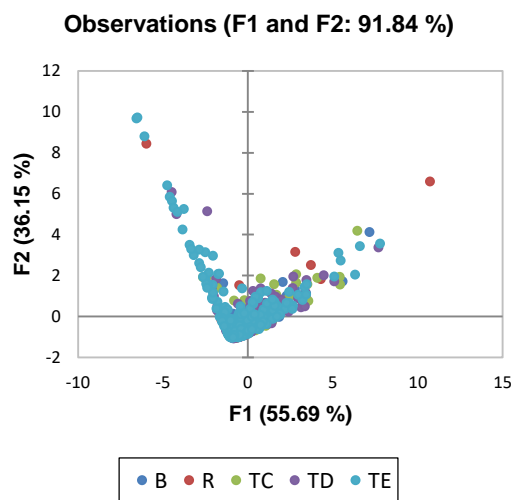
Pode-se observar que a componente principal foi explicada, principalmente, pela duração ou pelo tempo seco, e a segunda componente a intensidade e o total precipitado.

A seguir, a Figura 36 ilustrou os hietogramas (triangular esquerdo, direito, central, bimodal, e retangular) na análise dos componentes principais, com o objetivo de verificar o comportamento deles, observando se determinado hietograma pertencia algum padrão se diferenciando de outra classificação.

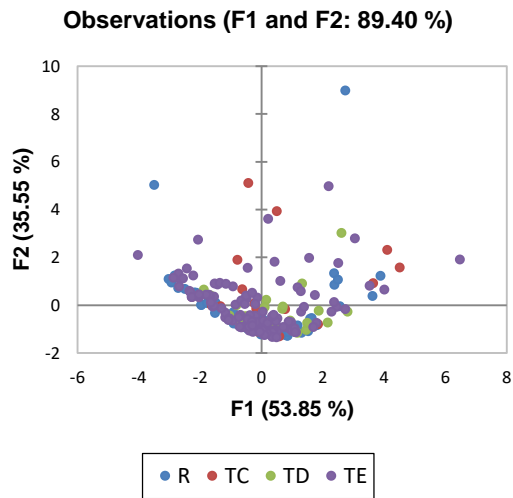
BERG 30 Minutos



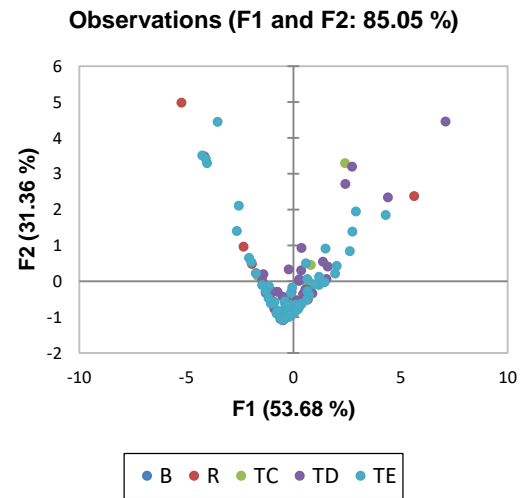
BERG 24 horas



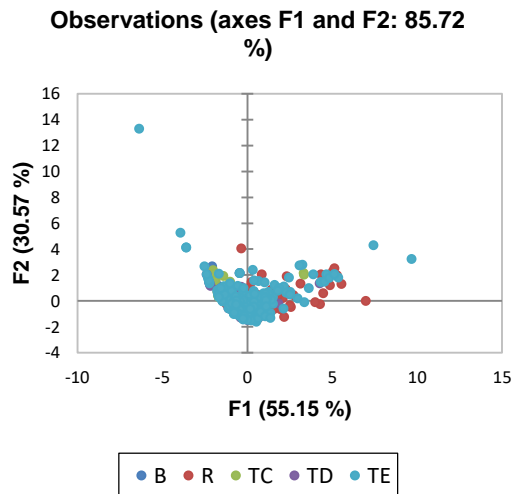
BESJC 30 Minutos



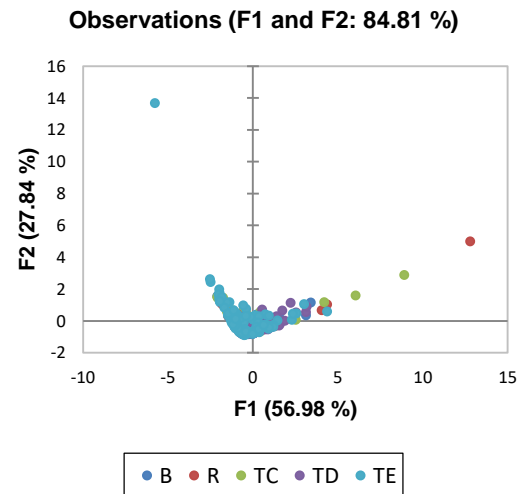
BESJC 24 horas



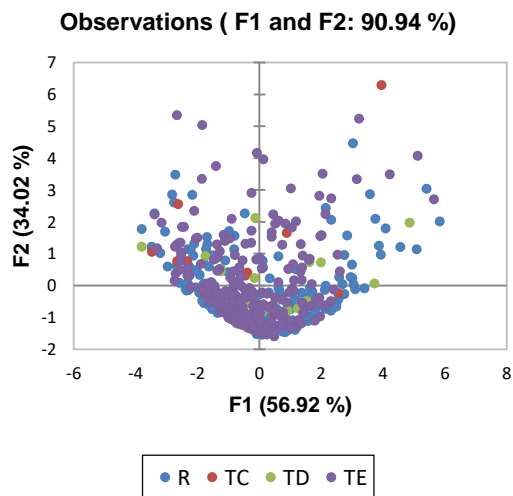
BEA 30 Minutos



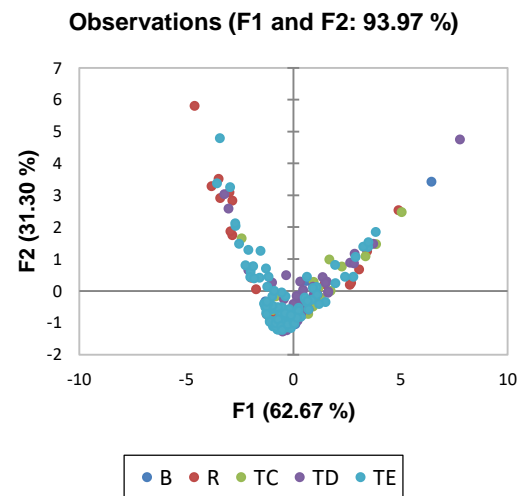
BEA 24 horas



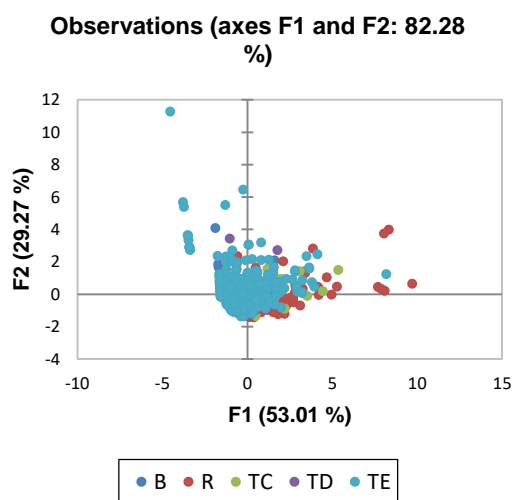
GO 30 Minutos



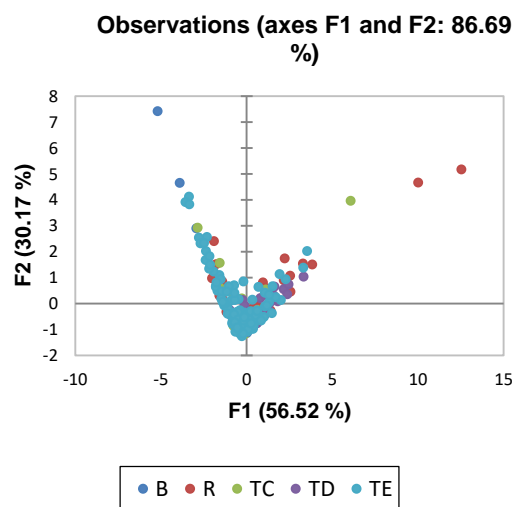
GO 24 horas



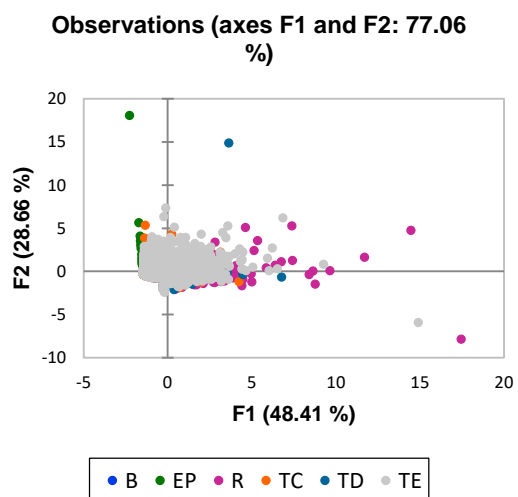
EESC 30 Minutos



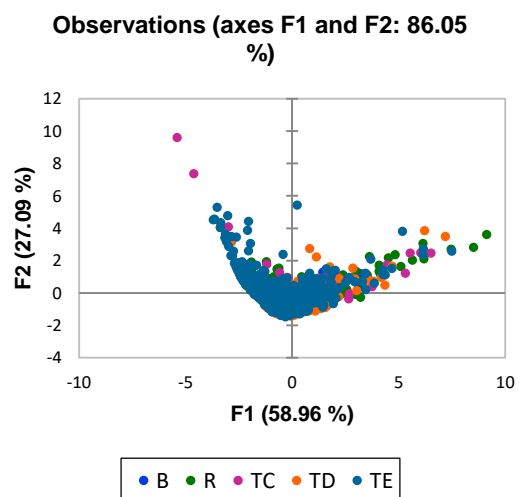
EESC 24 horas



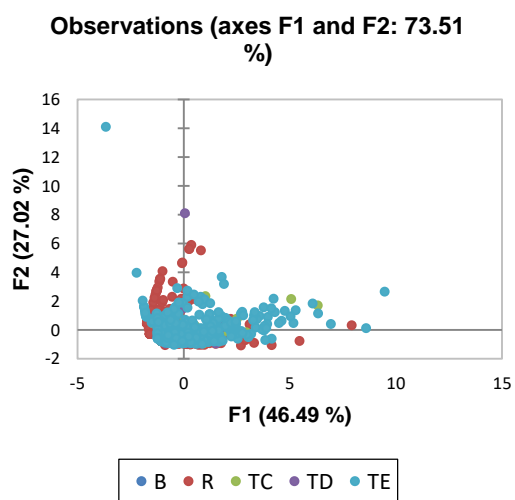
ESALQ 30 Minutos



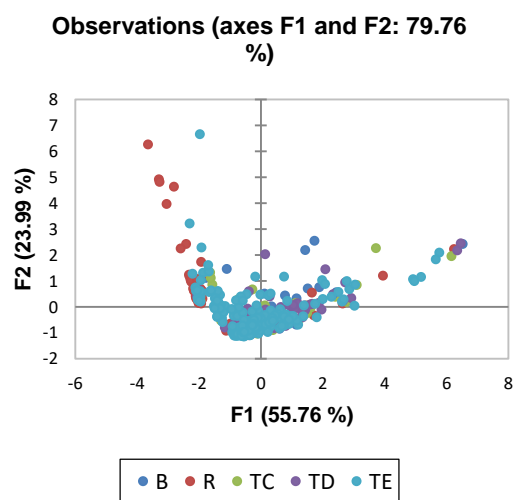
ESALQ 24 horas

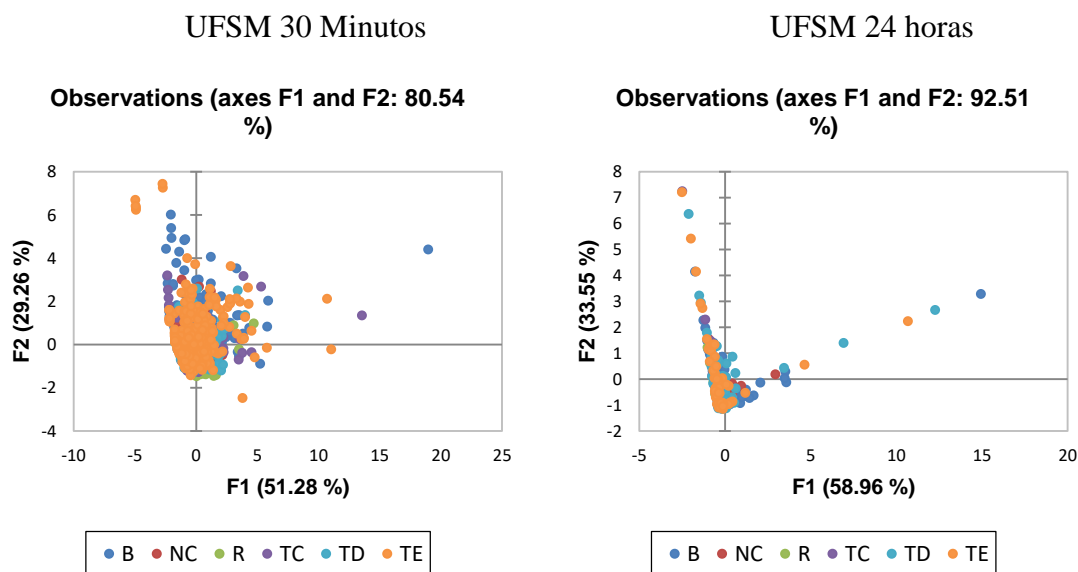


Rebio Jaru 30 Minutos



Rebio Jaru 24 horas





Asú 30 Minutos Asú 24 horas

Figura 36 - Destaque dos hietogramas na análise das componentes principais com MIT de 30 min e 24 horas.

A Análise dos Componentes Principais (ACP) é um método estatístico linear que permite analisar os padrões principais de variabilidade presentes (apêndice D), entretantonão foi possível verificar diferenças entre os hietogramas. Em hipótese, por exemplo, anterior a aplicação do teste esperava-se que as classes dos hietogramas se separariam. Entretanto, os eventos triangulares, retangulares ou bimodais se mostraram homogêneos. Portanto, a aplicação desse teste com outras variáveis poderia explicar melhor a classificação.

5.5 Comparação entre os hietogramas com as classes de intensidade duração e total precipitado.

Esse subtópico dos resultados descreve análises comparativas entre os hietogramas com algumas propriedades de um evento chuvoso, na busca de encontrar relação entre algum tipo de hietograma com as classes sugeridas por Tokay e Short (1996) e classes do INMET.

Essa análise inicial, ilustrada pela Figura 37, foi baseada somente na comparação do MIT com as classes de Tokay e Short (1996).



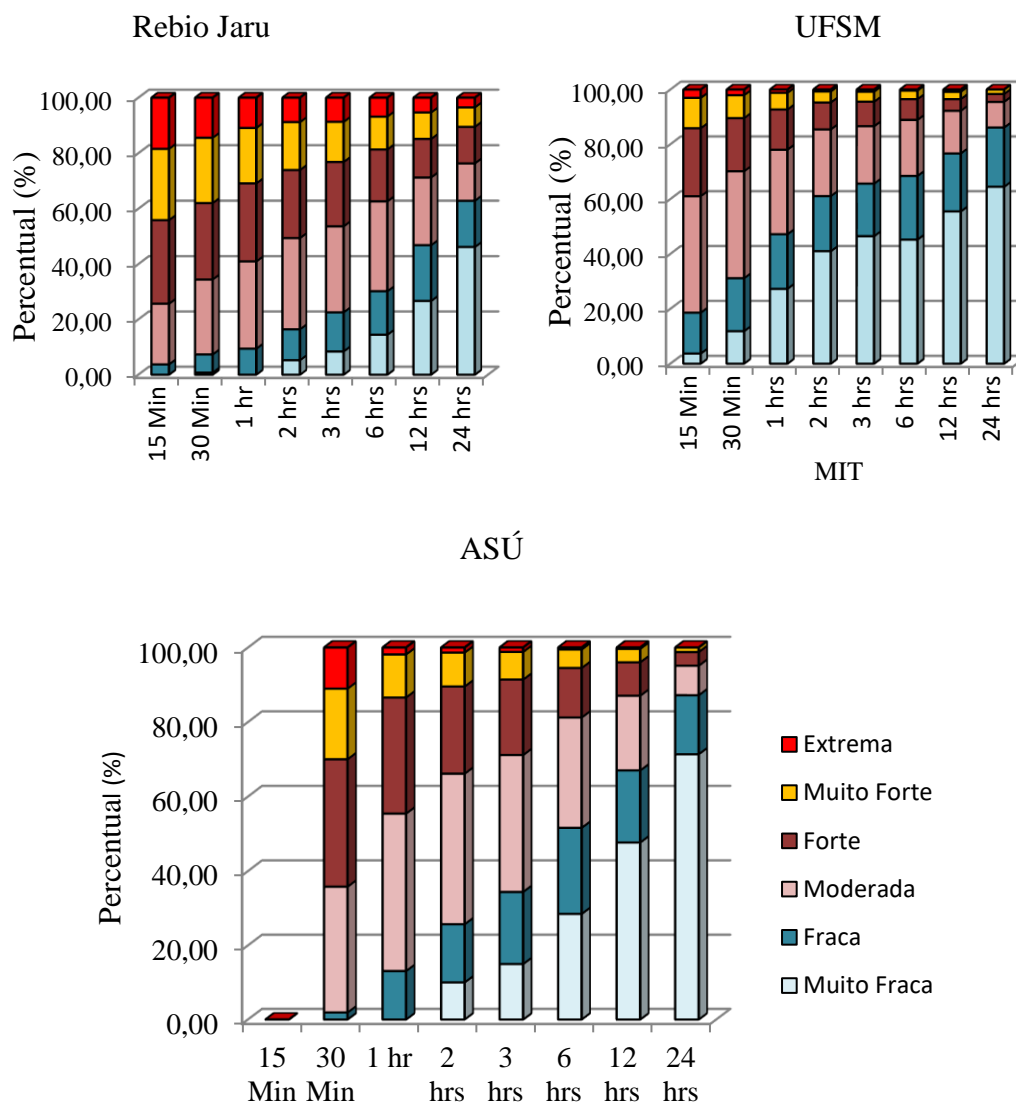


Figura 37 - Comparação entre a classificação das intensidades de acordo com Tokay e Short (1996) em função do MIT.

As classes de intensidades sugeridas por Tokay e Short (1996) evidenciam que valores menores de MIT apresentam uma maior quantidade de eventos extremos e muito forte, e que com o aumento do MIT o número de eventos extremos reduz. É perceptível ainda um aumento de eventos fracos e muito fracos. Esses comportamentos concordam novamente com o estudo de Dunkerley (2008), que demonstrou em seu estudo que a intensidade média diminuiu em 46% com o aumento do MIT. Outra característica importante é que a estação de UFSM apresenta menor percentual (comparado às demais bacias) de eventos extremos e muito fortes, indicando eventos com baixa intensidade.

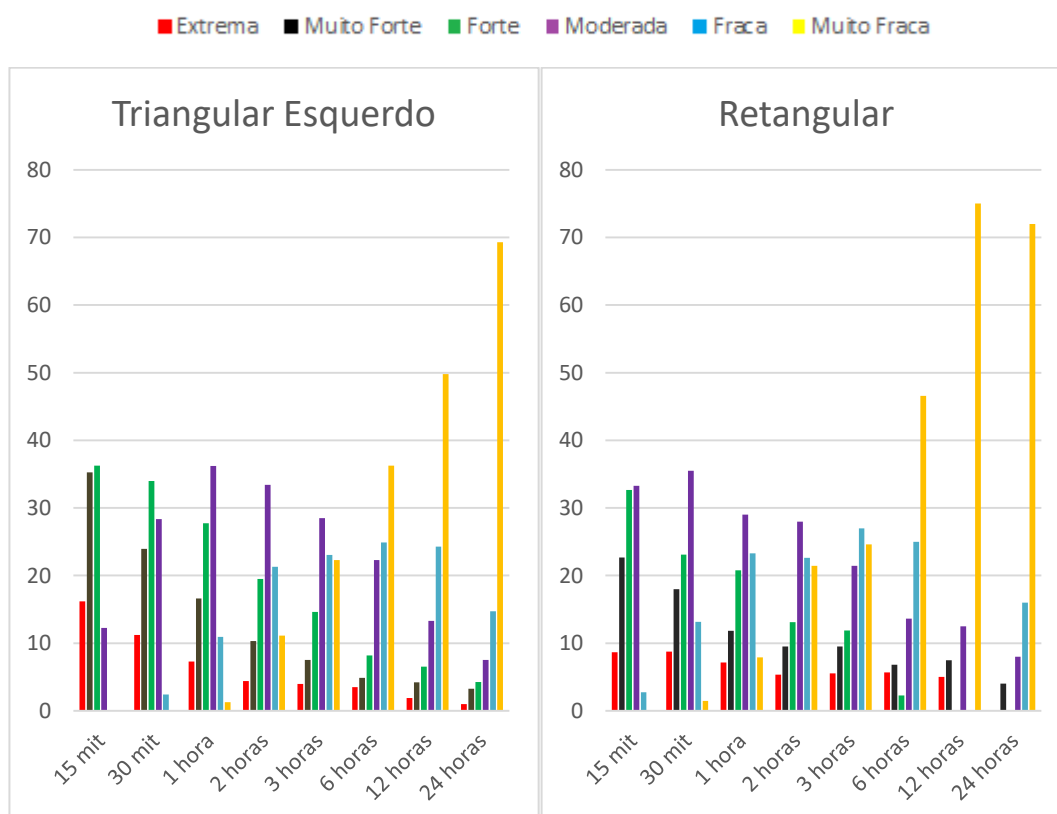
As estações do semiárido nordestino (BEA e BESJC), além da Rebio Jaru e a estação de Goiânia, apresentaram um crescimento menos acentuado (aproximadamente

40%) de eventos fracos e muito fracos comparado aos demais lugares (aproximadamente 60 %). Nessas estações, os eventos extremos e fortes apresentaram valores mais altos (aproximadamente 20%) para MIT de 15 minutos. Nas demais estações, os eventos chuvosos de alta intensidade apresentaram média de 10 mm.h¹. Sendo assim, essas quatro estações têm característica de eventos com altas intensidades, como pode ser verificado na Tabela 9.

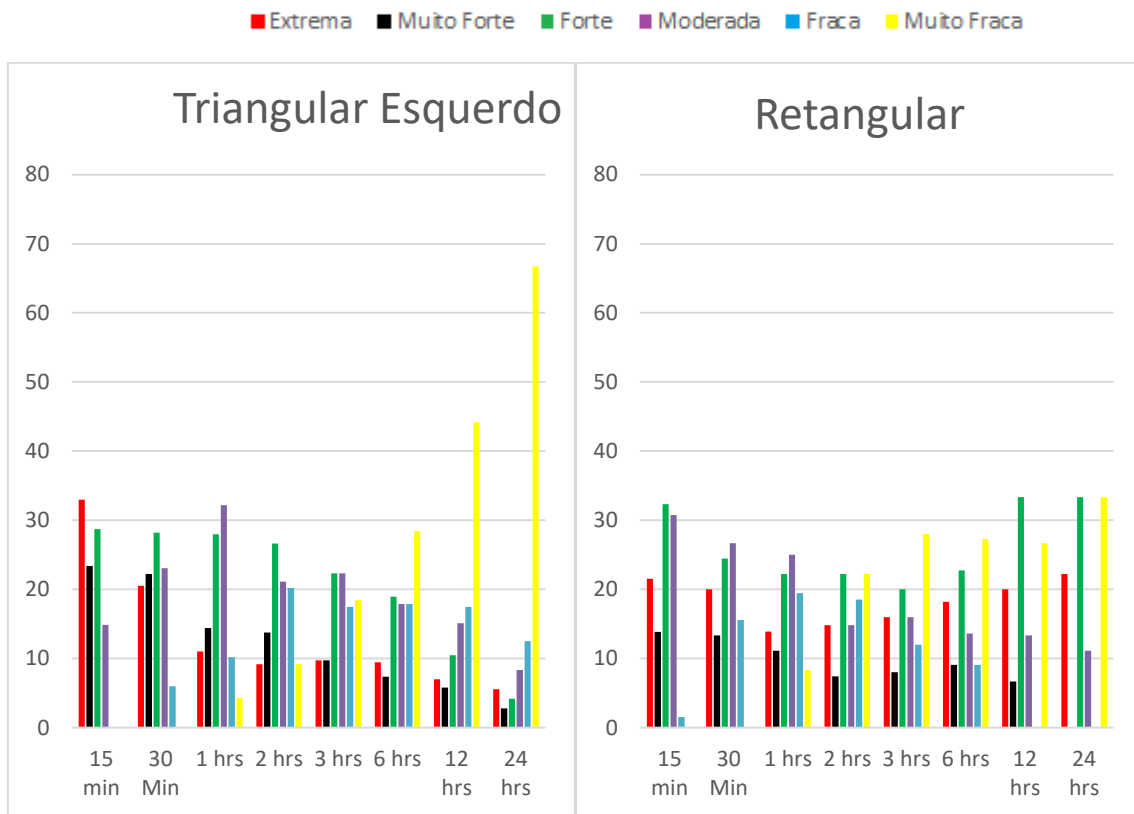
Por fim, ressalta-se que para a estação Asú não foi possível a análise com MIT 15 minutos, pois os dados eram registrados pelo pluviômetro a cada 30 minutos.

A seguir, a Figura 38 ilustra a comparação entre as características de eventos triangulares esquerdo e retangulares com a classificação de Tokay e Short (1996). A escolha ilustrativa desses dois hietogramas ocorreu devido ao fato de comparar um hietograma que apresenta pico e que é o que mais frequente na classificação com um hietograma que não apresenta picos, os demais hietogramas estão descritos no Apêndice E.

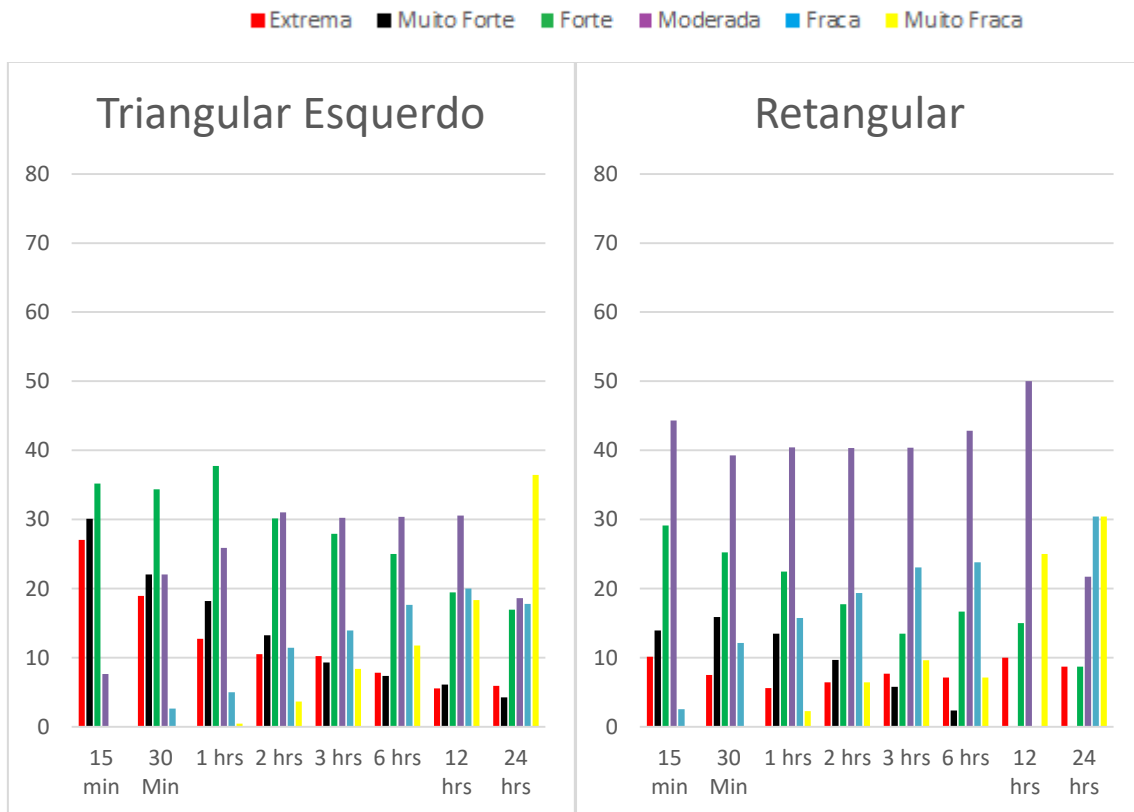
BERG



BESJC

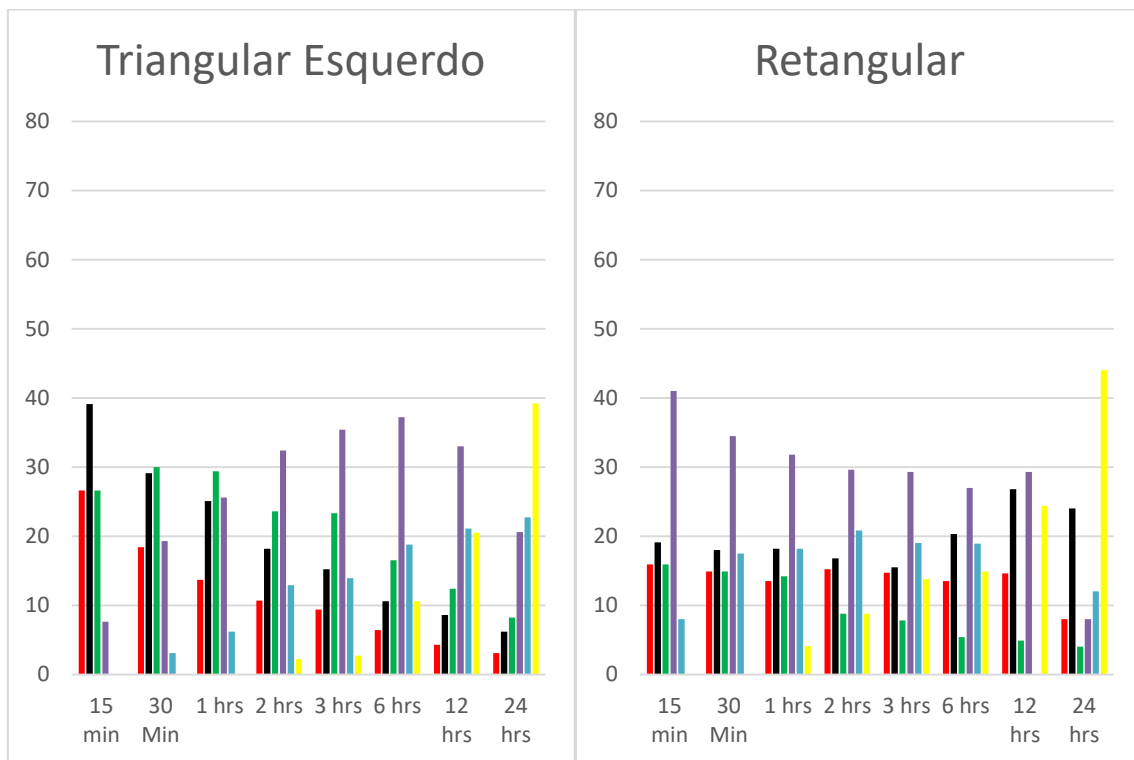


BEA



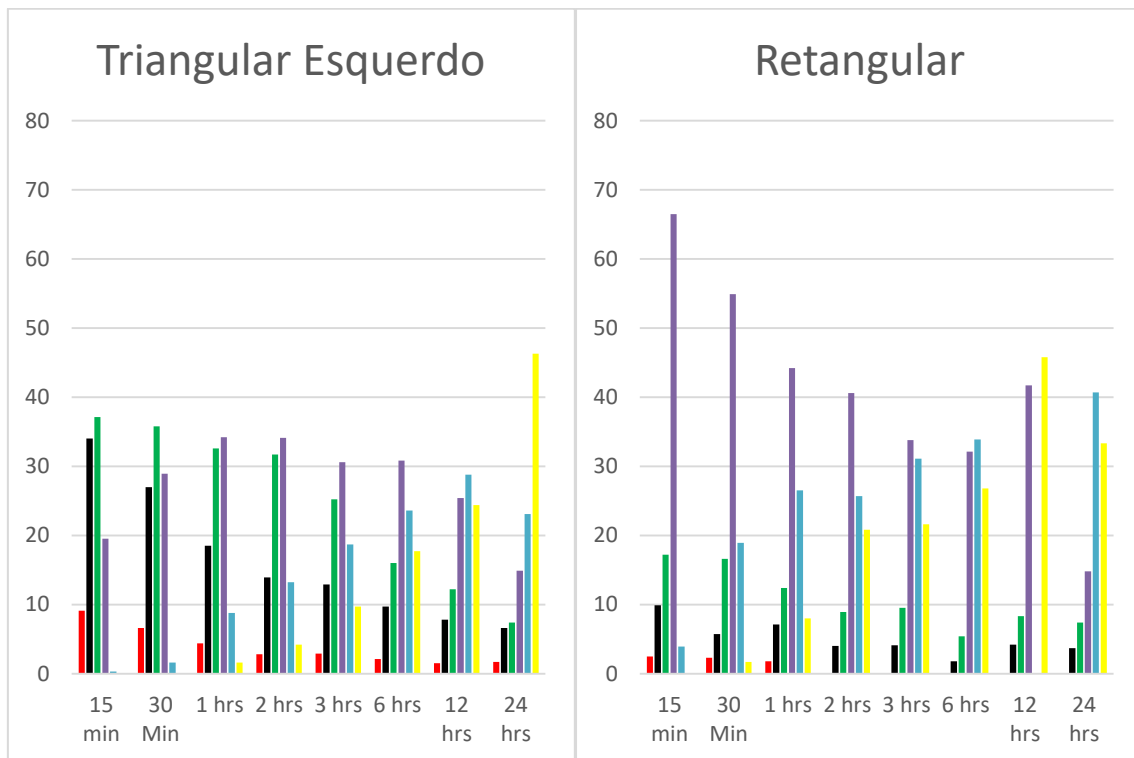
GO

■ Extrema ■ Muito Forte ■ Forte ■ Moderada ■ Fraca ■ Muito Fraca



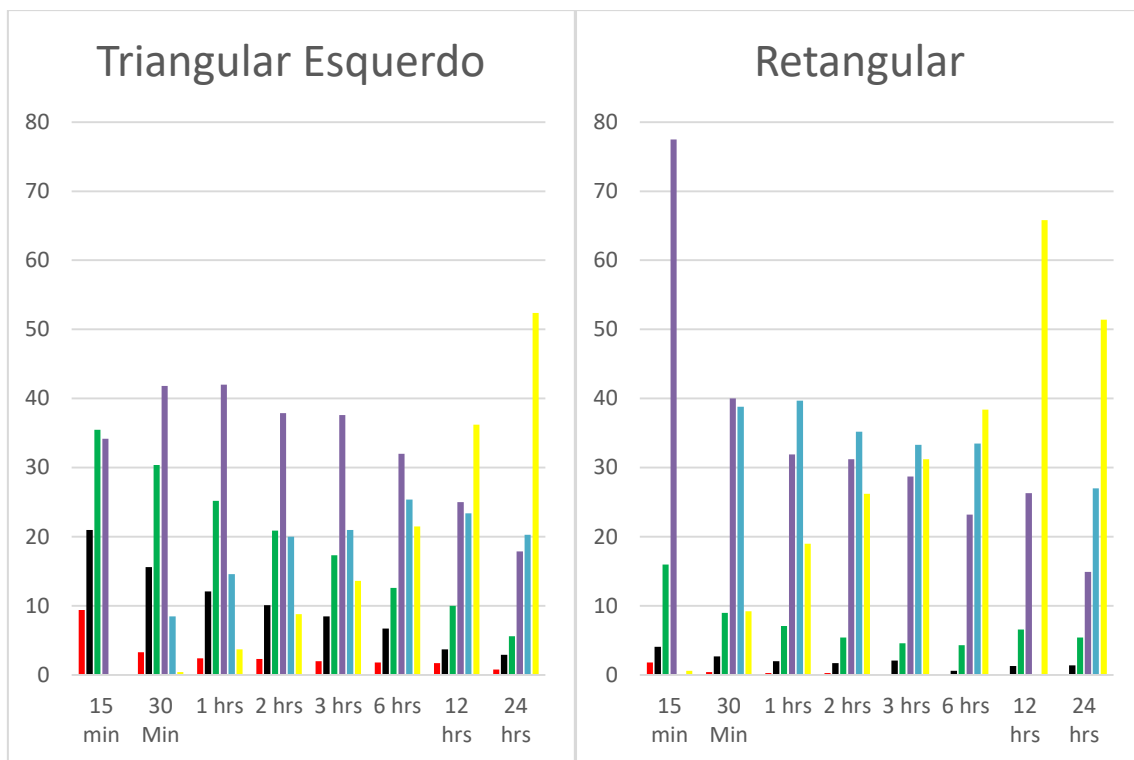
EESC

■ Extrema ■ Muito Forte ■ Forte ■ Moderada ■ Fraca ■ Muito Fraca



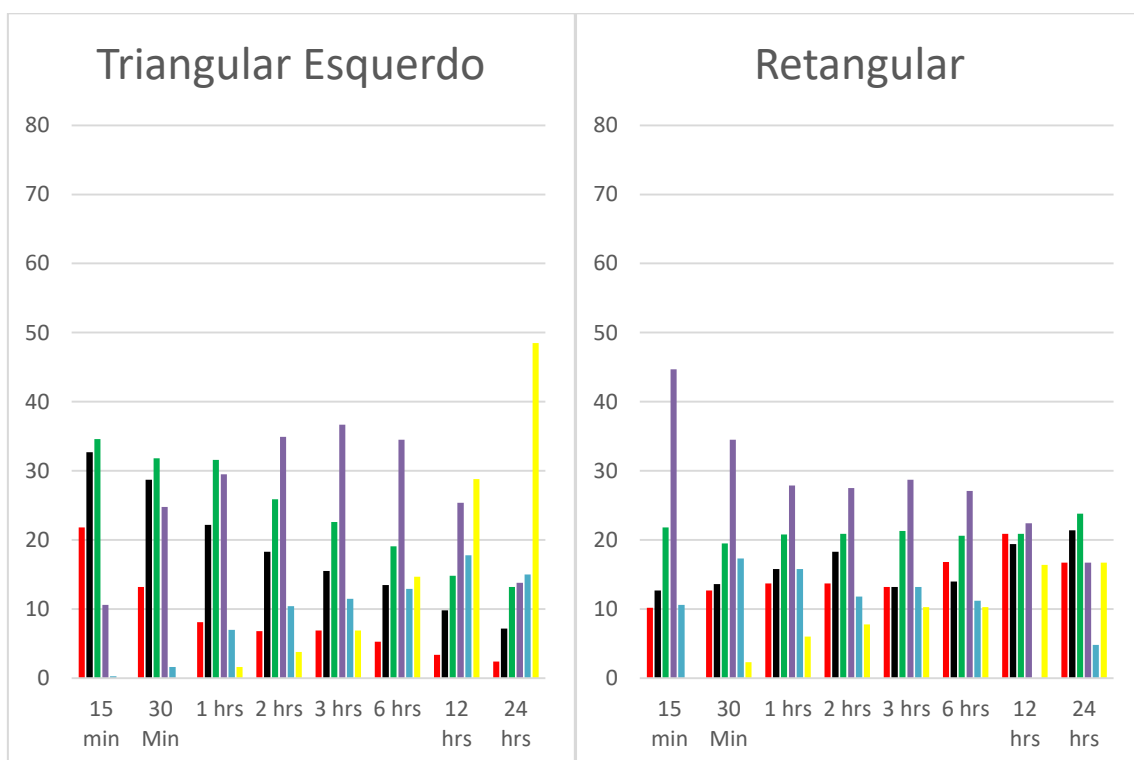
ESALQ

■ Extrema ■ Muito Forte ■ Forte ■ Moderada ■ Fraca ■ Muito Fraca



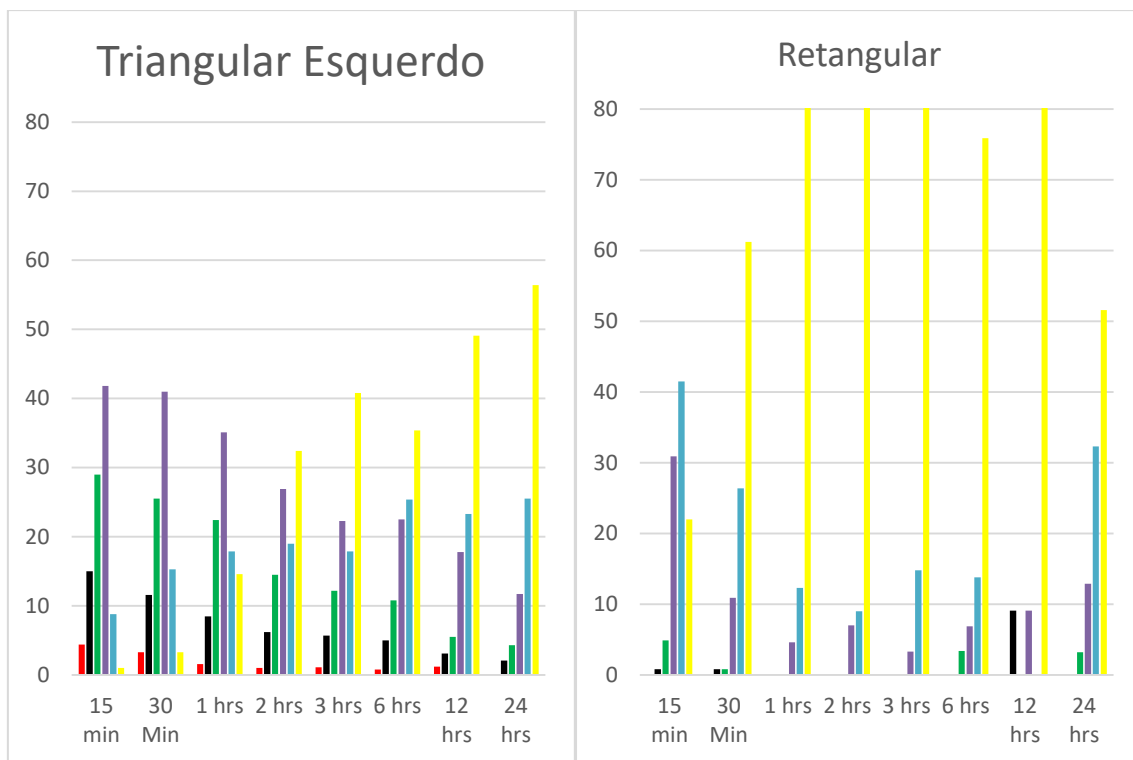
Rebio Jaru

■ Extrema ■ Muito Forte ■ Forte ■ Moderada ■ Fraca ■ Muito Fraca



UFSM

■ Extrema ■ Muito Forte ■ Forte ■ Moderada ■ Fraca ■ Muito Fraca



Asú

■ Extrema ■ Muito Forte ■ Forte ■ Moderada ■ Fraca ■ Muito Fraca

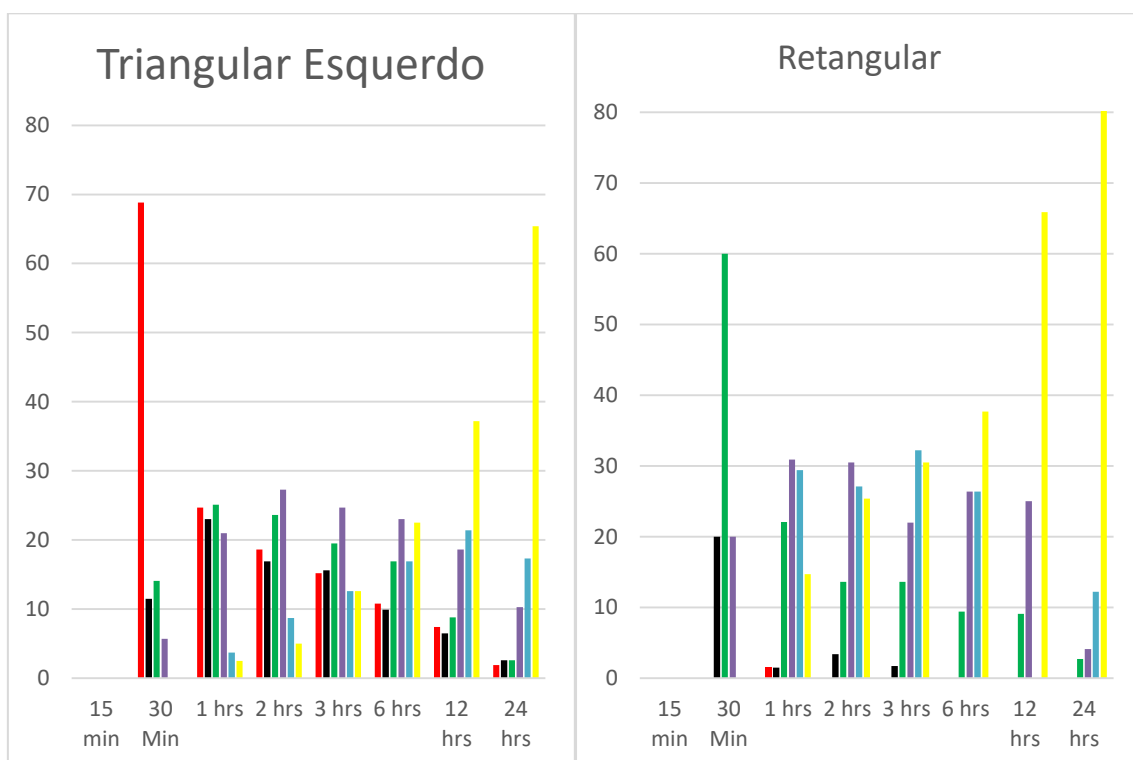


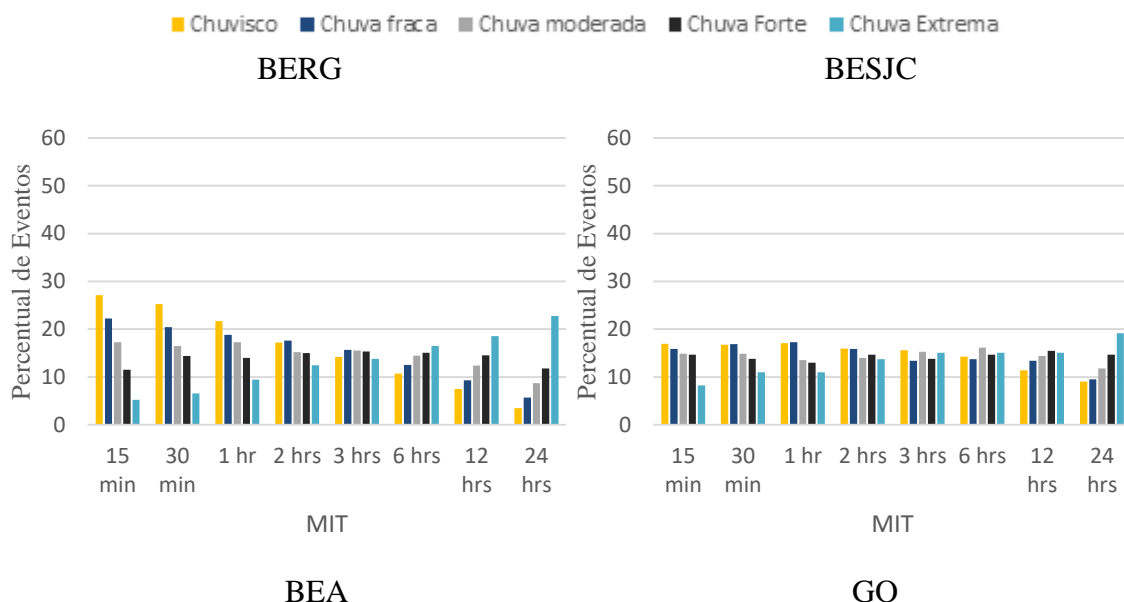
Figura 38 - Comparação entre as classes de Tokay e Short (1996) com os hietogramas Triangular a Esquerda (TE) e Retangular (R).

