

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA CIVIL**

**ESTIMATIVA DE CHUVAS INTENSAS NO RIO  
GRANDE DO SUL A PARTIR DAS RELAÇÕES  
GENÉRICAS DE BELL E CHEN**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Raviel Eurico Basso**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

# **ESTIMATIVA DE CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DAS RELAÇÕES GENÉRICAS DE BELL E CHEN**

**Raviel Eurico Basso**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Gustavo Allasia Piccilli**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Basso, Raviel Eurico  
Estimativa de chuvas intensas no Rio Grande do Sul a partir das relações genéricas de Bell e Chen. / Raviel Eurico Basso.-2015.  
275 p.; 30cm

Orientador: Daniel Gustavo Allasia Piccilli  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, RS, 2015

1. Chuva intensa 2. Bell 3. Chen 4. Rio Grande do Sul  
I. Allasia Piccilli, Daniel Gustavo II. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Raviel Eurico Basso. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.  
E-mail: basso.raviel@gmail.com

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

A comissão examinadora, abaixo assinada,  
aprova a dissertação de mestrado.

**ESTIMATIVA DE CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO  
SUL A PARTIR DAS RELAÇÕES GENÉRICAS DE BELL E CHEN**

elaborado por  
**Raviel Eurico Basso**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre Engenheiro Civil**

**Comissão Examinadora**



---

**Daniel Gustavo Allasia Piccilli, Dr.**  
(Presidente/Orientador)



---

**Joel Avruch Goldenfum, Dr. (UFRGS)**



---

**Débora Missio Bayer, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)**

Santa Maria, Fevereiro 2015.

## **Agradecimento**

Primeiramente a Deus pelas oportunidades e bênçãos recebidas, e por sempre iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, Eder e Ieda, pelo carinho e compaixão, pela dedicação e disposição, e pelos grandes exemplos como pessoas, os quais me serviram de base para a formação do meu eu como pessoa, e tornando possível a realização de mais este sonho, o qual está sendo concretizado.

À minha irmã, Rafaela, pelo incentivo nos momentos difíceis.

À minha namorada, Franciely, pelo carinho, compreensão e apoio em momentos turbulentos.

Aos meus amigos, pela amizade e companheirismo, conselhos, além da ajuda dada a mim a traçar meu caminho.

Ao meu grande amigo, Prof. Dr. Daniel Gustavo Allasia Picilli, pela orientação e apoio durante a realização deste trabalho, pelo auxílio no decorrer destes anos de estudo na busca de aumentar meus conhecimentos.

Aos demais professores do PPGEC, pelo comprometimento para um ensino de qualidade e pelos conhecimentos transmitidos a mim ao longo do mestrado.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pela estrutura acadêmica, qualidade de ensino, e pela oportunidade de poder me tornar um profissional respeitado.

**“UM DIA, QUANDO OLHARES PARA TRÁS,  
VERÁS QUE OS DIAS MAIS BELOS  
FORAM AQUELES EM QUE LUTASTE”**

**(SIGMUND FREUD)**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ESTIMATIVA DE CHUVAS INTENSAS NO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DAS RELAÇÕES GENÉRICAS DE BELL E CHEN**

AUTOR: Raviel Eurico Basso  
ORIENTADOR: Daniel Gustavo Allasia Piccilli

O conhecimento das relações entre intensidade - duração - frequência (relação IDF) das chuvas intensas é de enorme importância para o projeto de obras de Engenharia. No entanto, a disponibilidade destes dados é limitada, devido à escassez de registros pluviográficos no Rio Grande do Sul (RS) ou, quando estes existem, geralmente abrangem pequenos períodos de observação e/ou com falhas, o que os torna sem utilidade para a determinação das relações IDF. Nesse cenário, se propõe aqui analisar a aplicabilidade no RS da metodologia sugerida por Bell (1969) e Chen (1983). Bell (1969) propôs uma equação para todo o planeta, onde a precipitação intensa, para qualquer duração e tempo de retorno, é determinada com base apenas na precipitação com tempo de retorno de 10 anos e duração de 1 hora, do local onde se quer determinar. A proposta de Bell se baseia no fato que chuvas intensas normalmente são produzidas por sistemas convectivos, que se comportam de forma semelhante independentemente do local da precipitação. Inúmeras modificações da metodologia apresentada por Bell (1969) já foram realizadas e apresentaram resultados confiáveis como Back (2009), Chen (1983), Ueahara *et al.* (1980) entre outros. Neste trabalho, avaliou-se a aplicação da equação de Bell (1969) original, e algumas de suas modificações, introduzindo ainda modificações extras que permitam a sua utilização com os dados pluviométricos existentes no RS. Os resultados mostram que as metodologias de Bell (1969) e Chen (1983) são complementares pois foram obtidos bons ajustes para durações menores que 2 horas quando aplicado Bell (1969) e enquanto Chen (1983) apresentaram melhores ajustes nas durações superiores a 2 horas. Os maiores erros foram encontrados na estimativa das precipitações para TR de 2 anos, pois observou-se também que ambas as metodologias passam por um processo de aquecimento da equação. Para tentar suprir todo o Estado na questão das precipitações intensas, realizou-se a regionalização das equações de chuvas intensas de forma a tornar mais prática e confiável a sua utilização, o qual apresentou bons resultados somente para as regiões B D e F, e nas demais regiões (A, C e E) os resultados foram positivos somente em 60 % dos locais estudados.

**Palavras-chave:** Chuva intensa. Bell. Chen. Rio Grande do Sul.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Post-Graduation Program in Civil Engineering  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ESTIMATION OF HEAVY RAINS IN THE RIO GRANDE DO SUL FROM THE GENERIC RELATIONSHIPS OF BELL'S AND CHEN'S**

AUTHOR: Raviel Eurico Basso  
ADVISOR: Daniel Gustavo Allasia Picilli

The knowledge of the relationship between intensity-duration-frequency (IDF relationship) of intense rainfall is of enormous importance for the design of engineering works. However, the availability of this data is limited, due to the scarcity of pluviographs data in Rio Grande do Sul (RS) or, when these exist, generally encompass small observation periods and/or with failures, which makes them useless to the determination of IDF relationships. In this scenario, we propose here to analyze the applicability in RS of the methodology suggested by Bell (1969) and Chen (1983). Bell (1969) proposed an equation for the entire planet, where intense rainfall, for any duration and return period, is determined based only on precipitation with return period of 10 years and duration of 1 hour, from anywhere we want determine. Bell (1969) is based on the fact that heavy rainfall are usually produced by convective systems that behave in a similar way regardless of the local of the precipitation. Numerous modifications of the methodology presented by Bell (1969) have already been carried out and presented as reliable results as Back (2009), Chen (1983), Ueahara et al. (1980) among others. In this study, the application of Bell's (1969) original equation, and some of his modifications was analyzed, introducing extra modifications still allowing its use with the rainfall data in RS. The results show that the methodologies of Bell (1969) and Chen (1983) are complementary because we obtained if good fits for durations shorter than 2 hours when applied Bell (1969) and when applied Chen (1983) presented best settings in durations greater than 2 hours. The biggest errors were found in the rainfall estimation for 2 years return period, because we also observed that both methodologies go through a heating process of the equation. To try and fill the entire State on the issue of intense rainfall, the regionalization of heavy rains in order to make more practical and reliable use, which presented good results only for the regions B, D and F, and in the other regions (A, C and E) the results were positive in only 60% of the sites studied.

**Keywords:** Intense rainfall. Bell. Chen. Rio Grande do Sul.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rede de estações pluviométricas até o ano de 2013 (ANA, 2014) .....	26
Figura 2 - Rede de Estações Pluviográficas (INMET, 2014) .....	27
Figura 3 - Massas de ar que atuam no Estado do Rio Grande do Sul. Adaptado de Nimer (1989) .....	28
Figura 4 - Tipologia Climática do Rio Grande do Sul, adaptado de Rossato (2011).....	30
Figura 5 - Curvas intensidade-duração-frequência para a cidade de Santa Maria, RS (adaptado de Belinazo, 1991). .....	32
Figura 6 - Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitações de 5 minutos até 2 horas (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).....	35
Figura 7 - Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitações horárias (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).....	36
Figura 8 - Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitação de 48 horas (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).....	37
Figura 9 - Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitações diárias (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).....	38
Figura 10 - Gráfico determinado por Pfafstetter, para obtenção dos parâmetros (a, b, c), (GAREZ; ALVAREZ, 1988) .....	39
Figura 11 - Mapa de Isozonas (Adaptado de Torrico, 1974). .....	42
Figura 12 - Obtenção dos parâmetros da equação proposta por Chen (1983) .....	48
Figura 13 - Fluxograma da metodologia .....	50
Figura 14 - Locais selecionados para o estudo. Fonte: elaboração própria .....	53
Figura 15 - Atlas pluviométrico do Rio Grande do Sul (adaptado de CPRM, 2011) .	60
Figura 16 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Alegrete (P obtida pela IDF).....	62
Figura 17 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Bagé (P obtida pela IDF).....	63
Figura 18 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Caxias do Sul (P obtida pela IDF) .....	63
Figura 19 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Iraí (P obtida pela IDF).....	64
Figura 20 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Uruguaiana (P obtida pela IDF) .....	64

Figura 21 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Porto Alegre (8º DISME) (P obtida pela IDF) .....	65
Figura 22 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Porto Alegre (Aeroporto) (P obtida pela IDF) .....	65
Figura 23 - Variação média na comparação de Bell (1969) com a IDF para durações de até 2 horas. Fonte: elaboração própria .....	67
Figura 24 - Variação média na comparação de Bell (1969) com a IDF para durações maiores que 2 horas. Fonte: elaboração própria .....	68
Figura 25 - Comparação entre a equação de Bell (1969), com a IDF e a relação entre durações para Alegrete (P obtida pela relação) .....	70
Figura 26 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para Barra do Quaraí (P obtida pela relação) .....	71
Figura 27 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para Vacaria (P obtida pela relação) .....	71
Figura 28 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para São Gabriel (P obtida pela relação) .....	72
Figura 29 - Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para o Guaíba Country Club (P obtida pela relação) .....	72
Figura 30 - Variação média na comparação de Bell (1969) com a Relação entre durações para duração de até 2 horas. Fonte: elaboração própria .....	74
Figura 31 - Variação média na comparação de Bell (1969) com a Relação entre durações para duração maior do que 2 horas. Fonte: elaboração própria .....	75
Figura 32 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Alegrete (P obtidas pela IDF) .....	77
Figura 33 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Bagé (P obtidas pela IDF) .....	78
Figura 34 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Caxias do Sul (P obtidas pela IDF) .....	78
Figura 35 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Iraí (P obtidas pela IDF) .....	79
Figura 36 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Uruguaiana (P obtidas pela IDF) .....	80
Figura 37 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Porto Alegre (8º DISME) (P obtidas pela IDF) .....	80
Figura 38 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Porto Alegre (Aeroporto) (P obtidas pela IDF) .....	81

Figura 39 - Variação média na comparação de Chen (1983) com a IDF. Fonte: elaboração própria .....	83
Figura 40 - Variação média na comparação de Chen (1983) com a IDF para durações maiores que 2 horas. Fonte Elaboração própria.....	84
Figura 41 - Comparação entre a equação de Chen (1983), com a IDF e a relação entre durações para Alegrete (P obtida pela relação) .....	86
Figura 42 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para Barra do Quaraí (P obtida pela relação).....	87
Figura 43 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para Vacaria (P obtida pela relação) .....	87
Figura 44 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para São Gabriel (P obtida pela relação).....	88
Figura 45 - Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para o Guaíba Country Club (P obtida pela relação).....	88
Figura 46 - Variação média na comparação de Chen (1983) com a Relação entre durações.....	91
Figura 47 - Variação média na comparação de Chen (1983) com a Relação entre durações para duração maior do que 2 horas. Fonte: elaboração própria .....	92
Figura 48 - Comparação entre a equação modificada e a IDF para Alegrete.....	96
Figura 49 - Comparação entre a equação modificada e a IDF para Porto Alegre (8º DISME) .....	97
Figura 50 - Comparação entre a equação modificada e a relação entre durações para Espumoso .....	97
Figura 51 - Variação do erro médio da equação ajustada para precipitações com duração de até 2 horas. Fonte: elaboração própria.....	98
Figura 52 - Variação do erro médio da equação ajustada para precipitações com duração de até 2 horas. Fonte: Elaboração própria .....	99
Figura 53 - Resultado da Krigagem ordinária juntamente com as novas Regiões determinadas. Fonte: elaboração própria.....	101
Figura 54 - Regiões com distribuição temporal homogêneas das precipitações intensas.....	103
Figura 55 - Comparação entre a equação regional e a IDF para Alegrete .....	105
Figura 56 - Comparação entre a equação regional e a IDF para Iraí .....	105
Figura 57 - Comparação entre a equação regional e a IDF para Porto Alegre (8º DISME).....	106

Figura 58 - Comparação entre a equação regional e a IDF para Porto Alegre (Aeroporto) .....	106
Figura 59 - Variação média na comparação com a relação entre durações e/ou IDF para precipitação com duração de até 2 horas. Fonte: elaboração própria .....	108
Figura 60 - Variação média na comparação com a relação entre durações e/ou IDF para precipitação com duração superior a 2 horas. Fonte: Elaboração própria .....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade mínima sugerida pela OMM (2008). Adaptado de OMM (2008).....	24
Tabela 2 - Tipos de IDF's mais utilizados.....	32
Tabela 3 - Coeficientes de desagregação sugerido para o Brasil. Adaptado de DAEE/CETESB (1980).....	34
Tabela 4 - Coeficiente $\alpha$ de acordo com a duração.....	40
Tabela 5 - Coeficiente $\beta$ para Porto Alegre - RS.....	40
Tabela 6 - Coeficientes de intensidade associados às isozonas (TORRICO, 1974).....	42
Tabela 7 - Locais selecionados para o desenvolvimento do estudo por conter informações de chuvas intensas.....	51
Tabela 8 - Locais selecionados a partir das relações apresentado por Beltrame et al (1991).....	52
Tabela 9 - Estações pluviométricas utilizadas no estudo.....	54
Tabela 10 - Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Bell (1969) com a IDF para Alegrete.....	66
Tabela 11 - Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Bell (1969) com a IDF para Alegrete.....	66
Tabela 12 - Variação da equação de Bell (1969) em relação a IDF local.....	69
Tabela 13 - Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Bell (1969) com a relação entre durações para Alegrete.....	73
Tabela 14 - Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Bell (1969) com as relações entre durações para Alegrete.....	73
Tabela 15 - Variação da equação de Bell (1969) com a relação entre durações.....	76
Tabela 16 - Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Chen (1983) com a IDF para Alegrete.....	81
Tabela 17 - Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Chen (1983) com a IDF para Alegrete.....	82
Tabela 18 - Variação da equação de Chen (1983) em relação a IDF local.....	85
Tabela 19 - Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Chen (1983) com a relação entre durações para Alegrete.....	89
Tabela 20 - Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Chen (1983) com a relação entre durações para Alegrete.....	89

Tabela 21 - Variação da equação de Chen (1983) com a relação entre durações .....	93
Tabela 22 - Parâmetros ajustados para todos os locais, juntamente com a precipitação diária com TR de 10 anos .....	95
Tabela 23 - Variação da equação ajustada .....	100
Tabela 24 - Parâmetros das equações regionais para o estado do Rio Grande do Sul .....	104
Tabela 25 - Variações máximas para TR 10 anos entre a equação regional com a IDF para Alegrete .....	107
Tabela 26 - Variações máximas para a duração de 1 hora entre regional com a relação entre durações para Alegrete .....	107
Tabela 27 - Variação da equação regional em relação a precipitação intensa local .....	110

## LISTA DE ABREVIações

BDMEP	– Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (Inmet)
CMORPH	– NOAA CPC Morphing Technique
CPRM	– Serviço Geológico do Brasil
GPM	– Global Precipitation Mission
HidroWeb	– Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA)
IDF	– Intensidade Duração Frequência
INPE	– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MPA	– Massa Polar Atlântica
MTA	– Massa Tropical Atlântica
MTC	– Mata Tropical Continental
OMM	– Organização Meteorológica Mundial
TR	– Tempo de Retorno
TRMM	– Tropical Rainfall Measuring

## LISTA DE APÊNDICES E ANEXO<sup>1</sup>

Apêndice A- Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas IDF's.....	120
Apêndice B- Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas IDF's (quando a precipitação de 1 hora foi obtida pelo método das durações).....	134
Apêndice C- Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas relações (quando a precipitação de 1 hora foi obtida pelo método das durações).....	144
Apêndice D- Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas IDF's.....	163
Apêndice E- Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas IDF's (quando a precipitações necessárias foram obtidas pelo método das relações entre durações).....	177
Apêndice F- Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas relações entre durações (quando a precipitações necessárias foram obtidas pelo método das relações entre durações) .....	186
Apêndice G- Comparação da equação ajustada com os resultados obtidos pelas IDF's e pelas relações entre durações .....	205
Apêndice H- Comparação da equação regional com os resultados obtidos pelas IDF's e pelas relações entre durações .....	240
Anexo A- Coeficientes desagregação (relação entre durações utilizados neste estudo) (adaptado de Beltrame et al 1991 e CETESB 1980) .....	275

---

<sup>1</sup> Estes apêndices, bem como o anexo, constam em cd-rom anexado a esta dissertação.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	18
1.1	Introdução .....	18
1.2	Justificativa .....	19
1.3	Objetivo .....	20
1.3.1	Objetivos específicos:.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	22
2.1	Precipitações Máximas.....	22
2.1.1	Importância do estudo das precipitações intensas .....	23
2.1.2	Informações para estimativa de precipitações intensas .....	23
2.1.3	Problemas para a caracterização das chuvas intensas no Brasil e particularmente no RS (pluviômetros e pluviógrafos) .....	25
2.1.4	Climatologia e os sistemas de tempo no Rio Grande do Sul.....	27
2.2	Determinação da relação entre intensidade, duração e frequência (IDF) .....	31
2.3	Estudos sobre chuvas intensas .....	34
2.3.1	Estudo sobre chuvas intensas realizado por Pfafsteter para o Brasil.....	34
2.3.2	Espacialização das Chuvas Intensas determinadas por Pfafsteter – Estudo de Tabora Torrico (1974) para determinação das isozonas de chuvas intensas.....	40
2.3.3	Estudos regionais de Chuvas Intensas .....	43
2.3.4	Estudo de chuvas intensas realizado por Bell (1969).....	44
2.3.5	Estudo de chuvas intensas realizado por Chen (1983) .....	47
3	METODOLOGIA.....	49
3.1	Estratégia Metodológica .....	49
3.2	Avaliação das informações disponíveis.....	50
3.2.1	Seleção dos locais com IDF's e/ou relação entre durações locais já determinadas.....	50
3.2.2	Determinação das precipitações máximas nos locais do estudo .....	55
3.3	Aplicação das metodologias desenvolvidas por Bell (1969) e Chen (1983) no Rio Grande do Sul.....	55
3.3.1	Aplicação da metodologia de Bell (1969) .....	56
3.3.2	Aplicação da metodologia de Chen (1983).....	57
3.4	Ajuste de uma modificação da equação de Bell (1969).....	58
3.5	Determinação das regiões com relação entre duração homogêneas.....	59
3.5.1	Determinação de equações regionais .....	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
4.1	Resultados obtidos na aplicação das metodologias desenvolvidas por Bell (1969) e Chen (1983) no Rio Grande do Sul.....	61

4.1.1	Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas IDF's e relações entre durações .....	61
4.1.2	Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas IDF's e relações entre durações.....	76
4.1.3	Comparação entre as equações determinadas por Bell (1969) e Chen (1983).....	93
4.2	Comparação dos resultados obtidos pelo ajuste de uma modificação da equação de Bell (1969) .....	94
4.3	Regiões com relação entre duração das chuvas intensas homogêneas	101
4.3.1	Determinação de equações regionais .....	103
4.4	Discussão dos resultados.....	111
5	CONCLUSÕES .....	113
6	SUGESTÕES .....	115
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
	APÊNDICES.....	120
	ANEXO.....	275

# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

## 1.1 Introdução

As chuvas intensas são aquelas que geram uma grande vazão em um intervalo de tempo relativamente curto. A vazão obtida destas chuvas representa o valor crítico a ser utilizado em projetos de drenagem. Pois são responsáveis pela erosão dos solos, pela concentração de águas pluviais em vales e zonas ribeirinhas (VIEIRA et. al., 1998).

Geralmente, o dimensionamento de diversas obras de engenharia é realizado a partir das relações entre intensidade-duração-frequência (relação IDF), que permitem estimar de forma simples a intensidade máxima de chuva que poderá ocorrer com determinado tempo de retorno (TR). Dada a sua importância no projeto de estruturas, as relações IDF deveriam ser atualizadas e disponibilizadas em um banco de informações, para que profissionais da área tivessem livre acesso. Entretanto, não existem resultados atualizados a nível nacional, apenas em escala local, quando existentes, e, em geral, são apresentados em formato de teses, dissertações, artigos, relatórios técnicos, entre outros, dificultando a busca de dados e sem a garantia de que obtenha-se a informação correta.

Nesse cenário, são necessárias novas abordagens que extraiam dos dados existentes as informações para a estimativa das relações IDF. Dentre as metodologias promissoras se encontram as apresentadas por Bell (1969) e Chen (1983), que estabeleceram uma equação IDF válida para toda a Terra com base em alguns valores de chuva relativamente simples de obter. Estas equações baseiam-se no fato de que as chuvas intensas de curta duração são, geralmente, ocasionadas pelas chuvas convectivas e, este tipo de precipitação possui um comportamento semelhante, independente da sua localização. Com isso, a aplicação da metodologia de Bell (1969) ou a de Chen (1983), por meio de alguns parâmetros da chuva local poderia ser a solução para o problema de ausência de dados no Rio Grande do Sul.

## 1.2 Justificativa

Para a determinação de uma IDF necessita-se de dados pluviográficos com longos períodos de observação e com poucas falhas. O Rio Grande do Sul (RS) possui um número considerável de estações de monitoramento, se comparado com alguns estados do Brasil, contudo, em sua maioria abrangem pequenos períodos de observação e/ou com muitas falhas, tornando-a sem utilidade para a determinação da IDF. Por outro lado, no Estado existem dados diários disponíveis no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) mantido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HidroWeb – ANA) e dados de estações instaladas por outros órgãos ou instituições. Além dos dados diários, existem algumas estações automáticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), porém apenas para períodos mais recentes.

Embora, com todas estas fontes de informação pluviométrica, o RS não possui a densidade de estações de monitoramento ideal segundo a recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2008). De qualquer forma, as informações do BDMEP, ANA e INPE cobrem de uma forma mais abrangente o Estado, e, em muitos casos com longos períodos de observação.

Além destas informações, vem crescendo a disponibilidade de dados de precipitação estimados por satélite, como por exemplo, Tropical Rainfall Measuring – TRMM (KUMMEROW et al, 1998), NOA CPC Morphing Technique – CMORPH (JOYCE et al, 2004), entre outros que podem complementar as informações existentes.

Assim, observa-se a necessidade de estudos que venham a divulgar métodos alternativos para a determinação das precipitações intensas, e que façam uso destas informações e as transfiram para discretização temporal exigida em projetos de engenharia.

Dentre estes métodos pode-se destacar as equações propostas por Bell (1969) e Chen (1983). No método proposto por Bell (1969) para obter a precipitação intensa com uma duração e um tempo de retorno qualquer, em algum local, utiliza-se como base uma equação, obtida a partir da precipitação com tempo de retorno de

10 anos e duração horária. A equação se baseia na ideia de que as precipitações intensas de curta duração são formadas pelas chuvas convectivas (BELL, 1969).

Esta equação já foi avaliada no Brasil por Back (2009), que propôs uma variação da equação para o município de Urussanga, no estado de Santa Catarina. O autor, utilizou uma precipitação com período de retorno de 10 anos e duração de 1 dia (mais adequada aos dados disponíveis no Brasil) e modificou ligeiramente os coeficientes, originalmente propostos por Bell (1969), obtendo bons resultados quando comparados com a IDF do município.

Chen (1983) desenvolveu a partir da metodologia utilizada por Bell (1969), uma fórmula generalizada de IDF que utiliza 3 alturas de precipitação (chuva com duração de 1 hora e tempo de retorno de 10 anos; chuva com duração de 24 horas e tempo de retorno de 10 anos e chuva com duração de 1 hora e tempo de retorno de 100 anos).

Portanto, se confirmado a viabilidade da aplicação da equação de Bell, ou uma modificação desta (Ex, Chen (1983) ou Back (2009)) seria possível dotar o Rio Grande do Sul de uma nova ferramenta para a estimativa de chuvas intensas.

### **1.3 Objetivo**

Avaliar a aplicabilidade das equações de Bell (1969) e de Chen (1983) para estimativa de chuvas intensas no Rio Grande do Sul.

#### **1.3.1 Objetivos específicos:**

1. Avaliar a aplicabilidade da equação de Bell (1969) e Chen (1983) nos locais com dados de chuvas intensas.
2. Determinar os ajustes necessários de uma equação modificada de Bell (1969), para as eventuais informações disponíveis nos locais sem dados pluviográficos, mas que disponham de outras fontes de informação, tais

como informações do BDMEP – Inmet, HidroWeb- ANA e estações automáticas do INPE, chuva estimada por satélite, etc.

3. Determinar, a partir das informações existentes, regiões de precipitação intensa homogênea, ou seja, onde as informações possam ser transferidas de um local para outro.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Precipitações Máximas

A precipitação máxima é a ocorrência de uma chuva, com duração específica, com um tempo de recorrência determinado e uma distribuição espacial crítica para um local ou bacia hidrográfica (BERTONI; TUCCI, 1993). Este tipo de precipitação pode causar a erosão do solo, as inundações nos vales e nas zonas ribeirinhas, de forma que o seu conhecimento é de suma importância para o dimensionamento obras de engenharia. Além disso, como a disponibilidade de informações sobre a precipitação é, em geral, mais frequente que a de vazão, o estudo das precipitações máximas torna-se uma alternativa para determinar a vazão de cheia de uma bacia hidrográfica (BERTONI; TUCCI, 1993).

Segundo Garcez e Alvarez (1988), a precipitação máxima são chuvas oriundas de um mesmo complexo meteorológico, cuja sua intensidade é maior do que a chuva mínima, para uma região específica. A duração dessas precipitações varia de alguns minutos até horas, atingindo pequenas áreas (chuvas convectivas) até milhares de quilômetros quadrados (chuvas frontais).

Bertoni e Tucci (1993) mencionam que a precipitação máxima pode ser representada através da curva de intensidade-duração-frequência ou pela sua correspondente equação IDF, relacionando assim, as principais informações para o conhecimento da precipitação máxima: a duração, a intensidade e o risco da precipitação ser igualada ou superada.

Para aplicação prática no dimensionamento de redes pluviais, entre outros, entende-se como chuva intensa uma precipitação contínua com duração de poucas horas, a qual gera um volume de água considerável em um intervalo de tempo reduzido. Tem-se, então, um grande interesse nos estudos relativos as chuvas com intensidade máximas e com durações relativamente pequenas, de 5 minutos a 1 hora de duração (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

### 2.1.1 Importância do estudo das precipitações intensas

O conhecimento das equações IDF's é de interesse para os profissionais responsáveis por projetos de estruturas hidráulicas, como dimensionamento de vertedores, retificação de cursos d'água, galerias de águas pluviais, bueiros, sistemas de drenagem agrícola, urbana e rodoviária, dentre outros (SILVA et al., 2002). Assim, estudos consistentes para estimativa das vazões e de suas probabilidades minimizarão a ocorrência de falhas nestas estruturas (PINHEIRO; NAGHETTINI, 1998).

Segundo Pinheiro e Naghettini (1998), as vazões de cheia são determinadas por meio de análises de probabilidade de ocorrência, realizadas em relação aos dados observados em um local. A estimativa dos quantis característicos dessas vazões tem relevância no planejamento da ocupação das planícies de inundação, bem como, para determinação de medidas de caráter estrutural e não estrutural visando a diminuição de danos provocados pelas cheias.

Correlacionar as precipitações com as vazões, na determinação da vazão máxima para o dimensionamento de estruturas hidráulicas, permite minimizar possíveis danos devido à falta de capacidade do escoamento fluvial. Isto é feito levando em consideração o custo da obra, ou seja, tem o objetivo de proteção contra uma precipitação com probabilidade de ocorrência e não contra qualquer precipitação que venha a ocorrer (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

### 2.1.2 Informações para estimativa de precipitações intensas

A densidade mínima sugerida pela Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2008) de estações pluviométricas e pluviográficas para o monitoramento das chuvas é apresentada na Tabela 1. Sugere-se que a distribuição das estações devem estar distribuídas uniformemente, e com disponibilidade de observadores próximos, sendo que o número mínimo de estações atende as necessidades imediatas. Portanto, quanto maior for o número de estações



distribuídas uniformemente na região estudada melhor será a sua caracterização das precipitações.

Esta distribuição segundo a determinação da OMM (2008) no monitoramento das regiões de serra deve-se ter cuidado, pois as estações de monitoramento devem estar distribuídas de uma maneira que possam ser observadas as variações da precipitação devido a grande declividade da região (zoneamento vertical da região). O RS é um caso onde tem-se alterações de relevo (planalto, depressão, entre outros) por isso deve-se ter este cuidado.

Sendo assim, para obter uma boa caracterização da chuva no Rio Grande do Sul, cuidados na distribuição das estações devem ser observados, como:

- Estações pluviométricas devem medir com frequência mínima diária, e as condições climáticas devem ser observadas.
- Estações pluviográficas para caracterizar bem a precipitação devem estar distribuídas em no mínimo 10% do total de estações de monitoramento, principalmente em locais onde ocorrem as chuvas convectivas
- Pluviômetros totalizadores medem o total mensal precipitado em um local, normalmente instalado em locais de difícil acesso.

Tabela 1: Densidade mínima sugerida pela OMM (2008). Adaptado de OMM (2008)

Região	Km <sup>2</sup> / Estação	
	Pluvimétricas	Pluviográficas
Costeria	900	9000
Montanhosa	250	2500
Planice Interiores	575	5750
Morros	575	5750
Pequenas Ilhas	25	250
Área Urbana	-	10 a 20
Polar / Árida	10000	100000

Atualmente, uma quantidade significativa de satélites possibilitam obter uma estimativa de precipitação de maneira facilitada como: as estimativas de chuvas geradas pelo TRMM, CMORPH, entre outros. Com a *Global Precipitation Mission* (GPM), a qual retrata uma missão internacional que compreende inúmeras agências

internacionais, os satélites que possuírem o GPM instalado serão capazes de detectarem até as precipitações de baixa intensidade ( $< 0,5 \text{ mm.h}^{-1}$ ).

Estas estimativas podem passar a ser representativas na obtenção da precipitação máxima, pois além de apresentarem em geral estimativas de chuvas para todo o mundo, possibilitando obter informações em regiões não monitoradas em solo, porém para permitir esta utilização deve-se observar as variações entre a estimativa e a precipitação real. Fato este que já vem sendo estudado como por exemplo por Fensterseifer et al (2013), Adler et al (2000) entre outros.

### 2.1.3 Problemas para a caracterização das chuvas intensas no Brasil e particularmente no RS (pluviômetros e pluviógrafos)

O Rio Grande do Sul possui uma rede de monitoramento em operação distribuída de acordo com as Figuras 1 e 2. Pode-se observar uma maior densidade de estações pluviométricas (Figura 1), que, em geral possuem séries históricas mais longas, em comparação com a rede de monitoramento por meio de pluviógrafos (Figura 2).

Para obtenção dos dados históricos de pluviômetros e pluviógrafos existentes no Estado encontram-se disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) e no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), respectivamente, quase 880 estações pluviométricas e 37 estações pluviográficas convencionais. Entretanto, a densidade atual não atende os requisitos mínimos apresentados pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2008), caracterizando a necessidade de ampliação do sistema de monitoramento, porém os dados disponíveis atualmente apresentam muitas falhas, fato este que impossibilita a utilização dos dados.

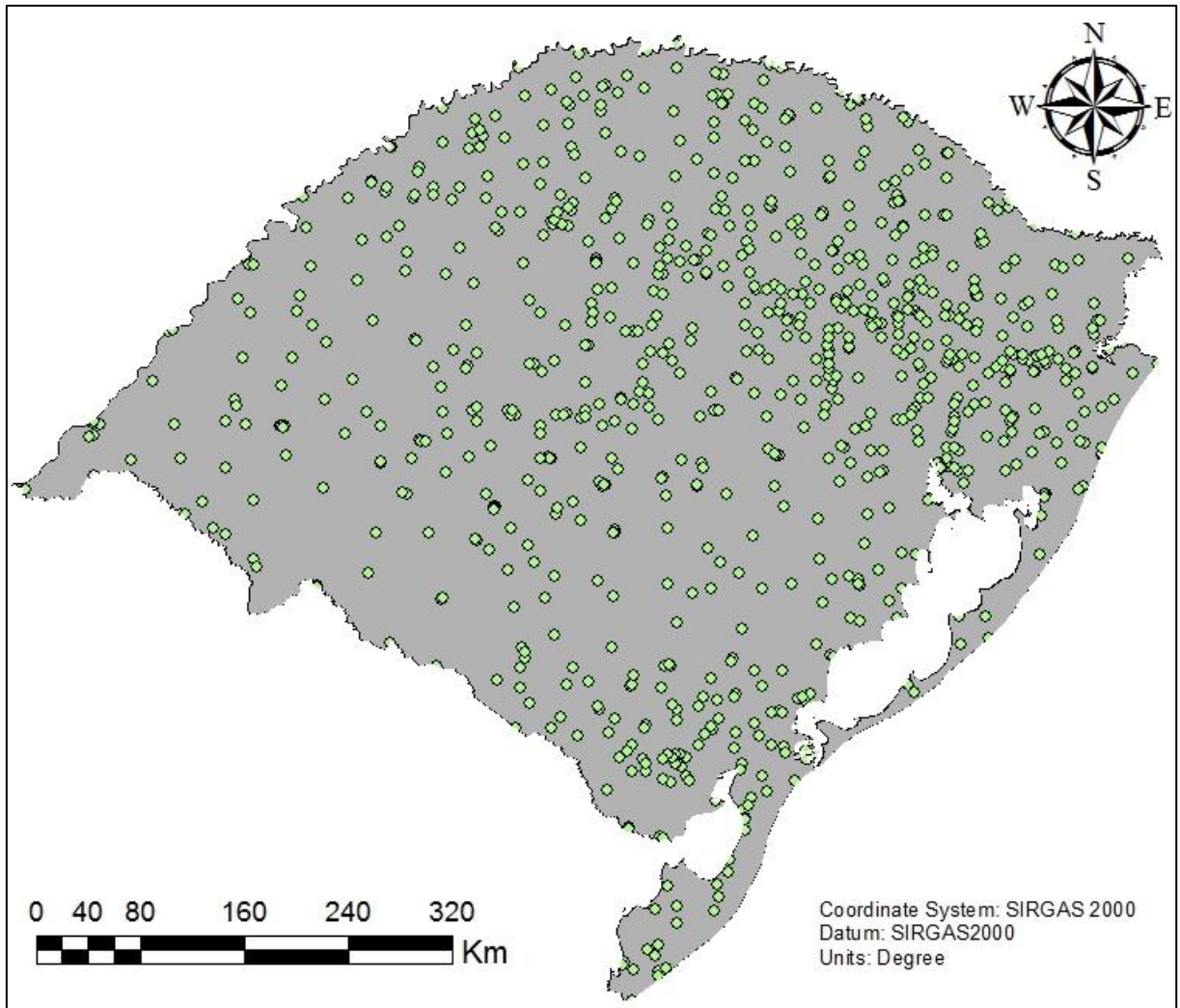


Figura 1: Rede de estações pluviométricas até o ano de 2013 (ANA, 2014)

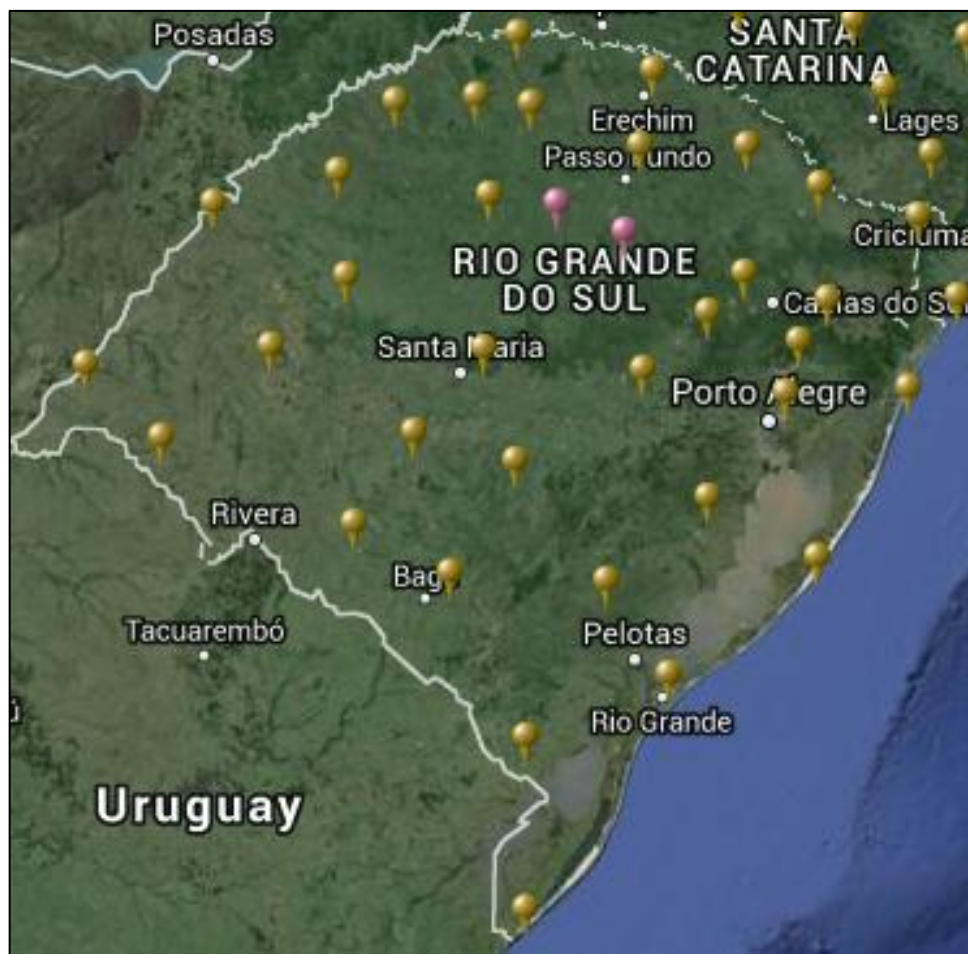


Figura 2: Rede de Estações Pluviográficas (INMET, 2014)

#### 2.1.4 Climatologia e os sistemas de tempo no Rio Grande do Sul

Segundo Britto et al (2006), o Rio Grande do Sul apresenta um clima subtropical, onde ocorre a estação térmica fria, devido à ação da massa de ar polar. O Estado não possui o período chuvoso bem definido, assim, possui meses mais chuvosos, e existe também padrões mensais regionais no Estado (BRITTO et al, 2006).

Em relação à temperatura média anual do Estado, é variável com a latitude e o relevo, e fica abaixo dos 20°C na maior parte do Rio Grande do Sul, e apresenta uma média inferior a 14°C nas maiores altitudes. No mês de julho as temperaturas são inferiores a 10°C, enquanto que no mês de janeiro a temperatura ultrapassa os 32°C (NIMER, 1989).

Segundo Britto et al (2006), a distribuição da temperatura e das chuvas são influenciadas pela ação das massas de ar agentes no Estado, são elas: Massa Tropical Atlântica (MTA), a qual apresenta características quentes e úmida, e ocasiona a dispersão dos ventos quentes, e formação inicialmente sobre o Oceano Atlântico em área tropical; Massa Polar Atlântica (MPA), ocasiona a ocorrência da baixas temperaturas e é formada no sul da Argentina sobre o oceano; Massa Tropical Continental (MTC), com características quente e seca, e formar-se sobre o Chaco, a qual atua com menor intensidade no Estado e é um centro de baixa pressão.

Na Figura 3 é possível observar o sentido do deslocamento destas três massas de ar atuantes no Estado, sendo que no inverno o RS é atingido pela MPA com maior intensidade. Esse avanço da MPA sobre o Estado provoca quedas de temperatura e precipitações pluviométricas, seguida por intensos ventos de sul, sudeste e oeste com característica seca e fria (BRITO et al, 2006).

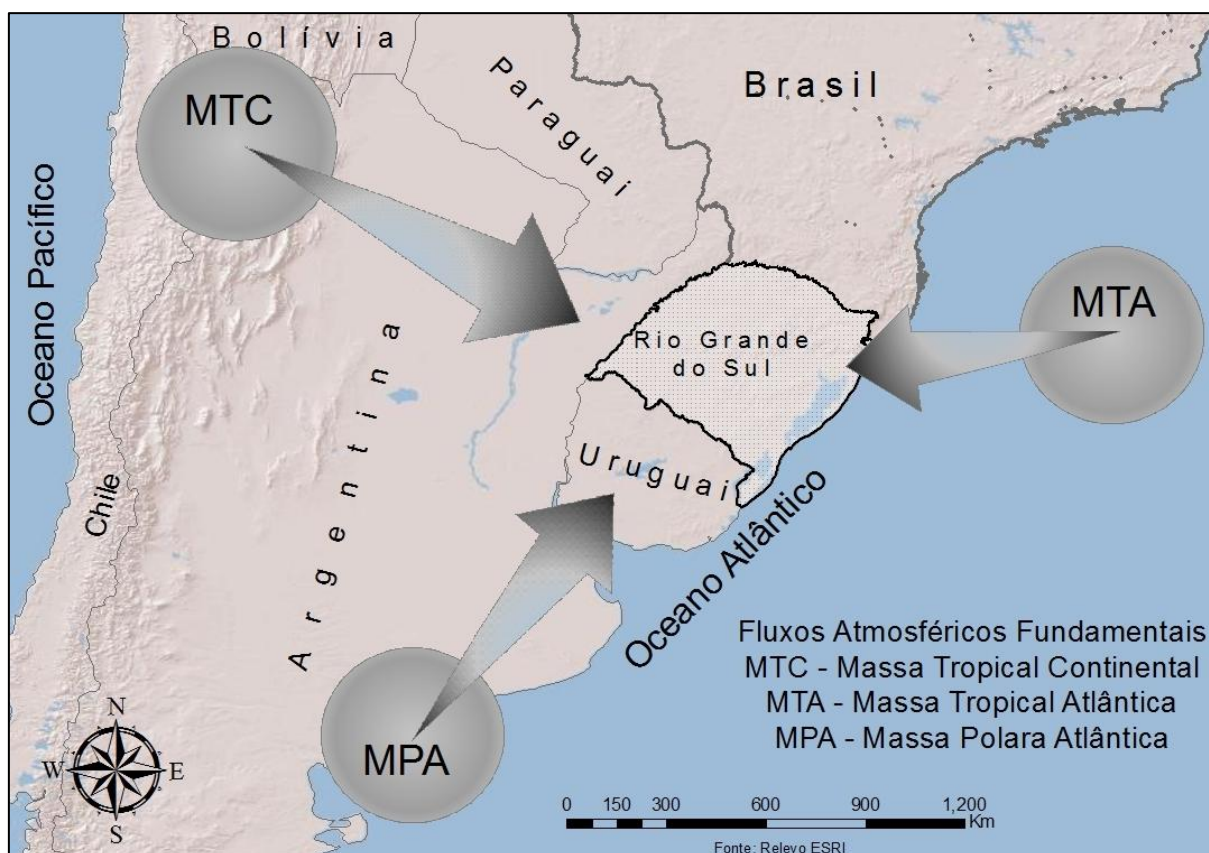


Figura 3: Massas de ar que atuam no Estado do Rio Grande do Sul. Adaptado de Nimer (1989)

O comportamento pluviométrico no Estado, segundo Moreno (1961), é formado pelos anticiclones de inverno e a massa de ar Tropical, e acentuado pela orografia, a qual ocasiona precipitações com maiores volumes. Devido o relevo obrigar a elevação das massas de ar, as quais resfriam e condensam ocasionando a formação das precipitações. Fato esse que é possível observar no acumulo pluviométrico anual apresentado nas regiões climáticas determinadas por Rossato (2011).

Rossato (2011) realizou um estudo de caracterização climática para o Rio Grande do Sul, com base na variabilidade anual, sazonal e mensal de inúmeras variáveis climáticas, através de uma comparação entre 1632 mapas. Posteriormente concluiu que o Estado encontra-se dividido em quatro tipos de clima, e dois deles foram subdivididos para melhor caracterização. Devido a sua localização do RS, os climas são controlados pelo sistema tropical e polar (BRITTO et al, 2006).

Para o RS, Rossato (2011) apresenta na Figura 4 as seis regiões climáticas determinadas:

- Subtropical I – Pouco úmido: Subtropical Ia – com precipitação média anual variando entre 1200 – 1500 mm, distribuídos em 80 – 100 dias com chuva, e Subtropical Ib – com precipitação média anual variando entre 1400 – 1700 mm, distribuídos em 70 – 90 dias com chuva.
- Subtropical II – Medianamente úmido com precipitação média anual variando entre 1500 – 1700 mm, distribuídos em 90 – 110 dias com chuva.
- Subtropical III – Úmido com precipitação média anual variando entre 1700 – 1800 mm, distribuídos em 100 – 120 dias com chuva.
- Subtropical IV – Muito úmido: Subtropical IVa – com precipitação média anual variando entre 1700 – 1900 mm, distribuídos em 110 – 140 dias com chuva, e Subtropical IVb – com precipitação média anual variando entre 1700 – 2000 mm, distribuídos em 130 – 150 dias com chuva.

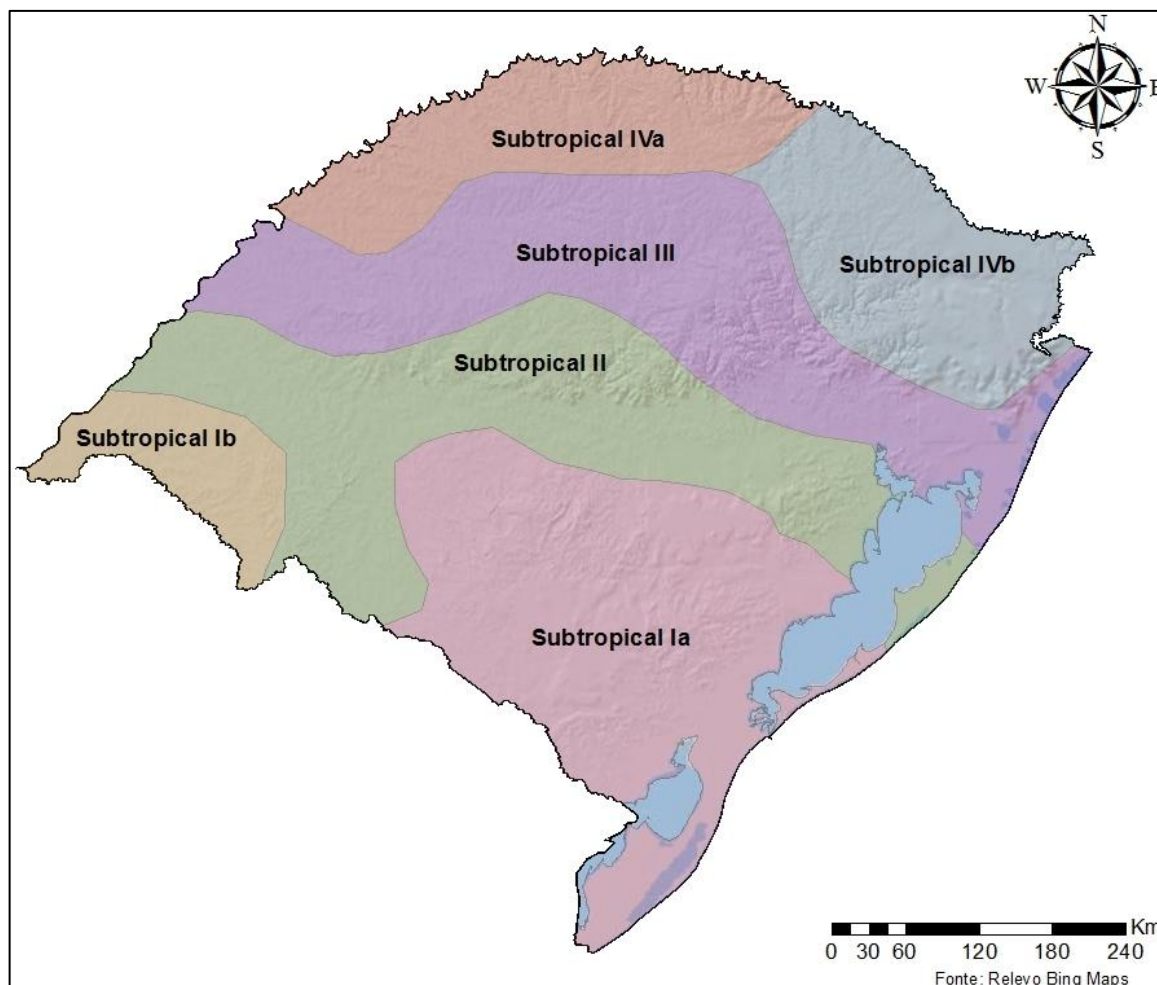


Figura 4: Tipologia Climática do Rio Grande do Sul, adaptado de Rossato (2011)

Britto et al (2006) determinaram ainda que as precipitações durante o inverno na região litorânea e no centro-sul do Estado apresentam características frontais. Na primavera a região noroeste sofre influência das precipitações convectivas, no verão a região nordeste é a que apresenta maior volume precipitado, esse também ocasionadas pelas células convectivas. Porém os maiores volumes precipitados em uma estação do ano ocorrem na região sudoeste, onde no outono ocorre o bloqueio atmosférico que facilita a ocorrência de vários dias seguidos com chuva.

Rossato (2011) determinou que o relevo na região central apresenta grande influência na ocorrência das chuvas convectivas. Isto se deve ao fato do Estado ter na região central um relevo que favorece os deslocamentos das massas polares causando a ocorrência das precipitações convectivas na região. E segundo Reboita et al (2012), a altitude influencia na temperatura e na movimentação dos ventos na atmosfera, o que facilita a formação das nuvens e da precipitação, o que ocorre devido à grande variabilidade do relevo do RS.

## 2.2 Determinação da relação entre intensidade, duração e frequência (IDF)

Fendrich (1998) indica que o conhecimento da intensidade, duração, frequência e distribuição das precipitações intensas são fundamentais para a caracterização das chuvas, para a aplicação os dados de chuva corretamente nos projetos de engenharia e drenagem. Assim, a determinação da relação IDF é realizada a partir de dados históricos observados, com período de observação longo e representativo de postos pluviográficos.

Segundo Bertoni e Tucci (1993), para a análise estatística hidrológica das séries de chuva há a possibilidade de utilização de dois métodos: séries anuais e parciais, condicionados ao tamanho da série e o objetivo da análise.

As séries parciais constituem-se dos maiores valores mensais de precipitação observados com durações definidas, para cada ano do período analisado. Porém, são empregadas para séries com menos de 12 anos de dados observados, e permitindo estimar chuvas com TR menor que 5 anos (BERTONI; TUCCI, 1993).

As séries anuais baseiam-se na coleta das maiores precipitações anuais com duração definida. A escolha das durações depende da discretização dos dados e da representatividade da IDF desejada. Após, é necessário, um ajuste de extremos que melhor se encaixe as precipitações escolhidas (BERTONI; TUCCI, 1993).

Por meio do ajuste da distribuição de extremos, pode-se, então, determinar a relação intensidade-duração-frequência. A apresentação das IDFs ocorre mais frequentemente por meio de expressões do tipo indicado na Figura 5 e nas equações apresentadas no Tabela 2, onde a equação potencial (equação 1) é a mais empregada no Brasil (SILVEIRA; GOLDENFUM, 2007), a equação 2 foi utilizada por Pfafstetter (1957), equação 3 por Martinez e Magni (1999), a equação 4 é apresentada por Koutsoyiannis et al (1998) e a equação 5 é do tipo Talbot empregada em alguns dimensionamentos.



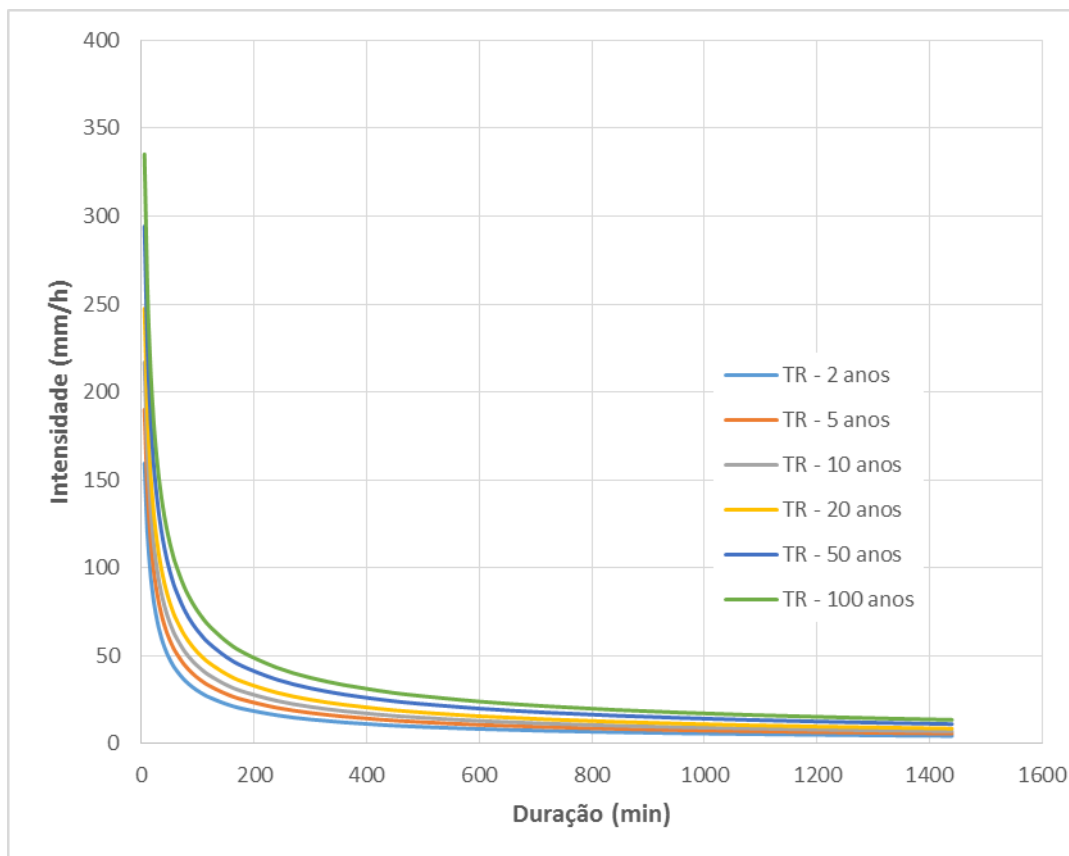


Figura 5. Curvas intensidade-duração-frequência para a cidade de Santa Maria, RS (adaptado de Belinazo, 1991).

Segundo Silva et al. (1999) e Martinez e Magni (1999), a determinação da relação IDF expressa nas equações, apresenta dificuldades em função da escassez de registros pluviográficos, da baixa densidade de monitoramento e do curto período de observações disponível.

Em função da falta de informações da distribuição temporal da precipitação (dados pluviográficos), existe a metodologia das relações entre durações. Segundo Bertoni e Tucci (1993), o método parte da existência de uma tendência das curvas de probabilidade, de diferentes durações, se manterem paralelas, e conjuntamente há similaridade nas relações entre as precipitações máximas de diferentes durações.