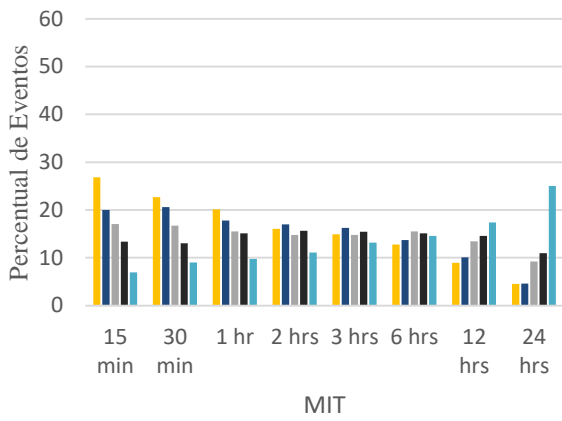
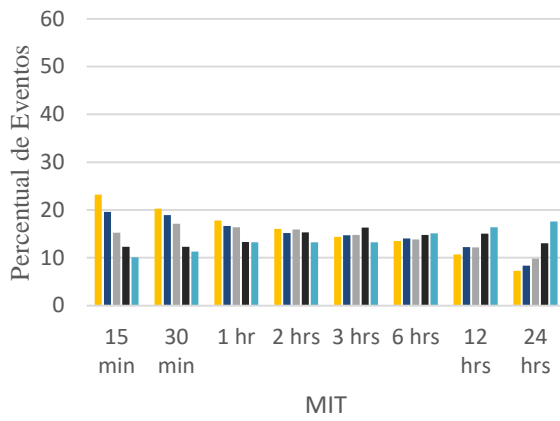
O Apêndice E apresenta as tabelas de todas as bacias, descrevendo os hietogramas correspondentes a cada classificação (extremo, muito forte, forte, moderado, fraco e muito fraco). Ao analisar a Figura 38, observa-se que os hietogramas triangulares (esquerdo, central e direito) apresentaram elevada frequência de eventos extremos ou muito fortes, e nos hietogramas retangulares destacam-se os eventos moderados ou fracos. O hietograma bimodal também concentra alta frequência de eventos extremos ou muito fortes. Em exceção surge a bacia de UFSM, que em seus hietogramas a grande maioria é de eventos moderados. Para maiores valores de MIT, podemos observar que os eventos extremos são a minoria, entretanto, quando acontece, eles são triangulares.

Esses resultados é um indício que intensidade mais elevada propicia a formação de hietograma caracterizado como triangular.

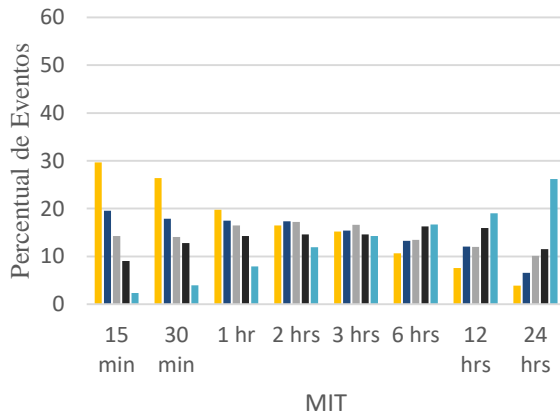
5.5.2 Análise da Forma dos Hietogramas x Classes de lâmina precipitada

Essa análise, ilustrada pela Figura 39, é baseada somente na comparação do MIT com as classes de duração.

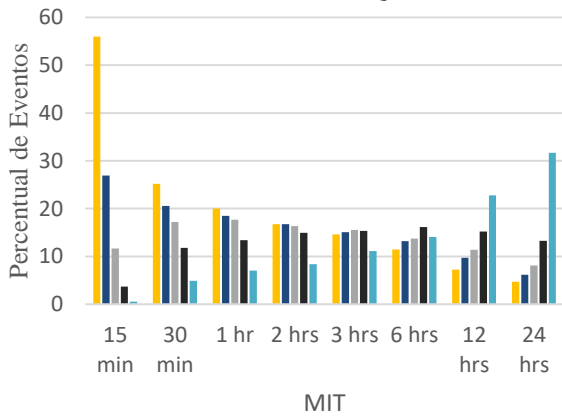




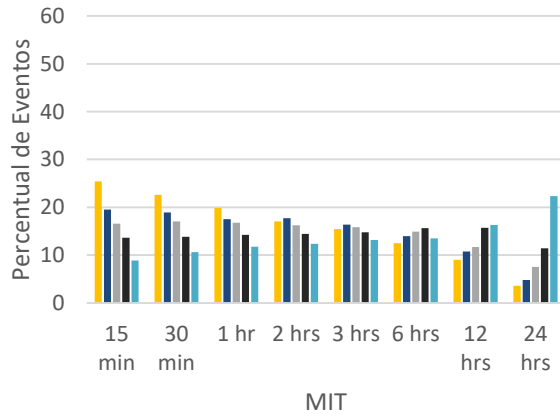
EESC



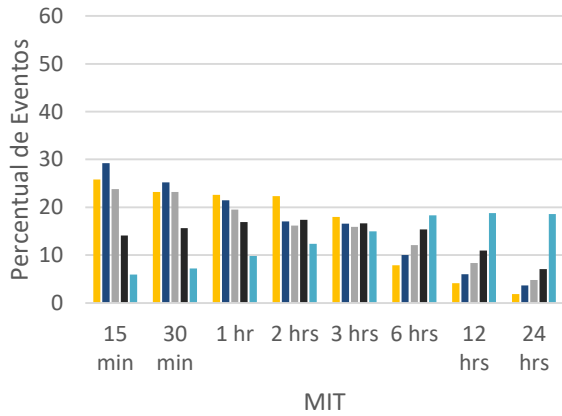
ESALQ



Rebio Jaru



UFSM



Asú

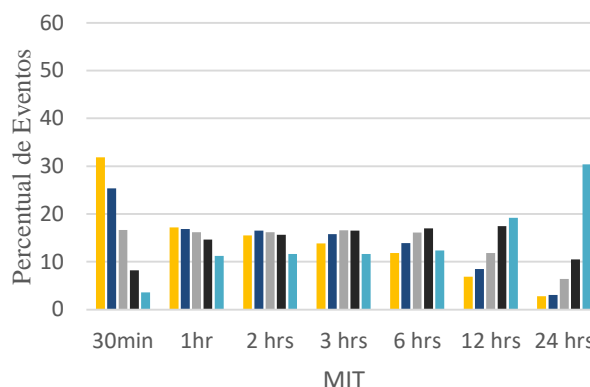
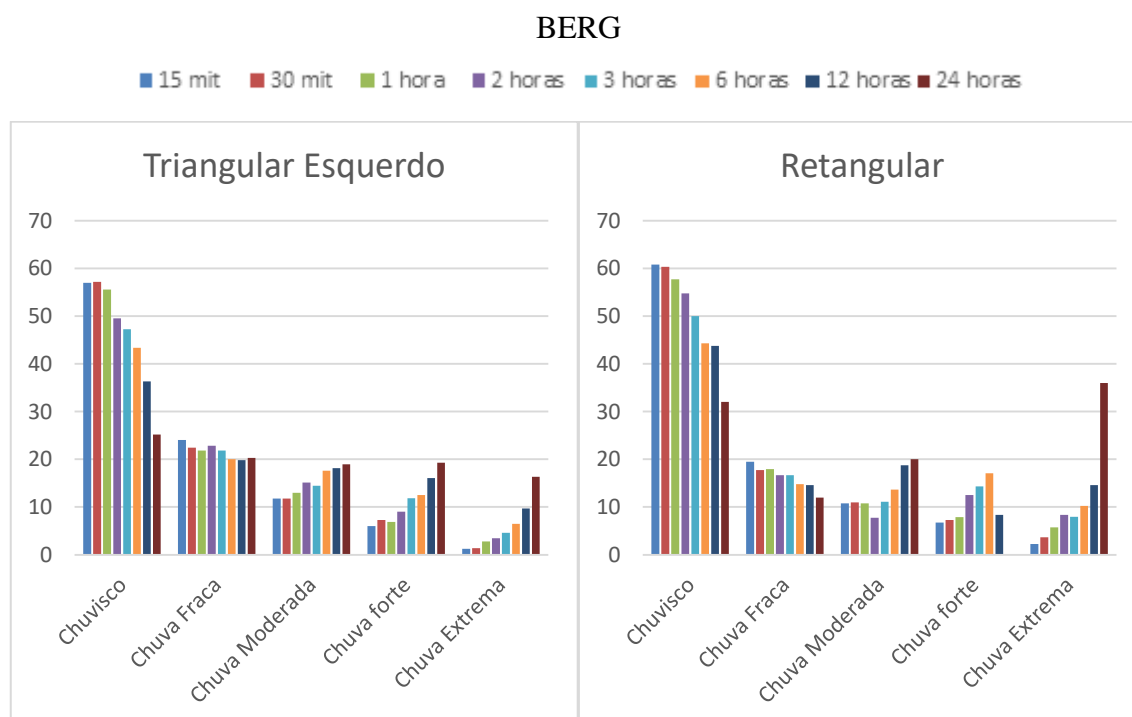


Figura 39 – Comparação das classes de precipitação com o MIT.

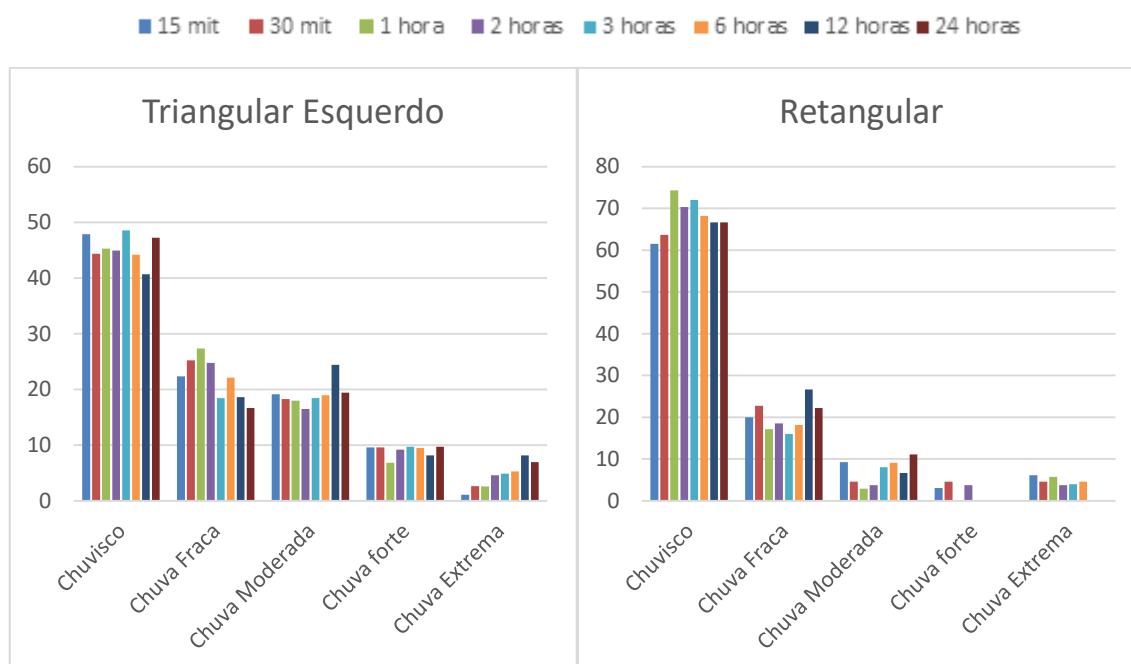
Para valores inferiores de MIT, a frequência aumentou de eventos que apresentavam menores classes de lâmina precipitada. À medida que MIT aumenta, os eventos com maiores volumes precipitado tornam-se predominantes.

As regiões do semiárido apresentaram um comportamento mais equilibrado entre as classes de precipitação. Na UFSM, mesmo para MIT de 15 minutos, a frequência de chuva fraca superou a frequência de chuvisco, ilustrando mais uma vez que a região tem como característica chuva com durações e lâmina precipitadas elevadas.

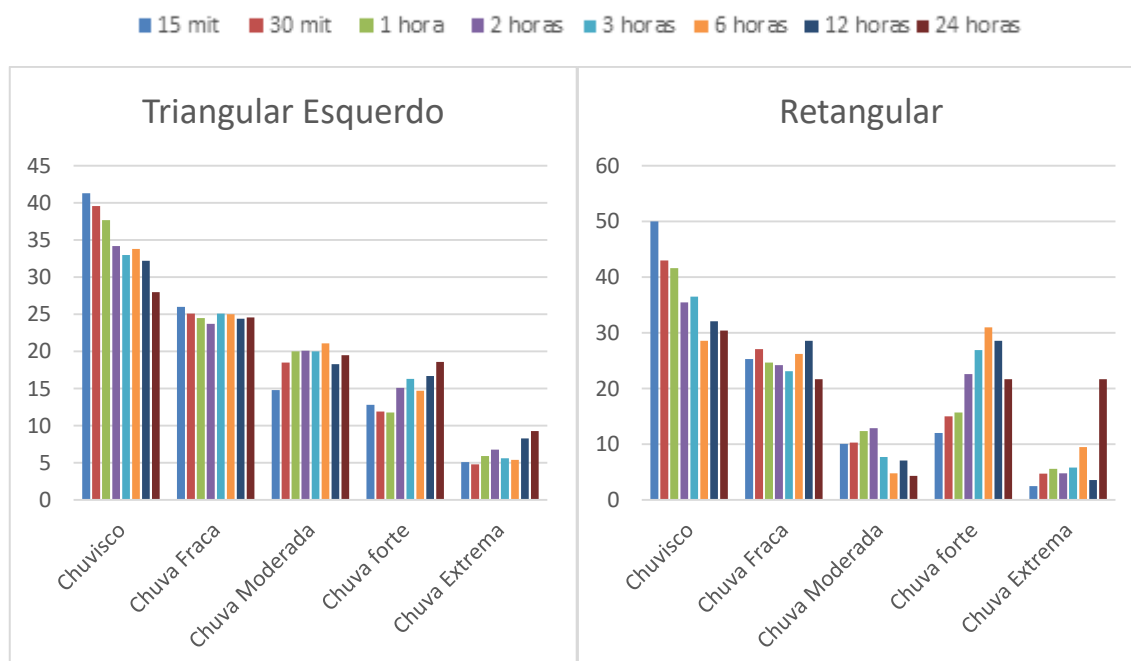
A seguir, a Figura 40 ilustra a comparação entre eventos triangulares esquerdos e eventos retangulares com relação à lâmina precipitada, segundo classificação de INMET (2015).



BESJC

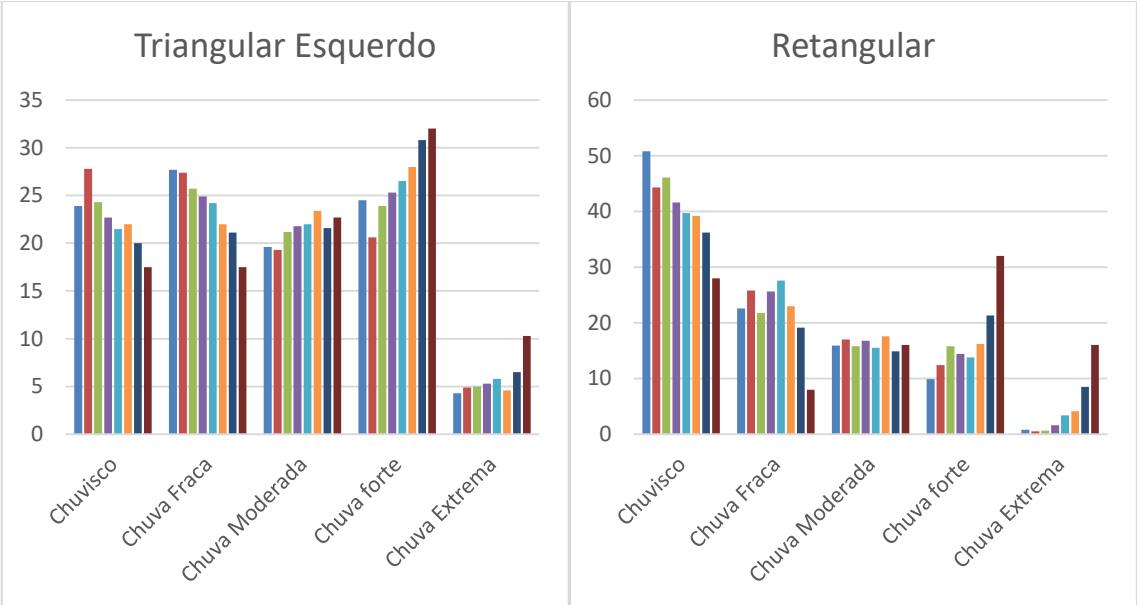


BEA

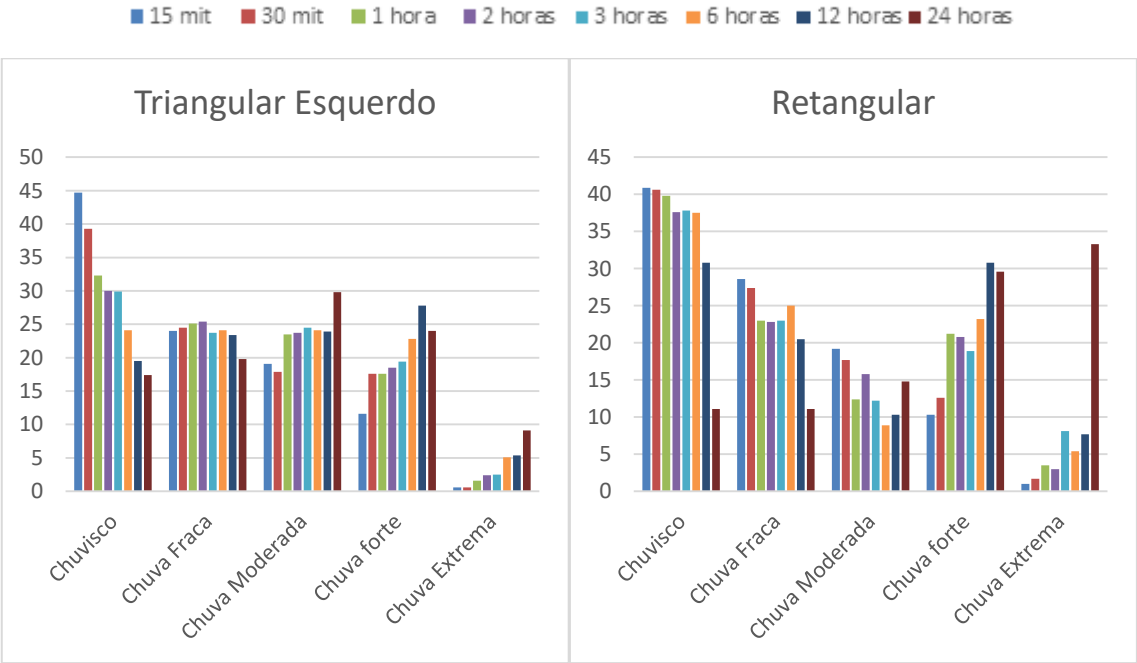


GO

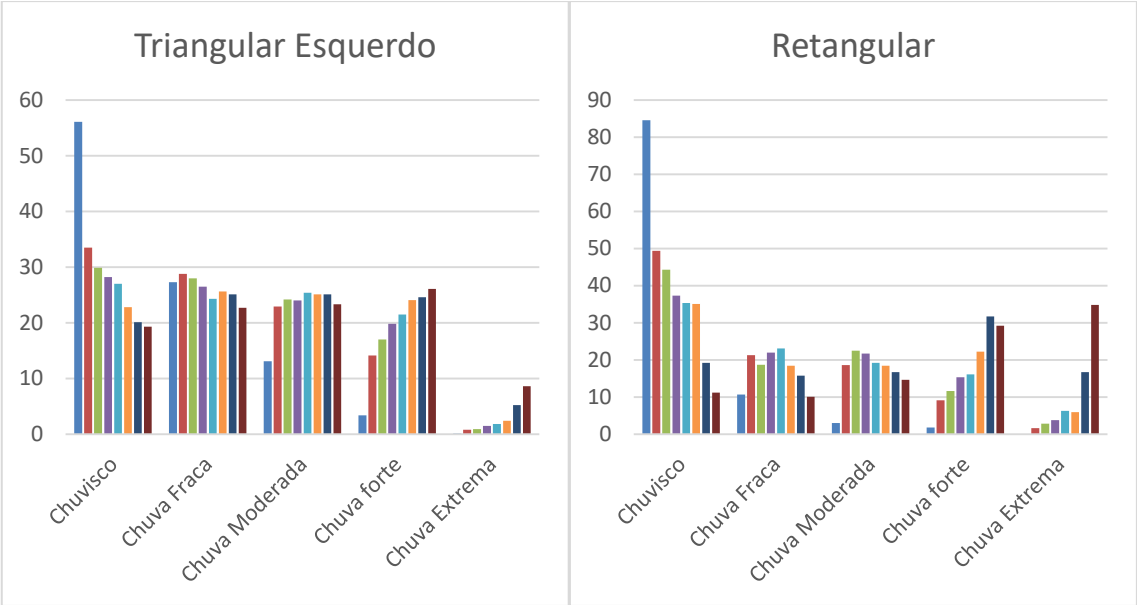
15 mit 30 mit 1 hora 2 horas 3 horas 6 horas 12 horas 24 horas



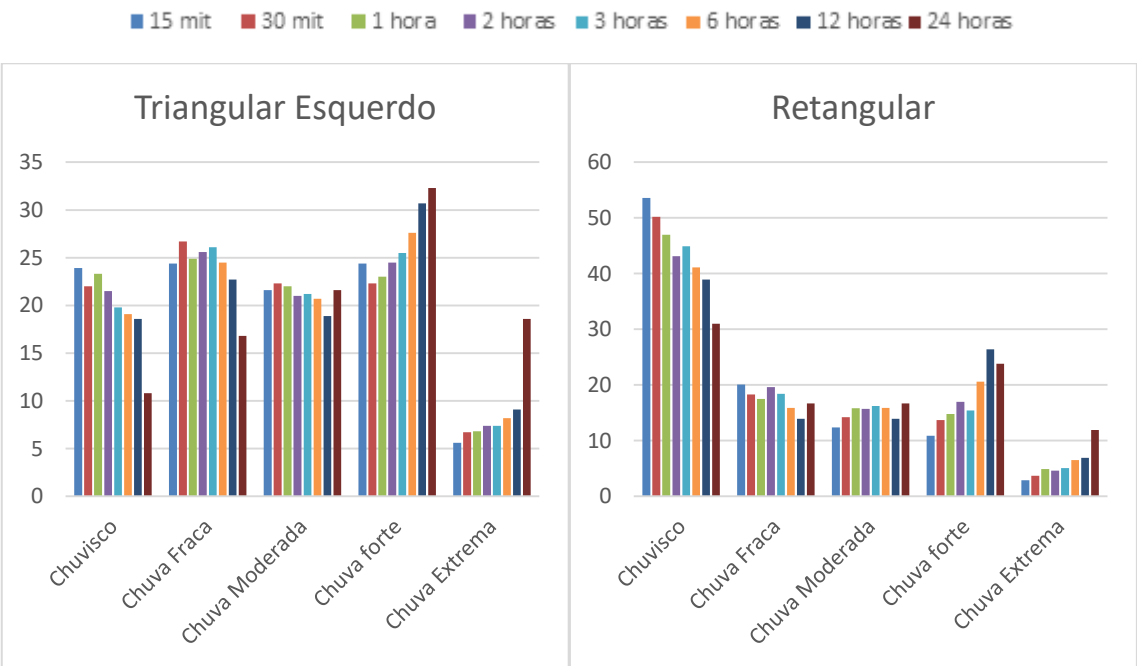
EESC



ESALQ

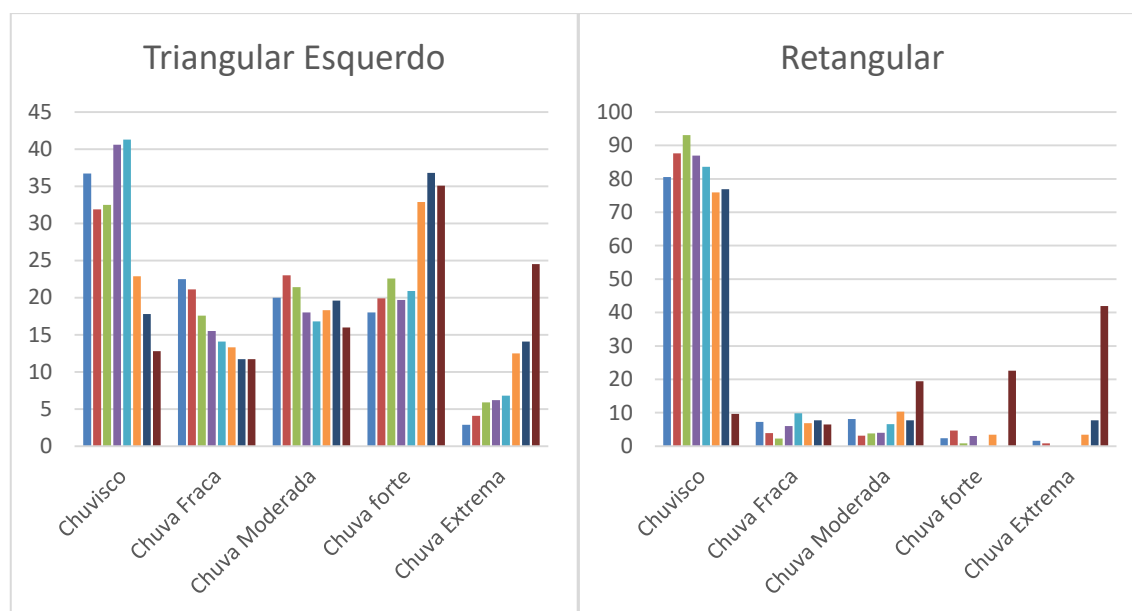


REBIO



UFSM

15 mit 30 mit 1 hora 2 horas 3 horas 6 horas 12 horas 24 horas



ASÚ

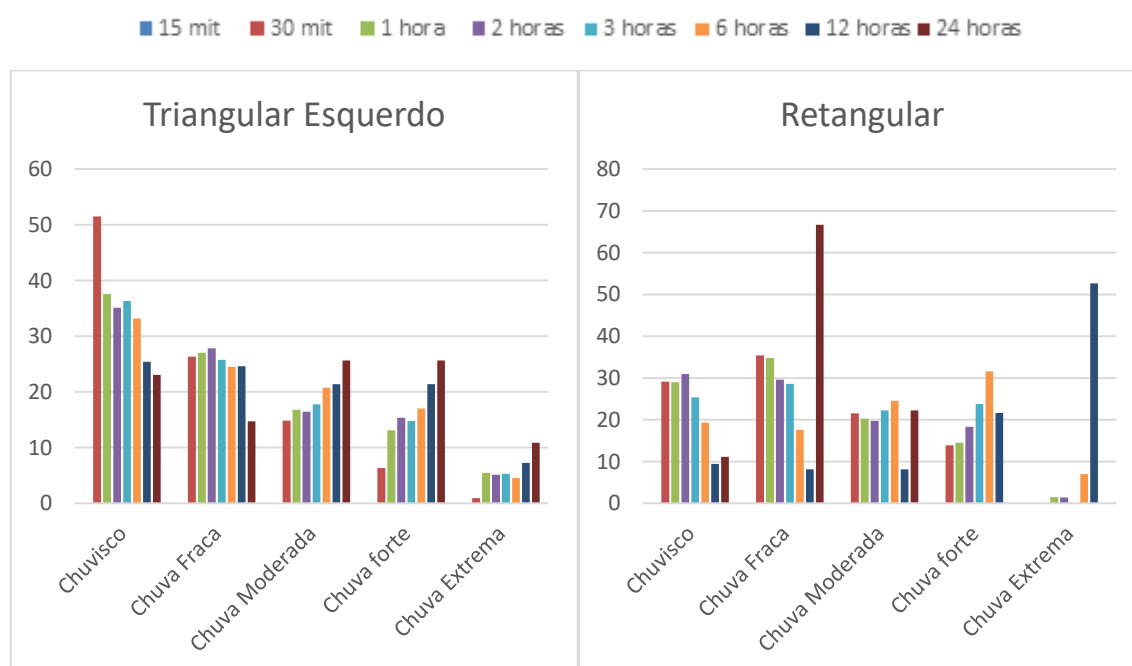
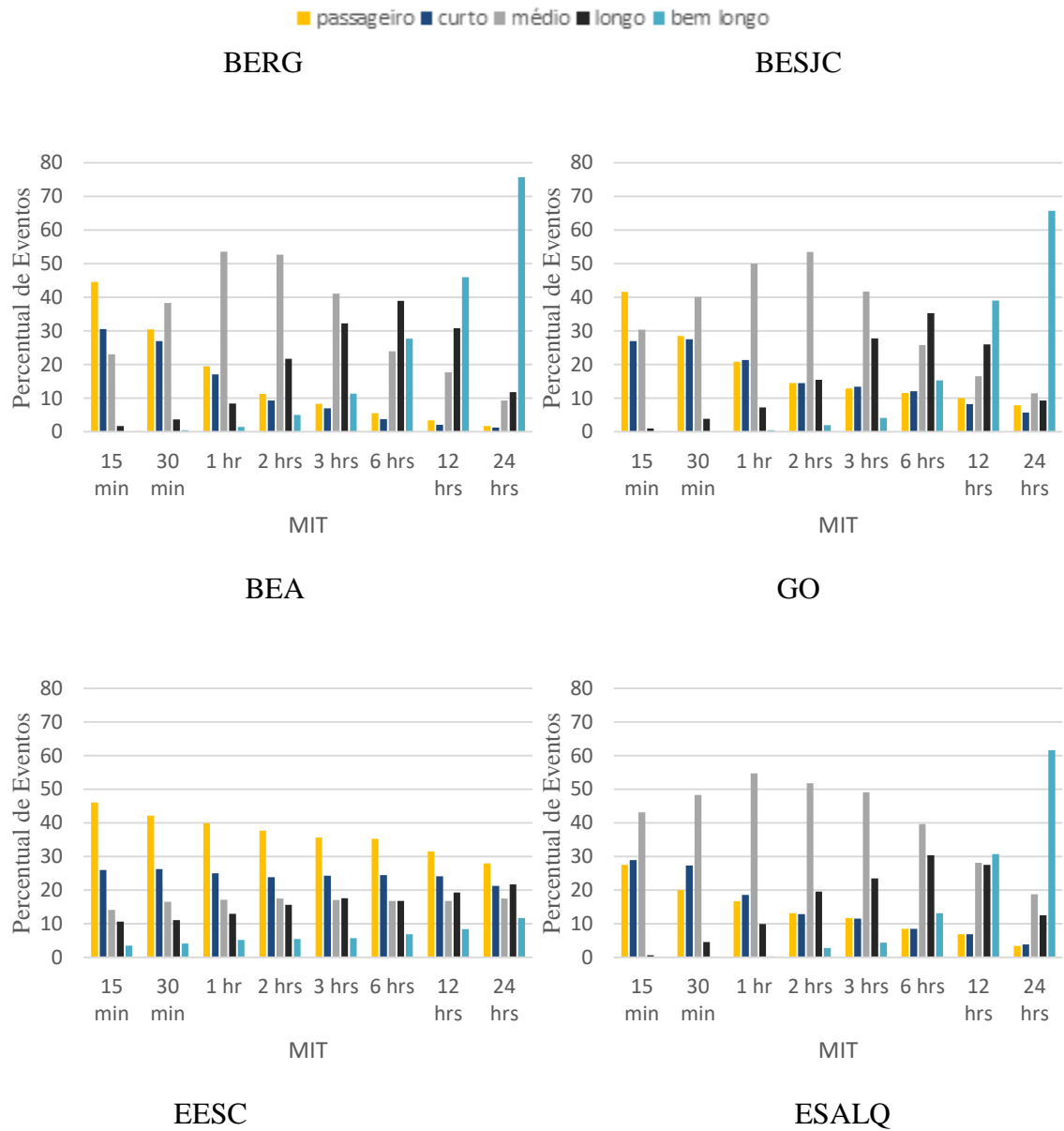


Figura 40-Comparação entre as classes de volume com os hietogramas TE e R.

O Apêndice F apresenta as tabelas das bacias estudadas descrevendo a frequência de hietogramas correspondentes a cada classificação (chuvisco, chuva fraca, chuva moderada, chuva forte e chuva extrema). Ao analisar a Figura 40, observa-se que todos tipos de hietogramas apresentaram elevadas frequências de chuviscos. Já para maiores valores de MIT, a duração é superior e, conseqüentemente, registra-se maior precipitação. Nesses casos (altos valores de MIT), existe um equilíbrio, pois os hietogramas se dividem em proporções parecidas entre chuvisco, fraca, moderado, forte e extremo.

5.5.3 Análise da Forma dos Hietogramas x Classes de duração

Essa análise, ilustrada pela Figura 41**Figura 39** – Comparação das classes de precipitação com o MIT., é baseada somente na comparação do valor de MIT com as classes de duração dos eventos.



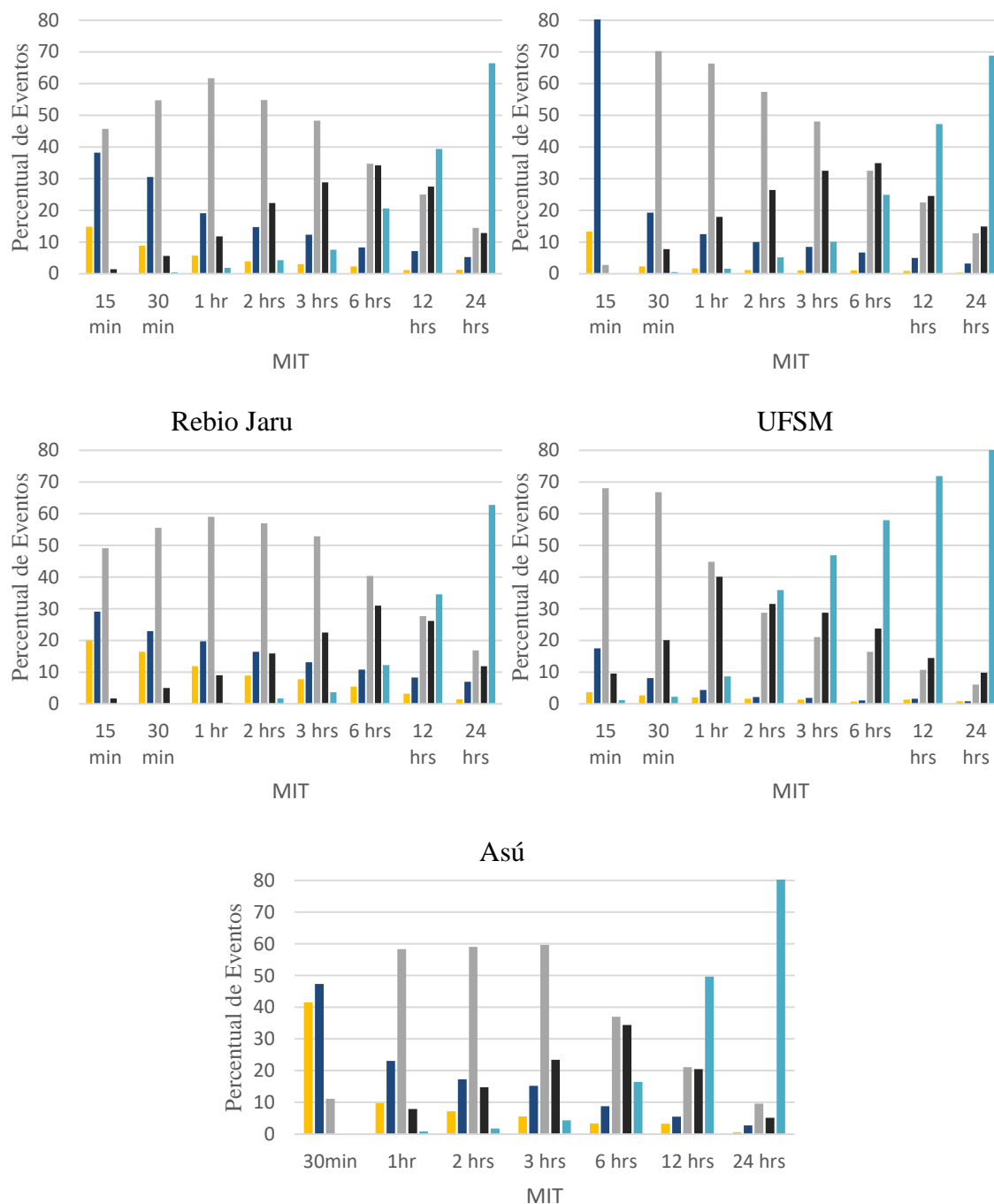


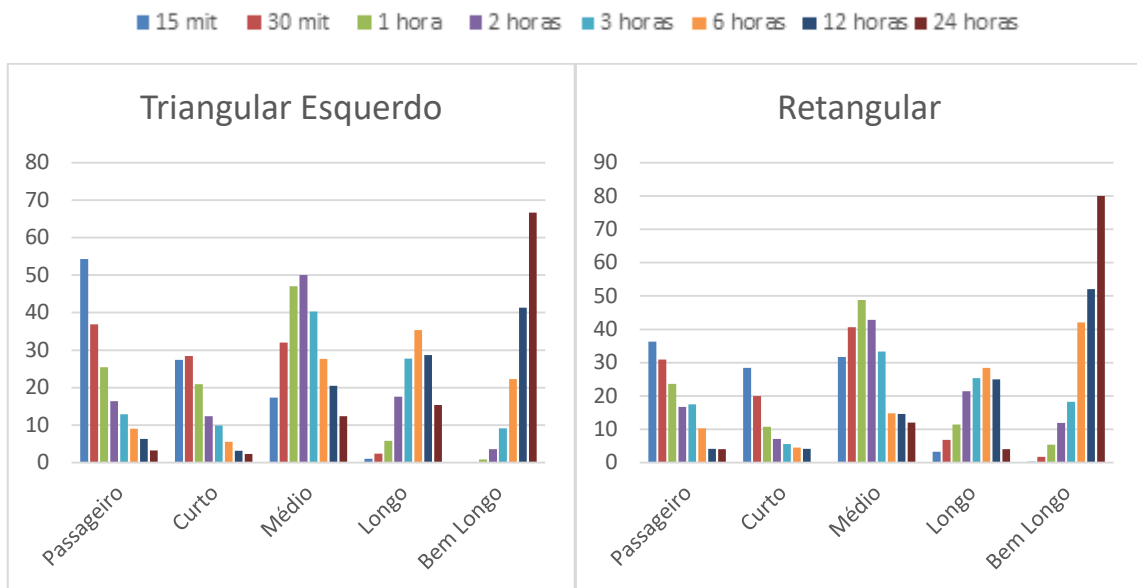
Figura 41-Comparação das classes de duração com o MIT.

Como já era previsto, para menores valores de MIT, a frequência de eventos com curta duração foi predominante. Com o aumento do MIT, os eventos têm duração maior.

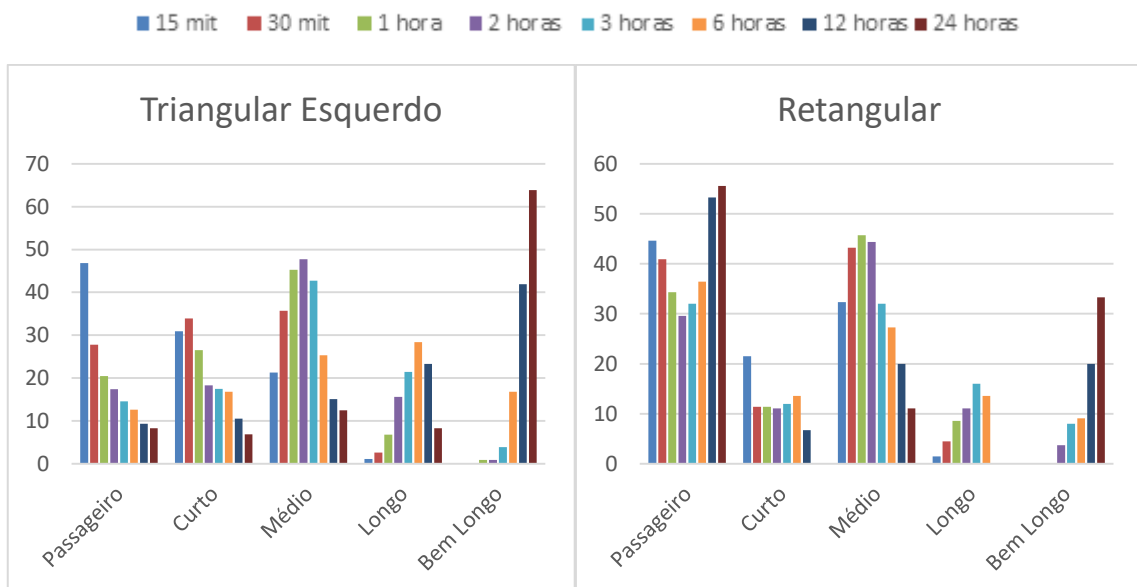
Nota-se uma diferença entre as bacias, as três bacias localizadas no Nordeste tiveram característica de eventos passageiros, nas demais bacias, os eventos curtos prevaleceram.

A Figura 42 ilustra a comparação entre as características de eventos triangulares esquerdo e retangulares com a classificação de duração sugerida pelo INMET (2015).