$i = \frac{a \cdot Tr^b}{(t + c)^d}$	sendo, “i” a intensidade, geralmente expressa em mm.h <sup>-1</sup> , “Tr” o Tempo de retorno, em anos e “a, b, c, d” são parâmetros que devem ser determinados para cada local.	eq.1
$P = T^{\alpha + \frac{\beta}{Tr}} at + b \log 1 + ct$	sendo, “i” a intensidade, geralmente expressa em mm.h <sup>-1</sup> , “Tr” o Tempo de retorno, em anos e “a, b, c, d” são parâmetros que devem ser determinados para cada local.	eq.2
$i = \alpha + \beta \cdot \gamma \cdot \varepsilon \cdot \ln(T - 0.5)$ sendo: $\alpha = A \cdot t + B^c$ $\beta = t + D^E$ $\gamma = F + G \cdot \ln\left(\ln\left[\frac{T}{T-1}\right]\right)$ $\varepsilon = M \cdot t + P^Q$	sendo, “i” a intensidade da chuva, mm.min <sup>-1</sup> , “t” a duração da chuva em minutos, “T” o período de retorno em anos e “A, B, C, D, E, F, G, M, P, Q” os parâmetros que variam com o posto e a duração da chuva.	eq.3
$y_g = \frac{a(T)}{(d + \theta)^n} \cdot d$	sendo, “y <sub>g</sub> ” a intensidade da chuva em mm, “d” a duração da chuva em horas, “T” o período de retorno em anos, “a” parâmetro de escala e “θ” e “n” parâmetros arbitrários (θ ≥ 0, 0 < n < 1).	eq.4
$i = \frac{a \cdot Tr^b}{t + c}$	sendo, “i” a intensidade da chuva, mm.min <sup>-1</sup> , “t” a duração da chuva em minutos, “T” o período de retorno em anos e “a, b, c” os parâmetros que variam com o posto e a duração da chuva.	eq.5

O método das relações entre durações consiste em determinar as relações entre chuvas de diferentes durações tomando uma delas como base (Equação 6). Assim, DAEE/CETESB (1980) determinaram os valores médios destas relações para o Brasil, e denominaram como coeficientes de desagregação (Tabela 3), a partir do estudo realizado por PFAFSTETTER (1957) para chuvas intensas.

$$R_{t2}^{t1} = \frac{\text{precipitação com duração } t1}{\text{precipitação com duração } t2} \quad (\text{Equação 6})$$

Tabela 3: Coeficientes de desagregação sugerido para o Brasil. Adaptado de DAEE/CETESB (1980).

<b>Duração</b>	<b>Coeficiente</b>
5 min	0.106
10 min	0.167
15 min	0.218
20 min	0.252
25 min	0.283
30 min	0.311
1 horas	0.420
6 horas	0.720
8 horas	0.780
10 horas	0.820
12 horas	0.850
24 horas	1.000
1 dia	1.140

## 2.3 Estudos sobre chuvas intensas

### 2.3.1 Estudo sobre chuvas intensas realizado por Pfafstetter para o Brasil

Pfafstetter (1957) determinou gráficos que relacionam a intensidade, a duração e a frequência (ou tempo de recorrência) das precipitações ocorridas em 98 postos, distribuídos geograficamente pelo país.

Para a coleta de dados das chuvas intensas, Pfafstetter (1957) consultou os registros pluviográficos disponíveis no Arquivo do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, obtendo os valores das precipitações intensas, registradas em intervalos de 5, 15 e 30 min e 1, 2, 4, 8, 14, 24, e 48 horas.

Nos gráficos exemplificados da Figura 6 à Figura 9, apresentados por Pfafstetter (1957), para cada posto, fez-se a representação gráfica das precipitações para diversas durações em função dos seus tempos de retorno. As durações das precipitações figuram como parâmetros constantes para cada curva, ficando assim representados todos os elementos das chuvas intensas das quais se fez as coletas de dados.

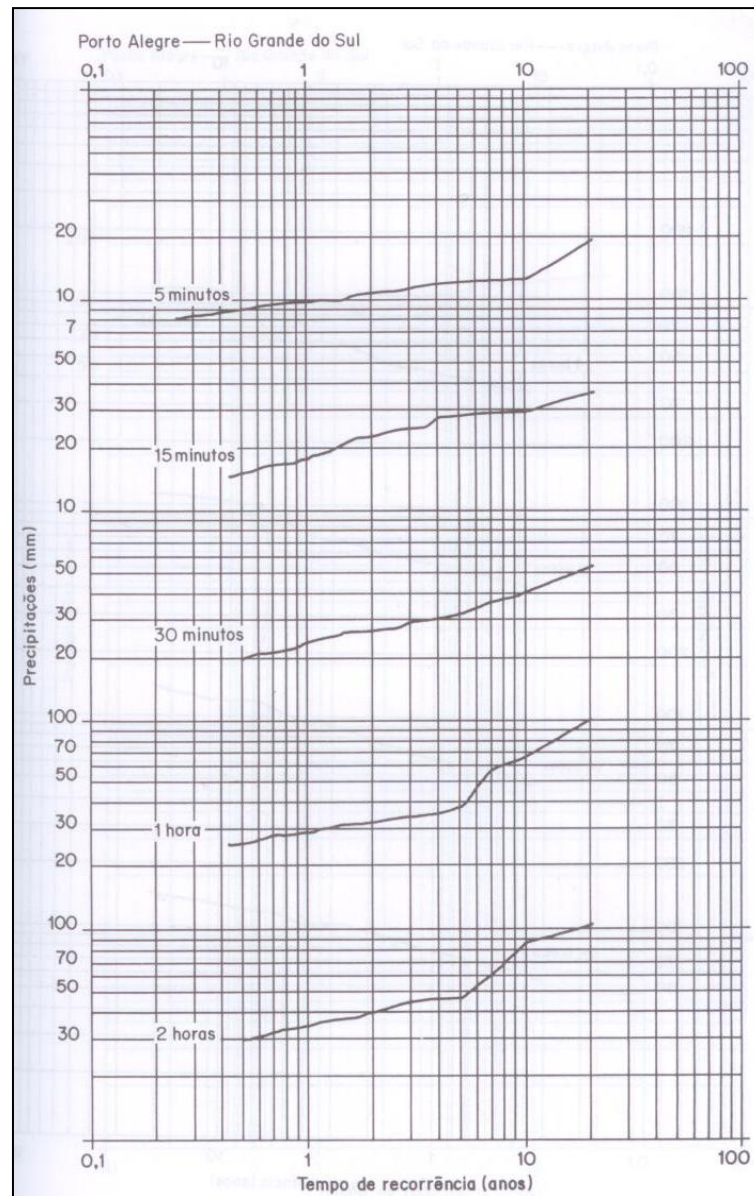


Figura 6. Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitações de 5 minutos até 2 horas (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

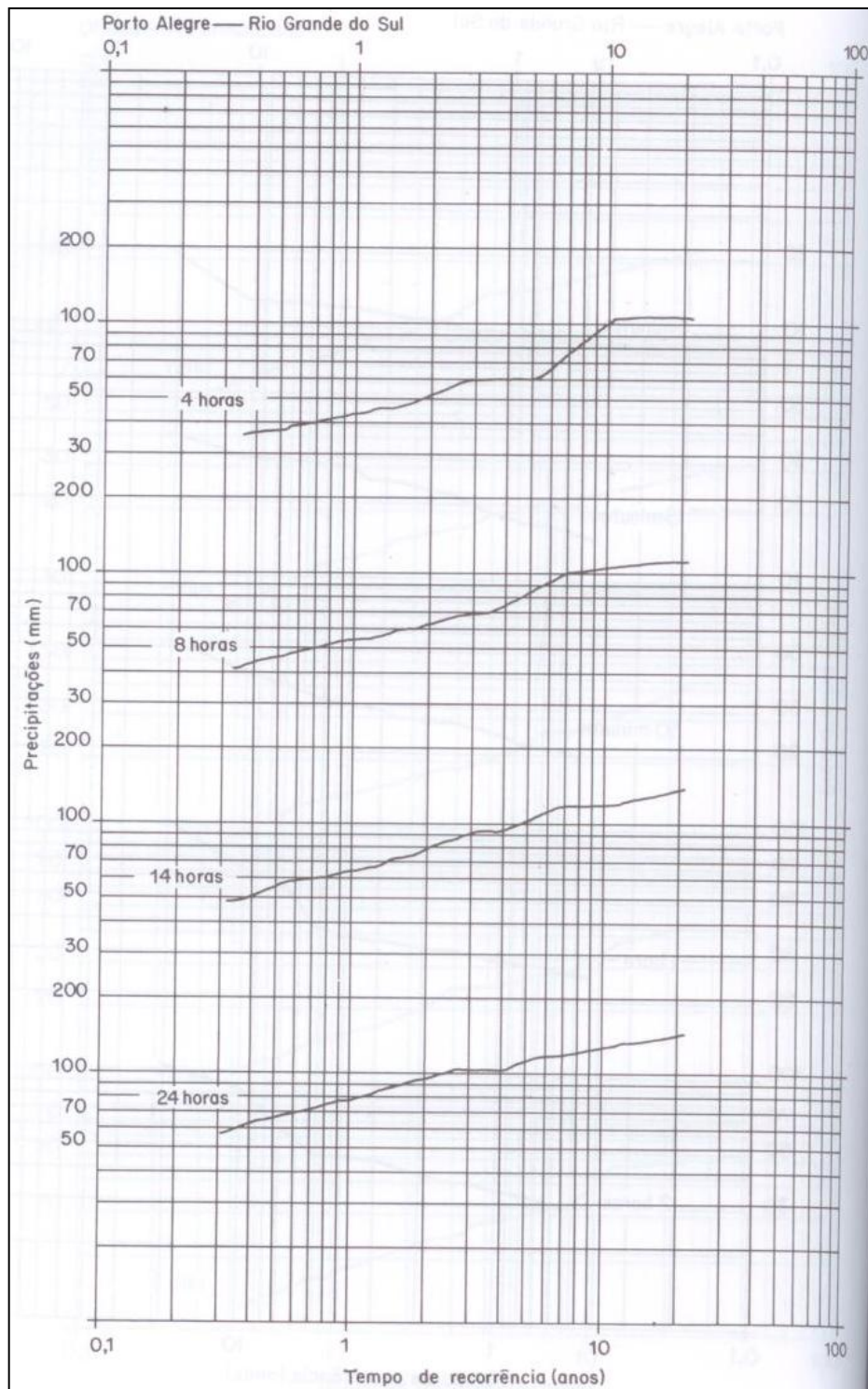


Figura 7. Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitações horárias (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

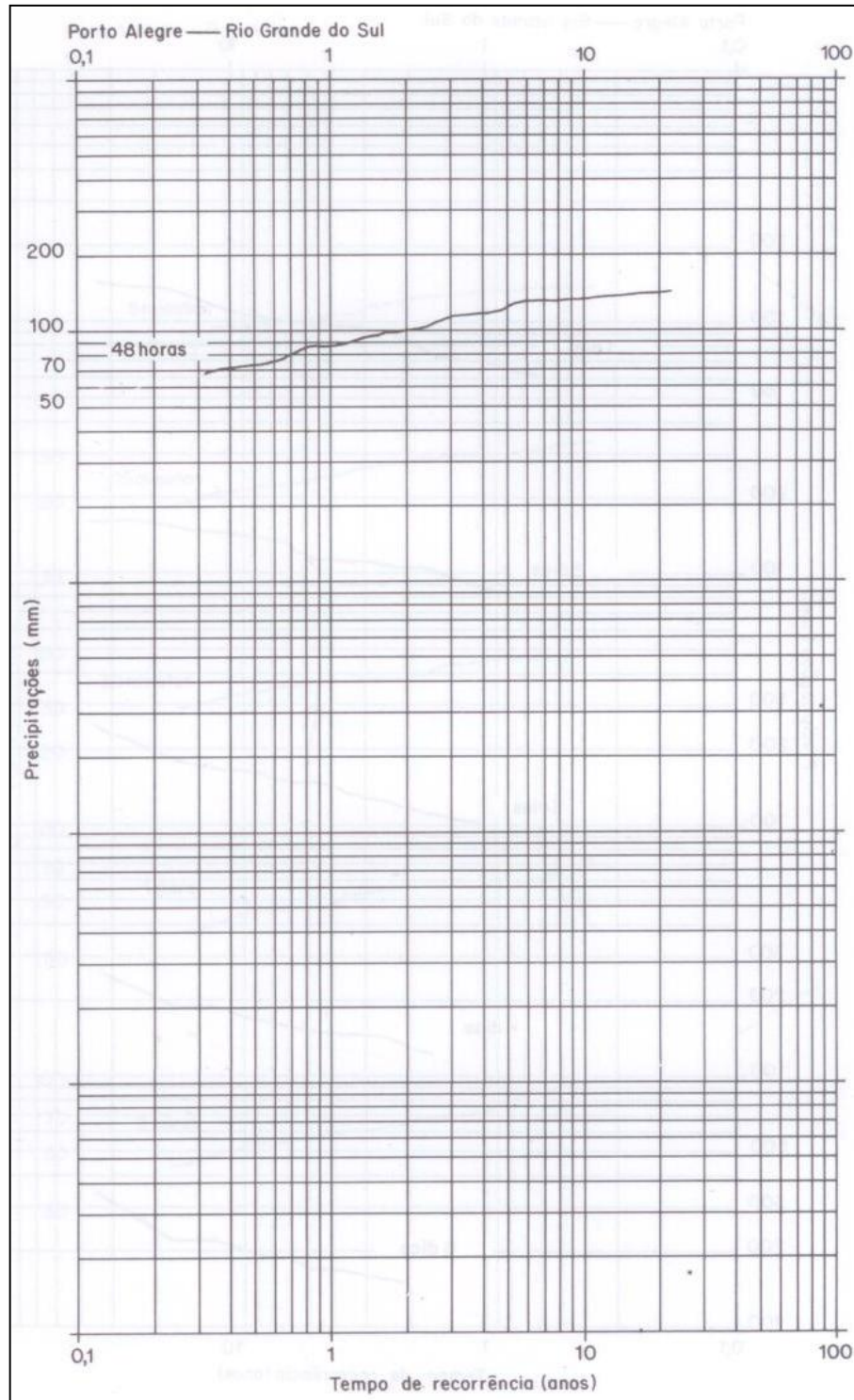


Figura 8. Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitação de 48 horas (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

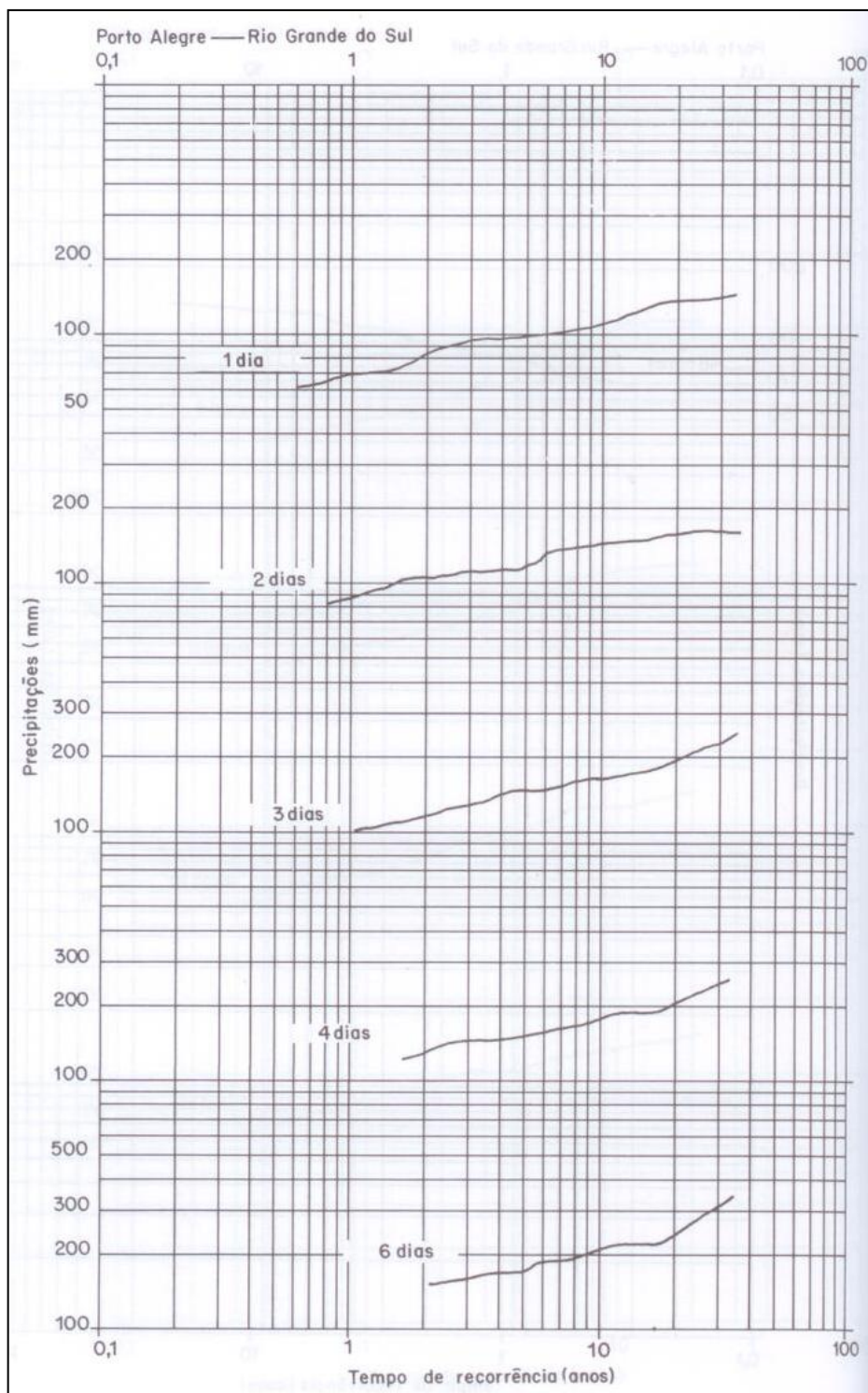


Figura 9. Gráfico gerado por Pfafstetter, para precipitações diárias (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

Através desses gráficos, Pfafstetter (1957) determinou a maior intensidade de chuva para as durações selecionadas, que excederam as alturas de 8, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 47, 55 e 70 mm. Esses limites foram adotados para que se obtivesse em média 3 chuvas por ano de observação, em cada posto e para cada duração.

Pfafstetter (1957) utilizou a equação empírica (Equação 7), para representar a relação IDF disposta nos gráficos.

$$P = T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}} at + b \log 1 + ct \quad (\text{Equação 7})$$

sendo, “P” a precipitação máxima em mm, “T” o tempo de recorrência em anos, “t” a duração da precipitação em horas, “ $\alpha$ ,  $\beta$ ” os valores que dependem da duração da precipitação e “ $\gamma$ , a, b, c” os valores constantes para cada posto.

As variáveis constantes (a, b, c) são extraídas do gráfico (Figura 10), enquanto que os valores de  $\alpha$  (Tabela 4) são constantes e  $\beta$  são tabelados conforme local, exemplificados para Porto Alegre – RS no Tabela 5.

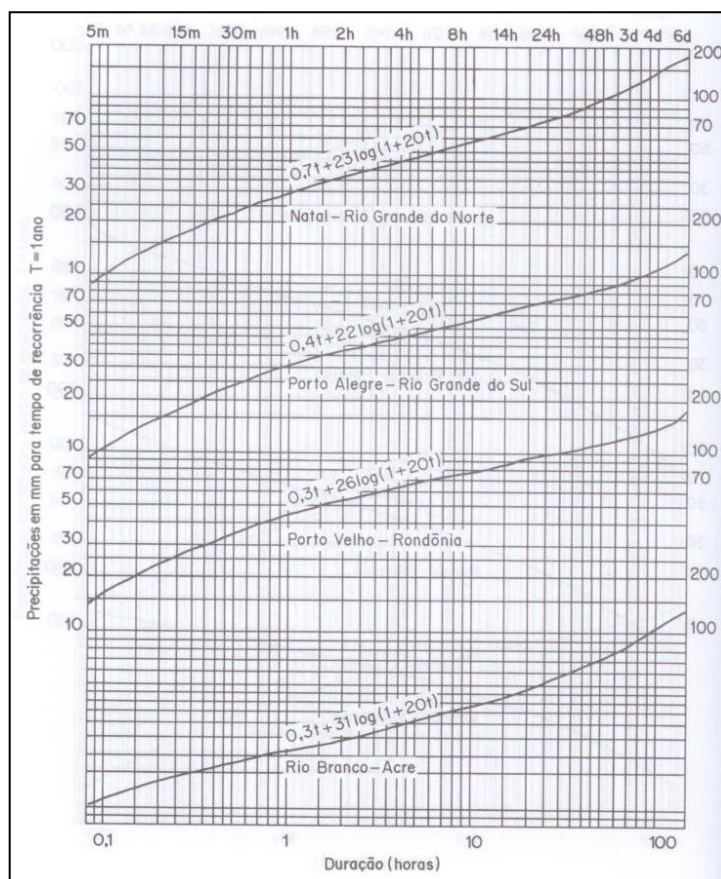


Figura 10. Gráfico determinado por Pfafstetter, para obtenção dos parâmetros (a, b, c), (GAREZ; ALVAREZ, 1988)



Tabela 4: Coeficiente  $\alpha$  de acordo com a duração

<b>Duração</b>	<b>5min</b>	<b>15min</b>	<b>30min</b>	<b>1h</b>	<b>2h</b>	<b>4h</b>
$\alpha$	0.108	0.122	0.138	0.156	0.166	0.174
<b>Duração</b>	<b>14h</b>	<b>24h</b>	<b>48h</b>	<b>3d</b>	<b>4d</b>	<b>6d</b>
$\alpha$	0.174	0.17	0.166	0.16	0.156	0.152

Tabela 5: Coeficiente  $\beta$  para Porto Alegre - RS

<b>DURAÇÃO</b>	<b>5 min</b>	<b>15 min</b>	<b>30 min</b>	<b>1 h a 6 dias</b>
$\beta$	0.00	0.08	0.08	0.08

Devido à grande aplicabilidade do estudo realizado por Pfafstetter (1957), vale ainda destacar que as equações elaboradas tiveram como base 22 anos e 25 anos de dados pluviográficos e pluviométricos, respectivamente. Os dados pluviográficos foram utilizados para a determinação das precipitações com durações menores que 48 horas e os dados pluviométricos foram utilizados para a determinação da precipitação máxima com duração de 1 a 6 dias.

Contudo, o estudo realizado por Pfafstetter (1957) tem como base a informação de precipitação até o ano de 1956. Observa-se a necessidade de se realizar novos estudos voltados para as precipitações intensas.

### 2.3.2 Espacialização das Chuvas Intensas determinadas por Pfafstetter – Estudo de Taborga Torrico (1974) para determinação das isozonas de chuvas intensas.

Ao plotar no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson as alturas de chuva de 24 horas e de 1 hora para as 98 estações pluviográficas brasileiras, analisadas por Pfafstetter (1957), Torrico (1974) constatou que ao prolongar as respectivas semirretas de alturas de chuva *versus* duração, elas tendiam a cortar o eixo das ordenadas em um mesmo ponto, para determinadas áreas geográficas.

Conforme Torrico (1974) esta tendência significa que nestas regiões o comportamento das relações entre as precipitações de 1 e 24 horas ( $r_{1h24h}$  - ou dito de outra forma, a fração da chuva total de 24 horas que cai em uma única hora) e a relação entre 6min e 24horas ( $r_{6m24h}$ ) é homogênea e constante, independentemente da altura da precipitação. Pode-se assim, transferir esta proporção – também

conhecida como relação entre durações (TUCCI, 1993) – para estimar a precipitação em locais sem dados pluviográficos.

Os resultados da análise permitiram a Torrico (1974) propor 8 regiões ou isozonas de comportamento de chuvas intensas (Figura 11). Numa determinada região, dados pluviométricos coletados numa estação, poderiam ser utilizados para obter as chuvas intensas, desagregando as chuvas a partir das relações tabeladas (Tabela 6) a partir dos dados de Pfafstetter (1957). Uma análise sumária do mapa de isozonas do Brasil realizada por Torrico (1974) mostra as seguintes características:

- As isozonas B e C tipificam a zona de influência marítima, com coeficientes de intensidades suaves.

- As isozonas E e F tipificam as zonas continental e do noroeste, com coeficientes de intensidade altos.

- A isozona D tipifica as zonas de transição (entre continental e marítima). Esta isozona se prolonga, caracterizando a zona de influência do Rio Amazonas.

- As isozonas G e H tipificam a zona da caatinga nordestina, com coeficientes de intensidade muito altos.

- A isozona A coincide com a zona de maior precipitação anual do Brasil, com coeficientes de intensidade baixos.

De forma curiosa apesar de ser litorânea, a zona de Guanabara aparece com características típicas de coeficientes de intensidade continentais (isozonas E e F).

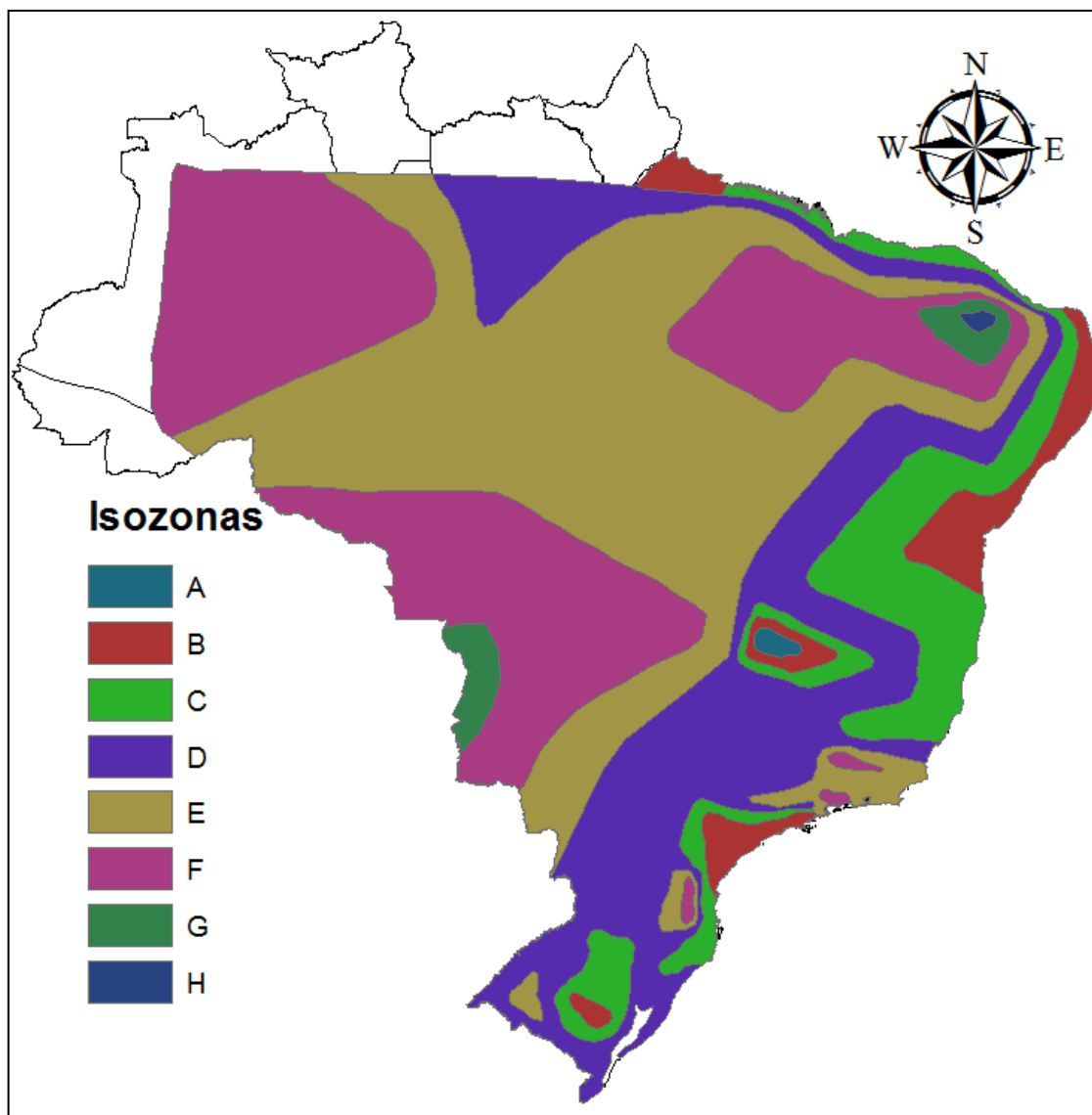


Figura 11. Mapa de Isozonas (Adaptado de Torrico, 1974).

Tabela 6: Coeficientes de intensidade associados às isozonas (TORRICO, 1974)

Zona	1h/24h chuva										6min/24h	
	TR 5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,4	37,2	36,0	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

### 2.3.3 Estudos regionais de Chuvas Intensas

Independentemente da falta de estudos nacionais abrangentes, além dos realizados por Pfafstetter (1982), Torrico(1974) e Denardin e Freitas (1982) existem diversos estudos regionais ou locais sobre relações IDF's realizados no Brasil. Podem ser mencionados: Silva et al. (2002), que apresentaram inúmeras IDFs para o estado da Bahia e posterior para o Tocantins; Matos (2006) apresentou equações e metodologias de regionalização de chuvas intensas para a Bahia; Fendrich (1998, 2003) para o estado do Paraná; Oliveira et al. (2005) apresentou um estudo para o estado de Goiás e o Distrito Federal; Pinto et. al. (1996) para Minas Gerais; Beltrame et al (1991) para o Rio Grande do Sul; CPRM (2000) para o Rio de Janeiro; Nerilo (2002) para o estado de Santa Catarina; Freitas et al (2001) para o estado de Minas Gerais; Pinto et al (1999) para os estados do Rio de Janeiro e o Espírito Santo; Martinez e Magni (1999) para o estado de São Paulo; Belinazo (1991) determinaram para o município de Santa Maria - RS a relação IDF, Back (2009) para o município de Urussanga - SC , Bemfica (1999) para o município de Porto Alegre - RS e Occhipinti e Santos (1965) para a cidade de São Paulo - SP, Pompêo (1982) para Florianópolis - SC, Vieira (1981) para a cidade de Campinas – SP, entre outros.

Allasia (2002) apresentou a variação da precipitação gerada pelas IDF's do município de Porto Alegre, o qual possui 4 equações e mesmo assim obtém-se uma diferença considerável na vazão geradas pelas IDF's do município chegando a variar cerca de 80 % entre elas. Porém, esta variação apresentada em Allasia (2002), não foi investigada diretamente neste estudo.

Um estudo, que tem como objetivo alcançar uma grande área do País, está sendo desenvolvido pela Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o qual denomina-se Atlas Pluviométrico do Brasil. Tendo como objetivo, determinar as relações IDF para 284 municípios, sendo que na edição de novembro de 2013 já consta 62 relações IDF, destas 45 foram elaboradas com dados disponíveis de pluviógrafos e 17 a partir da desagregação da precipitação máxima diária, disponíveis em estações pluviométricas.

### 2.3.4 Estudo de chuvas intensas realizado por Bell (1969)

O principal objetivo do estudo realizado por Bell (1969) foi mostrar que o comportamento das chuvas intensas de curta duração, são causadas geralmente pelas chuvas convectivas, e apresentam características e ocorrências semelhantes em todo o Mundo. Para verificar isto, Bell (1963) analisou em uma primeira etapa as relações entre altura-duração, para diferentes durações (t) e o mesmo tempo de retorno (TR), que se constituem de relações empíricas recomendadas pelo *U.S. Weather Bureau*. Com as relações de precipitação de 5, 10, 15, 30 minutos e 2 horas com referência na precipitação com duração de 1 hora.

Segundo Bell (1969), verificou-se pouca variabilidade nas relações entre precipitações, para todo o território dos Estados Unidos, independente do TR que fosse usado. Quando os resultados obtidos para os Estados Unidos foram comparados com os obtidos para a ex- União Soviética, Austrália e África do Sul, observaram-se semelhanças nos valores.

Posteriormente, Bell (1969) analisou as relações altura-frequência de precipitações de diferentes TR e mesma duração. Comparando as relações das chuvas com TR de 1, 2, 5, 25, 50 e 100 anos, com referência na precipitação com TR de 10 anos, e também comparou as alturas das chuvas com TR de 25 e 100 anos em relação a chuva de 2 anos, para vários lugares, como Estados Unidos, Austrália, África do Sul, Havaí, Alasca e Porto Rico, e ocorreram tendências semelhantes para todos esses locais, concluindo-se que tenham valores semelhantes para estes locais.

Com os resultados obtidos nessas análises, Bell (1969) uniu as relações altura-duração com as de altura-frequência, para obtenção de uma relação generalizada de altura-duração-frequência. Para determinar a equação que melhor representava o comportamento de forma generalizada, Bell (1969) determinou primeiramente a Equação 8, a qual representa a relação entre a altura-duração com a condição de que a duração (t) varie entre 5 e 120 minutos.

$$\frac{R_t^T}{R_1^T} = 0,54t^{0,25} - 0,50 \quad (\text{Equação - 8})$$

sendo,  $R_t^T/R_1^T$  a relação entre altura-duração da precipitação com T anos e t em minutos; e t a duração em minutos, onde  $5 \text{ minutos} \leq t \leq 120 \text{ minutos}$ .

Após esta determinação, Bell (1969) assumindo como séries parciais, propôs a Equação 9 para a relação entre altura-frequência, limitando a sua aplicação para os períodos de retorno entre 2 e 100 anos.

$$\frac{R_t^T}{R_1^T} = 0,21 \ln T + 0,52 \quad (\text{Equação - 9})$$

sendo,  $R_t^T/R_1^T$  a relação entre altura-frequência da precipitação com T anos e t minutos, T o tempo de retorno em anos, onde  $2 \text{ anos} \leq T \leq 100 \text{ anos}$ .

Com ambas as fórmulas definidas, realizou-se a combinação (Equação 8 e 9), obtendo-se, assim, a Equação 10 relacionando a altura-duração-frequência.

A Equação 10 foi considerada válida para todo o mundo por Bell (1969), para precipitações intensas com duração de até 2 horas. Assim, com o intuito de realizar uma verificação da equação de Bell (1969) para a cidade de Banjul na Gâmbia, Manley (1992) retratou o grau de confiabilidade da equação, pois apresentou erros nos valores de precipitação dentro do limite de confiabilidade de 95% para a distribuição de Gumbel determinada para os dados observados locais.

$$P_t^T = 0,21 \ln T + 0,52 \quad 0,54 t^{0,25} - 0,50 P_{60}^{10} \quad (\text{Equação - 10})$$

sendo,  $P_t^T$  a precipitação com T anos de retorno e duração de t minutos,  $P_{60}^{10}$  a precipitação com 10 anos de tempo de retorno e duração de 60 minutos, T o tempo de retorno em anos, onde  $2 \text{ anos} \leq T \leq 100 \text{ anos}$  e t a duração em minutos, onde  $5 \text{ minutos} \leq t \leq 120 \text{ minutos}$

### 2.3.4.1 Variações da equação de BELL (1969)

Ueahara *et al.* (1980) utilizando a mesma metodologia proposta por Bell (1969), propôs uma relação altura-duração-frequência para todo o Brasil. Para selecionar os postos pluviográficos a serem utilizados no estudo, os autores determinaram que os mesmos deveriam ter no mínimo 25 anos de observação, e assim, selecionaram 26 postos. Após, obtiveram valores semelhantes aos de Bell (1969), para altura-duração e altura- frequência, para outras partes do mundo. Com estes valores combinaram as equações obtidas para altura-duração e altura-frequência como apresentado na metodologia utilizada por Bell (1969), e assim, obtiveram a Equação 11 e também determinaram desta mesma maneira a Equação 12, do tipo Bell, para o estado de São Paulo.

$$P_t^T = 0,1824 \ln T + 0,58 \quad 0,497 t^{0,27} - 0,50 P_{60}^{10}, \quad (\text{Equação - 11})$$

$$P_t^T = 0,22 \ln T + 0,50 \quad 0,38 t^{0,31} - 0,39 P_{60}^{10}, \quad (\text{Equação - 12})$$

sendo,  $P_t^T$  a precipitação com T anos de retorno e duração de t minutos,  $P_{60}^{10}$  a precipitação com 10 anos de tempo de retorno e duração de 60 minutos, T o tempo de retorno em anos, onde  $2 \text{ anos} \leq T \leq 100 \text{ anos}$  e t a duração em minutos, onde  $5 \text{ minutos} \leq t \leq 120 \text{ minutos}$

Back (2009), ajustou a equação de Bell (1969), tendo como base a chuva máxima com duração de 1 dia e período de retorno de 10 anos, e comparou os resultados obtidos com outras equações, que relacionam as precipitações com diferentes durações aos dados do município de Urussanga no estado de Santa Catarina. Assim, determinou que por meio da modificação na Equação 10, a qual resultou na Equação 13, é possível obter a altura máxima da chuva com uma duração qualquer e um tempo de retorno máximo de 100 anos.

$$P_t^T = a \ln T + b \quad c t^d - e P_{dia}^{10}, \quad (\text{Equação - 13})$$

sendo, “a, b, c, d, e” os coeficientes empíricos, “ $P_t^T$ ” a precipitação com T anos de retorno e duração de t minutos, “ $P_{dia}^{10}$ ” a precipitação com 10 anos de tempo de retorno e duração de 1 dia, “T” o tempo de retorno em anos e “t” duração em minutos.

Righetto (1998) apresentou uma equação similar a Equação 13, porém a  $P_{dia}^{10}$  foi substituída pela precipitação com 2 anos de tempo de retorno e uma duração de 1 hora ( $P_{1h}^2$ ), sendo que esta precipitação pode ser obtida por meio dos dados pluviométricos em conjunto com os coeficientes de desagregação (Tabela 3) determinados pelo DAEE/CETESB (1980).

Coutinho et al (2011) ajustaram a equação de Bell (1969) apresentada por Righetto (1998) para as estações pluviométricas do estado do Mato Grosso, por meio das relações entre durações apresentadas por DAEE/CETESB (1980). Porém não conseguiram determinar uma equação regional, pois as equações ajustadas apresentaram grande variabilidade. Assim ao determinar a equação regional por meio da média dos coeficientes e comparar com as precipitações estimadas por meio das relações entre durações, as precipitações estimadas de forma regional apresentaram superestimativas da precipitação.

#### 2.3.5 Estudo de chuvas intensas realizado por Chen (1983)

Chen (1983) desenvolveu, a partir da metodologia utilizada por Bell (1969), uma fórmula generalizada de intensidade-duração-frequência de chuva que utiliza três alturas de precipitação  $P_1^{10}$  (chuva com duração de 1 hora e tempo de retorno de 10 anos),  $P_{24}^{10}$  (chuva com duração de 24 horas e tempo de retorno de 10 anos) e  $P_1^{100}$  (chuva com duração de 1 hora e tempo de retorno de 100 anos).

Com o emprego destas três alturas, Chen (1983) passou a considerar variações na chuva, devido a mudança de localidade geográfica, as quais Bell (1969) não levou em consideração. A Equação 14, proposta por Chen (1983), demonstrou que as precipitações estimadas pela Equação 10, com duração superior a 2 horas, apresenta grandes variações em relação aos dados observados,



confirmando a não-adequação da equação generalizada de Bell (1969) para durações superior a 2 horas.

$$P_t^T = \frac{a_1 P_1^{10} \log 10^{2-x} \ln \frac{T}{T-1}^{-(x-1)}}{(t + b_1)^{c_1}} \cdot \frac{t}{60}, \quad (\text{Equação - 14})$$

sendo, “ $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ” os parâmetros de chuva obtidos por Chen (1983) disponíveis na Figura 12, “ $P_t^T$ ” a precipitação com T anos de retorno e duração de t minutos, “ $P_1^{10}$ ” a precipitação com 10 anos de tempo de retorno e duração de 1 hora, “T” o tempo de retorno em anos e “t” a duração em minutos e “x” é igual ao resultado da divisão entre a  $P_t^{100}/P_t^{10}$ .

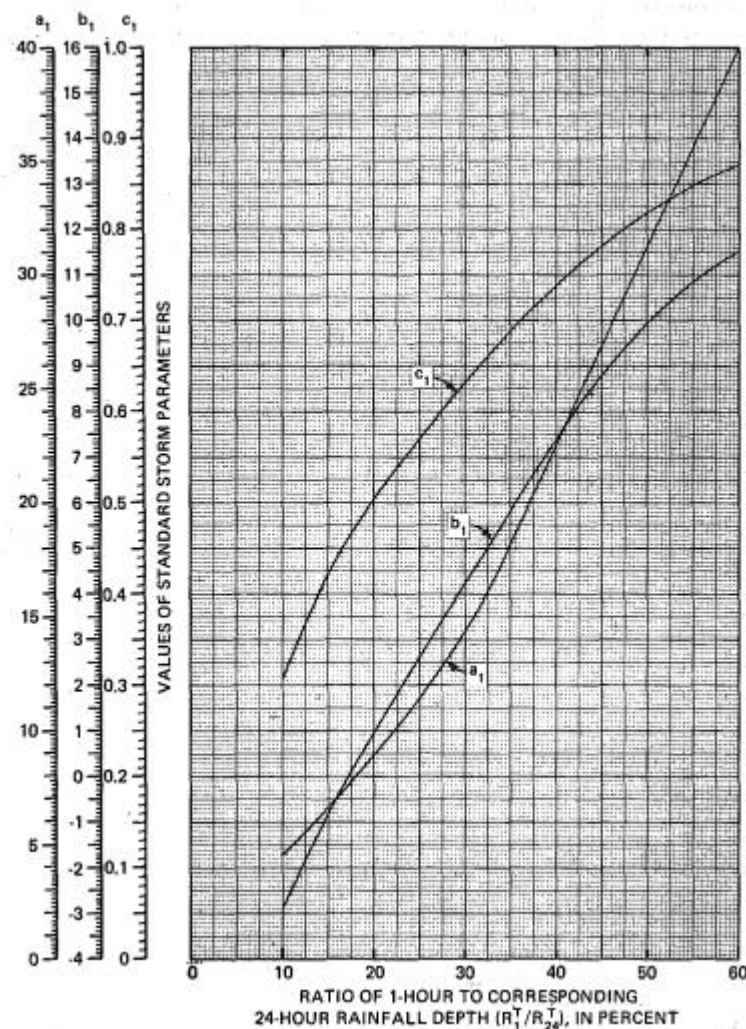


Figura 12: Obtenção dos parâmetros da equação proposta por Chen (1983)

### **3 METODOLOGIA**

Para avaliar a aplicabilidade da equação de Bell (1969) e Chen (1983) para estimativa de chuvas intensas no Rio Grande do Sul, a metodologia possui as seguintes componentes básicas que serão detalhadas nos itens a seguir:

1. Avaliação das informações disponíveis;
2. Avaliar a aplicabilidade da equação de Bell (1969) e Chen (1983) nos locais com dados de chuvas intensas;
3. Caso as equações anteriores não se ajustem aos dados, calibração de uma modificação de Bell(1969) para os dados disponíveis no RS:
  - a. dados de chuva do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa BDMEP – Inmet
  - b. , Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb- ANA e Estações automáticas do INPE
  - c. chuva estimada por satélite.
4. Regionalizar as informações de chuvas intensas, de forma a permitir uma melhor transferência de informações para os locais sem informações.

#### **3.1 Estratégia Metodológica**

Os passos necessários para aplicação da metodologia são apresentados no fluxograma (Figura 13).

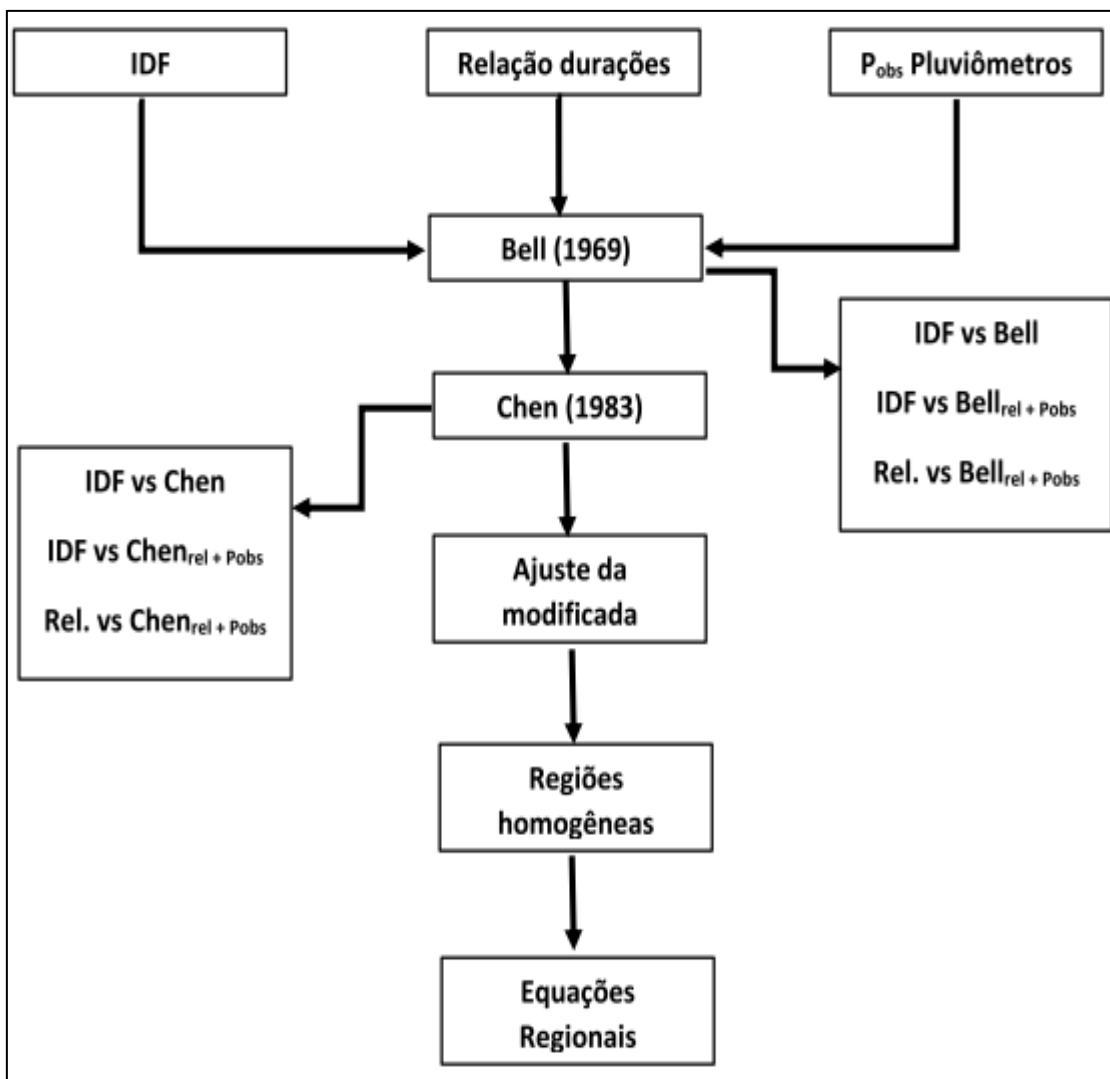


Figura 13: Fluxograma da metodologia

## 3.2 Avaliação das informações disponíveis

### 3.2.1 Seleção dos locais com IDF's e/ou relação entre durações locais já determinadas.

Foram selecionados locais para a realização da análise com base nas informações de chuvas intensas contidas em manuais, livros, publicações em revistas e congressos, etc. As informações foram cadastradas e consistidas eliminando informações repetidas (IDF baseadas na mesma informação), ou

informações baseadas em relações entre durações genéricas, tais como, as apresentadas em DAEE/CETESB (1980) ou Tucci (1993). No caso de existir mais de uma equação no município, foi escolhida aquela mais recente. O resultado desta análise é apresentado no Tabela 7

Além destas informações, foram incluídos outros 25 locais (Tabela 8), os quais se possui conhecimento das relações entre durações (Anexo A) apresentados por Beltrame et al (1991). Todos os locais selecionados se encontram na Figura 14

Tabela 7: Locais selecionados para o desenvolvimento do estudo por conter informações de chuvas intensas

<b>Município</b>	<b>Desenvolvida por:</b>
<b>Alegrete</b>	Denardin e Freitas (1982)*
<b>Bagé</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Caxias do Sul</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Cruz Alta</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Encruzilhada do Sul</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Iraí</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Passo Fundo</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Porto Alegre</b>	Bemfica (1999)
<b>Rio Grande</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Santa Maria</b>	Belinazo (1991)
<b>Santa Vitória do Palmar</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>São Luiz Gonzaga</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Uruguaiana</b>	Denardin e Freitas (1982)
<b>Viamão</b>	Denardin e Freitas (1982)

\* Denardin e Freitas (1982) é baseado em informações de Pfastetter(1957).

Tabela 8: Locais selecionados a partir das relações apresentado por Beltrame et al (1991).

**Locais selecionados****Alegrete****Barra do Quaraí****Espumoso****Guaíba Country Club****Jaguarão****Jaguari****Passo Mariano Pinto (Alegrete)****Plano Alto (Uruguaiana)****Quaraí****Rio Grande****Rosário do Sul****Santa Maria****Santa Rosa****Santana do Livramento****Santo Augusto****São Borja****São Francisco de Assis****São Francisco de Paula****São Gabriel****Taquari****Três Passos****Usina Colorado (Tapera)****Usina Ernestina (Passo Fundo)****Vacaria**

---

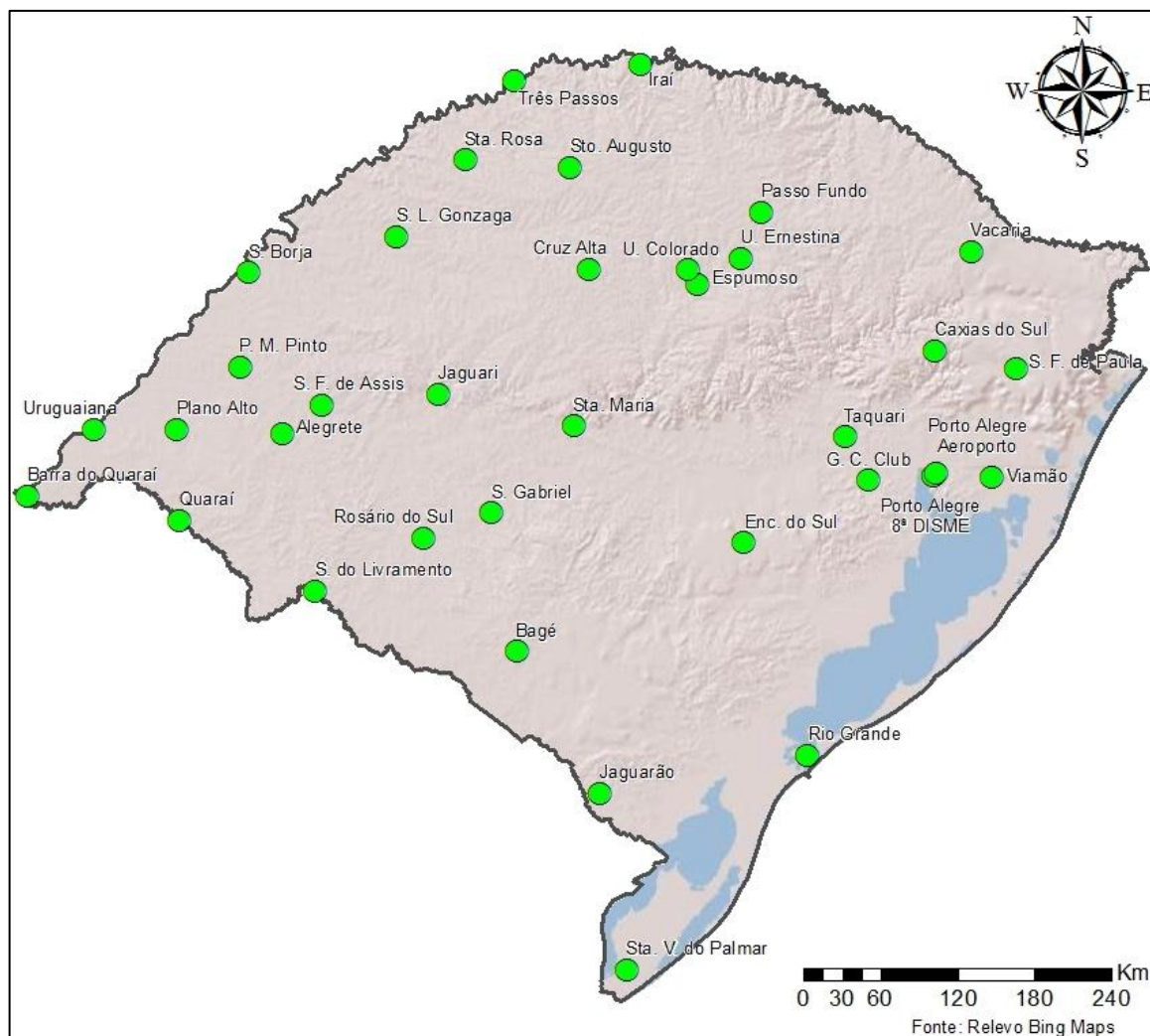


Figura 14: Locais selecionados para o estudo. Fonte: elaboração própria

Após a obtenção dos locais com chuvas intensas, que são os mais difíceis de obter informações, selecionaram-se estações pluviométricas coincidentes com estes locais (Tabela 9), para posterior aplicação das metodologias aqui apresentadas.

Tabela 9: Estações pluviométricas utilizadas no estudo

<b>Locais selecionados</b>	<b>Estação</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Alegrete	02955001	1952	1970
Bagé	03154001	1912	1998
Barra do Quaraí	03057002	1977	1989
Caxias do Sul	02951008	1940	1975
Cruz Alta	02853005	1939	1979
Encruzilhada do Sul	03052005	1914	1942
Espumoso	02852012	1951	1967
Guaíba Country Club	03051005	1969	2006
Iraí	02753003	1939	1968
Jaguarão	03253007	1967	1980
Jaguari	02954007	1958	2006
Passo Fundo	02852020	1916	1970
Passo Mariano Pinto (Alegrete)	02956006	1970	1991
Plano Alto (Uruguaiana)	02956007	1944	1990
Porto Alegre	03051011	1961	2012
Quaraí	03056003	1960	1976
Rio Grande	03252024	1985	2006
Rosário do Sul	03054016	1977	2006
Santa Maria	02953017	1939	1966
Santa Rosa	02754005	1953	1966
Santa Vitória do Palmar	03353007	1936	1970
Santana do Livramento	03055001	1913	1961
Santo Augusto	02753007	1948	1981
São Borja	02856003	1939	1965
São Francisco de Assis	02955008	1977	2008
São Francisco de Paula	02950032	1958	1980
São Gabriel	03054010	1950	1978
São Luiz Gonzaga	02854011	1916	1970
Taquari	02951030	1932	1966
Três Passos	02754001	1950	2006
Uruguaiana	02957001	1912	1978
Usina Colorado (Tapera)	02852029	1959	1982
Usina Ernestina (Passo Fundo)	02852030	1943	1982
Vacaria	02850011	1915	1965
Viamão	03050006	1939	1948

### 3.2.2 Determinação das precipitações máximas nos locais do estudo

A partir dos dados pluviométricos do HidroWeb - ANA, determinou-se as precipitações máximas anuais com duração de 1 dia, através da metodologia de Gumbel (Equação 15).

$$P^T = x - s \left[ 0,45 + 0,7797 \ln \ln \frac{T}{T-1} \right] \quad (\text{Equação - 15})$$

sendo  $P^T$  a precipitação com tempo de retorno de T anos,  $x$  média das máximas de cada ano,  $s$  desvio padrão das máximas de cada ano, T tempo de retorno em anos.

Utilizou-se a metodologia de Gumbel, pois se ajusta bem a eventos extremos e também diversos autores (Ex, Sampaio et al (2011); Beltrame et al (1991); Eltz et al (1992)) determinaram que a mesma foi adequada na estimativa das precipitações máximas diárias em diversos locais do Rio Grande do Sul.

A partir da aplicação de Gumbel aos dados da ANA se obtiveram as precipitações máximas diárias com TR 10 e 100 anos para posterior utilização das metodologias. A partir da aplicação da metodologia dos coeficientes de desagregação da chuva em cada estação (Anexo A), foram obtidas as precipitações ( $P_{TR10,1h}$ ,  $P_{TR10,24h}$ ,  $P_{TR100,1h}$ ,  $P_{TR10,dia}$ ), necessárias para a aplicação das metodologias de Bell (1969) e Chen (1983).

### 3.3 Aplicação das metodologias desenvolvidas por Bell (1969) e Chen (1983) no Rio Grande do Sul

Uma vez determinados os coeficientes necessários com as informações obtidas conforme explicado nos itens anteriores, foram aplicadas as metodologias de Bell (1969) e Chen (1983) cujos resultados foram comparados com as informações de chuvas intensas existentes.



### 3.3.1 Aplicação da metodologia de Bell (1969)

A aplicação da Equação 10, determinada por Bell (1969), requer somente a precipitação com uma hora de duração e um tempo de recorrência de 10 anos. Esta precipitação é obtida por meio das informações de chuvas intensas observadas, das equações IDF's locais (neste caso na verdade não haveria necessidade de utilização desta equação), quando existente, caso contrário, é extraída da precipitação por meio das relações entre durações. No caso do RS, foram utilizadas relações entre durações apresentadas por Beltrame et al (1991).