BERG

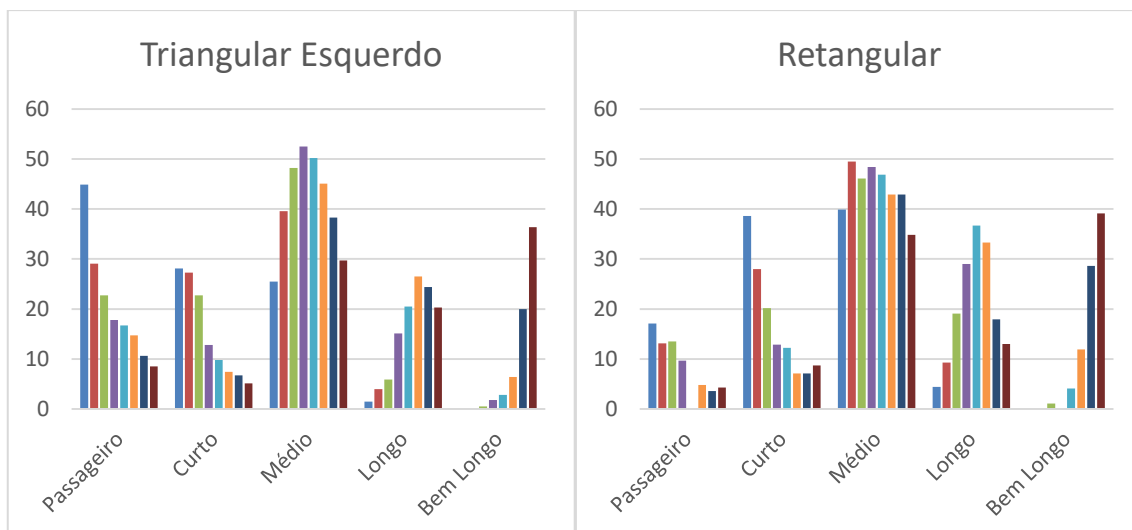


BESJC



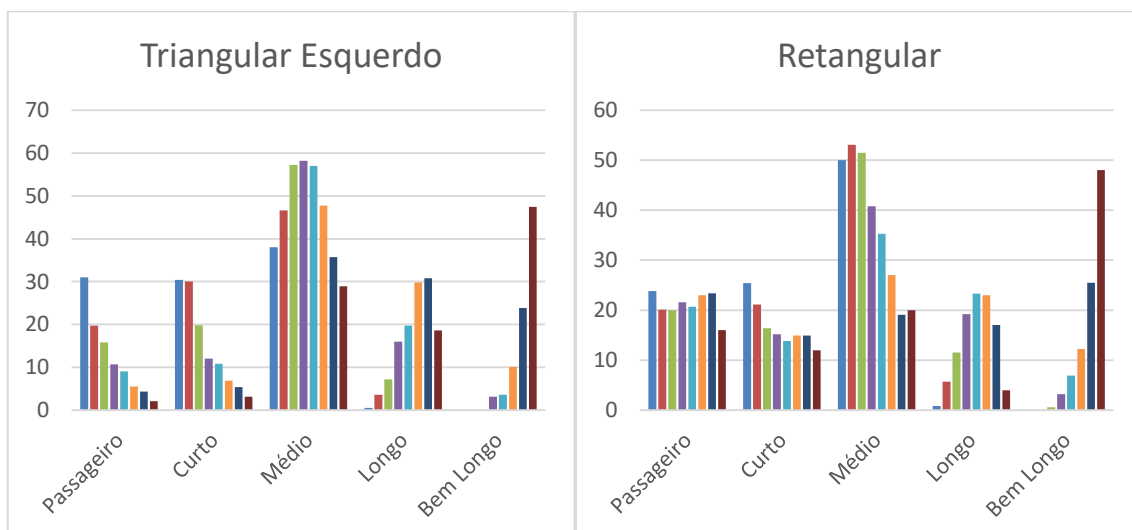
BEA

15 mit 30 mit 1 hora 2 horas 3 horas 6 horas 12 horas 24 horas



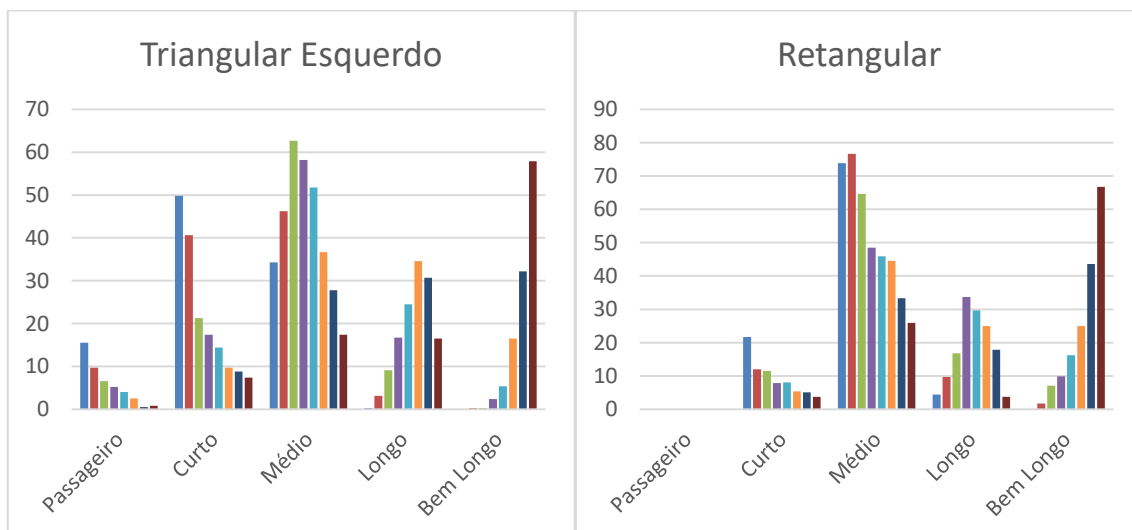
GO

15 mit 30 mit 1 hora 2 horas 3 horas 6 horas 12 horas 24 horas

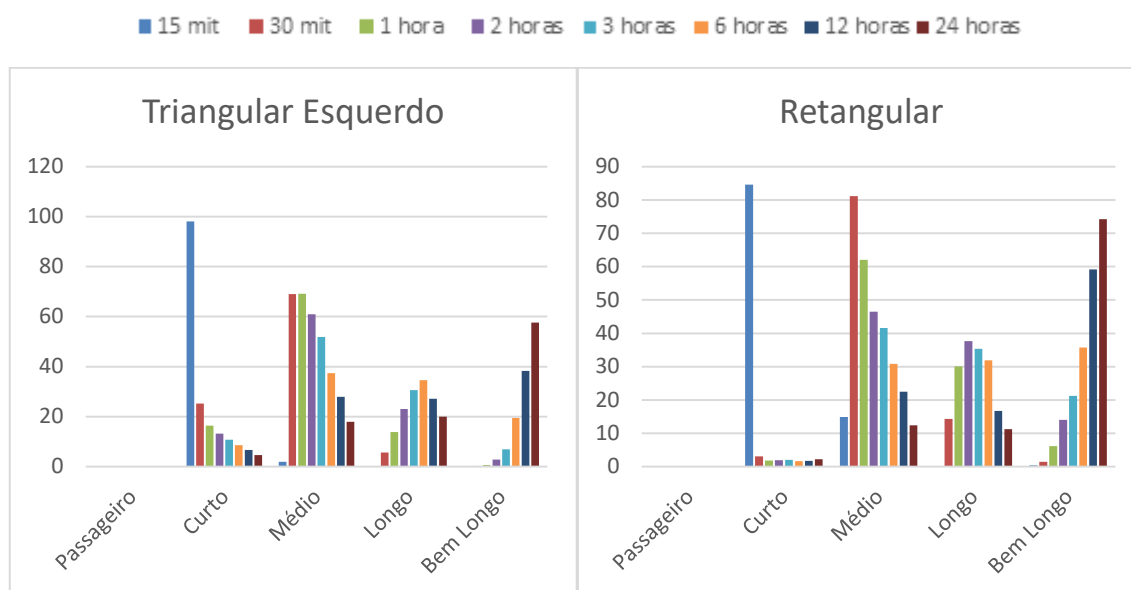


EESC

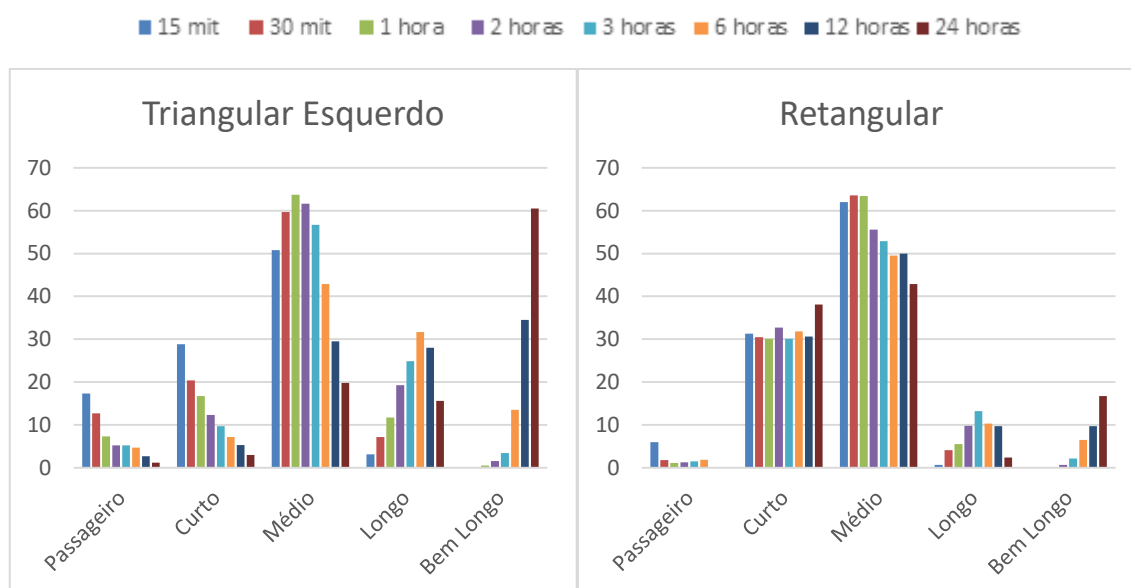
15 mit 30 mit 1 hora 2 horas 3 horas 6 horas 12 horas 24 horas



ESALQ



REBIO



UFSM

■ 15 mit ■ 30 mit ■ 1 hora ■ 2 horas ■ 3 horas ■ 6 horas ■ 12 horas ■ 24 horas

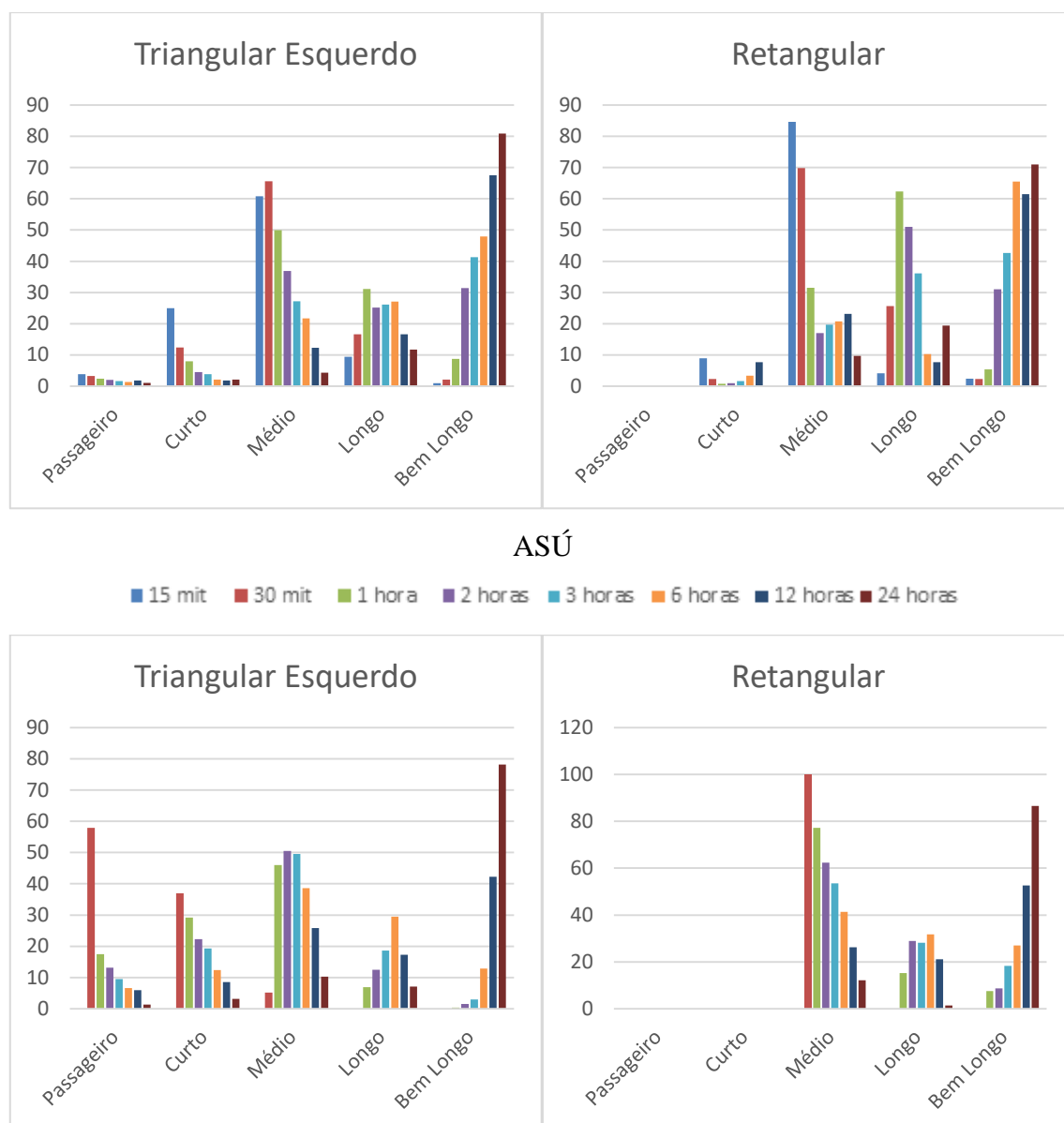
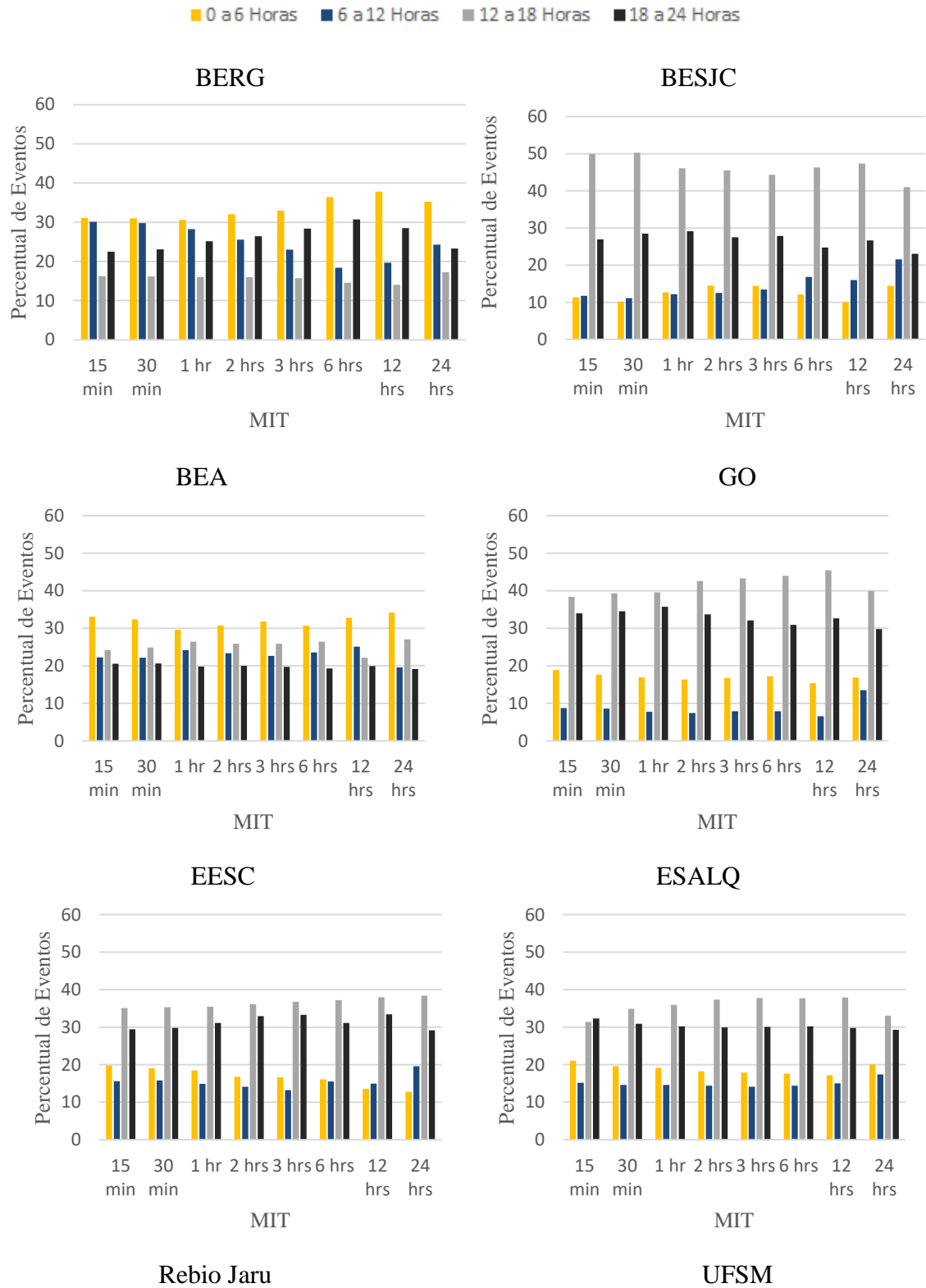


Figura 42 - Comparação entre as classes de duração com os hietogramas TE e R.

O Apêndice G apresenta as tabelas de todas as bacias, descrevendo a frequência de hietogramas correspondentes a cada classificação (passageiro, curto, médio, longo e bem longo). Ao analisar a Figura 42, observa-se que, para menores valores de MIT, todos tipos de hietogramas apresentaram muitos eventos passageiros. Entretanto, nota-se que, com o aumento do MIT, os eventos apresentam duração maior e os eventos triangulares se diferem dos eventos retangulares, pois os eventos triangulares são mais frequentes em eventos médios, longos ou bem longos, e os retangulares permanecem somente em eventos com média ou curta duração.

5.5.4 Análise da hora do pico de intensidade

A análise da hora do pico de intensidade foi uma análise complementar para compreender o período de ocorrência desses picos como mostrado na Figura 43.



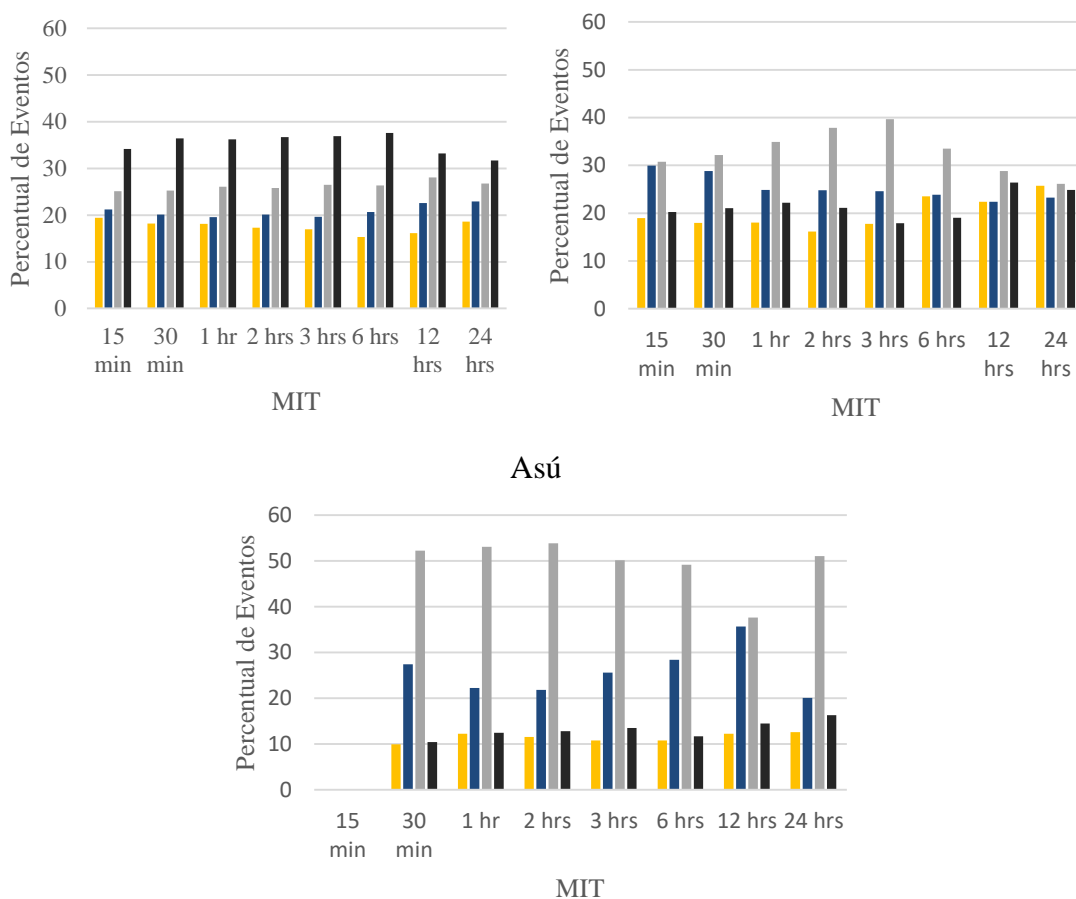


Figura 43 - Análise da hora do pico em função do MIT.

O ciclo diário é o modo de variabilidade do clima primariamente dominado por forçantes de superfície. Nos trópicos, a precipitação, de uma maneira geral, apresenta um máximo típico no final da tarde sobre áreas continentais, enquanto sobre áreas continentais costeiras a precipitação máxima ocorre durante a noite (Yang e Smith, 2006). Entretanto, características regionais, tal como topografia e circulação do tipo brisa marítima e terrestre modulam variabilidade diária da precipitação (Kousky, 1980).

Essa análise pode ajudar a entender o comportamento da infiltração da água da chuva e servir de alertas para a população. Espera-se naturalmente que picos de intensidade durante o dia sejam menos prejudiciais ao meio ambiente, numa hipótese que durante o dia uma parcela desse precipitado possa ser transferida para atmosfera devido à luz solar através do processo de evaporação. Entretanto, picos de intensidade durante a madrugada podem ser um problema quando se refere a alertas de enchentes e inundações para a população.

A Figura 43 apresenta diferenças no período em que o pico de intensidade é mais incidente. Nas bacias BERG e BEA a predominância é picos no período de madrugada (0 a

6 horas). De acordo com Aguiar (2015), em um estudo na Paraíba, as chuvas acontecem principalmente no fim da tarde e no início da noite. Além disso, as chuvas fortes e extremas também ocorrem com maior frequência no período da tarde/noite. Assim, pode-se inferir que os eventos se iniciam nesse período, mas os picos somente acontecem após a meia noite.

A bacia Rebio Jaru é a única em que os picos ocorreram em maior quantidade no período noturno das 18 horas até as 24 horas. Nas demais bacias, o período da tarde (12 horas até as 18 horas) é o que mais frequente. Não houve grandes mudanças de comportamento com a alteração do MIT.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na presente pesquisa foi utilizada uma classificação para padrões de hietograma baseado no estudo de Huff (1967). Foi possível verificar, em cada bacia, a existência de um limiar de classificação distinto, que é dependente dos dados locais existente. Para a aplicação desse estudo foi necessário o frequente monitoramento da precipitação em escala sub-horárias em diversas bacias.

Os resultados indicam que em todas as estações (Bacia Experimental do Riacho Guaraíra; Bacia Experimental de Aiuaba; Bacia Experimental São João do Cariri; Estação Meteorológica de Goiânia; Estação localizada em São Carlos; Posto meteorológico da Escola de Agricultura de Piracicaba; Estação meteorológica da Rebio Jaru; Estação pluviográfica da Universidade de Santa Maria e Estação localizada na microbacia do Igarapé Asú) o tipo triangular esquerdo, que é aquele que o pico é localizado no início do evento chuvoso, foi o que apresentou um maior percentual do todo de eventos (com uma média aproximada de 50% do total de evento), indicando que o início do evento é a faixa do tempo que a intensidade de chuva é mais intensa.

Entretanto, apesar da classificação dos hietogramas apresentasse o mesmo comportamento independente do bioma e do clima, as propriedades (duração, intensidade, total precipitado, tempo seco e intermitência) dos eventos variaram. As estações localizadas no semiárido e a Rebio Jaru apresentaram eventos com intensidades maiores e eventos de curta duração, já a estação UFSM se apresentou sempre com eventos com maiores durações e intensidades menores.

O comportamento do número médio de eventos foi reduzido com o aumento do MIT, o valor de redução encontrado nas bacias nesse estudo UFSM (76%), ESALQ (70%), BERG e BESJC (68%), EESC (60%), GO (57%), Rebio (59%) e BEA (49%). A estação Asú não foi possível analisar com MIT de 15 minutos, visto que, o passo de tempo dos dados brutos era a cada trinta minutos, Entretanto, pôde-se perceber que a redução no número médio de eventos de 24 horas para 30 minutos foi considerável, aproximadamente 73 %.

O aumento do MIT proporcionou alterações nos hietogramas em todas as localidades. Com o aumento do MIT, os eventos retangulares obtiveram aumento percentual (aumentando de 10 a 25%). Esse aumento pode ser provocado devido à redução da intensidade para maiores valores de MIT, aumentando a probabilidade de eventos sem picos de intensidade, característico de eventos do tipo retangular. Para MIT maior também

ocorreu aumento do tipo bimodal em relação aos eventos gerados para MIT menores, que pode ser explicado pois em eventos com durações maiores os picos de intensidades podem estar separados em períodos sem precipitação.

Entretanto, apesar de a classificação dos hietogramas apresentar o mesmo comportamento, independente do bioma e do clima, as propriedades do evento (duração, intensidade, total precipitado, número de eventos, tempo seco e fração de intermitência) variaram com a mudança do MIT.

Foi possível observar que intensidade maiores (muito forte ou extremas), de acordo com a classificação de Tokay e Short (1996), propiciam a formação de hietogramas caracterizados como triangulares.

Os grupos da análise de agrupamentos (*cluster*) não variaram de lugar para lugar, e com o aumento do MIT a distância entre os grupos foram maiores.

A análise de componentes principais resultou em todos os lugares duas componentes principais (CP1) e (CP2) que conseguiam explicar aproximadamente 80% da variação total dos dados. A componente principal foi explicada principalmente ou pela duração ou pelo tempo seco, e a segunda componente a intensidade e o total precipitado. Entretanto não foi possível verificar diferenças entre os tipos dos hietogramas.

E por fim, o horário do pico nas bacias BERG e BEA, a predominância é picos no período de madrugada (0 a 6 horas). A Rebio Jaru foi a única que os picos ocorreram em maior quantidade no período noturno das 18 horas até as 24 horas, e o restante dos locais estudados o período da tarde 12 horas até as 18 horas é o que mais frequente.

Os resultados obtidos permitem fazer algumas recomendações para os trabalhos subsequentes para que seja realizado um melhor gerenciamento dos recursos hídricos, são elas:

- Existe necessidade de um aprofundamento em estudos na escolha de um mínimo intervalo entre eventos, visto que a escolha dessa metodologia de separação de eventos influencia nas propriedades de um evento chuvoso e nos padrões de chuva. Portanto, cada local pode se adequar melhor em determinado MIT.
- A aplicação de outras técnicas e metodologias de classificação, para que os resultados possam ser comparados.
- Aplicação de outras propriedades de evento chuvoso, para que se possa entender melhor o comportamento de cada hietograma.

- O monitoramento sistemático dos dados de precipitações, principalmente dados subdiários, por um período mais extenso, a fim de dar subsídios a futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). **Solo: Análise granulométrica**. NBR 7181: método de ensaio. Rio de Janeiro.
- AGUIAR, D. B. de. **Caracterização do ciclo horário da chuva para Areia e Campina Grande - PB**. 2015. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.
- ALVES, J.M.B.; SILVA, E.M.; SOMBRA, S.S.; BARBOSA, A.C.B.; SANTOS, A.C.S.; LIRA, M.A.T; Eventos extremos diários de chuva no Nordeste do Brasil e características atmosféricas. **Revista brasileira de meteorologia**. v.32, n.2. p.227-233, 2017
- ANDRADE, S.C.P. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do balanço de energia em áreas de floresta e pastagem em Rondônia no Brasil**. Campina Grande: UFCG, 2014. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, 2014.
- ARAUJO, J.A.C.; **Tipificação dos padrões de chuvas intensas em função do posicionamento da intensidade e fatores determinantes para o município de Barreiros do Estado de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.
- ARTES, R. (1998) Aspectos estatísticos da análise fatorial de escalas de avaliação. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 25, n. 5, p. 223-228.
- BACK, A.J. Time distribution of heavy rainfall events in Urussanga, Santa Catarina State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**.v. 33, n. 4, p. 583-588, 2011
- BACK, J.A.; Análise dos padrões de distribuição temporal e características das chuvas erosivas de Florianópolis-SC. **Revista Brasileira de climatologia**. v. 21, p. 123-140, 2017.
- BALIBEY, M.; TÜRKYILMAZ, S. A Time Series Approach for Precipitation in Turkey. **Gazi University Journal of Science**. v.28. n 4. P. 549-559, 2015.
- BARBOSA, L. R.; SILANS, A. M. B. P.; ALMEIDA, C. N.: Detailed analysis of rainfall events in a representative coastal watershed from Brazilian Northeast. In: **XIV World Water Congress**, Porto de Galinhas. Anais do XIV World Water Congress, 2011.
- BENISTON, M. STEPHENSON, B.D. Extreme climatic events and their evolution under changing climatic conditions. **Global and planetary change**. V. 44. P. 1-9, 2004.
- BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos da estiagem na produção agrícola. In: Bergamaschi, H. (coord.) **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS,. p.11-23. 1992.
- BROWN, B.G., KATZ, R.W., MURPHY, A.H.; Statistical analysis of climatological data to characterize erosion potential: 4. Freezing events in eastern Oregon/Washington. Oregon Agricultural Experiment Station Spec. Rep. N. 689, Oregon State University, 1984.

CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S.; PINTO, M.F.; SILVA, L.D.B. & GUERRA, J.G.M. Características da chuva e perdas por erosão para diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental.**, 2008.

CHIN, R.J.; LAI, S.H. ; CHANG, K.B.; JAAFAR, W.Z.W.; OTHMAN, F.: Relationship between minimum inter-event time and the number of rainfall events in Peninsular Malaysia. **Weather**, v.71, n. 9, p.213–218, 2016.

COUTINHO, J. V.; ALMEIDA, C. N.; LEAL, A. M. F.; BARBOSA, L. R.: Experimental basins in the Northeast of Brazil: investigation on the characteristics of the sub-daily rainfall. In: **6th IAHS-EGU International Symposium on Integrated Water Resources Management**, Bologna, Italia, 2014.

DUNKERLEY, D.: Effects of rainfall intensity fluctuations on infiltration and runoff: rainfall simulation on dryland soils, Fowlers Gap, Australia. **Hydrological Processes**, v.26 (15), p.2211-2224, 2012.

DUNKERLEY, D.: Identifying individual rain events from pluviograph records: a review with analysis of data from an Australian dryland site. **Hydrological Processes**, v.22 (26), p.5024-5036, 2008b.

DUNKERLEY, D.: Intra-event intermittency of rainfall: an analysis of the metrics of rain and no-rain periods. **Hydrological Processes**, v.29 (15), p.3294–3305, 2015.

DUNKERLEY, D.: Rain event properties in nature and in rainfall simulation experiments: a comparative review with recommendations for increasingly systematic study and reporting. **Hydrological processes**, v.22 (22), p.4415-4435, 2008a.

DUNKERLEY, D.: Rain rate and its temporal profile: a neglected aspect of rain behaviour. Paper presented to General Assembly. European Geosciences Union, Vienna, May 2010. **Geophysical Research**. Abstracts 12: EGU2010-1600. 2010.

EAGLESON, P. S.: Dynamic Hydrology, McGraw-Hill, 1970.

EBRAHIMIAN, A.; WILSON, B.N. GULLIVER, J.S.; Improved methods to estimate the effective impervious area in urban catchments using rainfall-runoff data. **Journal of Hydrology**. v. 536, p. 109-118, 2016.

EGLER, M.: **Gerenciamento integrado de Recursos Hídricos no Estado do Rio de Janeiro: Ensaio de Indicador para estabelecimento da avaliação das relações entre qualidade da água e cobertura vegetal**. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

ELTZ, F.L.F.; MEHL, H. U.; REICHERT, J.M. Perdas de solo e água em entressulcos em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a quatro padrões de chuvas. **R. Bras.Ci. Solo**, v. 25, p. 485-493, 2001.

EVANGELISTA, A.W.P.; CARVALHO, L.G.; BERNARDINO, D.T. Caracterização do padrão das chuvas ocorrentes em Lavras, MG. **Irriga**, v.10, p. 306-317, 2005.

FELTRIN, R. M.; PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de; BELING, F. A. Lysimeter soil water balance evaluation for an experiment developed in the Southern Brazilian Atlantic Forest region. **Hydrol. Processes**, v. 25, n. 15, p. 2321-2328, 2011.

FERREIRA, M.G.B. **Análise regional da distribuição temporal de precipitações sub diárias para o estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2015. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio ambiente e recursos hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, 2015

FISCHER, E.M.; KNUTTI R. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. **Nature climate change**. 2016.

GHIBERTO, P. J.; MORAES, S. O. Comparação de métodos de determinação da Condutividade hidráulica em um latossolo Vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.1177-1188, 2011.

GUIMARÃES, S.O.; COSTA, A.A.; JUNIOR, F.C.V.; SILVA, E.M.; SALES, D.C.; JUNIOR, L.M.A.; SOUZA, S.G. Projeções de mudanças climáticas sobre o Nordeste brasileiro dos modelos do CMIP5 e do CORDEX. **Revista brasileira de meteorologia**. v. 31, n.3, p. 337-365, 2016

HAGEMANN, S.E.; GASTALDINI, M.C.; Variação da qualidade da água de chuva com a precipitação: aplicação à cidade de Santa Maria – RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 21, n. 3, p. 525-536, 2016.

HAILE, A.T.AB.; RIENTJES, T.H.M.A.; HABIB, E.B.; JETTEN, V.A.; GEBREMICHAEL, M.C.: Rain event properties at the source of the Blue Nile River. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.15 (3), p.1023-1034, 2011.

HAIR, Jr; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E e TATHAM, R. L. Multivariate Data Analysis. 6ª edição. **Upper Saddle River**, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

HAO, Z.; SINGH, V.P.: Entropy-based method for extreme rainfall analysis in Texas. **Journal of geophysical Research: Atmospheres**, v.118 p.263-273, 2013.

HORNER, W.W.; JENS, S.W. Surface runoff determination from rainfall without using coefficients. **Transactions of the ASCE**, v.107, p.1039-1117, 1942.

HORST, M.G.; SHAMUTALOV, S.S.; GONCALVES J.M.; PEREIRA L.S. Assessing impacts of surge flow irrigation on water saving and productivity of cotton. **Agric Water Manage** v. 87, n.2 p. 115–127, 2007.

HOTELLING H. H. Analysis of a complex of statistical variable into principal component. **J. Educational Psychol**, v. 24: p. 417-441; 1933

HUFF, F. A. Time distribution of rainfall in heavy storms. **Water Resources Research**, v. 3, n. 4, p. 1007-1019, 1967.

IADANZA, C.; TRIGILA, A.; NAPOLITANO, F.: Identification and characterization of rainfall events responsible for triggering of debris flows and shallow landslides. **Journal of Hydrology**, v.541, p.230-245, 2016.

JIA, GUAN-WEI; ZHAN, T.L.T.; CHEN, YUN-MIN; FREDLUND, D.G. Influence of rainfall pattern on the infiltration into landfill earthen final cover. **Proc. of Int. Symp. on Geoenvironmental Eng.**, ISGE2009 September 8-10, 2009.

KNAPP, A.K.; HOOVER, D.L.; WILCOX, K.R.; AVOLIO, M.L.; KOERNER, S.E.; LA PIERRE, K.J.; LOIK, M.E.; LUO, Y.; SALA, O.E.; SMITH, M.D. Characterizing differences in precipitation regimes of extreme wet and dry years: implications for climate change experiments. **Revista Global Change Biology**. v. 21, n. 7, p. 2624 -2633, 2015.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

KOTTEGODA, N.T.; RAITERI, E.; NATALE, L.: Monte Carlo Simulation of rainfall hyetographs for analysis and desing. **Journalcof Hydrology**, v.519, p.1-11, 2014.

KOUSKY, E. V. Diurnal rainfall variation in northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 108, p.488-498, 1980.

KUNKEL, K.E.; KARL, T.R.; EASTERLING, D.R.; YOUNG, K.R.J.; YIN, X.; HENNON, P.; Probable maximum precipitation and climate change. **Geophysical Research Letters** v. 22, n. 4, p. 223-237, 2017.

LARSEN, M. L. e TEVES, J. B.: Identifying Individual Rain Events with a Dense Disdrometer Network, **Adv. Meteorol.**, 2015,

LEHMANN J, COUMOU D, FRIELER K. Increased record-breaking precipitation events under global warming. **Climatic Change**, v. 132, p. 501-515. 2015

LOEWEN, A.R.; PINHEIRO, A. Mecanismos de geração de escoamento superficial na bacia do ribeirão Concórdia, Santa Catarina, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 22, n. 4, p. 223-237, 2017.

MACHADO, R.L.; CARVALHO, D.F.; COSTA, J.R.; NETO, D.H.O.; PINTO, M.F. Análise da erosividade das chuvas associada aos padrões de precipitação pluvial na região de Ribeirão das Lajes (RJ). **Revista Bras. Ci. Solo**, v.32, p. 2113-2123, 2008.

MACHADO, R.L.; CARVALHO, D.F.; ROUWS, J.R.C.; ALMEIDA, W.S.; OLIVEIRA, P.T.S; Multivariate Analysis of erosivity índices and Rainfall physical chacteristics associated with Rainfall patterns in Rio de Janeiro. **Revista brasileira de ciência do solo**, 2017.

MANOEL FILHO, J. (2008). Ocorrência das Águas Subterrâneas. In: **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Org. por Feitosa, F. A. C.; Manoel Filho, J.; Feitosa, E. C.; Demetrio, J. G. A., CPRM: LABHID, Rio de Janeiro – RJ, p.53-75.

MARENGO JA, NOBRE CA, TOMASELLA J, CARDOSO MF, OYAMA MD. Hydro-climate and ecological behaviour of the drought of Amazonia in 2005. **Philosophical transactions of theRoyal Society** v. 363(1498), p. 1773-1778, 2008.

MEDINA-COBO, M.T.; MARÍN, A.P.; ESTÉVEZ, J.; MUÑOZ, J.L.A.; The identification of an appropriate Minimum Inter-event Time (MIT) based on multifractal characterization of rainfall data series. **Hydrological Processes** v.30, n. 19, p. 3507-3517, 2016.

MEHL, H.U.; ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M.; DIDONÉ, I.A.; Caracterização de padrões de chuvas ocorrentes em Santa Maria (RS). **Revista Brasileira Ci. Solo**, v. 25, p. 475-483, 2001.

MELO, D.D.C.D., E. WENDLAND, R.C. GUANABARA. 2015. Estimate of groundwater recharge based on water balance in the unsaturated soil zone. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 39 n. 5: 1336-1343

MENABDE M.; SIVAPALAN, M. Modeling of rainfall time series and extremes using bounded random cascades and Levy-stable distributions. **Water Resources Research**. V. 36, n.11. p. 3293-3300, 2000.

MOLINA-SANCHIS, I.A.; LÁZARO, R.B.; ARNAU-ROSALÉN, E. C.; CALVO-CASES, A.C.: Rainfall timing and runoff: The influence of the criterion for rain event separation. **Journal of Hydrology and Hydromechanics**, v.64, n. 3, p.226-236, 2016.

MONTEIRO, M. T. F. **Estudo Integrado da Dinâmica do Carbono, Nitrogênio e da Hidrologia em uma Microbacia da Amazônia Central - Manaus**: Manaus: 2013.. Tese de doutorado, 2013.

NERY, J.T.; MARTINS, M.L.O.F.; SANTANA, J.L.N. Variabilidade da precipitação no Brasil Meridional. **Acta Scientiarum**. V.24, n.6, p.1687-1695, 2002.

NIGRELLI, G.: Analysis and characteristics of pluviometric events in the germanasca valley (Italian western alps). **Geogr. Fís. Dinam. Quat**. v.28, p.147-158, 2005.

Pearson (1901) Karl Pearson. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, v. 2. p. 559-572

ROSA, A.G.; SANTOS, J.T.S.; Da COSTA, J.A.; FONSECA, D.D.F.; De SOUSA A.M.L. Comportamento da precipitação como fator ativo de processos erosivos no município de Rondon do Pará, PA (Brasil). **Scientia Plenav**. 13, n. 2, p. 1-10, 2017.

SANTOS, C. A. C.; DANTAS, L. G.; MELO, M. M. M. S.; SANTOS, E. G. Trends in Indices for Extremes in Daily Precipitation over Idaho, USA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, p.852-862, 2012.

SARI, V.; PAIVA, M.C.D.; PAIVA, J.B.D.; Precipitação interna em Floresta Atlântica: comparação entre os sistemas de monitoramento fixo e móvel. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 20, n. 4, p. 849-861, 2015.

SHAMSUDIN, S.; DAN' AZUMI, A.; ARIS, A.: Effect of Storm Separation Time on Rainfall Characteristics-A Case Study of Johor, Malaysia. **European Journal of Scientific Research**, v.45 n.2, p.162-167, 2010.

SILVA, C.M.A.; BARRETO, I.D.C.; SANTOS, E.A.B.S.; BORGES, P.F.; ARAÚJO, L.S.; SANTOS C.F.N. Análise das variáveis climáticas das estações agrometeorológicas do estado de Sergipe através de métodos multivariados (2011 – 2013). **Gaia Scientia**. V.11. n. 1. P 144-156. 2017.

SILVEIRA, C.S.; FILHO F.A.S.; MARTINS, E.S.P.R.; OLIVEIRA, J.L.; COSTA, A.C.; NOBREGA, M.T.; SOUZA, S.A.; SILVA, R.F.V. Mudanças climáticas na bacia do rio

São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 21, n. 2, p. 416-428, 2016.

SOARES, A. S. D.; PAZ, A. R.; PICCILLI, D.G.A. Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** v. 21, n. 2, p. 288-299, 2016

STATSOFT. Statistica. Statsoft, 2015. Disponível em: <<http://documentation.statsoft.com/STATISTICAHelp.aspx>>. Acesso em: 04 Janeiro 2018.

STOTT P. How climate change affects extreme weather events. **Science**, v. 352, p. 1517-1518. 2016

TOKAY, A.; SHORT, DA. Evidence from tropical raindrop spectra of the origin of rain from stratiform versus convective clouds. **JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY**. v. 35, p 355–371. 1996

UMMENHOFER, C.; MEEHL, G.A. Extreme weather and climate events with ecological relevance: A review. **Philosophical transactions of the royal society**. 2017

VALÉRIO, E.L.S.; JÚNIOR, C.R.F.; Avaliação dos efeitos de mudanças climáticas no regime hidrológico da bacia do rio Paraguaçu, BA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 20, n. 4, p. 872-887, 2015.

VALVASSORI, M.L.; BACK, A.J.; Caracterização das chuvas erosivas em Urussanga, SC, com relação ao padrão de distribuição temporal. **Revista Bras. Ci. Solo**. v. 40, n. 7, p. 1402-1408, 2013.

VARELLA, C.A.A. **Análise de componentes principais**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Rio de Janeiro, 2008.

VISCHEL, T.; LEBEL, T. Assessing the water balance in the Sahel: Impact of small scale rainfall variability on runoff. Part 2: Idealized modeling of runoff sensitivity. **Journal of Hydrology**, v.333, 16p. 2007.

WESTRA, S., L. V. ALEXANDER, AND F. W. ZWIERS. Global increasing trends in annual maximum daily precipitation, **J. Clim.**, v. 26, p. 3904–3918,. 2013.