Desta forma, à chuva com período de retorno de 10 anos estimada conforme o item anterior, através das relações entre duração foi estimada a  $P_{TR10,1h}$  que se utiliza como entrada na equação de Bell (1969).

Com estas informações foram estimadas as chuvas intensas com TR de 2, 5, 10, 15, 20 e 30 anos e durações de 10, 15, 20, 30 e 45 minutos e 1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas que foram comparadas com as precipitações geradas através das IDF's, a fim de validar ou não a equação apresentada por Bell (1969).

Ou seja, para a aplicação da equação de Bell (1969) é necessária a precipitação com uma hora de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $P_1^{10}$ ). Este parâmetro pode ser determinado com as informações existentes de duas formas possíveis:

- a) determinado a partir das informações da própria IDF. Como as informações são exatamente as mesmas para ambas as equações (IDF local e BELL,1969), vai refletir a habilidade da equação de Bell (1969) em representar as chuvas intensas conforme descritas pela IDF local.
- b) A partir dos dados pluviométricos ajustando a distribuição de Gumbel em cada estação pluviométrica, determinando assim a  $P_{dia}^{10}$ . Depois, a partir das relações entre durações obtidas de Beltrame et al (1991) e das IDF locais através das relações entre durações obter o parâmetro requerido por Bell (1969).

A utilização das informações pluviométricas introduz incerteza, uma vez que os períodos da IDF local e dos dados dos pluviômetros não necessariamente são coincidentes, e podem ser de características climáticas diferentes. Também tem a própria incerteza de utilizar informações de locais diferentes (estações na mesma

cidade, mas em locais diferentes). Nesse sentido Allasia (2002) mostrou que estações em Porto Alegre a menos de 10km uma da outra apresentaram diferenças que resultaram em vazões quase o dobro uma da outra. Ainda deve ser considerada a própria incerteza introduzida pela relação entre durações. No entanto, mesmo com todas estas fontes de incertezas, seria o procedimento que normalmente é utilizado por um usuário típico da metodologia.

### 3.3.2 Aplicação da metodologia de Chen (1983)

A aplicação da Equação 13, apresentada por Chen (1983), requer o conhecimento de três precipitações, a  $P_1^{10}$ , a  $P_{24}^{10}$  e a  $P_1^{100}$ . As quais, na falta de melhores informações, foram também obtidas a partir da aplicação da relação entre durações apresentadas por Beltrame et al (1991) e incluídas no anexo A desta dissertação.

De forma análoga que na comparação com a equação de Bell (1983), os resultados foram comparados com a IDF local.

Assim, para a aplicação da equação de Chen (1983) são necessárias as precipitações com uma hora de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $P_1^{10}$ ), com 24 horas de duração e tempo de retorno de 10 anos ( $P_{24}^{10}$ ) e a com duração de uma hora e tempo de retorno de 100 anos ( $P_1^{100}$ ). Estes parâmetros podem ser determinados com as informações existentes de duas formas possíveis:

- a) Determinados a partir das informações da própria IDF. Como as informações são exatamente as mesmas para ambas as equações (IDF local e CHEN,1983) vai refletir a habilidade da equação de Chen (1983) em representar as chuvas intensas conforme descritas pela IDF local.
- b) A partir dos dados pluviométricos ajustando a distribuição de Gumbel em cada estação pluviométrica, determinando assim a  $P_{\text{dia}}^{10}$ . Depois, a partir das relações entre durações obtidas de Beltrame et al (1991) e das IDF locais através das relações entre durações obter os parâmetros requeridos por Chen (1983).

A utilização das informações pluviométricas introduz incerteza, uma vez que os períodos da IDF local e dos dados dos pluviômetros não necessariamente são coincidentes, e podem ser de características climáticas diferentes. Também tem a própria incerteza de utilizar informações de locais diferentes (estações na mesma cidade, mas em locais diferentes). Nesse sentido Allasia (2002) mostrou que estações em Porto Alegre a menos de 10km uma da outra apresentaram diferenças que resultaram em vazões quase o dobro uma da outra. Ainda deve ser considerada a própria incerteza introduzida pela relação entre durações. No entanto, mesmo com todas estas fontes de incertezas, seria o procedimento que normalmente seria adotado por um usuário típico da metodologia.

### **3.4 Ajuste de uma modificação da equação de Bell (1969)**

Devido à grande quantidade de dados pluviométricos e à escassez de dados pluviográficos no Estado, foi realizado o ajuste de uma modificação da equação de Bell (1969) afim de estimar as chuvas intensas a partir de dados diários, evitando assim a necessidade do uso da metodologia da relação entre durações para desagregar a chuva diária. Esta modificação já foi testada com sucesso por Back (2009) (Equação 14).

Para o ajuste há necessidade da determinação de cinco parâmetros (a, b, c, d, e) que diferem dos de Bell (1969), uma vez que aqui é utilizado o  $P_{dia}$ . Assim, para calibração desses parâmetros faz-se necessário conhecer a distribuição da precipitação no tempo, obtida pelas estações pluviométricas juntamente com as relações entre durações ou IDF apresentados no item 3.2.1.

O ajuste foi efetuado através da ferramenta computacional Curve Expert v1.37 (Hyams, 2013) por meio de análises não lineares.

### 3.5 Determinação das regiões com relação entre duração homogêneas

Torrigo (1974) determinou as regiões com distribuição temporal homogênea das chuvas intensas, para todo território nacional com a finalidade de poder extrapolar com o mínimo de incertezas as chuvas dentro de cada região. Com o mesmo objetivo, porém, apenas para o estado do Rio Grande do Sul, buscou-se determinar as regiões de precipitação intensa uniforme.

De forma análoga ao estudo de Torrigo (1974), e considerando que a relação entre a precipitação de uma hora e a diária são informações necessárias para a equação de Bell (1969), as regiões foram divididas em regiões considerando principalmente a homogeneidade da relação entre durações ( $r_{1h24h}$ ). As informações para esta estimativa foram obtidas com base nas IDF's e relações entre durações apresentadas por Beltrame et al. (1991).

Para estimativa das regiões, o primeiro passo consistiu na interpolação da  $r_{1h24h}$  determinada para todos os locais do Rio Grande do Sul, através de krigagem ordinária através de técnicas de geoprocessamento.

Com a superfície resultante da interpolação, da tipologia climática do RS apresentado por Rossatto (2011) (Figura 3), do atlas pluviométrico do RS (Figura 15) CPRM (2011) e as informações contidas em Britto et al (2006) foram determinadas as regiões homogêneas.

Para a verificação das regiões homogêneas, foi estimado o desvio padrão em cada por meio da extensão Estatísticas Zonais (zonal statistics as table) existente no software ArcGis. Quando o resultado não se mostrou satisfatório, o procedimento de discretização repetiu-se até a obtenção de regiões que apresentarem pequeno desvio padrão, determinando, assim, uma região verdadeiramente homogênea.

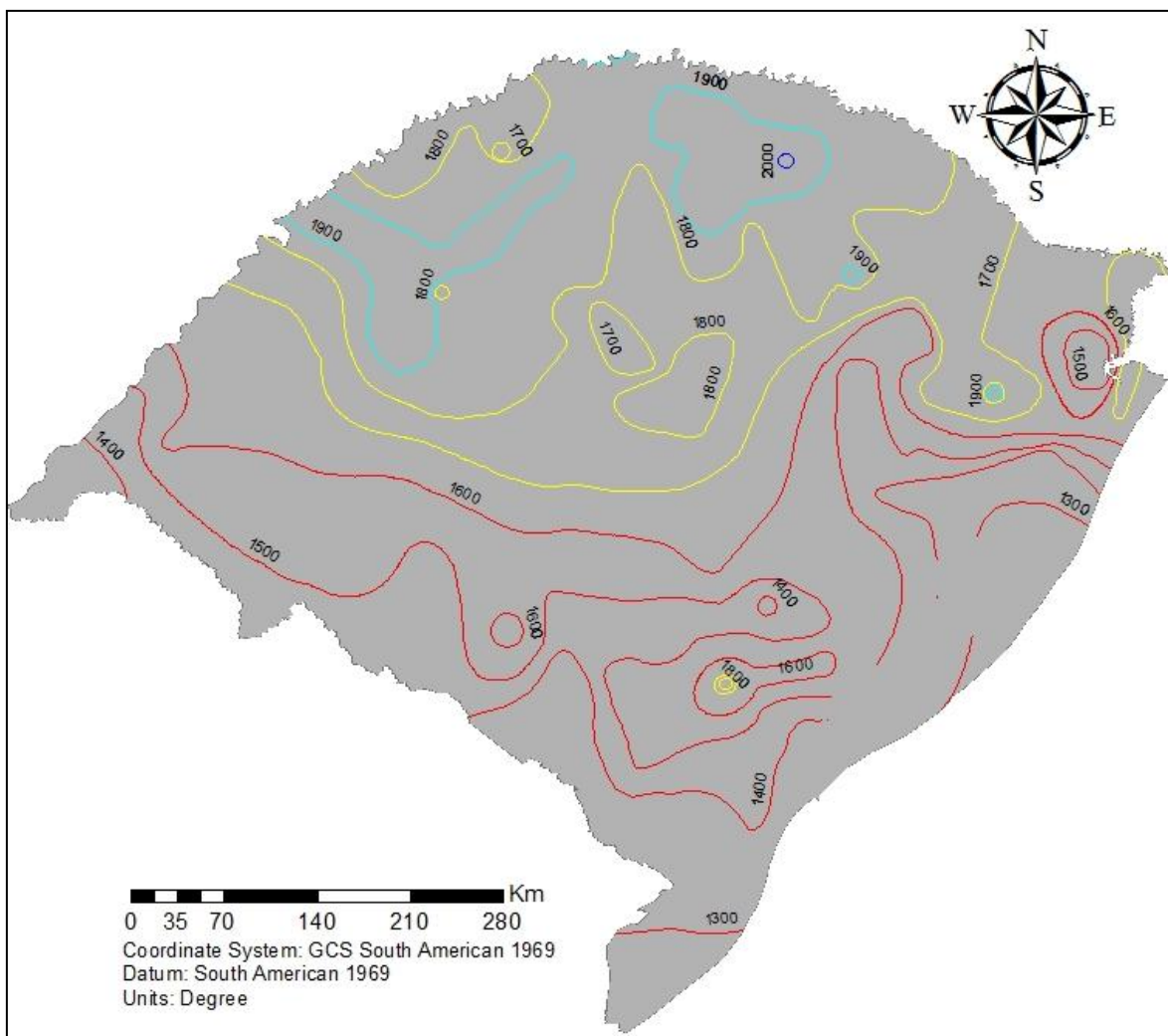


Figura 15: Atlas pluviométrico do Rio Grande do Sul (adaptado de CPRM, 2011)

### 3.5.1 Determinação de equações regionais

Conforme já mencionado, a equação de Bell (1969) carece de um parâmetro regional como o que possui a equação de Chen (1983) através da adição dos valores  $P_{24}^{10}$  e a  $P_1^{100}$  ao valor  $P_1^{10}$  utilizado por Bell (1969). Assim, para cada uma das regiões foi ajustada uma equação com validade regional do tipo modificado, ou seja, que depende somente da precipitação máxima de um dia de duração com tempo de retorno de 10 anos. Consequentemente, esta metodologia permite utilizar os dados de todas as estações pluviométricas, para a determinação da precipitação máxima, atingindo de forma satisfatória o Estado.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Resultados obtidos na aplicação das metodologias desenvolvidas por Bell (1969) e Chen (1983) no Rio Grande do Sul**

A seguir serão apresentados os resultados obtidos por ambas as metodologias, como também a determinação de qual método se destacou com resultados satisfatórios quando comparado com os valores resultantes das IDF's e/ou das relações entre durações.

#### **4.1.1 Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas IDF's e relações entre durações**

##### **4.1.1.1 Precipitação máxima com 1 hora e TR 10 anos obtida por meio da IDF**

Como já mencionado, neste item é realizada a comparação das chuvas intensas obtidas a partir da IDF local com aquelas obtidas da aplicação de Bell (1969). Neste caso específico, chuva de entrada na equação de Bell (1969) ( $P_1^{10}$ ) é determinado a partir das informações da própria IDF. Conforme já explicado na metodologia, a comparação foi realizada para todos os locais apresentados no Tabela 7, e para precipitações com durações de 10, 15, 20, 30 e 45 minutos e 1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas com os seguintes tempos de retorno 2, 5, 10, 15, 20 e 30 anos.

São apresentados os resultados de forma detalhada para alguns municípios, são eles: Alegrete, Bagé, Caxias do Sul, Iraí, Uruguaiana e Porto Alegre, uma vez que estes locais estão distribuídos em todas as regiões do Estado, permitindo que todas as regiões fossem analisadas. Os resultados para os demais locais com IDFs conhecidas são apresentados no Apêndice A.

Para o município de Alegrete (Figura 16), para as precipitações com durações de até 2 horas (limite teórico da aplicação de BELL) com TR maiores que 2 anos a equação geral de Bell (1969) apresentou comportamento satisfatório. Também, gerou resultados aceitáveis para qualquer duração desde que o seu TR seja igual ou superior a 10 anos. Porém, observou-se uma considerável subestimativa da chuva para TR de até 5 anos, tornando desaconselhável sua utilização nessas condições.

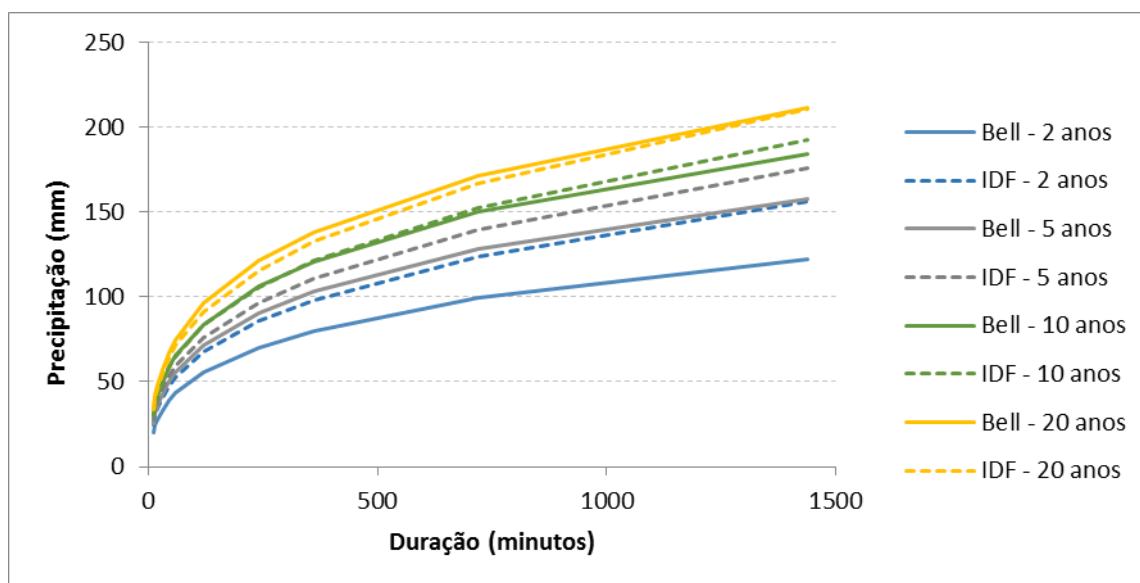


Figura 16: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Alegrete (P obtida pela IDF)

Para o município de Bagé (Figura 17), a equação geral mostrou-se apropriada, quando deseja-se estimar as precipitações com durações de até 2 horas para todos os TR verificados. Contudo, observou-se que, as precipitações com duração superior a 2 horas e TR maior que 2 anos, há uma superestimativa da chuva, mostrando que a utilização da mesma, no município, não é recomendada para obtenção das precipitações máximas com duração superior a 2 horas.

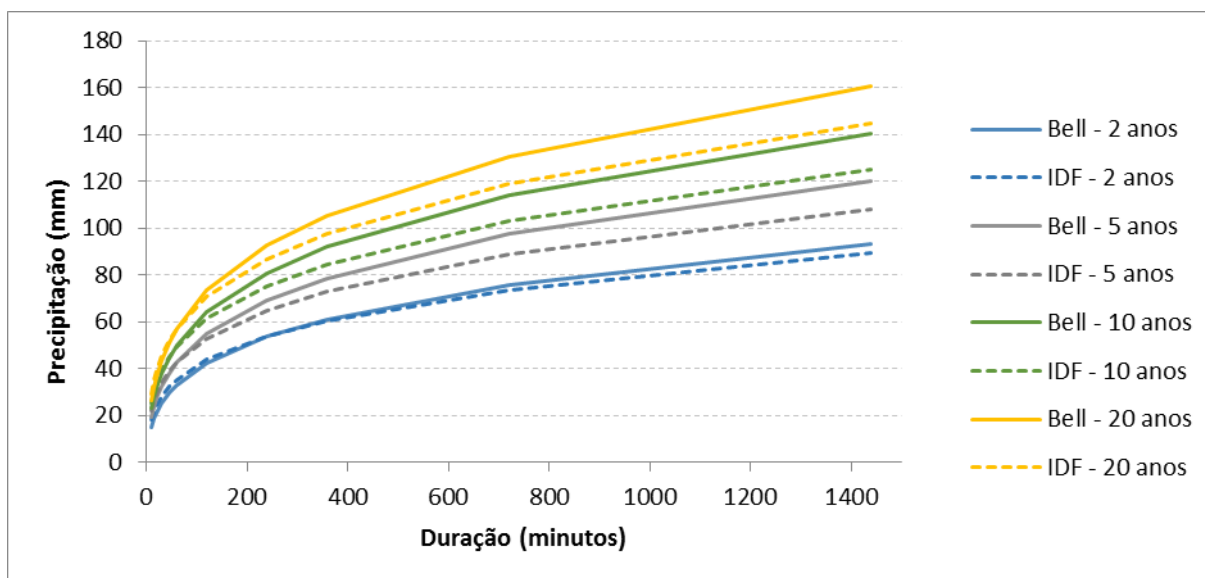


Figura 17: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Bagé (P obtida pela IDF)

Para o município de Caxias do Sul (Figura 18), a equação geral atende seu objetivo principal, que é estimar a precipitação máxima com até 2 horas de duração e qualquer TR. Porém, deve-se destacar que a equação superestima todas as precipitações com duração maior que 2 horas.

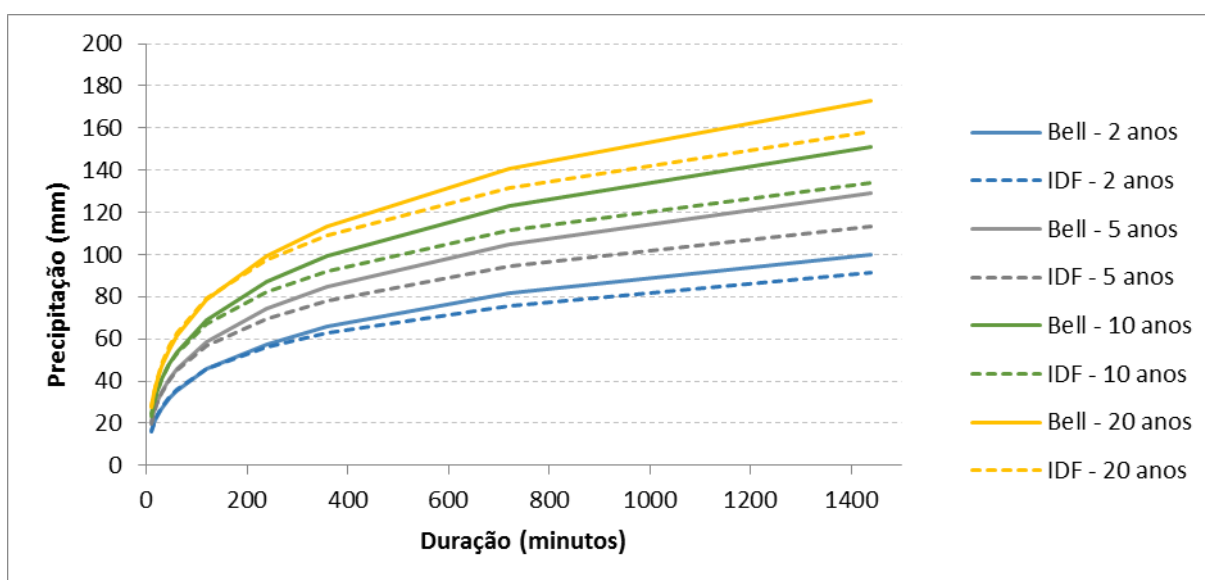


Figura 18: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Caxias do Sul (P obtida pela IDF)

Para o município de Iraí (Figura 19), a equação geral apresentou resultados satisfatórios para os TR maiores que 2 anos e qualquer duração. Porém, deve-se



destacar que a equação superestima todas as precipitações com duração maior que 2 horas e TR de 2 anos.

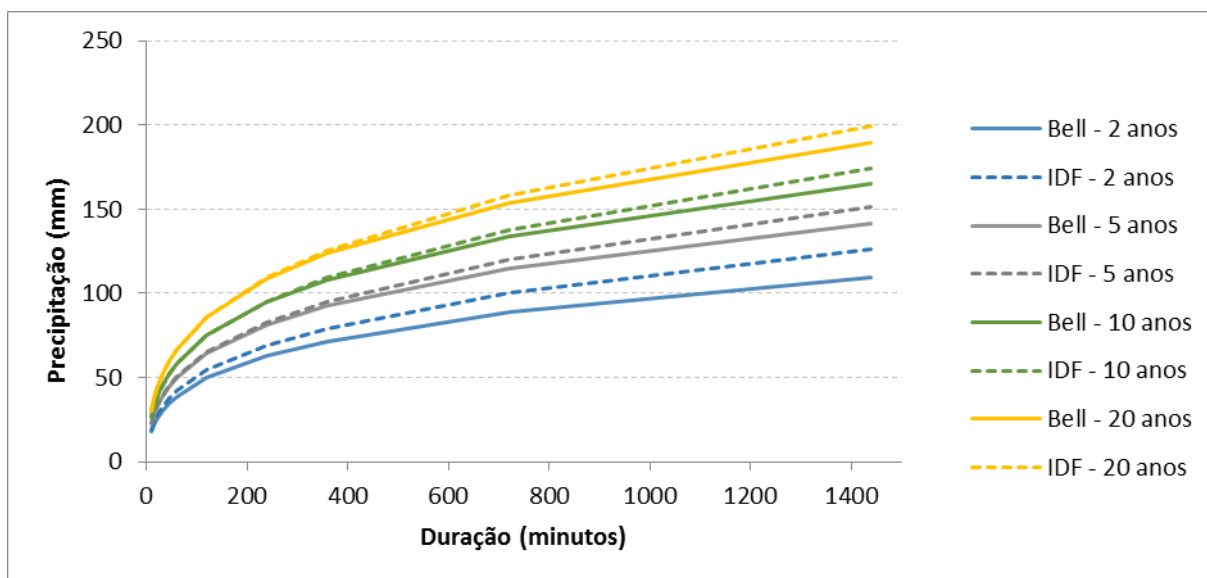


Figura 19: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Iraí (P obtida pela IDF)

Para o município de Uruguaiana (Figura 20), quando deseja-se obter as precipitações com durações de até duas horas para todos os TR superiores a 2 anos, a equação geral tem comportamento satisfatório. Ao analisar as precipitações com duração superiores a 2 horas e para TR maior que 10 anos, observa-se um bom ajuste da equação, porém, para TR menores que 10 anos apresenta uma subestimativa da precipitação.

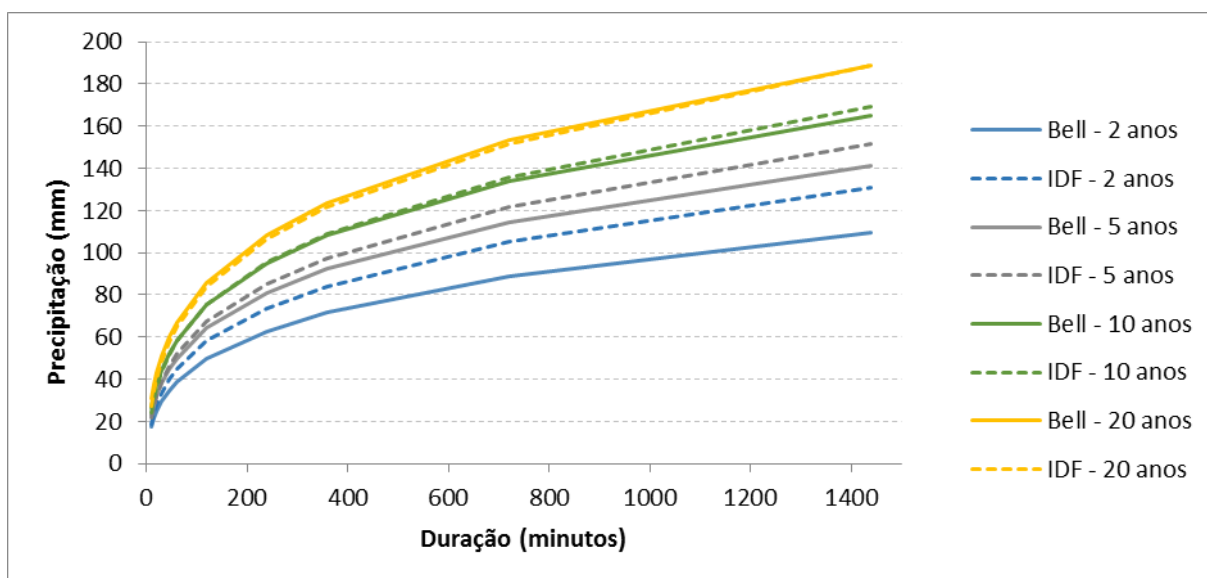


Figura 20: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Uruguaiana (P obtida pela IDF)

Para o município de Porto Alegre com a IDF do 8º DISME (Figura 21) e a do Aeroporto (Figura 22), a equação geral atende seu objetivo principal na estimativa da precipitação máxima com até 2 horas de duração e qualquer TR. Entretanto, deve-se destacar que os valores apresentados para as precipitações com duração superior a 2 horas e para qualquer TR foram muito maiores do que os da IDF. Observou-se um melhor ajuste na IDF do aeroporto, porém de forma aceitável somente para TR igual a 2 anos.

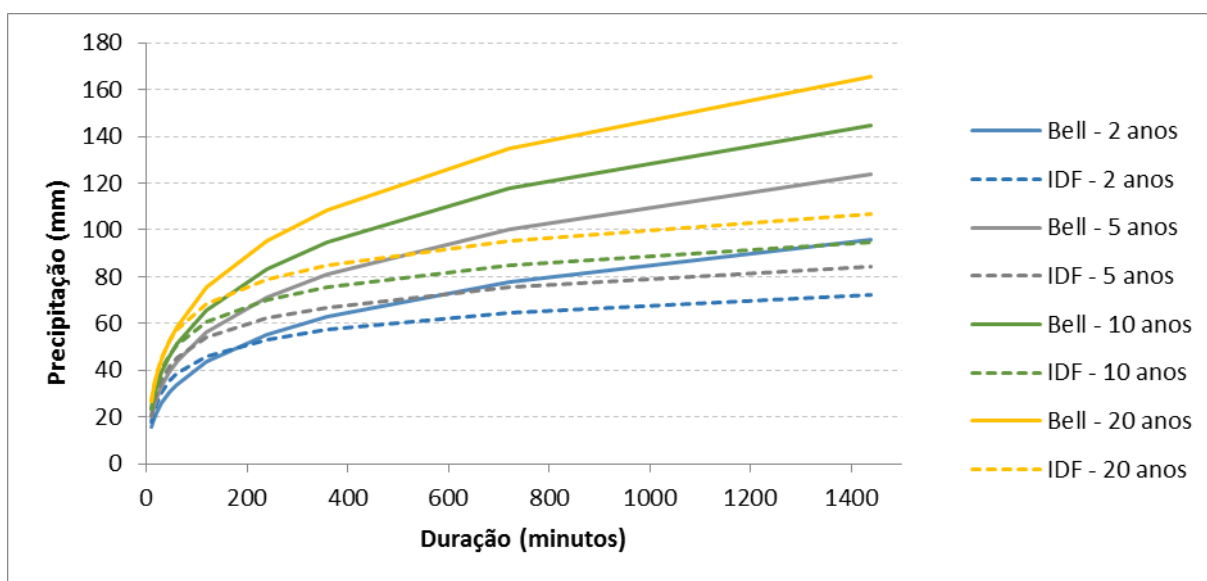


Figura 21: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Porto Alegre (8º DISME) (P obtida pela IDF)

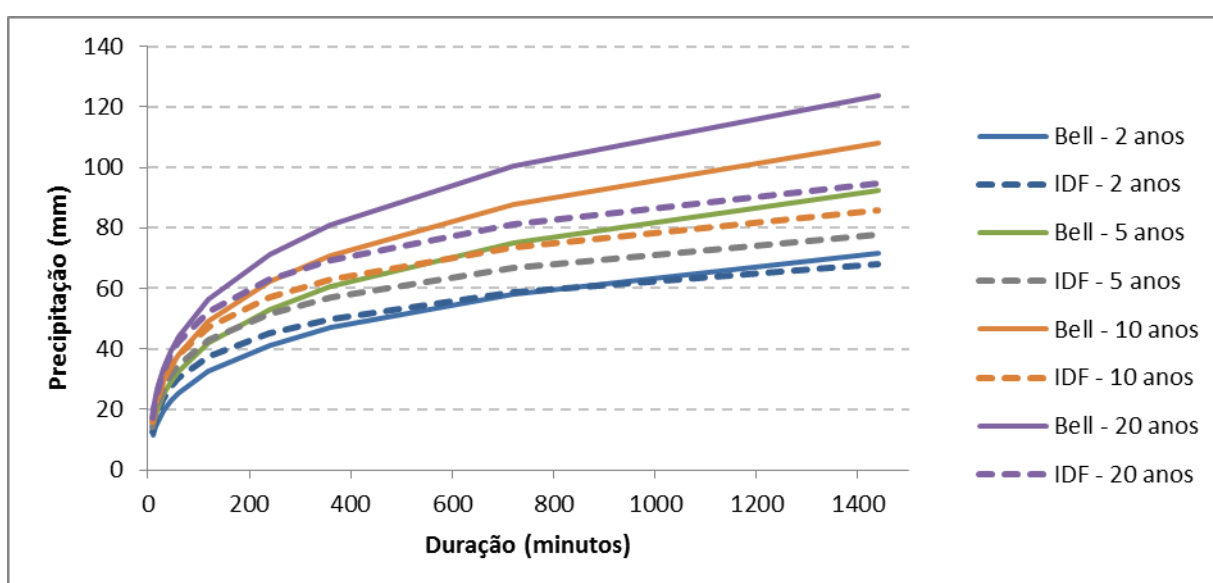


Figura 22: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a IDF para Porto Alegre (Aeroporto) (P obtida pela IDF)

As variações apresentadas na Tabela 10 para durações de 1 hora apresentam o comportamento da equação em relação ao TR para Alegrete, onde foi possível observar que as melhores estimativas foram apresentadas para TR de 5 anos ou superior para curta durações, uma vez que a variação é menor.

Em função do TR de 10 anos ser largamente utilizado no dimensionamento de sistemas de micro e macrodrenagem, são apresentadas (Tabela 11) as variações máximas obtidas para este TR também para Alegrete, onde observou-se pequenos erros de estimativa. Este comportamento foi observado na maioria dos locais, contudo, houve locais que apresentaram erros maiores ao estimar a precipitação de 24 horas de duração.

Tabela 10: Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Bell (1969) com a IDF para Alegrete

Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43.38	52.72	9.34	17.72%
5	60	55.92	59.38	3.47	5.84%
10	60	65.40	64.98	-0.42	-0.65%
15	60	70.95	68.50	-2.45	-3.58%
20	60	74.89	71.11	-3.78	-5.31%
30	60	80.44	74.96	-5.48	-7.31%

Tabela 11: Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Bell (1969) com a IDF para Alegrete

BELL / IDF					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro (%)
10	10	30.02	30.56	0.55	1.79%
10	15	36.70	37.12	0.42	1.14%
10	20	41.87	42.16	0.30	0.71%
10	30	49.81	49.87	0.06	0.12%
10	45	58.60	58.38	-0.22	-0.38%
10	60	65.40	64.98	-0.42	-0.65%
10	120	83.95	83.23	-0.72	-0.86%
10	240	106.00	105.63	-0.38	-0.36%
10	360	120.79	121.14	0.35	0.29%
10	720	149.81	152.77	2.95	1.93%
10	1440	184.33	192.34	8.01	4.17%

Na Figura 23 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação de curta duração (até 2 horas) por meio da equação de Bell (1969) quando comparada com a IDF. Observou-se as maiores variações na região da campanha (Uruguaiana, Alegrete) e para Porto Alegre, os melhores resultados encontrados foram na região central e norte (Santa Maria, Cruz Alta, Irai, etc). De uma forma geral, a aplicação da equação de Bell (1969) apresentou um erro médio aceitável em todo o Estado, apresentando assim, uma boa estimativa das precipitações de curta duração.

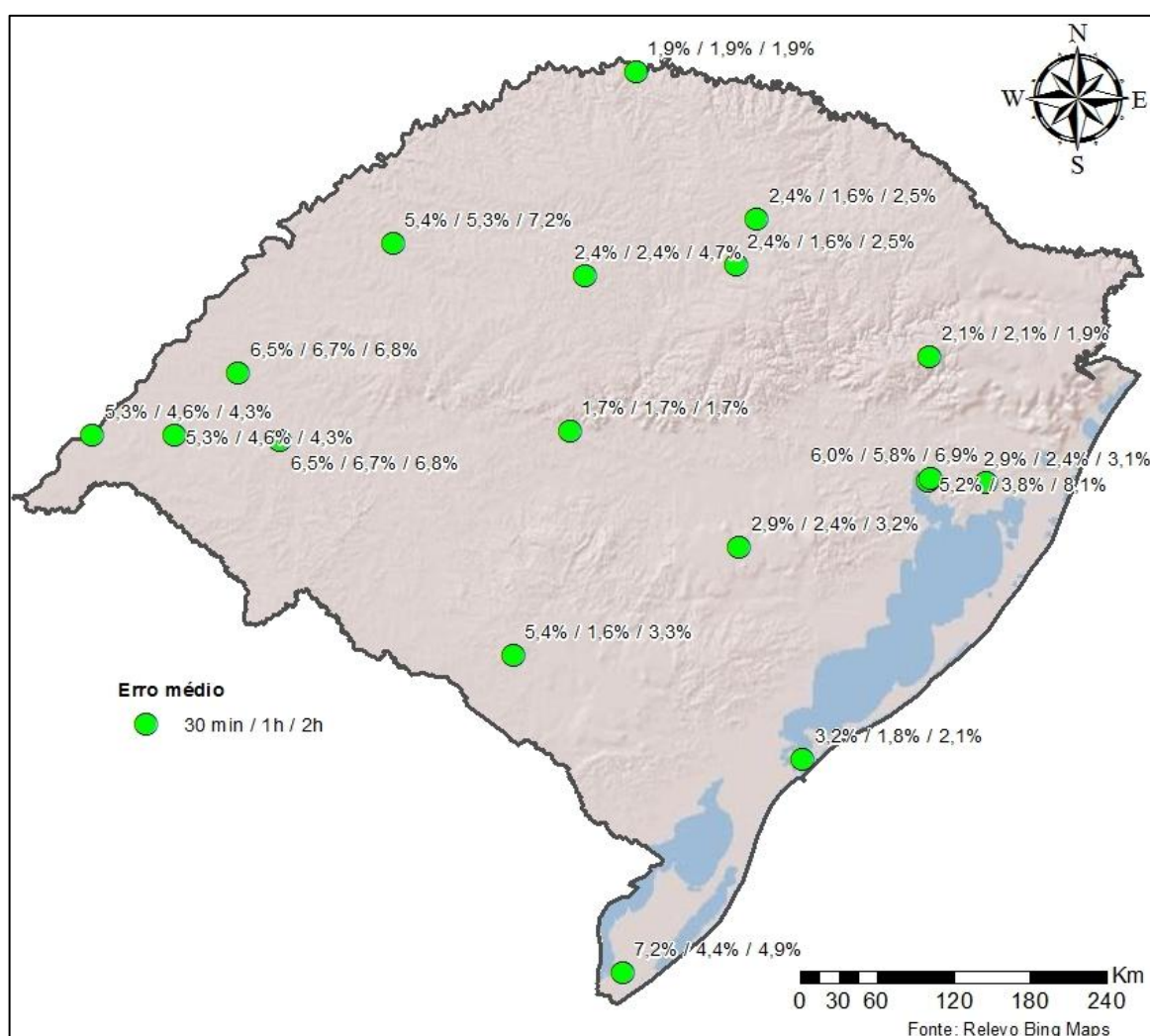


Figura 23: Variação média na comparação de Bell (1969) com a IDF para durações de até 2 horas.  
Fonte: elaboração própria

Na Figura 24 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação com duração maior que 2 horas por meio da equação de Bell (1969) quando comparada com a IDF. Observou-se as maiores variações em

Porto Alegre, Cruz Alta e Encruzilhada do Sul, os melhores resultados encontrados foram na região central e norte (Santa Maria, Irai, etc).

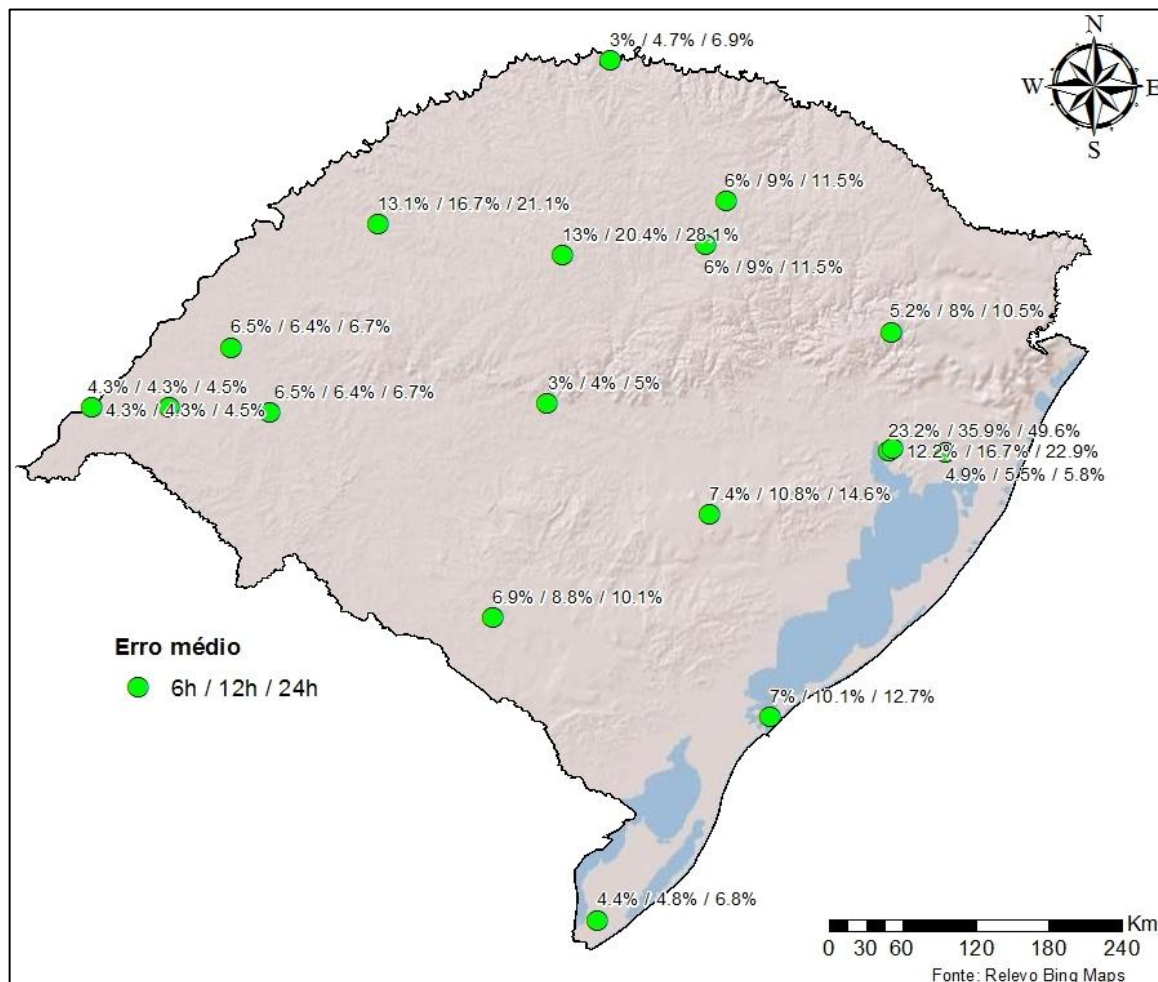


Figura 24: Variação média na comparação de Bell (1969) com a IDF para durações maiores que 2 horas. Fonte: elaboração própria

Para melhor da variação da aplicação da equação de Bell (1969) em relação a IDF local é apresentada na Tabela 12 onde pode-se observar o erro em porcentagem para todos os locais com IDF aqui estudados.

Tabela 12: Variação da equação de Bell (1969) em relação a IDF local.

<b>Cidade</b>	<b>30 minutos</b>	<b>1 hora</b>	<b>2 horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>12 horas</b>	<b>24 horas</b>
Alegrete	6.5%	6.7%	6.8%	6.5%	6.4%	6.7%
Bagé	5.4%	1.6%	3.3%	6.9%	8.8%	10.1%
Caxias do Sul	2.1%	2.1%	1.9%	5.2%	8.0%	10.5%
Cruz Alta	2.4%	2.4%	4.7%	13.0%	20.4%	28.1%
Enc. do Sul	2.9%	2.4%	3.2%	7.4%	10.8%	14.6%
Iraí	1.9%	1.9%	1.9%	3.0%	4.7%	6.9%
P. M. Pinto	6.5%	6.7%	6.8%	6.5%	6.4%	6.7%
Passo Fundo	2.4%	1.6%	2.5%	6.0%	9.0%	11.5%
Plano Alto	5.3%	4.6%	4.3%	4.3%	4.3%	4.5%
Porto Alegre - 8ª DISME	5.2%	3.8%	8.1%	23.2%	35.9%	49.6%
Porto Alegre - Aeroporto	6.0%	5.8%	6.9%	12.2%	16.7%	22.9%
Rio Grande	3.2%	1.8%	2.1%	7.0%	10.1%	12.7%
S. L. Gonzaga	5.4%	5.3%	7.2%	13.1%	16.7%	21.1%
Sta. Maria	1.7%	1.7%	1.7%	3.0%	4.0%	5.0%
Sta. V. do Palmar	7.2%	4.4%	4.9%	4.4%	4.8%	6.8%
U. Ernestina	2.4%	1.6%	2.5%	6.0%	9.0%	11.5%
Uruguaiana	5.3%	4.6%	4.3%	4.3%	4.3%	4.5%
Viamão	2.9%	2.4%	3.1%	4.9%	5.5%	5.8%

#### 4.1.1.2 Precipitação máxima com 1 hora e TR 10 anos obtida por meio da relação entre durações

Com o propósito de verificar e determinar a validade da equação de Bell (1969), comparou-se também com os resultados obtidos a partir dos dados pluviométricos, os quais foram desagregados através das relações entre durações (Anexo A), apresentadas por Beltrame et al (1991).

Onde há o conhecimento das IDF's, realizou-se a comparação dos resultados obtidos com as relações entre durações e também com os das IDF's, conforme locais no Tabela 7, para as precipitações com durações de 10, 15, 20, 30 e 45 minutos e 1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas e com os seguintes tempos de retorno 2, 5, 10, 15, 20 e 30 anos.

Para o município de Alegrete (Figura 25) apresentou bons resultados para durações inferiores a 2 horas e para os TR superiores a 2 anos, ao compará-los aos valores da IDF. Bem como, ao analisar o comportamento da equação com os valores das relações entre durações, conclui-se que apresentou melhor precisão

para todos os tempos de retorno, porém, houve um erro considerável em todos os TR para a duração de 6 horas (360 min).

Assim, observou-se nos locais onde se tem o conhecimento da IDF, a equação de Bell (1969) apresentou resultados satisfatórios em praticamente todos os locais, quando obtida a  $P_{60}^{10}$  pelas equações. Porém ao analisar os resultados obtidos pela relação entre durações para os mesmos locais com IDF observou-se de maneira geral maiores variações na precipitação estimada. Outro fato observado foi que a precipitação determinada pela relação entre durações diferencia bastante dos valores obtidos pelas equações IDF's.

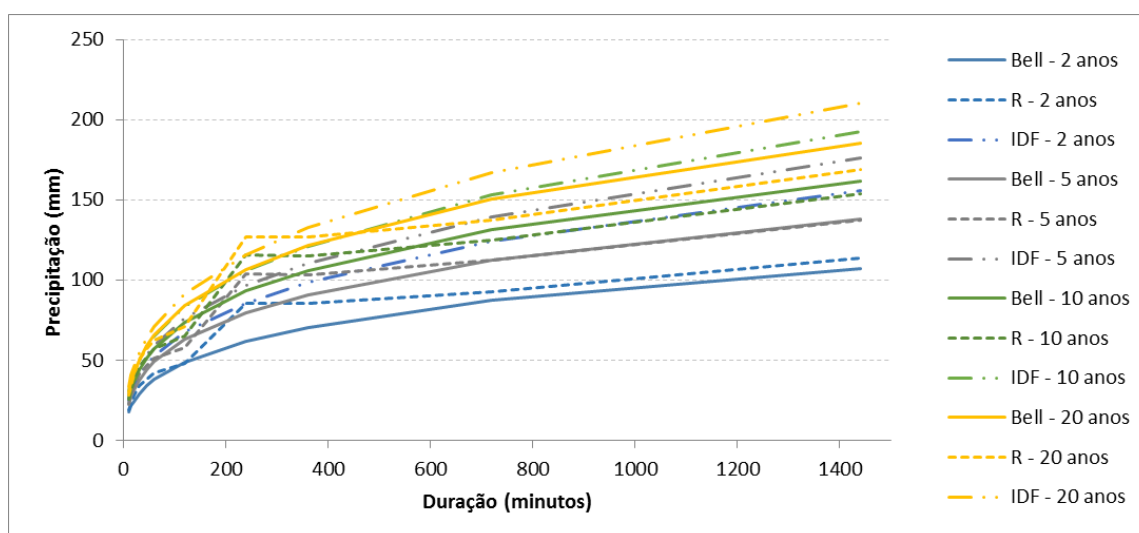


Figura 25: Comparação entre a equação de Bell (1969), com a IDF e a relação entre durações para Alegrete (P obtida pela relação)

Os demais resultados para os postos que possuem IDF e o conhecimento das relações entre durações são apresentados no Apêndice B.

Nas relações entre durações médias, apresentadas por Beltrame et al (1991) observou-se uma inconsistência na estimativa de algumas precipitações. Isto segundo Beltrame et al (1991) pode ter ocorrido devido ao preenchimento de falhas realizada através de componente aleatória, tendo como coeficiente de correlação mínimo de 0,60. Portanto, a qualidade das relações entre durações quando comparada com a IDF local não apresentou valores confiáveis.

São apresentados os resultados de forma detalhada para alguns municípios, são eles: Barra do Quaraí, Vacaria, São Gabriel e Guaíba Country Club. Os resultados para os demais locais com relação entre durações conhecidas são apresentados no Apêndice C.

Para o município de Barra do Quaraí (Figura 26) que a equação apresentou bons resultados para durações de até 1 hora, para todos os TR selecionados. Porém, em nenhum momento houve bons resultados para as durações superiores. As maiores diferenças apresentadas foram de 26,5% na lâmina de 6 horas, onde apresentou uma subestimativa, e de 10,5% de superestimativa na  $P^{20}_{24h}$ .

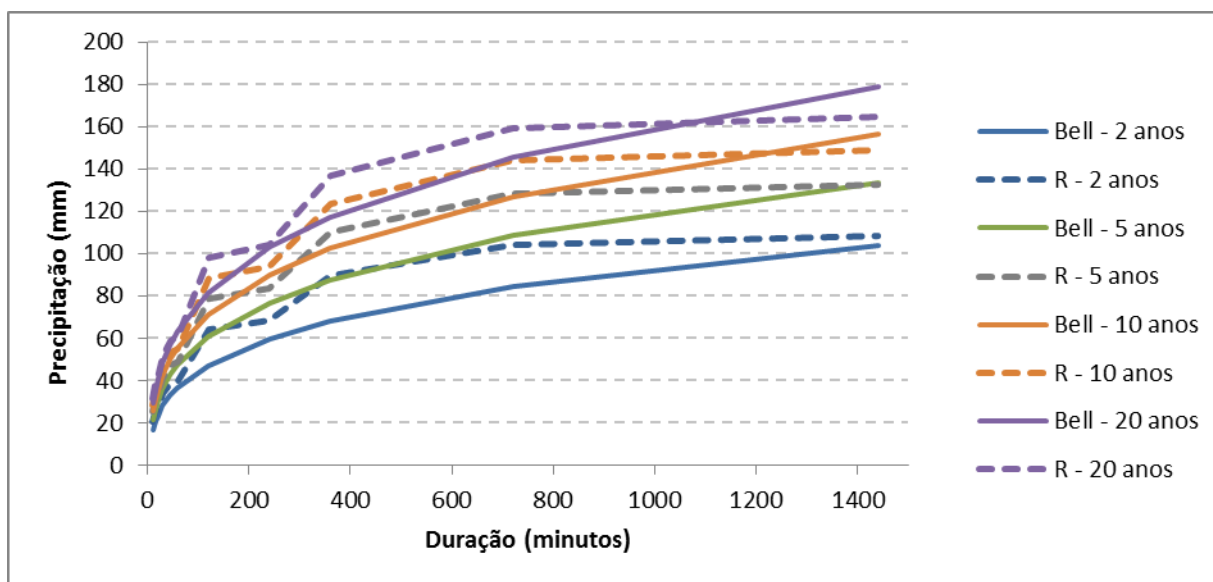


Figura 26: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para Barra do Quaraí (P obtida pela relação)

No município de Vacaria (Figura 27), para as durações de até 1 hora a equação apresentou bons resultados, para todos os TR selecionados. Contudo, houveram resultados insatisfatórios para as durações superiores. Ocorreu uma superestimativa de 43,3% para o TR de 20 anos e duração de 24 horas.

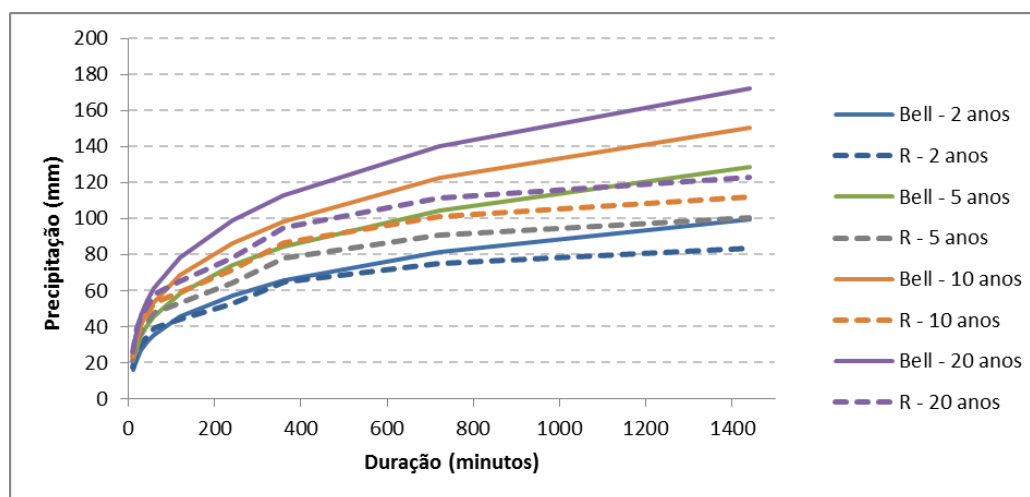


Figura 27: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para Vacaria (P obtida pela relação)



Para o município de São Gabriel (Figura 28) ocorreram bons resultados para durações de até 2 horas, para todos os TR e um bom ajuste para os TR de 10 e 20 anos. Já para a estação do Guaíba Country Club (Figura 29) apresentou apenas resultados satisfatórios para as precipitações com até 2 horas de duração.

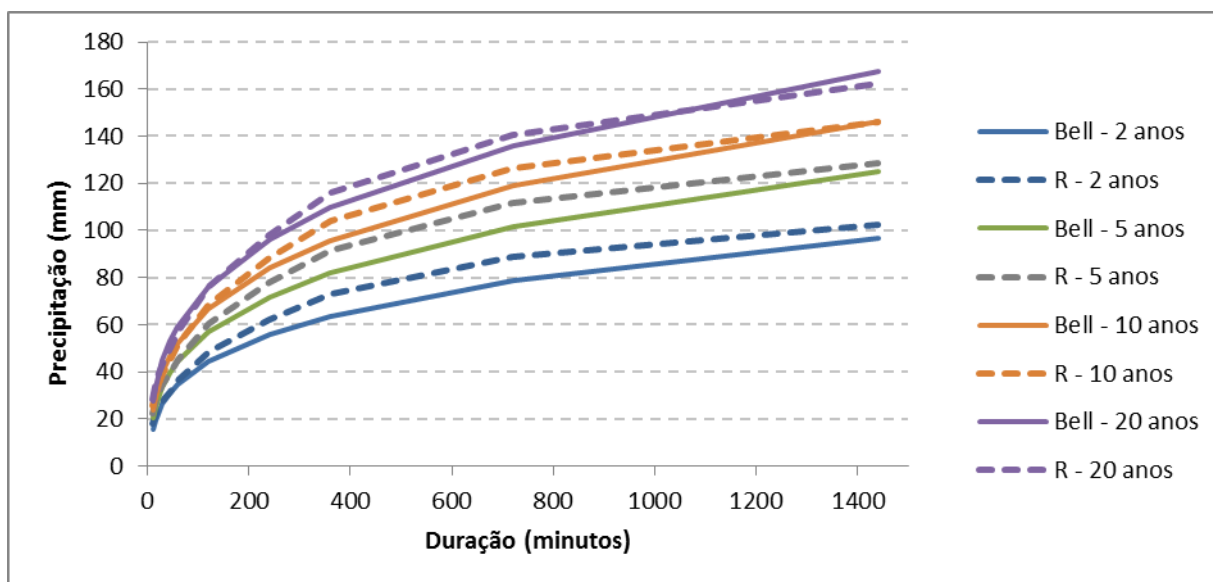


Figura 28: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para São Gabriel (P obtida pela relação)

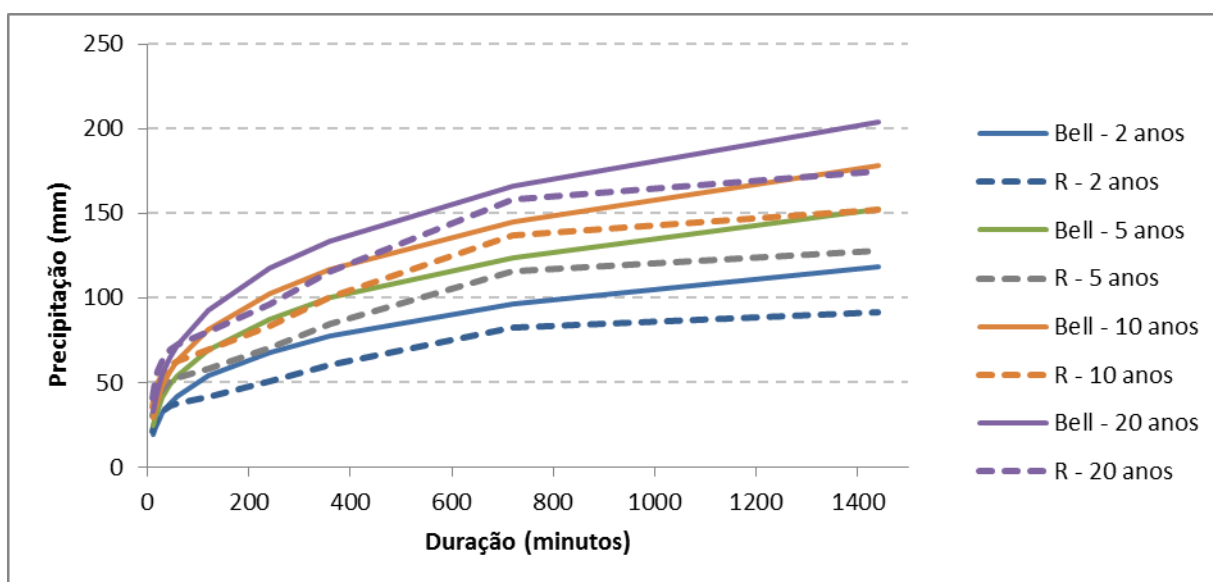


Figura 29: Comparação entre a equação de Bell (1969) e a Relação para o Guaíba Country Club (P obtida pela relação)

As variações (Tabela 13) para durações de 1 hora, apresentam o comportamento da equação em relação ao TR para Alegrete, onde é possível

observar que as melhores estimativas foram para TR de 5 anos ou superior e para curta durações.