YANG, S. E SMITH, E.A. Mechanism for diurnal variability of global tropical rainfall observed for TRMM. **Journal of Climate**, v. 19, p. 5190-5226, 2006

ZWIERS, F.W.; ALEXANDER, L.V.; HEGERL, G.C.; KNUTSON, T.R.; KOSSIN, J.P.; NAVEAU, P.; NICHOLLS, N.; SCHÄR, C.; SENEVIRATNE, S.I.; ZHANG, X. Climate extremes: Challenges in estimating and understanding recent changes in the frequency 1103 and intensity of extreme climate and weather events. **Climate Science Serving Society**. p. 339-389. 2013

APÊNDICE A

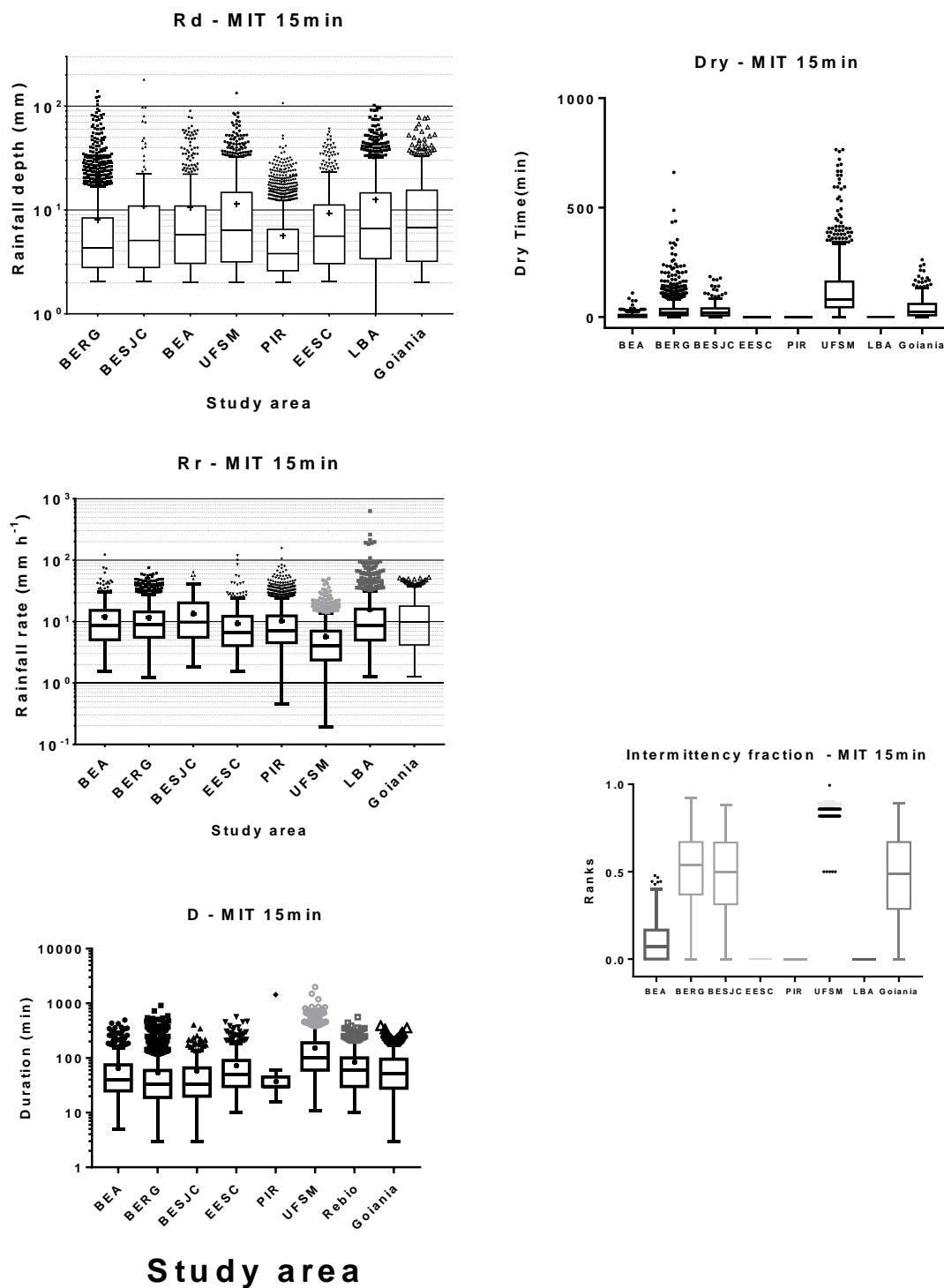


Figura 44 - Análise descritiva com MIT de 15 minutos.

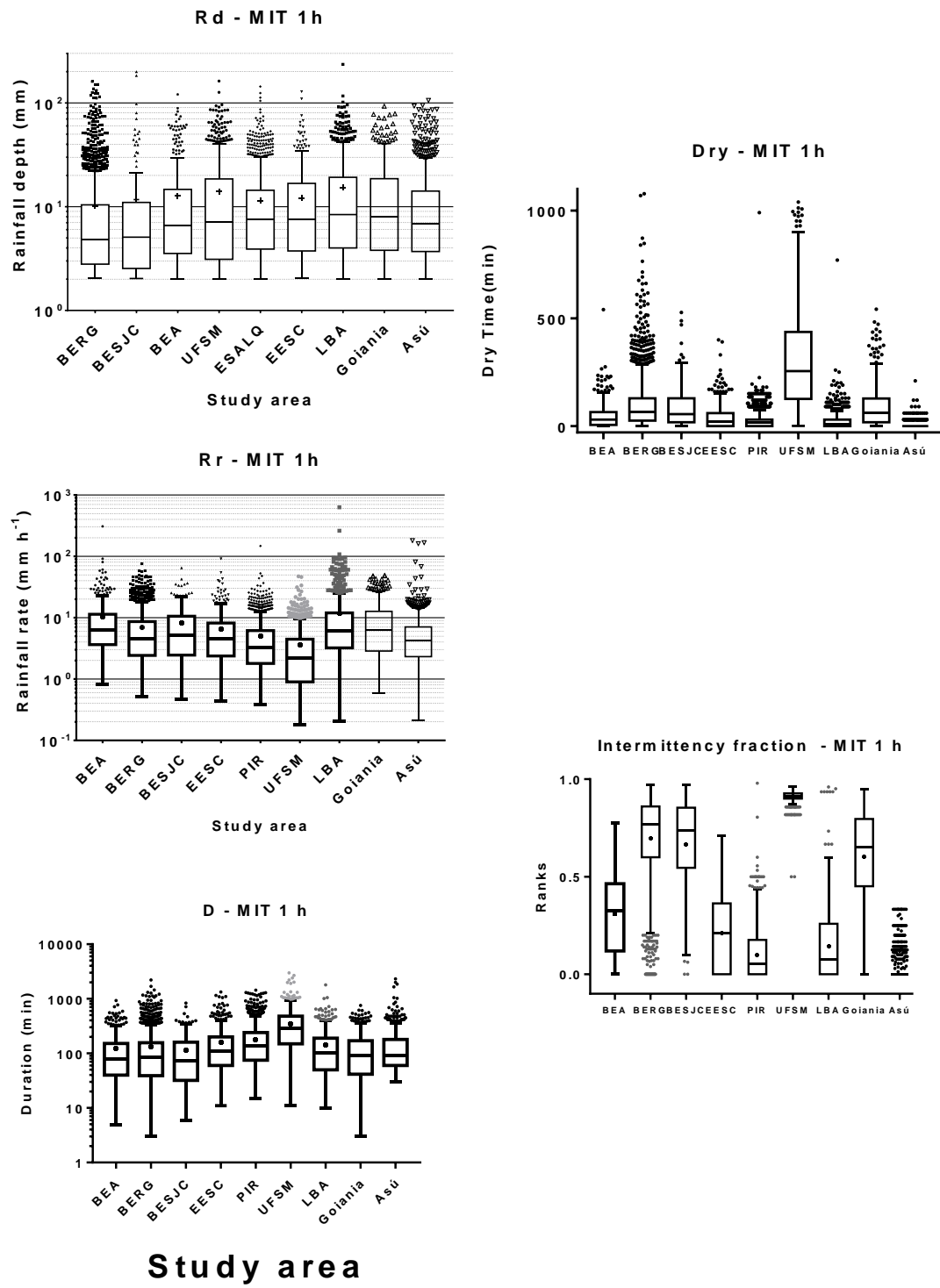


Figura 45 - Análise descritiva com MIT de 1 Hora.

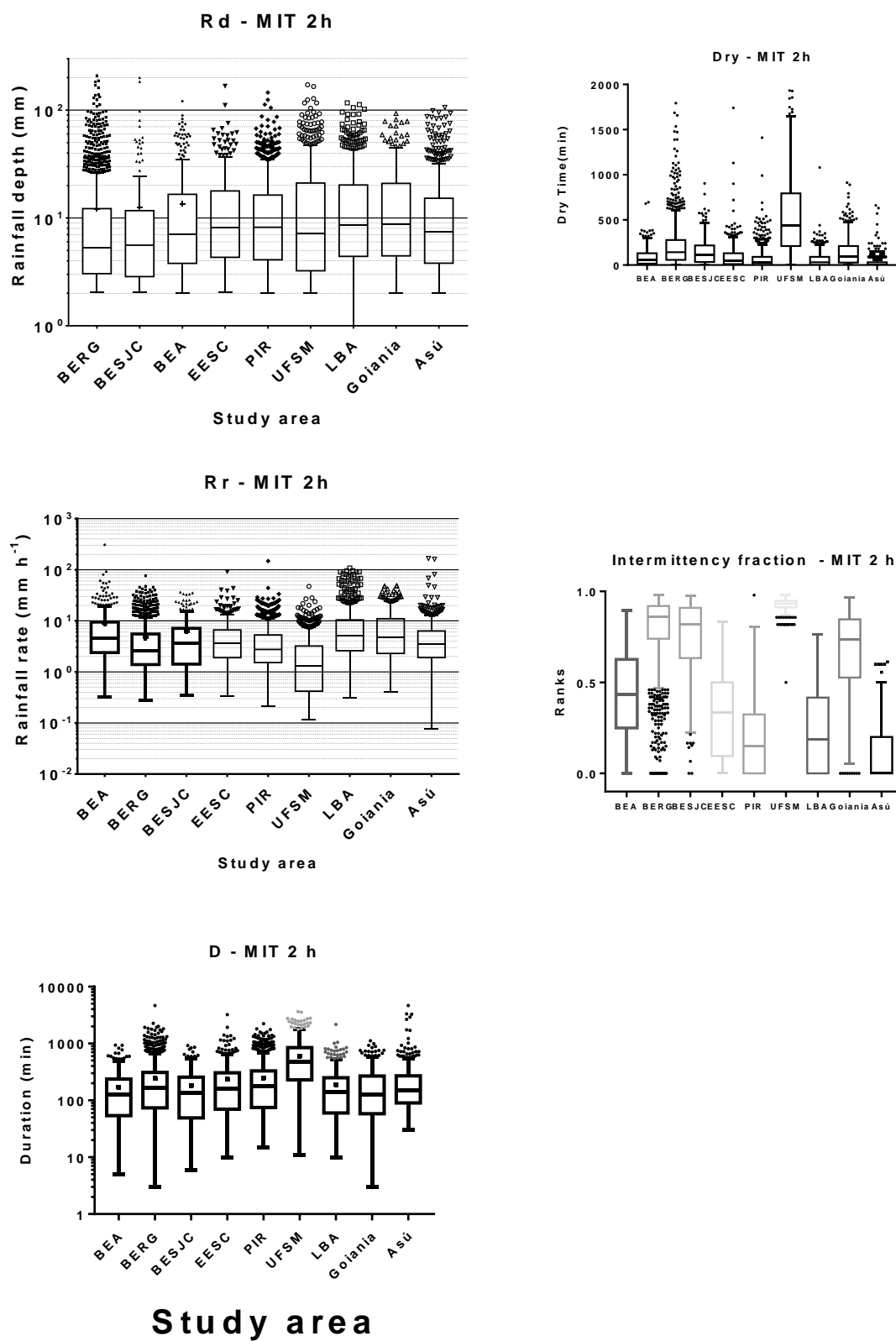


Figura 46 - Análise descritiva com MIT de 2 Horas.

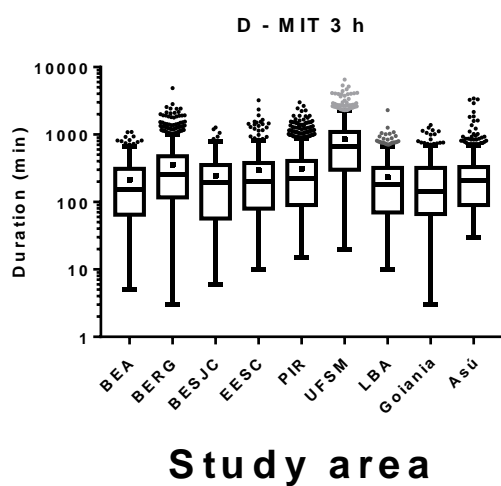
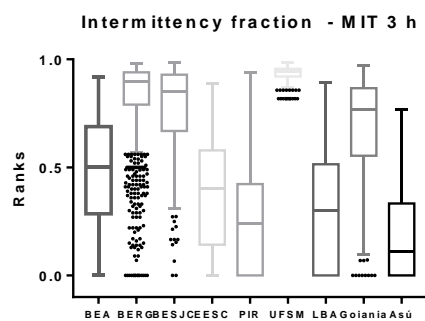
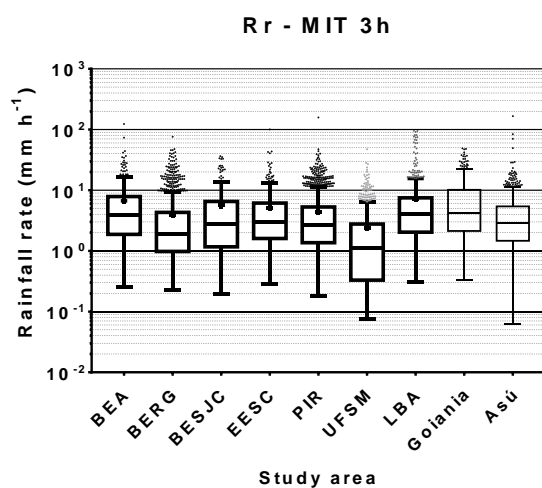
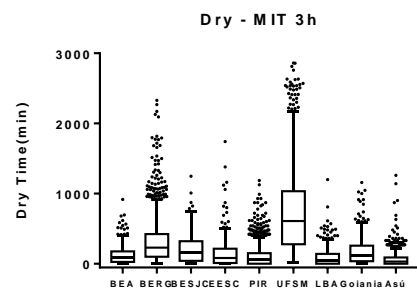
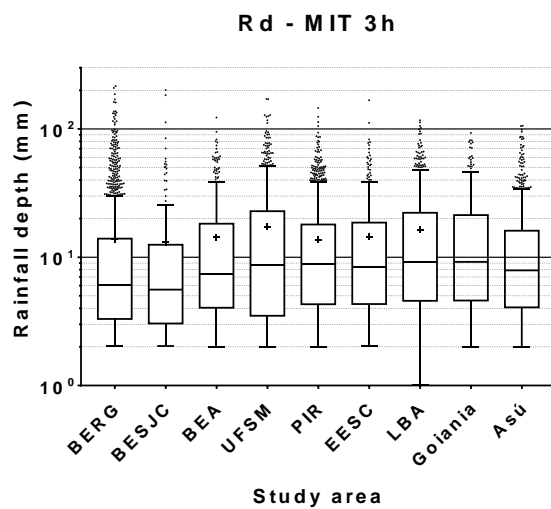


Figura 47 - Análise descritiva com MIT de 3 Horas.

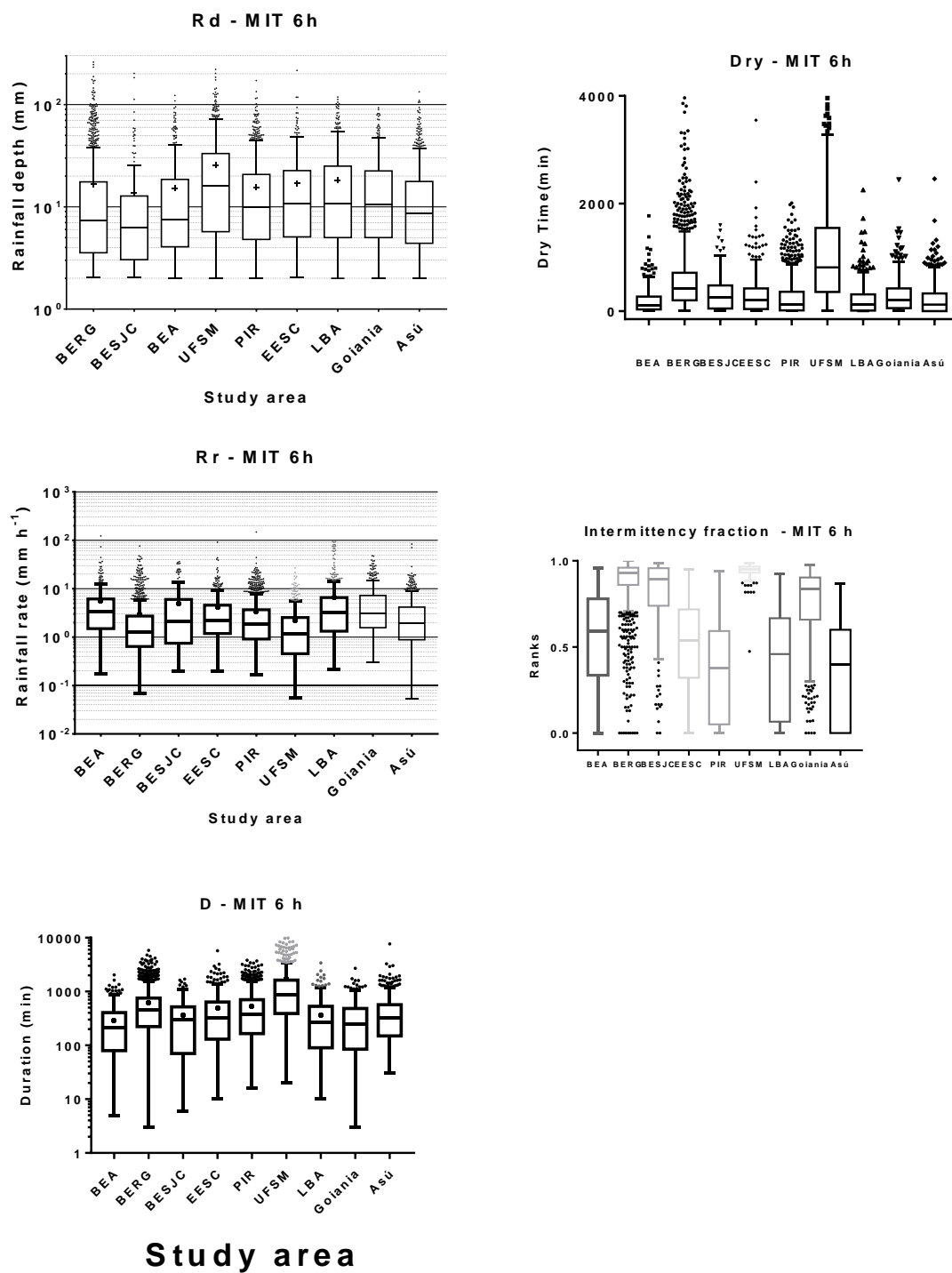


Figura 48- Análise descritiva com MIT de 6 Horas.

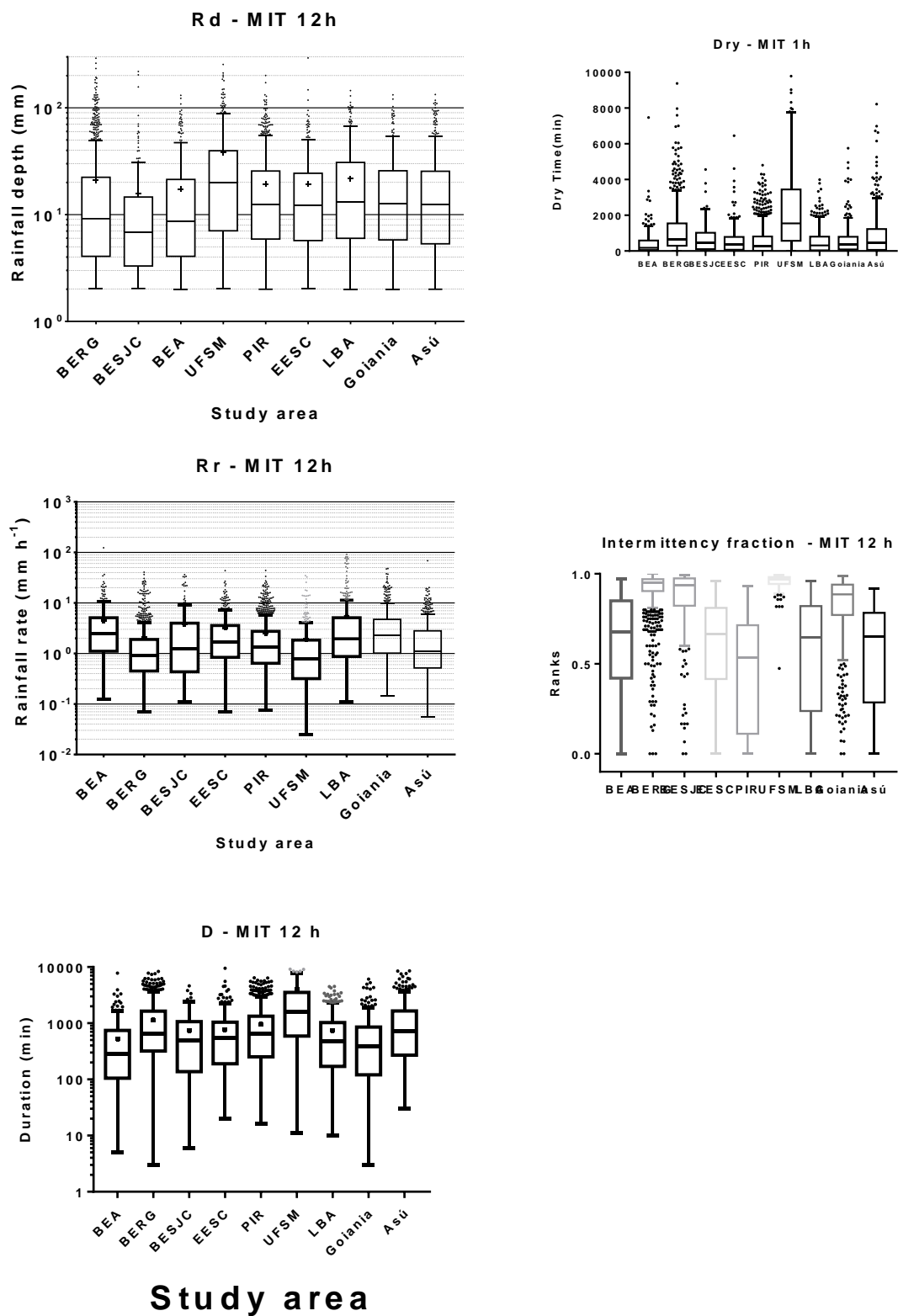


Figura 49 - Análise descritiva com MIT de 12 Horas.

APÊNDICE B

Local: BERG

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

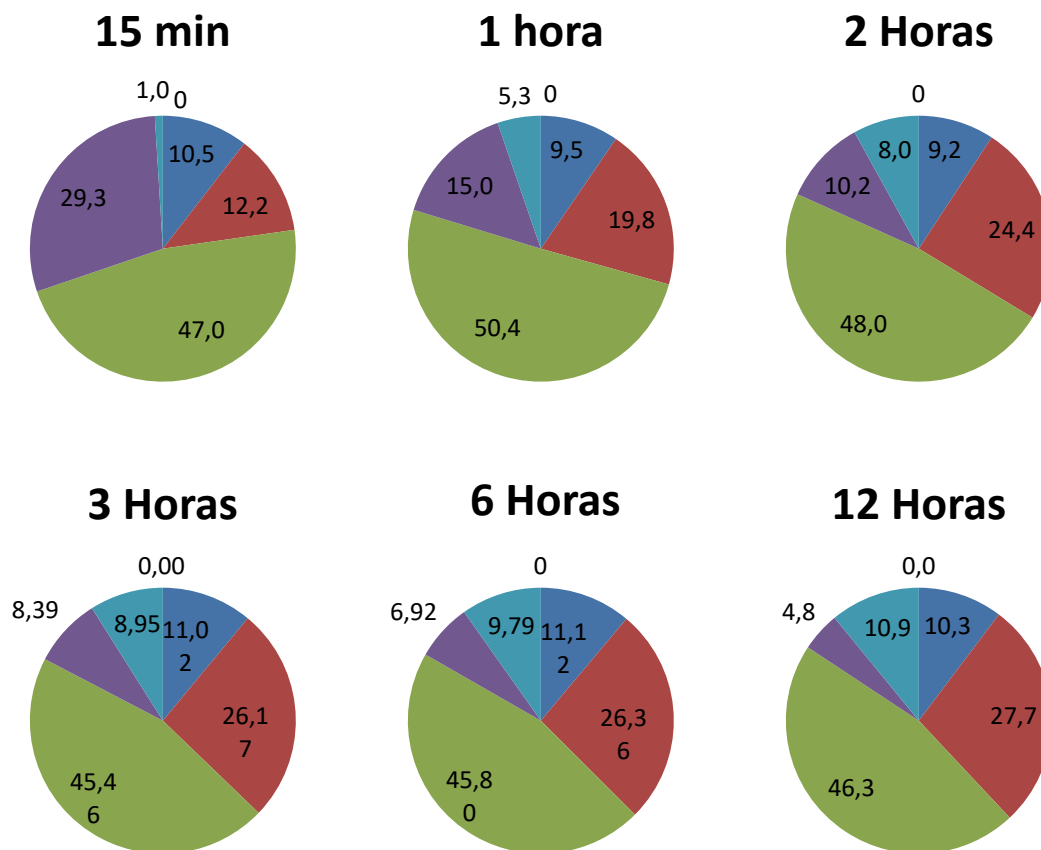


Figura 50 – Representação da classificação dos hietogramas na BERG.

Local: BESJC

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

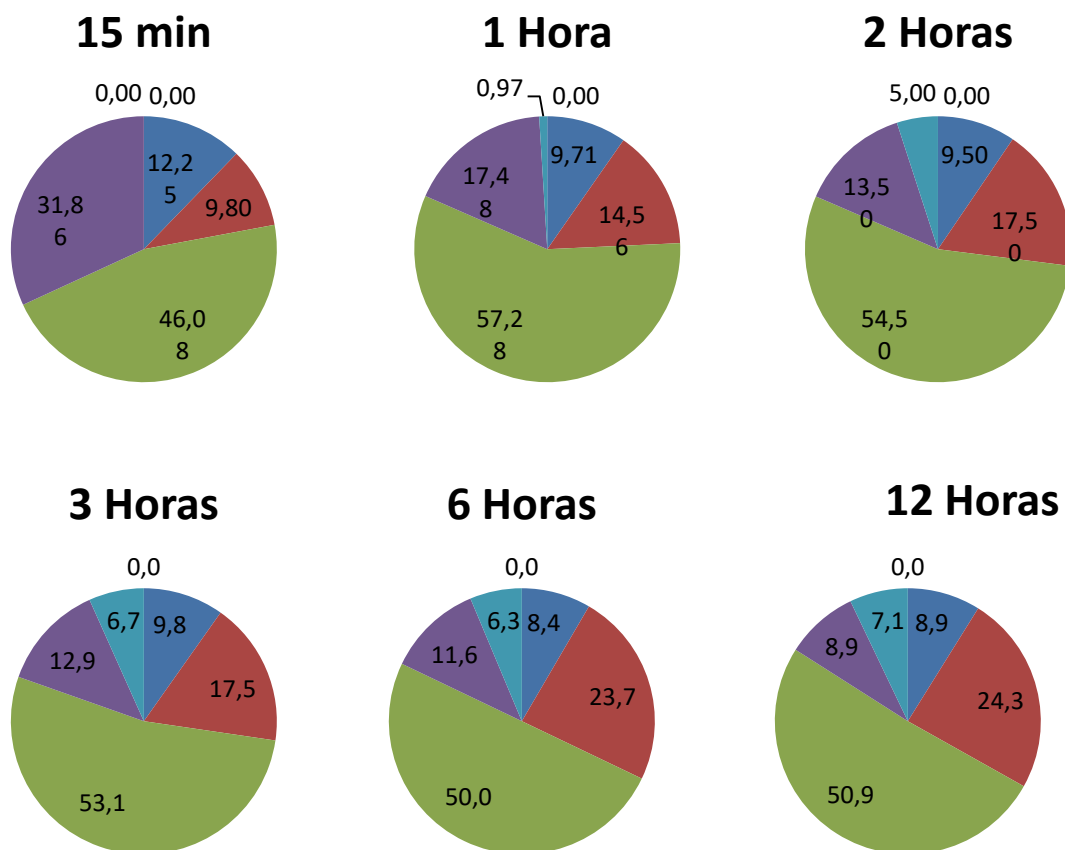


Figura 51 - Representação da classificação dos hietogramas na BESJC.

Local: BEA

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

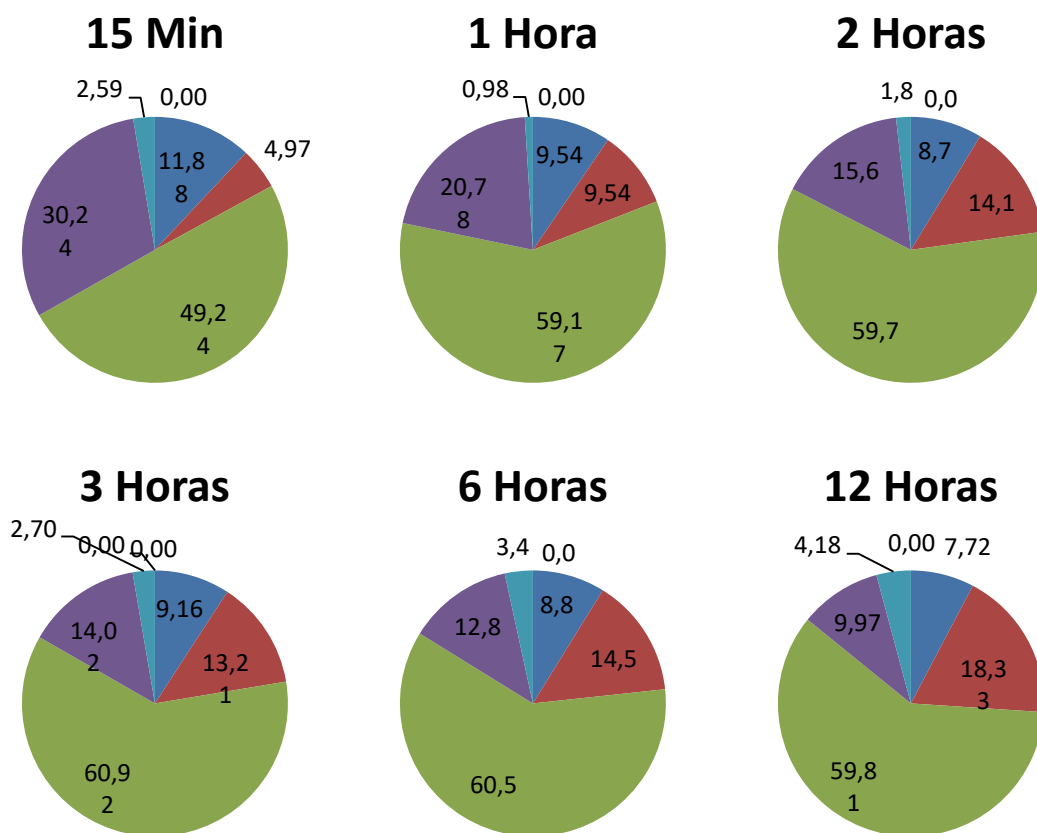


Figura 52 - Representação da classificação dos hietogramas na BEA.

Local: GO

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

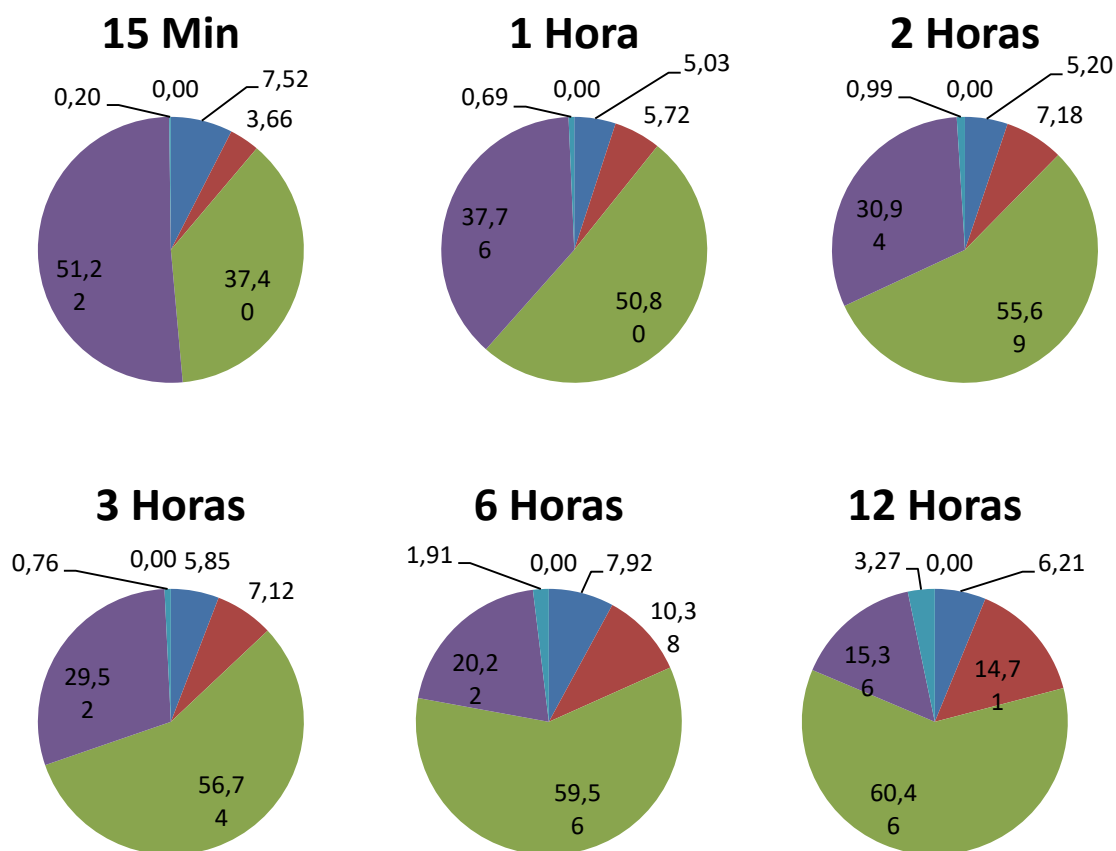


Figura 53 - Representação da classificação dos hietogramas em Goiânia.

Local: EESC

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

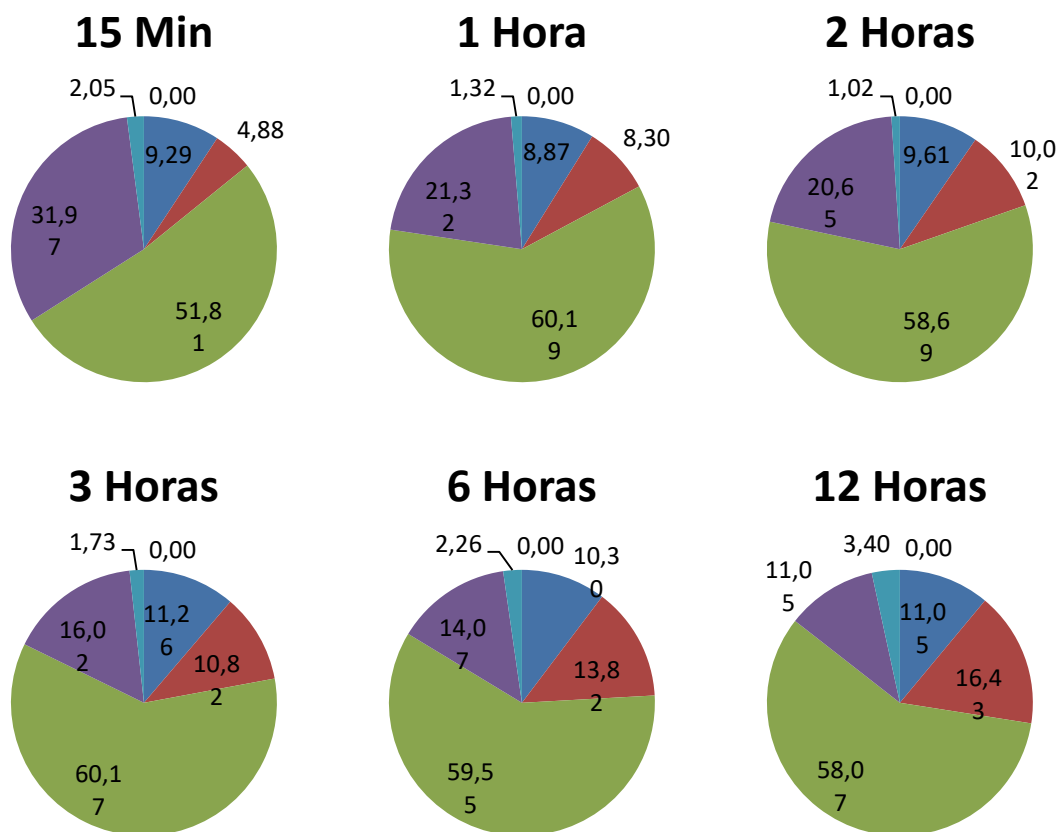


Figura 54 - Representação da classificação dos hietogramas na EESC.

Local: ESALQ

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC ■ Evento pequeno

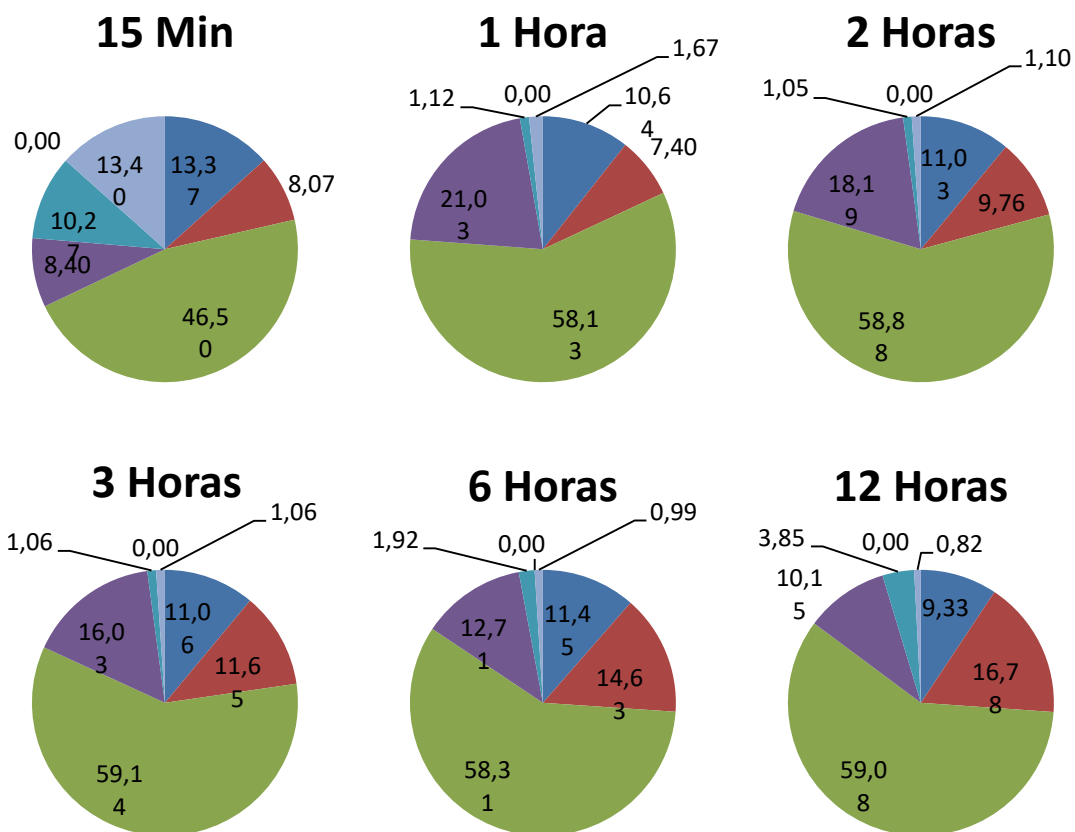
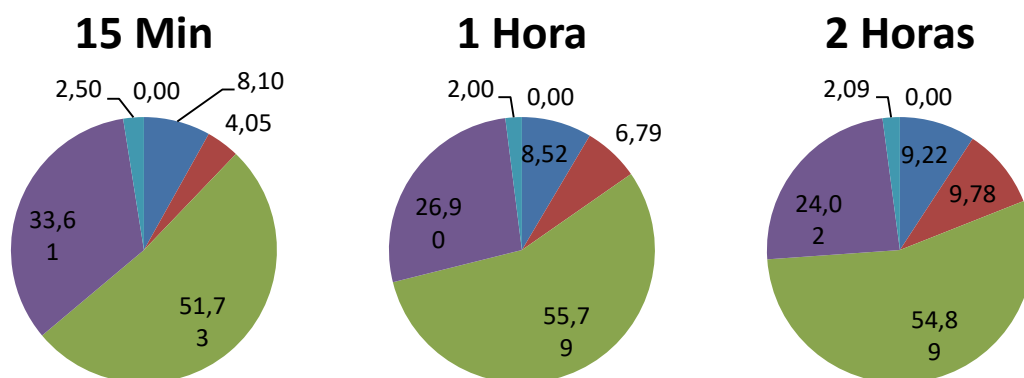


Figura 55 - Representação da classificação dos hietogramas na ESALQ.

Local: Rebio

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC



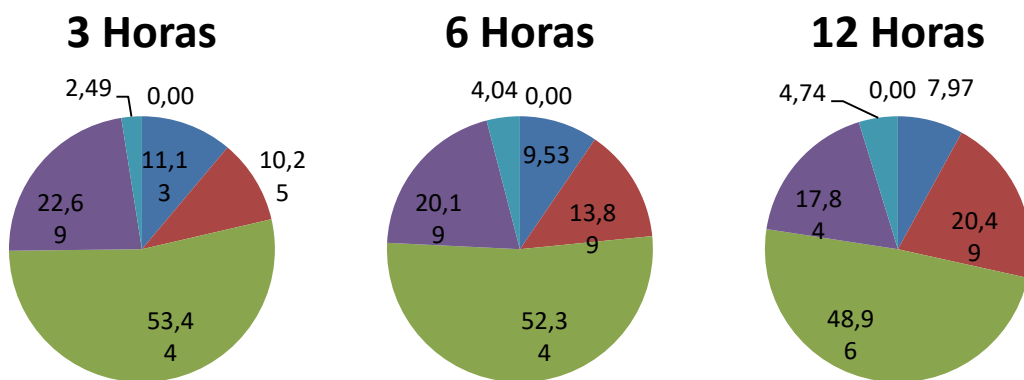


Figura 56 - Representação da classificação dos hietogramas na Rebio Jaru.

Local: UFSM

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

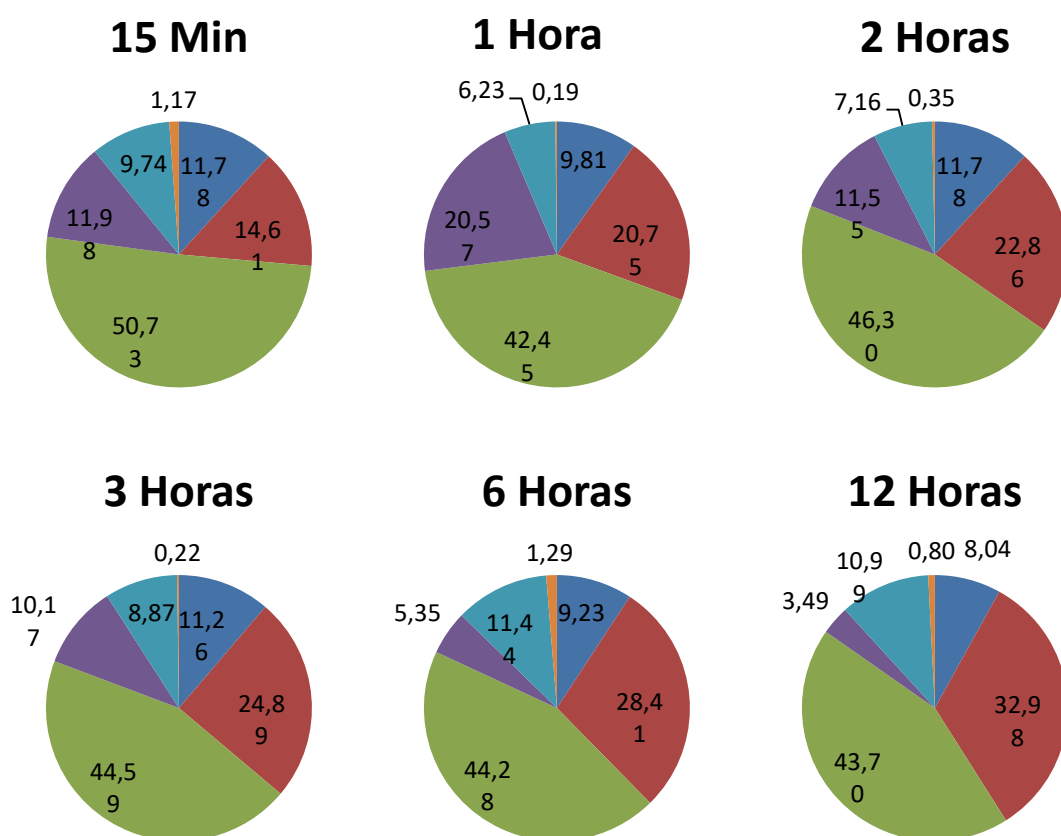


Figura 57 - Representação da classificação dos hietogramas na UFSM.