Na Tabela 14 são apresentadas as variações máximas obtidas para o TR de 10 anos para Alegrete. Observa-se na tabela pequenos erros de estimativa, este comportamento foi encontrado na maioria dos locais, porém, observou-se que em alguns locais ocorreram erros maiores ao estimar a precipitação de 2 e 4 horas de duração.

Tabela 13: Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Bell (1969) com a relação entre durações para Alegrete

Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38.07	42.24	4.17	9.87%
5	60	49.07	51.14	2.06	4.03%
10	60	57.40	57.03	-0.37	-0.65%
15	60	62.27	60.36	-1.91	-3.17%
20	60	65.73	62.68	-3.04	-4.86%
30	60	70.60	65.93	-4.66	-7.07%

Tabela 14: Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Bell (1969) com as relações entre durações para Alegrete

Bell relação / relação					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26.34	25.74	-0.61	-2.36%
10	15	32.21	30.43	-1.77	-5.82%
10	20	36.74	37.92	1.18	3.10%
10	30	43.71	45.91	2.20	4.79%
10	45	51.43	51.82	0.39	0.76%
10	60	57.40	57.03	-0.37	-0.65%
10	120	73.67	64.85	-8.82	-13.60%
10	240	93.03	115.60	22.57	19.52%
10	360	106.01	115.13	9.12	7.92%
10	720	131.48	125.09	-6.39	-5.11%
10	1440	161.77	153.50	-8.27	-5.39%

Na Figura 30 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação de curta duração (até 2 horas) por meio da equação de Bell (1969) quando comparada com os valores obtidos pelas relações entre durações. Observou-se as maiores variações na região Sudoeste (Alegrete, São

Francisco de Assis, Barra do Quaraí, entre outros) e para São Francisco de Paula e o Guaíba Country Club, a qual, observou-se erros de até 19,8%. Os melhores resultados encontrados foram na região central e norte (Santa Maria, Cruz Alta, Irai, etc). Portanto, a aplicação da equação de Bell (1969) apresentou de maneira geral um pequeno erro na estimativa das precipitações com duração de 30 minutos e 1 hora, porém em alguns locais apresentou erros consideráveis na estimativa de 2 horas.

Contudo em alguns locais onde observou-se inconsistência da relação entre durações os erros foram de maior magnitude na precipitação com uma determinada duração, onde apresenta inconsistência, alterando a característica da curva altura-duração da precipitação. Por exemplo, o observado em Alegrete para duração de 6 horas em Barra do Quaraí na precipitação com 2 horas de duração, entre outros.

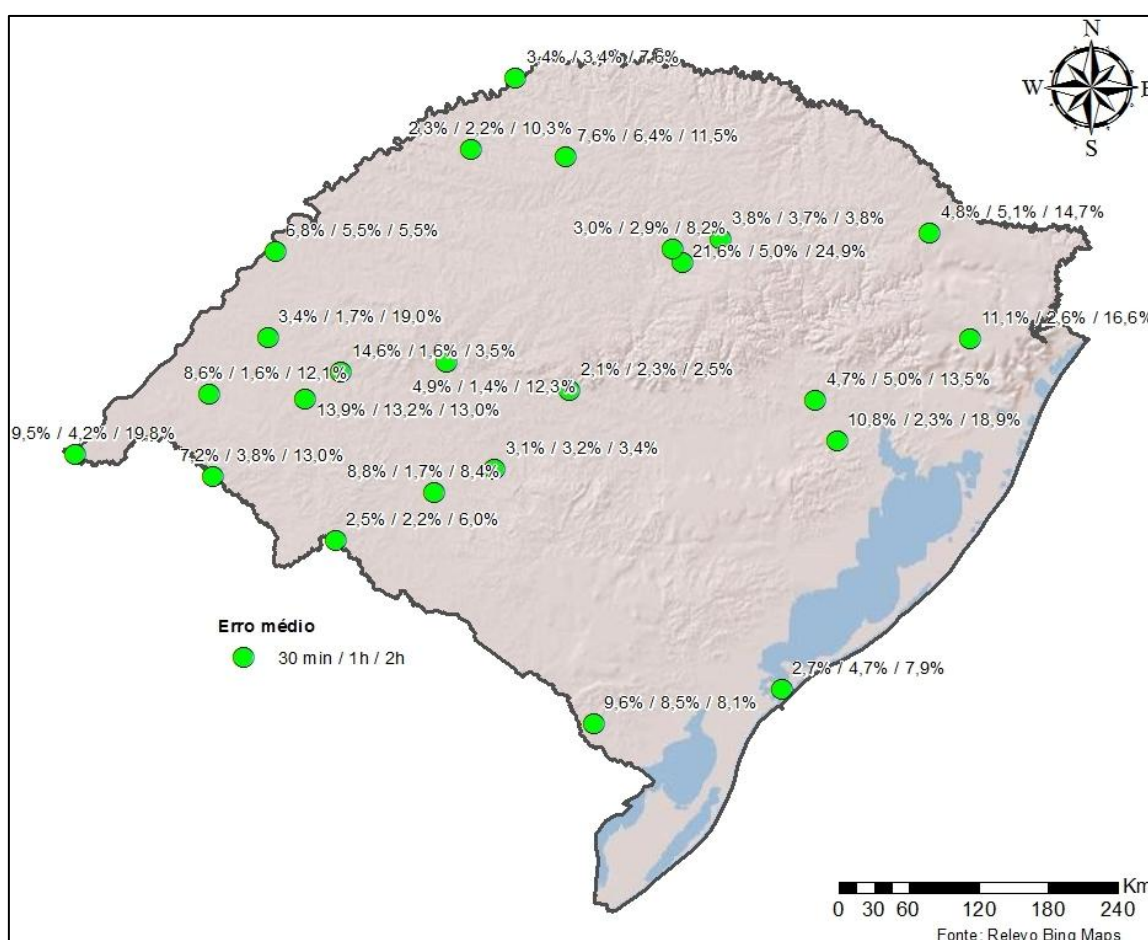


Figura 30: Variação média na comparação de Bell (1969) com a Relação entre durações para duração de até 2 horas. Fonte: elaboração própria

Na Figura 31 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação com duração superior à 2 horas por meio da equação de Bell (1969) quando comparada com os valores obtidos pelas relações entre durações. Observou-se as maiores variações na Usina Colorado, Vacaria, Taquari, São Francisco de Paula e Quarai.

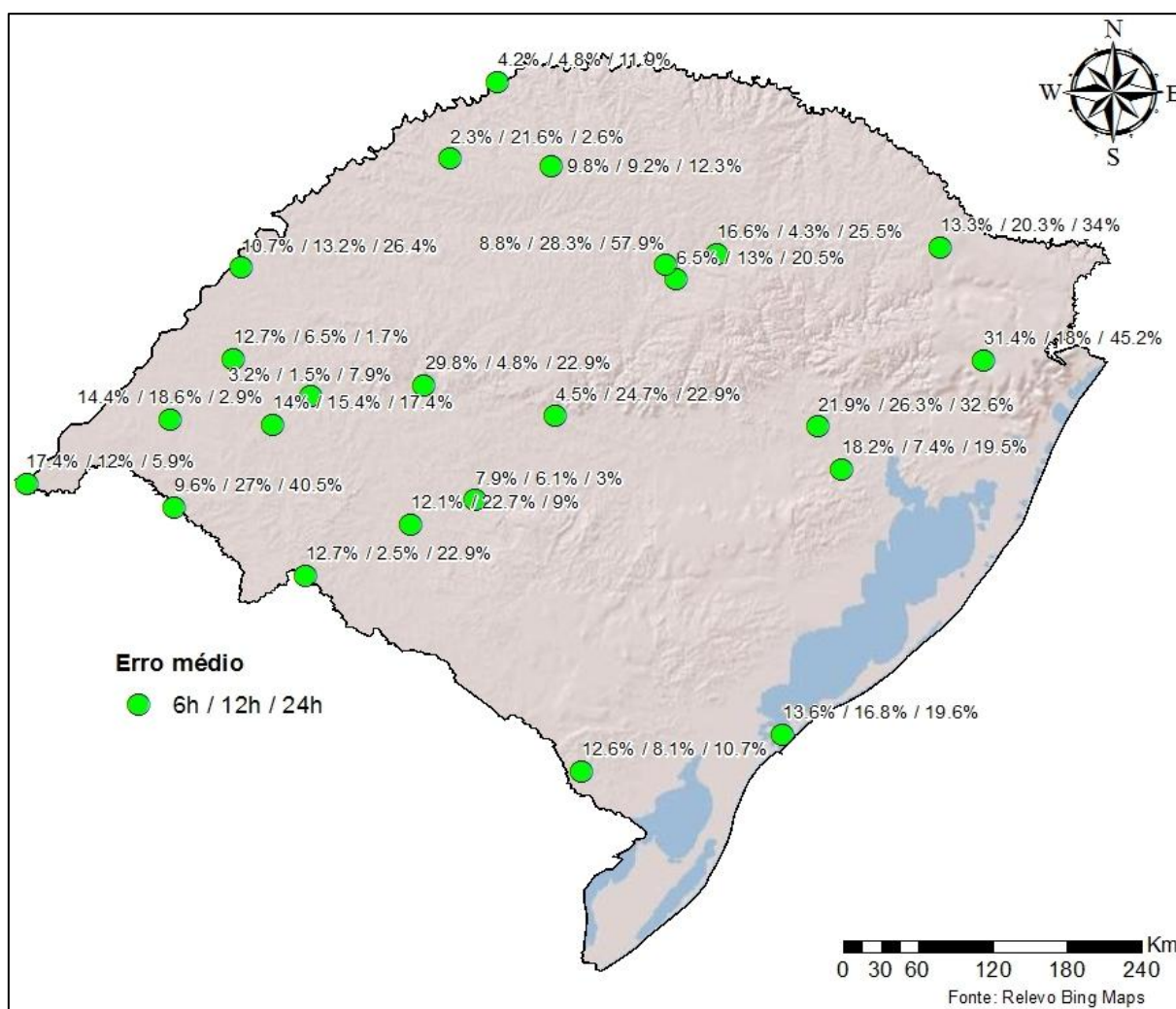


Figura 31: Variação média na comparação de Bell (1969) com a Relação entre durações para duração maior do que 2 horas. Fonte: elaboração própria

Para melhor da variação da aplicação da equação de Bell (1969) em comparação com relação entre durações local é apresentada na Tabela 15 onde pode-se observar o erro em porcentagem para todos os locais com IDF aqui estudados.

Tabela 15: Variação da equação de Bell (1969) com a relação entre durações.

<b>Cidade</b>	<b>30 minutos</b>	<b>1 hora</b>	<b>2 horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>12 horas</b>	<b>24 horas</b>
Alegrete	13.9%	13.2%	13.0%	14.0%	15.4%	17.4%
Barra do Quaraí	9.5%	4.2%	19.8%	17.4%	12.0%	5.9%
Espumoso	21.6%	5.0%	24.9%	6.5%	13.0%	20.5%
G. C. Club	10.8%	2.3%	18.9%	18.2%	7.4%	19.5%
Jaguarão	9.6%	8.5%	8.1%	12.6%	8.1%	10.7%
Jaguari	4.9%	1.4%	12.3%	29.8%	4.8%	22.9%
P. M. Pinto	3.4%	1.7%	19.0%	12.7%	6.5%	1.7%
Plano Alto	8.6%	1.6%	12.1%	14.4%	18.6%	2.9%
Quaraí	7.2%	3.8%	13.0%	9.6%	27.0%	40.5%
Rio Grande	2.7%	4.7%	7.9%	13.6%	16.8%	19.6%
Rosário do Sul	8.8%	1.7%	8.4%	12.1%	22.7%	9.0%
S. do Livramento	2.5%	2.2%	6.0%	12.7%	2.5%	22.9%
S. F. de Assis	14.6%	1.6%	3.5%	3.2%	1.5%	7.9%
S. F. de Paula	11.1%	2.6%	16.6%	31.4%	18.0%	45.2%
Sta. Maria	2.1%	2.3%	2.5%	4.5%	24.7%	22.9%
Sta. Rosa	2.3%	2.2%	10.3%	2.3%	21.6%	2.6%
Sto. Augusto	7.6%	6.4%	11.5%	9.8%	9.2%	12.3%
S. Borja	6.8%	5.5%	5.5%	10.7%	13.2%	26.4%
S. Gabriel	3.1%	3.2%	3.4%	7.9%	6.1%	3.0%
Taquari	4.7%	5.0%	13.5%	21.9%	26.3%	32.6%
Três Passos	3.4%	3.4%	7.6%	4.2%	4.8%	11.9%
U. Colorado	3.0%	2.9%	8.2%	8.8%	28.3%	57.9%
U. Ernestina	3.8%	3.7%	3.8%	16.6%	4.3%	25.5%
Vacaria	4.8%	5.1%	14.7%	13.3%	20.3%	34.0%

#### 4.1.2 Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas IDF's e relações entre durações

##### 4.1.2.1 Precipitação máxima com 1 hora e TR 10 anos obtida por meio da IDF

Como já mencionado, neste item é realizada a comparação das chuvas intensas obtidas a partir da IDF local com aquelas obtidas da aplicação de Chen (1983). Neste caso específico, as chuvas de entrada na equação de Chen (1983) ( $P_1^{10}$ ,  $P_{24}^{10}$  e  $P_1^{100}$ ) são determinadas a partir das informações da própria IDF. Conforme já explicado na metodologia, a comparação foi realizada para todos os locais apresentados no Tabela 7, e para precipitações com durações de 10, 15, 20,

30 e 45 minutos e 1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas com os seguintes tempos de retorno 2, 5, 10, 15, 20 e 30 anos.

São apresentados os resultados de forma detalhada para alguns municípios, são eles: Alegrete, Bagé, Caxias do Sul, Iraí, Uruguaiana e Porto Alegre, uma vez que estes locais estão distribuídos em todas as regiões do Estado, permitindo que todas as regiões fossem analisadas. Os resultados para os demais locais com IDF's conhecidas são apresentados no Apêndice D.

Para o município de Alegrete (Figura 32), os resultados obtidos pela equação são satisfatórios para todos os TR analisados e para todas as durações inferiores a 2 horas. Já para os TR maiores que 5 anos apresentou resultados satisfatórios para todas as durações. Observou-se um erro máximo de subestimativa de 15% (3,7 mm) na  $P^2_{10m}$ , e uma superestimativa de 7,2% (15,1 mm) na  $P^{20}_{24h}$ , sendo o erro na estimativa para o TR de 10 anos em média de 3%.

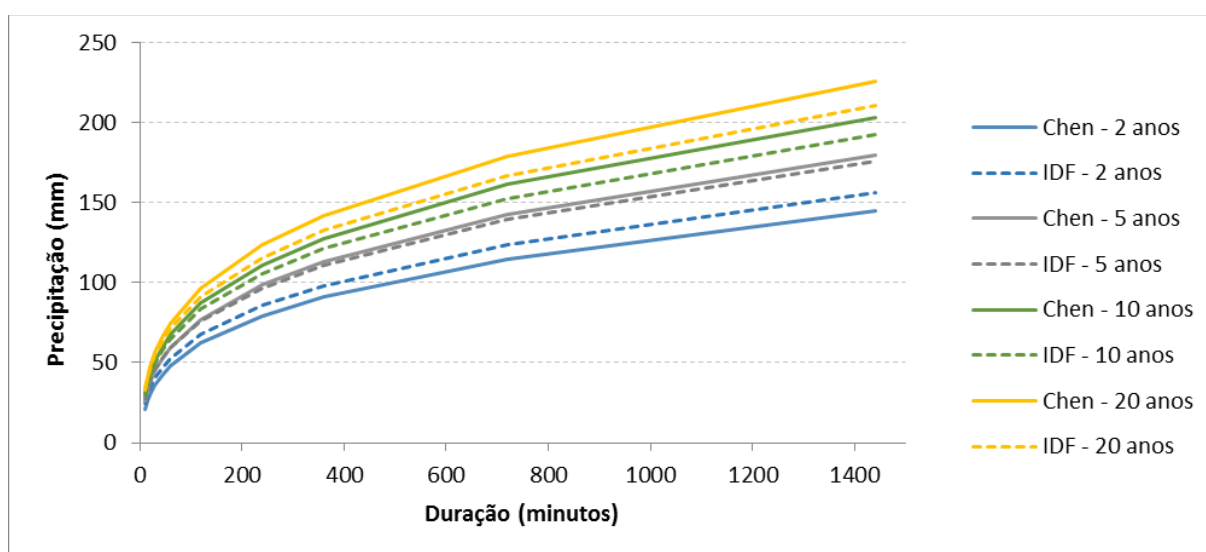


Figura 32: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Alegrete (P obtidas pela IDF)

Para o município de Bagé (Figura 33), a equação geral não apresentou boa adequação para precipitações com TR de até 2 anos, porém, para TR igual a 5 anos ou superior obteve-se resultados semelhantes para todas as precipitações. Constatou-se um erro máximo de subestimativa de 39,6% (7,8 mm) na  $P^2_{10m}$ , e uma superestimativa de 7% (9 mm) na  $P^{20}_{24h}$ , sendo o erro na estimativa para o TR de 10 anos em média de 4%.

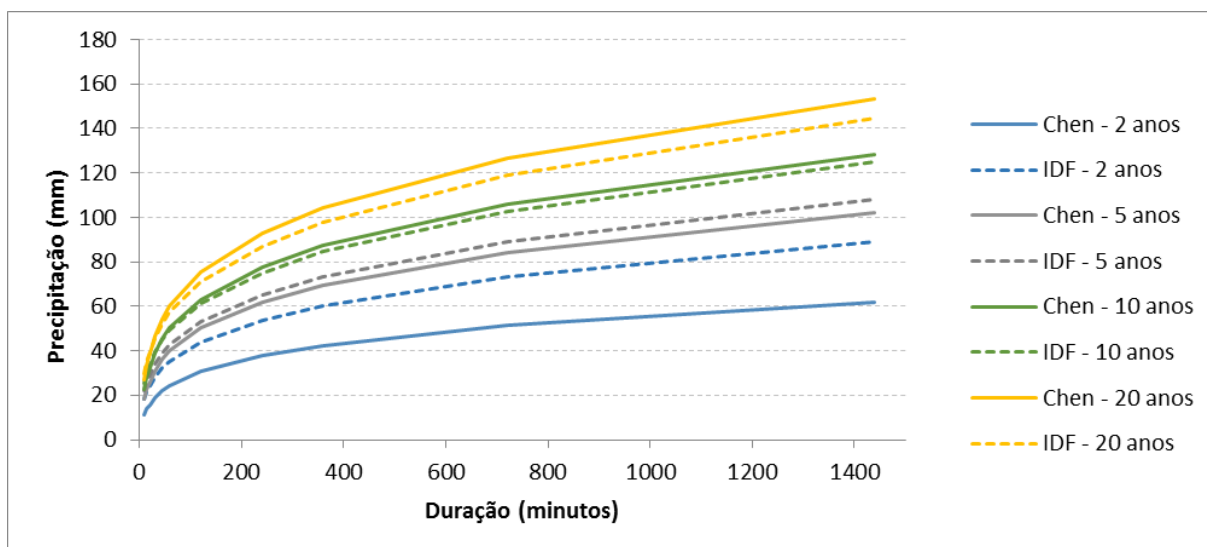


Figura 33: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Bagé (P obtidas pela IDF)

Para o município de Caxias do Sul (Figura 34), a equação geral não se adequou de maneira satisfatória para as precipitações com TR de 2 anos, entretanto, para TR igual a 5 anos ou superior obteve-se resultados semelhantes para todas as precipitações. Observou-se um erro máximo de subestimativa de 42,6% (19.4 mm) na  $P^2_{2h}$ , e uma superestimativa de 9,6% (3,3 mm) na  $P^{20}_{10m}$ , sendo o erro na estimativa para o TR de 10 anos em média de 2,2%.

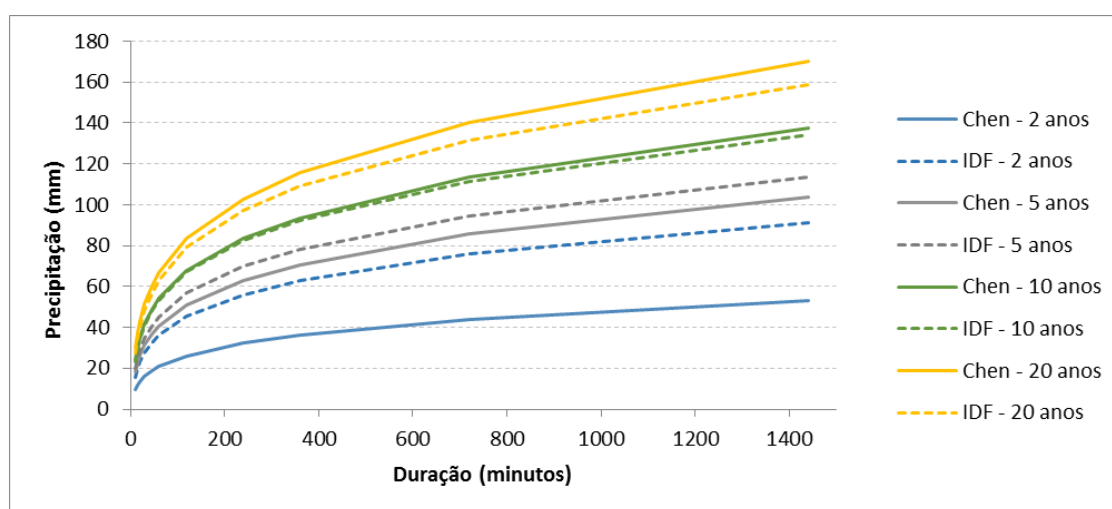


Figura 34: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Caxias do Sul (P obtidas pela IDF)

O município de Iraí (Figura 35), apresentou comportamento insatisfatório para as precipitações com TR de 2 anos, porém, para TR igual a 5 anos ou superior obteve-se resultados semelhantes para todas as precipitações. Apurou-se um erro

máximo de subestimativa de 32% (6,3 mm) na  $P_{2h}^2$ , e uma superestimativa de 2,5% (5 mm) na  $P_{10m}^{20}$ , sendo o erro na estimativa para o TR de 10 anos em média de 1,8%.

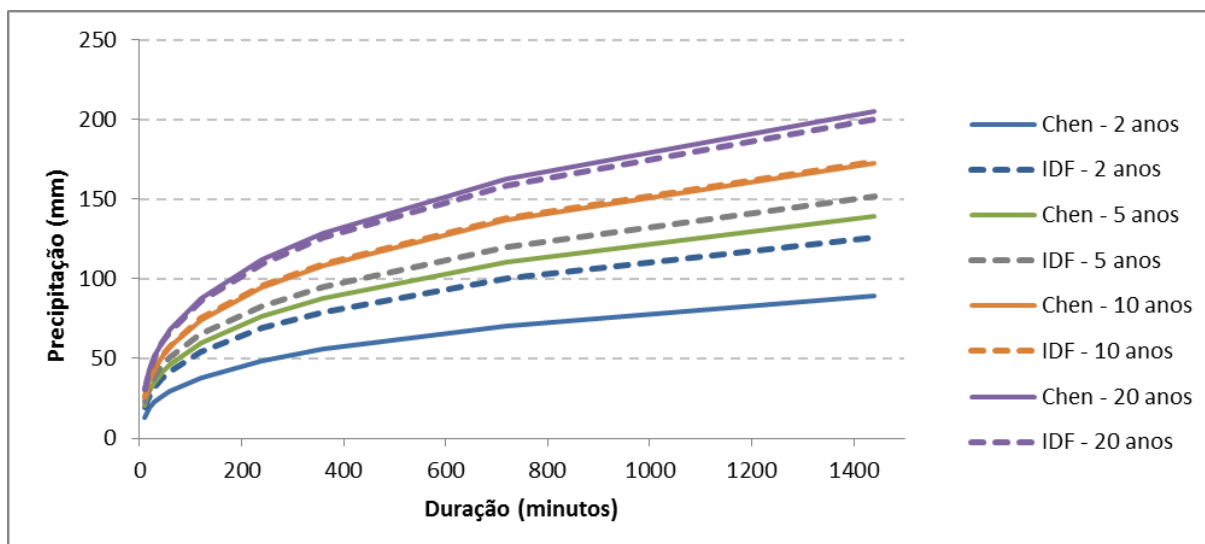


Figura 35: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Iraí (P obtidas pela IDF)

Para o município de Uruguaiana (Figura 36), a equação geral apresentou resultados insatisfatórios para as precipitações com TR de 2 anos, entretanto, para TR igual a 5 anos ou superior obteve-se resultados semelhantes para todas as precipitações. Observou-se um erro máximo de subestimativa de 20,7% (27 mm) na  $P_{2h}^2$ , e uma superestimativa de 8,3% (2,2 mm) na  $P_{10m}^{20}$ , sendo o erro em média na estimativa para o TR de 10 anos de 3%.



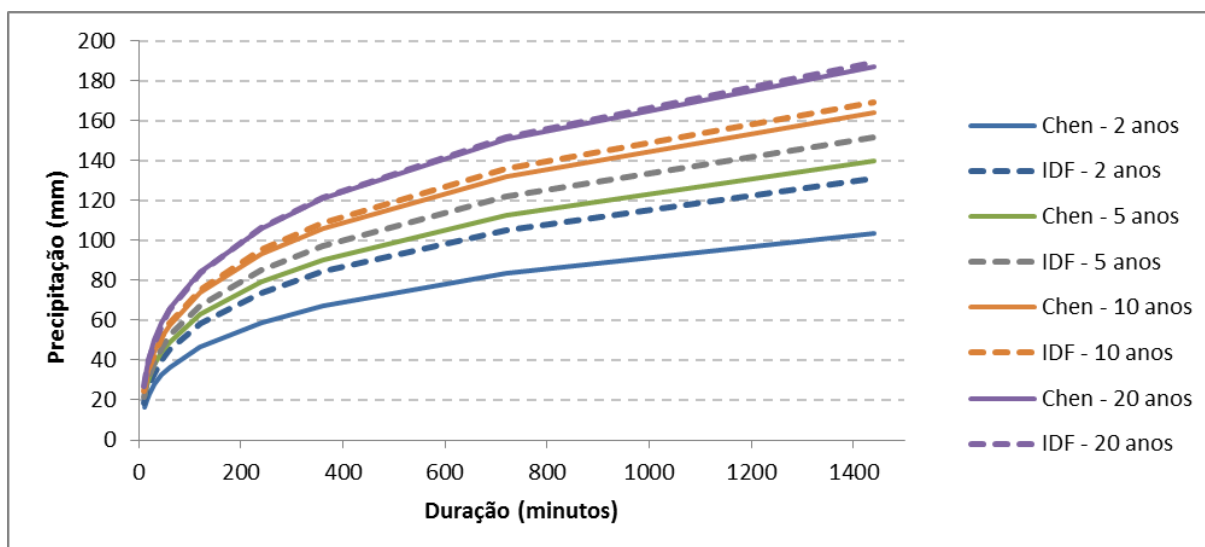


Figura 36: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Uruguaiana (P obtidas pela IDF)

Para o município de Porto Alegre com a IDF do 8º DISME (Figura 37), a equação geral não se adequou de maneira satisfatória em nenhuma precipitação. Constatou-se um erro máximo de subestimativa de 24,5% (6,3 mm) na  $P_{20m}^2$ , e uma superestimativa de 34,2% (33,5 mm) na  $P_{10m}^{20}$ , sendo que o erro na estimativa para o TR de 10 anos apresentou grandes variações.

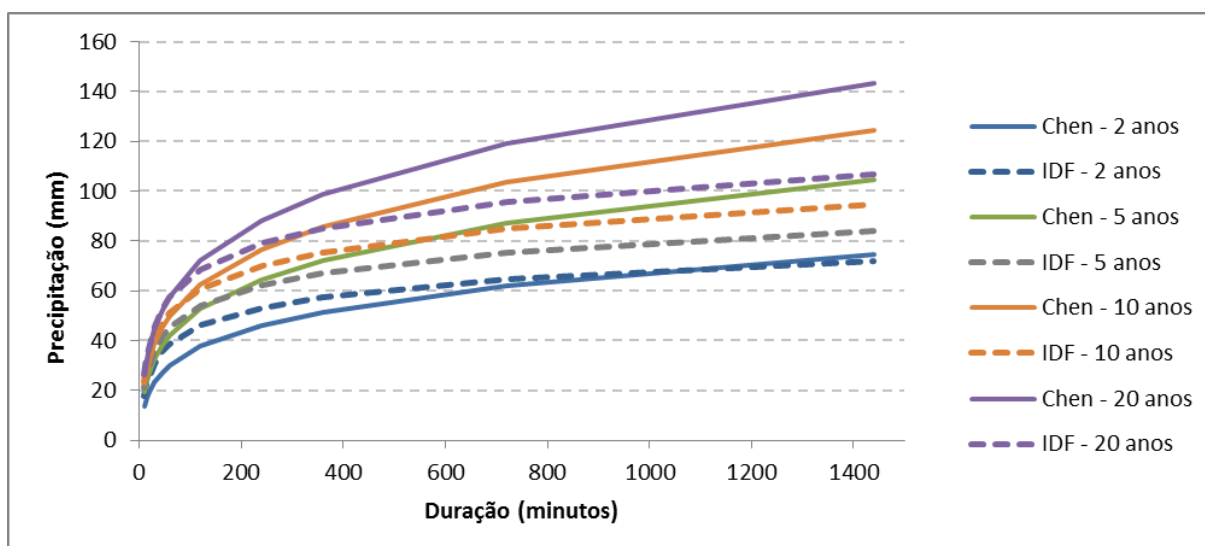


Figura 37: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Porto Alegre (8º DISME) (P obtidas pela IDF)

Para o município de Porto Alegre com a IDF do aeroporto (Figura 38), a equação geral não se adequou de maneira satisfatória nas precipitações com TR de 2 anos, e de maneira satisfatória para TR superiores a 5 anos. Constatou-se um erro

máximo de subestimativa de 15,7% (7,6 mm) na  $P_{4h}^2$ , e uma superestimativa de 13,3% (2,5 mm) na  $P_{10m}^{20}$ , sendo que o erro em média na estimativa para o TR de 10 anos foi de 2,4%.

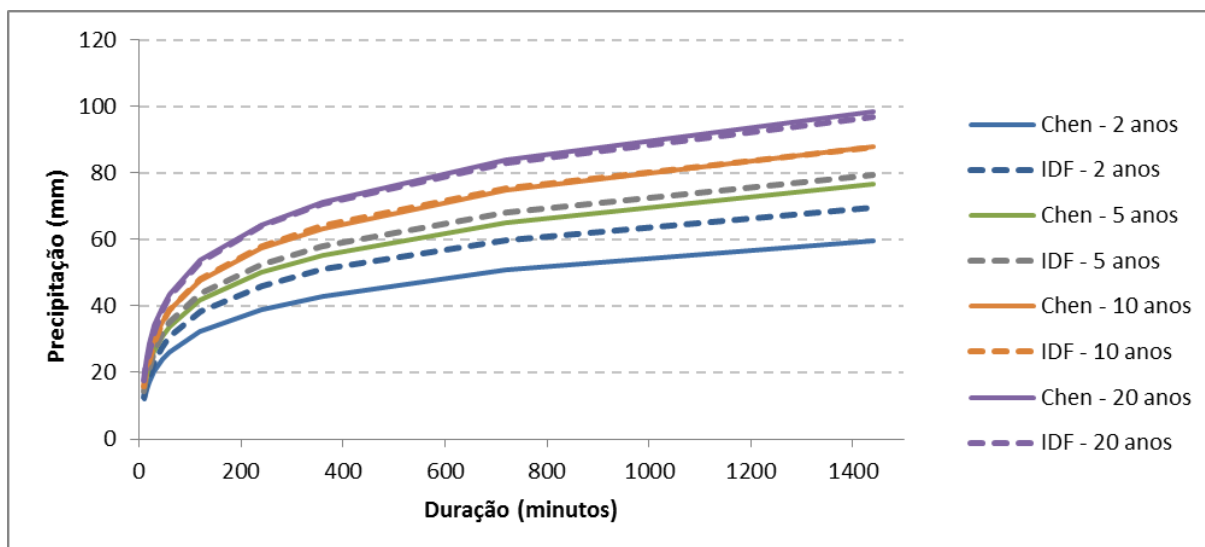


Figura 38: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a IDF para Porto Alegre (Aeroporto) (P obtidas pela IDF)

As variações (Tabela 16) para durações de 1 hora apresentam o comportamento da equação em relação ao TR para Alegrete, onde é possível observar que as melhores estimativas foram apresentadas para TR de 5 anos ou superior para curta durações.

No Tabela 17 são apresentadas as variações máximas obtidas para o TR de 10 anos para Alegrete, pois o mesmo é utilizado no dimensionamento de redes de micro e de macrodrenagem. Observa-se na tabela pequenos erros de estimativa, constata-se este comportamento na maioria dos locais, porém, as maiores diferenças foram nas precipitações com TR de 2 anos.

Tabela 16: Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Chen (1983) com a IDF para Alegrete

Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47.98	52.72	4.74	8.98%
5	60	59.64	59.38	-0.26	-0.44%
10	60	67.37	64.98	-2.38	-3.67%
15	60	71.72	68.50	-3.22	-4.70%
20	60	74.78	71.11	-3.66	-5.15%
30	60	79.04	74.96	-4.08	-5.44%

Tabela 17: Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Chen (1983) com a IDF para Alegrete

CHEN / IDF					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.59	30.56	0.98	3.19%
10	15	36.76	37.12	0.36	0.97%
10	20	42.32	42.16	-0.16	-0.37%
10	30	50.82	49.87	-0.95	-1.90%
10	45	60.16	58.38	-1.78	-3.05%
10	60	67.37	64.98	-2.38	-3.67%
10	120	87.11	83.23	-3.88	-4.66%
10	240	111.10	105.63	-5.48	-5.19%
10	360	127.64	121.14	-6.50	-5.37%
10	720	161.24	152.77	-8.48	-5.55%
10	1440	203.19	192.34	-10.85	-5.64%

Na Figura 39 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação de curta duração (até 2 horas) por meio da equação de Chen (1983) quando comparada com a IDF. Observou-se variações semelhantes em praticamente todo o Estado, com exceção aos municípios de Caxias do Sul, Santa Maria, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar onde a variação chegou a valores superiores a 10%.

Portanto, os resultados obtidos de precipitação intensa por meio da equação determinada por Chen (1983), de maneira geral apresentou bons resultados para TR superiores a 5 anos para todos os locais verificados. A exceção foi o município de Porto Alegre (IDF do 8º DISME) onde não obteve-se resultados positivos para nenhum TR.

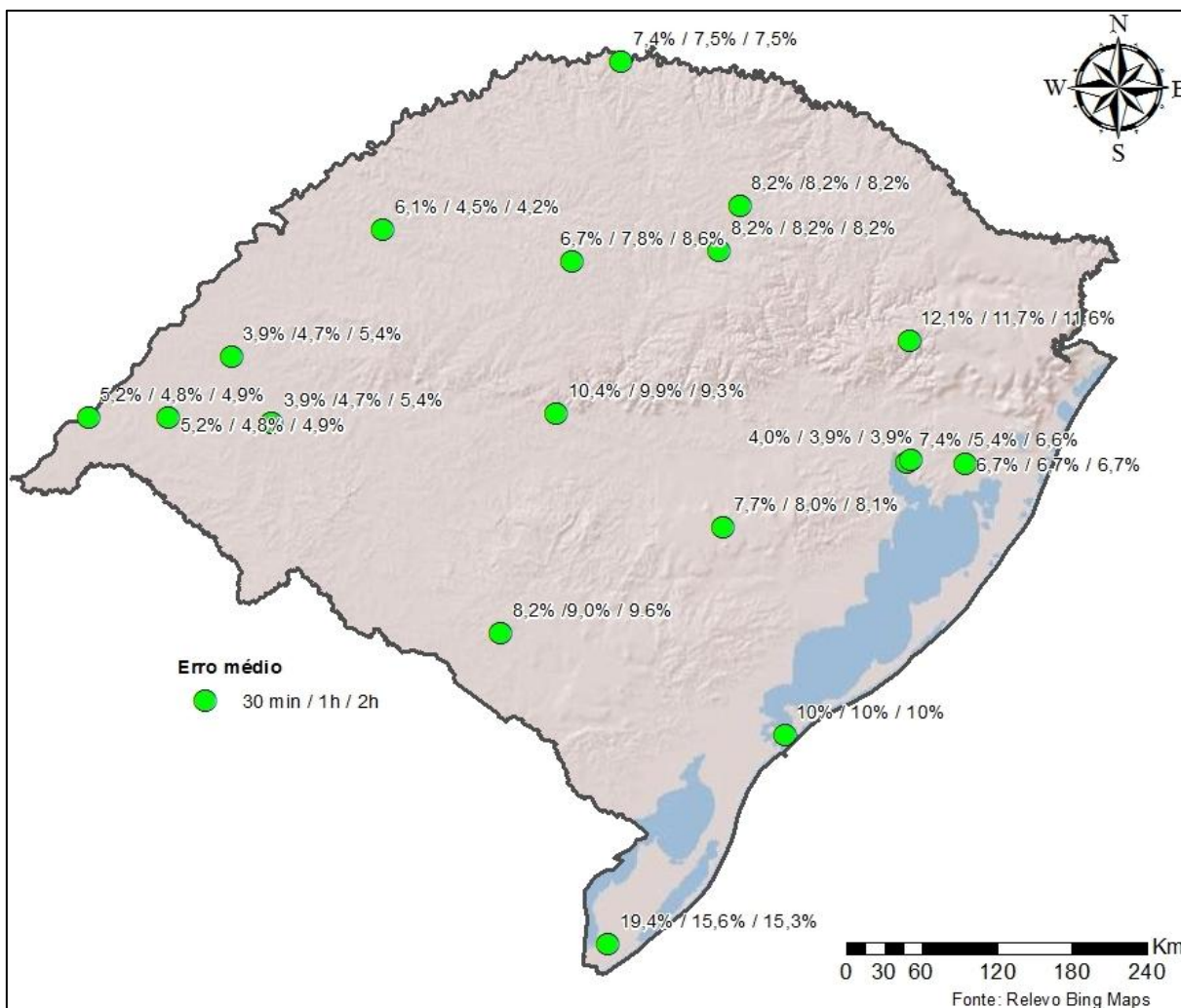


Figura 39: Variação média na comparação de Chen (1983) com a IDF. Fonte: elaboração própria

Na Figura 40 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação com duração superior à 2 horas por meio da equação de Chen (1983) quando comparada com a IDF. Observou-se variações semelhantes em praticamente todo o Estado, com exceção aos municípios de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande, Caxias do Sul e Porto Alegre (8° DISME) onde a variação chegou a valores superiores a 10%.

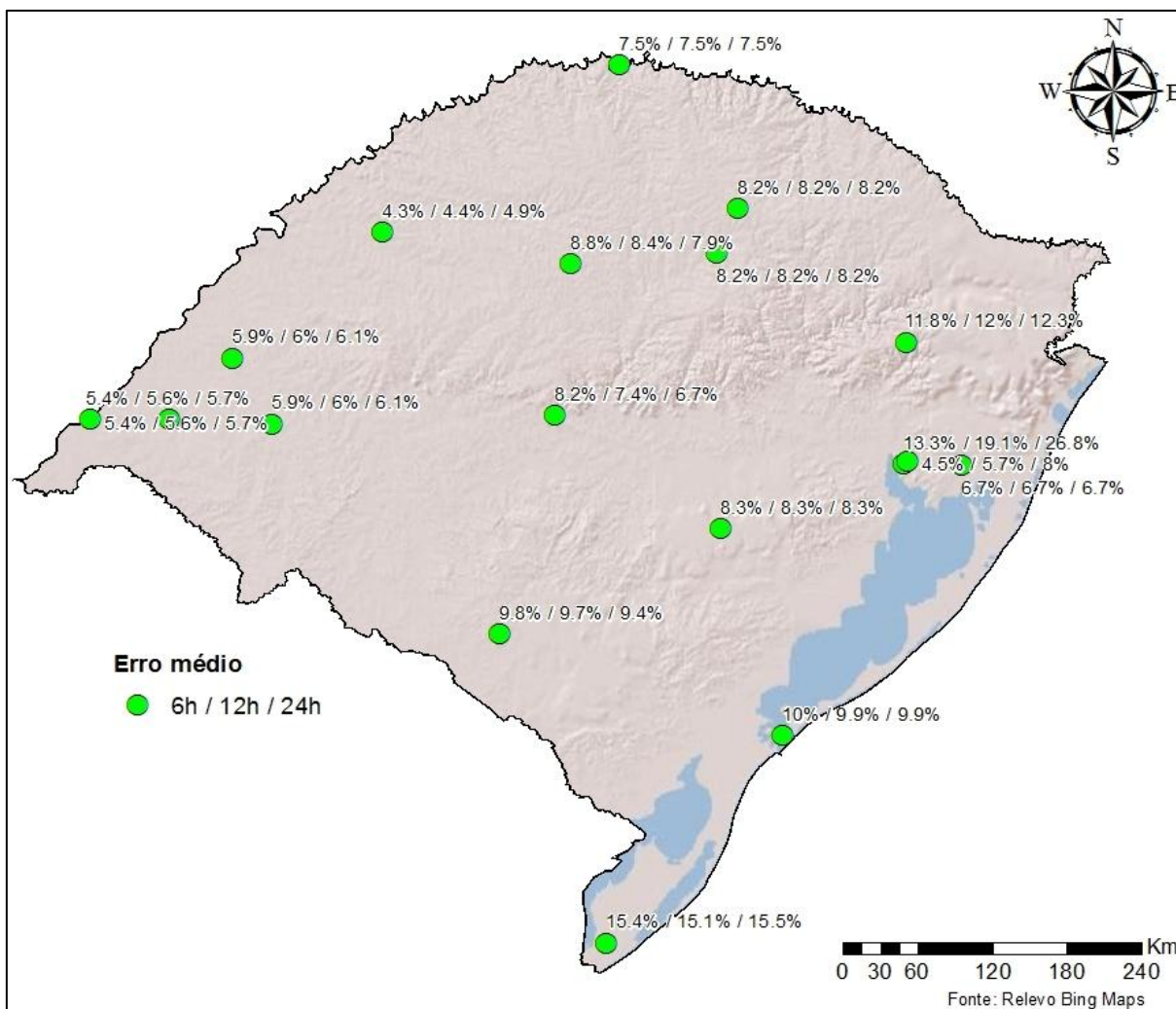


Figura 40: Variação média na comparação de Chen (1983) com a IDF para durações maiores que 2 horas. Fonte: Elaboração própria

Para melhor da variação da aplicação da equação de Chen (1983) em relação a IDF local é apresentada na Tabela 18 onde pode-se observar o erro em porcentagem para todos os locais com IDF aqui estudados.

Tabela 18: Variação da equação de Chen (1983) em relação a IDF local

<b>Cidade</b>	<b>30 minutos</b>	<b>1 hora</b>	<b>2 horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>12 horas</b>	<b>24 horas</b>
Alegrete	3.9%	4.7%	5.4%	5.9%	6.0%	6.1%
Bagé	8.2%	9.0%	9.6%	9.8%	9.7%	9.4%
Caxias do Sul	12.1%	11.7%	11.6%	11.8%	12.0%	12.3%
Cruz Alta	6.7%	7.8%	8.6%	8.8%	8.4%	7.9%
Enc. do Sul	7.7%	8.0%	8.1%	8.3%	8.3%	8.3%
Iraí	7.4%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
P. M. Pinto	3.9%	4.7%	5.4%	5.9%	6.0%	6.1%
Passo Fundo	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%
Plano Alto	5.2%	4.8%	4.9%	5.4%	5.6%	5.7%
Porto Alegre - 8ª DISME	7.4%	5.4%	6.6%	13.3%	19.1%	26.8%
Porto Alegre - Aeroporto	4.0%	3.9%	3.9%	4.5%	5.7%	8.0%
Rio Grande	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	9.9%	9.9%
S. L. Gonzaga	6.1%	4.5%	4.2%	4.3%	4.4%	4.9%
Sta. Maria	10.4%	9.9%	9.3%	8.2%	7.4%	6.7%
Sta. V. do Palmar	19.4%	15.6%	15.3%	15.4%	15.1%	15.5%
U. Ernestina	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%
Uruguaiana	5.2%	4.8%	4.9%	5.4%	5.6%	5.7%
Viamão	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%

#### 4.1.2.2 Precipitação máxima com 1 hora e TR 10 anos obtida por meio da relação entre durações

Com o propósito de verificar e determinar a validade da equação de Chen (1983), comparou-se também com os resultados obtidos a partir dos dados pluviométricos, os quais foram desagregados através das relações entre durações (Anexo A), apresentadas por Beltrame et al (1991).

Onde há o conhecimento das IDF's, realizou-se a comparação dos resultados obtidos com as relações entre durações e também com os das IDF's, conforme locais no Tabela 8, para as precipitações com durações de 10, 15, 20, 30 e 45 minutos e 1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas e com os seguintes tempos de retorno 2, 5, 10, 15, 20 e 30 anos.

Para o município de Alegrete (Figura 41) apresentou bons resultados para durações inferiores a 2 horas e para os TR superiores a 2 anos, ao compará-los aos valores da IDF. Bem como, ao analisar o comportamento da equação com os valores das relações entre durações, conclui-se que apresentou melhor precisão

para todos os tempos de retorno, porém, houve um erro considerável em todos os TR para a duração de 6 horas.

Assim, observou-se nos locais onde se tem o conhecimento da IDF, a equação de Chen (1983) apresentou resultados satisfatórios em praticamente todos os locais, quando obtida a  $P_{60}^{10}$  pelas equações. Porém ao analisar os resultados obtidos pela relação entre durações para os mesmos locais com IDF observou-se de maneira geral maiores variações na precipitação estimada. Outro fato observado foi que a precipitação determinada pela relação entre durações diferencia bastante dos valores obtidos pelas equações IDF's.

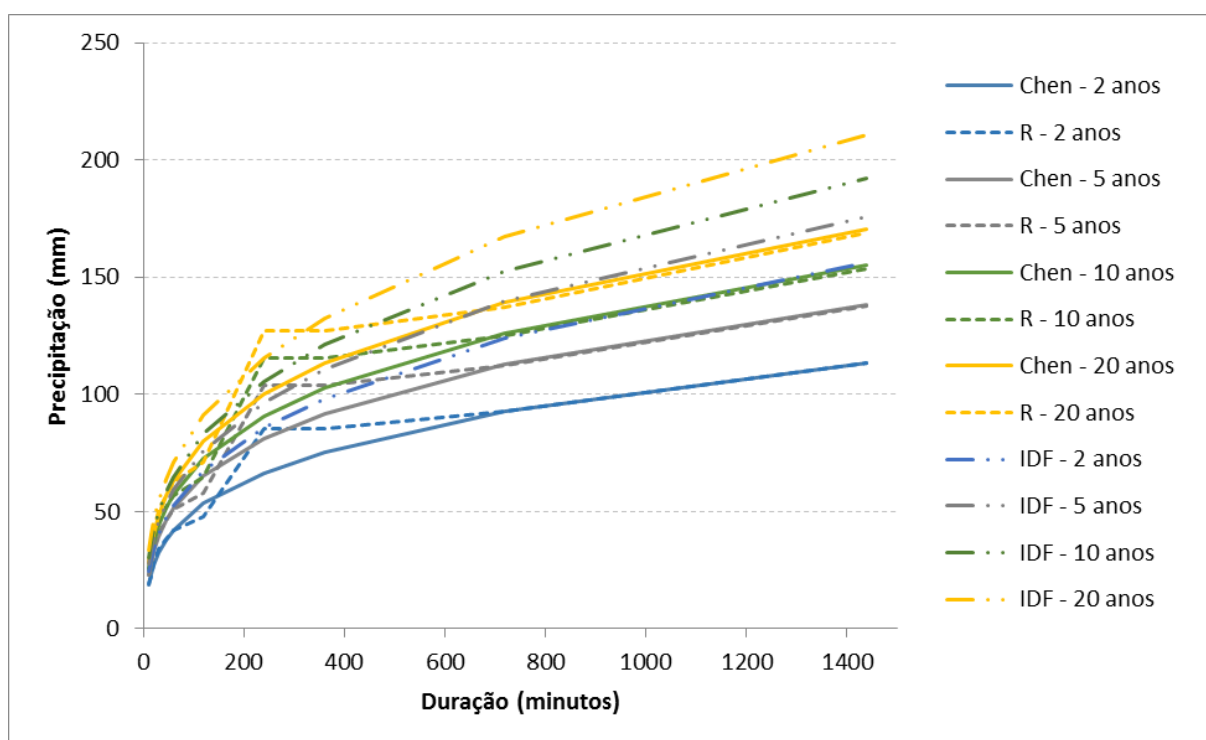


Figura 41: Comparação entre a equação de Chen (1983), com a IDF e a relação entre durações para Alegrete ( $P$  obtida pela relação)

Os resultados obtidos para todos os locais com as relações entre durações conhecidas são apresentados no Apêndice E.

São apresentados os resultados de forma detalhada para alguns municípios, são eles: Barra do Quaraí, Vacaria, São Gabriel e Guaíba Country Club. Os resultados para os demais locais com relação entre durações conhecidas são apresentados no Apêndice F.

Para o município de Barra do Quaraí (Figura 42), a equação resultou em bons resultados para durações de até 1 hora, para todos os TR selecionados. Porém, o

mesmo não foi alcançado para as durações superiores em nenhum momento. Os maiores erros observados foram de 21,7% (16 mm) para as precipitações com 2 horas de duração, e o erro médio nas precipitações de curta duração foi de 6% (4 mm).

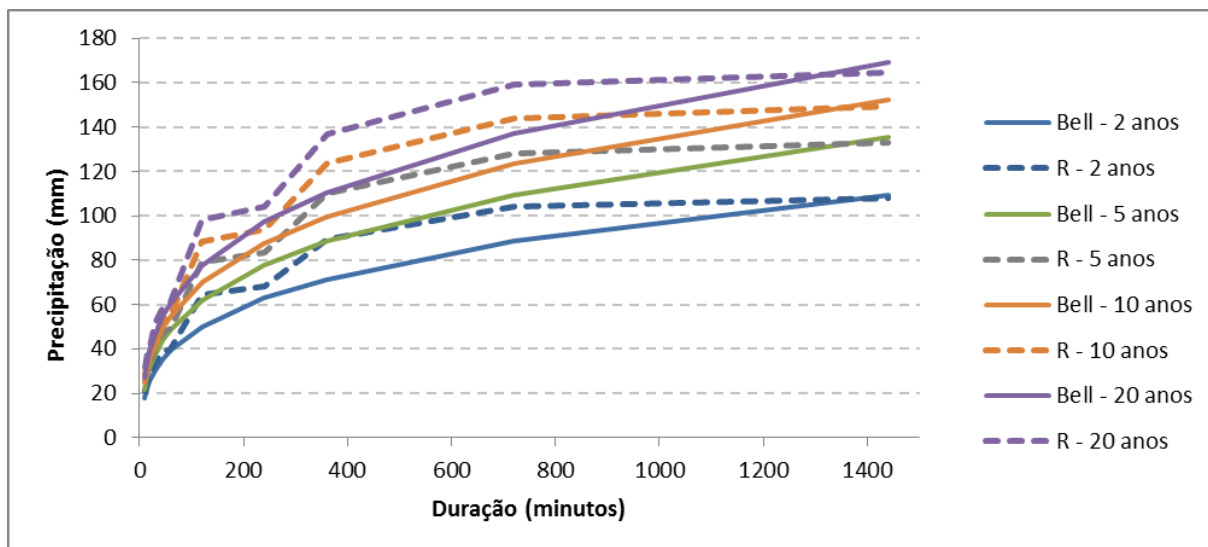


Figura 42: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para Barra do Quaraí (P obtida pela relação)

Para o município de Vacaria (Figura 43), a equação apresentou bons resultados para todos os TR selecionados, os maiores erros observados foram de 8% (5 mm) para as precipitações com 12 horas de duração, e o erro médio nas demais precipitações foi de 3%.

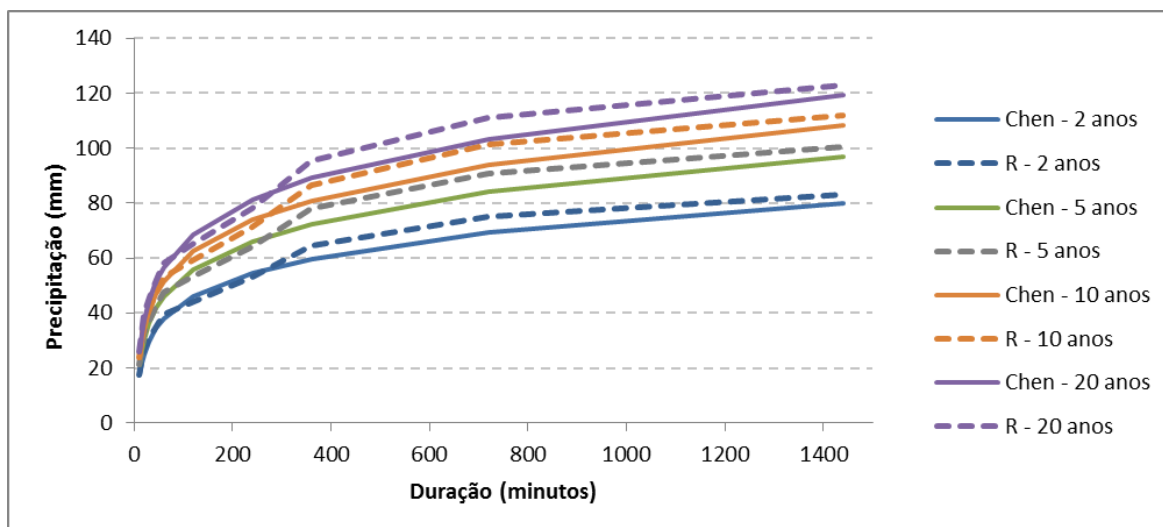


Figura 43: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para Vacaria (P obtida pela relação)



Para o município de São Gabriel (Figura 44) a equação gerou bons resultados em todos os TR, o erro médio para todas as durações foi de 2% e o erro máximo foi de 8,9% (13 mm) para a precipitação com duração de 24 horas e TR de 20 anos.

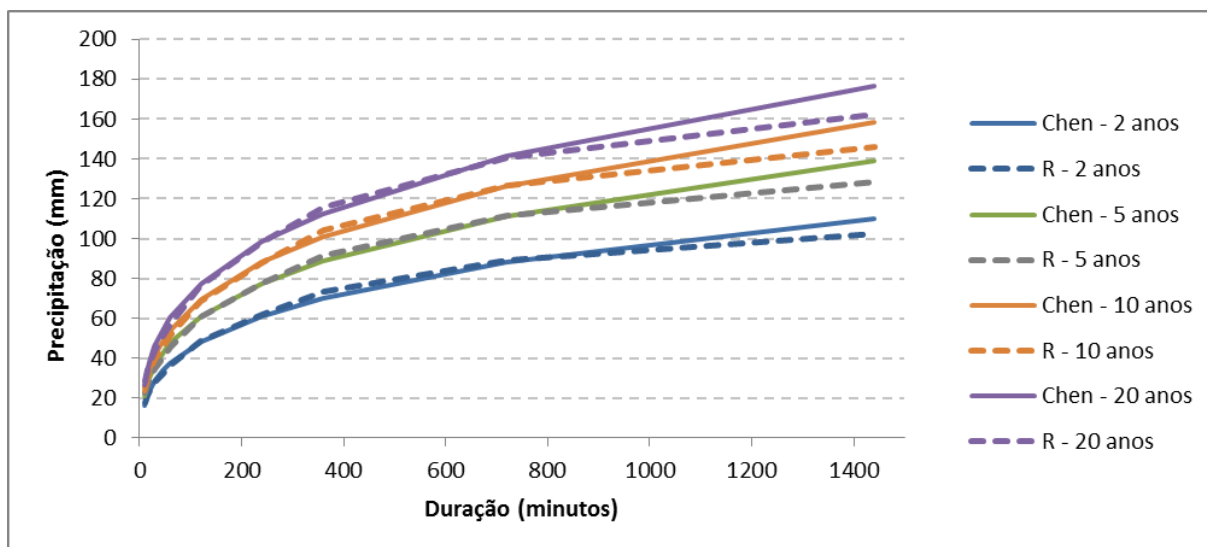


Figura 44: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para São Gabriel (P obtida pela relação)

Já para a estação do Guaíba Country Club (Figura 45) apresentou apenas resultados satisfatórios para as precipitações com duração de 30 minutos ou superior, sendo que o erro médio para as durações superiores a 30 minutos foi de 4% e para as durações inferiores foi de aproximadamente 20%.