Local: Asú

■ Triangular Central ■ TriangularDireita ■ Triangular Esquerda ■ Retangular ■ Bimodal ■ NC

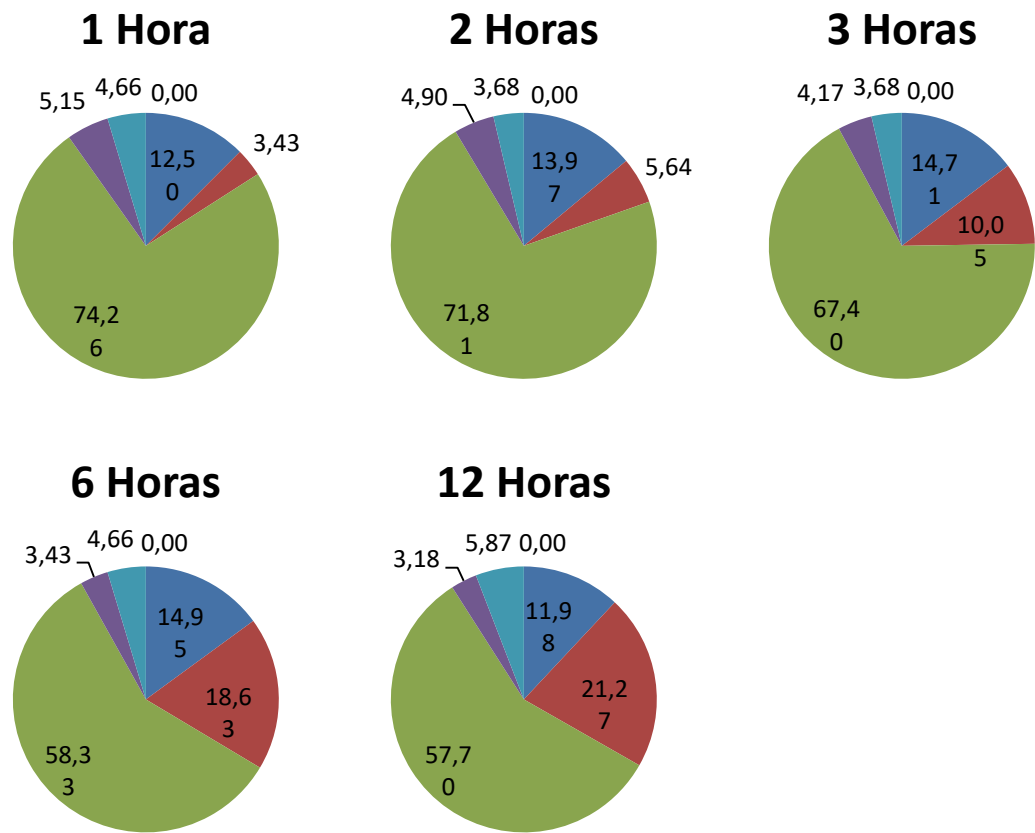


Figura 58 - Representação da classificação dos hietogramas na Asú.

APÊNDICE C

Local: BERG

Euclidean Distances

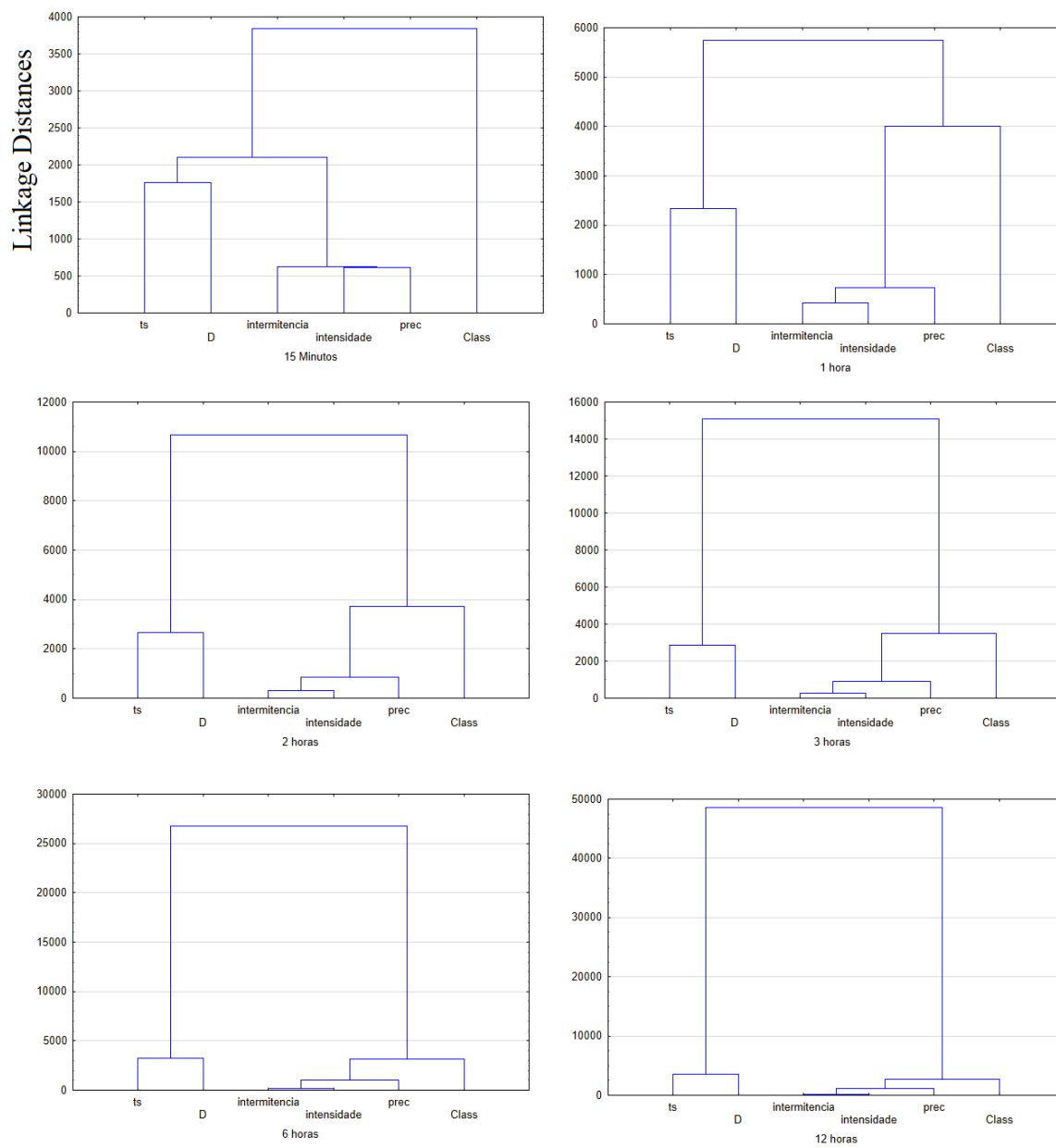


Figura 59 – Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na BERG.

Local: BESJC

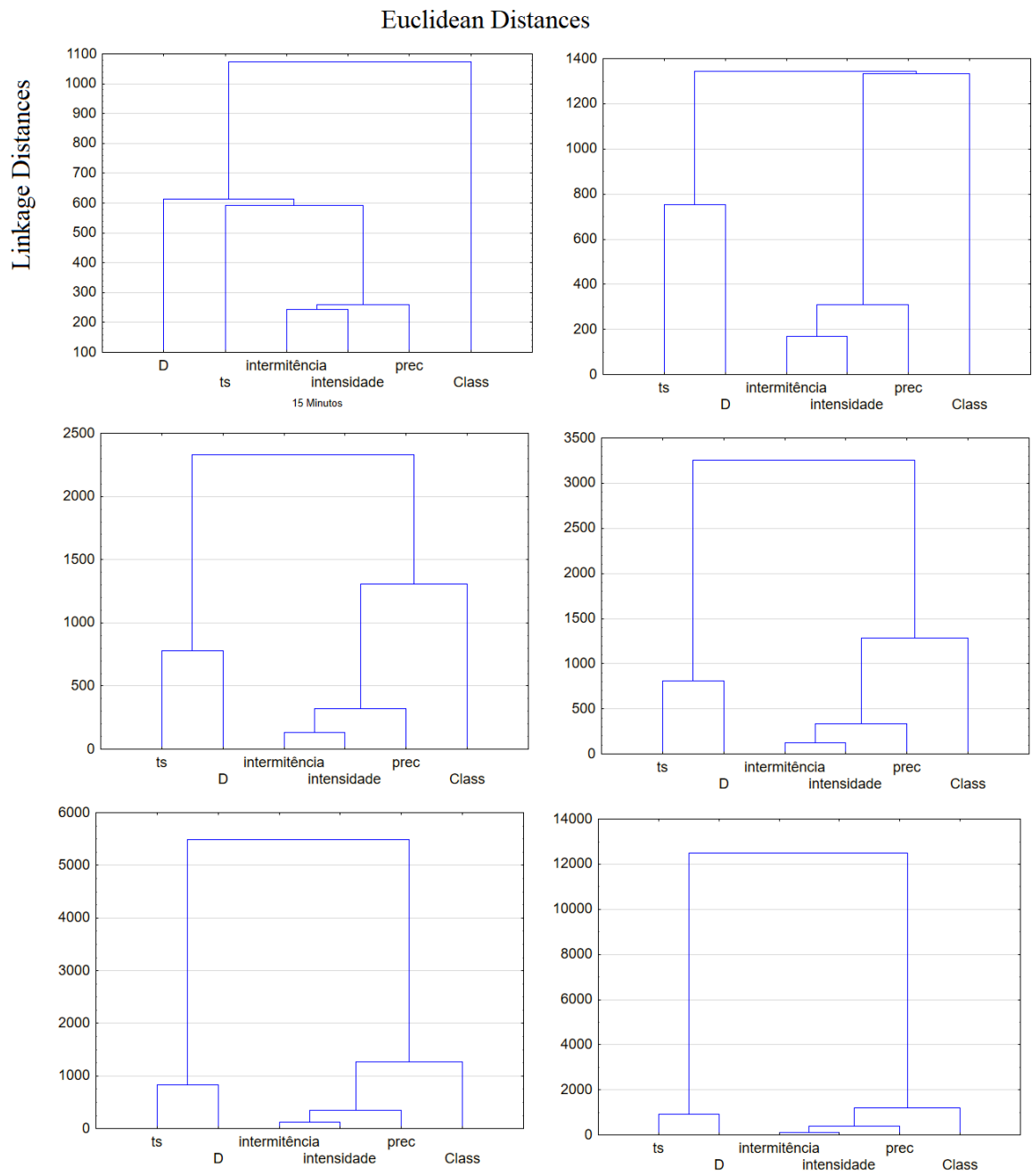


Figura 60 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na BESJC.

Local: BEA

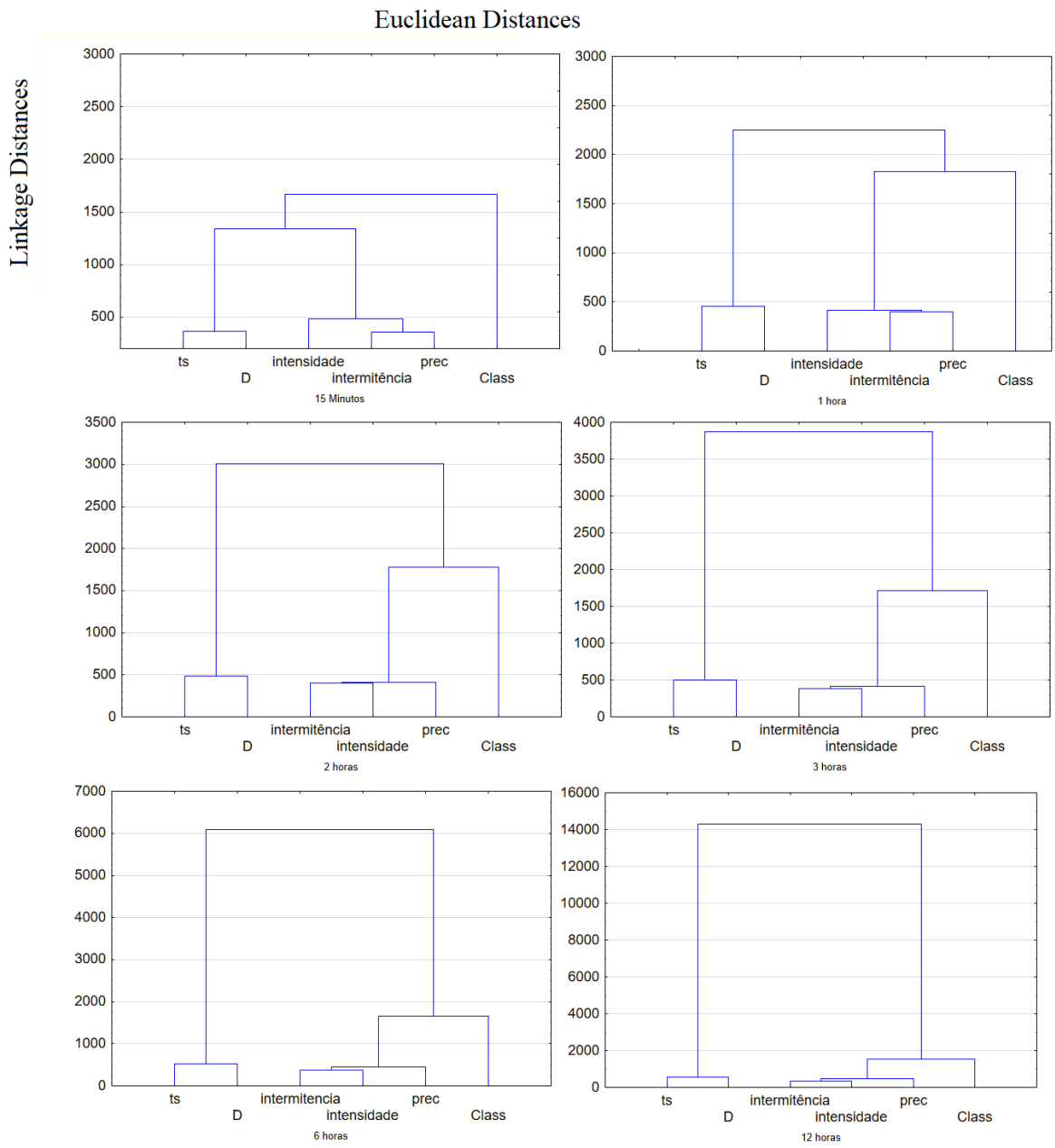


Figura 61 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na BEA.

Local: GO

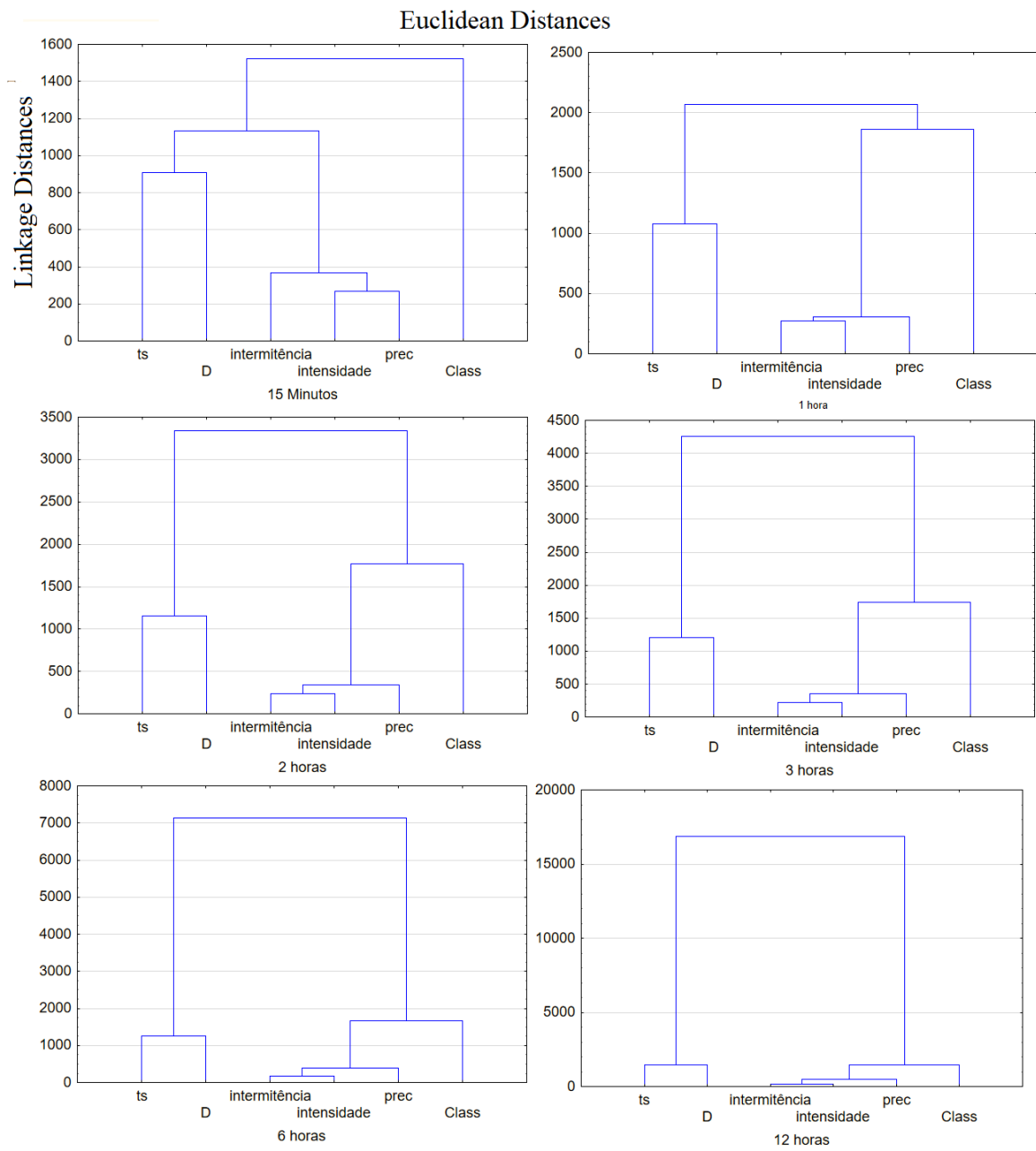


Figura 62 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas em Goiânia.

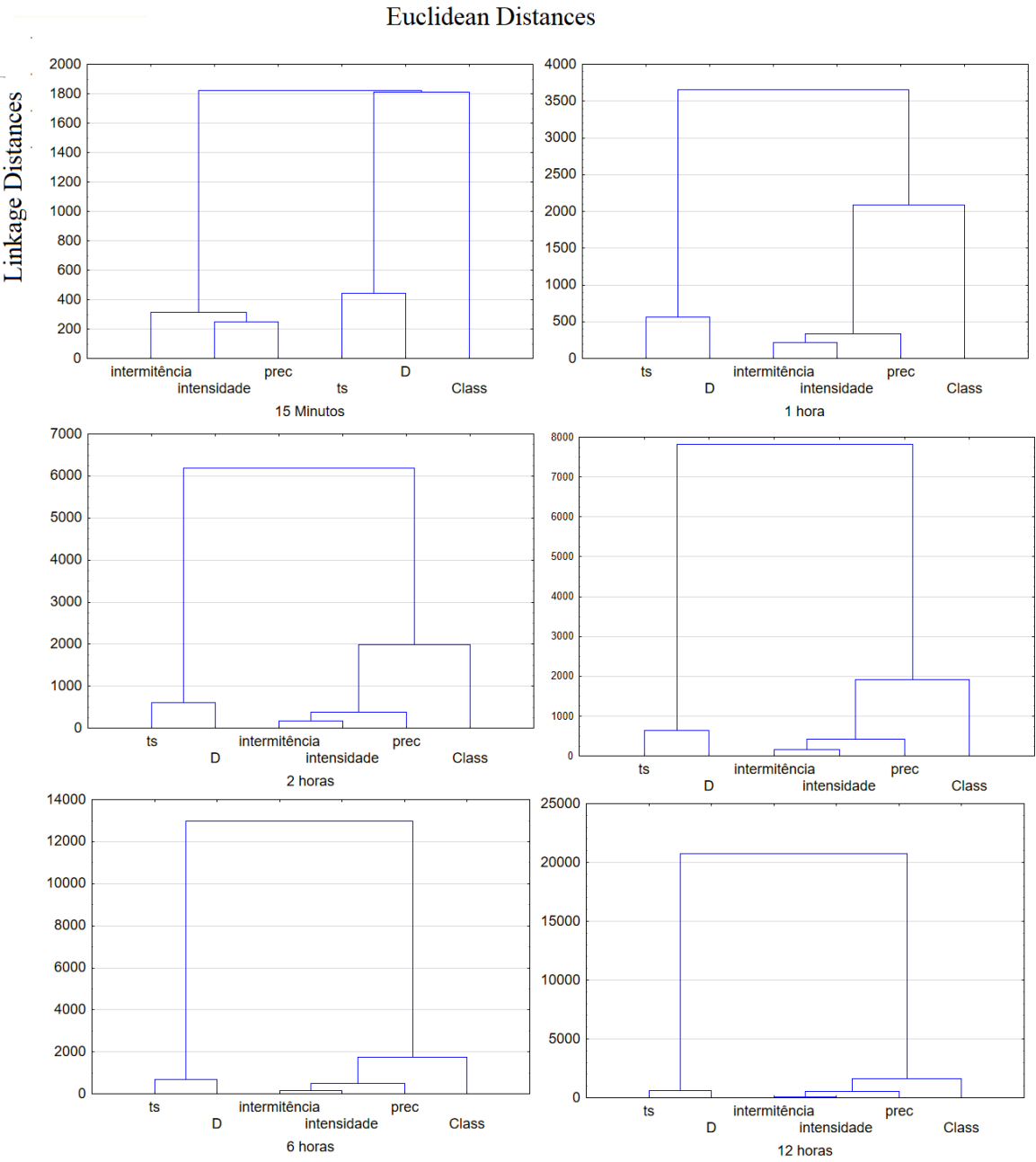


Figura 63 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na EESC.

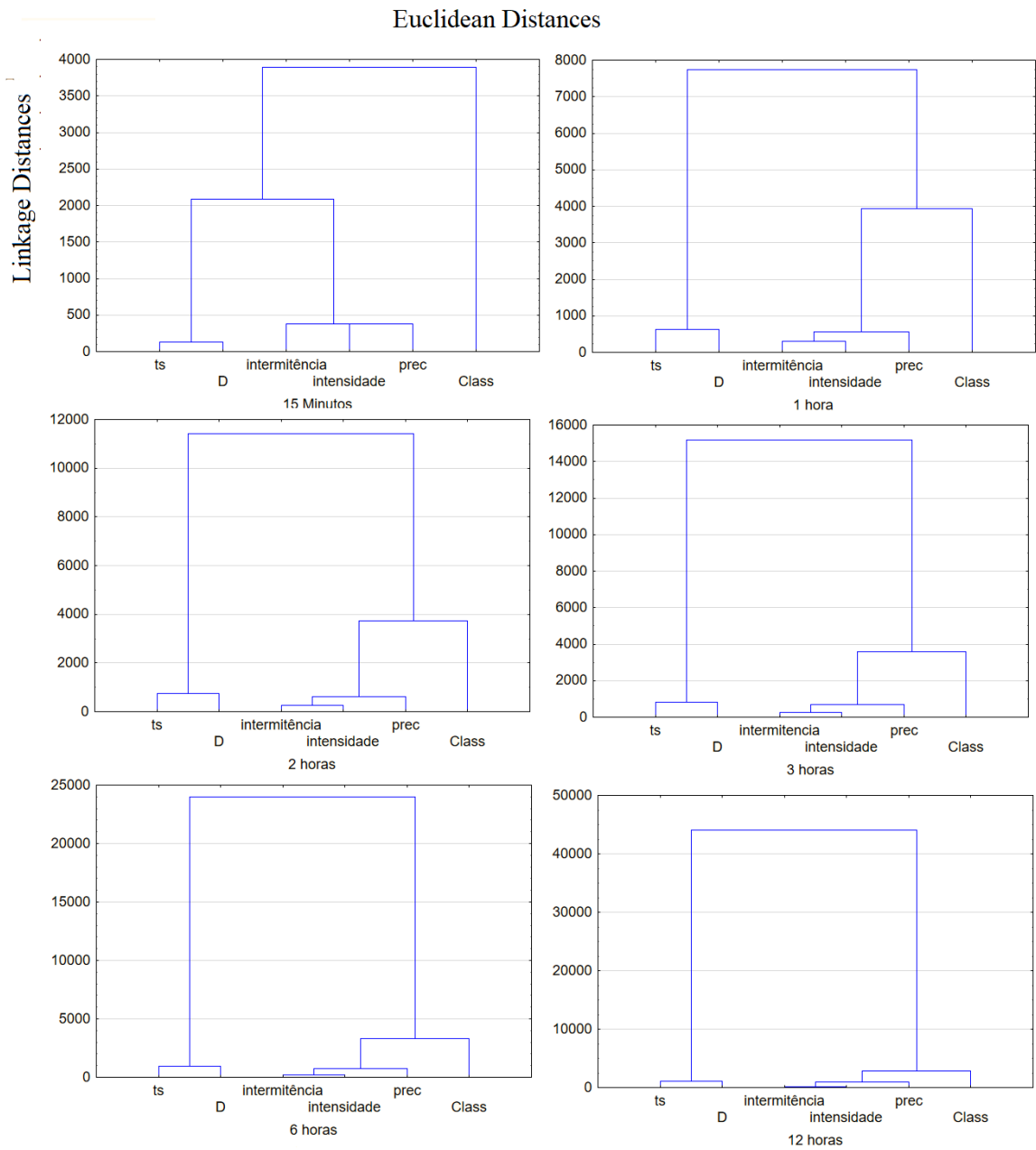


Figura 64 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na ESALQ.

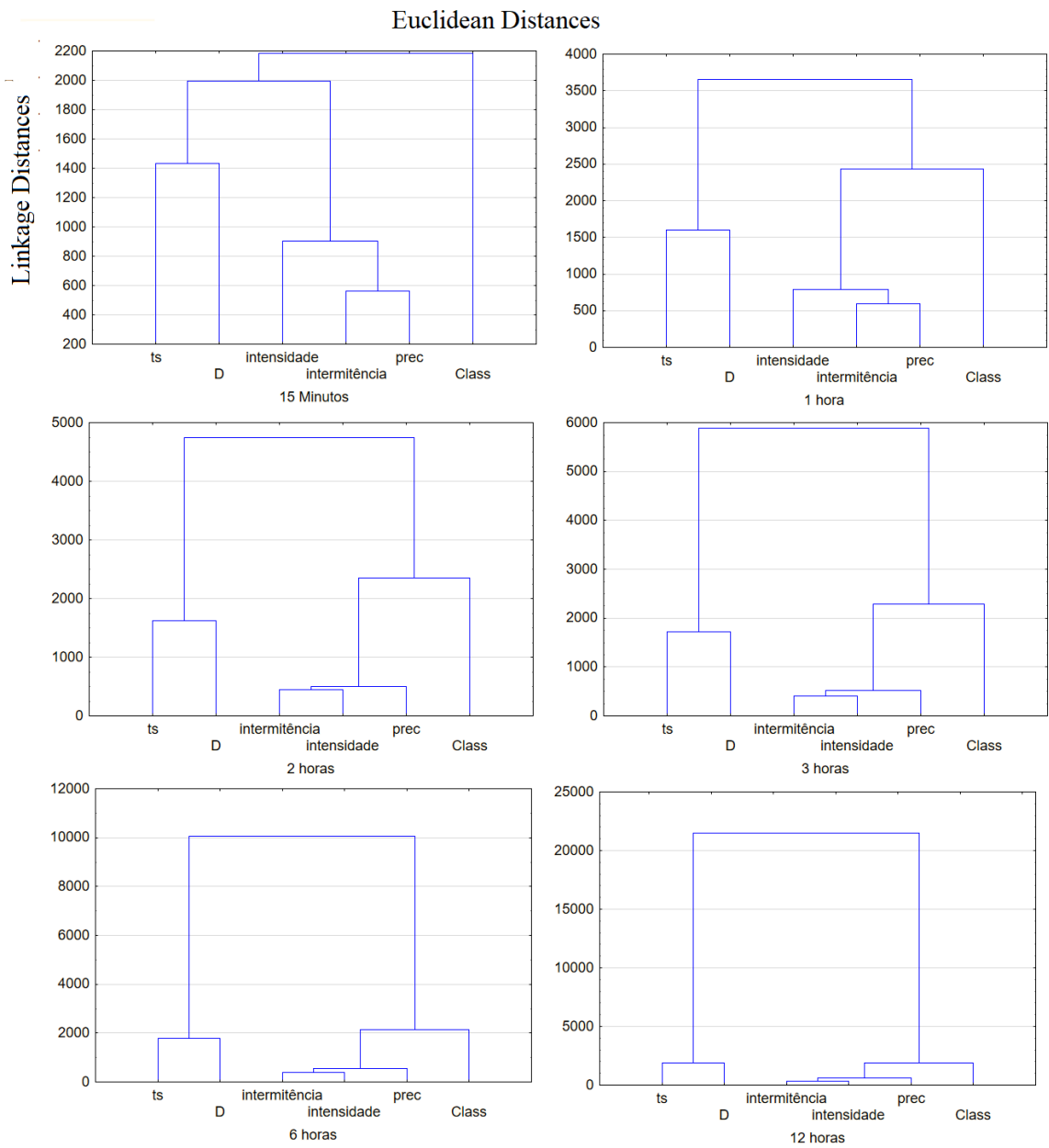


Figura 65 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na Rebio Jaru.

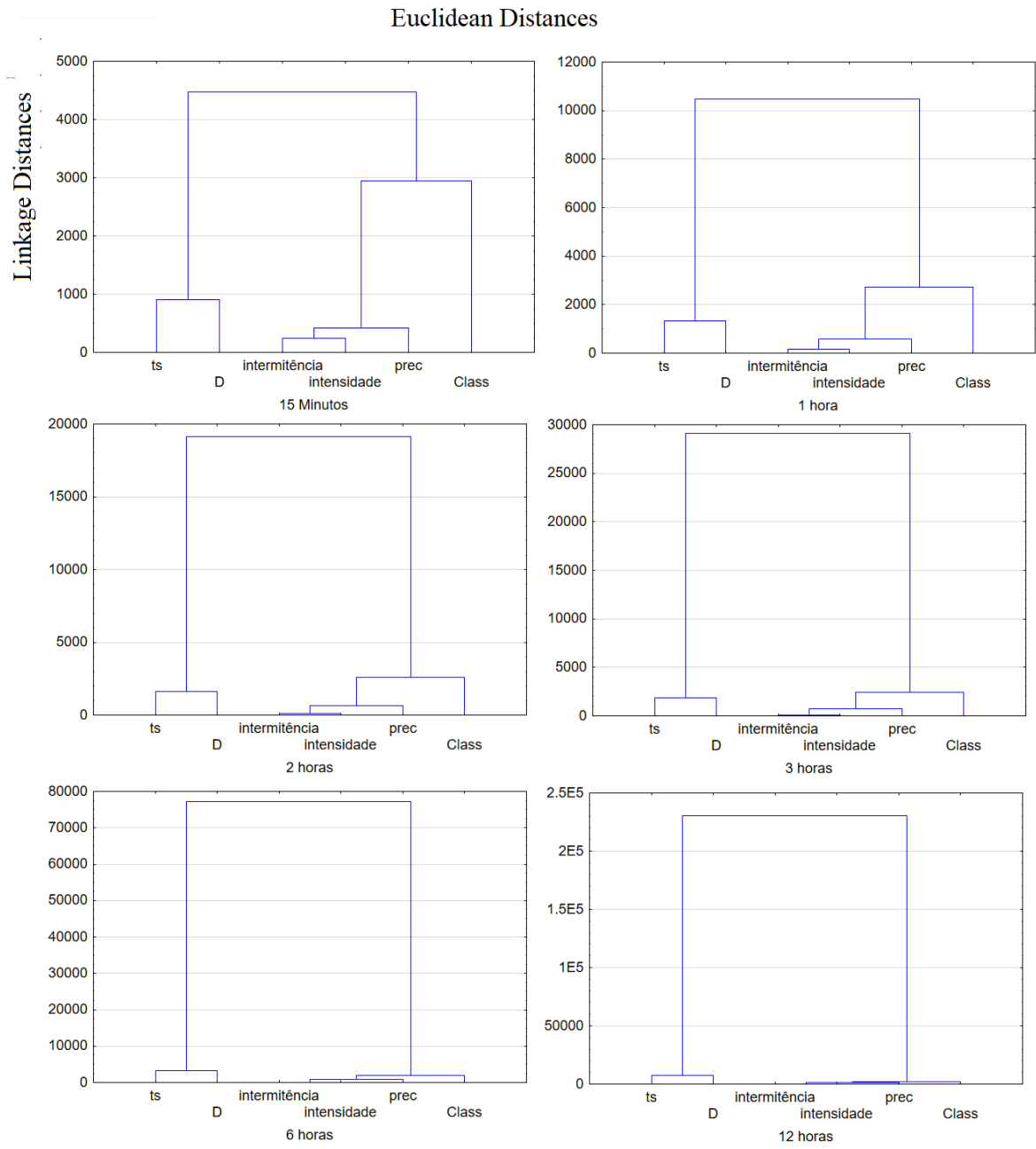


Figura 66 - Análise de agrupamento no MIT de 15 Minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na UFSM.

Local: Asú

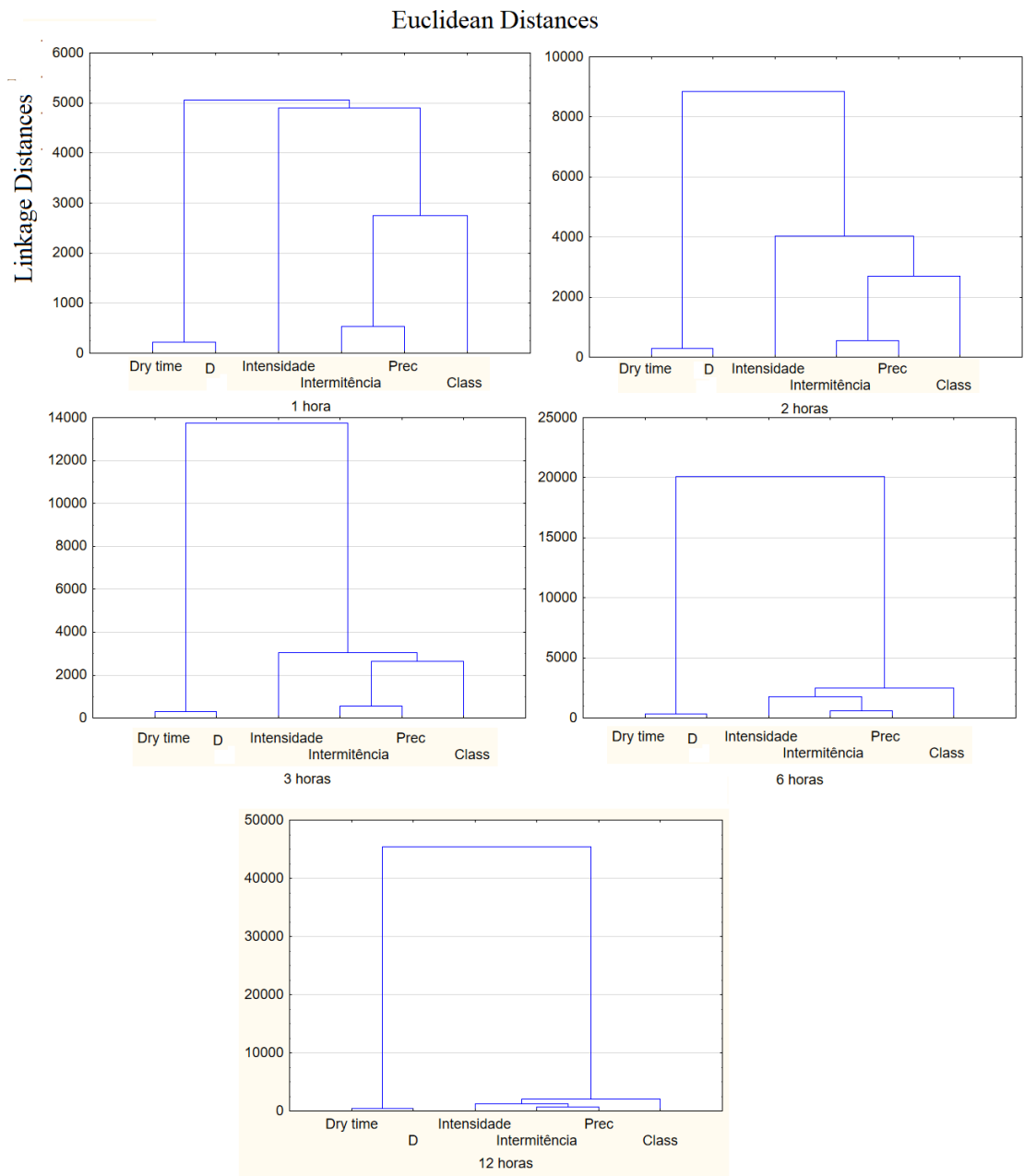
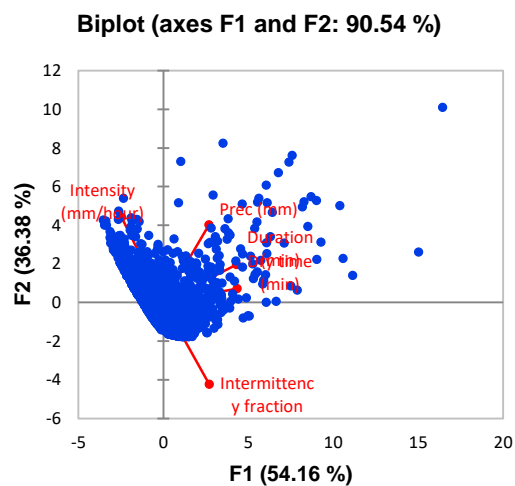
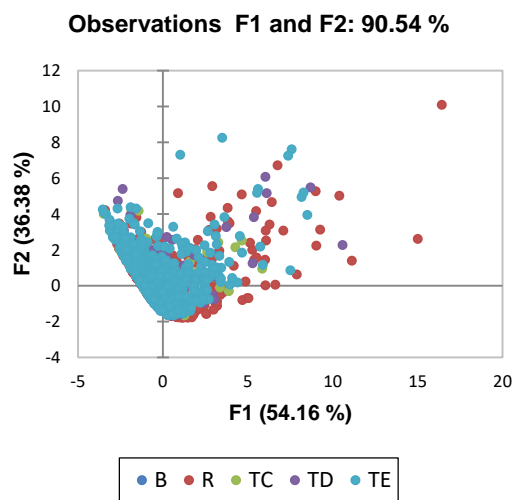


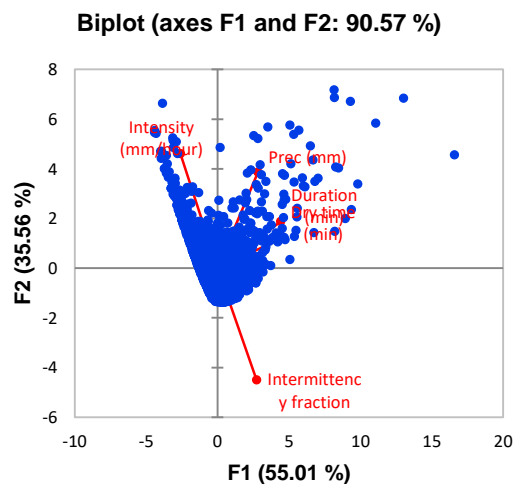
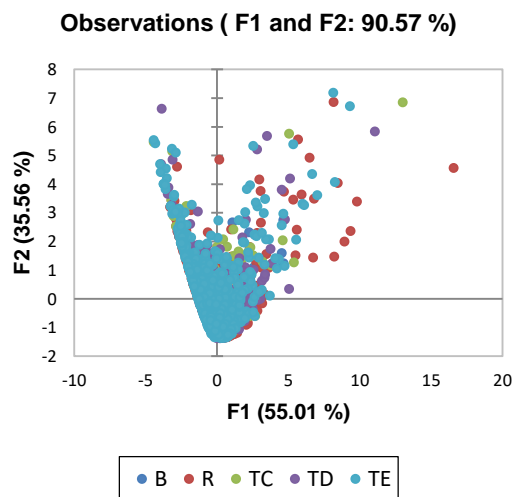
Figura 67 - Análise de agrupamento no MIT de 1 hora, 2 horas, 3 horas, 6 horas e 12 horas na Asú.