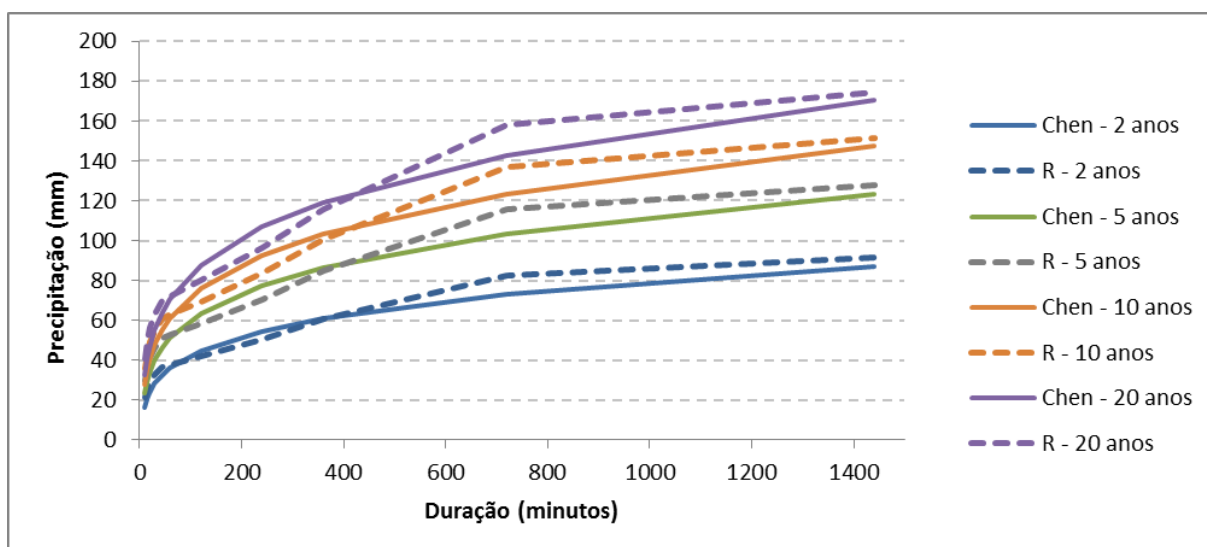


Figura 45: Comparação entre a equação de Chen (1983) e a relação entre durações para o Guaíba Country Club (P obtida pela relação)

No Tabela 19, são apresentadas as variações máximas obtidas para o TR de 10 anos, pois o mesmo é utilizado no dimensionamento de redes de micro e de macrodrenagem. Observa-se na tabela pequenos erros de estimativa, constata-se este comportamento na maioria dos locais, porém, as maiores diferenças foram nas precipitações com TR de 2 anos.

As variações (

Tabela 20) para durações de 1 hora apresentam o comportamento da equação em relação ao TR, onde é possível observar que as melhores estimativas foram apresentadas para TR de 2 anos ou superior para curta durações.

Tabela 19: Variações máximas para TR 10 anos entre a equação de Chen (1983) com a relação entre durações para Alegrete

<b>CHEN / IDF - Alegrete</b>					
<b>Tr</b>	<b>Duração</b>	<b>Chen(idf)</b>	<b>IDF (mm)</b>	<b>Erro (mm)</b>	<b>Erro(%)</b>
10	10	29,59	30,56	0,98	3,19%
10	15	36,76	37,12	0,36	0,97%
10	20	42,32	42,16	-0,16	-0,37%
10	30	50,82	49,87	-0,95	-1,90%
10	45	60,16	58,38	-1,78	-3,05%
10	60	67,37	64,98	-2,38	-3,67%
10	120	87,11	83,23	-3,88	-4,66%
10	240	111,10	105,63	-5,48	-5,19%
10	360	127,64	121,14	-6,50	-5,37%
10	720	161,24	152,77	-8,48	-5,55%
10	1440	203,19	192,34	-10,85	-5,64%

Tabela 20: Variações máximas para a duração de 1 hora entre a equação de Chen (1983) com a relação entre durações para Alegrete

<b>CHEN / IDF - Alegrete</b>					
<b>Tr</b>	<b>Duração</b>	<b>Chen(idf)</b>	<b>IDF (mm)</b>	<b>Erro (mm)</b>	<b>Erro(%)</b>
2	60	47,98	52,72	4,74	8,98%
5	60	59,64	59,38	-0,26	-0,44%
10	60	67,37	64,98	-2,38	-3,67%
15	60	71,72	68,50	-3,22	-4,70%
20	60	74,78	71,11	-3,66	-5,15%
30	60	79,04	74,96	-4,08	-5,44%

Os resultados obtidos de precipitação intensa por meio da equação determinada por Chen (1983), de maneira geral apresentaram bons resultados para todos os TR na maioria dos locais. O município que apresentou um comportamento

diferente dos locais foi o de Barra do Quaraí, onde ocorreu uma variação considerável nas precipitações com duração superior a 1 hora.

Na Figura 46 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação de curta duração (até 2 horas) por meio da equação de Chen (1983) quando comparada com os valores obtidos pelas relações entre durações. Observou-se as maiores variações nos municípios de Alegrete, São Francisco de Paula, Usina Colorado, nos quais os erros foram de até 28,3%. Os melhores resultados encontrados na estimativa da precipitação foram nos municípios de São Borja, Jaguarão, Jaguari, São Gabriel. Nesses locais o erro encontrado foi de até 7,2%. Portanto, a aplicação da equação de Chen (1983) apresentou, em geral os erros inferiores a 10% na estimativa da precipitação de curta duração.

Contudo em alguns locais onde observou-se inconsistência da relação entre durações os erros foram de maior magnitude na precipitação com uma determinada duração, onde apresenta inconsistência, alterando a característica da curva altura-duração da precipitação. Por exemplo, o observado em Alegrete para duração de 6 horas, em Barra do Quaraí na precipitação com 2 horas de duração, entre outros.

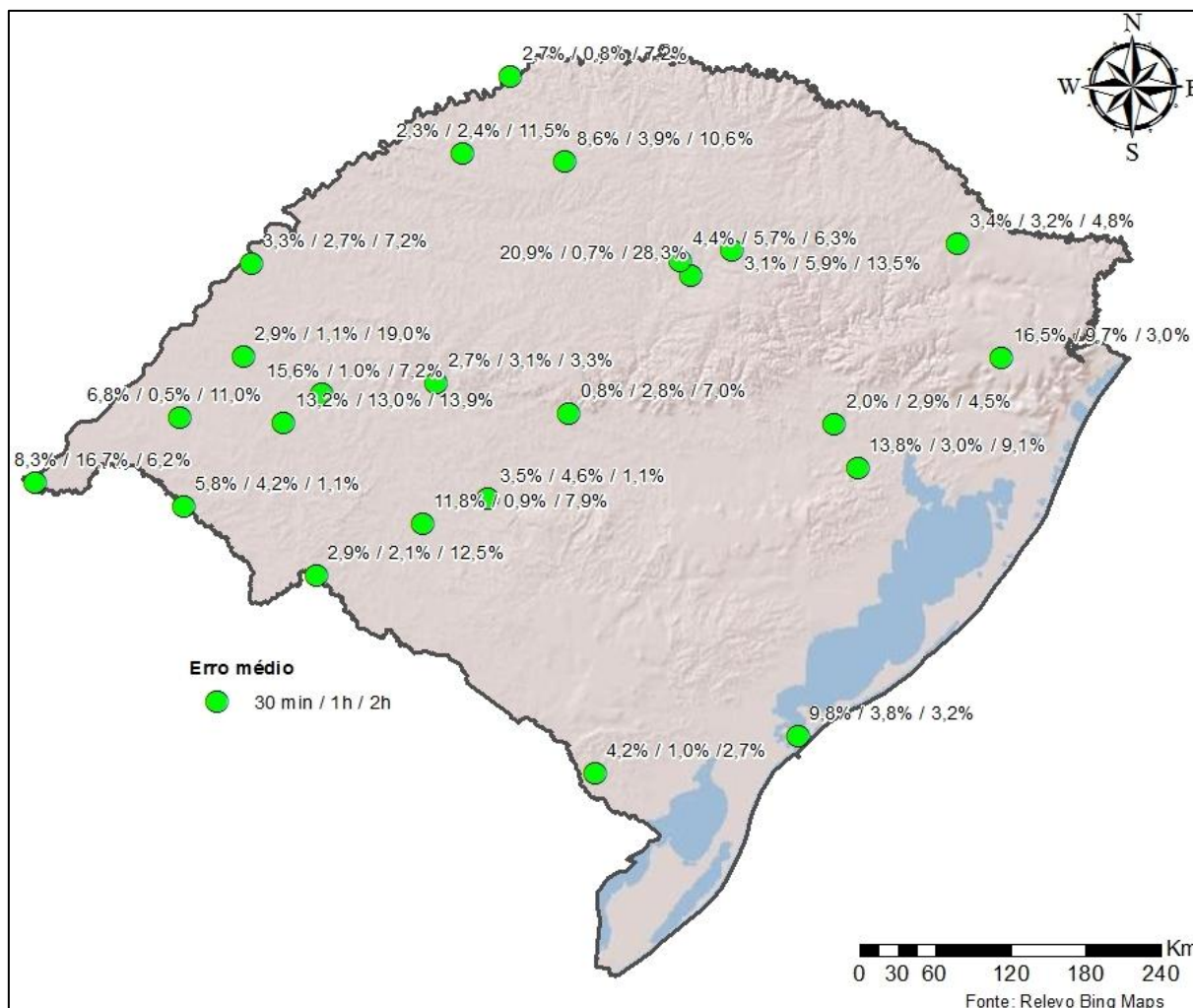


Figura 46: Variação média na comparação de Chen (1983) com a Relação entre durações.  
Fonte: elaboração própria

Na Figura 47 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação com duração superior à 2 horas por meio da equação de Chen (1983) quando comparada com os valores obtidos pelas relações entre durações. Observou-se as maiores variações nos municípios de Alegrete, São Francisco de Paula, Barra do Quaraí, Rosário do Sul e Alegrete, nos quais os erros foram de até 29,7%. Portanto, a aplicação da equação de Chen (1983) apresentou, em geral os erros inferiores a 10% na estimativa da precipitação com duração superior a 2 horas.

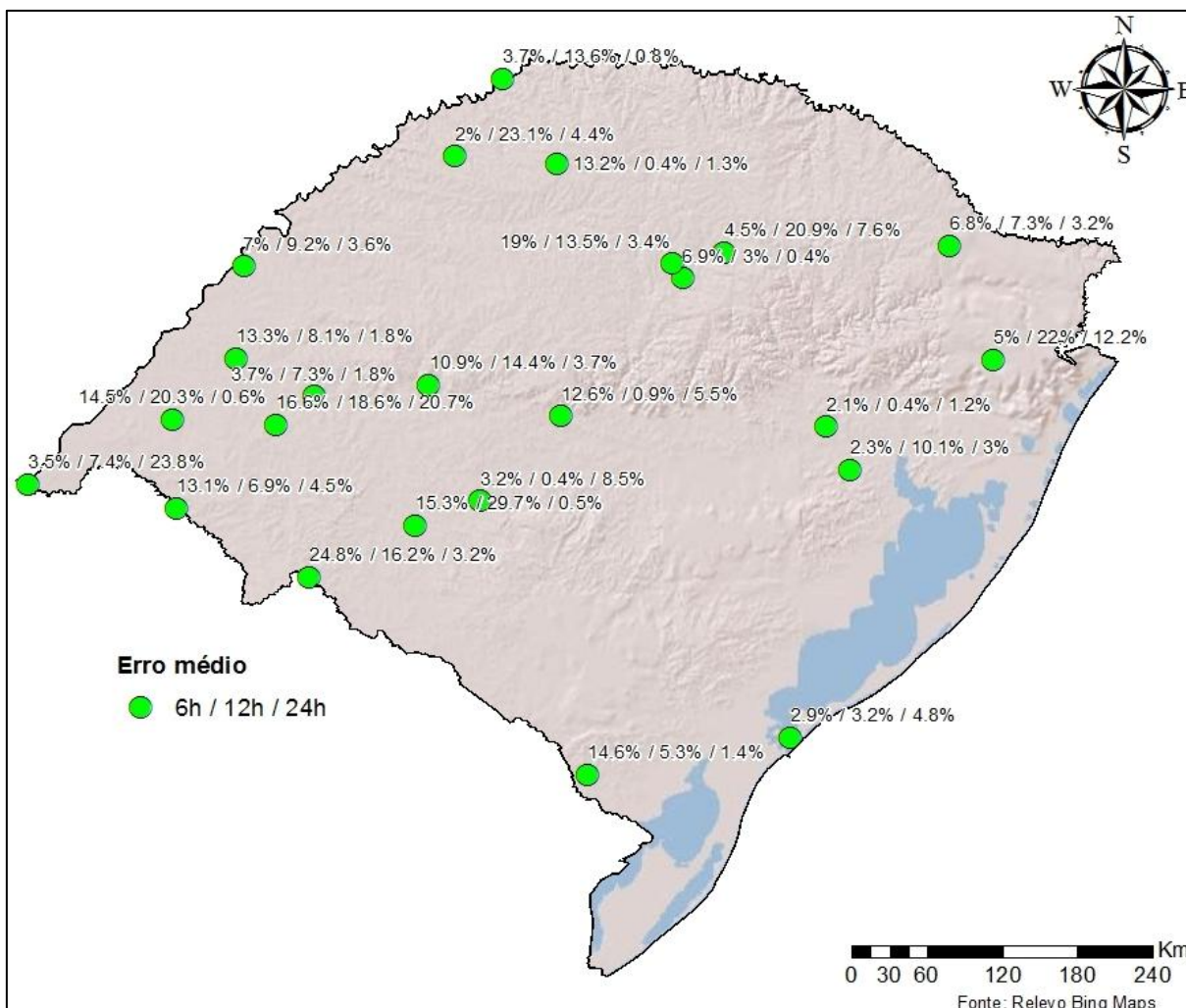


Figura 47: Variação média na comparação de Chen (1983) com a Relação entre durações para duração maior do que 2 horas. Fonte: elaboração própria

Para melhor da variação da aplicação da equação de Chen (1983) em comparação com relação entre durações local é apresentada na Tabela 21 onde pode-se observar o erro em porcentagem para todos os locais com IDF aqui estudados.

Tabela 21: Variação da equação de Chen (1983) com a relação entre durações

Cidade	30 minutos	1 hora	2 horas	6 horas	12 horas	24 horas
Alegrete	13.2%	13.0%	13.9%	16.6%	18.6%	20.7%
Barra do Quaraí	8.3%	16.7%	6.2%	3.5%	7.4%	23.8%
Espumoso	20.9%	0.7%	28.3%	6.9%	3.0%	0.4%
G. C. Club	13.8%	3.0%	9.1%	2.3%	10.1%	3.0%
Jaguarão	4.2%	1.0%	2.7%	14.6%	5.3%	1.4%
Jaguari	2.7%	3.1%	3.3%	10.9%	14.4%	3.7%
P. M. Pinto	2.9%	1.1%	19.0%	13.3%	8.1%	1.8%
Plano Alto	6.8%	0.5%	11.0%	14.5%	20.3%	0.6%
Quaraí	5.8%	4.2%	1.1%	13.1%	6.9%	4.5%
Rio Grande	9.8%	3.8%	3.2%	2.9%	3.2%	4.8%
Rosário do Sul	11.8%	0.9%	7.9%	15.3%	29.7%	0.5%
S. do Livramento	2.9%	2.1%	12.5%	24.8%	16.2%	3.2%
S. F. de Assis	15.6%	1.0%	7.2%	3.7%	7.3%	1.8%
S. F. de Paula	16.5%	9.7%	3.0%	5.0%	22.0%	12.2%
Sta. Maria	0.8%	2.8%	7.0%	12.6%	0.9%	5.5%
Sta. Rosa	2.3%	2.4%	11.5%	2.0%	23.1%	4.4%
Sto. Augusto	8.6%	3.9%	10.6%	13.2%	0.4%	1.3%
S. Borja	3.3%	2.7%	7.2%	7.0%	9.2%	3.6%
S. Gabriel	3.5%	4.6%	1.1%	3.2%	0.4%	8.5%
Taquari	2.0%	2.9%	4.5%	2.1%	0.4%	1.2%
Três Passos	2.7%	0.8%	7.2%	3.7%	13.6%	0.8%
U. Colorado	4.4%	5.7%	6.3%	19.0%	13.5%	3.4%
U. Ernestina	3.1%	5.9%	13.5%	4.5%	20.9%	7.6%
Vacaria	3.4%	3.2%	4.8%	6.8%	7.3%	3.2%

#### 4.1.3 Comparação entre as equações determinadas por Bell (1969) e Chen (1983)

A partir dos resultados observados, é possível afirmar que ambas as metodologias apresentaram bons resultados em alguns locais, e observar-se claramente as diferenças ambas.

Quando os dados para aplicação das equações foram obtidos através das equações IDF's, observou-se bons ajustes para definição das precipitações com TR superiores a 10 anos. Já para TR menores que 10 anos a equação de Bell (1969) cumpre o seu objetivo, o qual é a determinação da precipitação com duração de 2 horas, enquanto Chen (1983) somente se ajusta para TR maior que 2 anos.

Quando utilizado o princípio das relações entre durações para obtenção das precipitações de entrada, constatou-se melhores ajustes na equação apresentada por Chen (1983), pois como a equação de Bell (1969) depende somente da precipitação de 1 hora de duração, assim, apresentando maiores erros do que Chen (1983), devido o mesmo determinar a inclinação da curva por meio de três precipitações.

Entretanto, a aplicação de Bell (1969) por meio da metodologia das relações entre durações apresentou resultados satisfatórios, quando a série de dados observados era representativa (mais de 10 anos seguidos), pois com uma série relativamente longa, não é necessário um extrapolamento da estimativa da precipitação por Gumbel.

#### **4.2 Comparação dos resultados obtidos pelo ajuste de uma modificação da equação de Bell (1969)**

A realização do ajuste de uma modificação de Bell (1969), permitiu a obtenção de melhores resultados, uma vez que a equação é ajustada com as precipitações conhecidas. Além disso o ajuste da equação permite obter forma confiável as precipitações intensas locais intensas por meio dos dados pluviométricos (dados diários) sem a necessidade de aplicar a relação entre durações. Esta equação foi ajustada por meio do conhecimento das relações entre durações e as IDF's locais.

Os parâmetros ajustados para a Equação 16 para todos os locais analisados são apresentados no Tabela 22, onde observa-se a precipitação diária para um TR de 10 anos, obtida por meio da análise de Gumbel, realizada na estação pluviométrica local.

$$P_t^T = a \ln T + b \quad c t^d - e P_{dia}^{10}, \quad (\text{Equação} - 16)$$

sendo, "a, b, c, d, e" os coeficientes empíricos apresentados no Tabela 22, " $P_t^T$ " a precipitação com T anos de retorno e duração de t minutos que se deseja obter,

“ $P_{dia}^{10}$ ” a precipitação local com 10 anos de tempo de retorno e duração de 1 dia, “T” o tempo de retorno em anos e “t” duração em minutos.

Tabela 22: Parâmetros ajustados para todos os locais, juntamente com a precipitação diária com TR de 10 anos

Cidade	P local	Parâmetros Ajustados				
	Pd10	a	b	c	d	E
Iraí	125.67	0.186	0.559	0.187	0.293	0.144
Santa Rosa	153.47	0.185	0.511	0.330	0.212	0.297
Santo Augusto	124.14	0.413	2.119	0.876	0.055	0.928
São Luiz Gonzaga	153.11	0.038	0.176	1.603	0.157	1.538
Três Passos	133.05	0.472	0.815	0.027	0.413	-0.028
Caxias do Sul	105.40	0.374	0.815	0.307	0.175	0.323
São Francisco de Paula	121.87	0.502	1.577	0.573	0.078	0.580
Vacaria	98.17	0.336	1.437	0.413	0.113	0.422
Cruz Alta	126.97	0.484	1.582	0.835	0.065	0.877
Espumoso	121.81	0.207	0.878	0.553	0.128	0.584
Guaíba Country Club	133.05	0.622	1.206	0.482	0.090	0.508
Passo Fundo	115.97	0.215	0.595	0.363	0.179	0.372
Porto Alegre	106.79	0.446	1.421	0.520	0.090	0.549
Taquari	101.29	0.382	1.609	0.365	0.113	0.379
Usina Colorado (Tapera)	128.19	2.154	7.022	2.914	0.005	2.920
Usina Ernestina (Passo Fundo)	125.58	0.314	1.133	0.437	0.128	0.468
Viamão	112.45	0.169	0.552	0.220	0.235	0.194
Alegrete	137.20	0.305	1.733	0.072	0.298	0.049
Encruzilhada do Sul	124.02	0.305	0.998	0.069	0.333	0.047
Jaguarí	159.88	0.185	0.511	0.330	0.212	0.297
Passo Mariano Pinto (Alegrete)	161.29	0.320	1.819	0.058	0.298	0.040
Plano Alto (Uruguaiana)	178.42	0.030	0.129	0.924	0.251	0.944
Santa Maria	143.72	0.195	0.353	0.264	0.262	0.235
Santana do Livramento	121.15	1.129	3.403	1.297	0.023	1.336
São Francisco de Assis	146.52	0.280	0.794	0.522	0.132	0.577
Bagé	133.22	0.189	0.524	0.203	0.237	0.144
Jaguarão	110.10	0.287	2.025	0.371	0.115	0.423
Rio Grande	126.29	0.178	0.421	0.501	0.183	0.494
Rosário do Sul	133.88	0.061	0.175	1.572	0.163	1.619
Santa Vitória do Palmar	132.87	1.062	1.691	0.264	0.120	0.309
São Gabriel	127.92	0.215	0.728	0.262	0.213	0.281
Barra do Quaraí	130.83	0.319	1.219	0.663	0.098	0.739
Quaraí	119.04	0.497	1.370	0.520	0.090	0.549
São Borja	117.40	0.632	2.854	0.919	0.040	0.965
Uruguaiana	147.11	0.154	0.655	0.221	0.251	0.226



São apresentados os resultados de forma detalhada para alguns municípios, são eles: Alegrete, Espumoso e Porto Alegre para os demais locais os resultados obtidos são apresentados no Apêndice G.

A comparação entre a equação ajustada e a IDF para o município de Alegrete (Figura 48), determinou que o ajuste da equação apresentou um bom resultado. Sendo que o erro máximo encontrado foi de aproximadamente 3% (1 mm), determinando que a equação condiz com os resultados apresentados pela IDF.

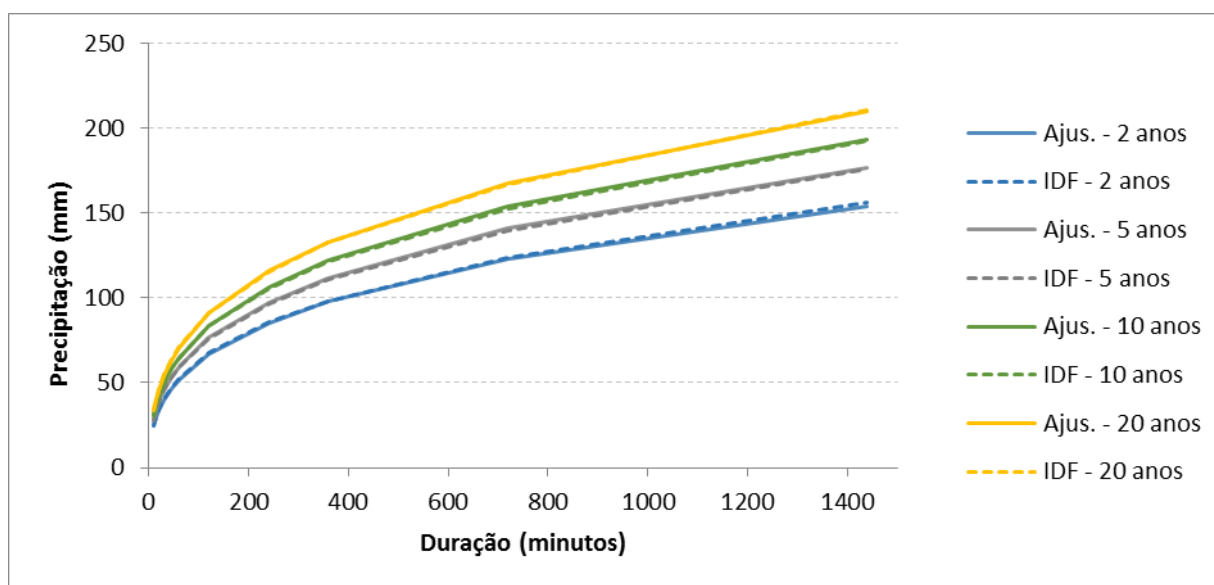


Figura 48: Comparação entre a equação modificada e a IDF para Alegrete

A comparação entre a equação ajustada e a IDF para o município de Porto Alegre com a IDF do 8º DISME (Figura 49), apresentou um ajuste satisfatório para as precipitações de até 6 horas de duração, onde o erro médio foi de 8%. Para durações maiores os resultados obtidos obtiveram maiores erros (25%). Porém ao comparar com a IDF do Aeroporto os resultados da equação ajustada não foram satisfatórios para nenhuma duração.

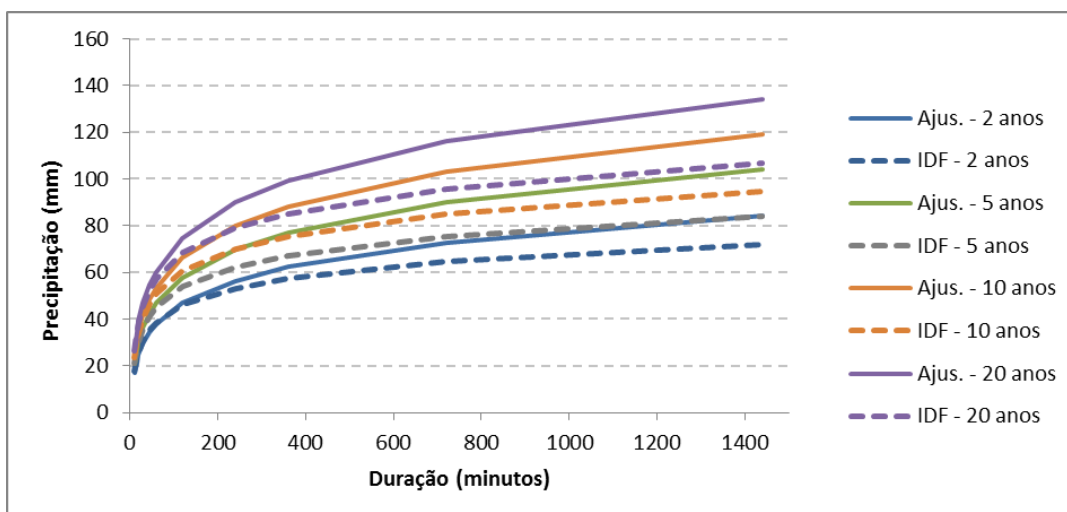


Figura 49: Comparação entre a equação modificada e a IDF para Porto Alegre (8º DISME)

A comparação entre a equação ajustada e a relação entre durações para o município de Espumoso (Figura 50), apresentou um bom ajuste para as precipitações em geral, contudo, um erro considerável na estimativa da precipitação de 2 horas de duração foi constatado, onde o erro médio para todos os TR foi de 29% (40mm).

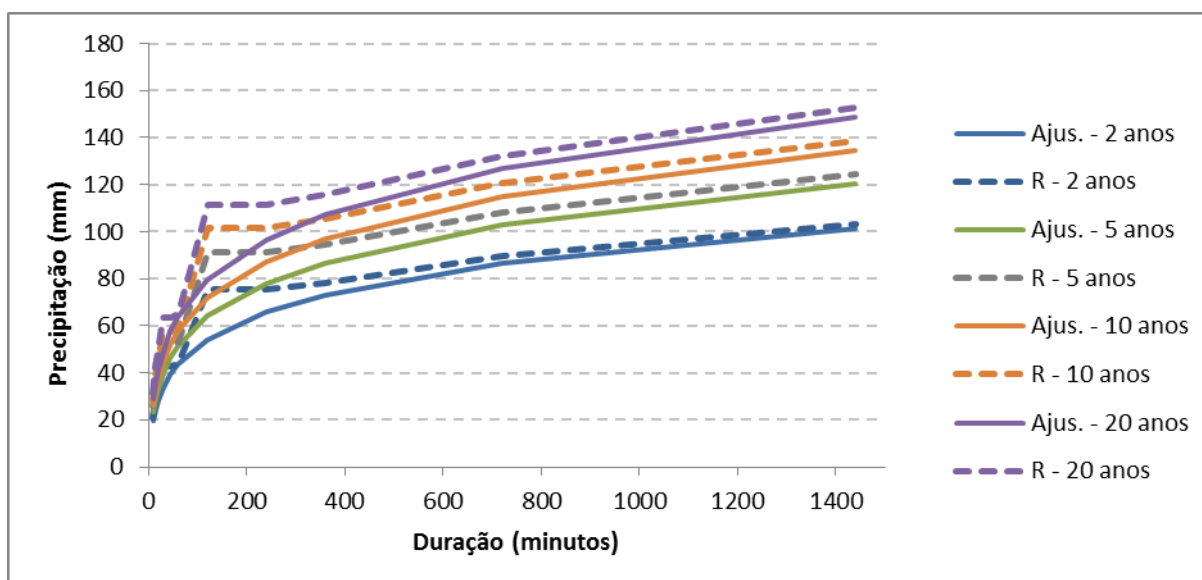


Figura 50: Comparação entre a equação modificada e a relação entre durações para Espumoso

O comportamento similar ao de Espumoso ocorreu nos municípios de Santana do Livramento, Santo Augusto, Três Passos. Fato esse que pode ter ocorrido devido ao comportamento da precipitação apresentar grandes mudanças

em um curto intervalo de tempo, o que dificulta a determinação de uma equação representativa da precipitação.

Na Figura 51 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação de curta duração (até 2 horas) por meio da equação ajustada para cada local quando comparada com a IDF e com a relação entre durações. Observou-se variações semelhantes em praticamente todo o Estado, com exceção aos municípios de Porto Alegre, Espumoso, Rosário do Sul, Santo Augusto, e Santa Rosa onde a variação chegou a valores superiores a 20%.

Portanto, os resultados obtidos pela equação ajustada, de maneira geral foi satisfatório, as exceções ocorreram nos municípios citados anteriormente.

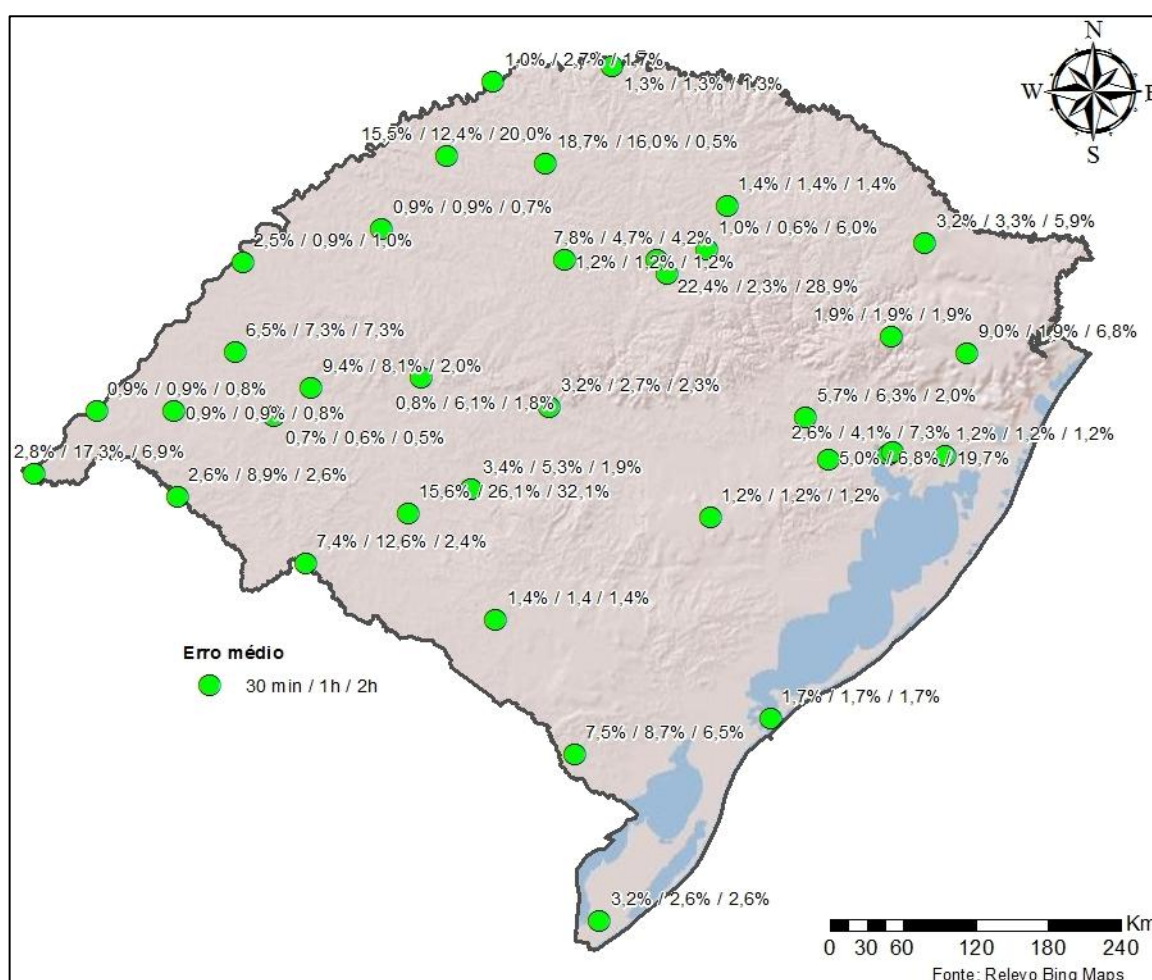


Figura 51: Variação do erro médio da equação ajustada para precipitações com duração de até 2 horas. Fonte: elaboração própria.

Na Figura 51 observa-se a distribuição espacial dos erros médios obtidos na estimativa da precipitação com duração superior à 2 horas por meio da equação

ajustada para cada local quando comparada com a IDF e com a relação entre durações. Observou-se variações semelhantes em praticamente todo o Estado, com exceção aos municípios de Porto Alegre, Espumoso, Rosário do Sul onde a variação chegou a valores superiores a 35%.

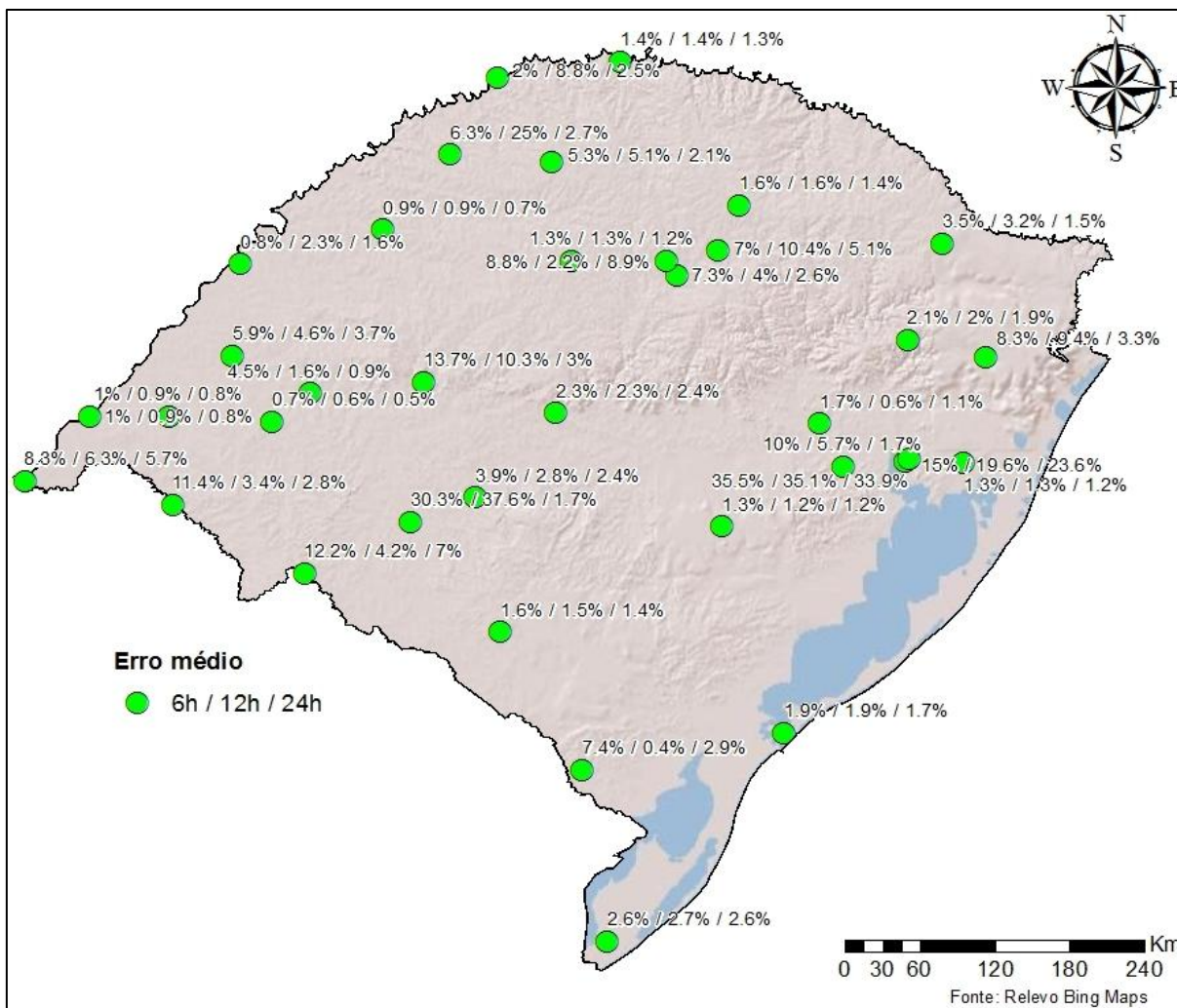


Figura 52: Variação do erro médio da equação ajustada para precipitações com duração de até 2 horas. Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 23 são apresentadas as variações da equação ajustada em relação as precipitações intensas conhecidas para cada local.

Tabela 23: Variação da equação ajustada

<b>Cidade</b>	<b>30 minutos</b>	<b>1 hora</b>	<b>2 horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>12 horas</b>	<b>24 horas</b>
Alegrete	0.7%	0.6%	0.5%	0.7%	0.6%	0.5%
Bagé	1.4%	1.4%	1.4%	1.6%	1.5%	1.4%
Barra do Quaraí	2.8%	17.3%	6.9%	8.3%	6.3%	5.7%
Caxias do Sul	1.9%	1.9%	1.9%	2.1%	2.0%	1.9%
Cruz Alta	1.2%	1.2%	1.2%	1.3%	1.3%	1.2%
Enc. do Sul	1.2%	1.2%	1.2%	1.3%	1.2%	1.2%
Espumoso	22.4%	2.3%	28.9%	7.3%	4.0%	2.6%
G. C. Club	5.0%	6.8%	19.7%	10.0%	5.7%	1.7%
Iraí	1.3%	1.3%	1.3%	1.4%	1.4%	1.3%
Jaguarão	7.5%	8.7%	6.5%	7.4%	0.4%	2.9%
Jaguari	0.8%	6.1%	1.8%	13.7%	10.3%	3.0%
P. M. Pinto	6.5%	7.3%	7.3%	5.9%	4.6%	3.7%
Passo Fundo	1.4%	1.4%	1.4%	1.6%	1.6%	1.4%
Plano Alto	0.9%	0.9%	0.8%	1.0%	0.9%	0.8%
Porto Alegre - 8ª DISME	2.6%	4.1%	7.3%	15.0%	19.6%	23.6%
Porto Alegre - Aeroporto	39.8%	36.4%	35.5%	35.5%	35.1%	33.9%
Quaraí	2.6%	8.9%	2.6%	11.4%	3.4%	2.8%
Rio Grande	1.7%	1.7%	1.7%	1.9%	1.9%	1.7%
Rosário do Sul	15.6%	26.1%	32.1%	30.3%	37.6%	1.7%
S. do Livramento	7.4%	12.6%	2.4%	12.2%	4.2%	7.0%
S. F. de Assis	9.4%	8.1%	2.0%	4.5%	1.6%	0.9%
S. F. de Paula	9.0%	1.9%	6.8%	8.3%	9.4%	3.3%
S. L. Gonzaga	0.9%	0.9%	0.7%	0.9%	0.9%	0.7%
Sta. Maria	3.2%	2.7%	2.3%	2.3%	2.3%	2.4%
Sta. Rosa	15.5%	12.4%	20.0%	6.3%	25.0%	2.7%
Sto. Augusto	18.7%	16.0%	0.5%	5.3%	5.1%	2.1%
S. Borja	2.5%	0.9%	1.0%	0.8%	2.3%	1.6%
S. Gabriel	3.4%	5.3%	1.9%	3.9%	2.8%	2.4%
Sta. V. do Palmar	3.2%	2.6%	2.6%	2.6%	2.7%	2.6%
Taquari	5.7%	6.3%	2.0%	1.7%	0.6%	1.1%
Três Passos	1.0%	2.7%	1.7%	2.0%	8.8%	2.5%
U. Colorado	7.8%	4.7%	4.2%	8.8%	2.2%	8.9%
U. Ernestina	1.0%	0.6%	6.0%	7.0%	10.4%	5.1%
Uruguaiana	0.9%	0.9%	0.8%	1.0%	0.9%	0.8%
Vacaria	3.2%	3.3%	5.9%	3.5%	3.2%	1.5%
Viamão	1.2%	1.2%	1.2%	1.3%	1.3%	1.2%

### 4.3 Regiões com relação entre duração das chuvas intensas homogêneas

Como já explicado no item 3.5, o principal objetivo foi determinar as regiões do Rio Grande do Sul com semelhança nas relações entre durações das precipitações intensas, de forma análoga ao estudo realizado por Torrico (1974).

A Figura 53 apresenta a superfície de interpolação gerada por meio da krigagem ordinária, observa-se assim uma homogeneidade nas relações entre durações nas regiões (Figura 54) aqui determinadas, porém, devido ao pequeno número de estações, algumas informações apresentadas por Rossato (2011) foram mantidas, para obter-se uma melhor determinação das regiões homogêneas no Estado.

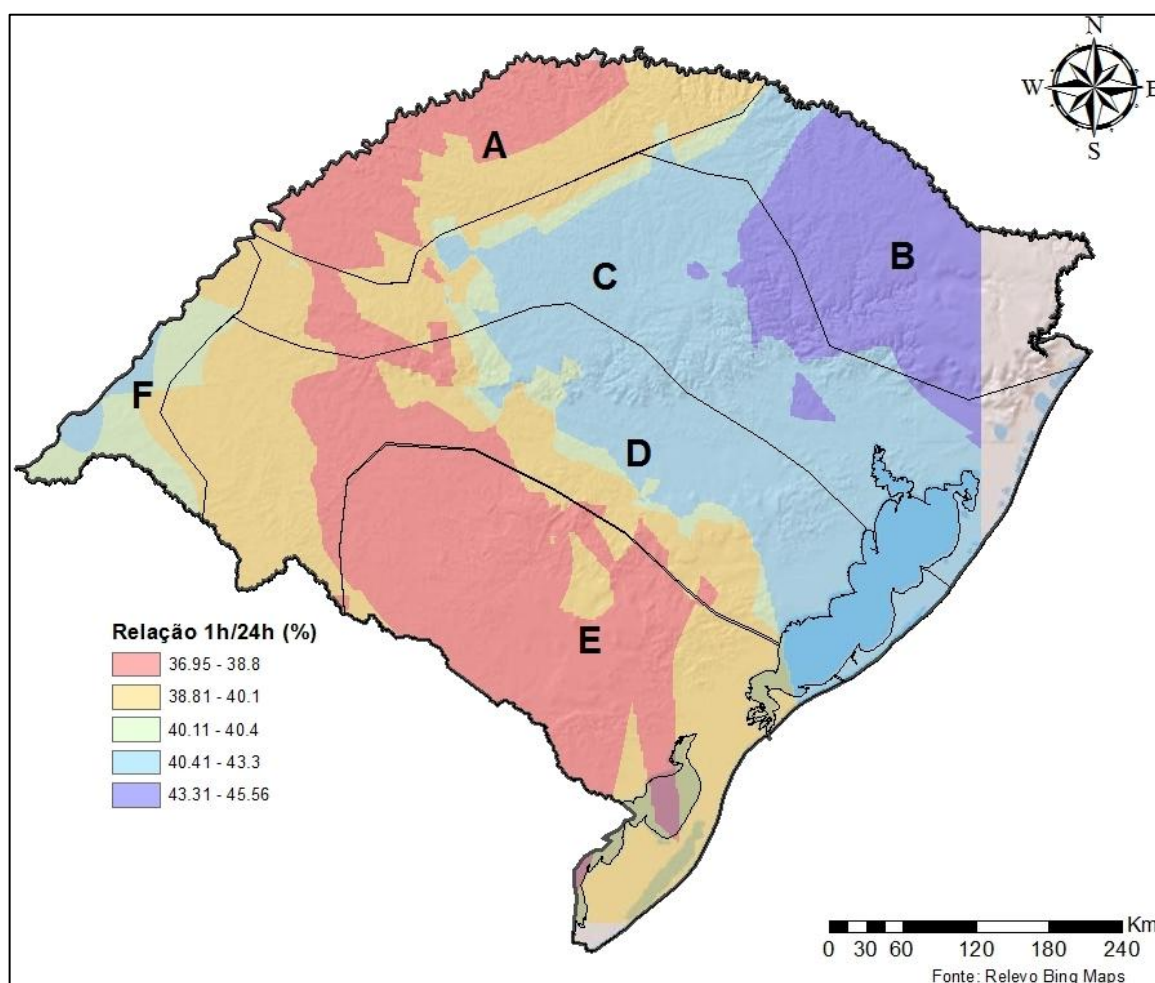


Figura 53: Resultado da Krigagem ordinária juntamente com as novas Regiões determinadas. Fonte: elaboração própria

As regiões com relações entre durações homogêneas são apresentadas na Figura 54. Pode-se observar em porcentagem os valores da relação entre a precipitação com uma hora de duração e a com 24 horas.

A tipologia climática do Rio Grande do Sul, apresentada por Rossato (2011), permaneceu em praticamente todo o Estado, com exceção da região Sudoeste (Região F composta por Uruguaiana, Barra do Quaraí e Bagé), que apresentou um comportamento diferente nas relações entre durações. Porém, segundo Britto et al (2006) é que esta região é caracterizada como a região onde ocorre o bloqueio das massas de ar devido a atuação da massa Tropical ao norte, o que favorece a ocorrência de chuvas contínuas, que chegam a durar dias, que pode determinar volumes pluviométricos significativos.

Desta forma, segundo Rossato (2011) e Brito et al (2006) foram definidas as 6 regiões homogêneas (Figura 54) com base no fato de que o Estado é influenciado por três massas de ar: Massa Tropical Atlântica (MTA), Massa Tropical Continental (MTC) e a Massa Polar Atlântica (MPA). A região A é predominada pela atuação da MTC (quente e seco). A região B é influenciada pela MTA juntamente com o efeito do relevo (Planalto Basáltico), caracteriza-se por ser muito úmida. Na região C e D atuam a MTA e a MTC, assim ambas as regiões apresentam características semelhantes, porém na Região C ocorrem com maior frequência as chuvas convectivas devido se encontrar na borda do Planalto Basáltico, já na Região D ocorre as chuvas frontais devido a mesmas localizar-se na depressão central do Estado. A região E é influenciada pela MPA (frio).

A análise descritiva zonal apresentou um baixo desvio padrão dentro de cada região, sendo o desvio máximo encontrado na Região D e estimado em 1,1%, já a Região F apresentou o menor desvio (0,22%). Portanto, as regiões determinadas expressaram resultados característicos satisfatórios e foram, então, consideradas regiões homogêneas de distribuição temporal das precipitações intensas.

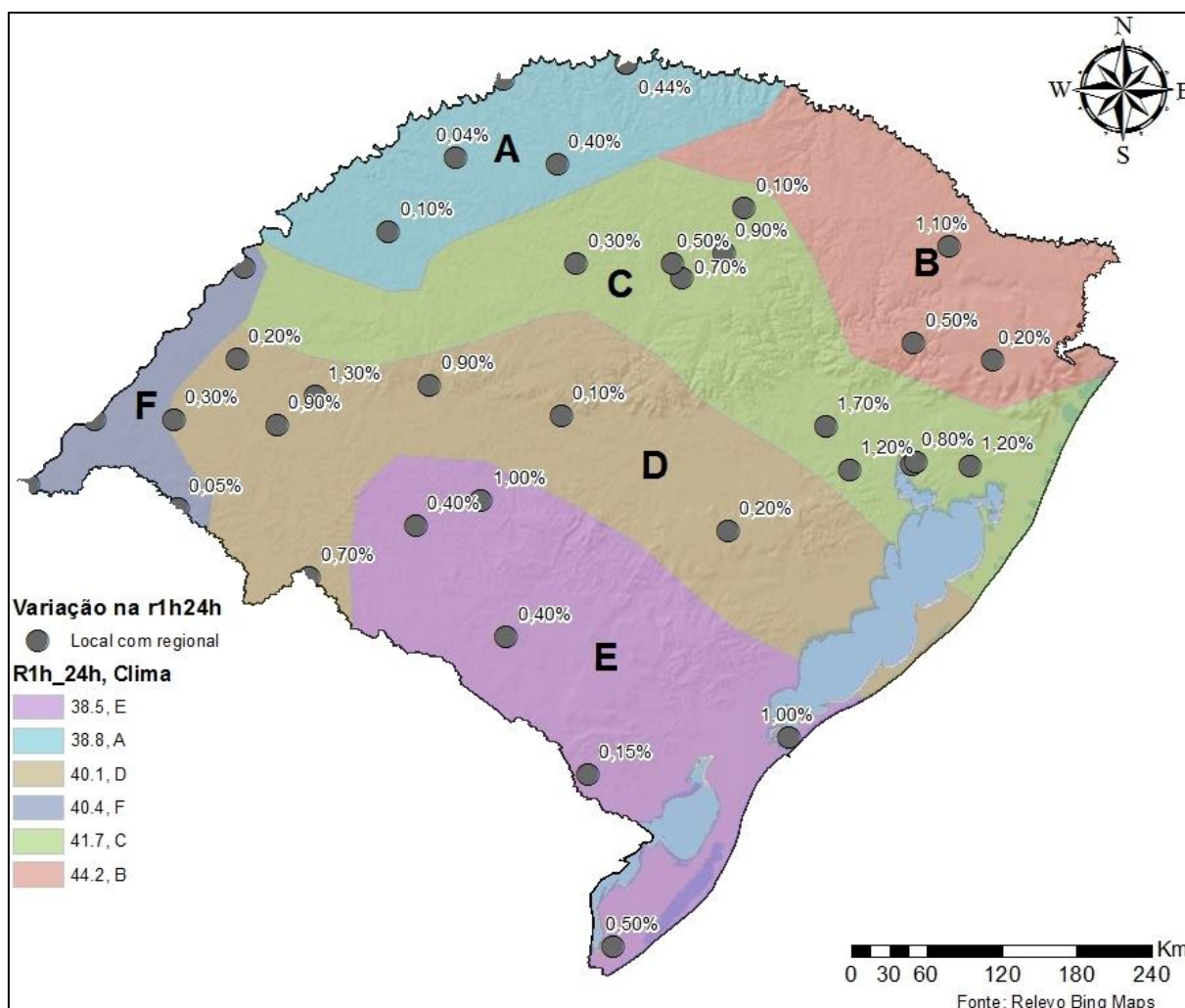


Figura 54: Regiões com distribuição temporal homogêneas das precipitações intensas.

#### 4.3.1 Determinação de equações regionais

Como em muitos casos é necessário estimar a IDF nos locais sem dados e infelizmente, em função da pequena rede de estações pluviográficas ou outras fontes de informação de chuvas intensas, muitos profissionais são obrigados a realizar extrapolações a partir da informação de um ou mais postos pluviográficos, distante da área do projeto em locais sem dados. Esse procedimento simplificado não permitia avaliar se os dados dos postos escolhidos eram representativos para o local do projeto. Assim, com a finalidade de diminuir o erro associado às extrapolações, foram definidas equações regionais as quais dependem somente da  $P_{\text{dia}}^{10}$ , para cada região apresentada no item 3.5.



Assim, as equações regionais obtidas neste estudo são apresentadas no Tabela 24, para sua aplicação é necessário conhecer a precipitação com duração de 1 dia e um TR de 10 anos, obtida através de dados pluviométricos.

Portanto, a equação 17, foi ajustada para todas as regiões determinadas no item 4.3.

$$P_t^T = a \ln T + b c t^d - e P_{dia}^{10}, \quad (\text{Equação - 17})$$

sendo, “a, b, c, d, e” os coeficientes empíricos apresentados no Tabela 24, “ $P_t^T$ ” a precipitação com T anos de retorno e duração de t minutos que se deseja obter, “ $P_{dia}^{10}$ ” a precipitação local com 10 anos de tempo de retorno e duração de 1 dia, “T” o tempo de retorno em anos e “t” duração em minutos.

Tabela 24: Parâmetros das equações regionais para o estado do Rio Grande do Sul

Região	a	b	c	d	e
A	0,191	0,628	0,178	0,259	0,124
B	0,179	0,543	0,882	0,123	0,902
C	0,324	1,059	0,640	0,095	0,664
D	0,387	1,322	0,129	0,225	0,130
E	0,185	0,523	0,330	0,211	0,333
F	0,732	2,956	0,230	0,108	0,256

Aplicou-se a equação regional para todos os locais estudados para verificar a aplicabilidade e validade da equação regional.

São apresentados de forma detalhada os resultados da aplicação da equação regional para os municípios de Alegrete, Iraí e Porto Alegre, os demais resultados obtidos para os outros locais são apresentados no apêndice H.

Para o município de Alegrete (Figura 55), os resultados obtidos pela equação se adequaram de maneira satisfatória para os TR superiores a 10 anos, onde ocorreu o erro máximo de aproximadamente 15,7% (30 mm) para a precipitação com duração de 24 horas e TR de 10 anos. Contudo, para TR inferiores há 10 anos não foram obtidos bons resultados.

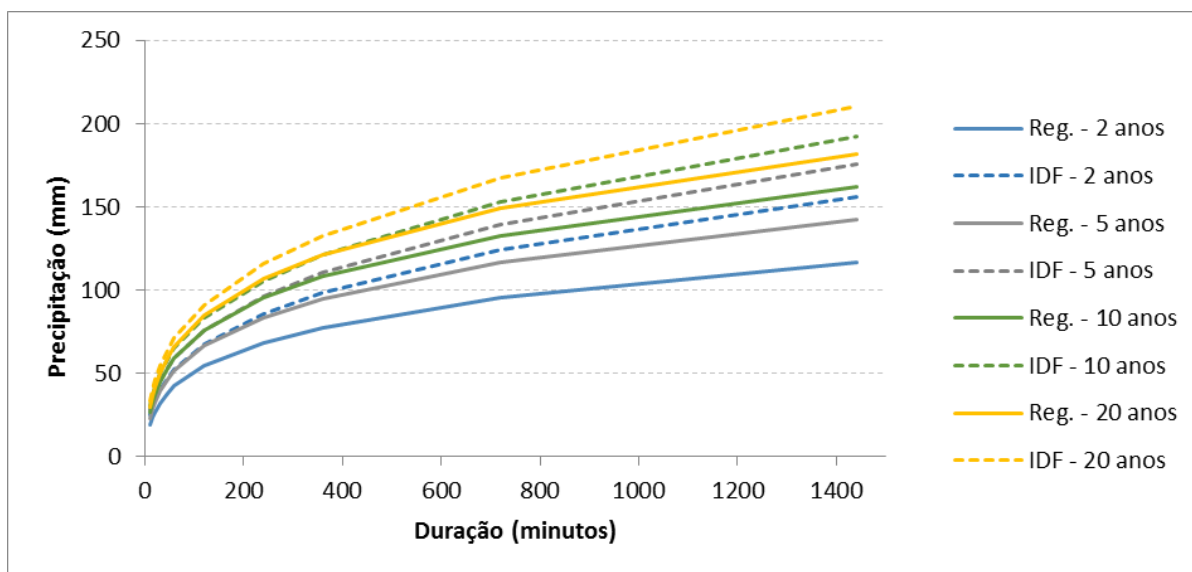


Figura 55: Comparação entre a equação regional e a IDF para Alegrete

Para o município de Iraí (Figura 56), os resultados obtidos pela equação se ajustaram de maneira satisfatória a estimativa da precipitação, desde que a mesma possua uma duração inferior a 6 horas para todos os TR. A variação encontrada para as durações inferiores a 6 horas foi de aproximadamente 15% (20 mm). Entretanto, para durações superiores a variação atinge os 20% (31 mm) nas precipitações com 24 horas de duração.

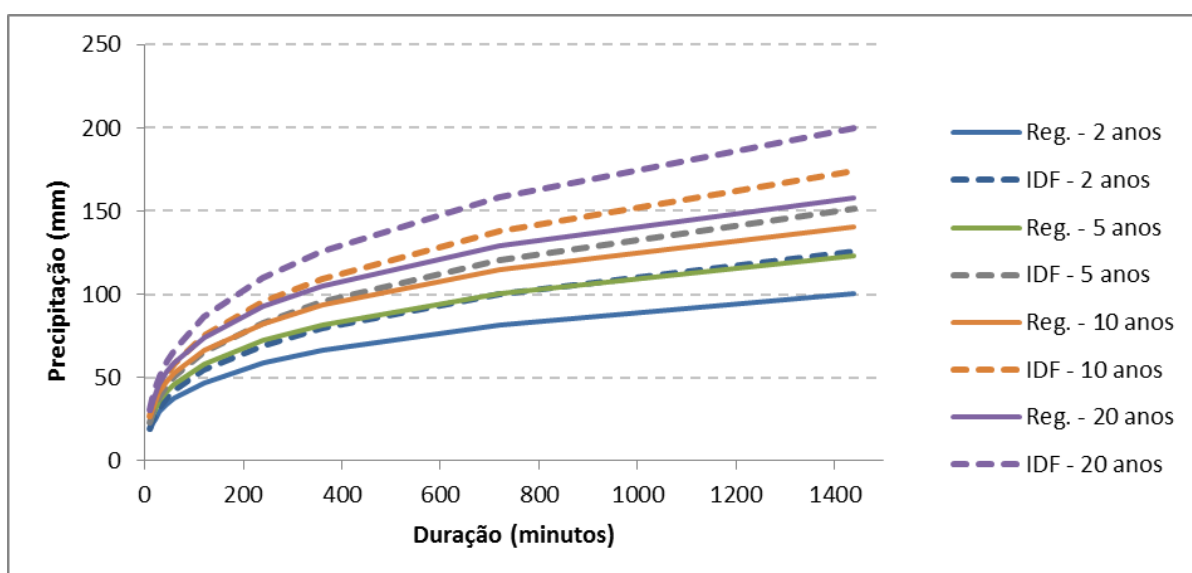


Figura 56: Comparação entre a equação regional e a IDF para Iraí

Observa-se variações consideráveis para o município de Porto Alegre (Figura 57 e Figura 58) em ambas as IDF, porém, apresentando valores de superestimativa

maiores em relação a IDF do aeroporto. Fato esse pode ter ocorrido devido já ter sido constatado por Allasia (2002) uma variação da precipitação dentro do próprio município.

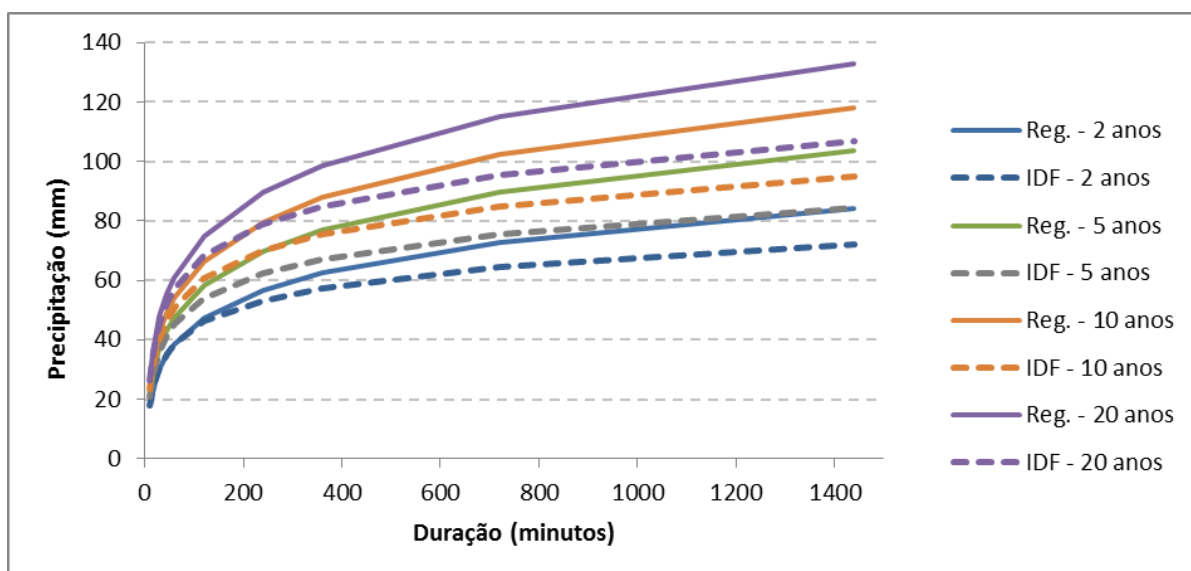


Figura 57: Comparação entre a equação regional e a IDF para Porto Alegre (8º DISME)

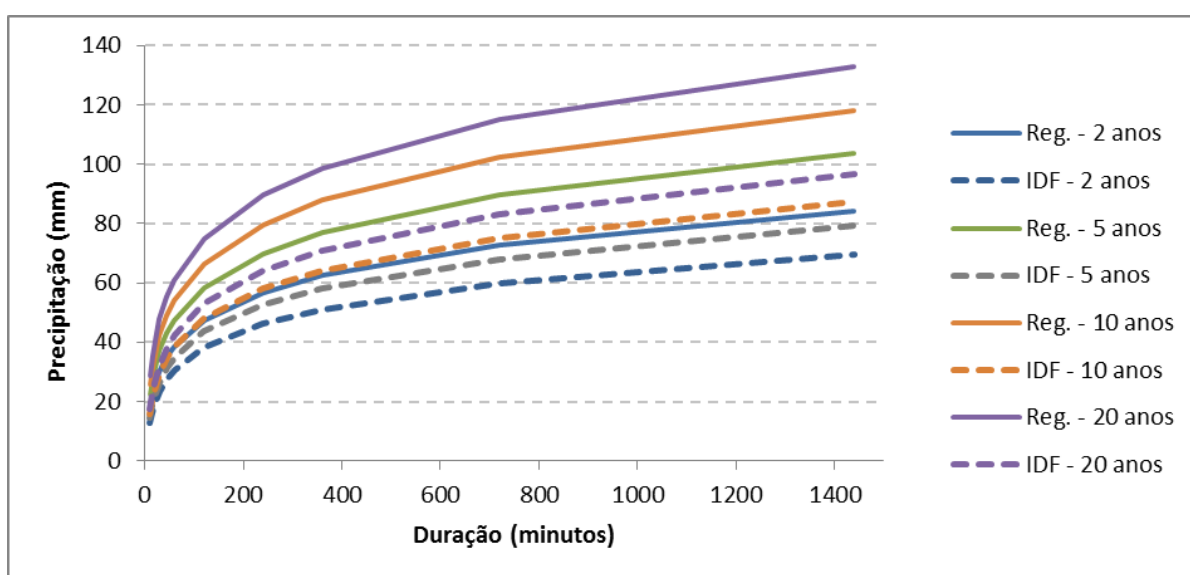


Figura 58: Comparação entre a equação regional e a IDF para Porto Alegre (Aeroporto)

No Tabela 25 são apresentadas as variações máximas obtidas para o TR de 10 anos, em função da sua utilização no dimensionamento de redes de micro e de macrodrenagem. Observa-se na tabela pequenos erros de estimativa com exceção da precipitação com 24 horas de duração.

As variações (Tabela 26) para durações de 1 hora expõem o comportamento da equação regional para Alegrete em relação ao TR, onde é possível observar que as melhores estimativas foram apresentadas para TR de 5 anos ou superior para curta durações.

Tabela 25: Variações máximas para TR 10 anos entre a equação regional com a IDF para Alegrete

Regional /IDF -Alegrete					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,43	30,56	4,13	13,51%
10	15	32,72	37,12	4,40	11,85%
10	20	37,54	42,16	4,62	10,96%
10	30	44,89	49,87	4,98	9,99%
10	45	52,94	58,38	5,44	9,32%
10	60	59,12	64,98	5,87	9,03%
10	120	75,74	83,23	7,49	8,99%
10	240	95,18	105,63	10,45	9,89%
10	360	108,03	121,14	13,10	10,82%
10	720	132,92	152,77	19,85	12,99%
10	1440	162,00	192,34	30,34	15,77%

Tabela 26: Variações máximas para a duração de 1 hora entre regional com a relação entre durações para Alegrete

Regional /IDF -Alegrete					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,47	52,72	10,24	19,43%
5	60	51,95	59,38	7,44	12,52%
10	60	59,12	64,98	5,87	9,03%
15	60	63,31	68,50	5,19	7,58%
20	60	66,29	71,11	4,83	6,79%
30	60	70,48	74,96	4,48	5,98%

A variação espacial do erro na estimativa das precipitações de curta duração (até 2 horas) (Figura 59 e Figura 60), permitiu observar melhor o comportamento da equação regional e cada região.

Portanto, a equação geral resultou em bons valores para quase todos os locais que encontram-se nas regiões B, D e F, onde os erros são similares ao apresentado no Tabela 25. Porém, para as regiões A, C e E, a equação regional apresentou bons resultados somente para 60% dos locais.

Na região A, pode não ter apresentado bons resultados devido a influência das massas de ar atuantes na região uma vez que, é uma região de encontro entre a massa polar e massa continental. A região C, uma das causas possíveis é pôr a mesma estar localizada na borda do planalto basáltico.

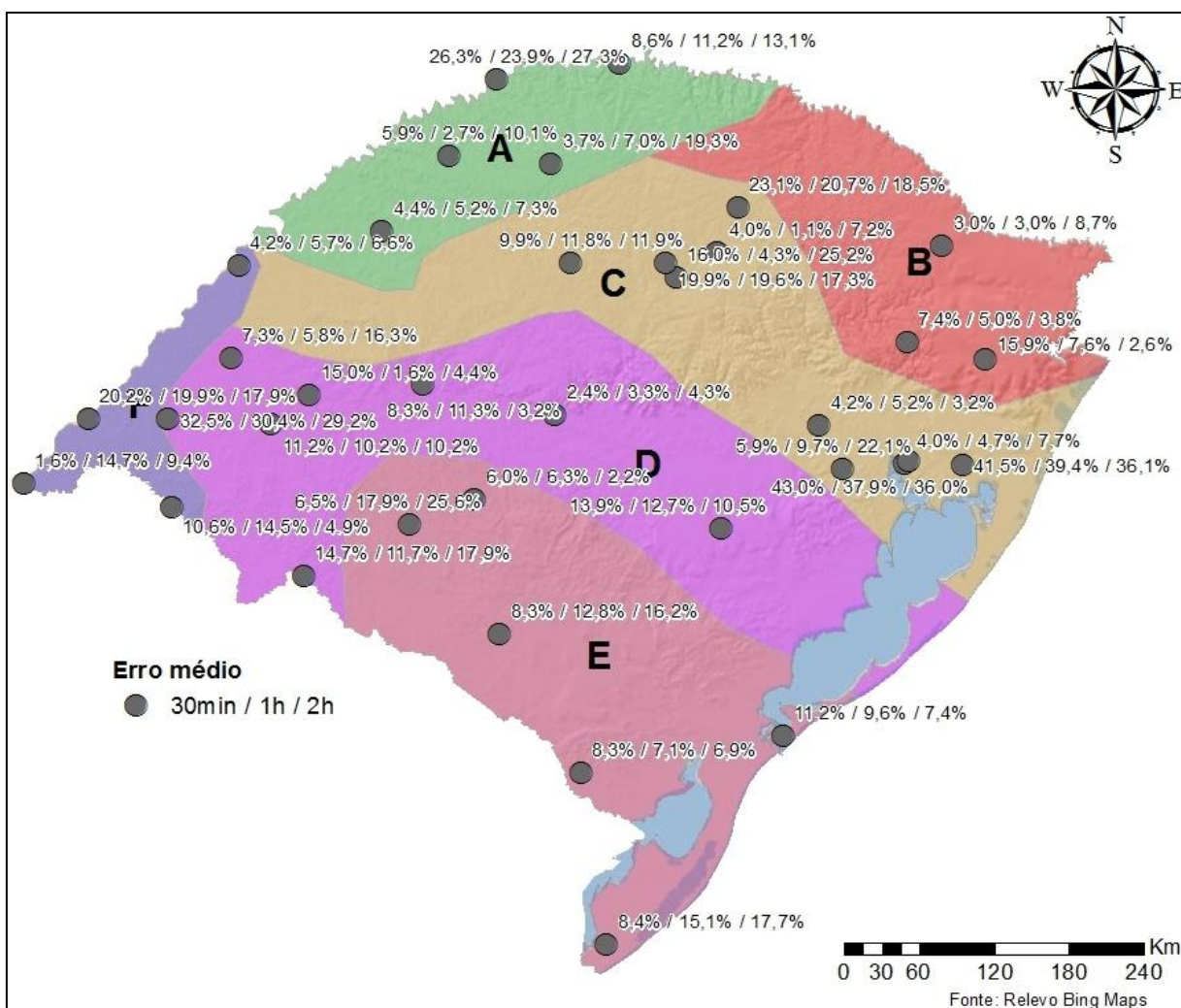


Figura 59: Variação média na comparação com a relação entre durações e/ou IDF para precipitação com duração de até 2 horas. Fonte: elaboração própria

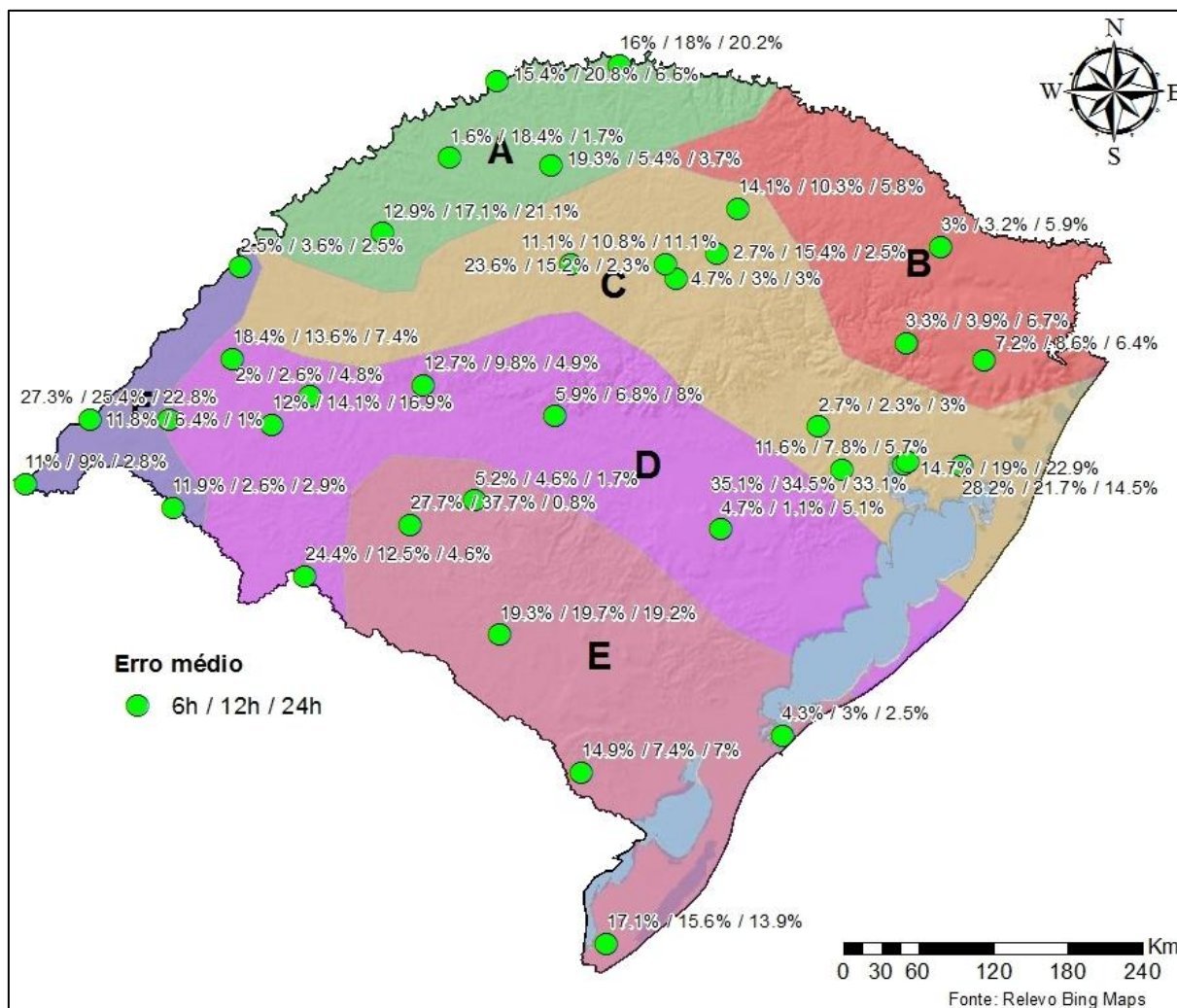


Figura 60: Variação média na comparação com a relação entre durações e/ou IDF para precipitação com duração superior a 2 horas. Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 23 são apresentadas as variações da equação regional em relação as precipitações intensas conhecidas para cada local.

Tabela 27: Variação da equação regional em relação a precipitação intensa local

<b>Cidade</b>	<b>30 minutos</b>	<b>1 hora</b>	<b>2 horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>12 horas</b>	<b>24 horas</b>
Alegrete	11.2%	10.2%	10.2%	12.0%	14.1%	16.9%
Bagé	8.3%	12.8%	16.2%	19.2%	19.7%	19.2%
Barra do Quaraí	1.6%	14.7%	9.4%	11.0%	9.0%	2.8%
Caxias do Sul	7.4%	5.0%	3.8%	3.3%	3.9%	6.7%
Cruz Alta	9.9%	11.8%	11.9%	11.1%	10.8%	11.1%
Enc. do Sul	13.9%	12.7%	10.5%	4.7%	1.1%	5.1%
Espumoso	16.0%	4.3%	25.2%	4.7%	3.0%	3.0%
G. C. Club	5.9%	9.7%	22.1%	11.6%	7.8%	5.7%
Iraí	8.6%	11.2%	13.1%	16.0%	18.0%	20.2%
Jaguarão	8.3%	7.1%	6.9%	14.9%	7.4%	7.0%
Jaguari	8.3%	11.3%	3.2%	12.7%	9.8%	4.9%
P. M. Pinto	7.3%	5.8%	16.3%	18.4%	13.6%	7.4%
Passo Fundo	23.1%	20.7%	18.5%	14.1%	10.3%	5.8%
Plano Alto	32.5%	30.4%	29.2%	27.3%	25.4%	22.8%
Porto Alegre - 8ª DISME	4.0%	4.7%	7.7%	14.7%	19.0%	22.9%
Porto Alegre - Aeroporto	43.0%	37.9%	36.0%	35.1%	34.5%	33.1%
Quaraí	10.6%	14.5%	4.9%	11.9%	2.6%	2.9%
Rio Grande	11.2%	9.6%	7.4%	4.3%	3.0%	2.5%
Rosário do Sul	6.5%	17.9%	25.6%	27.7%	37.7%	0.8%
S. do Livramento	14.7%	11.7%	17.9%	24.4%	12.5%	4.6%
S. F. de Assis	15.0%	1.6%	4.4%	2.0%	2.6%	4.8%
S. F. de Paula	15.9%	7.6%	2.6%	7.2%	8.6%	6.4%
S. L. Gonzaga	4.4%	5.2%	7.3%	12.9%	17.1%	21.1%
Sta. Maria	2.4%	3.3%	4.3%	5.9%	6.8%	8.0%
Sta. Rosa	5.9%	2.7%	10.1%	1.6%	18.4%	1.7%
Sto. Augusto	3.7%	7.0%	19.3%	19.3%	5.4%	3.7%
S. Borja	4.2%	5.7%	6.6%	2.5%	3.6%	2.5%
S. Gabriel	6.0%	6.3%	2.2%	5.2%	4.6%	1.7%
Sta. V. do Palmar	8.4%	15.1%	17.7%	17.1%	15.6%	13.9%
Taquari	4.2%	5.2%	3.2%	2.7%	2.3%	3.0%
Três Passos	26.3%	23.9%	27.3%	15.4%	20.8%	6.6%
U. Colorado	19.9%	19.6%	17.3%	23.6%	15.2%	2.3%
U. Ernestina	4.0%	1.1%	7.2%	2.7%	15.4%	2.5%
Uruguaiana	20.2%	19.9%	17.9%	11.8%	6.4%	1.0%
Vacaria	3.0%	3.0%	8.7%	3.0%	3.2%	5.9%
Viamão	41.5%	39.4%	36.1%	28.2%	21.7%	14.5%

#### 4.4 Discussão dos resultados

A principal dificuldade encontrada pelos profissionais, hoje, é a falta de dados confiáveis para a determinação das chuvas intensas, que são os dados mais relevantes para o dimensionamento de estruturas hidráulicas, em geral. Vários estudos têm dado enfoque nessa área, porém, de maneira local. Visando, assim, atingir o máximo de área possível, neste trabalho, aplicou-se os métodos genéricos de Bell (1969) e Chen (1983).

Os resultados obtidos na aplicação da equação de Bell (1969), quando comparados com os da IDF local, apresentaram valores satisfatórios para praticamente todos os locais analisados. Os maiores erros observados foram para as precipitações com TR igual a 2 anos e duração maior que 2 horas. Porém, para o município de Porto Alegre os resultados foram considerados insatisfatórios pois, pode haver variação temporal da precipitação dentro da área municipal, fato esse já constatado por Silveira (1997), Bemfica (1999), Allasia (2002) e Fensterseifer et al (2013).

Analisando as comparações entre os resultados obtidos pela equação de Bell (1969) com as relações entre durações propostas por Beltrame et al (1991), apresentaram, também, resultados satisfatórios. Contudo, quando ocorria comportamentos irregulares, em algumas durações, identificou-se uma variação de grande proporção. Fato este, que observa-se para todos os TR no município de Espumoso, nas estimativas da precipitação com 2 horas de duração. Ou seja, as relações entre durações apresentadas por Beltrame et al (1991), apresentaram alguma inconsistência nas precipitações (precipitações maiores em durações inferiores) em alguns locais. Esta inconsistência nas relações segundo Beltrame et al (1991) pode ter ocorrido no momento de efetuar o preenchimento das falhas. Portanto, a qualidade das relações entre durações para alguns locais pode apresentar estimativas erradas da precipitação.

Os resultados obtidos na aplicação da equação de Chen (1983), quando comparados com os da IDF local, apresentaram valores satisfatórios para praticamente todos os locais analisados. Os maiores erros observados foram para as precipitações com TR igual a 2 anos e duração inferior a 2 horas. Ao comparar com as relações entre durações observou-se variações semelhantes, os obtidos na



comparação com a IDF, porém para os locais onde as relações entre durações apresentaram características inconsistentes, os erros obtidos foram considerados insatisfatórios, novamente, Porto Alegre apresentou resultados insatisfatórios.

Comparando as variações apresentados na estimativas da precipitação intensa entre as metodologias apresentadas por Bell (1969) e Chen (1983). Bell (1969) apresentou uma variação média para as precipitações de curta duração de 6,4% enquanto Chen (1983) apresentou uma variação média de 8%. Porém para as precipitações com duração superior a 2 horas a variação média foi de 12,2% para a equação de Bell (1969) e para a equação de Chen (1983) foi de 8,5%. Assim, observa-se duas equações complementares, pois Bell (1969) se ajusta melhor para as durações inferiores a 2 horas, enquanto que Chen (1983) se ajusta melhor nas durações superiores a 2 horas.

No ajuste da modificada de Bell (1969), foram obtidos resultados satisfatórios para todos os locais, o erro máximo estimado, por meio da equação ajustada, foi de 15%, a variação média encontrada nas equações ajustadas foi de aproximadamente 10% para todos os TR aqui estudados. Porém em alguns locais como Espumoso, Jaguari, entre outros, que apresentam alguma inconsistência nas relações entre durações os resultados obtidos foram insatisfatórios. Contudo, as equações aqui determinadas apresentaram resultados satisfatórios, ainda a mesma, dependente somente da precipitação com duração de 1 dia e tempo de retorno de 10 anos, que pode ser obtida por meio dos dados pluviométricos.

O ajuste da equação regional demonstrou bons resultados para as regiões B, D e F, onde os erros encontram-se na faixa dos 15%. Mas, para as demais regiões os resultados obtidos não foram satisfatórios (ajustaram-se somente 60% dos locais que se encontram dentro da região). Assim, aconselha-se uma melhor discretização das regiões A, C e E a fim de buscar melhores resultados.

Observa-se que em ambas as metodologias aplicadas ao comparar com a relação entre durações. Os melhores ajustes ocorreram quando as precipitações dependentes em cada equação, são obtidas por meio de séries históricas pluviométricas suficientemente longas (mais de 20 anos), as quais representem de maneira confiável a distribuição das precipitações intensas locais, evitando, assim o extrapolamento das precipitações estimadas por Gumbel

## 5 CONCLUSÕES

Atualmente, o Rio Grande do Sul possui uma baixa densidade de estações pluviográficas, em geral com períodos observados relativamente curtos ou com falhas, impossibilitando assim a determinação das relações IDF's. Com o intuito de avaliar a aplicação de equações genéricas para determinação das precipitações intensas foram aplicadas as metodologias propostas por Bell (1969) e Chen (1983) para o Estado.

Ao avaliar a metodologia proposta por Bell (1969), observaram-se bons resultados em 82% dos locais, para todas as durações, desde que analisadas as precipitações nos TR estudados superiores a 10 anos, e apresentou um ajuste para os TR estudados em 95%, quando observado somente as precipitações com durações menores que 2 horas.

Em relação a aplicação da equação de Chen (1983), constatou-se bons ajustes em 95% dos locais, desde que fossem observados somente os valores das precipitações com duração superior a 2 horas e para TR igual ou superior a 5 anos.

Portanto, a aplicação das metodologias apresentadas por Bell (1969) e Chen (1983), foram consideradas válidas no Estado. Mas, ao observar o comportamento de ambas as metodologias, conclui-se que seu emprego na determinação das precipitações intensas apresentam caráter complementar, sendo que a equação de Bell (1969) se ajusta de forma aceitável para durações menores (duração < 2 horas), e a equação de Chen (1983) caracteriza de melhor forma as precipitações com durações maiores (duração > 2 horas).

Foram determinadas novas equações para estimar as precipitações intensas, em todos os locais estudados, a partir dos dados diários (dados pluviométricos), onde dependem apenas da precipitação máxima com TR de 10 anos e duração de 1 dia. Por meio de comparações entre as novas equações e as informações utilizadas (equações IDF's, relação entre durações), os erros estimados não excederam para nenhum local os 15%, na estimativa da precipitação máxima. Estas equações ajustadas tem o principal objetivo de determinar uma equação que se ajuste as relações entre durações aqui estudadas, facilitando assim a determinação das precipitações intensas nesses locais.

Contudo ao observar os coeficientes ajustados na equação modificada para cada local, não tem-se similaridade entre os mesmos para a determinação de uma equação regional com coeficientes médios. Assim ficou evidente que com as informações aqui utilizadas não são suficientes para determinação do comportamento das precipitações intensas no Estado. Outras equações que considerem as diferenças regionais, tais como é apresentada Koutsoyiannis et al (1998), podem ser uma solução para esta distribuição.

Porém, com o objetivo de apresentar equações regionais para todo o Estado, determinaram-se 6 regiões (A, B, C, D, E e F), sendo que nas regiões B, D, e F a equação regional apresentou resultados satisfatórios, no entanto, para as demais regiões os resultados foram satisfatórios somente em 60% dos locais em cada região. Assim, aconselha-se uma melhor discretização das regiões A, C e F.

## 6 SUGESTÕES

- Obter informações sobre as precipitações intensas mais atualizadas, e com período observado mais longo de relação entre durações.
- Para melhorar a caracterização das regiões homogêneas de relação entre durações das precipitações intensas, utilizar séries de dados de mesmo período.
- Aplicar e testar outras equações gerais como as apresentadas por Koutsoyiannis et al (1998).
- Utilizar nos testes as informações sobre as precipitações estimadas por satélite, pelo menos como espacializador (auxiliar de interpolação) para melhor caracterização das regiões ou da precipitação, nos locais onde não tem-se informações observadas.
- Usar modelos climáticos para determinação das séries de precipitações intensas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, R. F.; HUFFMAN, G. J.; BOLVIN, D. T.; CURTIS, S.; NELKIN, E. J.,: Tropical Rainfall Distributions Determined Using TRMM Combined with Other Satellite and Rain Gauge Information. **J. Appl. Meteor.**, 39, 2007–2023, 2000.

ALLASIA, D. G. P., **Impacto das incertezas no custo de uma rede de macrodrenagem**, UFRGS, 2002.

BACK, A. J., **Relações entre precipitações intensas de diferentes durações ocorridas no município de Urussanga, SC**, Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v. 13, n.2, p. 170-175, 2009.

BELINAZO, H. J., **Metodologia computacional para análise de chuvas intensas - Desenvolvimento e aplicação aos dados de Santa Maria - RS**. Dissertação, Universidade Federal de Santa Maria, 1991

BELL, F. C., Generalized rainfall-duration-frequency relationships, **Journal of the hydraulics division**, ASCE, v. 95, No HY1, Proc. Paper 6357, p. 311-327, 1969.

BELTRAME, L. F. S.; LANNA, A. E. L.; LOUZADA, J. A. S., **Chuvas Intensas**, Porto Alegre, 69 p, 1991.

BEMFICA, D. C. **Análise da aplicabilidade de padrões de chuva de projeto a Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado. UFRGS: Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre, RS. 1999.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Ed.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1993. 1.a ed., v. 4, p. 177–252.

BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de climatologia**, v. 2, p. 35-51, 2006.

CHEN, C. L., Rainfall intensity-duration-frequency formulas, **J. Hydraul. Eng.**, ASCE, 109(2), p. 1603-1621, 1983.

COUTINHO, L. F.; VIOLA, M. R.; PEREIRA, S.; DE MORAIS, N. R. Modelos de predição de chuvas intensas para o estado do Mato Grosso, Brasil, **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, n. 3, p. 274–290, 2011.

CPRM, **Atlas Pluviométrico do Brasil**, Disponível em CD ROM, Atualizado a novembro de 2011.

CPRM, **Estudos de Chuvas Intensas para o Estado do Rio de Janeiro**, Brasília, 2ª Edição, 140p, 2000.

DAEE/CETESB, **Drenagem Urbana**, Segunda Edição, São Paulo (SP), 1980.

DENARDIN, J.; FREITAS, P. L.; Características fundamentais da chuva intensa no Brasil, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 1409-1416, 1982.

ELTZ, F. L. F.; REICHERT, J. M.; CASSOL, E. A. Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 16, n. 2, p. 265–269, 1992.

FENDRICH, R, **Chuvas Intensas para Obras de Drenagem no Estado do Paraná**, Curitiba: 1, Edição da Champagnat, 99p, 1998.

FENDRICH, R, **Chuvas Intensas para Obras de Drenagem no Estado do Paraná**, Curitiba: 2, Edição, Gráfica Vicentina Editora Ltda, 101p, 2003.

FENSTERSEIFER, C. A. J.; ALLASIA, D. G.; FAVARETTO, J. R.; BASSO, R. E.; TASSI, R.; SILVEIRA, A. Investigation of Urban-Induced rainfall in Porto Alegre, Brazil using TRMM satellite rainfall estimation. **IAHS-AISH Publication**, v. 359, p 260-265, 2013.

FREITAS, A.J., SILVA, D.D., PRUSKI, F.F., PINTO, F.A., PEREIRA, S.B., GOMES FILHO, R.R., TEIXEIRA, A.F., BAENA, L.G.N., MELLO, L.T.A., NOVAES, L.F. **Equações de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 65 p., 2001

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A., **Hidrologia**, 2, Edição revisada e atualizada - São Paulo: Blucher, 1988.

HYAMS, D. G., **CurveExpert: A comprehensive data analysis software system for Windows, Mac and Linux**, 2013

JOYCE, R. J.; JANOWIAK J. E; P. ARKIN A.; XIE P, CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution, **J. Hydromet**, p. 487-503, 2004.

KOUTSOYIANNIS, D., KOZONIS, D., MANETAS, A. A mathematical framework for studying rainfall intensity–duration–frequency relationships. **Journal of Hydrology** 206, 118–135. 1998

KUMMEROW, C.; BARNES, W.; KOZU, T.; SHIUE, J.; SIMPSON, J.; The tropical rainfall measuring mission (TRMM): Sensor package, **Journal of atmospheric and oceanic technology** 15(3), 809-817, 1998.

MANLEY, R. E., Bell's Formula – A reappraisal, in: **VIII journées hydrologique**, 1992.

MARTINEZ, F. J.; MAGNI, N. L. G., **Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo**, DAEE – USP, p. 125, 1999.

MATOS, J. E. R., **Chuvas Intensas na Bahia: Equações e Metodologias de Regionalização**, UFBA, Salvador, 294 p, 2006.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, Secretaria de Agricultura, 42p., 1961.

NERILO, N.; MEDEIROS, P, A.; CORDERO, A, **Chuvas Intensas no Estado de Santa Catarina**, Florianópolis: Edição da UFSC, 156p, 2002

OCCHIPINTI, A,G.; SANTOS, P,M, **Análise intensidade-duração-frequência de chuva na cidade de São Paulo**, São Paulo: USP-Instituto Astronômico e Geofísico, 1965, 40p,

OLIVEIRA, L, F, C.; CORTÊS, F, C.; WEHR, T, R.; BORGES, L, B.; SARMENTO, P, H, L.; GRIEBELER, N, P, **Pesquisa Agropecuária Tropical: Intensidade – Duração – Frequência de Chuvas para Localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal**, v, 35, p,13-18, 2005.

OMM – Organização Meteorológica Mundial, **Guide to hydrological practices**, OMM –nº168, 6ª edição, Genebra, OMM, 2008.

PPAFSTETTER, O., **Chuvas Intensas no Brasil: Relação entre Precipitação, Duração e Frequência de Chuvas**, Departamento Nacional de Obras e Saneamento, Rio de Janeiro, 426 p, 1982.

PPAFSTETTER, O.,, **Chuvas Intensas no Brasil: Relação entre Precipitação, Duração e Frequência de Chuvas**, Departamento Nacional de Obras e Saneamento, Rio de Janeiro, 426 p, 1957.

PINHEIRO, M. G.; NAGHETTINI, M. C., Análise Regional de Frequência e Distribuição Temporal das Precipitações Intensas na Região Metropolitana de Belo Horizonte, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 4, p. 73-88, 1998.

PINTO, F. A.; FERRERIRA, P. A.; PRUSKI, F. F.; ALVES, A. R.; CECON, P.R., Equação de chuvas para algumas localidades do Estado de Minas Gerais, **Engenharia Agrícola**, v.16, p 91-104, 1996.

PINTO, F. R. L. **Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação para os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo: estimativa e espacialização**, Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola, Viçosa, MG. UFV, 70 p., 1999.

POMPÊO, C. A. **Equação de Chuvas Intensas para Florianópolis**, Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Relatório Interno, 1992.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 840 p., 1998.

ROSSATO, M. S.; **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**, Porto Alegre, UFRGS/PPGEA, Tese, 240 p., 2011.

SAMPAIO, M. V.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; PINTO, L. M. Equações de chuvas intensas na região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil, **Tecnologia e Ciências Agropecuárias**, João Pessoa, v.5, p. 1-8, 2011.

SILVA, D. D.; GOMES FILHO, R. R.; PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F., Chuvas Intensas no Estado da Bahia, Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v, 6, n, 2, p,362-367, 2002.

SILVA, D. D., VALVERDE, A. E. L., PRUSKI, F. F., GONÇALVES, R. A. B., Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação para o Estado de São Paulo, **Revista Engenharia na Agricultura**, v.7, n.2, p. 70-87, 1999.

SILVEIRA, A. L. L.; GOLDENFUM, J. A., Metodologia Generalizada para Pré-Dimensionamento de Dispositivos de Controle Pluvial na Fonte, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n.2, p. 157-168, 2007.

TORRICO, J. J. T. **Práticas hidrológicas**, Rio de Janeiro: Transcom, 120 p, 1974.

TUCCI, C, E, M, **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, Porto Alegre: Ed, da Universidade: ABRH: EDUSP, 943p, 1993.

UEHARA, K.; ZAHED FILHO, K.; SILVEIRA, L. N. L.; PALERMO, M. A., **Pequenas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo: Estudo de vazões médias e máximas**, São Paulo, FDTE/Escola politécnica da USP, v. 2, 780 p., 1980.

VIEIRA, D. B. Análise das máximas intensidades de chuvas na cidade de Campinas. **Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos**, p. 375-386, 1981.

VIEIRA, D. B.; NETO, F. L.; DOS SANTOS, R. P. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Mococa, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, p. 1215–1220, 1998.

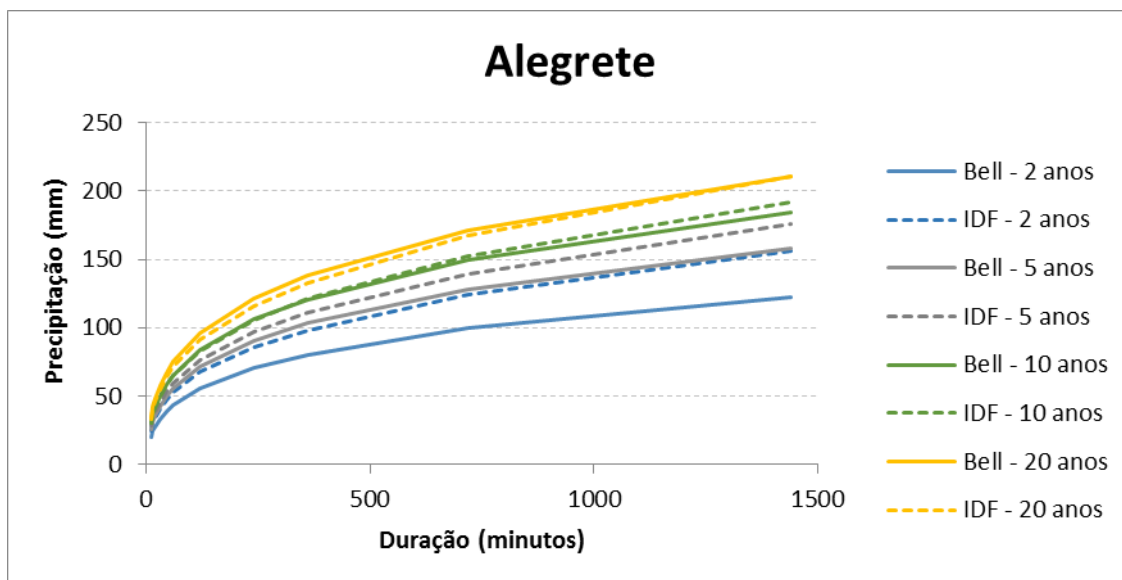
NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2ª edição, 422p., 1989.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P. DA. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **Terrae Didatica**, v. 8, n. 1, p. 34–50, 2012.



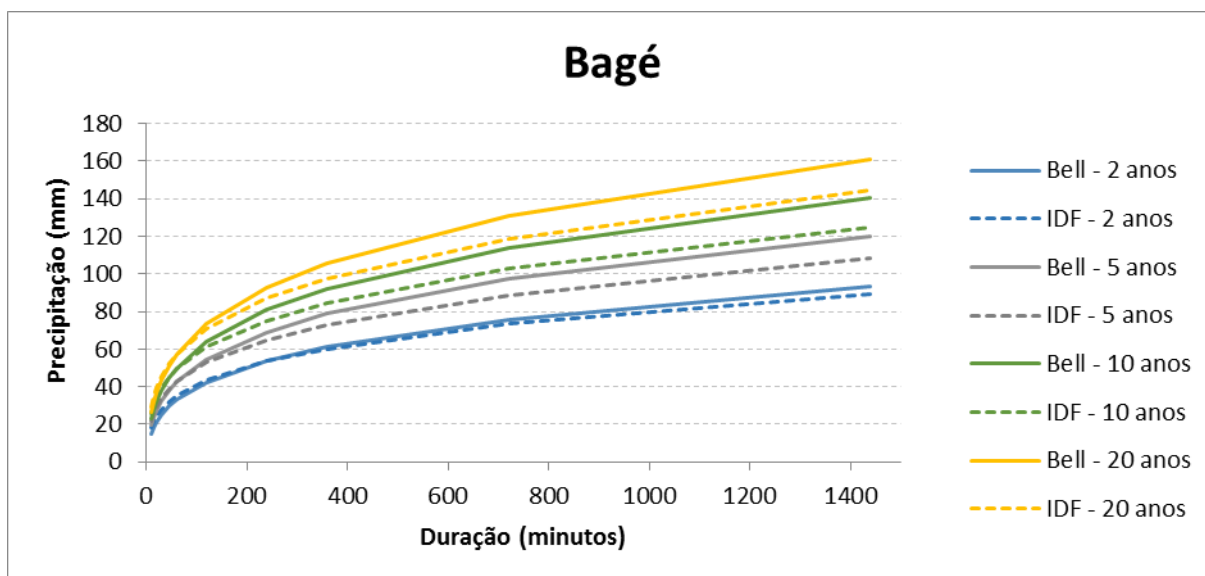
## APÊNDICES

### Apêndice A- Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas IDF's



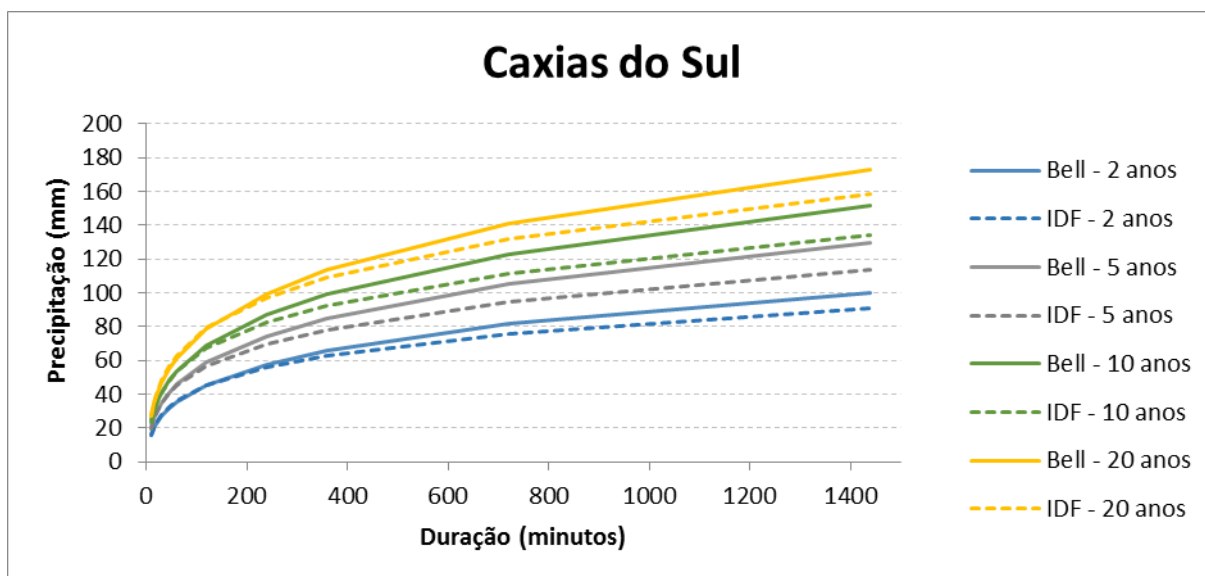
BELL / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30.02	30.56	0.55	1.79%
10	15	36.70	37.12	0.42	1.14%
10	20	41.87	42.16	0.30	0.71%
10	30	49.81	49.87	0.06	0.12%
10	45	58.60	58.38	-0.22	-0.38%
10	60	65.40	64.98	-0.42	-0.65%
10	120	83.95	83.23	-0.72	-0.86%
10	240	106.00	105.63	-0.38	-0.36%
10	360	120.79	121.14	0.35	0.29%
10	720	149.81	152.77	2.95	1.93%
10	1440	184.33	192.34	8.01	4.17%

BELL / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43.38	52.72	9.34	17.72%
5	60	55.92	59.38	3.47	5.84%
10	60	65.40	64.98	-0.42	-0.65%
15	60	70.95	68.50	-2.45	-3.58%
20	60	74.89	71.11	-3.78	-5.31%
30	60	80.44	74.96	-5.48	-7.31%



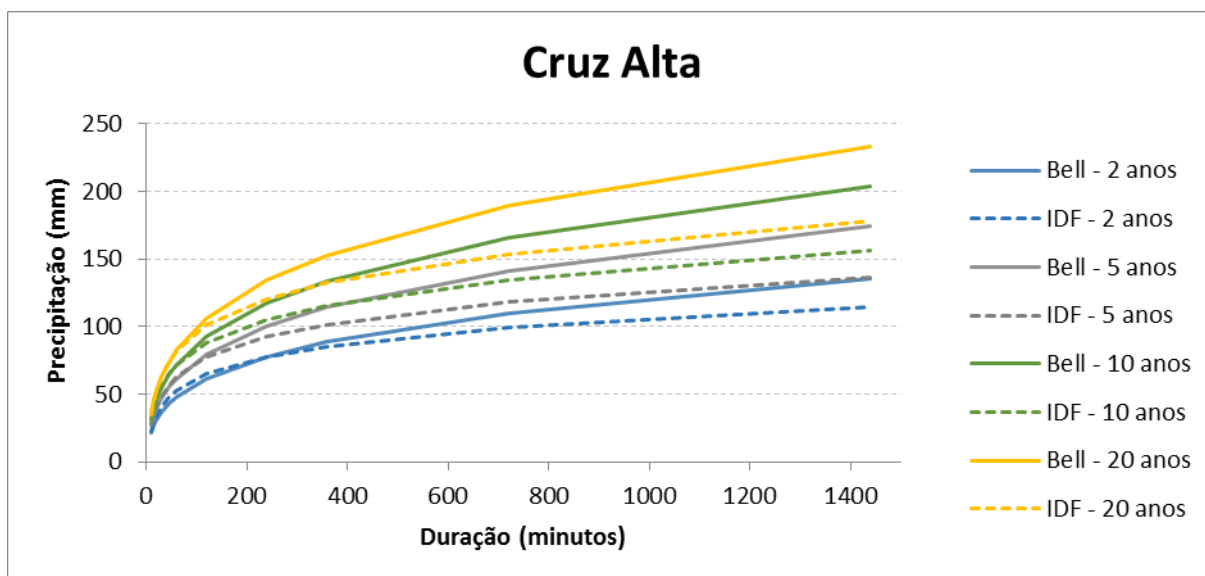
BELL / IDF - Bagé					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22.88	25.44	2.56	10.06%
10	15	27.97	30.31	2.33	7.69%
10	20	31.91	33.94	2.03	5.98%
10	30	37.97	39.35	1.38	3.51%
10	45	44.67	45.15	0.48	1.05%
10	60	49.86	49.54	-0.32	-0.65%
10	120	63.99	61.28	-2.71	-4.42%
10	240	80.80	75.13	-5.68	-7.56%
10	360	92.07	84.43	-7.65	-9.06%
10	720	114.20	102.84	-11.35	-11.04%
10	1440	140.51	125.07	-15.43	-12.34%

BELL / IDF - Bagé					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	33.06	35.33	2.26	6.41%
5	60	42.62	42.83	0.20	0.47%
10	60	49.86	49.54	-0.32	-0.65%
15	60	54.09	53.94	-0.15	-0.27%
20	60	57.09	57.30	0.21	0.37%
30	60	61.32	62.39	1.07	1.72%



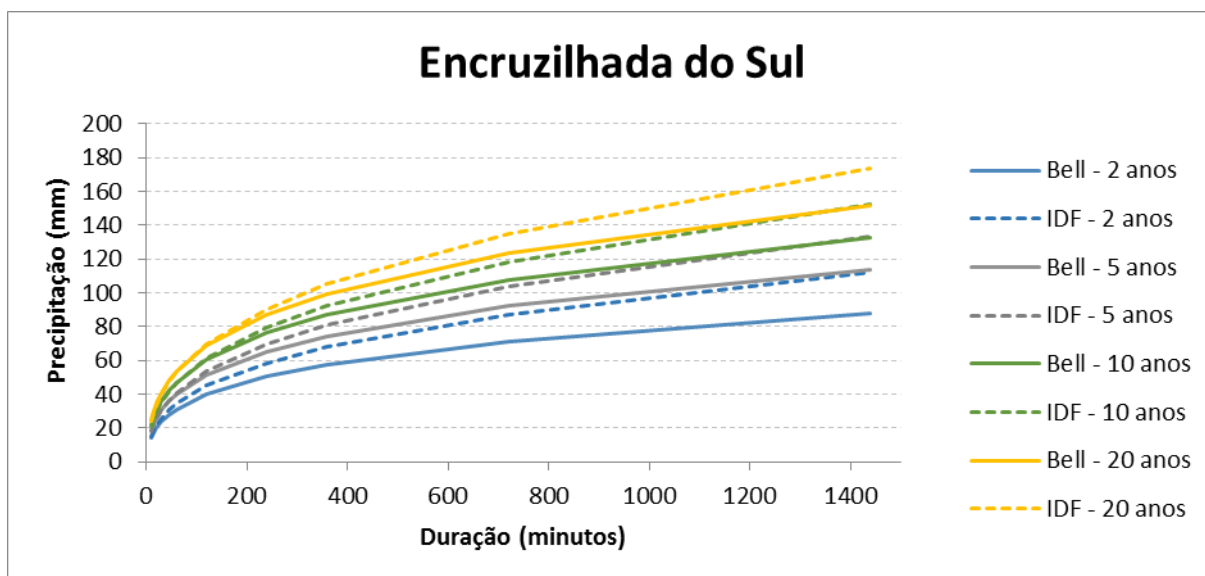
BELL / IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24.62	23.17	-1.45	-6.26%
10	15	30.10	29.20	-0.90	-3.08%
10	20	34.34	33.82	-0.52	-1.54%
10	30	40.85	40.70	-0.15	-0.38%
10	45	48.07	47.95	-0.12	-0.25%
10	60	53.64	53.30	-0.34	-0.65%
10	120	68.85	67.04	-1.81	-2.70%
10	240	86.94	82.38	-4.56	-5.53%
10	360	99.07	92.35	-6.72	-7.27%
10	720	122.88	111.58	-11.29	-10.12%
10	1440	151.18	134.22	-16.96	-12.64%

BELL / IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	35.58	36.22	0.64	1.78%
5	60	45.86	45.13	-0.73	-1.62%
10	60	53.64	53.30	-0.34	-0.65%
15	60	58.20	58.75	0.55	0.94%
20	60	61.43	62.95	1.52	2.42%
30	60	65.98	69.38	3.40	4.91%



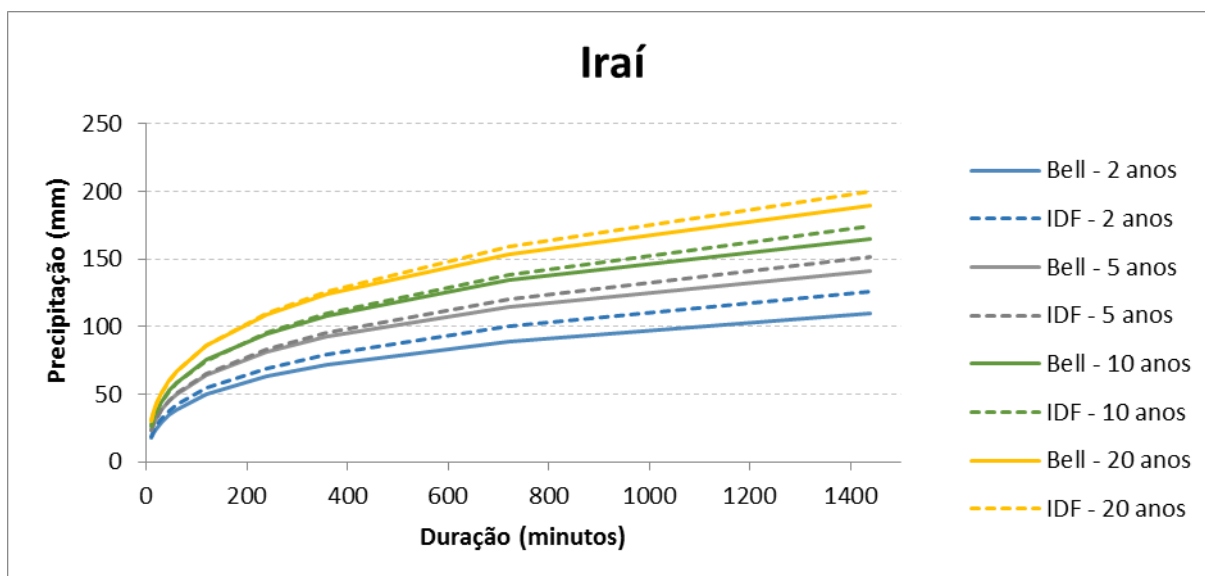
BELL / IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	33.16	30.90	-2.27	-7.34%
10	15	40.55	39.34	-1.21	-3.06%
10	20	46.26	45.79	-0.47	-1.02%
10	30	55.03	55.25	0.22	0.40%
10	45	64.75	64.91	0.17	0.26%
10	60	72.26	71.80	-0.46	-0.65%
10	120	92.75	88.42	-4.33	-4.90%
10	240	117.12	105.42	-11.70	-11.10%
10	360	133.45	115.80	-17.66	-15.25%
10	720	165.52	134.76	-30.76	-22.83%
10	1440	203.66	155.82	-47.84	-30.70%

BELL / IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47.93	52.88	4.96	9.37%
5	60	61.78	62.94	1.16	1.84%
10	60	72.26	71.80	-0.46	-0.65%
15	60	78.39	77.55	-0.85	-1.09%
20	60	82.74	81.91	-0.84	-1.02%
30	60	88.88	88.46	-0.41	-0.46%