APÊNDICE D

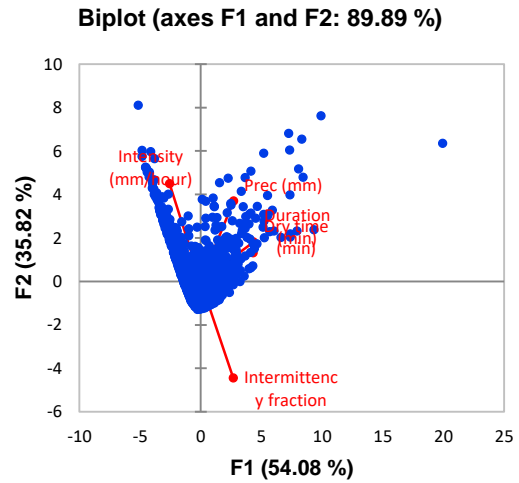
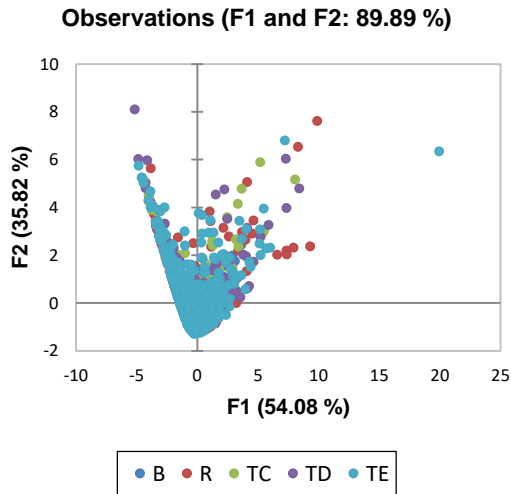
BERG 15 Minutos



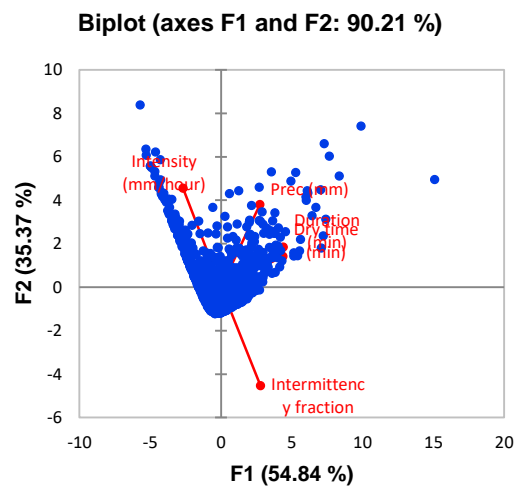
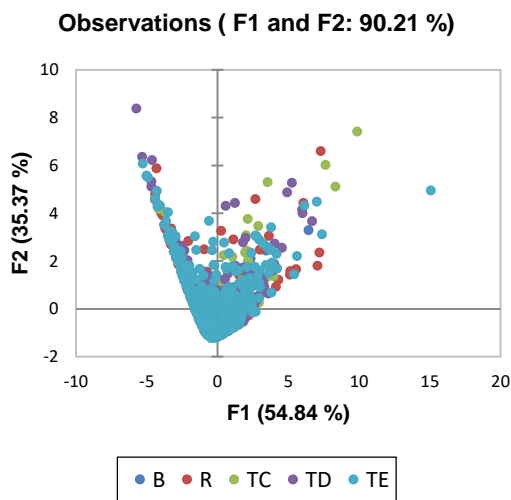
BERG 1 Hora



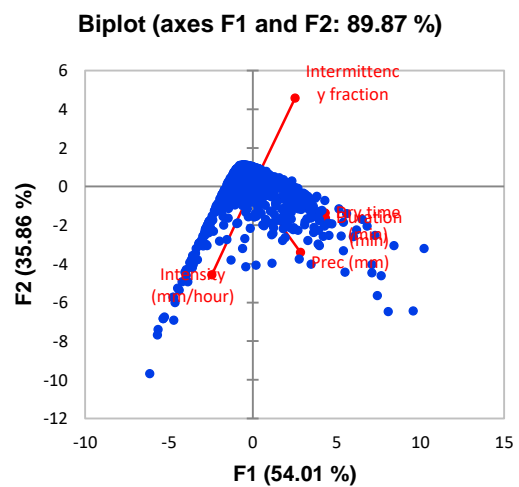
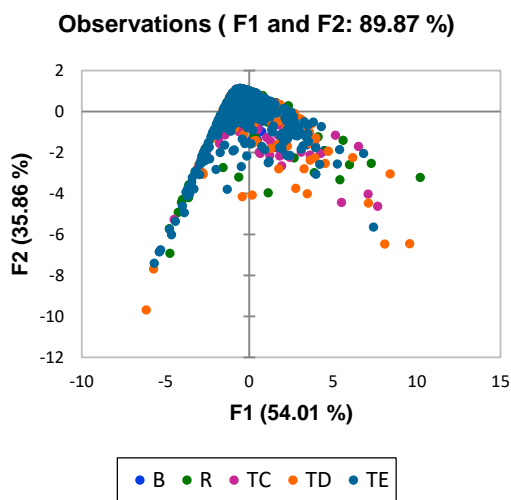
BERG 2 Horas



BERG 3 Horas



BERG 6 Horas



BERG 12 Horas

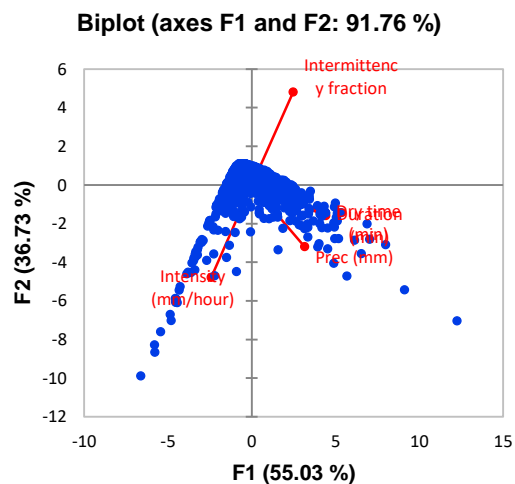
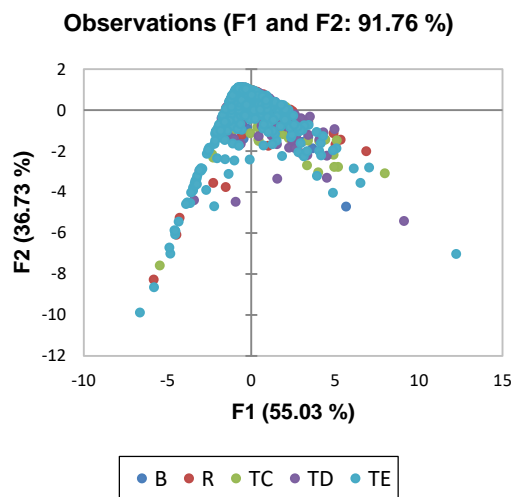
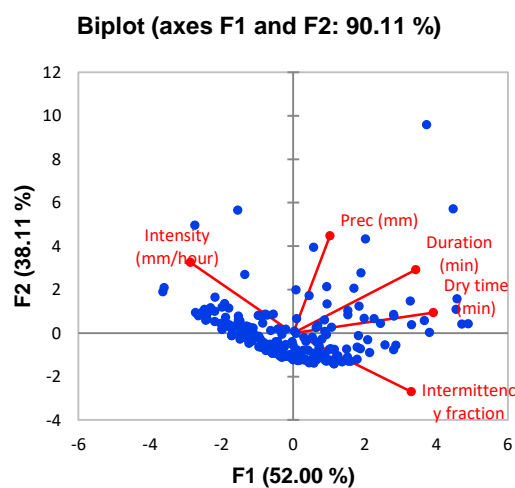
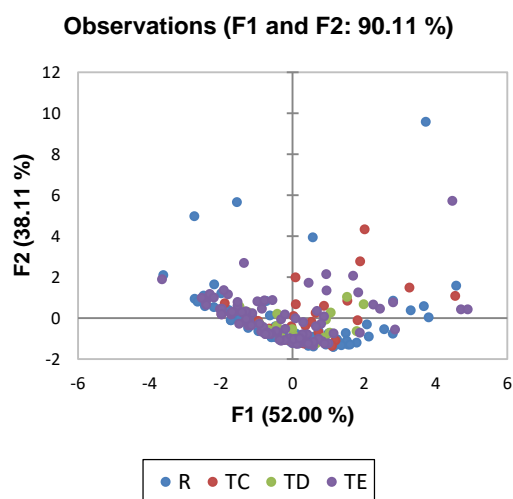
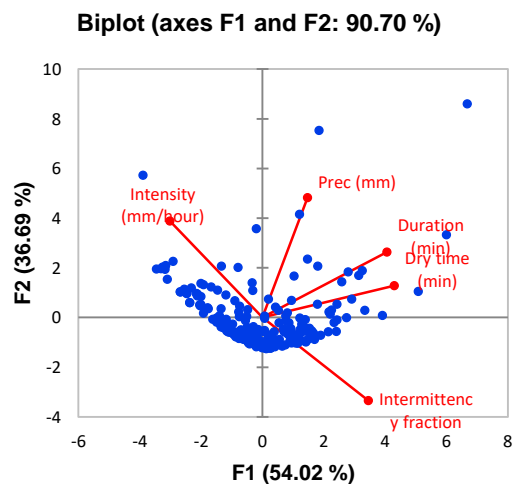
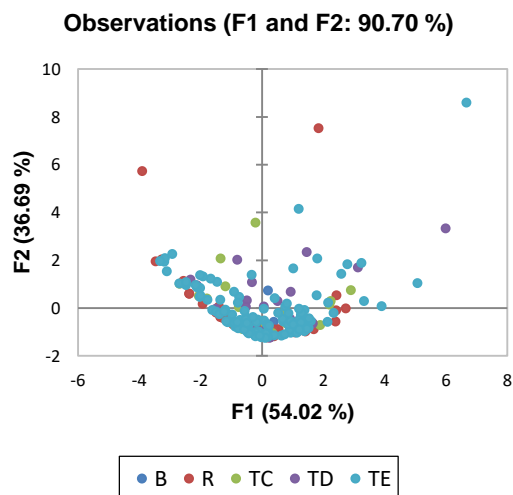


Figura 68 – Análise das componentes principais na BERG.

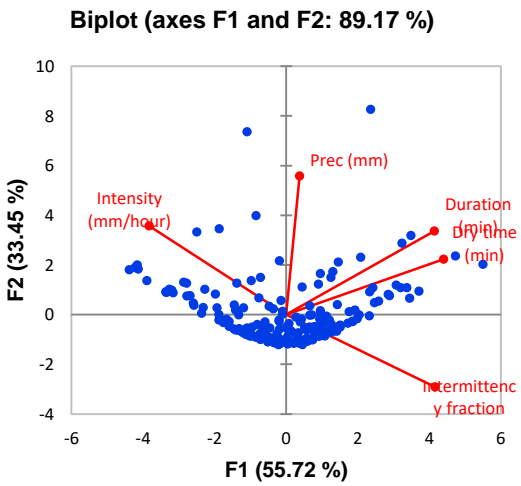
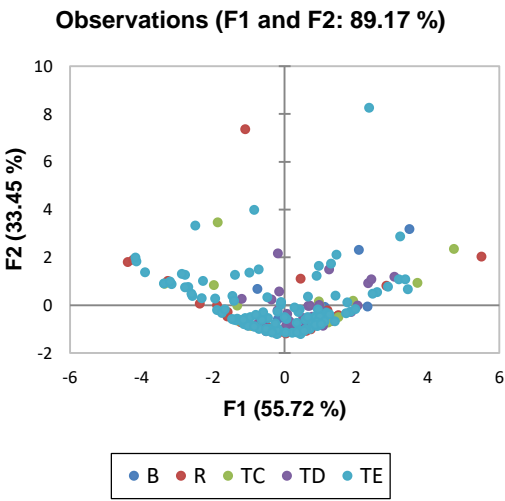
BESJC 15 Minutos



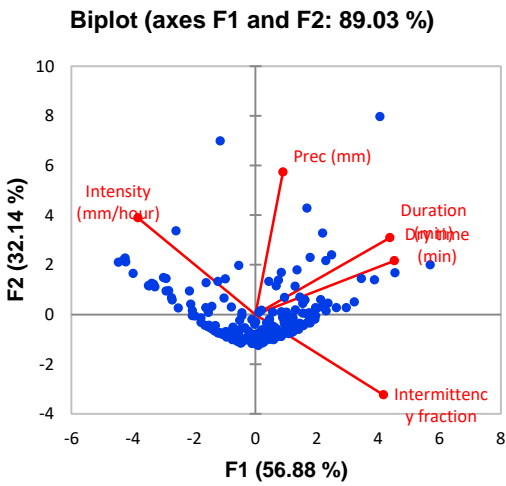
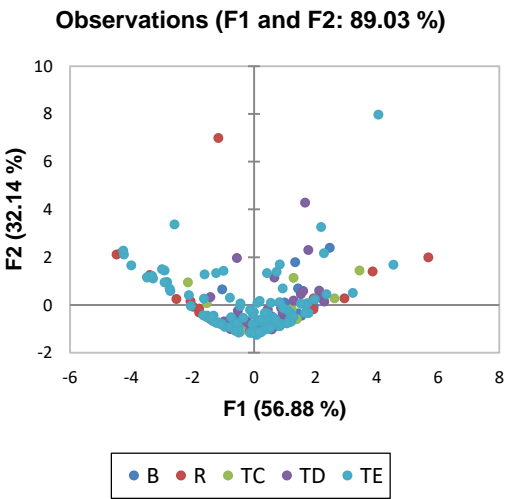
BESJC 1 Hora



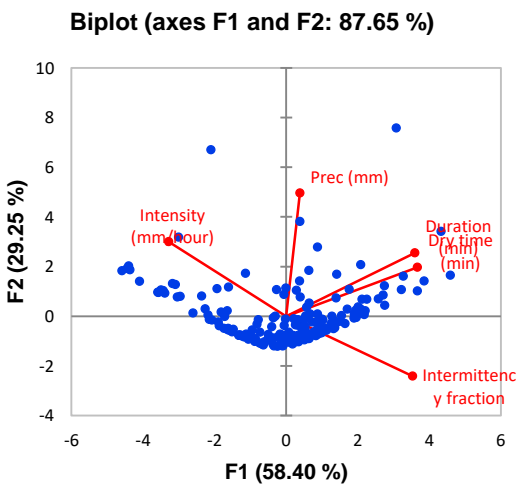
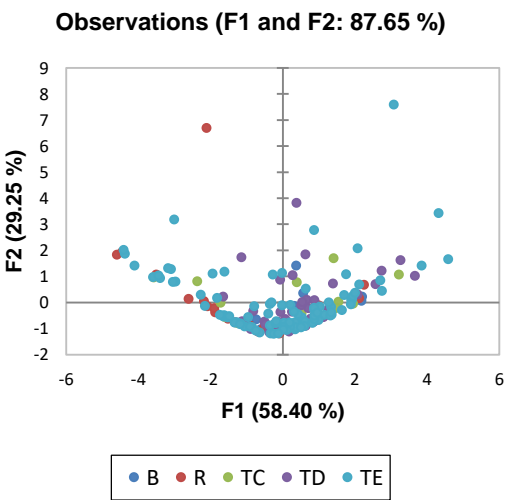
BESJC 2 Horas



BESJC 3 Horas



BESJC 6 Horas



BESJC 12 Horas

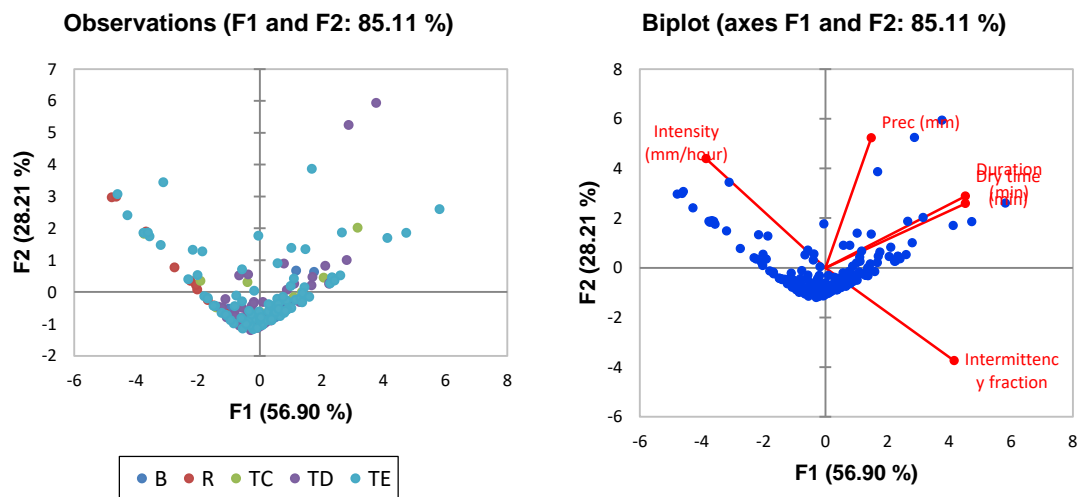
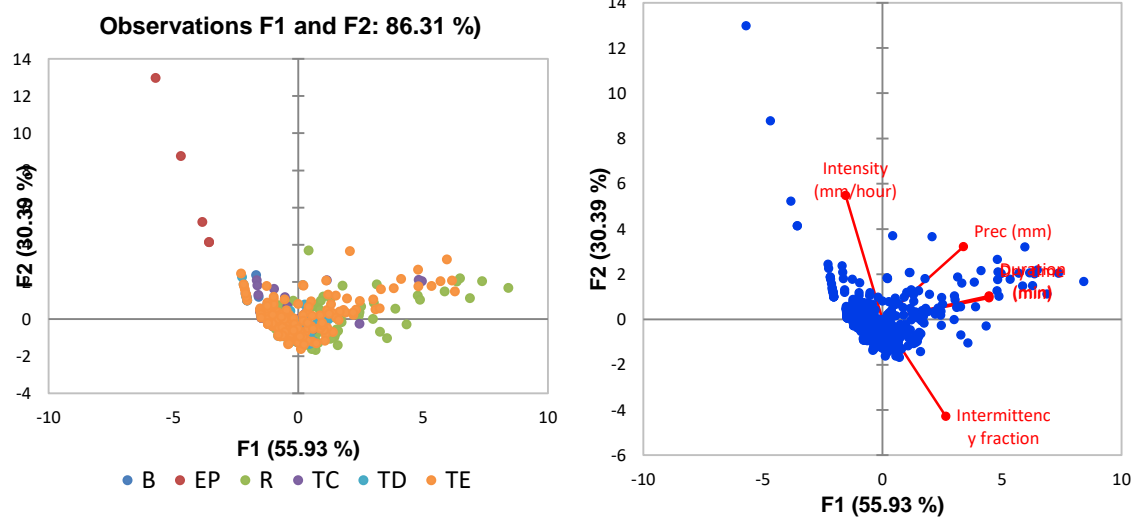


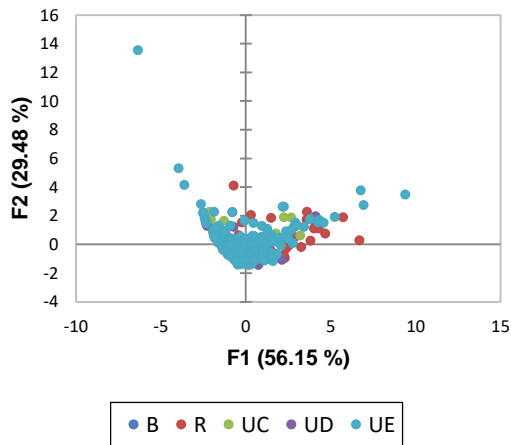
Figura 69 - Análise das componentes principais na BESJC.

BEA 15 Minutos

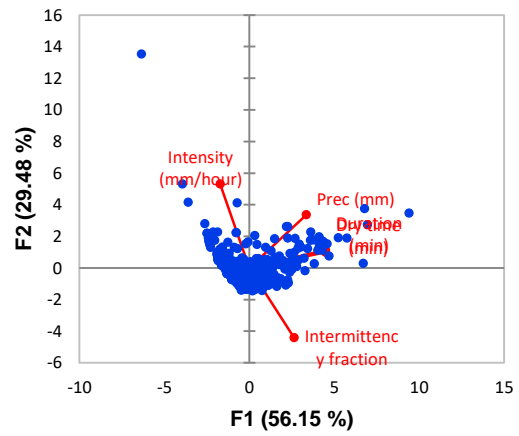


BEA 1 Hora

Observations (F1 and F2: 85.64 %)

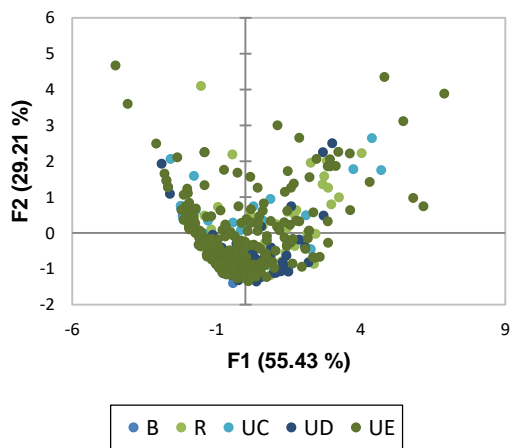


Biplot (axes F1 and F2: 85.64 %)

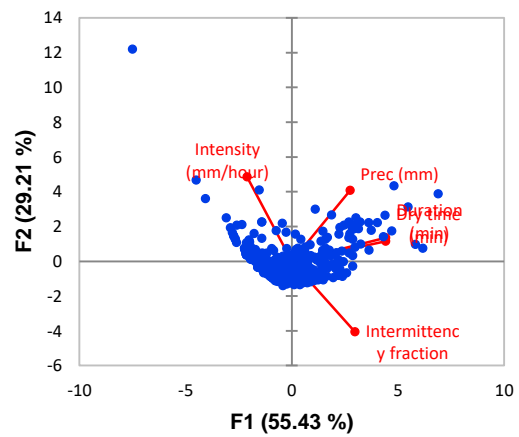


BEA 2 Horas

Observations (F1 and F2: 84.64 %)

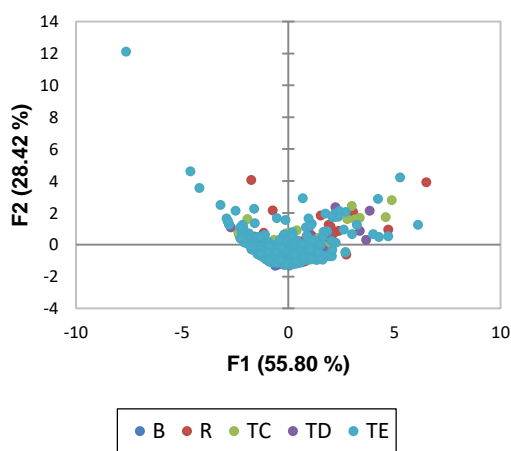


Biplot (axes F1 and F2: 84.64 %)

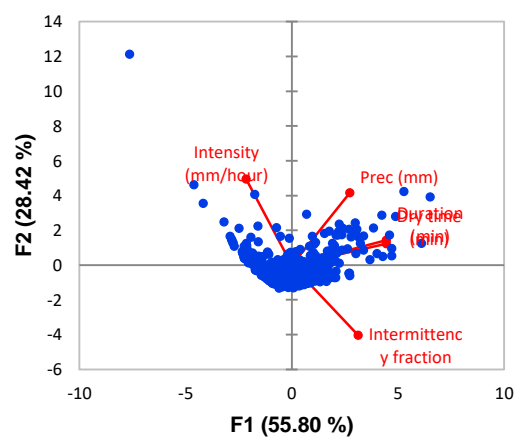


BEA 3 Horas

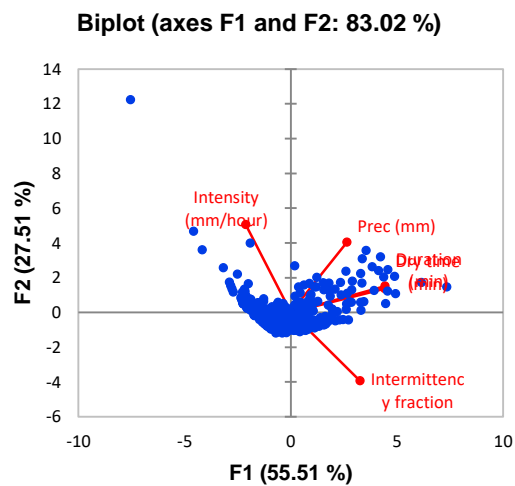
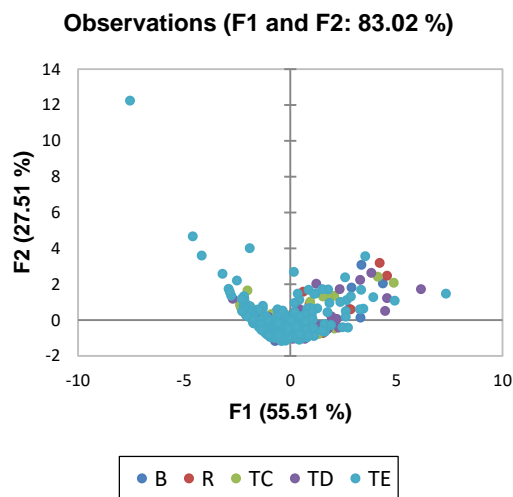
Observations (F1 and F2: 84.22 %)



Biplot (axes F1 and F2: 84.22 %)



BEA 6 Horas



BEA 12 Horas

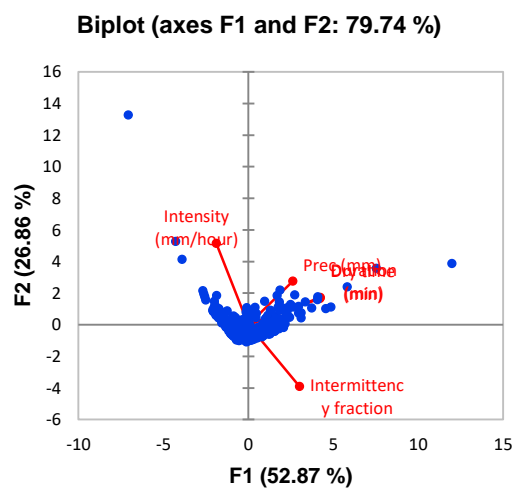
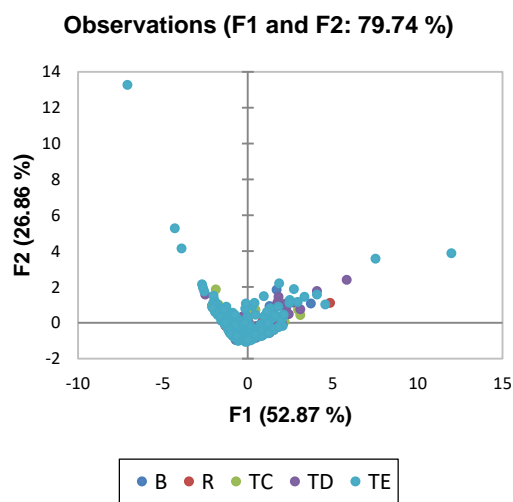
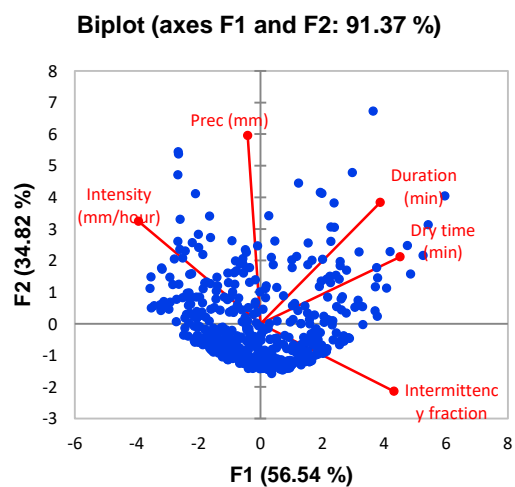
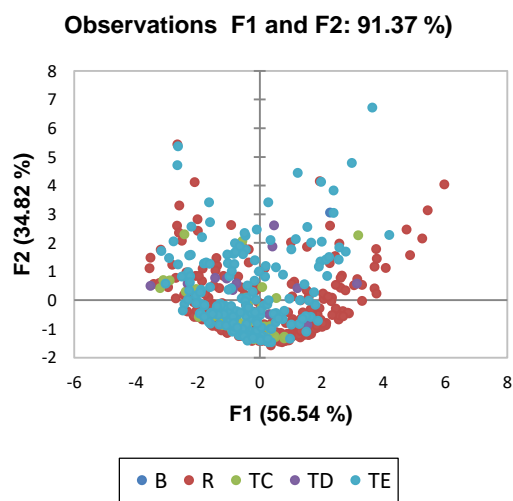


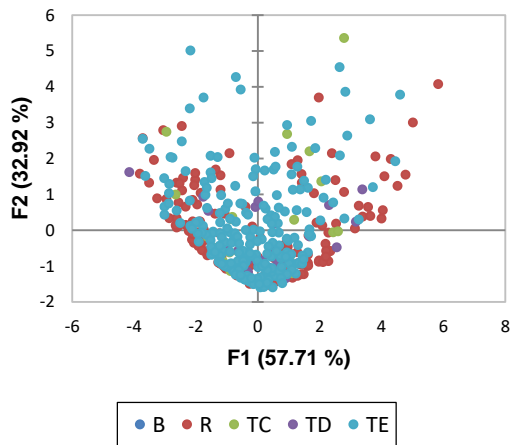
Figura 70 - Análise das componentes principais na BEA.

GO 15 Minutos

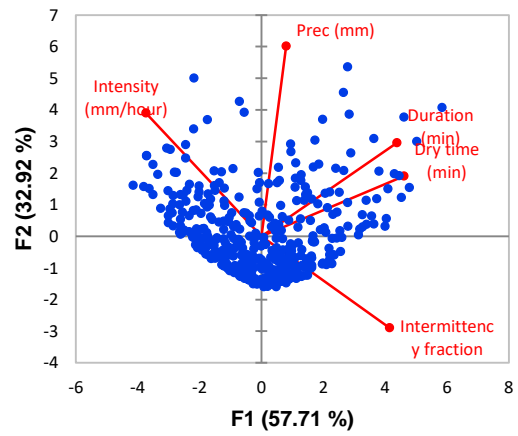


GO 1 Hora

Observations (F1 and F2: 90.63 %)

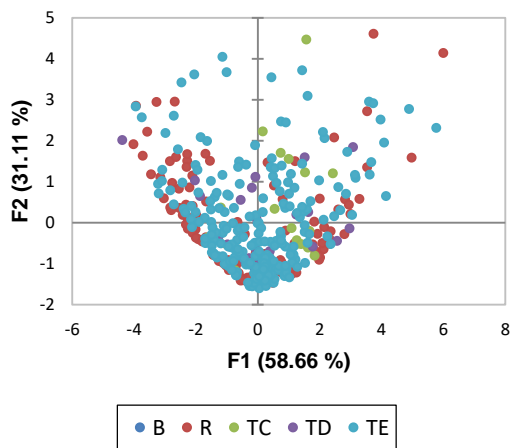


Biplot (axes F1 and F2: 90.63 %)

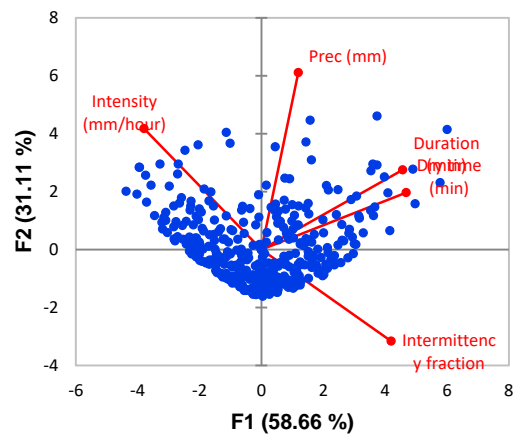


GO 2 Horas

Observations (F1 and F2: 89.76 %)

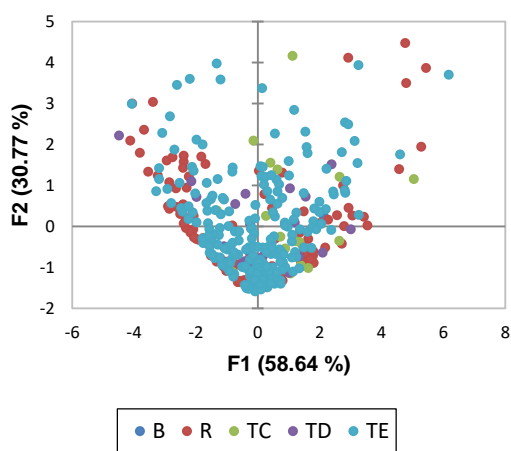


Biplot (axes F1 and F2: 89.76 %)

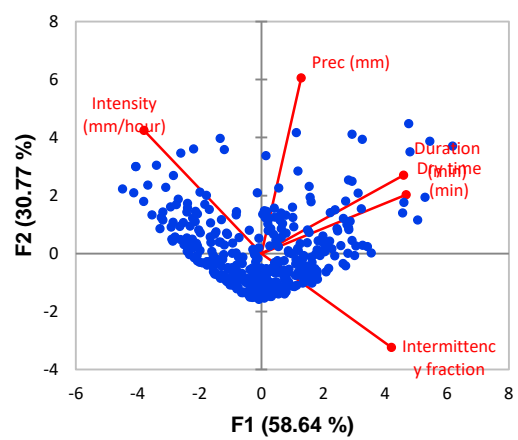


GO 3 Horas

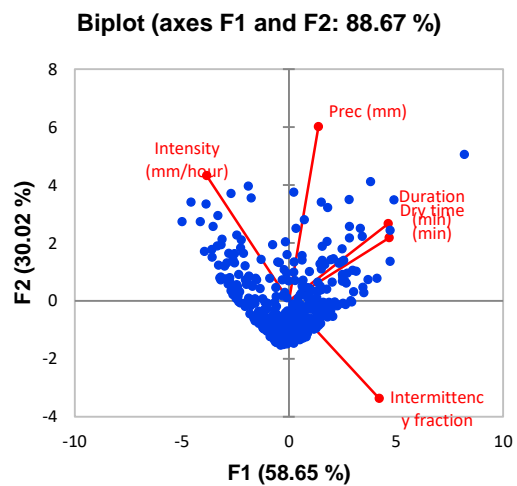
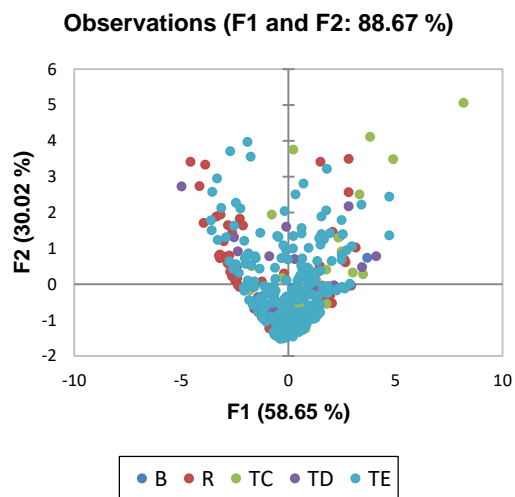
Observations (F1 and F2: 89.41 %)



Biplot (axes F1 and F2: 89.41 %)



GO 6 Horas



GO 12 Horas

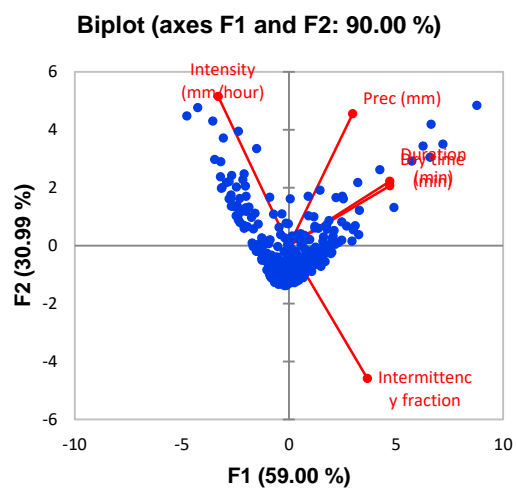
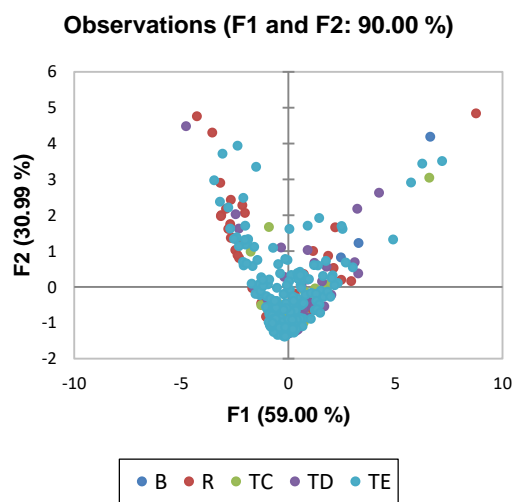
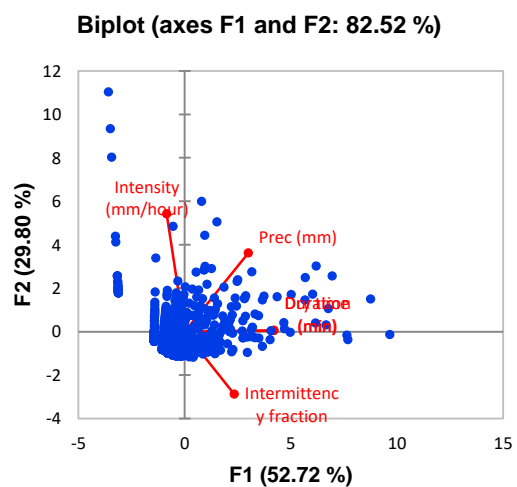
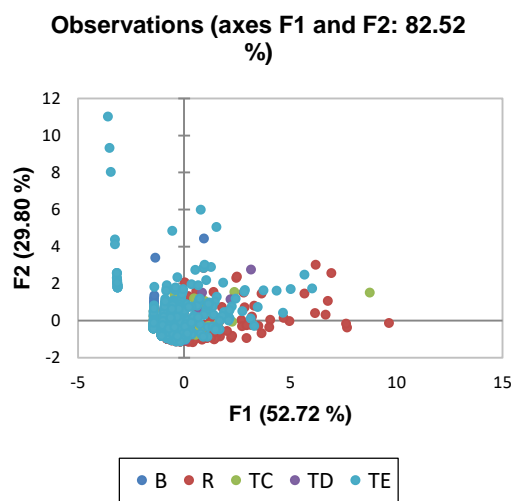
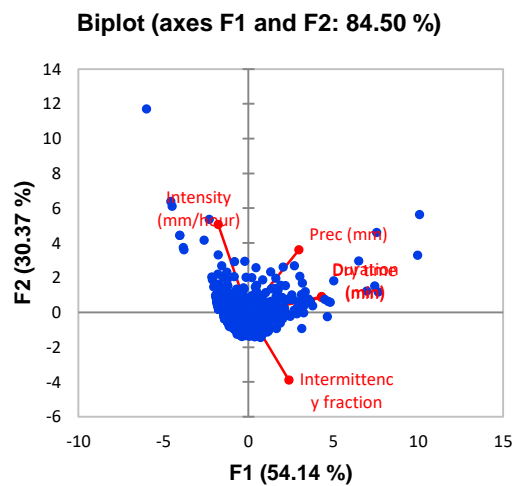
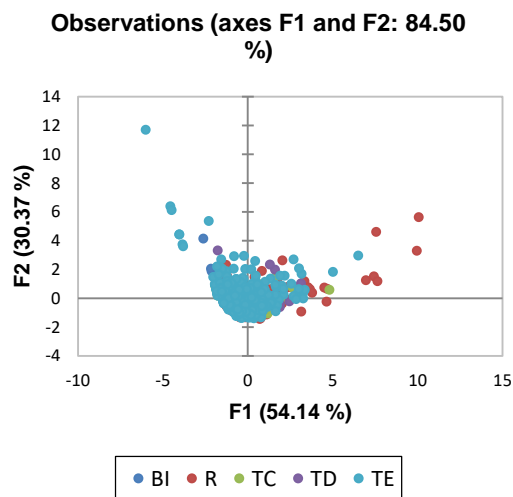


Figura 71 - Análise das componentes principais em Goiânia.

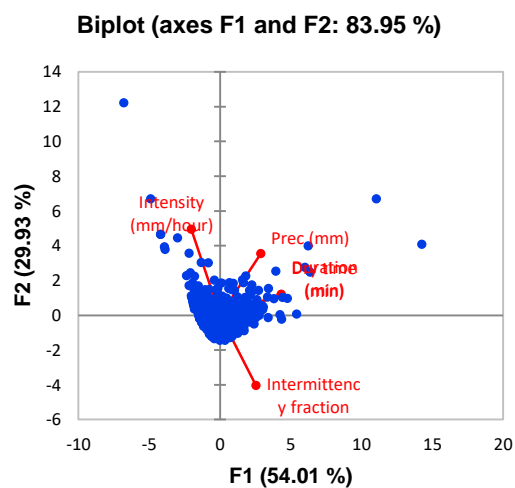
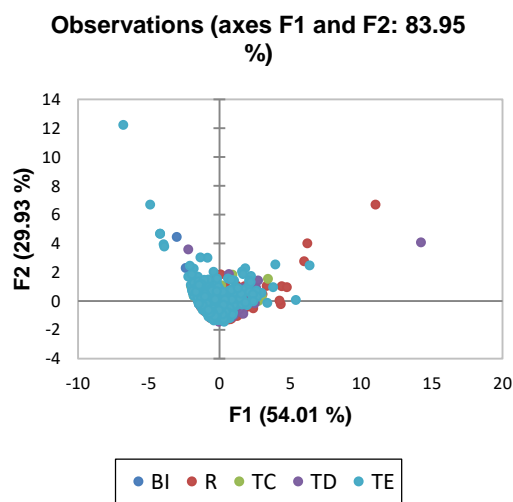
EESC 15 Minutos



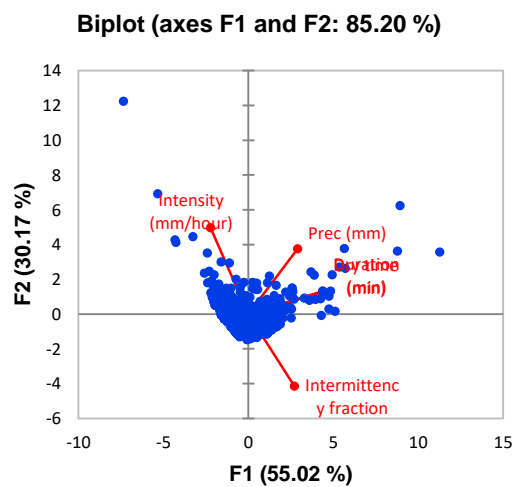
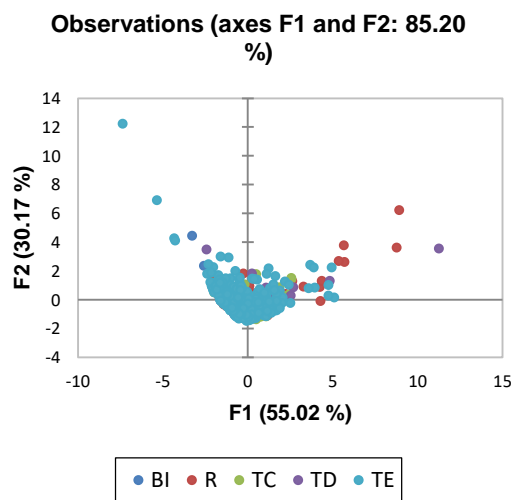
EESC 1 Hora



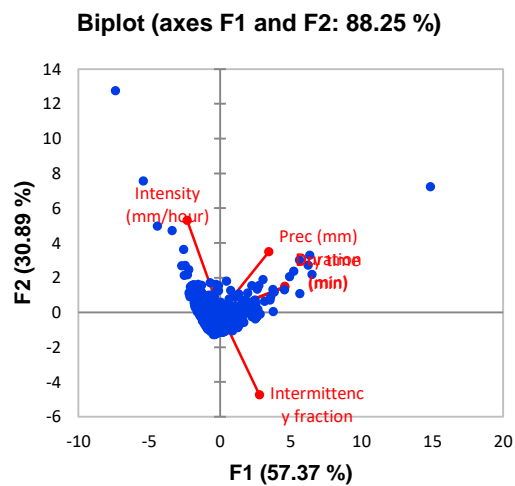
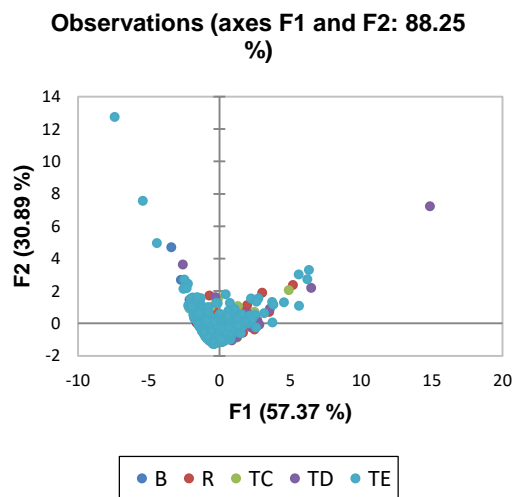
EESC 2 Horas



EESC 3 Horas



EESC 6 Horas



EESC 12 Horas

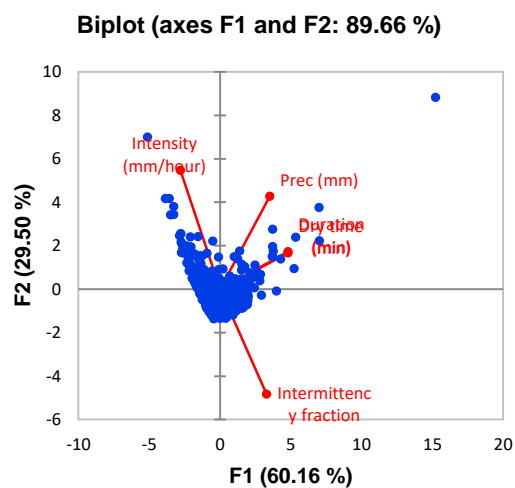
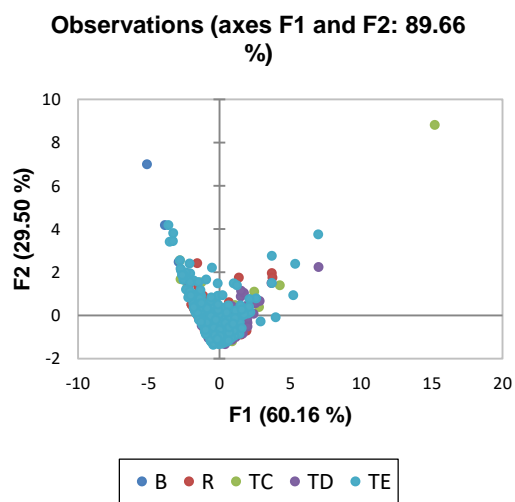
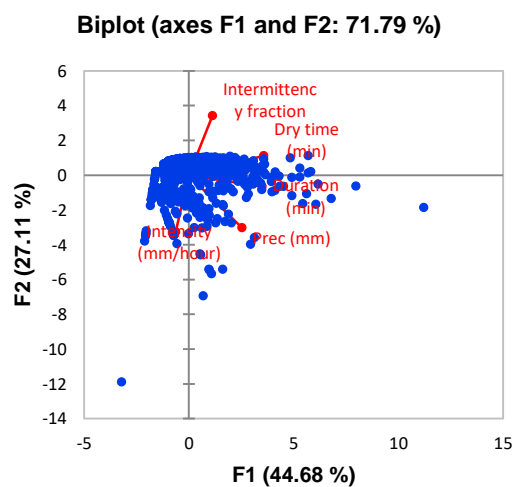
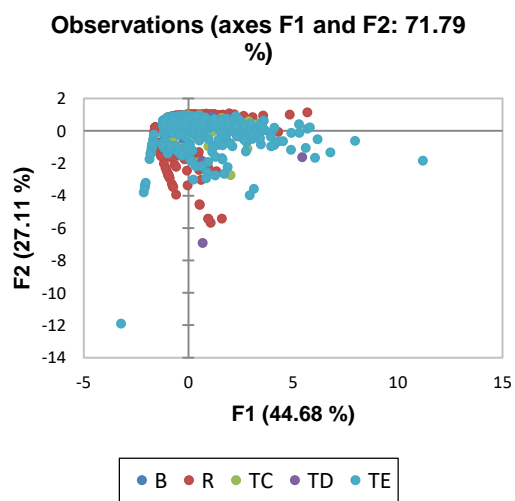
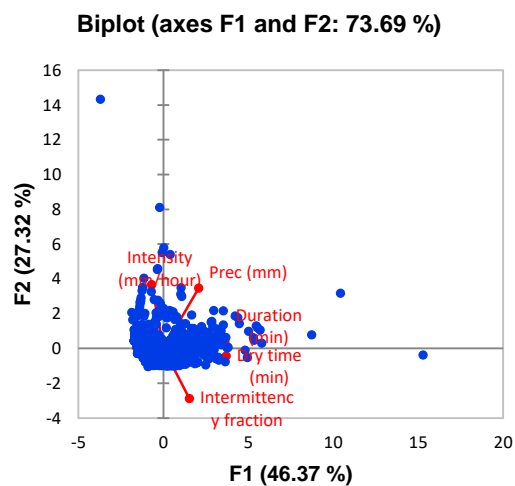
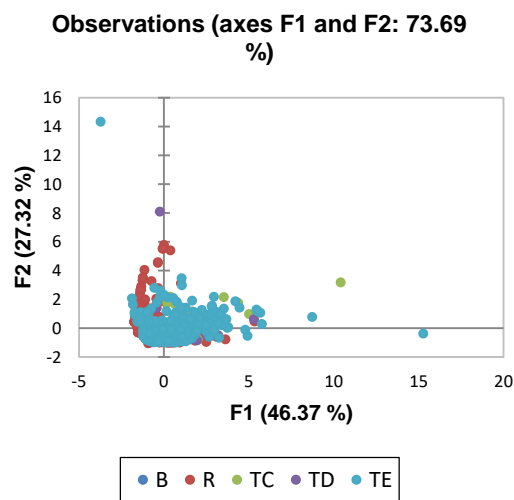


Figura 72- Análise das componentes principais na EESC.