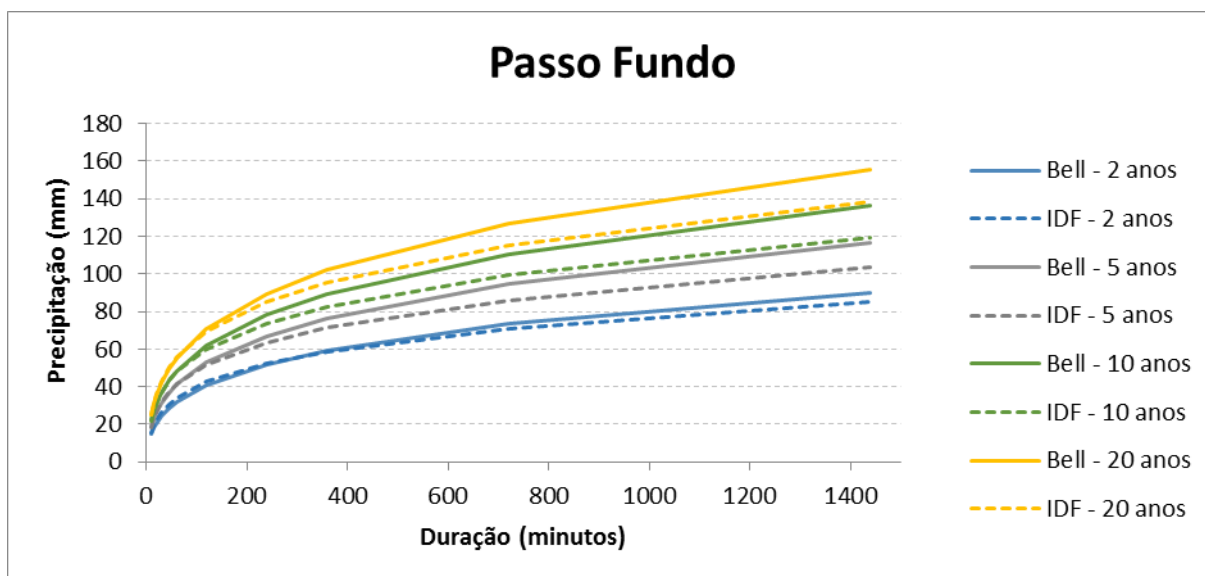
BELL / IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21.60	20.84	-0.76	-3.65%
10	15	26.41	25.62	-0.79	-3.09%
10	20	30.13	29.35	-0.78	-2.65%
10	30	35.84	35.14	-0.70	-1.99%
10	45	42.17	41.65	-0.52	-1.25%
10	60	47.07	46.76	-0.30	-0.65%
10	120	60.41	61.16	0.75	1.23%
10	240	76.28	79.26	2.98	3.75%
10	360	86.92	92.01	5.09	5.53%
10	720	107.81	118.48	10.67	9.00%
10	1440	132.65	152.30	19.66	12.91%

BELL / IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	31.22	34.44	3.23	9.37%
5	60	40.24	40.99	0.75	1.84%
10	60	47.07	46.76	-0.30	-0.65%
15	60	51.06	50.51	-0.55	-1.09%
20	60	53.89	53.35	-0.55	-1.02%
30	60	57.89	57.62	-0.27	-0.46%



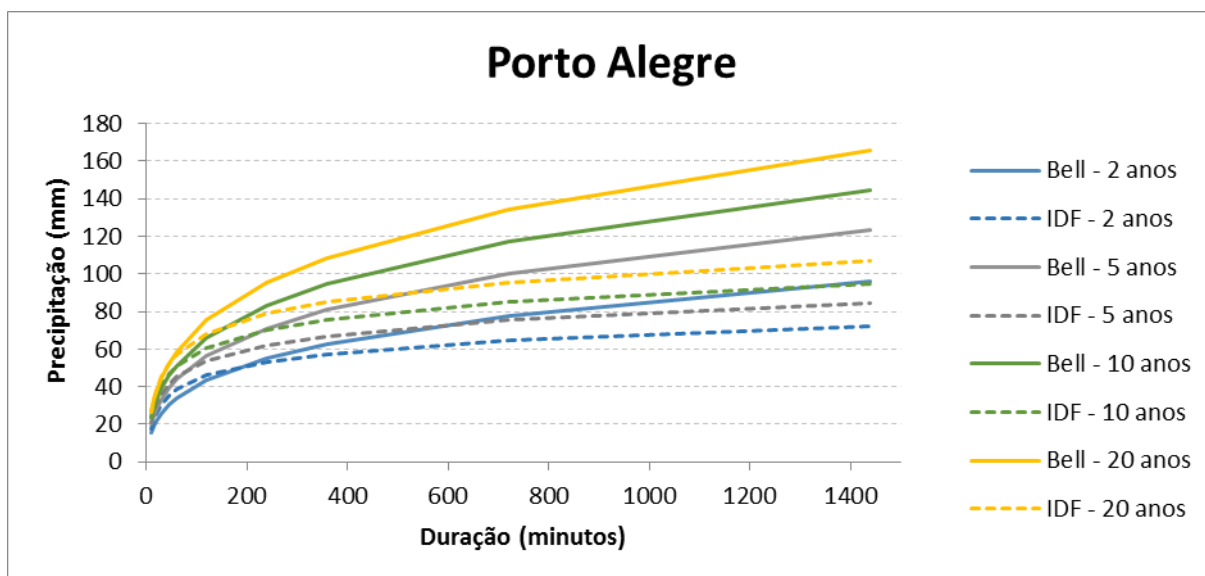
BELL / IDF - Iraí					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26.90	26.48	-0.42	-1.59%
10	15	32.89	32.53	-0.36	-1.10%
10	20	37.52	37.20	-0.32	-0.87%
10	30	44.64	44.33	-0.32	-0.71%
10	45	52.52	52.17	-0.35	-0.67%
10	60	58.62	58.24	-0.38	-0.65%
10	120	75.24	74.93	-0.30	-0.40%
10	240	95.00	95.32	0.32	0.34%
10	360	108.25	109.41	1.16	1.06%
10	720	134.26	138.09	3.83	2.77%
10	1440	165.20	173.94	8.74	5.03%

BELL / IDF - Iraí					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38.87	42.21	3.34	7.90%
5	60	50.11	50.70	0.59	1.16%
10	60	58.62	58.24	-0.38	-0.65%
15	60	63.59	63.16	-0.43	-0.68%
20	60	67.12	66.90	-0.22	-0.33%
30	60	72.09	72.55	0.46	0.63%



BELL / IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22.16	21.44	-0.71	-3.33%
10	15	27.09	26.81	-0.28	-1.06%
10	20	30.90	30.88	-0.02	-0.08%
10	30	36.77	36.93	0.16	0.43%
10	45	43.26	43.28	0.02	0.04%
10	60	48.28	47.97	-0.31	-0.65%
10	120	61.97	60.05	-1.92	-3.20%
10	240	78.25	73.60	-4.65	-6.32%
10	360	89.16	82.43	-6.74	-8.17%
10	720	110.59	99.50	-11.09	-11.15%
10	1440	136.07	119.62	-16.44	-13.75%

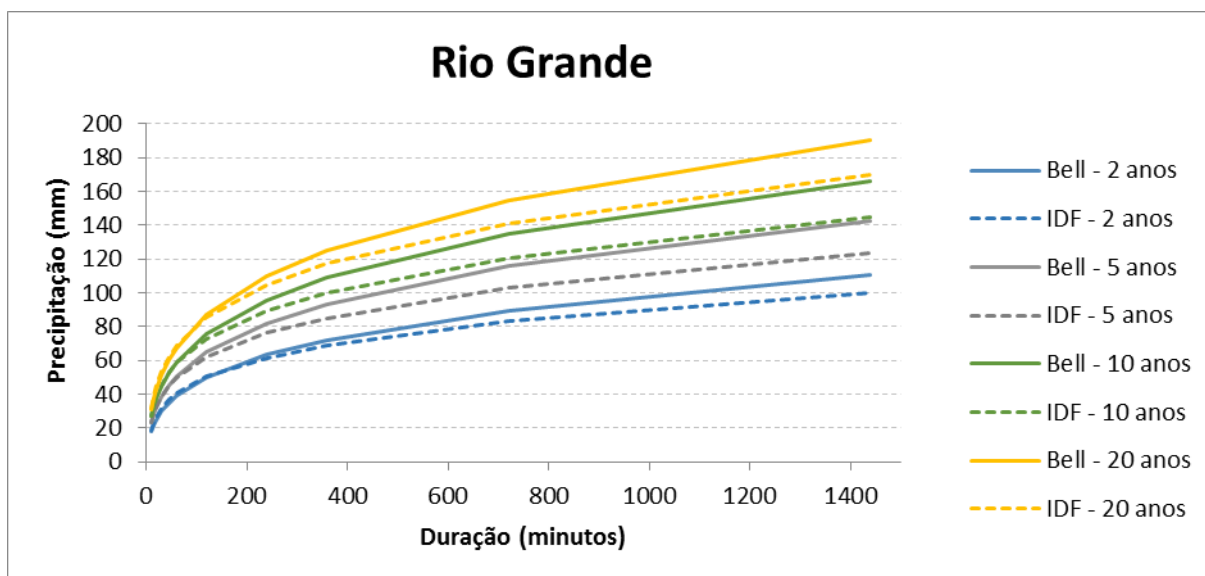
BELL / IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	32.02	34.21	2.19	6.41%
5	60	41.28	41.47	0.19	0.47%
10	60	48.28	47.97	-0.31	-0.65%
15	60	52.38	52.23	-0.14	-0.27%
20	60	55.28	55.49	0.20	0.37%
30	60	59.38	60.42	1.04	1.72%



BELL / IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23.56	23.54	-0.02	-0.07%
10	15	28.80	29.58	0.78	2.65%
10	20	32.86	34.07	1.22	3.57%
10	30	39.09	40.46	1.37	3.37%
10	45	45.99	46.71	0.72	1.54%
10	60	51.33	51.00	-0.33	-0.65%
10	120	65.88	60.80	-5.08	-8.36%
10	240	83.19	70.10	-13.09	-18.68%
10	360	94.79	75.48	-19.32	-25.59%
10	720	117.57	84.88	-32.70	-38.52%
10	1440	144.66	94.82	-49.84	-52.57%

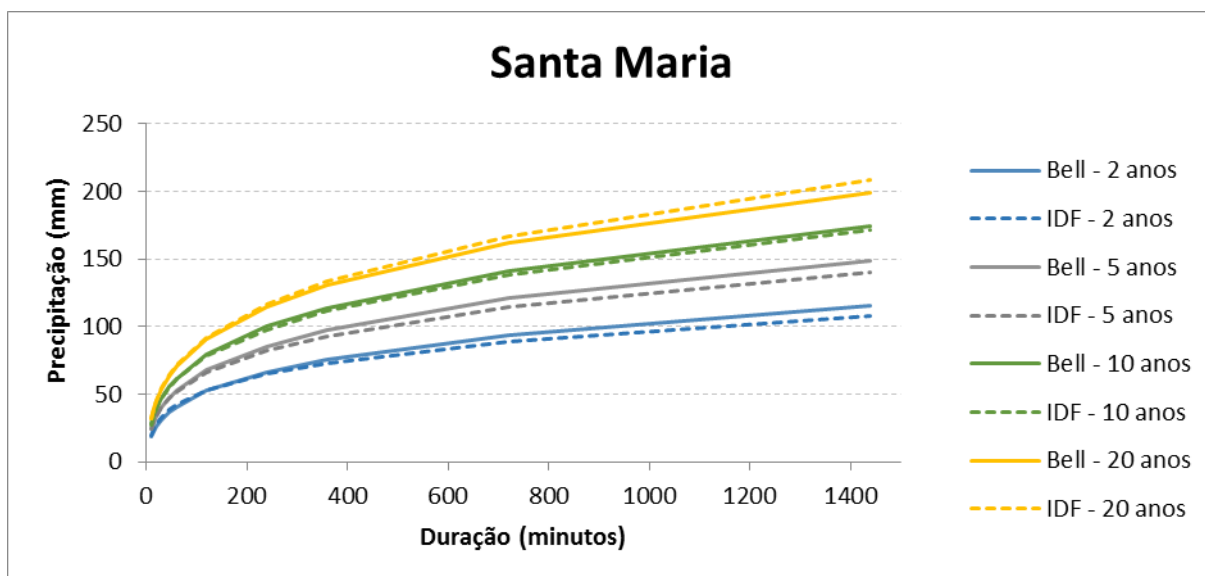
BELL / IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	34.04	38.73	4.69	12.10%
5	60	43.88	45.30	1.42	3.12%
10	60	51.33	51.00	-0.33	-0.65%
15	60	55.68	54.66	-1.02	-1.87%
20	60	58.77	57.42	-1.36	-2.36%
30	60	63.13	61.54	-1.59	-2.58%





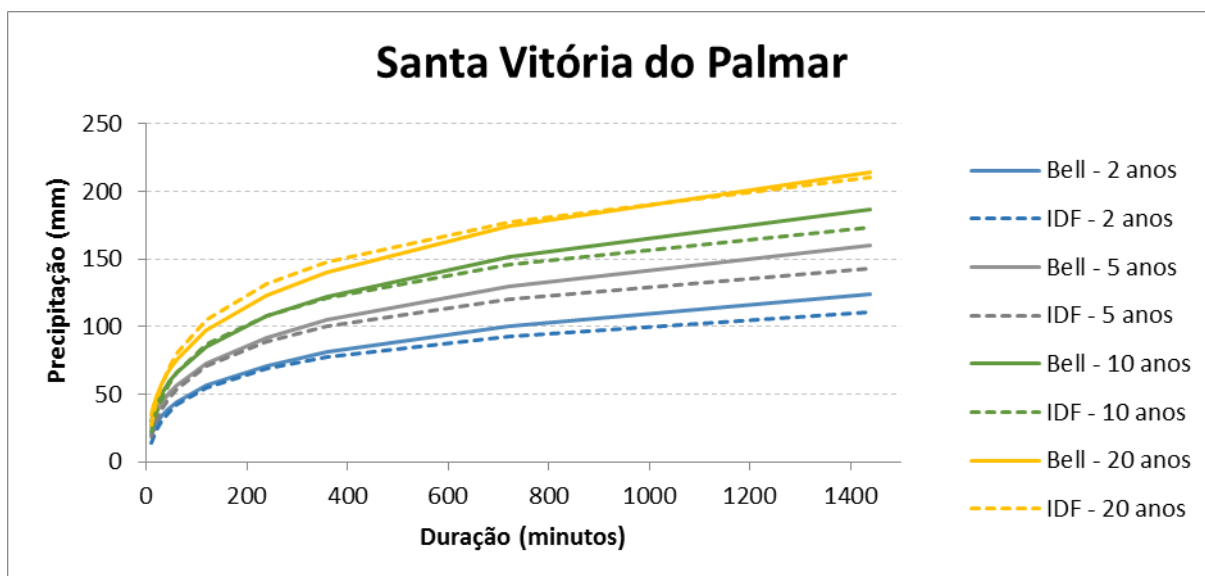
BELL / IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27.07	27.04	-0.03	-0.12%
10	15	33.10	33.48	0.38	1.15%
10	20	37.76	38.34	0.58	1.52%
10	30	44.93	45.52	0.59	1.30%
10	45	52.86	53.05	0.19	0.36%
10	60	58.99	58.61	-0.38	-0.65%
10	120	75.72	72.99	-2.73	-3.73%
10	240	95.61	89.21	-6.40	-7.18%
10	360	108.95	99.82	-9.13	-9.15%
10	720	135.13	120.37	-14.76	-12.26%
10	1440	166.26	144.65	-21.61	-14.94%

BELL / IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39.12	40.48	1.36	3.35%
5	60	50.44	49.98	-0.46	-0.92%
10	60	58.99	58.61	-0.38	-0.65%
15	60	64.00	64.34	0.35	0.54%
20	60	67.55	68.74	1.20	1.74%
30	60	72.56	75.46	2.91	3.86%



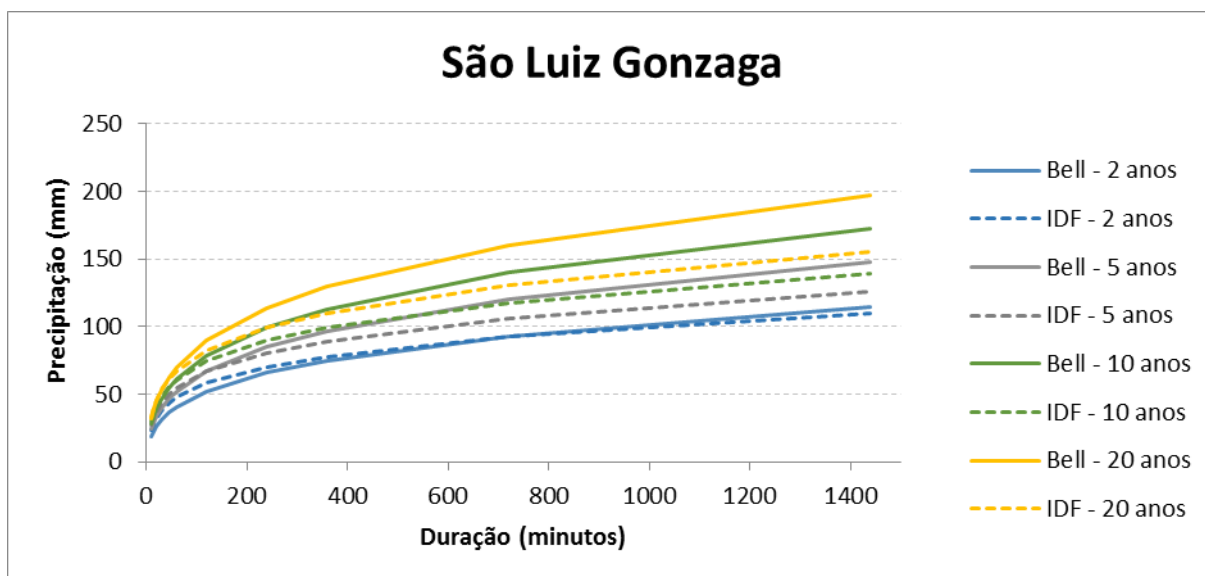
BELL / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28.31	27.67	-0.63	-2.28%
10	15	34.60	34.24	-0.37	-1.07%
10	20	39.48	39.26	-0.22	-0.55%
10	30	46.97	46.85	-0.12	-0.26%
10	45	55.26	55.05	-0.22	-0.39%
10	60	61.68	61.28	-0.40	-0.65%
10	120	79.16	78.03	-1.13	-1.45%
10	240	99.96	97.90	-2.06	-2.11%
10	360	113.90	111.35	-2.55	-2.29%
10	720	141.27	138.25	-3.03	-2.19%
10	1440	173.82	171.18	-2.64	-1.54%

BELL / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	40.90	42.48	1.58	3.71%
5	60	52.73	52.37	-0.36	-0.68%
10	60	61.68	61.28	-0.40	-0.65%
15	60	66.91	67.14	0.23	0.35%
20	60	70.62	71.62	1.00	1.40%
30	60	75.85	78.43	2.57	3.28%



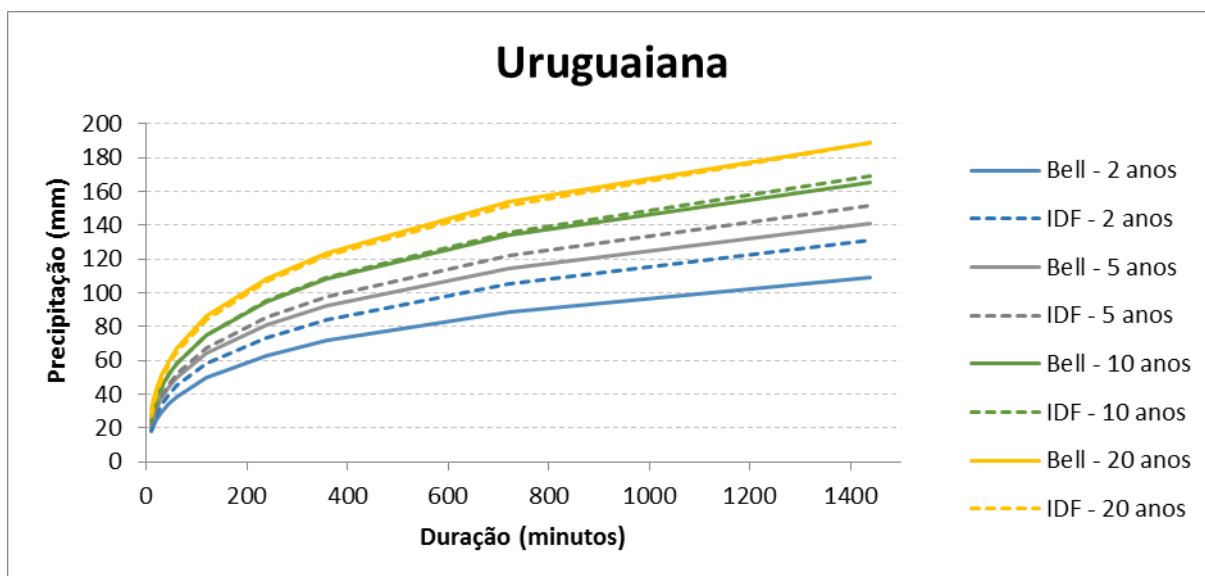
BELL / IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30.43	22.40	-8.03	-35.84%
10	15	37.20	30.12	-7.08	-23.50%
10	20	42.44	36.50	-5.94	-16.28%
10	30	50.49	46.57	-3.92	-8.41%
10	45	59.40	57.62	-1.78	-3.09%
10	60	66.30	65.87	-0.43	-0.65%
10	120	85.09	86.59	1.50	1.73%
10	240	107.45	108.27	0.83	0.76%
10	360	122.43	121.57	-0.86	-0.71%
10	720	151.85	145.94	-5.91	-4.05%
10	1440	186.84	173.22	-13.62	-7.86%

BELL / IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43.97	41.97	-1.99	-4.75%
5	60	56.68	54.25	-2.43	-4.48%
10	60	66.30	65.87	-0.43	-0.65%
15	60	71.92	73.79	1.87	2.53%
20	60	75.91	79.98	4.07	5.09%
30	60	81.54	89.59	8.06	8.99%



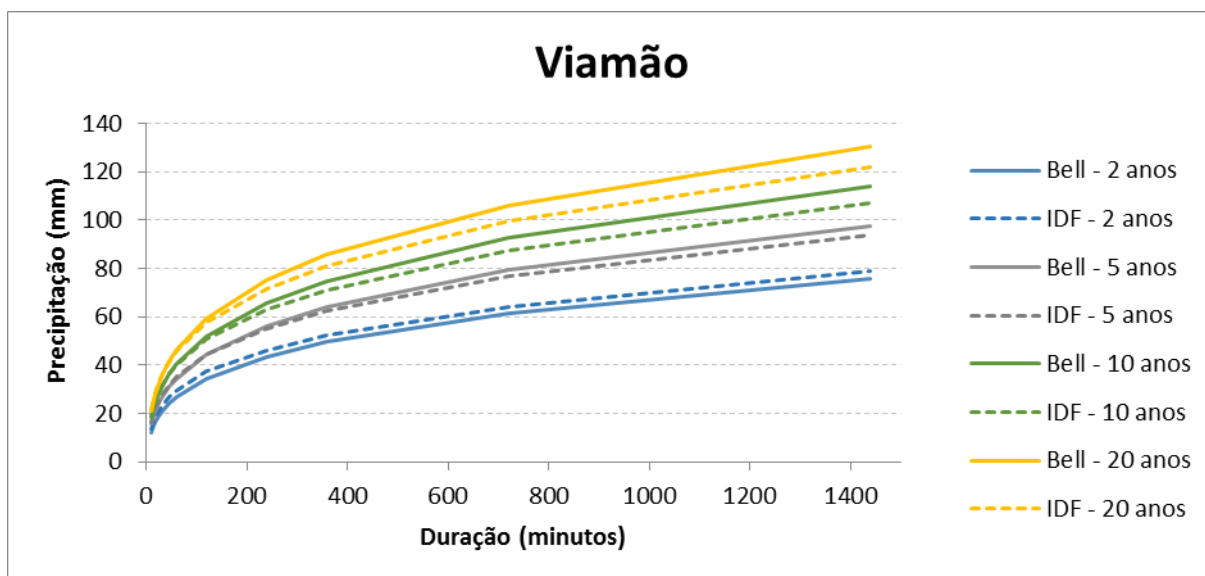
BELL / IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28.06	29.73	1.66	5.60%
10	15	34.31	36.26	1.96	5.39%
10	20	39.14	41.11	1.97	4.79%
10	30	46.57	48.15	1.58	3.29%
10	45	54.79	55.43	0.64	1.16%
10	60	61.14	60.75	-0.39	-0.65%
10	120	78.48	74.33	-4.15	-5.59%
10	240	99.10	89.40	-9.69	-10.84%
10	360	112.92	99.16	-13.77	-13.88%
10	720	140.05	117.84	-22.22	-18.85%
10	1440	172.32	139.60	-32.72	-23.44%

BELL / IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	40.55	47.72	7.17	15.02%
5	60	52.28	54.75	2.48	4.52%
10	60	61.14	60.75	-0.39	-0.65%
15	60	66.33	64.56	-1.77	-2.74%
20	60	70.01	67.41	-2.60	-3.86%
30	60	75.20	71.64	-3.57	-4.98%



BELL / IDF - Uruguiana					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26.86	24.25	-2.61	-10.77%
10	15	32.84	30.72	-2.12	-6.92%
10	20	37.47	35.76	-1.71	-4.78%
10	30	44.58	43.45	-1.13	-2.60%
10	45	52.45	51.80	-0.64	-1.24%
10	60	58.53	58.16	-0.38	-0.65%
10	120	75.13	75.18	0.05	0.06%
10	240	94.87	95.26	0.40	0.42%
10	360	108.10	108.83	0.73	0.67%
10	720	134.07	135.94	1.87	1.37%
10	1440	164.96	169.17	4.20	2.49%

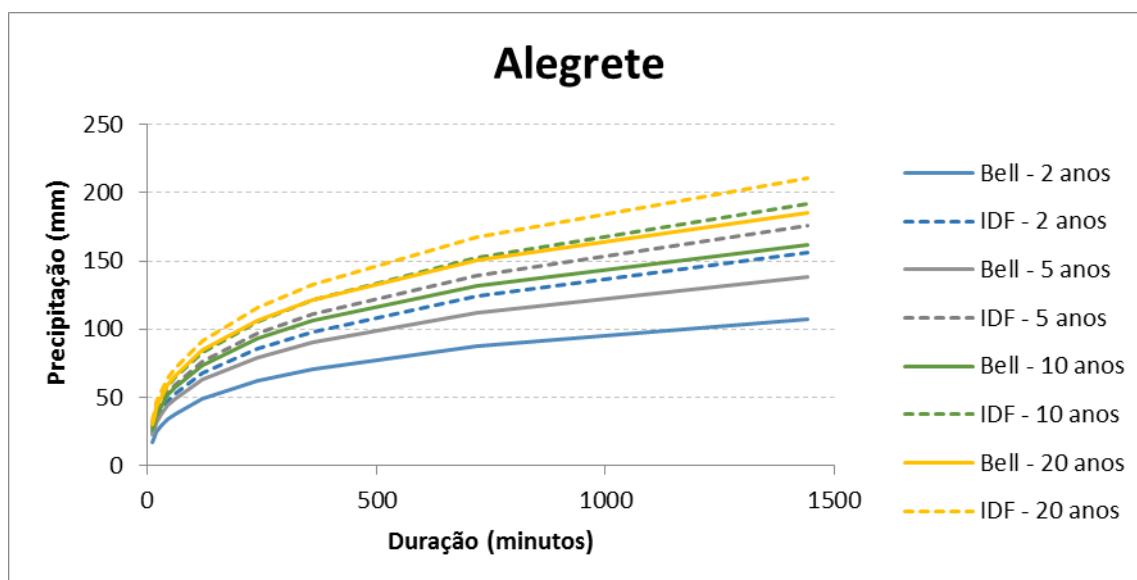
BELL / IDF - Uruguiana					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38.82	44.95	6.13	13.65%
5	60	50.04	52.05	2.01	3.86%
10	60	58.53	58.16	-0.38	-0.65%
15	60	63.50	62.06	-1.44	-2.33%
20	60	67.02	64.98	-2.04	-3.15%
30	60	71.99	69.33	-2.66	-3.83%



BELL / IDF - Viamão					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	18.59	18.79	0.20	1.09%
10	15	22.73	23.06	0.34	1.46%
10	20	25.93	26.30	0.37	1.42%
10	30	30.85	31.14	0.29	0.95%
10	45	36.29	36.33	0.04	0.10%
10	60	40.51	40.25	-0.26	-0.65%
10	120	51.99	50.67	-1.32	-2.60%
10	240	65.65	62.90	-2.74	-4.36%
10	360	74.81	71.12	-3.69	-5.19%
10	720	92.78	87.40	-5.38	-6.15%
10	1440	114.16	107.14	-7.02	-6.55%

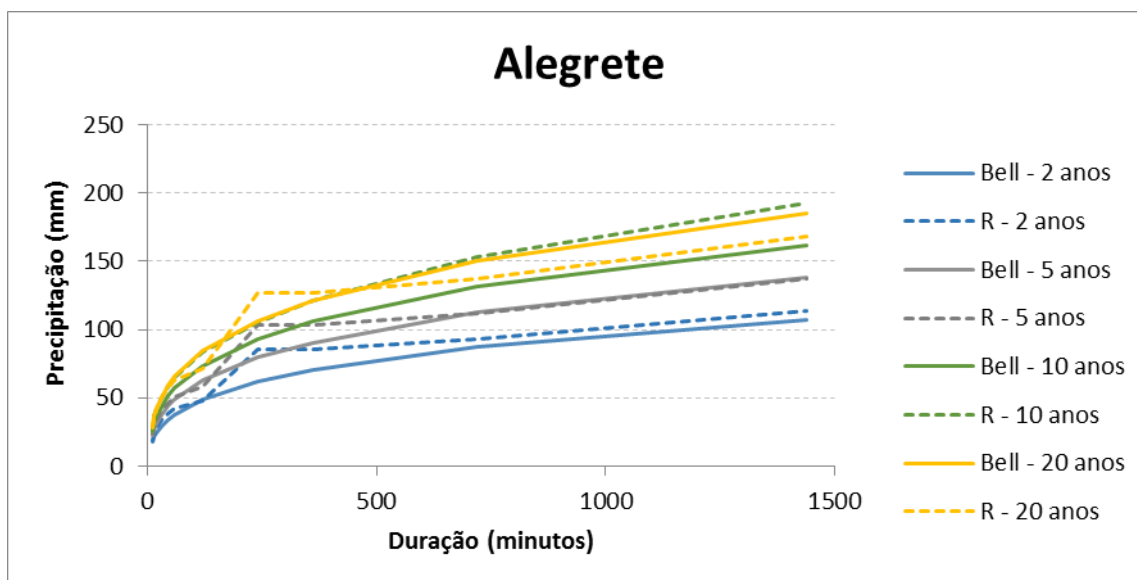
BELL / IDF - Viamão					
Tr	Duração	Bell(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	26.86	29.64	2.78	9.37%
5	60	34.63	35.28	0.65	1.84%
10	60	40.51	40.25	-0.26	-0.65%
15	60	43.94	43.47	-0.47	-1.09%
20	60	46.38	45.91	-0.47	-1.02%
30	60	49.82	49.59	-0.23	-0.46%

**Apêndice B-Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas IDF's (quando a precipitação de 1 hora foi obtida pelo método das durações)**



BELL Relação / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26.34	30.56	4.22	13.81%
10	15	32.21	37.12	4.91	13.24%
10	20	36.74	42.16	5.42	12.86%
10	30	43.71	49.87	6.16	12.35%
10	45	51.43	58.38	6.95	11.91%
10	60	57.40	64.98	7.58	11.67%
10	120	73.67	83.23	9.56	11.48%
10	240	93.03	105.63	12.60	11.93%
10	360	106.01	121.14	15.13	12.49%
10	720	131.48	152.77	21.29	13.93%
10	1440	161.77	192.34	30.57	15.89%

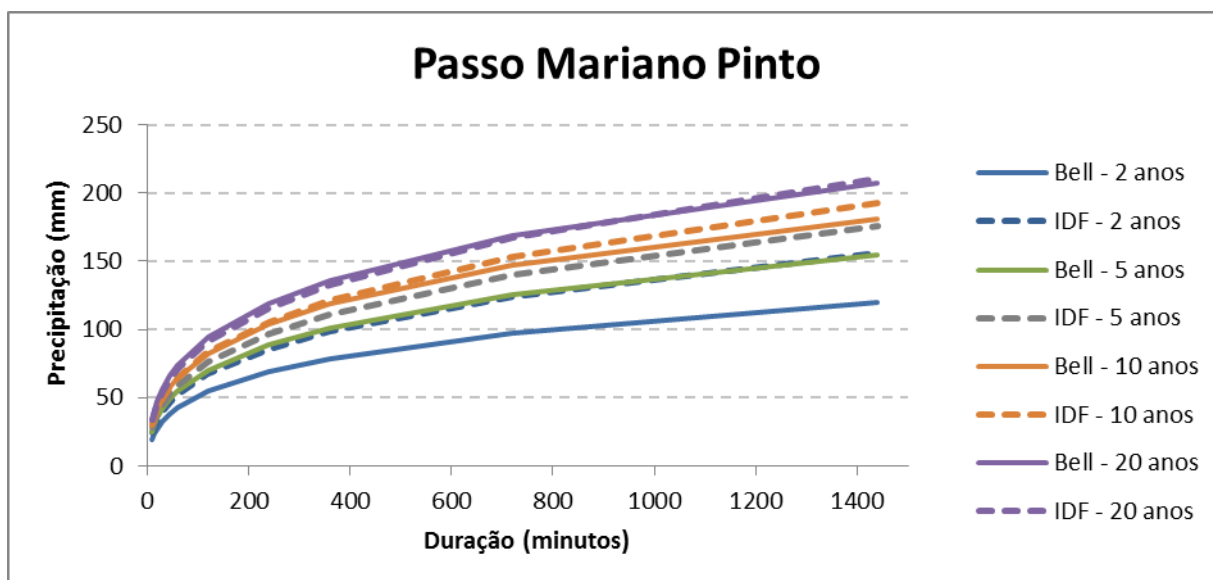
BELL Relação / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38.07	67.52	29.45	43.62%
5	60	49.07	59.38	10.31	17.36%
10	60	57.40	64.98	7.58	11.67%
15	60	62.27	68.50	6.23	9.10%
20	60	65.73	71.11	5.39	7.58%
30	60	70.60	74.96	4.37	5.82%



Bell relação / relação - Alegrete					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26.34	25.74	-0.61	-2.36%
10	15	32.21	30.43	-1.77	-5.82%
10	20	36.74	37.92	1.18	3.10%
10	30	43.71	45.91	2.20	4.79%
10	45	51.43	51.82	0.39	0.76%
10	60	57.40	57.03	-0.37	-0.65%
10	120	73.67	64.85	-8.82	-13.60%
10	240	93.03	115.60	22.57	19.52%
10	360	106.01	115.13	9.12	7.92%
10	720	131.48	125.09	-6.39	-5.11%
10	1440	161.77	153.50	-8.27	-5.39%

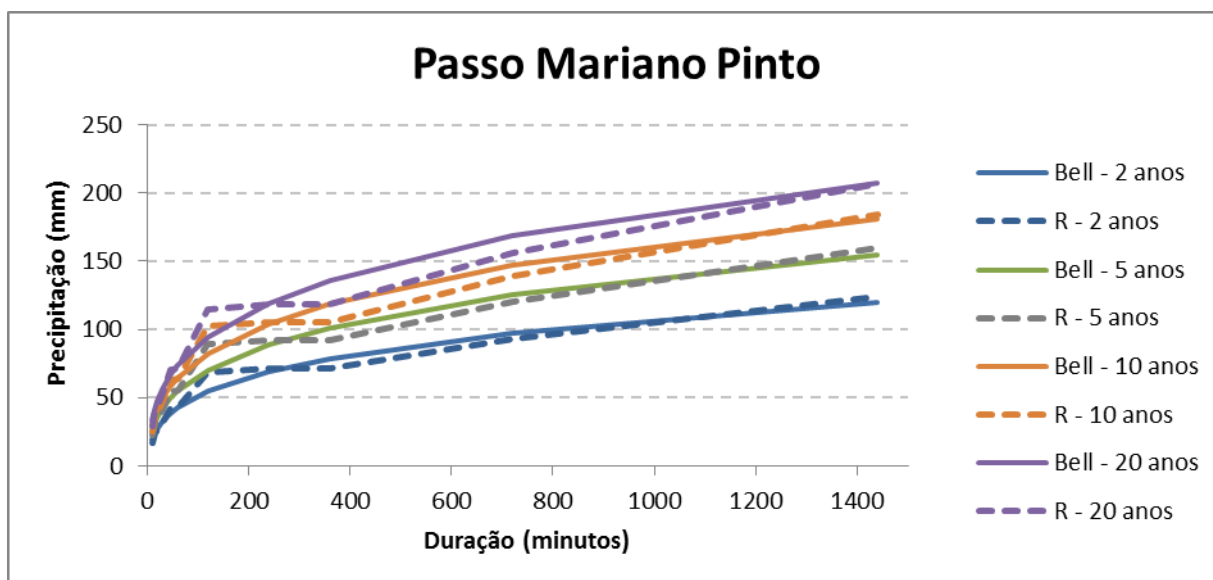
Bell relação / relação - Alegrete					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38.07	42.24	4.17	9.87%
5	60	49.07	51.14	2.06	4.03%
10	60	57.40	57.03	-0.37	-0.65%
15	60	62.27	60.36	-1.91	-3.17%
20	60	65.73	62.68	-3.04	-4.86%
30	60	70.60	65.93	-4.66	-7.07%





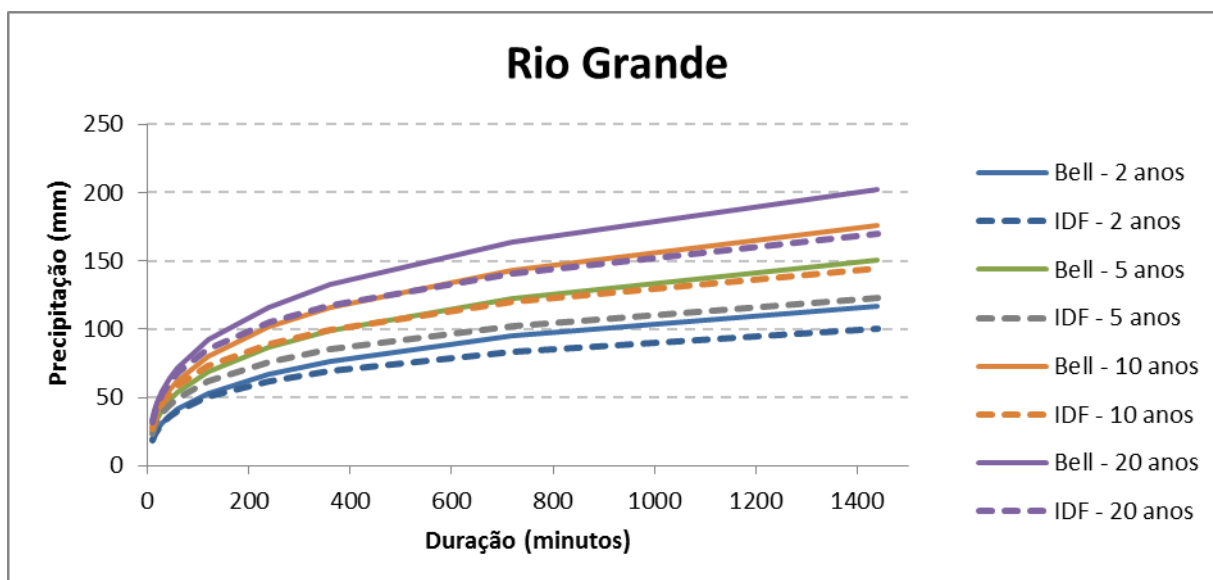
BELL Relação / IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.47	30.56	1.10	3.59%
10	15	36.02	37.12	1.10	2.95%
10	20	41.10	42.16	1.07	2.53%
10	30	48.90	49.87	0.98	1.96%
10	45	57.53	58.38	0.86	1.46%
10	60	64.20	64.98	0.78	1.20%
10	120	82.41	83.23	0.82	0.99%
10	240	104.06	105.63	1.57	1.49%
10	360	118.57	121.14	2.57	2.12%
10	720	147.06	152.77	5.70	3.73%
10	1440	180.94	192.34	11.39	5.92%

BELL Relação / IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42.58	52.72	10.14	19.23%
5	60	54.89	59.38	4.49	7.57%
10	60	64.20	64.98	0.78	1.20%
15	60	69.65	68.50	-1.15	-1.68%
20	60	73.52	71.11	-2.40	-3.38%
30	60	78.96	74.96	-4.00	-5.34%



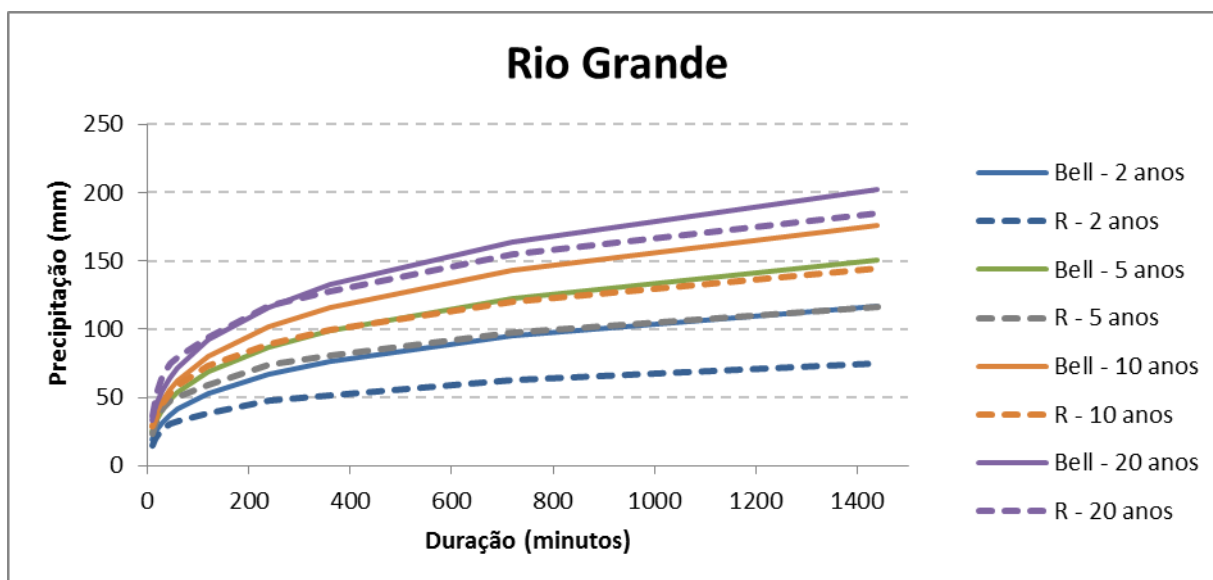
Bell relação / relação - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.47	25.72	-3.75	-14.56%
10	15	36.02	36.56	0.54	1.47%
10	20	41.10	39.24	-1.86	-4.73%
10	30	48.90	47.48	-1.42	-2.98%
10	45	57.53	62.60	5.08	8.11%
10	60	64.20	63.79	-0.41	-0.65%
10	120	82.41	102.18	19.78	19.35%
10	240	104.06	105.60	1.54	1.46%
10	360	118.57	105.60	-12.98	-12.29%
10	720	147.06	138.69	-8.37	-6.04%
10	1440	180.94	183.87	2.93	1.59%

Bell relação / relação - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42.58	42.99	0.41	0.95%
5	60	54.89	55.51	0.61	1.11%
10	60	64.20	63.79	-0.41	-0.65%
15	60	69.65	68.47	-1.18	-1.72%
20	60	73.52	71.75	-1.77	-2.47%
30	60	78.96	76.32	-2.65	-3.47%



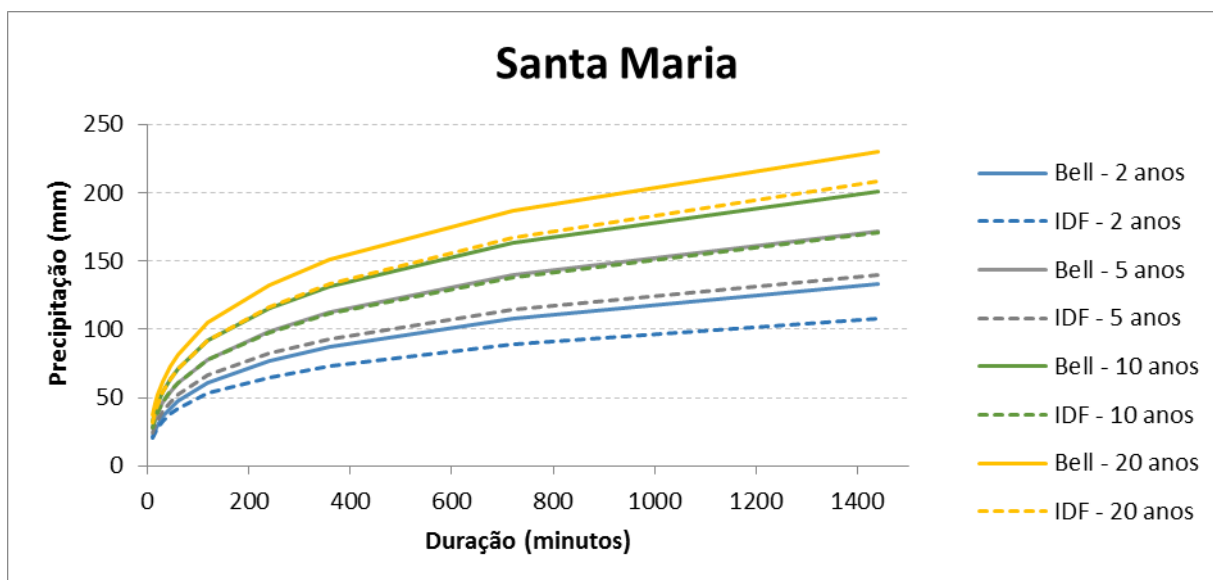
BELL Relação / IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28.73	27.04	-1.69	-6.24%
10	15	35.12	33.48	-1.64	-4.89%
10	20	40.07	38.34	-1.73	-4.50%
10	30	47.67	45.52	-2.15	-4.73%
10	45	56.09	53.05	-3.04	-5.73%
10	60	62.60	58.61	-3.98	-6.79%
10	120	80.35	72.99	-7.35	-10.07%
10	240	101.45	89.21	-12.24	-13.72%
10	360	115.60	99.82	-15.79	-15.82%
10	720	143.38	120.37	-23.02	-19.12%
10	1440	176.42	144.65	-31.77	-21.96%

BELL Relação / IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41.52	40.48	-1.04	-2.56%
5	60	53.52	49.98	-3.54	-7.09%
10	60	62.60	58.61	-3.98	-6.79%
15	60	67.91	64.34	-3.56	-5.54%
20	60	71.68	68.74	-2.93	-4.26%
30	60	76.99	75.46	-1.52	-2.02%



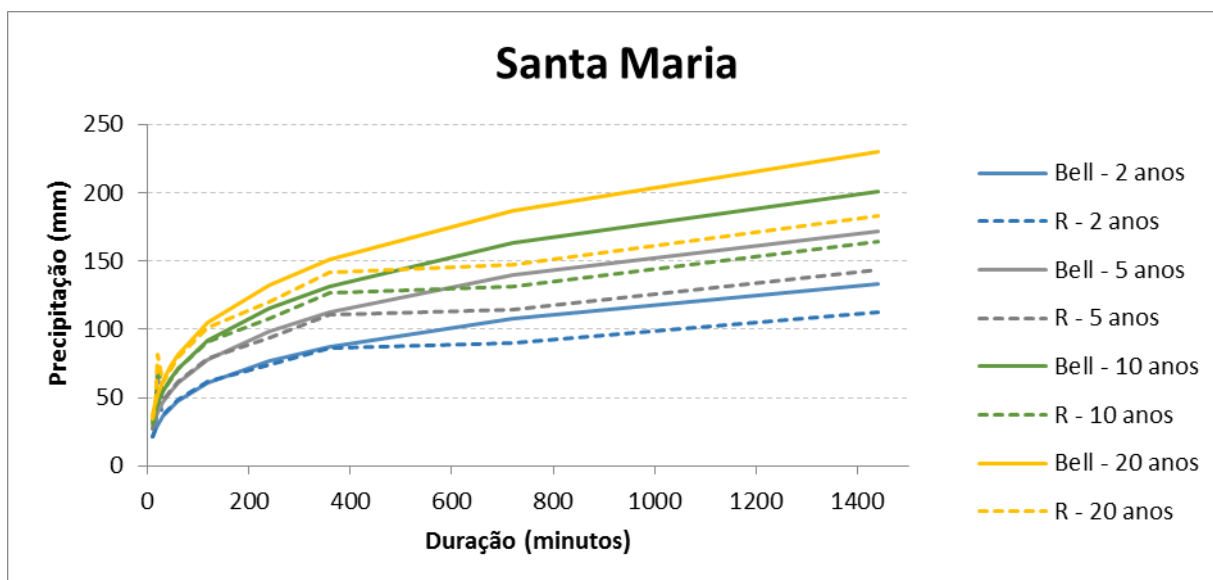
Bell relação / relação - Rio Grande					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28.73	28.52	-0.21	-0.74%
10	15	35.12	36.65	1.53	4.18%
10	20	40.07	42.70	2.63	6.16%
10	30	47.67	51.70	4.03	7.80%
10	45	56.09	58.32	2.23	3.83%
10	60	62.60	62.20	-0.40	-0.65%
10	120	80.35	72.92	-7.43	-10.18%
10	240	101.45	90.95	-10.51	-11.55%
10	360	115.60	99.19	-16.41	-16.55%
10	720	143.38	119.99	-23.39	-19.50%
10	1440	176.42	143.97	-32.45	-22.54%

Bell relação / relação - Rio Grande					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41.52	32.56	-8.96	-27.51%
5	60	53.52	50.39	-3.13	-6.21%
10	60	62.60	62.20	-0.40	-0.65%
15	60	67.91	73.52	5.61	7.63%
20	60	71.68	80.03	8.36	10.44%
30	60	76.99	80.03	3.05	3.81%



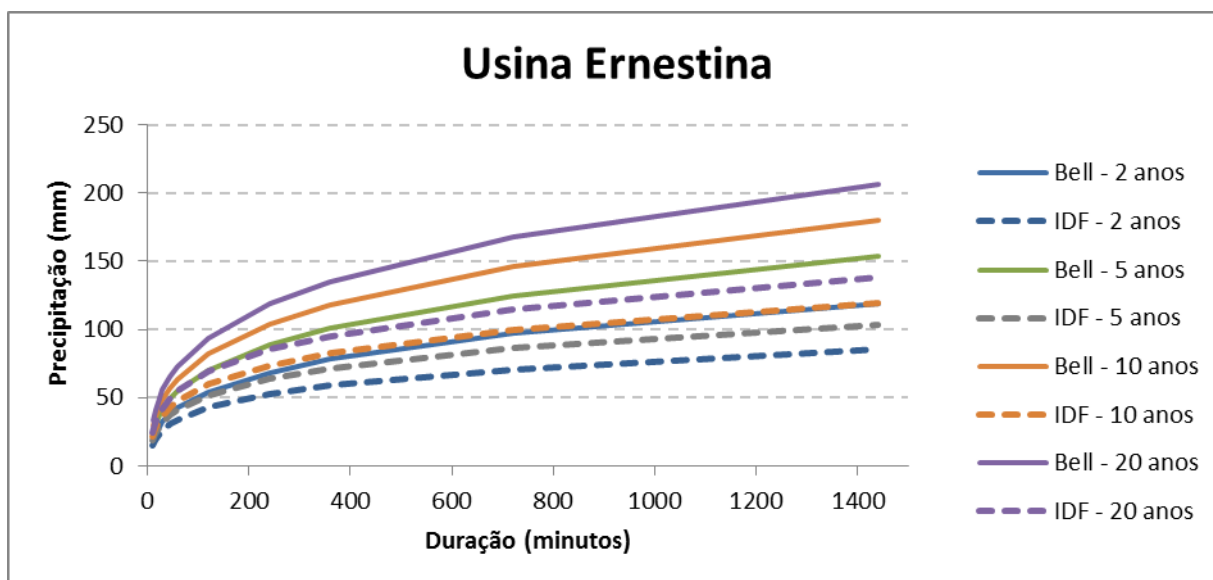
BELL Relação / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	32.71	27.67	-5.04	-18.19%
10	15	39.99	34.24	-5.75	-16.80%
10	20	45.62	39.26	-6.36	-16.19%
10	30	54.28	46.85	-7.43	-15.87%
10	45	63.86	55.05	-8.82	-16.02%
10	60	71.27	61.28	-9.99	-16.31%
10	120	91.48	78.03	-13.45	-17.24%
10	240	115.51	97.90	-17.62	-18.00%
10	360	131.63	111.35	-20.28	-18.21%
10	720	163.26	138.25	-25.01	-18.09%
10	1440	200.87	171.18	-29.69	-17.34%

BELL Relação / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47.27	42.48	-4.79	-11.28%
5	60	60.93	52.37	-8.56	-16.35%
10	60	71.27	61.28	-9.99	-16.31%
15	60	77.32	67.14	-10.18	-15.16%
20	60	81.61	71.62	-9.99	-13.94%
30	60	87.66	78.43	-9.23	-11.77%



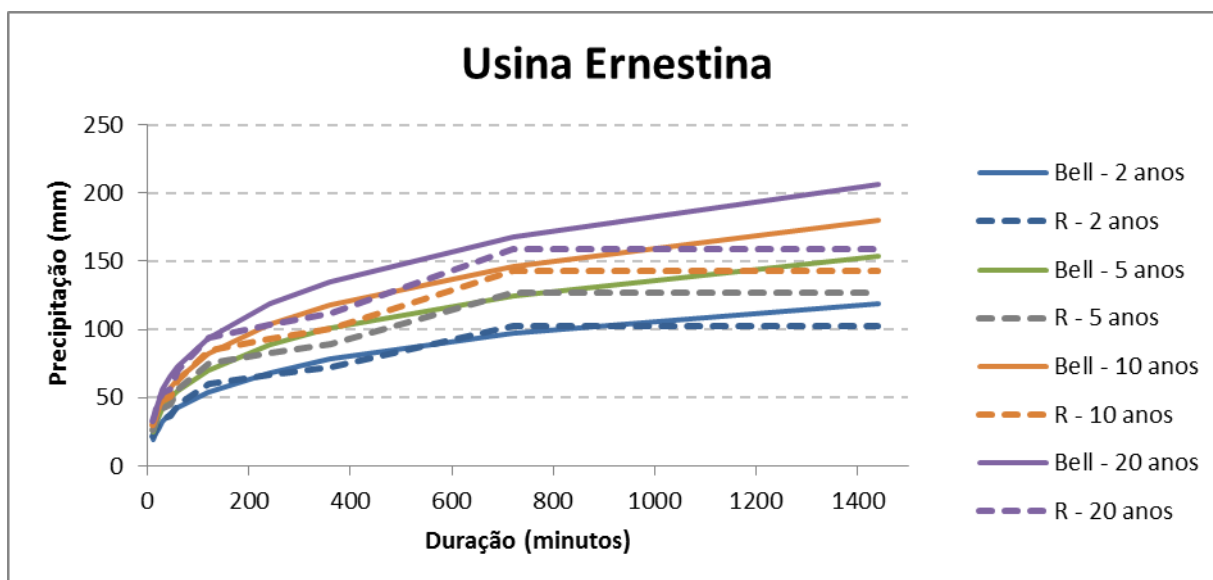
Bell relação / relação - Santa Maria					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	32.71	30.85	-1.86	-6.03%
10	15	39.99	37.56	-2.43	-6.48%
10	20	45.62	73.06	27.44	37.56%
10	30	54.28	54.27	-0.01	-0.02%
10	45	63.86	62.88	-0.98	-1.56%
10	60	71.27	70.82	-0.46	-0.65%
10	120	91.48	90.51	-0.97	-1.07%
10	240	115.51	107.50	-8.01	-7.45%
10	360	131.63	126.28	-5.35	-4.23%
10	720	163.26	131.25	-32.01	-24.39%
10	1440	200.87	163.84	-37.03	-22.60%

Bell relação / relação - Santa Maria					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47.27	48.58	1.31	2.70%
5	60	60.93	61.96	1.02	1.65%
10	60	71.27	70.82	-0.46	-0.65%
15	60	77.32	75.81	-1.51	-1.99%
20	60	81.61	79.31	-2.30	-2.90%
30	60	87.66	84.20	-3.46	-4.11%



BELL Relação / IDF - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.29	21.44	-7.85	-36.61%
10	15	35.81	26.81	-9.01	-33.61%
10	20	40.86	30.88	-9.98	-32.31%
10	30	48.61	36.93	-11.69	-31.65%
10	45	57.19	43.28	-13.92	-32.16%
10	60	63.83	47.97	-15.86	-33.07%
10	120	81.93	60.05	-21.88	-36.44%
10	240	103.45	73.60	-29.86	-40.57%
10	360	117.88	82.43	-35.46	-43.02%
10	720	146.21	99.50	-46.72	-46.95%
10	1440	179.90	119.62	-60.27	-50.38%

BELL Relação / IDF - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Bell(mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42.33	34.21	-8.12	-23.74%
5	60	54.57	41.47	-13.10	-31.59%
10	60	63.83	47.97	-15.86	-33.07%
15	60	69.25	52.23	-17.01	-32.57%
20	60	73.09	55.49	-17.60	-31.73%
30	60	78.51	60.42	-18.09	-29.94%