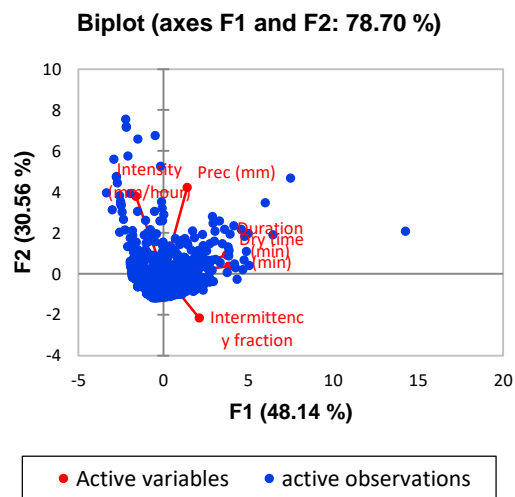
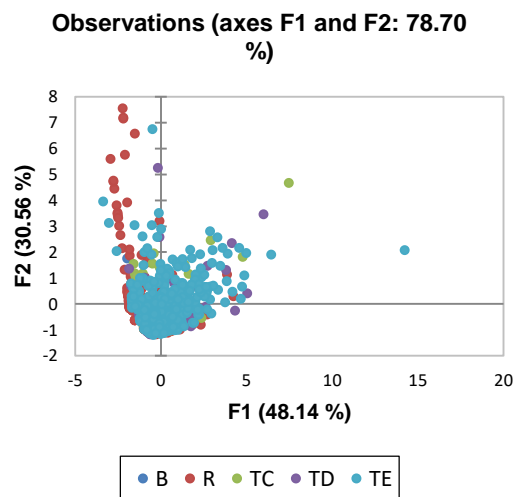
Rebio 15 Minutos



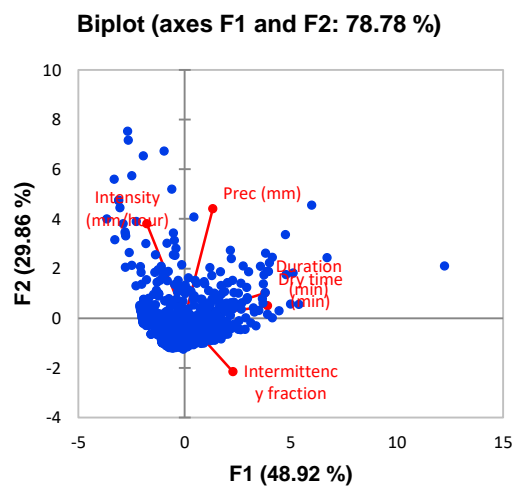
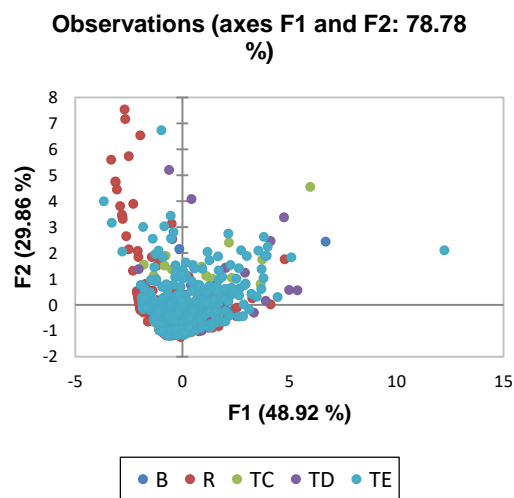
Rebio 1 Hora



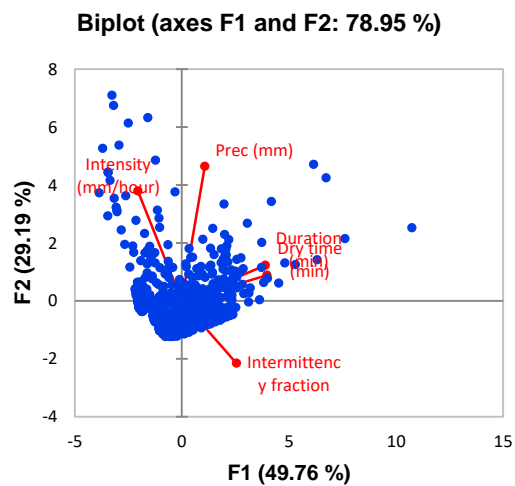
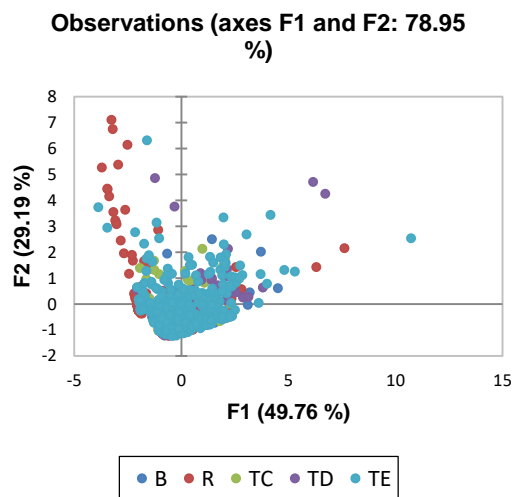
Rebio 2 Horas



Rebio 3 Horas



Rebio 6 Horas



Rebio 12 Horas

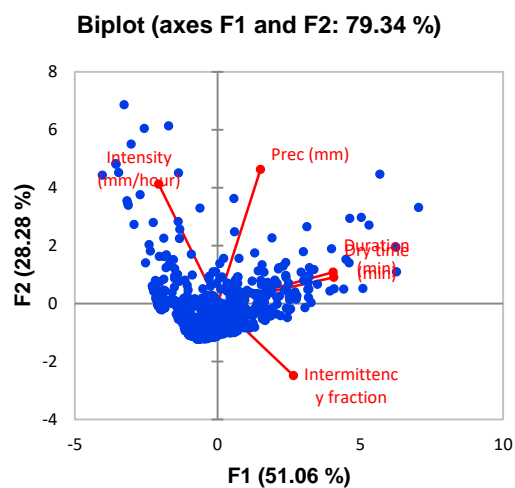
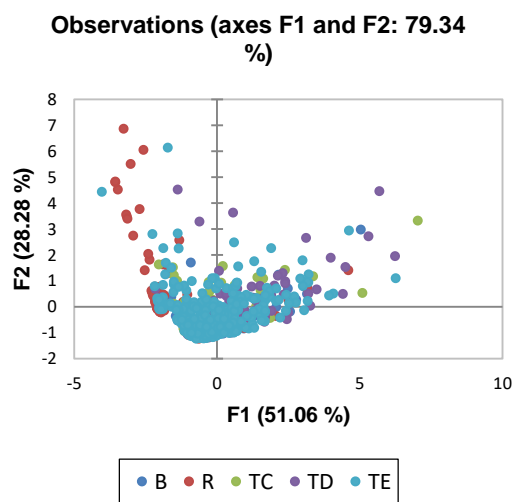
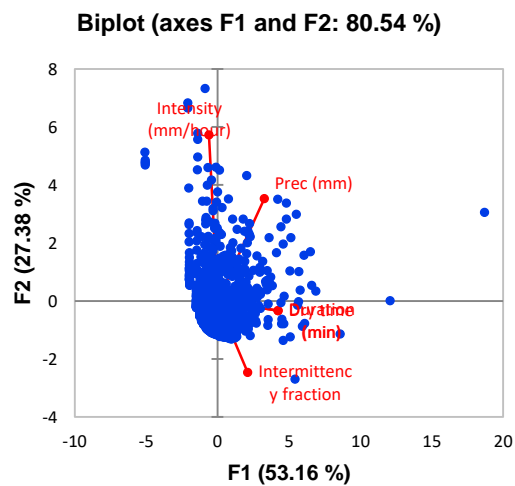
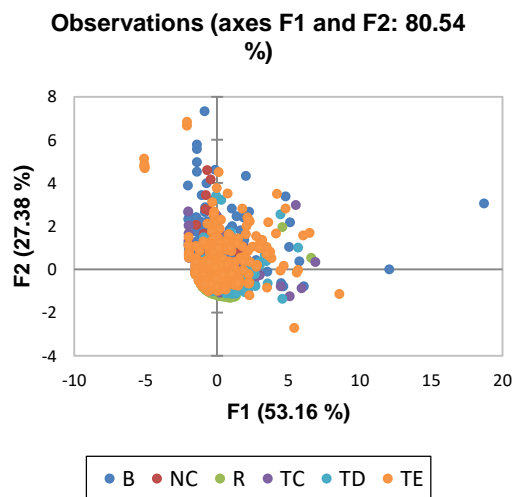
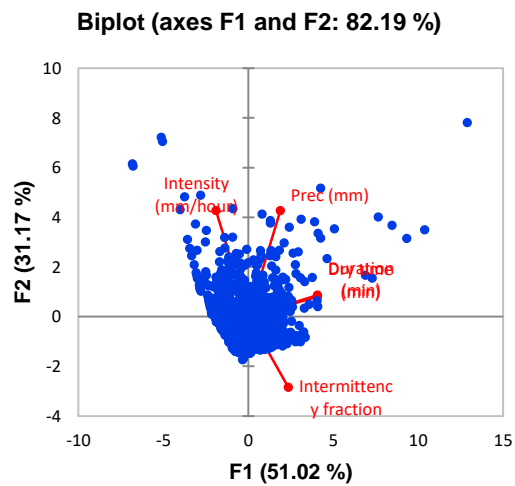
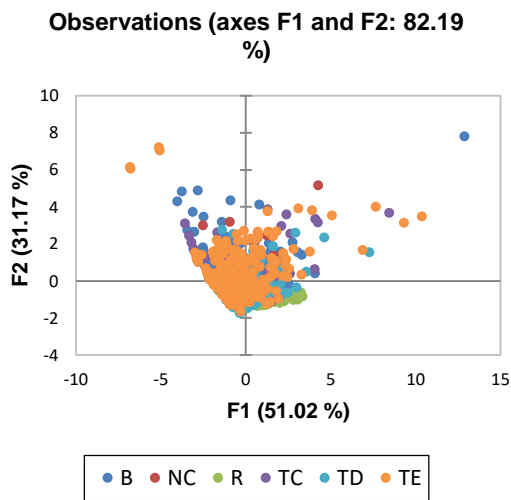


Figura 73 - Análise das componentes principais na Rebio Jarú.

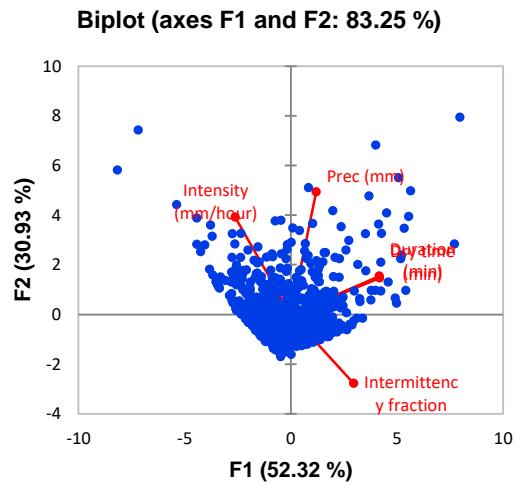
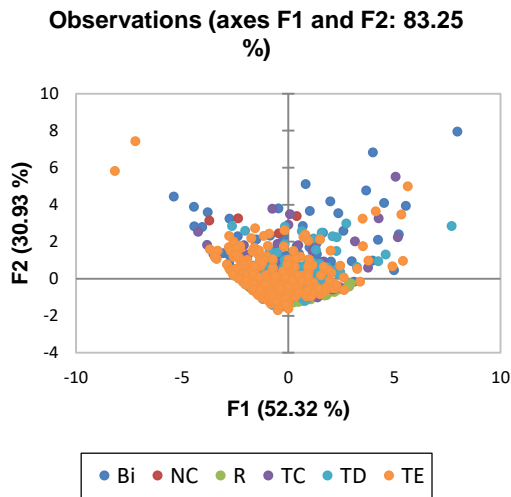
UFSM 15 Minutos



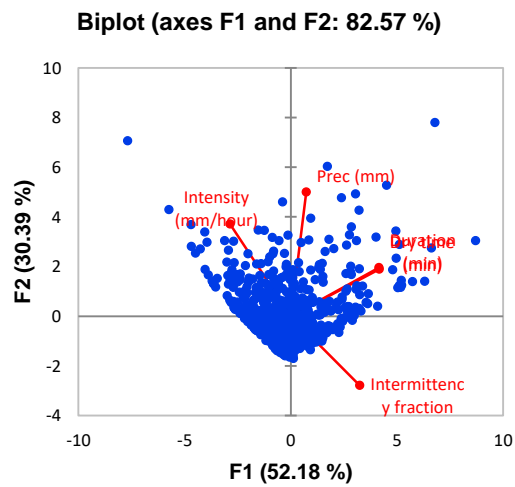
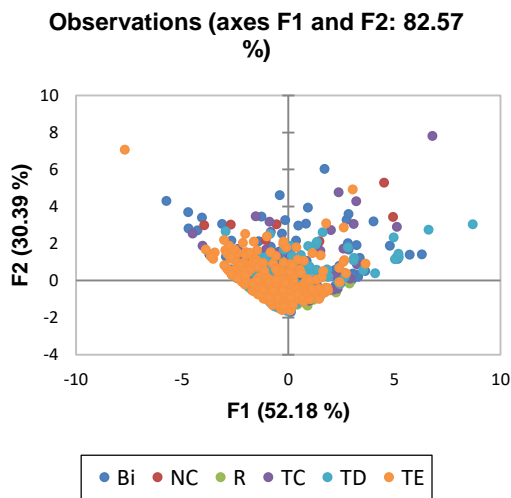
UFSM 1 Hora



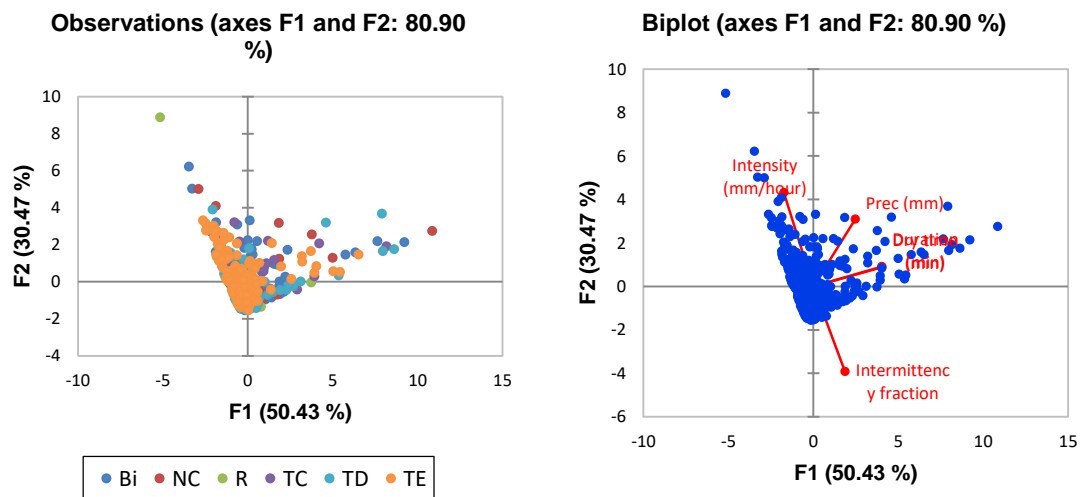
UFSM 2 Horas



UFSM 3 Horas



UFSM 6 Horas



UFSM 12 Horas

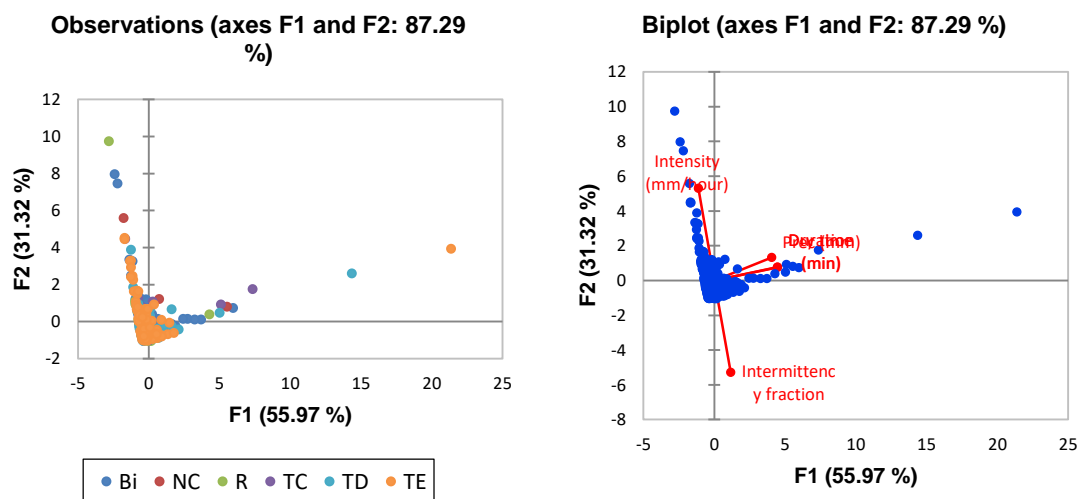


Figura 74 - Análise das componentes principais na UFSM.

APÊNDICE E

Local: BERG

Tabela 15- Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na BERG

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	16,18	35,28	36,28	12,26	0,00	0,00	15min	10,63	32,68	38,98	17,72	0,00	0,00
30	11.20	23,95	33,9	28.33	2.43	0.10	30	7.21	16.72	36,0	36.72	3.28	0.00

Min			8				Min			7			
1 hrs	7,28	16,60	27,73	36,19	10,92	1,28	1 hrs	4,10	8,74	21,04	43,99	19,95	2,19
2 hrs	4,39	10,32	19,48	33,42	21,29	11,10	2 hrs	2,52	4,53	12,34	34,26	31,49	14,86
3 hrs	3,99	7,53	14,62	28,51	23,04	22,30	3 hrs	1,87	3,73	9,33	24,80	31,73	28,53
6 hrs	3,48	4,88	8,19	22,30	24,91	36,24	6 hrs	0,62	2,77	6,15	18,15	28,00	44,31
12 hrs	1,90	4,22	6,54	13,29	24,26	49,79	12 hrs	0,00	1,10	4,04	15,07	21,32	58,46
24 hrs	0,98	3,27	4,25	7,52	14,71	69,28	24 hrs	0,00	1,59	1,59	6,35	15,34	75,13
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	16,29	30,77	38,46	14,48	0,00	0,00	15 min	8,68	22,67	32,64	33,28	2,73	0,00
30 Min	9,59	21,46	33,33	32,88	2,74	0,00	30 Min	8,76	18,00	23,11	35,52	13,14	1,46
1 hrs	6,21	14,69	29,38	33,33	13,56	2,82	1 hrs	7,17	11,83	20,79	29,03	23,30	7,89
2 hrs	1,96	6,54	20,92	29,41	25,49	15,69	2 hrs	5,36	9,52	13,10	27,98	22,62	21,43
3 hrs	1,23	3,07	14,11	26,38	26,38	28,83	3 hrs	5,56	9,52	11,90	21,43	26,98	24,60
6 hrs	0,72	2,17	7,25	23,91	23,91	42,03	6 hrs	5,68	6,82	2,27	13,64	25,00	46,59
12 hrs	1,23	1,23	4,94	20,99	0,00	71,60	12 hrs	5,00	7,50	0,00	12,50	0,00	75,00
24 hrs	0,00	0,00	2,50	7,50	16,25	73,75	24 hrs	0,00	4,00	0,00	8,00	16,00	72,00
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	4,55	9,09	63,64	22,73	0,00	0,00	15 min	0	0	0	0	0	0
30 Min	0,00	14,04	43,86	38,60	3,51	0,00	30 Min	0	0	0	0	0	0
1 hrs	0,00	5,05	24,24	51,52	17,17	2,02	1 hrs	0	0	0	0	0	0
2 hrs	0,00	0,75	12,78	33,08	31,58	21,80	2 hrs	0	0	0	0	0	0
3 hrs	0,00	0,00	8,46	30,77	30,00	30,77	3 hrs	0	0	0	0	0	0
6 hrs	0,00	0,00	3,42	17,95	27,35	51,28	6 hrs	0	0	0	0	0	0
12 hrs	0,00	0,00	2,75	13,76	24,77	58,72	12 hrs	0	0	0	0	0	0
24 hrs	0,00	0,00	0,00	2,38	13,10	84,52	24 hrs	0	0	0	0	0	0

Local: BESJC

Tabela 16 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na BESJC.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	32,98	23,40	28,72	14,89	0,00	0,00	15min	10,00	30,00	40,00	20,00	0,00	0,00
30	20,51	22,22	28,2	23,08	5,98	0,00	30	7,14	14,29	32,1	32,14	14,29	0,00

Min			1				Min			4			
1 hrs	11,02	14,41	27,97	32,20	10,17	4,24	1 hrs	10,00	13,33	30,00	20,00	26,67	0,00
2 hrs	9,17	13,76	26,61	21,10	20,18	9,17	2 hrs	0,00	5,71	17,14	40,00	28,57	8,57
3 hrs	9,71	9,71	22,33	22,33	17,48	18,45	3 hrs	0,00	5,88	17,65	26,47	32,35	17,65
6 hrs	9,47	7,37	18,95	17,89	17,89	28,42	6 hrs	0,00	4,44	13,33	24,44	17,78	40,00
12 hrs	6,98	5,81	10,47	15,12	17,44	44,19	12 hrs	0,00	0,00	12,20	26,83	9,76	51,22
24 hrs	5,56	2,78	4,17	8,33	12,50	66,67	24 hrs	0,00	0,00	4,88	19,51	12,20	63,41
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	16,00	40,00	32,00	12,00	0,00	0,00	15 min	21,54	13,85	32,31	30,77	1,54	0,00
30 Min	23,53	23,53	29,41	17,65	5,88	0,00	30 Min	20,00	13,33	24,44	26,67	15,56	0,00
1 hrs	15,00	20,00	20,00	30,00	10,00	5,00	1 hrs	13,89	11,11	22,22	25,00	19,44	8,33
2 hrs	10,53	10,53	10,53	21,05	21,05	26,32	2 hrs	14,81	7,41	22,22	14,81	18,52	22,22
3 hrs	5,26	10,53	10,53	21,05	21,05	31,58	3 hrs	16,00	8,00	20,00	16,00	12,00	28,00
6 hrs	6,25	12,50	12,50	12,50	25,00	31,25	6 hrs	18,18	9,09	22,73	13,64	9,09	27,27
12 hrs	9,09	9,09	9,09	9,09	0,00	63,64	12 hrs	20,00	6,67	33,33	13,33	0,00	26,67
24 hrs	0,00	0,00	12,50	12,50	12,50	62,50	24 hrs	22,22	0,00	33,33	11,11	0,00	33,33
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 hrs	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	1 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 hrs	0,00	10,00	20,00	40,00	20,00	10,00	2 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 hrs	0,00	7,69	15,38	38,46	15,38	23,08	3 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 hrs	0,00	0,00	16,67	33,33	8,33	41,67	6 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 hrs	0,00	0,00	8,33	25,00	8,33	58,33	12 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 hrs	0,00	0,00	10,00	10,00	0,00	80,00	24 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Local: BEA

Tabela 17 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na BEA.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	27,04	30,10	35,20	7,65	0,00	0,00	15min	35,29	29,41	23,53	11,76	0,00	0,00
30 Min	18,94	22,03	34,36	22,03	2,64	0,00	30 Min	16,00	12,00	30,00	36,00	6,00	0,00
1 hrs	12,73	18,18	37,73	25,91	5,00	0,45	1 hrs	9,80	7,84	29,41	43,14	7,84	1,96

2 hrs	10,50	13,24	30,14	31,05	11,42	3,65	2 hrs	6,06	6,06	15,15	40,91	21,21	10,61
3 hrs	10,23	9,30	27,91	30,23	13,95	8,37	3 hrs	3,45	8,62	13,79	41,38	25,86	6,90
6 hrs	7,84	7,35	25,00	30,39	17,65	11,76	6 hrs	1,67	5,00	13,33	35,00	25,00	20,00
12 hrs	5,56	6,11	19,44	30,56	20,00	18,33	12 hrs	1,56	4,69	7,81	35,94	20,31	29,69
24 hrs	5,93	4,24	16,95	18,64	17,80	36,44	24 hrs	0,00	3,23	3,23	17,74	20,97	54,84
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	21,05	45,61	21,05	12,28	0,00	0,00	15 min	10,13	13,92	29,11	44,30	2,53	0,00
30 Min	19,57	36,96	21,74	21,74	0,00	0,00	30 Min	7,48	15,89	25,23	39,25	12,15	0,00
1 hrs	14,63	34,15	19,51	29,27	2,44	0,00	1 hrs	5,62	13,48	22,47	40,45	15,73	2,25
2 hrs	12,12	30,30	21,21	24,24	9,09	3,03	2 hrs	6,45	9,68	17,74	40,32	19,35	6,45
3 hrs	9,09	24,24	24,24	27,27	6,06	9,09	3 hrs	7,69	5,77	13,46	40,38	23,08	9,62
6 hrs	9,38	18,75	12,50	34,38	6,25	18,75	6 hrs	7,14	2,38	16,67	42,86	23,81	7,14
12 hrs	9,09	22,73	4,55	40,91	0,00	22,73	12 hrs	10,00	0,00	15,00	50,00	0,00	25,00
24 hrs	4,76	19,05	4,76	14,29	4,76	52,38	24 hrs	8,70	0,00	8,70	21,74	30,43	30,43
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	66,67	22,22	11,11	0,00	0,00	0,00	15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 Min	66,67	25,00	8,33	0,00	0,00	0,00	30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 hrs	50,00	37,50	12,50	0,00	0,00	0,00	1 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 hrs	20,00	30,00	10,00	10,00	20,00	10,00	2 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 hrs	7,69	23,08	15,38	7,69	38,46	7,69	3 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 hrs	0,00	14,29	14,29	7,14	42,86	21,43	6 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 hrs	0,00	7,14	14,29	0,00	35,71	42,86	12 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 hrs	0,00	6,25	6,25	0,00	18,75	68,75	24 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Local: GO

Tabela 18 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação em Goiânia.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	26,6	39,1	26,6	7,6	0,0	0,0	15 min	27,8	33,3	27,8	11,1	0,0	0,0
30 Min	18,4	29,1	30,0	19,3	3,1	0,0	30 Min	18,2	18,2	40,9	18,2	4,5	0,0
1 hrs	13,7	25,1	29,4	25,6	6,2	0,0	1 hrs	8,0	12,0	28,0	40,0	12,0	0,0
2 hrs	10,7	18,2	23,6	32,4	12,9	2,2	2 hrs	6,9	13,8	27,6	34,5	10,3	6,9
3	9,4	15,2	23,3	35,4	13,9	2,7	3 hrs	7,1	10,7	21,4	39,3	10,7	10,7

hrs													
6 hrs	6,4	10,6	16,5	37,2	18,8	10,6	6 hrs	5,3	7,9	10,5	26,3	26,3	23,7
12 hrs	4,3	8,6	12,4	33,0	21,1	20,5	12 hrs	4,4	4,4	4,4	22,2	26,7	37,8
24 hrs	3,1	6,2	8,2	20,6	22,7	39,2	24 hrs	1,9	1,9	3,8	11,3	24,5	56,6
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito o Frac a	MIT	Extrema	Muito o Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito o Frac a
15 min	19,4	36,1	33,3	11,1	0,0	0,0	15 min	15,9	19,1	15,9	41,0	8,0	0,0
30 Min	14,8	37,0	33,3	11,1	3,7	0,0	30 Min	14,9	18,0	14,9	34,5	17,5	0,0
1 hrs	9,1	31,8	31,8	9,1	18,2	0,0	1 hrs	13,5	18,2	14,2	31,8	18,2	4,1
2 hrs	0,0	23,8	23,8	19,0	28,6	4,8	2 hrs	15,2	16,8	8,8	29,6	20,8	8,8
3 hrs	0,0	21,7	17,4	17,4	21,7	21,7	3 hrs	14,7	15,5	7,8	29,3	19,0	13,8
6 hrs	0,0	17,2	6,9	31,0	20,7	24,1	6 hrs	13,5	20,3	5,4	27,0	18,9	14,9
12 hrs	0,0	23,1	0,0	30,8	0,0	46,2	12 hrs	14,6	26,8	4,9	29,3	0,0	24,4
24 hrs	0,0	5,0	0,0	5,0	25,0	65,0	24 hrs	8,0	24,0	4,0	8,0	12,0	44,0
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrema	Muito o Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito o Frac a	MIT	Extrema	Muito o Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito o Frac a
15 min	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	0,0	0,0	0,0	71,4	0,0	28,6	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	0,0	0,0	0,0	30,0	40,0	30,0	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	0,0	0,0	0,0	15,4	30,8	53,8	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: EESC

Tabela 19 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na EESC.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrema	Muito o Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito o Frac a	MIT	Extrema	Muito o Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito o Frac a
15 min	9,1	34,0	37,1	19,5	0,3	0,0	15 min	0,0	32,3	35,5	32,3	0,0	0,0
30 Min	6,6	27,0	35,8	28,9	1,6	0,0	30 Min	2,6	23,1	28,2	38,5	7,7	0,0
1 hrs	4,4	18,5	32,6	34,2	8,8	1,6	1 hrs	2,3	13,6	15,9	47,7	20,5	0,0
2 hrs	2,8	13,9	31,7	34,1	13,2	4,2	2 hrs	2,0	8,2	10,2	46,9	20,4	12,2
3 hrs	2,9	12,9	25,2	30,6	18,7	9,7	3 hrs	2,0	6,0	8,0	48,0	22,0	14,0
6 hrs	2,1	9,7	16,0	30,8	23,6	17,7	6 hrs	1,8	3,6	5,5	36,4	30,9	21,8

12 hrs	1,5	7,8	12,2	25,4	28,8	24,4	12 hrs	0,0	1,7	3,4	25,9	25,9	43,1
24 hrs	1,7	6,6	7,4	14,9	23,1	46,3	24 hrs	0,0	0,0	4,1	8,2	16,3	71,4
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	1,7	27,1	50,8	20,3	0,0	0,0	15 min	2,5	9,9	17,2	66,5	3,9	0,0
30 Min	0,0	10,9	49,1	34,5	5,5	0,0	30 Min	2,3	5,7	16,6	54,9	18,9	1,7
1 hrs	0,0	6,4	36,2	40,4	12,8	4,3	1 hrs	1,8	7,1	12,4	44,2	26,5	8,0
2 hrs	0,0	8,5	27,7	36,2	17,0	10,6	2 hrs	0,0	4,0	8,9	40,6	25,7	20,8
3 hrs	0,0	5,8	23,1	38,5	15,4	17,3	3 hrs	0,0	4,1	9,5	33,8	31,1	21,6
6 hrs	0,0	7,3	22,0	26,8	22,0	22,0	6 hrs	0,0	1,8	5,4	32,1	33,9	26,8
12 hrs	0,0	7,4	33,3	18,5	0,0	40,7	12 hrs	0,0	4,2	8,3	41,7	0,0	45,8
24 hrs	0,0	6,3	6,3	15,6	31,3	40,6	24 hrs	0,0	3,7	7,4	14,8	40,7	33,3
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	38,5	38,5	23,1	0,0	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	42,9	28,6	14,3	14,3	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	42,9	14,3	14,3	14,3	14,3	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	40,0	20,0	0,0	20,0	20,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	25,0	12,5	0,0	37,5	12,5	12,5	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	22,2	11,1	0,0	33,3	11,1	22,2	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	16,7	8,3	0,0	16,7	16,7	41,7	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	9,5	4,8	0,0	4,8	28,6	52,4	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: ESALQ

Tabela 20 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na ESALQ.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Frac a
15 min	9,4	21,0	35,5	34,2	0,0	0,0	15min	7,1	14,7	31,2	47,1	0,0	0,0
30 Min	3,3	15,6	30,4	41,8	8,5	0,4	30 Min	1,2	4,9	21,0	56,8	16,0	0,0
1 hrs	2,4	12,1	25,2	42,0	14,6	3,7	1 hrs	0,0	4,2	16,0	46,5	29,9	3,5
2 hrs	2,3	10,1	20,9	37,9	20,0	8,8	2 hrs	0,0	2,5	12,3	35,2	30,2	19,8
3 hrs	2,0	8,5	17,3	37,6	21,0	13,6	3 hrs	0,0	1,7	8,7	29,7	31,4	28,5
6 hrs	1,8	6,7	12,6	32,0	25,4	21,5	6 hrs	0,0	1,1	5,0	23,3	30,6	40,0
12 hrs	1,7	3,7	10,0	25,0	23,4	36,2	12 hrs	0,0	0,6	2,4	11,6	32,3	53,0
24 hrs	0,8	2,9	5,6	17,9	20,3	52,4	24 hrs	0,0	0,7	1,4	2,9	23,6	71,4

hrs							hrs						
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	8,7	26,9	40,9	23,4	0,0	0,0	15 min	1,8	4,1	16,0	77,5	0,0	0,6
30 Min	1,8	12,4	26,6	47,2	10,1	1,8	30 Min	0,4	2,7	9,0	40,0	38,8	9,2
1 hrs	2,5	7,6	20,7	41,4	21,7	6,1	1 hrs	0,3	2,0	7,1	31,9	39,7	19,0
2 hrs	2,2	4,5	16,9	38,8	27,5	10,1	2 hrs	0,3	1,7	5,4	31,2	35,2	26,2
3 hrs	1,8	3,6	15,7	36,7	28,3	13,9	3 hrs	0,0	2,1	4,6	28,7	33,3	31,2
6 hrs	2,0	2,6	13,2	31,8	21,9	28,5	6 hrs	0,0	0,6	4,3	23,2	33,5	38,4
12 hrs	2,6	3,9	11,7	35,1	0,0	46,8	12 hrs	0,0	1,3	6,6	26,3	0,0	65,8
24 hrs	3,0	1,5	3,0	15,2	13,6	63,6	24 hrs	0,0	1,4	5,4	14,9	27,0	51,4
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	11,8	18,9	57,5	11,8	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	0,0	40,7	48,1	11,1	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	14,3	38,1	33,3	14,3	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	5,9	23,5	47,1	17,6	5,9	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	0,0	7,1	14,3	42,9	28,6	7,1	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	0,0	4,5	9,1	13,6	31,8	40,9	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	0,0	2,6	2,6	13,2	28,9	52,6	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	0,0	0,0	3,7	7,4	18,5	70,4	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: Rebio Jaru

Tabela 21 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na Rebio Jaru.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	21,8	32,7	34,6	10,6	0,3	0,0	15mi n	16,9	35,6	33,9	13,6	0,0	0,0
30 Min	13,2	28,7	31,8	24,8	1,6	0,0	30 Min	10,6	25,8	28,8	28,8	6,1	0,0
1 hrs	8,1	22,2	31,6	29,5	7,0	1,6	1 hrs	9,1	16,9	26,0	40,3	7,8	0,0
2 hrs	6,8	18,3	25,9	34,9	10,4	3,8	2 hrs	5,2	13,4	22,7	41,2	11,3	6,2
3 hrs	6,9	15,5	22,6	36,7	11,5	6,9	3 hrs	6,7	6,7	17,8	44,4	17,8	6,7
6 hrs	5,3	13,5	19,1	34,5	12,9	14,7	6 hrs	2,1	3,1	13,4	39,2	27,8	14,4
12 hrs	3,4	9,8	14,8	25,4	17,8	28,8	12 hrs	1,8	2,6	7,0	24,6	34,2	29,8
24 hrs	2,4	7,2	13,2	13,8	15,0	48,5	24 hrs	0,0	1,4	7,0	11,3	28,2	52,1

Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	21,8	27,6	40,2	10,3	0,0	0,0	15 min	10,2	12,7	21,8	44,7	10,6	0,0
30 Min	16,0	24,0	33,3	20,0	5,3	1,3	30 Min	12,7	13,6	19,5	34,5	17,3	2,3
1 hrs	11,6	18,8	36,2	21,7	10,1	1,4	1 hrs	13,7	15,8	20,8	27,9	15,8	6,0
2 hrs	8,8	13,2	30,9	29,4	11,8	5,9	2 hrs	13,7	18,3	20,9	27,5	11,8	7,8
3 hrs	5,2	11,7	29,9	26,0	15,6	11,7	3 hrs	13,2	13,2	21,3	28,7	13,2	10,3
6 hrs	4,8	11,1	28,6	23,8	12,7	19,0	6 hrs	16,8	14,0	20,6	27,1	11,2	10,3
12 hrs	5,3	10,5	31,6	31,6	0,0	21,1	12 hrs	20,9	19,4	20,9	22,4	0,0	16,4
24 hrs	0,0	0,0	17,9	17,9	10,7	53,6	24 hrs	16,7	21,4	23,8	16,7	4,8	16,7
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	40,5	35,7	23,8	0,0	0,0		15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	44,4	27,8	22,2	5,6	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	35,7	28,6	17,9	14,3	3,6	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	22,7	22,7	13,6	18,2	18,2	4,5	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	16,7	25,0	8,3	25,0	20,8	4,2	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	6,7	16,7	3,3	26,7	30,0	16,7	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	3,4	13,8	0,0	20,7	24,1	37,9	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	2,9	5,9	8,8	8,8	20,6	52,9	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: UFSM

Tabela 22 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na UFSM.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	4,4	15,0	29,0	41,8	8,8	1,0	15mi n	2,0	6,7	18,0	52,0	20,7	0,7
30 Min	3,3	11,6	25,5	41,0	15,3	3,3	30 Min	0,0	3,6	12,6	51,5	25,7	6,6
1 hrs	1,6	8,5	22,4	35,1	17,9	14,6	1 hrs	0,0	2,2	7,7	35,2	30,2	24,7
2 hrs	1,0	6,2	14,5	26,9	19,0	32,4	2 hrs	0,0	1,5	7,6	25,3	28,3	37,4
3 hrs	1,1	5,7	12,2	22,3	17,9	40,8	3 hrs	0,0	1,0	7,5	24,1	24,1	43,2
6 hrs	0,8	5,0	10,8	22,5	25,4	35,4	6 hrs	0,0	1,3	5,2	19,5	24,0	50,0
12 hrs	1,2	3,1	5,5	17,8	23,3	49,1	12 hrs	0,8	0,8	4,9	12,2	19,5	61,8
24 hrs	0,0	2,1	4,3	11,7	25,5	56,4	24 hrs	0,0	1,1	2,3	5,7	16,1	74,7

Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	1,7	11,6	25,6	43,8	14,0	3,3	15 min	0,0	0,8	4,9	30,9	41,5	22,0
30 Min	1,9	8,7	18,3	44,2	21,2	5,8	30 Min	0,0	0,8	0,8	10,9	26,4	61,2
1 hrs	2,0	7,9	12,9	34,7	13,9	28,7	1 hrs	0,0	0,0	0,0	4,6	12,3	83,1
2 hrs	1,0	3,9	4,9	23,5	14,7	52,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	7,0	9,0	84,0
3 hrs	1,2	4,7	4,7	18,6	11,6	59,3	3 hrs	0,0	0,0	0,0	3,3	14,8	82,0
6 hrs	0,0	2,0	4,0	24,0	24,0	46,0	6 hrs	0,0	0,0	3,4	6,9	13,8	75,9
12 hrs	0,0	3,8	0,0	26,9	0,0	69,2	12 hrs	0,0	9,1	0,0	9,1	0,0	81,8
24 hrs	0,0	3,8	0,0	11,5	11,5	73,1	24 hrs	0,0	0,0	3,2	12,9	32,3	51,6
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min	3,0	10,0	34,0	45,0	7,0	1,0	15 min	0	0	0	0	0	0
30 Min	2,5	11,4	24,1	40,5	17,7	3,8	30 Min	0	0	0	0	0	0
1 hrs	2,5	10,1	15,2	36,7	26,6	8,9	1 hrs	0	0	0	0	0	0
2 hrs	1,6	4,8	9,7	33,9	29,0	21,0	2 hrs	0	0	0	0	0	0
3 hrs	1,3	2,7	8,0	22,7	25,3	40,0	3 hrs	0	0	0	0	0	0
6 hrs	0,0	3,2	4,8	17,7	17,7	56,5	6 hrs	0	0	0	0	0	0
12 hrs	0,0	4,9	2,4	9,8	26,8	56,1	12 hrs	0	0	0	0	0	0
24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6	71,4	24 hrs	0	0	0	0	0	0

Local: Asú

Tabela 23 - Comparação entre Tokay e Short (1996) e a classificação na Asú.

Triangular Esquerdo							Triangular Direito						
MI T	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a	MIT	Extrem a	Muit o Forte	Fort e	Moderad a	Frac a	Muit o Frac a
15 min							15mi n						
30 Min	68,8	11,5	14,1	5,7	0,0	0,0	30 Min	24,8	34,3	31,4	9,5	0,0	0,0
1 hrs	24,7	23,0	25,1	21,0	3,7	2,5	1 hrs	11,5	25,0	28,8	28,8	5,8	0,0
2 hrs	18,6	16,9	23,6	27,3	8,7	5,0	2 hrs	6,8	13,6	23,7	44,1	11,9	0,0
3 hrs	15,2	15,6	19,5	24,7	12,6	12,6	3 hrs	5,7	11,4	21,4	34,3	20,0	7,1
6 hrs	10,8	9,9	16,9	23,0	16,9	22,5	6 hrs	2,2	9,0	13,5	28,1	16,9	30,3
12 hrs	7,4	6,5	8,8	18,6	21,4	37,2	12 hrs	2,2	4,4	7,7	15,4	19,8	50,5

24 hrs	1,9	2,6	2,6	10,3	17,3	65,4	24 hrs	1,4	1,4	4,1	4,1	20,3	68,9
Triangular Central							Retangulares						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Fraca	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Fraca
15 min							15 min						
30 Min	16,7	16,7	44,4	22,2	0,0	0,0	30 Min	0,0	20,0	60,0	20,0	0,0	0,0
1 hrs	9,5	14,3	38,1	35,7	2,4	0,0	1 hrs	1,5	1,5	22,1	30,9	29,4	14,7
2 hrs	6,7	8,9	35,6	42,2	4,4	2,2	2 hrs	0,0	3,4	13,6	30,5	27,1	25,4
3 hrs	2,2	8,7	26,1	45,7	10,9	6,5	3 hrs	0,0	1,7	13,6	22,0	32,2	30,5
6 hrs	2,0	4,0	20,0	42,0	16,0	16,0	6 hrs	0,0	0,0	9,4	26,4	26,4	37,7
12 hrs	0,0	2,8	19,4	30,6	0,0	47,2	12 hrs	0,0	0,0	9,1	25,0	0,0	65,9
24 hrs	0,0	3,6	7,1	14,3	14,3	60,7	24 hrs	0,0	0,0	2,7	4,1	12,2	81,1
Bimodal							Não caracterizado						
MI T	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Fraca	MIT	Extrema	Muito Forte	Forte	Moderada	Frac a	Muito Fraca
15 min							15 min						
30 Min	14,3	21,4	42,9	21,4	0,0	0,0	30 Min	0,	0,	0,	0,	0,	0,
1 hrs	33,3	33,3	0,0	33,3	0,0	0,0	1 hrs	0,	0,	0,	0,	0,	0,
2 hrs	33,3	0,0	0,0	66,7	0,0	0,0	2 hrs	0,	0,	0,	0,	0,	0,
3 hrs	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	3 hrs	0,	0,	0,	0,	0,	0,
6 hrs	33,3	0,0	0,0	33,3	0,0	33,3	6 hrs	0,	0,	0,	0,	0,	0,
12 hrs	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	12 hrs	0,	0,	0,	0,	0,	0,
24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	24 hrs	0,	0,	0,	0,	0,	0,

APÊNDICE F

Local: BERG

Tabela 24 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na BERG.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvoso	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvoso	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	56,98	24,02	11,76	6,03	1,21	15min	49,21	24,41	17,32	7,09	1,97
30 Min	57,16	22,40	11,78	7,30	1,36	30 Min	48,20	23,28	16,72	9,84	1,97
1 hrs	55,57	21,84	12,96	6,85	2,78	1 hrs	47,27	22,68	17,76	9,84	2,46
2 hrs	49,55	22,84	15,10	9,03	3,48	2 hrs	40,55	26,70	16,37	12,34	4,03
3 hrs	47,27	21,86	14,48	11,82	4,58	3 hrs	37,07	25,87	19,73	12,00	5,33
6 hrs	43,38	20,03	17,60	12,54	6,45	6 hrs	32,00	23,69	22,46	13,54	8,31
12 hrs	36,29	19,83	18,14	16,03	9,70	12 hrs	29,78	19,85	20,59	19,49	10,29

24 hrs	25,16	20,26	18,95	19,28	16,34	24 hrs	21,69	16,93	19,05	21,69	20,63
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema
15 min	48,87	26,70	18,10	6,33	0,00	15 min	60,77	19,45	10,77	6,75	2,25
30 Min	45,21	26,94	13,70	12,79	1,37	30 Min	60,34	17,76	10,95	7,30	3,65
1 hrs	33,90	28,81	16,95	19,21	1,13	1 hrs	57,71	17,92	10,75	7,89	5,73
2 hrs	32,03	28,76	15,69	15,69	7,84	2 hrs	54,76	16,67	7,74	12,50	8,33
3 hrs	26,38	28,83	20,25	15,34	9,20	3 hrs	50,00	16,67	11,11	14,29	7,94
6 hrs	24,64	25,36	13,04	23,19	13,77	6 hrs	44,32	14,77	13,64	17,05	10,23
12 hrs	21,36	22,33	14,56	22,33	19,42	12 hrs	43,75	14,58	18,75	8,33	14,58
24 hrs	13,75	11,25	17,50	25,00	32,50	24 hrs	32,00	12,00	20,00	0,00	36,00
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema
15 min	77,27	22,73	0,00	0,00	0,00	15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 Min	54,39	22,81	14,04	7,02	1,75	30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 hrs	44,44	23,23	22,22	7,07	3,03	1 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 hrs	54,14	22,56	12,03	7,52	3,76	2 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 hrs	47,69	23,08	16,92	7,69	4,62	3 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 hrs	38,46	29,06	17,09	10,26	5,13	6 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 hrs	32,11	23,85	23,85	11,93	8,26	12 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 hrs	19,05	21,43	26,19	20,24	13,10	24 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Local: BESJC

Tabela 25 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na BESJC.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema
15 min	47,87	22,34	19,15	9,57	1,06	15 min	40,00	30,00	25,00	5,00	0,00
30 Min	44,35	25,22	18,26	9,57	2,61	30 Min	46,43	25,00	21,43	3,57	3,57
1 hrs	45,30	27,35	17,95	6,84	2,56	1 hrs	43,33	20,00	13,33	16,67	6,67
2 hrs	44,95	24,77	16,51	9,17	4,59	2 hrs	34,29	28,57	22,86	11,43	2,86
3 hrs	48,54	18,45	18,45	9,71	4,85	3 hrs	32,35	26,47	26,47	5,88	8,82
6 hrs	44,21	22,11	18,95	9,47	5,26	6 hrs	42,22	15,56	22,22	13,33	6,67
12 hrs	40,70	18,60	24,42	8,14	8,14	12 hrs	36,59	21,95	12,20	21,95	7,32
24 hrs	47,22	16,67	19,44	9,72	6,94	24 hrs	26,83	17,07	21,95	17,07	17,07
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva a forte	Chuva Extrema

		Fraca	a		a			Fraca	a		a
15 min	32,00	20,00	20,00	24,00	4,00	15 min	61,54	20,00	9,23	3,08	6,15
30 Min	35,29	5,88	29,41	17,65	11,76	30 Min	63,64	22,73	4,55	4,55	4,55
1 hrs	45,00	15,00	25,00	10,00	5,00	1 hrs	74,29	17,14	2,86	0,00	5,71
2 hrs	57,89	5,26	21,05	10,53	5,26	2 hrs	70,37	18,52	3,70	3,70	3,70
3 hrs	57,89	10,53	15,79	15,79	0,00	3 hrs	72,00	16,00	8,00	0,00	4,00
6 hrs	31,25	18,75	31,25	12,50	6,25	6 hrs	68,18	18,18	9,09	0,00	4,55
12 hrs	26,67	20,00	40,00	6,67	6,67	12 hrs	66,67	26,67	6,67	0,00	0,00
24 hrs	12,50	12,50	25,00	25,00	25,00	24 hrs	66,67	22,22	11,11	0,00	0,00
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 hrs	0,00	50,00	0,00	50,00	0,00	1 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 hrs	40,00	20,00	10,00	10,00	20,00	2 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 hrs	23,08	30,77	15,38	15,38	15,38	3 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 hrs	33,33	33,33	16,67	8,33	8,33	6 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 hrs	33,33	50,00	0,00	16,67	0,00	12 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 hrs	20,00	50,00	10,00	20,00	0,00	24 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Local: BEA

Tabela 26 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na BEA.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	41,3	26,0	14,8	12,8	5,1	15 min	52,9	17,6	20,6	8,8	0,0
30 Min	39,6	25,1	18,5	11,9	4,8	30 Min	52,0	22,0	18,0	8,0	0,0
1 hrs	37,7	24,5	20,0	11,8	5,9	1 hrs	51,0	15,7	21,6	9,8	2,0
2 hrs	34,2	23,7	20,1	15,1	6,8	2 hrs	51,5	21,2	18,2	6,1	3,0
3 hrs	33,0	25,1	20,0	16,3	5,6	3 hrs	43,1	22,4	22,4	8,6	3,4
6 hrs	33,8	25,0	21,1	14,7	5,4	6 hrs	41,7	21,7	18,3	11,7	6,7
12 hrs	32,2	24,4	18,3	16,7	8,3	12 hrs	26,6	21,9	20,3	20,3	10,9
24 hrs	28,0	24,6	19,5	18,6	9,3	24 hrs	21,0	16,1	17,7	30,6	14,5
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	40,4	31,6	21,1	3,5	3,5	15 min	50,0	25,3	10,1	12,0	2,5
30 Min	39,1	30,4	21,7	4,3	4,3	30 Min	43,0	27,1	10,3	15,0	4,7
1 hrs	26,8	39,0	9,8	19,5	4,9	1 hrs	41,6	24,7	12,4	15,7	5,6

hrs											
2 hrs	24,2	30,3	12,1	30,3	3,0	2 hrs	35,5	24,2	12,9	22,6	4,8
3 hrs	27,3	24,2	6,1	33,3	9,1	3 hrs	36,5	23,1	7,7	26,9	5,8
6 hrs	34,4	21,9	6,3	28,1	9,4	6 hrs	28,6	26,2	4,8	31,0	9,5
12 hrs	28,0	24,0	8,0	32,0	8,0	12 hrs	32,1	28,6	7,1	28,6	3,6
24 hrs	33,3	19,0	14,3	19,0	14,3	24 hrs	30,4	21,7	4,3	21,7	21,7
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisc o	Chuv a Fraca	Chuva Moderad a	Chuv a forte	Chuva Extrem a	MIT	Chuvisc o	Chuv a Fraca	Chuva Moderad a	Chuv a forte	Chuva Extrem a
15 min	66,7	27,8	5,6	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	50,0	41,7	8,3	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	80,0	20,0	0,0	0,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	61,5	23,1	7,7	0,0	7,7	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	50,0	28,6	7,1	0,0	14,3	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	50,0	21,4	14,3	7,1	7,1	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	43,8	18,8	25,0	12,5	0,0	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: GO

Tabela 27 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação em Goiânia.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisc o	Chuv a Fraca	Chuva Moderad a	Chuv a forte	Chuva Extrem a	MIT	Chuvisc o	Chuv a Fraca	Chuva Moderad a	Chuv a forte	Chuva Extrem a
15 min	23,9	27,7	19,6	24,5	4,3	15 min	27,8	22,2	33,3	16,7	0,0
30 Min	27,8	27,4	19,3	20,6	4,9	30 Min	22,7	31,8	31,8	13,6	0,0
1 hrs	24,3	25,7	21,2	23,9	5,0	1 hrs	24,0	40,0	20,0	16,0	0,0
2 hrs	22,7	24,9	21,8	25,3	5,3	2 hrs	17,2	37,9	10,3	34,5	0,0
3 hrs	21,5	24,2	22,0	26,5	5,8	3 hrs	21,4	32,1	10,7	35,7	0,0
6 hrs	22,0	22,0	23,4	28,0	4,6	6 hrs	21,1	36,8	18,4	18,4	5,3
12 hrs	20,0	21,1	21,6	30,8	6,5	12 hrs	11,1	24,4	33,3	20,0	11,1
24 hrs	17,5	17,5	22,7	32,0	10,3	24 hrs	11,3	13,2	22,6	30,2	22,6
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisc o	Chuv a Fraca	Chuva Moderad a	Chuv a forte	Chuva Extrem a	MIT	Chuvisc o	Chuv a Fraca	Chuva Moderad a	Chuv a forte	Chuva Extrem a
15 min	32,4	40,5	18,9	8,1	0,0	15 min	50,8	22,6	15,9	9,9	0,8
30 Min	25,9	48,1	14,8	7,4	3,7	30 Min	44,3	25,8	17,0	12,4	0,5
1 hrs	22,7	36,4	13,6	18,2	9,1	1 hrs	46,1	21,8	15,8	15,8	0,6
2 hrs	14,3	33,3	19,0	23,8	9,5	2 hrs	41,6	25,6	16,8	14,4	1,6
3 hrs	21,7	26,1	26,1	17,4	8,7	3 hrs	39,7	27,6	15,5	13,8	3,4
6 hrs	13,8	20,7	24,1	20,7	20,7	6 hrs	39,2	23,0	17,6	16,2	4,1

hrs											
12 hrs	15,8	10,5	26,3	36,8	10,5	12 hrs	36,2	19,1	14,9	21,3	8,5
24 hrs	0,0	5,0	30,0	30,0	35,0	24 hrs	28,0	8,0	16,0	32,0	16,0
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	0,0	0,0	0,0	100,0	0	15 min	0,	0,	0,	0,	0,
30 Min	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	30 Min	0,	0,	0,	0,	0,
1 hrs	33,3	66,7	0,0	0,0	0,0	1 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
2 hrs	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	2 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
3 hrs	0,0	66,7	33,3	0,0	0,0	3 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
6 hrs	14,3	28,6	42,9	14,3	0,0	6 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
12 hrs	10,0	30,0	30,0	10,0	20,0	12 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
24 hrs	15,4	15,4	30,8	15,4	23,1	24 hrs	0,	0,	0,	0,	0,

Local: EESC

Tabela 28 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na EESC.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	44,7	24,0	19,1	11,6	0,6	15min	45,2	32,3	12,9	9,7	0,0
30 Min	39,3	24,5	17,9	17,6	0,6	30 Min	43,6	30,8	20,5	5,1	0,0
1 hrs	32,3	25,1	23,5	17,6	1,6	1 hrs	43,2	25,0	22,7	4,5	4,5
2 hrs	30,0	25,4	23,7	18,5	2,4	2 hrs	36,7	28,6	20,4	8,2	6,1
3 hrs	29,9	23,7	24,5	19,4	2,5	3 hrs	32,0	26,0	24,0	14,0	4,0
6 hrs	24,1	24,1	24,1	22,8	5,1	6 hrs	20,0	27,3	20,0	27,3	5,5
12 hrs	19,5	23,4	23,9	27,8	5,4	12 hrs	17,2	29,3	20,7	20,7	12,1
24 hrs	17,4	19,8	29,8	24,0	9,1	24 hrs	8,2	22,4	22,4	28,6	18,4
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	42,4	32,2	18,6	6,8	0,0	15 min	40,9	28,6	19,2	10,3	1,0
30 Min	50,9	18,2	20,0	10,9	0,0	30 Min	40,6	27,4	17,7	12,6	1,7
1 hrs	27,7	27,7	27,7	17,0	0,0	1 hrs	39,8	23,0	12,4	21,2	3,5
2 hrs	21,3	21,3	29,8	23,4	4,3	2 hrs	37,6	22,8	15,8	20,8	3,0
3 hrs	23,1	19,2	25,0	26,9	5,8	3 hrs	37,8	23,0	12,2	18,9	8,1
6 hrs	17,1	12,2	24,4	39,0	7,3	6 hrs	37,5	25,0	8,9	23,2	5,4
12 hrs	15,4	17,9	20,5	38,5	7,7	12 hrs	30,8	20,5	10,3	30,8	7,7

24 hrs	9,4	15,6	28,1	37,5	9,4	24 hrs	11,1	11,1	14,8	29,6	33,3
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	30,8	53,8	7,7	7,7	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	28,6	42,9	14,3	14,3	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	28,6	57,1	14,3	0,0	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	80,0	20,0	0,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	12,5	50,0	37,5	0,0	0,0	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	22,2	44,4	22,2	11,1	0,0	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	16,7	50,0	25,0	8,3	0,0	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	23,8	19,0	19,0	33,3	4,8	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: ESALQ

Tabela 29 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na ESALQ.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	56,1	27,3	13,1	3,4	0,1	15 min	61,8	25,9	7,1	4,7	0,6
30 Min	33,5	28,8	22,9	14,1	0,8	30 Min	43,9	23,2	20,7	11,0	1,2
1 hrs	29,9	28,0	24,2	17,0	0,9	1 hrs	36,8	25,7	25,7	9,7	2,1
2 hrs	28,2	26,5	24,0	19,8	1,5	2 hrs	38,0	24,0	22,2	15,2	0,6
3 hrs	27,0	24,3	25,4	21,5	1,8	3 hrs	33,3	27,0	21,7	16,4	1,6
6 hrs	22,8	25,6	25,1	24,1	2,4	6 hrs	26,2	25,7	25,2	16,2	6,7
12 hrs	20,1	25,1	25,1	24,6	5,2	12 hrs	20,7	16,7	24,7	28,8	9,1
24 hrs	19,3	22,7	23,3	26,1	8,6	24 hrs	15,9	12,4	21,9	38,8	10,9
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	63,3	26,9	9,1	0,7	0,0	15 min	84,6	10,7	3,0	1,8	0,0
30 Min	49,1	24,3	19,3	7,3	0,0	30 Min	49,4	21,3	18,6	9,1	1,6
1 hrs	39,5	27,0	21,5	11,5	0,5	1 hrs	44,3	18,7	22,5	11,6	2,8
2 hrs	33,2	25,8	26,3	13,2	1,6	2 hrs	37,3	22,0	21,7	15,3	3,8
3 hrs	30,0	23,3	26,7	17,2	2,8	3 hrs	35,3	23,1	19,2	16,1	6,3
6 hrs	29,0	18,9	21,3	26,6	4,1	6 hrs	35,1	18,4	18,4	22,2	5,9
12 hrs	21,4	14,3	25,9	30,4	8,0	12 hrs	19,2	15,8	16,7	31,7	16,7

24 hrs	14,3	13,2	22,0	29,7	20,9	24 hrs	11,2	10,1	14,6	29,2	34,8
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	68,4	17,1	10,5	3,9	0,0	15 min	0,	0,	0,	0,	0,
30 Min	50,0	35,7	7,1	7,1	0,0	30 Min	0,	0,	0,	0,	0,
1 hrs	45,5	27,3	13,6	9,1	4,5	1 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
2 hrs	47,4	31,6	15,8	5,3	0,0	2 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
3 hrs	38,9	33,3	22,2	5,6	0,0	3 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
6 hrs	34,6	26,9	26,9	11,5	0,0	6 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
12 hrs	18,2	27,3	27,3	22,7	4,5	12 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
24 hrs	17,5	12,5	30,0	30,0	10,0	24 hrs	0,	0,	0,	0,	0,

Local: Rebio Jaru

Tabela 30 - Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na Rebio Jaru.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	23,9	24,4	21,6	24,4	5,6	15 min	42,4	35,6	15,3	3,4	3,4
30 Min	22,0	26,7	22,3	22,3	6,7	30 Min	48,5	30,3	15,2	4,5	1,5
1 hrs	23,3	24,9	22,0	23,0	6,8	1 hrs	40,3	31,2	20,8	6,5	1,3
2 hrs	21,5	25,6	21,0	24,5	7,4	2 hrs	35,1	28,9	21,6	9,3	5,2
3 hrs	19,8	26,1	21,2	25,5	7,4	3 hrs	31,1	24,4	25,6	12,2	6,7
6 hrs	19,1	24,5	20,7	27,6	8,2	6 hrs	22,7	22,7	26,8	20,6	7,2
12 hrs	18,6	22,7	18,9	30,7	9,1	12 hrs	13,2	21,9	23,7	26,3	14,9
24 hrs	10,8	16,8	21,6	32,3	18,6	24 hrs	5,6	11,3	16,9	36,6	29,6
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	40,5	28,6	17,9	11,9	1,2	15 min	53,6	20,1	12,4	10,9	2,9
30 Min	37,8	29,7	13,5	16,2	2,7	30 Min	50,2	18,3	14,2	13,7	3,7
1 hrs	30,9	29,4	11,8	20,6	7,4	1 hrs	47,0	17,5	15,8	14,8	4,9
2 hrs	29,4	27,9	17,6	19,1	5,9	2 hrs	43,1	19,6	15,7	17,0	4,6
3 hrs	28,6	26,0	15,6	23,4	6,5	3 hrs	44,9	18,4	16,2	15,4	5,1
6 hrs	28,6	27,0	14,3	23,8	6,3	6 hrs	41,1	15,9	15,9	20,6	6,5
12 hrs	23,9	19,6	13,0	26,1	17,4	12 hrs	38,9	13,9	13,9	26,4	6,9
24 hrs	14,3	3,6	7,1	42,9	32,1	24 hrs	31,0	16,7	16,7	23,8	11,9
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema

		Fraca	a		a			Fraca	a		a
15 min	45,2	42,9	9,5	2,4	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	52,8	30,6	13,9	2,8	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	50,0	32,1	10,7	7,1	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	40,9	54,5	4,5	0,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	33,3	45,8	4,2	8,3	8,3	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	23,3	33,3	20,0	13,3	10,0	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	24,1	24,1	13,8	27,6	10,3	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	14,7	14,7	14,7	20,6	35,3	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: UFSM

Tabela 31- Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na UFSM.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	36,7	22,5	20,0	18,0	2,9	15 min	32,7	23,3	27,3	14,7	2,0
30 Min	31,9	21,1	23,0	19,9	4,1	30 Min	33,5	25,7	24,6	14,4	1,8
1 hrs	32,5	17,6	21,4	22,6	5,9	1 hrs	33,0	27,5	19,2	18,1	2,2
2 hrs	40,6	15,5	18,0	19,7	6,2	2 hrs	27,8	21,2	15,2	29,8	6,1
3 hrs	41,3	14,1	16,8	20,9	6,8	3 hrs	21,6	19,6	18,6	30,7	9,5
6 hrs	22,9	13,3	18,3	32,9	12,5	6 hrs	22,1	12,3	21,4	31,2	13,0
12 hrs	17,8	11,7	19,6	36,8	14,1	12 hrs	16,3	16,3	18,7	28,5	20,3
24 hrs	12,8	11,7	16,0	35,1	24,5	24 hrs	14,9	11,5	17,2	29,9	26,4
Triangular Central						Retangulares					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	38,0	29,8	23,1	9,1	0,0	15 min	80,5	7,3	8,1	2,4	1,6
30 Min	35,6	27,9	19,2	17,3	0,0	30 Min	87,6	3,9	3,1	4,7	0,8
1 hrs	36,6	20,8	15,8	21,8	5,0	1 hrs	93,1	2,3	3,8	0,8	0,0
2 hrs	46,1	13,7	17,6	18,6	3,9	2 hrs	87,0	6,0	4,0	3,0	0,0
3 hrs	39,5	20,9	15,1	18,6	5,8	3 hrs	83,6	9,8	6,6	0,0	0,0
6 hrs	10,0	24,0	18,0	34,0	14,0	6 hrs	75,9	6,9	10,3	3,4	3,4
12 hrs	10,0	13,3	23,3	33,3	20,0	12 hrs	76,9	7,7	7,7	0,0	7,7
24 hrs	3,8	23,1	15,4	26,9	30,8	24 hrs	9,7	6,5	19,4	22,6	41,9
Bimodal						Não caracterizado					
MI T	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
15 min	34,0	30,0	18,0	15,0	3,0	15 min	8,3	50,0	33,3	8,3	0,0

30 Min	21,5	27,8	24,1	21,5	5,1	30 Min	14,3	0,0	71,4	14,3	0,0
1 hrs	15,2	26,6	26,6	26,6	5,1	1 hrs	0,0	33,3	0,0	66,7	0,0
2 hrs	17,7	19,4	21,0	30,6	11,3	2 hrs	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0
3 hrs	17,3	22,7	25,3	22,7	12,0	3 hrs	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0
6 hrs	19,4	21,0	21,0	19,4	19,4	6 hrs	0,0	28,6	28,6	28,6	14,3
12 hrs	12,2	7,3	19,5	19,5	41,5	12 hrs	0,0	33,3	33,3	0,0	33,3
24 hrs	14,3	0,0	14,3	0,0	71,4	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: Asú

Tabela 32- Comparação entre faixa de precipitação e a classificação na Asú.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
30 Min	51,52	26,36	14,85	6,36	0,91	30 Min	51,52	26,36	14,85	6,36	0,91
1 hrs	37,59	27,01	16,79	13,14	5,47	1 hrs	37,59	27,01	16,79	13,14	5,47
2 hrs	35,16	27,84	16,48	15,38	5,13	2 hrs	35,16	27,84	16,48	15,38	5,13
3 hrs	36,36	25,76	17,80	14,77	5,30	3 hrs	36,36	25,76	17,80	14,77	5,30
6 hrs	33,20	24,48	20,75	17,01	4,56	6 hrs	33,20	24,48	20,75	17,01	4,56
12 hrs	25,40	24,60	21,37	21,37	7,26	12 hrs	25,40	24,60	21,37	21,37	7,26
24 hrs	23,08	14,74	25,64	25,64	10,90	24 hrs	23,08	14,74	25,64	25,64	10,90
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema
30 Min	23,53	47,06	17,65	5,88	5,88	30 Min	29,11	35,44	21,52	13,92	0,00
1 hrs	34,09	29,55	13,64	22,73	0,00	1 hrs	28,99	34,78	20,29	14,49	1,45
2 hrs	29,79	21,28	21,28	25,53	2,13	2 hrs	30,99	29,58	19,72	18,31	1,41
3 hrs	25,00	18,75	22,92	31,25	2,08	3 hrs	25,40	28,57	22,22	23,81	0,00
6 hrs	16,95	18,64	28,81	28,81	6,78	6 hrs	19,30	17,54	24,56	31,58	7,02
12 hrs	17,31	15,38	25,00	34,62	7,69	12 hrs	9,46	8,11	8,11	21,62	52,70
24 hrs	10,71	0,00	28,57	35,71	25,00	24 hrs	11,11	66,67	22,22	0,00	0,00
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema	MIT	Chuvisco	Chuva Fraca	Chuva Moderada	Chuva forte	Chuva Extrema

30 Min	63,64	18,18	18,18	0,00	0,00	30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 hrs	50,00	25,00	0,00	25,00	0,00	1 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 hrs	33,33	33,33	0,00	33,33	0,00	2 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 hrs	50,00	0,00	0,00	50,00	0,00	3 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 hrs	33,33	33,33	0,00	33,33	0,00	6 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 hrs	0,00	33,33	33,33	33,33	0,00	12 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 hrs	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	24 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

APÊNDICE G

Local: BERG

Tabela 33- Comparação entre faixa de duração e a classificação na BERG.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	54,27	27,44	17,29	1,01	0,00	15min	33,46	42,13	22,44	1,97	0,00
30 Min	36,90	28,43	32,04	2,43	0,19	30 Min	17,70	31,80	46,56	3,93	0,00
1 hrs	25,48	20,88	47,00	5,78	0,86	1 hrs	9,02	15,57	64,75	10,11	0,55
2 hrs	16,39	12,39	50,06	17,55	3,61	2 hrs	4,79	6,80	55,92	27,20	5,29
3 hrs	12,85	9,90	40,32	27,77	9,16	3 hrs	2,40	4,80	44,53	37,07	11,20
6 hrs	9,06	5,57	27,70	35,37	22,30	6 hrs	1,85	1,85	22,77	44,92	28,62
12 hrs	6,33	3,16	20,46	28,69	41,35	12 hrs	0,37	0,74	13,97	37,87	47,06
24 hrs	3,27	2,29	12,42	15,36	66,67	24 hrs	0,53	0,53	5,82	12,17	80,95
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	39,82	32,13	27,60	0,45	0,00	15 min	36,33	28,46	31,67	3,22	0,32
30 Min	24,66	22,37	48,86	4,11	0,00	30 Min	30,90	19,95	40,63	6,81	1,70
1 hrs	13,56	12,99	59,89	12,43	1,13	1 hrs	23,66	10,75	48,75	11,47	5,38
2 hrs	5,88	6,54	51,63	30,07	5,88	2 hrs	16,67	7,14	42,86	21,43	11,90
3 hrs	2,45	4,91	33,13	40,49	19,02	3 hrs	17,46	5,56	33,33	25,40	18,25
6 hrs	1,45	2,90	15,94	36,96	42,75	6 hrs	10,23	4,55	14,77	28,41	42,05
12 hrs	0,97	0,97	15,53	22,33	60,19	12 hrs	4,17	4,17	14,58	25,00	52,08
24 hrs	0,00	1,25	7,50	6,25	85,00	24 hrs	4,00	0,00	12,00	4,00	80,00
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	13,64	81,82	4,55	0,00	0,00	15 min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30 Min	3,51	43,86	50,88	1,75	0,00	30 Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 hrs	0,00	12,12	76,77	11,11	0,00	1 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 hrs	0,00	4,51	72,18	20,30	3,01	2 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 hrs	0,00	2,31	53,08	37,69	6,92	3 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 hrs	0,00	0,85	25,64	50,43	23,08	6 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 hrs	0,00	0,92	18,35	33,03	47,71	12 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24 hrs	0,00	0,00	7,14	5,95	86,90	24 hrs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 34 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na BESJC.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	46,8	30,9	21,3	1,1	0,0	15min	30,0	40,0	30,0	0,0	0,0
30 Min	27,8	33,9	35,7	2,6	0,0	30 Min	10,7	35,7	50,0	3,6	0,0
1 hrs	20,5	26,5	45,3	6,8	0,9	1 hrs	6,7	23,3	60,0	10,0	0,0
2 hrs	17,4	18,3	47,7	15,6	0,9	2 hrs	0,0	14,3	65,7	20,0	0,0
3 hrs	14,6	17,5	42,7	21,4	3,9	3 hrs	0,0	11,8	41,2	47,1	0,0
6 hrs	12,6	16,8	25,3	28,4	16,8	6 hrs	0,0	6,7	28,9	53,3	11,1
12 hrs	9,3	10,5	15,1	23,3	41,9	12 hrs	0,0	7,3	19,5	39,0	34,1
24 hrs	8,3	6,9	12,5	8,3	63,9	24 hrs	0,0	4,9	9,8	14,6	70,7
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	24,0	16,0	60,0	0,0	0,0	15 min	44,6	21,5	32,3	1,5	0,0
30 Min	17,6	17,6	52,9	11,8	0,0	30 Min	40,9	11,4	43,2	4,5	0,0
1 hrs	15,0	10,0	70,0	5,0	0,0	1 hrs	34,3	11,4	45,7	8,6	0,0
2 hrs	10,5	5,3	68,4	10,5	5,3	2 hrs	29,6	11,1	44,4	11,1	3,7
3 hrs	10,5	5,3	52,6	26,3	5,3	3 hrs	32,0	12,0	32,0	16,0	8,0
6 hrs	12,5	6,3	18,8	43,8	18,8	6 hrs	36,4	13,6	27,3	13,6	9,1
12 hrs	6,7	6,7	6,7	40,0	40,0	12 hrs	53,3	6,7	20,0	0,0	20,0
24 hrs	0,0	12,5	0,0	12,5	75,0	24 hrs	55,6	0,0	11,1	0,0	33,3
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	0,0	70,0	20,0	10,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	0,0	0,0	38,5	53,8	7,7	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	0,0	0,0	25,0	50,0	25,0	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	0,0	0,0	25,0	16,7	58,3	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	0,0	0,0	20,0	0,0	80,0	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: BEA

Tabela 35 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na BEA.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	44,9	28,1	25,5	1,5	0,0	15min	50,0	29,4	20,6	0,0	0,0
30 Min	29,1	27,3	39,6	4,0	0,0	30 Min	18,0	28,0	52,0	2,0	0,0
1 hrs	22,7	22,7	48,2	5,9	0,5	1 hrs	9,8	23,5	60,8	5,9	0,0
2 hrs	17,8	12,8	52,5	15,1	1,8	2 hrs	7,6	12,1	68,2	12,1	0,0
3 hrs	16,7	9,8	50,2	20,5	2,8	3 hrs	6,9	6,9	67,2	17,2	1,7
6 hrs	14,7	7,4	45,1	26,5	6,4	6 hrs	3,3	5,0	51,7	28,3	11,7
12 hrs	10,6	6,7	38,3	24,4	20,0	12 hrs	1,6	4,7	35,9	14,1	43,8
24 hrs	8,5	5,1	29,7	20,3	36,4	24 hrs	0,0	1,6	17,7	4,8	75,8
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	42,1	35,1	22,8	0,0	0,0	15 min	17,1	38,6	39,9	4,4	0,0
30 Min	34,8	26,1	39,1	0,0	0,0	30 Min	13,1	28,0	49,5	9,3	0,0
1 hrs	24,4	17,1	56,1	2,4	0,0	1 hrs	13,5	20,2	46,1	19,1	1,1
2 hrs	21,2	12,1	48,5	18,2	0,0	2 hrs	9,7	12,9	48,4	29,0	0,0
3 hrs	15,2	12,1	42,4	24,2	6,1	3 hrs	0,0	12,2	46,9	36,7	4,1
6 hrs	15,6	9,4	34,4	28,1	12,5	6 hrs	4,8	7,1	42,9	33,3	11,9
12 hrs	12,0	12,0	32,0	24,0	20,0	12 hrs	3,6	7,1	42,9	17,9	28,6
24 hrs	14,3	9,5	14,3	9,5	52,4	24 hrs	4,3	8,7	34,8	13,0	39,1
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	88,9	11,1	0,0	0,0	0,0	15 min	0,	0,	0,	0,	0,
30 Min	91,7	8,3	0,0	0,0	0,0	30 Min	0,	0,	0,	0,	0,
1 hrs	87,5	12,5	0,0	0,0	0,0	1 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
2 hrs	50,0	10,0	40,0	0,0	0,0	2 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
3 hrs	30,8	7,7	38,5	23,1	0,0	3 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
6 hrs	21,4	0,0	28,6	35,7	14,3	6 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
12 hrs	14,3	0,0	28,6	14,3	42,9	12 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
24 hrs	12,5	0,0	0,0	6,3	81,3	24 hrs	0,	0,	0,	0,	0,

Local: GO

Tabela 36 - Comparação entre faixa de duração e a classificação em Goiânia.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15	31,0	30,4	38,0	0,5	0,0	15min	22,2	38,9	38,9	0,0	0,0

min											
30 Min	19,7	30,0	46,6	3,6	0,0	30 Min	9,1	36,4	50,0	4,5	0,0
1 hrs	15,8	19,8	57,2	7,2	0,0	1 hrs	8,0	16,0	64,0	12,0	0,0
2 hrs	10,7	12,0	58,2	16,0	3,1	2 hrs	6,9	10,3	58,6	24,1	0,0
3 hrs	9,0	10,8	57,0	19,7	3,6	3 hrs	7,1	7,1	57,1	28,6	0,0
6 hrs	5,5	6,9	47,7	29,8	10,1	6 hrs	5,3	5,3	36,8	39,5	13,2
12 hrs	4,3	5,4	35,7	30,8	23,8	12 hrs	4,4	4,4	15,6	20,0	55,6
24 hrs	2,1	3,1	28,9	18,6	47,4	24 hrs	1,9	3,8	7,5	5,7	81,1
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	37,8	40,5	21,6	0,0	0,0	15 min	23,8	25,4	50,0	0,8	0,0
30 Min	29,6	40,7	25,9	3,7	0,0	30 Min	20,1	21,1	53,1	5,7	0,0
1 hrs	13,6	27,3	36,4	22,7	0,0	1 hrs	20,0	16,4	51,5	11,5	0,6
2 hrs	0,0	14,3	28,6	57,1	0,0	2 hrs	21,6	15,2	40,8	19,2	3,2
3 hrs	0,0	13,0	30,4	52,2	4,3	3 hrs	20,7	13,8	35,3	23,3	6,9
6 hrs	0,0	10,3	17,2	37,9	34,5	6 hrs	23,0	14,9	27,0	23,0	12,2
12 hrs	0,0	10,5	10,5	31,6	47,4	12 hrs	23,4	14,9	19,1	17,0	25,5
24 hrs	0,0	0,0	5,0	10,0	85,0	24 hrs	16,0	12,0	20,0	4,0	48,0
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	0,0	0,0	28,6	42,9	28,6	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	0,0	0,0	20,0	40,0	40,0	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	0,0	0,0	7,7	15,4	76,9	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: EESC

Tabela 37 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na EESC.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	15,5	49,8	34,3	0,3	0,0	15min	0,0	64,5	35,5	0,0	0,0
30 Min	9,7	40,6	46,2	3,1	0,3	30 Min	0,0	43,6	56,4	0,0	0,0
1 hrs	6,6	21,3	62,7	9,1	0,3	1 hrs	0,0	25,0	61,4	13,6	0,0
2 hrs	5,2	17,4	58,2	16,7	2,4	2 hrs	0,0	16,3	55,1	26,5	2,0
3 hrs	4,0	14,4	51,8	24,5	5,4	3 hrs	0,0	12,0	46,0	34,0	8,0

6 hrs	2,5	9,7	36,7	34,6	16,5	6 hrs	0,0	5,5	27,3	43,6	23,6
12 hrs	0,5	8,8	27,8	30,7	32,2	12 hrs	0,0	1,7	17,2	25,9	55,2
24 hrs	0,8	7,4	17,4	16,5	57,9	24 hrs	0,0	2,0	6,1	8,2	83,7
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	25,4	35,6	37,3	1,7	0,0	15 min	0,0	21,7	73,9	4,4	0,0
30 Min	18,2	29,1	47,3	5,5	0,0	30 Min	0,0	12,0	76,6	9,7	1,7
1 hrs	8,5	19,1	59,6	10,6	2,1	1 hrs	0,0	11,5	64,6	16,8	7,1
2 hrs	4,3	10,6	48,9	29,8	6,4	2 hrs	0,0	7,9	48,5	33,7	9,9
3 hrs	1,9	7,7	38,5	44,2	7,7	3 hrs	0,0	8,1	45,9	29,7	16,2
6 hrs	2,4	7,3	24,4	29,3	36,6	6 hrs	0,0	5,4	44,6	25,0	25,0
12 hrs	2,6	7,7	17,9	23,1	48,7	12 hrs	0,0	5,1	33,3	17,9	43,6
24 hrs	0,0	3,1	15,6	15,6	65,6	24 hrs	0,0	3,7	25,9	3,7	66,7
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	69,2	23,1	7,7	0,0	0,0	15 min	0,	0,	0,	0,	0,
30 Min	42,9	28,6	28,6	0,0	0,0	30 Min	0,	0,	0,	0,	0,
1 hrs	42,9	28,6	28,6	0,0	0,0	1 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
2 hrs	40,0	20,0	40,0	0,0	0,0	2 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
3 hrs	25,0	12,5	25,0	37,5	0,0	3 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
6 hrs	22,2	11,1	11,1	44,4	11,1	6 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
12 hrs	16,7	8,3	8,3	25,0	41,7	12 hrs	0,	0,	0,	0,	0,
24 hrs	9,5	4,8	0,0	9,5	76,2	24 hrs	0,	0,	0,	0,	0,

Local: ESALQ

Tabela 38 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na ESALQ.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	0,0	98,1	1,9	0,0	0,0	15min	0,0	96,2	3,8	0,0	0,0
30 Min	0,0	25,2	69,0	5,6	0,2	30 Min	0,0	8,5	85,4	4,9	1,2
1 hrs	0,0	16,4	69,2	13,8	0,6	1 hrs	0,0	4,2	75,0	20,8	0,0
2 hrs	0,0	13,2	61,0	23,0	2,8	2 hrs	0,0	1,2	65,5	26,9	6,4
3 hrs	0,0	10,7	51,9	30,6	6,9	3 hrs	0,0	1,1	48,1	37,0	13,8
6 hrs	0,0	8,6	37,4	34,6	19,4	6 hrs	0,0	1,0	23,3	41,4	34,3
12 hrs	0,0	6,6	27,9	27,1	38,3	12 hrs	0,0	0,5	10,1	22,2	67,2
24 hrs	0,0	4,6	17,9	20,0	57,6	24 hrs	0,0	0,5	3,5	7,5	88,6
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem

					Longo						Longo
15 min	0,0	97,4	2,6	0,0	0,0	15 min	0,0	84,6	14,9	0,0	0,4
30 Min	0,0	27,1	65,6	7,3	0,0	30 Min	0,0	3,1	81,2	14,3	1,4
1 hrs	0,0	18,0	65,0	17,0	0,0	1 hrs	0,0	1,8	62,0	30,1	6,1
2 hrs	0,0	13,7	53,7	30,0	2,6	2 hrs	0,0	1,9	46,5	37,6	14,0
3 hrs	0,0	12,2	41,1	37,8	8,9	3 hrs	0,0	2,0	41,6	35,3	21,2
6 hrs	0,0	10,1	26,0	34,9	29,0	6 hrs	0,0	1,6	30,8	31,9	35,7
12 hrs	0,0	8,0	17,9	26,8	47,3	12 hrs	0,0	1,7	22,5	16,7	59,2
24 hrs	0,0	4,4	9,9	11,0	74,7	24 hrs	0,0	2,2	12,4	11,2	74,2
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	0,0	75,0	25,0	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	36,4	50,0	13,6	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	26,3	68,4	5,3	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	0,0	27,8	50,0	22,2	0,0	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	0,0	11,5	23,1	30,8	34,6	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	0,0	2,3	11,4	15,9	70,5	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	0,0	0,0	7,5	10,0	82,5	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: Rebio Jaru

Tabela 39 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na Rebio Jaru.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	17,3	28,8	50,8	3,1	0,0	15min	35,6	39,0	25,4	0,0	0,0
30 Min	12,7	20,4	59,7	7,2	0,0	30 Min	24,2	31,8	43,9	0,0	0,0
1 hrs	7,3	16,7	63,7	11,7	0,5	1 hrs	16,9	23,4	53,2	6,5	0,0
2 hrs	5,2	12,3	61,6	19,3	1,6	2 hrs	9,3	15,5	55,7	16,5	3,1
3 hrs	5,2	9,7	56,7	24,9	3,4	3 hrs	7,8	8,9	51,1	25,6	6,7
6 hrs	4,7	7,2	42,9	31,7	13,5	6 hrs	0,0	6,2	33,0	46,4	14,4
12 hrs	2,7	5,3	29,5	28,0	34,5	12 hrs	0,0	3,5	13,2	34,2	49,1
24 hrs	1,2	3,0	19,8	15,6	60,5	24 hrs	0,0	1,4	4,2	14,1	80,3
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	56,3	13,8	28,7	1,1	0,0	15 min	6,0	31,3	62,0	0,7	0,0
30 Min	38,7	10,7	46,7	4,0	0,0	30 Min	1,8	30,5	63,6	4,1	0,0
1 hrs	31,9	5,8	49,3	11,6	1,4	1 hrs	1,1	30,1	63,4	5,5	0,0
2 hrs	25,0	4,4	52,9	14,7	2,9	2 hrs	1,3	32,7	55,6	9,8	0,7

3 hrs	18,2	3,9	45,5	28,6	3,9	3 hrs	1,5	30,1	52,9	13,2	2,2
6 hrs	17,5	3,2	34,9	33,3	11,1	6 hrs	1,9	31,8	49,5	10,3	6,5
12 hrs	13,0	4,3	30,4	19,6	32,6	12 hrs	0,0	30,6	50,0	9,7	9,7
24 hrs	3,6	0,0	10,7	10,7	75,0	24 hrs	0,0	38,1	42,9	2,4	16,7
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	71,4	23,8	4,8	0,0	0,0	15 min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30 Min	75,0	13,9	11,1	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	64,3	14,3	21,4	0,0	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	50,0	13,6	27,3	9,1	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 hrs	37,5	12,5	29,2	16,7	4,2	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	20,0	3,3	16,7	43,3	16,7	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	13,8	3,4	10,3	27,6	44,8	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	5,9	2,9	2,9	0,0	88,2	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: UFSM

Tabela 40 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na UFSM.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	3,8	25,0	60,8	9,4	1,0	15min	0,0	8,7	74,0	16,7	0,7
30 Min	3,3	12,4	65,6	16,6	2,1	30 Min	0,0	3,0	68,9	26,9	1,2
1 hrs	2,4	8,0	49,9	31,1	8,7	1 hrs	0,0	0,5	45,1	44,0	10,4
2 hrs	2,0	4,5	36,9	25,2	31,4	2 hrs	0,0	0,0	24,2	33,8	41,9
3 hrs	1,6	3,8	27,2	26,1	41,3	3 hrs	0,0	0,0	16,6	31,2	52,3
6 hrs	1,3	2,1	21,7	27,1	47,9	6 hrs	0,0	0,0	11,7	22,7	65,6
12 hrs	1,8	1,8	12,3	16,6	67,5	12 hrs	0,8	0,0	10,6	11,4	77,2
24 hrs	1,1	2,1	4,3	11,7	80,9	24 hrs	0,0	0,0	8,0	3,4	88,5
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	8,3	9,9	71,9	8,3	1,7	15 min	0,0	8,9	84,6	4,1	2,4
30 Min	6,7	6,7	62,5	21,2	2,9	30 Min	0,0	2,3	69,8	25,6	2,3
1 hrs	6,9	3,0	36,6	41,6	11,9	1 hrs	0,0	0,8	31,5	62,3	5,4
2 hrs	4,9	0,0	16,7	32,4	46,1	2 hrs	0,0	1,0	17,0	51,0	31,0
3 hrs	4,7	0,0	10,5	29,1	55,8	3 hrs	0,0	1,6	19,7	36,1	42,6
6 hrs	2,0	0,0	8,0	26,0	64,0	6 hrs	0,0	3,4	20,7	10,3	65,5
12 hrs	3,3	0,0	6,7	20,0	70,0	12 hrs	0,0	7,7	23,1	7,7	61,5
24 hrs	3,8	0,0	3,8	15,4	76,9	24 hrs	0,0	0,0	9,7	19,4	71,0

hrs											
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
15 min	8,0	13,0	70,0	8,0	1,0	15 min	0,0	8,3	83,3	8,3	0,0
30 Min	3,8	3,8	68,4	19,0	5,1	30 Min	0,0	14,3	85,7	0,0	0,0
1 hrs	2,5	1,3	49,4	40,5	6,3	1 hrs	0,0	0,0	33,3	66,7	0,0
2 hrs	1,6	0,0	29,0	32,3	37,1	2 hrs	0,0	0,0	33,3	33,3	33,3
3 hrs	1,3	0,0	16,0	29,3	53,3	3 hrs	0,0	0,0	33,3	33,3	33,3
6 hrs	0,0	0,0	12,9	19,4	67,7	6 hrs	0,0	0,0	14,3	14,3	71,4
12 hrs	0,0	4,9	4,9	12,2	78,0	12 hrs	0,0	0,0	0,0	33,3	66,7
24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Local: Asú

Tabela 41 - Comparação entre faixa de duração e a classificação na Asú.

Triangular Esquerdo						Triangular Direito					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
30 Min	57,9	37,0	5,2	0,0	0,0	30 Min	0,0	92,6	7,4	0,0	0,0
1 hrs	17,5	29,2	46,0	6,9	0,4	1 hrs	0,0	49,2	49,2	1,6	0,0
2 hrs	13,2	22,3	50,5	12,5	1,5	2 hrs	0,0	37,1	60,0	2,9	0,0
3 hrs	9,5	19,3	49,6	18,6	3,0	3 hrs	0,0	27,3	63,6	9,1	0,0
6 hrs	6,6	12,4	38,6	29,5	12,9	6 hrs	0,0	14,6	34,4	38,5	12,5
12 hrs	6,0	8,5	25,8	17,3	42,3	12 hrs	0,0	5,8	19,4	24,3	50,5
24 hrs	1,3	3,2	10,3	7,1	78,2	24 hrs	0,0	5,4	4,1	4,1	86,5
Triangular Central						Retangulares					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
30 Min	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	0,0	97,7	2,3	0,0	1 hrs	0,0	0,0	77,2	15,2	7,6
2 hrs	0,0	0,0	80,9	17,0	2,1	2 hrs	0,0	0,0	62,3	29,0	8,7
3 hrs	0,0	0,0	58,3	35,4	6,3	3 hrs	0,0	0,0	53,5	28,2	18,3
6 hrs	0,0	0,0	35,6	37,3	27,1	6 hrs	0,0	0,0	41,3	31,7	27,0
12 hrs	0,0	0,0	25,0	23,1	51,9	12 hrs	0,0	0,0	26,3	21,1	52,6
24 hrs	0,0	0,0	14,3	7,1	78,6	24 hrs	0,0	0,0	12,2	1,4	86,5
Bimodal						Não caracterizado					
MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo	MIT	Passageiro	Curto	Médio	Longo	Bem Longo
30 Min	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	30 Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 hrs	0,0	75,0	25,0	0,0	0,0	1 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 hrs	0,0	33,3	66,7	0,0	0,0	2 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

3 hrs	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	3 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 hrs	0,0	33,3	33,3	33,3	0,0	6 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 hrs	0,0	0,0	33,3	33,3	33,3	12 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	24 hrs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0