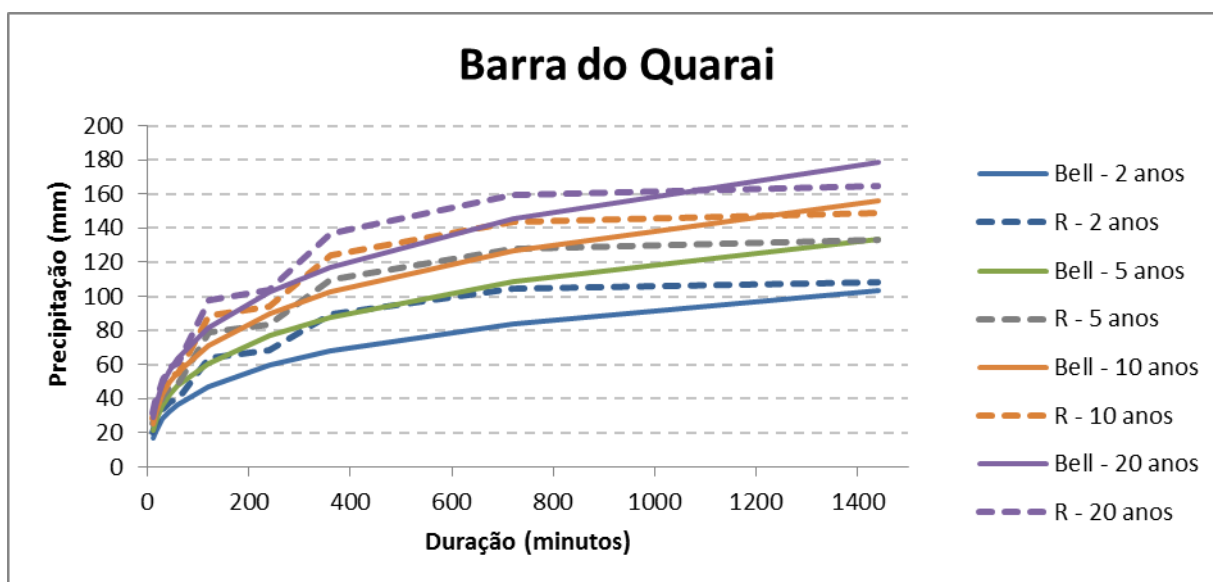


Bell relação / relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.29	29.68	0.39	1.31%
10	15	35.81	34.83	-0.99	-2.83%
10	20	40.86	42.29	1.43	3.39%
10	30	48.61	48.21	-0.40	-0.84%
10	45	57.19	50.77	-6.43	-12.66%
10	60	63.83	63.42	-0.41	-0.65%
10	120	81.93	84.57	2.64	3.12%
10	240	103.45	93.31	-10.14	-10.87%
10	360	117.88	101.00	-16.89	-16.72%
10	720	146.21	143.16	-3.05	-2.13%
10	1440	179.90	143.16	-36.73	-25.66%

Bell relação / relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42.33	45.33	2.99	6.60%
5	60	54.57	56.22	1.64	2.92%
10	60	63.83	63.42	-0.41	-0.65%
15	60	69.25	67.49	-1.76	-2.61%
20	60	73.09	70.34	-2.75	-3.92%
30	60	78.51	74.31	-4.20	-5.65%

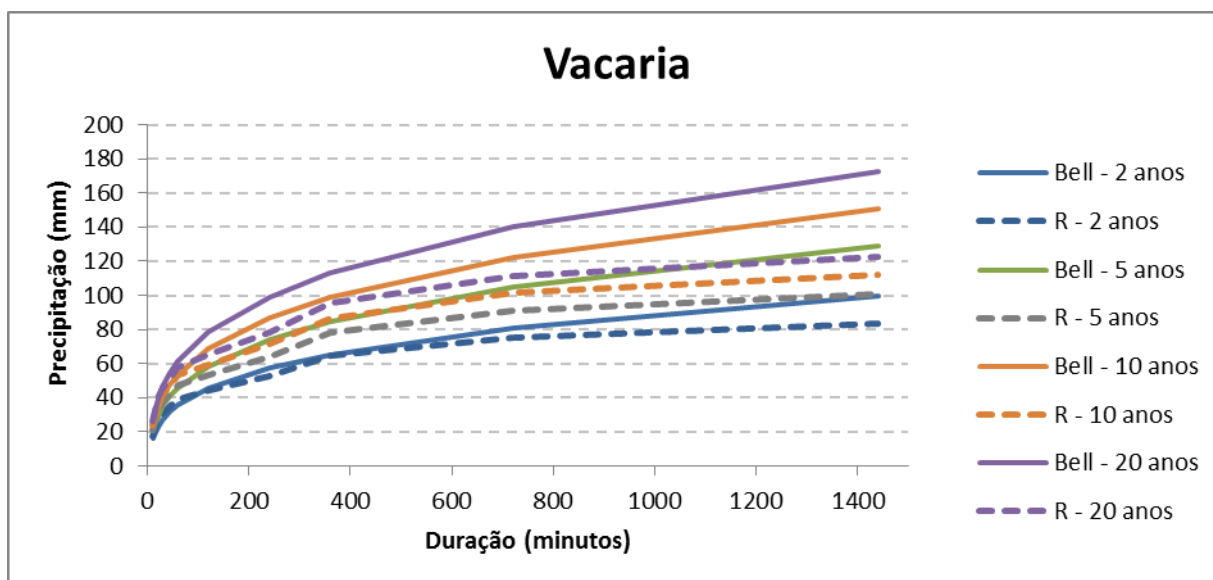


**Apêndice C- Comparação da metodologia de Bell (1969) com os resultados obtidos pelas relações (quando a precipitação de 1 hora foi obtida pelo método das durações)**



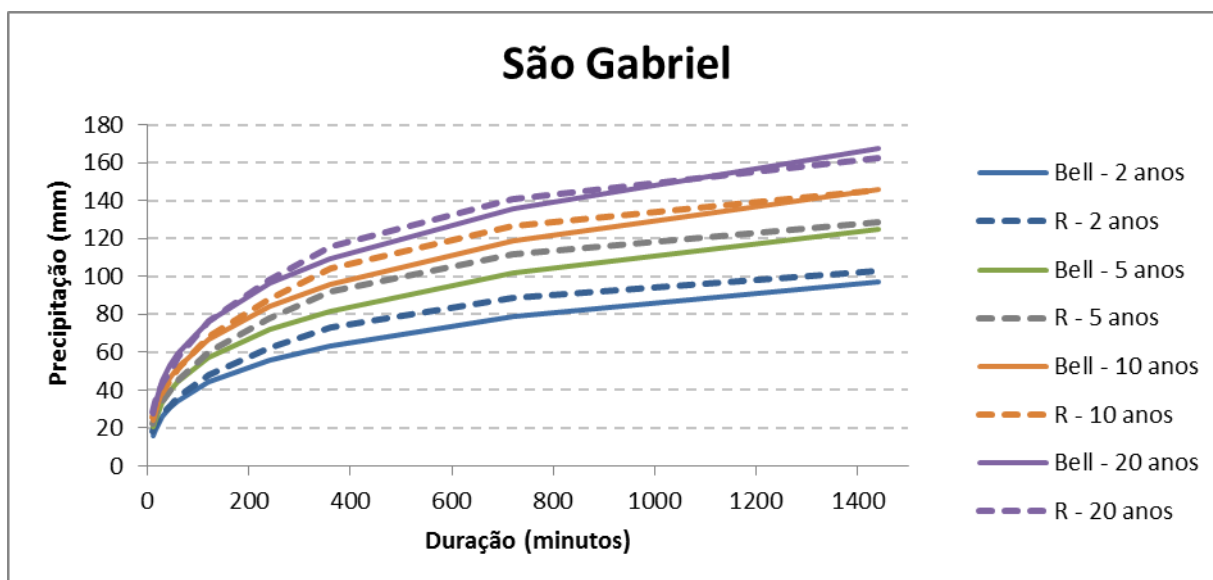
Bell relação / relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25.44	28.46	3.02	10.61%
10	15	31.10	34.42	3.32	9.64%
10	20	35.49	37.14	1.65	4.45%
10	30	42.22	46.56	4.34	9.31%
10	45	49.67	53.32	3.64	6.83%
10	60	55.44	55.08	-0.36	-0.65%
10	120	71.16	88.58	17.43	19.67%
10	240	89.85	94.05	4.20	4.46%
10	360	102.38	123.74	21.36	17.26%
10	720	126.98	143.97	16.98	11.80%
10	1440	156.24	149.14	-7.10	-4.76%

Bell relação / relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36.77	39.90	3.13	7.85%
5	60	47.40	49.03	1.64	3.34%
10	60	55.44	55.08	-0.36	-0.65%
15	60	60.14	58.49	-1.65	-2.82%
20	60	63.48	60.88	-2.60	-4.26%
30	60	68.18	64.22	-3.96	-6.17%



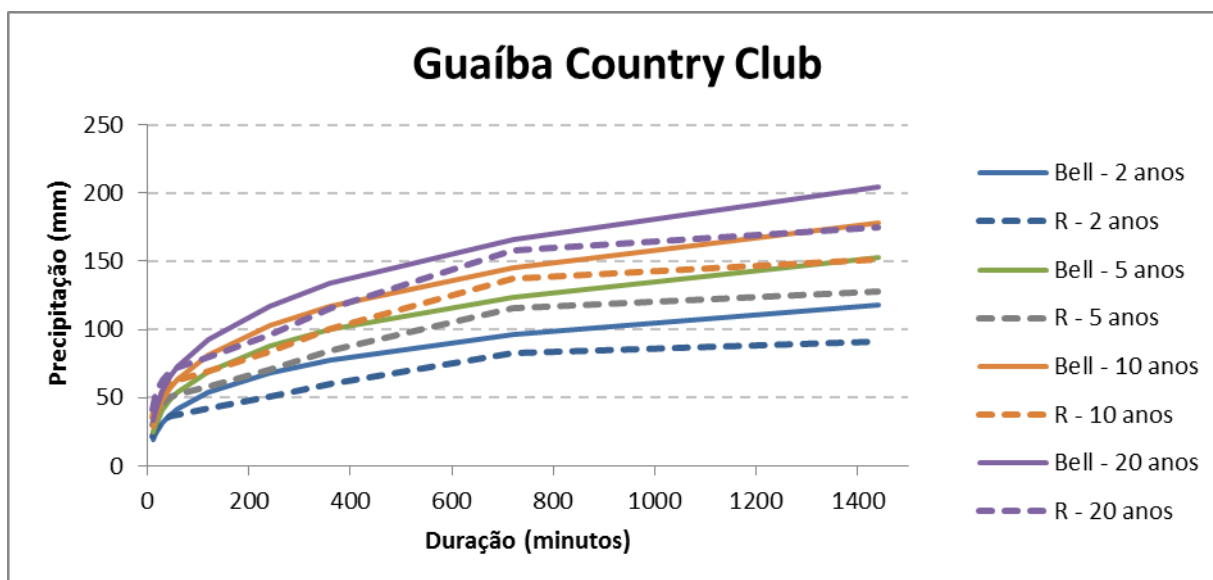
Bell relação / relação - Vacaria					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24.50	23.74	-0.76	-3.22%
10	15	29.96	29.51	-0.44	-1.50%
10	20	34.17	36.00	1.82	5.06%
10	30	40.66	41.77	1.11	2.66%
10	45	47.84	47.58	-0.26	-0.54%
10	60	53.39	53.05	-0.34	-0.65%
10	120	68.53	59.54	-8.98	-15.09%
10	240	86.53	71.16	-15.37	-21.61%
10	360	98.60	86.72	-11.88	-13.70%
10	720	122.29	101.24	-21.05	-20.79%
10	1440	150.47	111.91	-38.55	-34.45%

Bell relação / relação - Vacaria					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	35.41	39.45	4.04	10.25%
5	60	45.65	47.63	1.99	4.17%
10	60	53.39	53.05	-0.34	-0.65%
15	60	57.92	56.11	-1.81	-3.23%
20	60	61.13	58.24	-2.89	-4.96%
30	60	65.66	61.23	-4.43	-7.23%



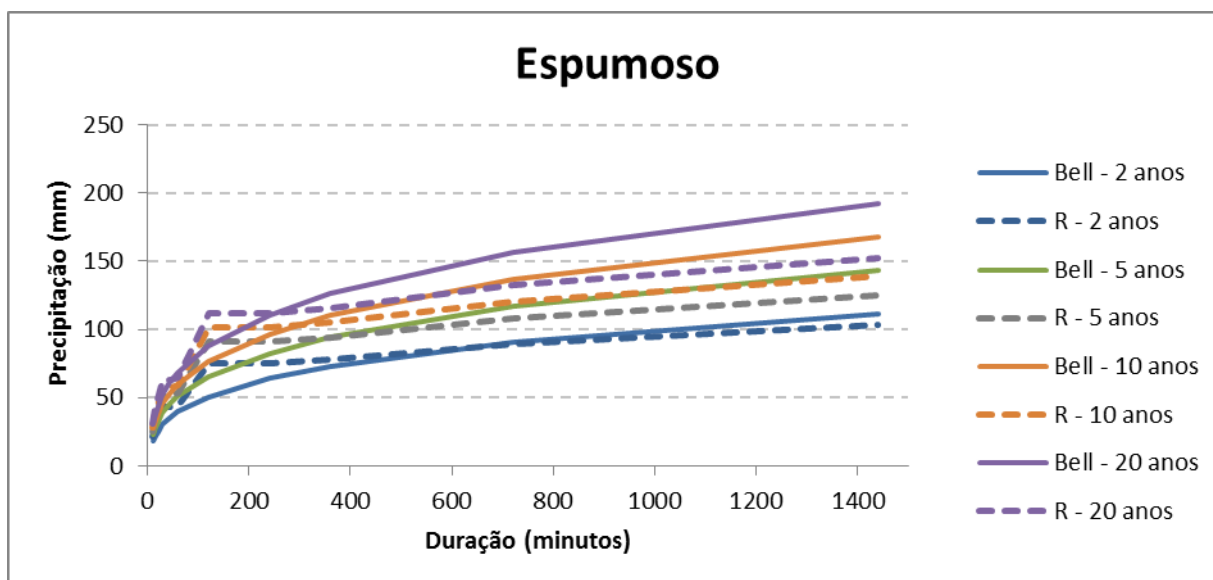
Bell relação / relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23.79	25.57	1.77	6.94%
10	15	29.09	30.45	1.36	4.47%
10	20	33.18	34.02	0.83	2.45%
10	30	39.48	39.37	-0.11	-0.27%
10	45	46.45	45.09	-1.35	-3.00%
10	60	51.84	51.51	-0.33	-0.65%
10	120	66.54	68.60	2.06	3.00%
10	240	84.02	88.15	4.13	4.69%
10	360	95.74	104.00	8.26	7.94%
10	720	118.74	126.43	7.69	6.08%
10	1440	146.10	145.83	-0.27	-0.19%

Bell relação / relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	34.38	36.24	1.86	5.14%
5	60	44.32	45.43	1.11	2.44%
10	60	51.84	51.51	-0.33	-0.65%
15	60	56.24	54.94	-1.30	-2.37%
20	60	59.36	57.34	-2.02	-3.53%
30	60	63.76	60.70	-3.06	-5.04%



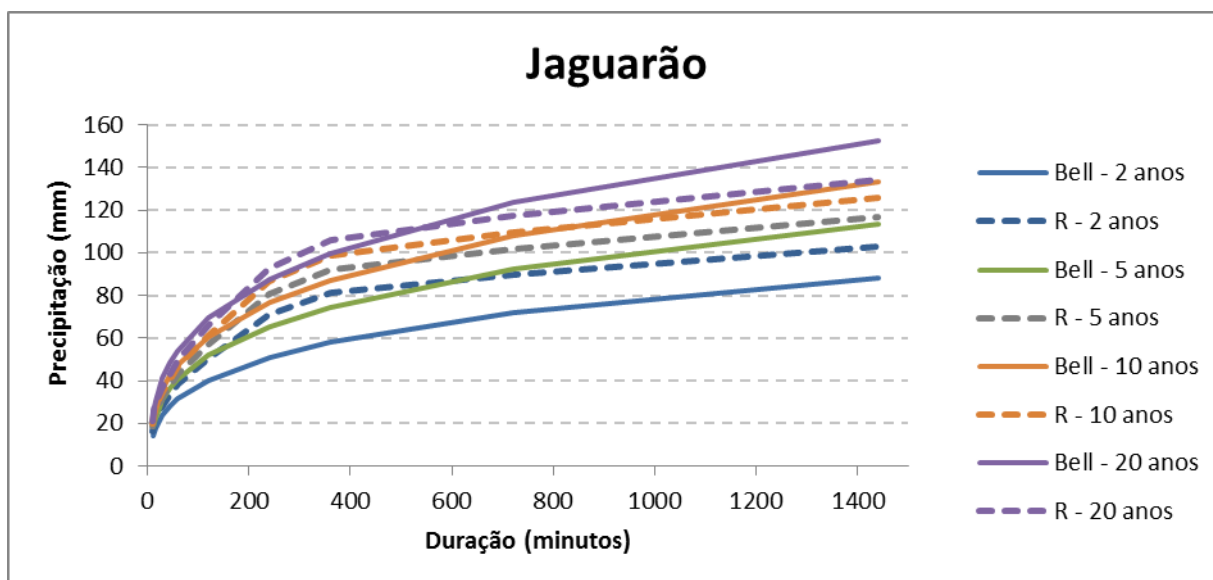
Bell relação / relação - Guaíba Country Club					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.03	35.58	6.55	18.41%
10	15	35.49	43.86	8.36	19.07%
10	20	40.49	49.02	8.53	17.41%
10	30	48.18	54.89	6.71	12.23%
10	45	56.68	60.73	4.05	6.67%
10	60	63.26	62.85	-0.41	-0.65%
10	120	81.19	69.43	-11.77	-16.95%
10	240	102.52	83.47	-19.05	-22.82%
10	360	116.82	100.46	-16.36	-16.29%
10	720	144.90	137.10	-7.79	-5.69%
10	1440	178.28	151.68	-26.60	-17.54%

Bell relação / relação - Guaíba Country Club					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41.95	37.92	-4.03	-10.63%
5	60	54.08	52.92	-1.16	-2.19%
10	60	63.26	62.85	-0.41	-0.65%
15	60	68.62	68.45	-0.17	-0.25%
20	60	72.43	72.38	-0.05	-0.07%
30	60	77.80	77.86	0.06	0.08%



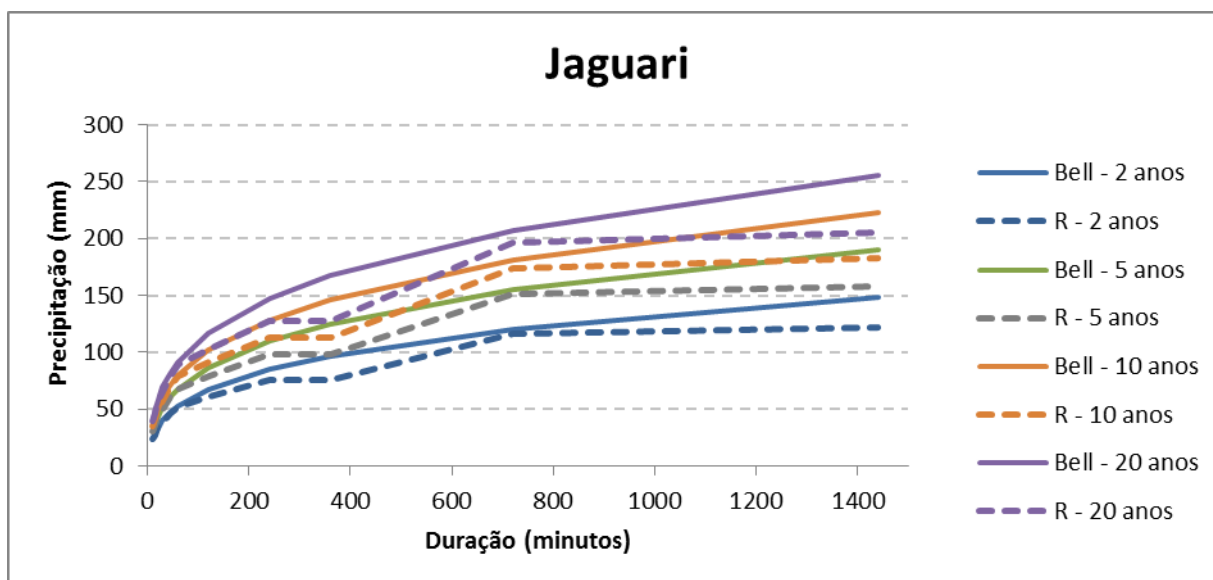
Bell relação / relação - Espumoso					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27.35	28.56	1.21	4.24%
10	15	33.44	38.72	5.28	13.64%
10	20	38.15	44.44	6.29	14.16%
10	30	45.39	57.69	12.30	21.32%
10	45	53.40	57.69	4.29	7.43%
10	60	59.59	59.21	-0.38	-0.65%
10	120	76.49	101.46	24.97	24.61%
10	240	96.59	101.46	4.87	4.80%
10	360	110.06	105.27	-4.79	-4.55%
10	720	136.51	120.37	-16.13	-13.40%
10	1440	167.95	138.86	-29.09	-20.95%

Bell relação / relação - Espumoso					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39.52	43.96	4.43	10.09%
5	60	50.95	53.14	2.19	4.11%
10	60	59.59	59.21	-0.38	-0.65%
15	60	64.65	62.64	-2.01	-3.20%
20	60	68.24	65.04	-3.20	-4.92%
30	60	73.29	68.39	-4.90	-7.16%



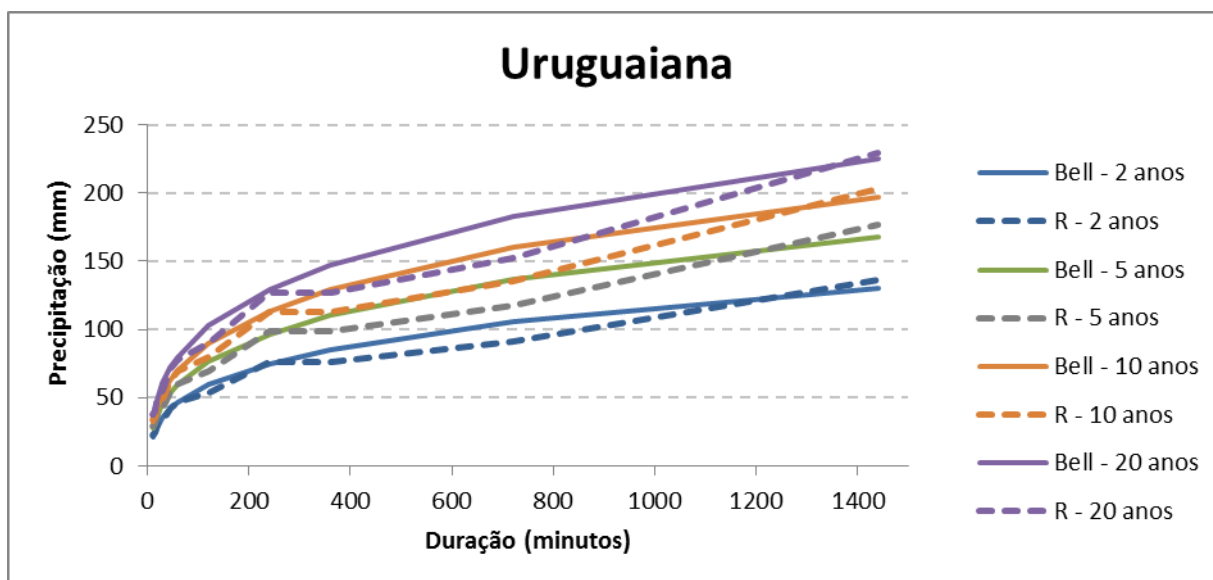
Bell relação / relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21.65	19.90	-1.75	-8.80%
10	15	26.47	28.97	2.50	8.62%
10	20	30.20	29.95	-0.24	-0.81%
10	30	35.93	34.76	-1.17	-3.37%
10	45	42.27	40.77	-1.50	-3.67%
10	60	47.18	46.87	-0.30	-0.65%
10	120	60.55	61.65	1.10	1.78%
10	240	76.46	86.76	10.30	11.87%
10	360	87.13	98.87	11.75	11.88%
10	720	108.06	109.65	1.59	1.45%
10	1440	132.96	125.51	-7.45	-5.93%

Bell relação / relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	31.29	38.41	7.13	18.55%
5	60	40.33	43.50	3.17	7.28%
10	60	47.18	46.87	-0.30	-0.65%
15	60	51.18	48.78	-2.40	-4.93%
20	60	54.02	50.11	-3.91	-7.80%
30	60	58.02	51.97	-6.06	-11.65%



Bell relação / relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	36.30	35.36	-0.95	-2.67%
10	15	44.38	41.30	-3.09	-7.47%
10	20	50.64	50.08	-0.56	-1.11%
10	30	60.24	57.74	-2.50	-4.33%
10	45	70.88	69.78	-1.10	-1.58%
10	60	79.10	78.60	-0.51	-0.65%
10	120	101.53	90.89	-10.65	-11.71%
10	240	128.21	113.09	-15.11	-13.36%
10	360	146.09	113.09	-33.00	-29.18%
10	720	181.19	173.84	-7.36	-4.23%
10	1440	222.94	182.26	-40.68	-22.32%

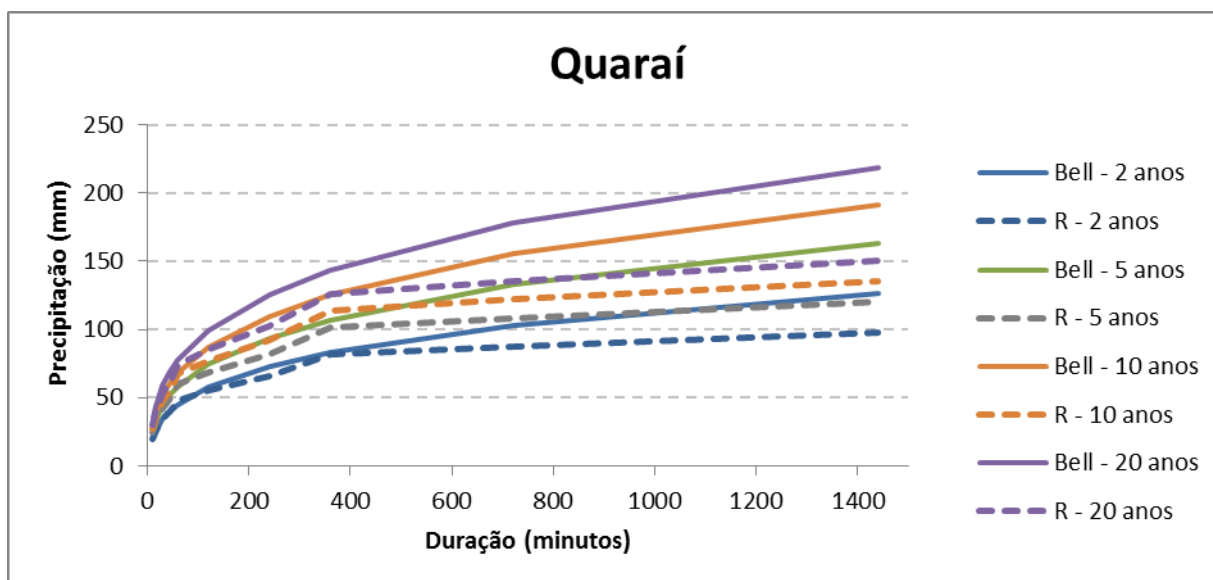
Bell relação / relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	52.46	52.42	-0.04	-0.07%
5	60	67.63	68.17	0.54	0.79%
10	60	79.10	78.60	-0.51	-0.65%
15	60	85.82	84.48	-1.34	-1.59%
20	60	90.58	88.60	-1.98	-2.24%
30	60	97.29	94.35	-2.94	-3.12%



Bell relação / relação - Uruguaiiana					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	37.02	30.91	-6.11	-19.76%
10	15	45.26	40.67	-4.58	-11.27%
10	20	51.63	50.47	-1.16	-2.30%
10	30	61.43	60.69	-0.74	-1.22%
10	45	72.27	71.92	-0.35	-0.49%
10	60	80.66	80.14	-0.52	-0.65%
10	120	103.53	103.60	0.07	0.06%
10	240	130.73	127.15	-3.57	-2.81%
10	360	148.96	154.22	5.25	3.41%
10	720	184.75	145.40	-39.35	-27.06%
10	1440	227.32	167.71	-59.61	-35.55%

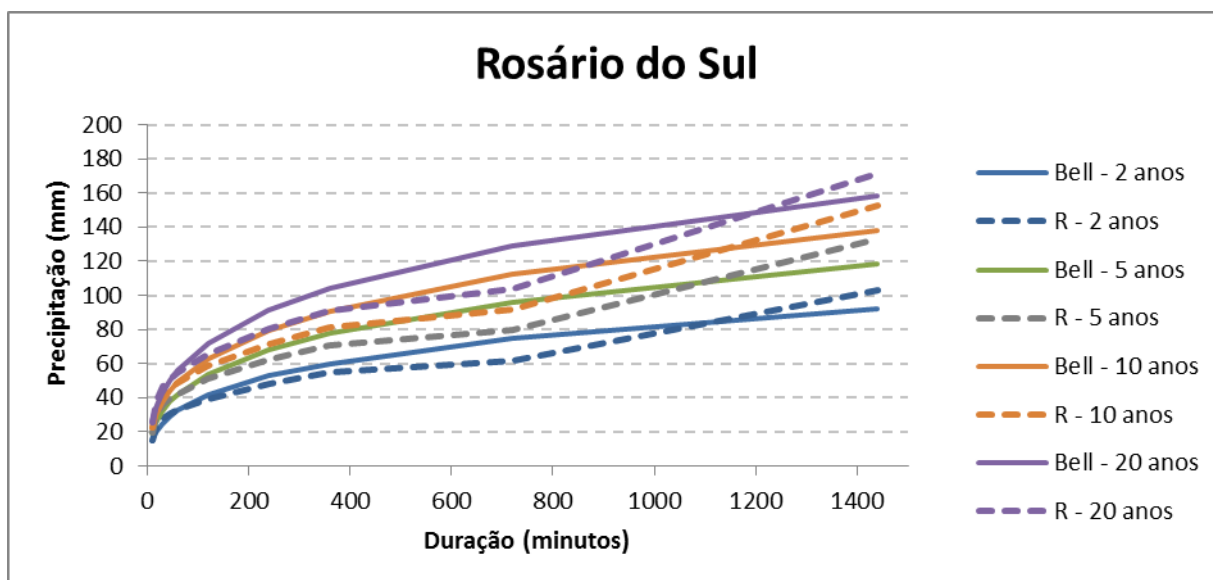
Bell relação / relação - Uruguaiiana					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	53.49	53.95	0.46	0.85%
5	60	68.96	69.71	0.75	1.08%
10	60	80.66	80.14	-0.52	-0.65%
15	60	87.50	86.02	-1.48	-1.72%
20	60	92.36	90.15	-2.21	-2.45%
30	60	99.20	95.90	-3.30	-3.44%





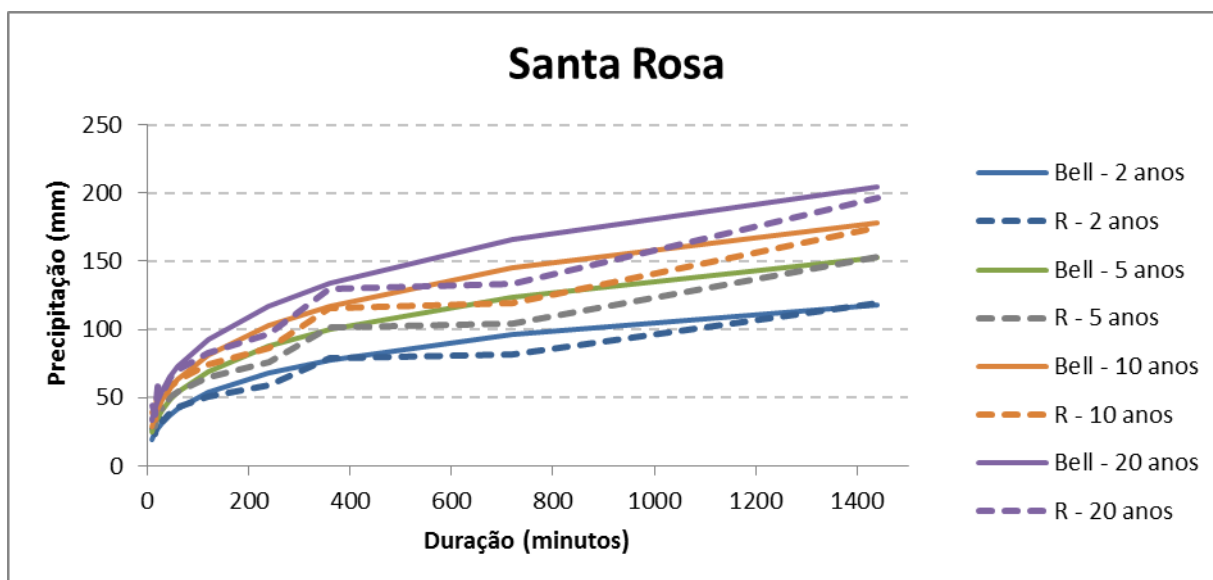
Bell relação / relação - Quaraí					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31.09	27.29	-3.79	-13.90%
10	15	38.01	33.53	-4.47	-13.34%
10	20	43.36	39.20	-4.16	-10.60%
10	30	51.59	48.20	-3.39	-7.04%
10	45	60.69	55.77	-4.93	-8.83%
10	60	67.74	67.30	-0.43	-0.65%
10	120	86.94	76.85	-10.09	-13.13%
10	240	109.79	92.39	-17.40	-18.83%
10	360	125.10	113.96	-11.14	-9.78%
10	720	155.16	122.00	-33.16	-27.18%
10	1440	190.91	135.71	-55.20	-40.68%

Bell relação / relação - Quaraí					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	44.92	48.26	3.33	6.90%
5	60	57.91	59.72	1.80	3.02%
10	60	67.74	67.30	-0.43	-0.65%
15	60	73.49	71.58	-1.90	-2.66%
20	60	77.56	74.58	-2.98	-4.00%
30	60	83.31	78.77	-4.54	-5.77%



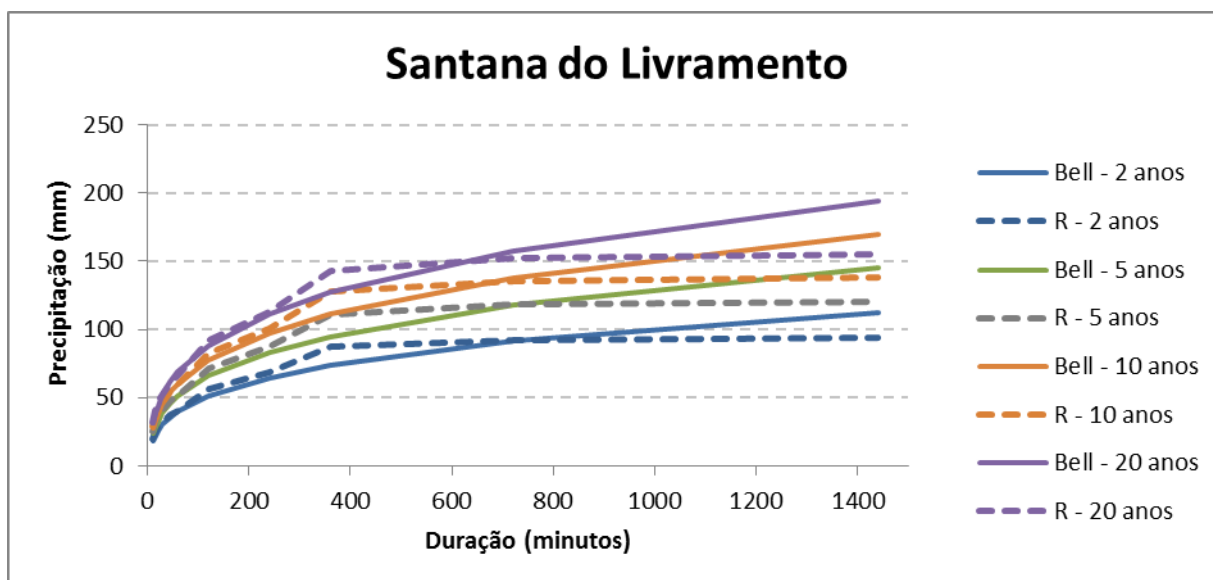
Bell relação / relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22.53	22.73	0.20	0.86%
10	15	27.55	30.06	2.52	8.37%
10	20	31.42	35.26	3.84	10.88%
10	30	37.39	41.18	3.79	9.20%
10	45	43.99	45.50	1.51	3.32%
10	60	49.09	48.78	-0.32	-0.65%
10	120	63.01	58.38	-4.64	-7.94%
10	240	79.57	71.63	-7.94	-11.08%
10	360	90.66	81.17	-9.50	-11.70%
10	720	112.45	92.03	-20.42	-22.19%
10	1440	138.36	152.62	14.27	9.35%

Bell relação / relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	32.56	32.86	0.30	0.93%
5	60	41.97	42.44	0.47	1.10%
10	60	49.09	48.78	-0.32	-0.65%
15	60	53.26	52.36	-0.90	-1.72%
20	60	56.21	54.86	-1.35	-2.47%
30	60	60.38	58.36	-2.02	-3.46%



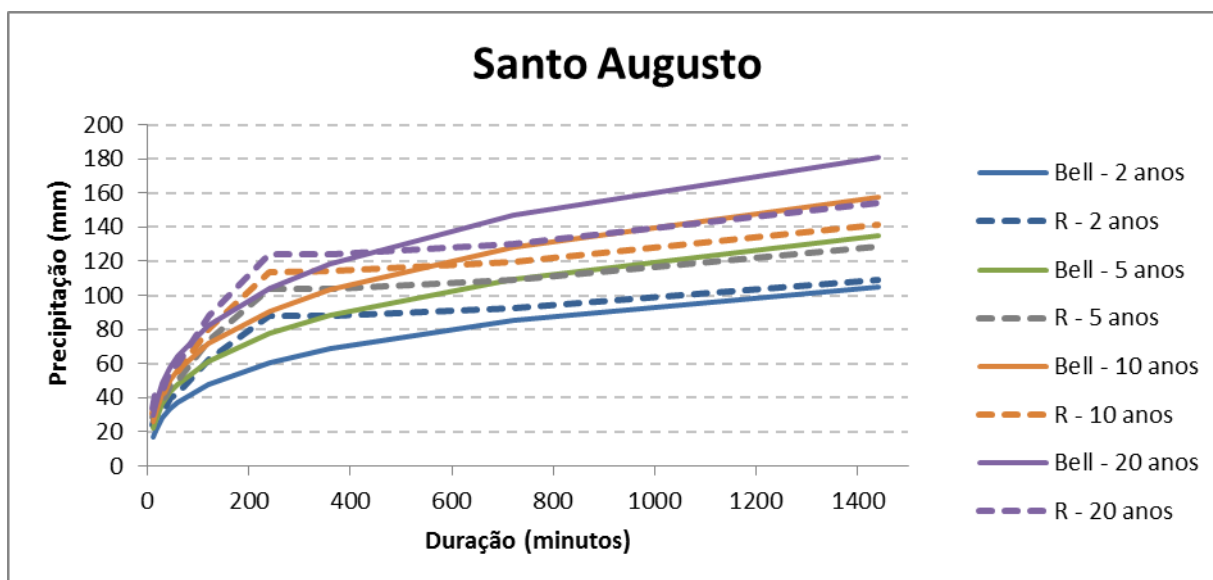
Bell relação / relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.04	39.70	10.66	26.86%
10	15	35.50	33.72	-1.79	-5.30%
10	20	40.50	52.41	11.91	22.72%
10	30	48.19	47.78	-0.41	-0.85%
10	45	56.70	57.93	1.24	2.14%
10	60	63.28	62.87	-0.41	-0.65%
10	120	81.22	73.85	-7.37	-9.98%
10	240	102.55	86.73	-15.83	-18.25%
10	360	116.86	115.76	-1.10	-0.95%
10	720	144.94	119.47	-25.46	-21.31%
10	1440	178.33	174.96	-3.37	-1.93%

Bell relação / relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41.96	42.96	0.99	2.31%
5	60	54.10	54.93	0.84	1.52%
10	60	63.28	62.87	-0.41	-0.65%
15	60	68.64	67.34	-1.30	-1.93%
20	60	72.45	70.48	-1.98	-2.80%
30	60	77.82	74.86	-2.97	-3.96%



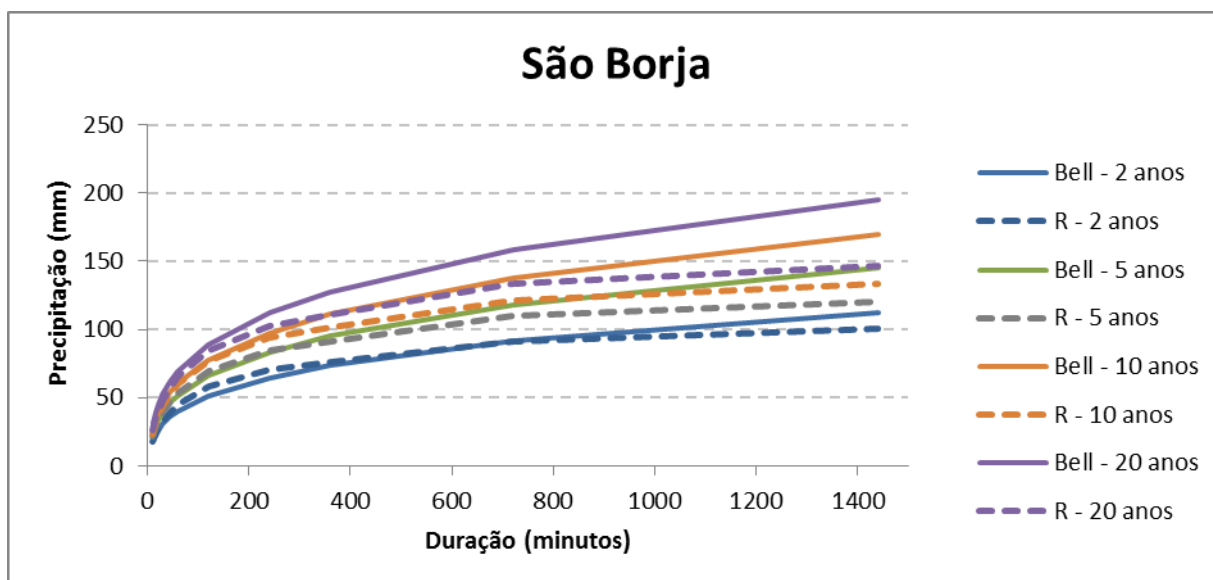
Bell relação / relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27.58	28.77	1.19	4.15%
10	15	33.71	36.46	2.75	7.54%
10	20	38.46	41.53	3.07	7.39%
10	30	45.76	46.94	1.18	2.51%
10	45	53.84	54.69	0.86	1.57%
10	60	60.08	59.70	-0.39	-0.65%
10	120	77.12	82.28	5.16	6.27%
10	240	97.38	100.56	3.18	3.16%
10	360	110.96	127.45	16.48	12.93%
10	720	137.63	135.44	-2.19	-1.62%
10	1440	169.34	138.11	-31.22	-22.61%

Bell relação / relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39.85	40.77	0.92	2.26%
5	60	51.37	52.16	0.79	1.51%
10	60	60.08	59.70	-0.39	-0.65%
15	60	65.18	63.96	-1.23	-1.92%
20	60	68.80	66.93	-1.87	-2.79%
30	60	73.90	71.10	-2.80	-3.94%



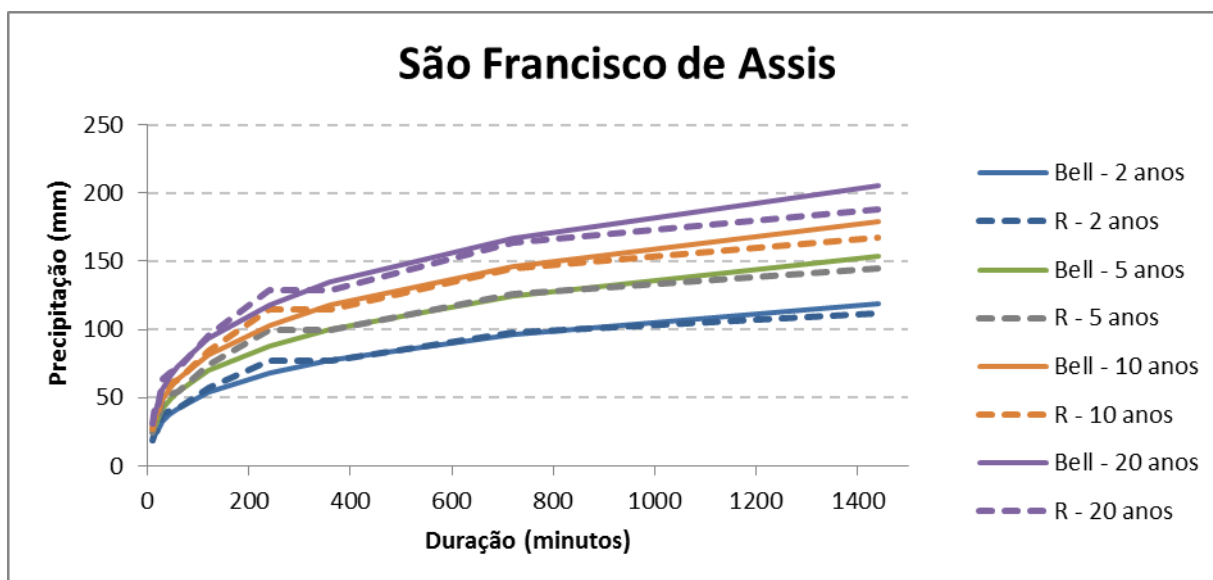
Bell relação / relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25.70	31.14	5.44	17.47%
10	15	31.42	38.59	7.17	18.58%
10	20	35.84	38.81	2.97	7.65%
10	30	42.65	41.17	-1.48	-3.58%
10	45	50.17	51.77	1.60	3.09%
10	60	56.00	55.64	-0.36	-0.65%
10	120	71.87	80.71	8.83	10.95%
10	240	90.75	113.91	23.16	20.33%
10	360	103.41	113.98	10.57	9.27%
10	720	128.26	119.77	-8.49	-7.09%
10	1440	157.81	141.52	-16.29	-11.51%

Bell relação / relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37.14	43.00	5.87	13.64%
5	60	47.87	50.60	2.73	5.39%
10	60	56.00	55.64	-0.36	-0.65%
15	60	60.75	58.47	-2.27	-3.89%
20	60	64.12	60.46	-3.65	-6.04%
30	60	68.87	63.24	-5.63	-8.91%



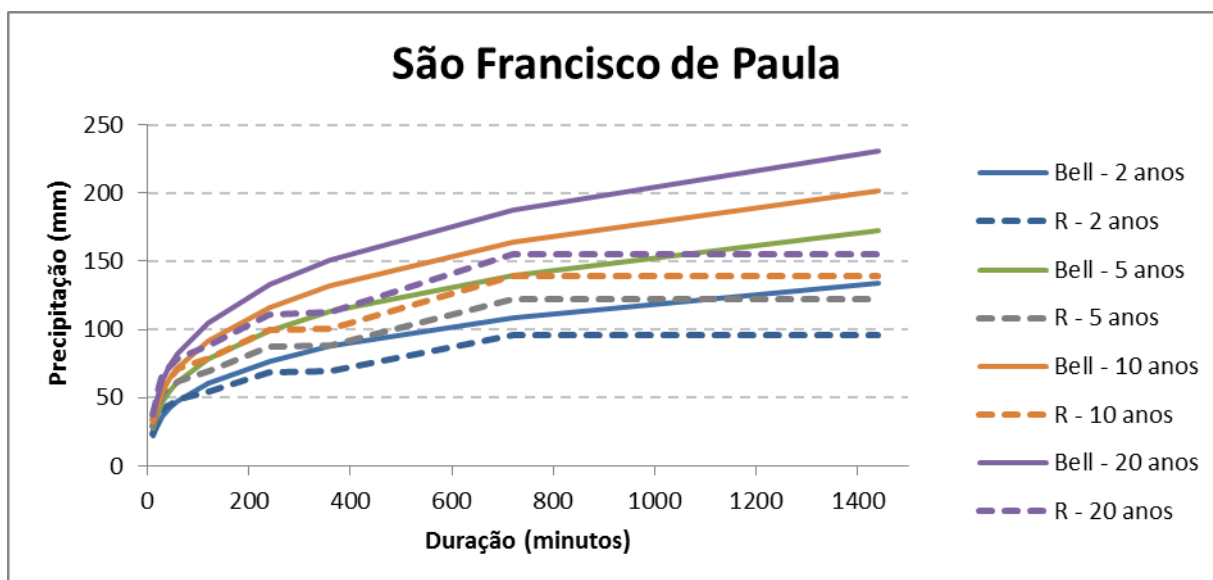
Bell relação / relação - São Borja					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27.68	23.86	-3.82	-16.00%
10	15	33.83	30.65	-3.18	-10.38%
10	20	38.60	35.63	-2.97	-8.35%
10	30	45.92	44.16	-1.77	-4.00%
10	45	54.03	52.37	-1.66	-3.18%
10	60	60.30	59.92	-0.39	-0.65%
10	120	77.40	76.89	-0.51	-0.67%
10	240	97.73	93.80	-3.93	-4.19%
10	360	111.37	101.09	-10.27	-10.16%
10	720	138.13	121.52	-16.61	-13.67%
10	1440	169.95	133.84	-36.11	-26.98%

Bell relação / relação - São Borja					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39.99	45.09	5.10	11.30%
5	60	51.56	54.01	2.45	4.55%
10	60	60.30	59.92	-0.39	-0.65%
15	60	65.42	63.25	-2.17	-3.43%
20	60	69.05	65.59	-3.46	-5.28%
30	60	74.17	68.84	-5.32	-7.73%



Bell relação / relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.22	27.66	-1.56	-5.63%
10	15	35.73	39.51	3.78	9.57%
10	20	40.76	38.00	-2.76	-7.26%
10	30	48.49	57.03	8.54	14.98%
10	45	57.05	60.70	3.65	6.02%
10	60	63.67	63.26	-0.41	-0.65%
10	120	81.73	85.06	3.33	3.92%
10	240	103.20	114.43	11.24	9.82%
10	360	117.59	114.43	-3.16	-2.76%
10	720	145.85	145.22	-0.63	-0.43%
10	1440	179.45	167.03	-12.41	-7.43%

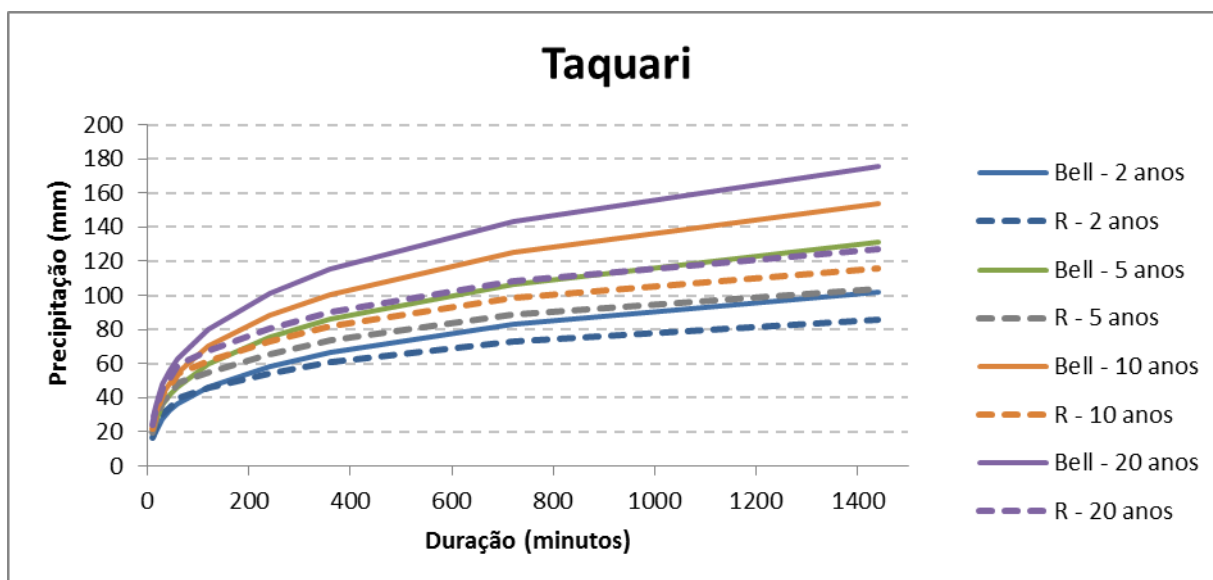
Bell relação / relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42.23	42.50	0.27	0.63%
5	60	54.44	54.99	0.55	1.01%
10	60	63.67	63.26	-0.41	-0.65%
15	60	69.07	67.93	-1.14	-1.68%
20	60	72.91	71.20	-1.71	-2.40%
30	60	78.31	75.76	-2.55	-3.36%



Bell relação / relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	32.80	33.60	0.80	2.39%
10	15	40.10	40.47	0.36	0.90%
10	20	45.75	48.89	3.14	6.42%
10	30	54.43	61.33	6.90	11.25%
10	45	64.04	65.28	1.25	1.91%
10	60	71.47	71.01	-0.46	-0.65%
10	120	91.74	78.85	-12.89	-16.35%
10	240	115.83	99.34	-16.49	-16.60%
10	360	131.99	100.66	-31.33	-31.13%
10	720	163.71	138.93	-24.78	-17.83%
10	1440	201.43	138.93	-62.49	-44.98%

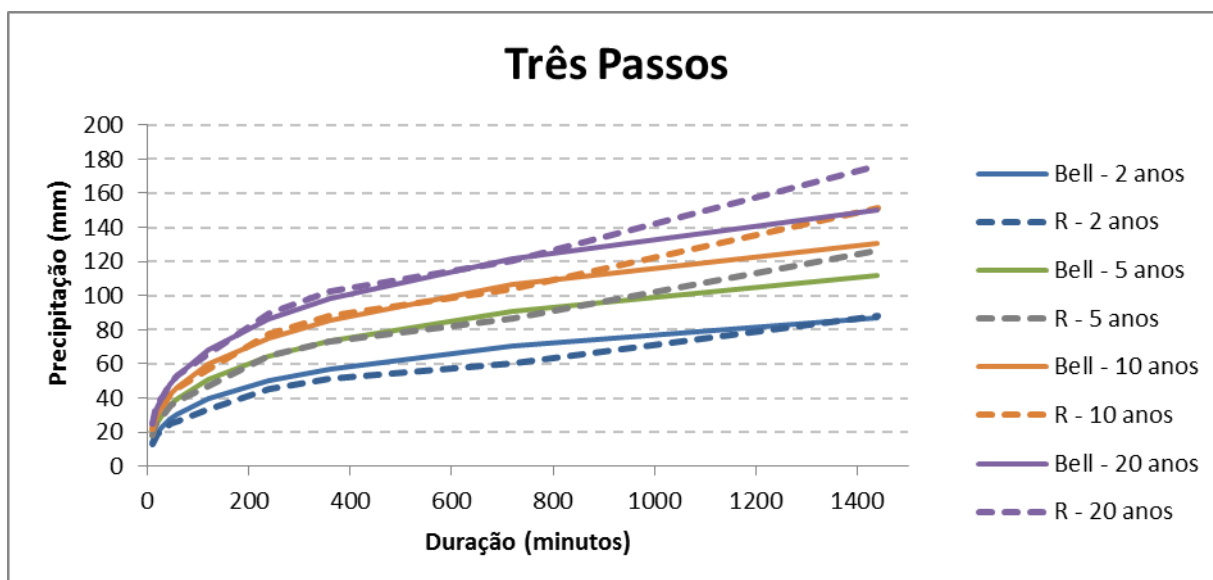
Bell relação / relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47.40	49.03	1.63	3.33%
5	60	61.10	62.26	1.16	1.86%
10	60	71.47	71.01	-0.46	-0.65%
15	60	77.54	75.95	-1.58	-2.08%
20	60	81.84	79.41	-2.43	-3.06%
30	60	87.90	84.24	-3.66	-4.35%





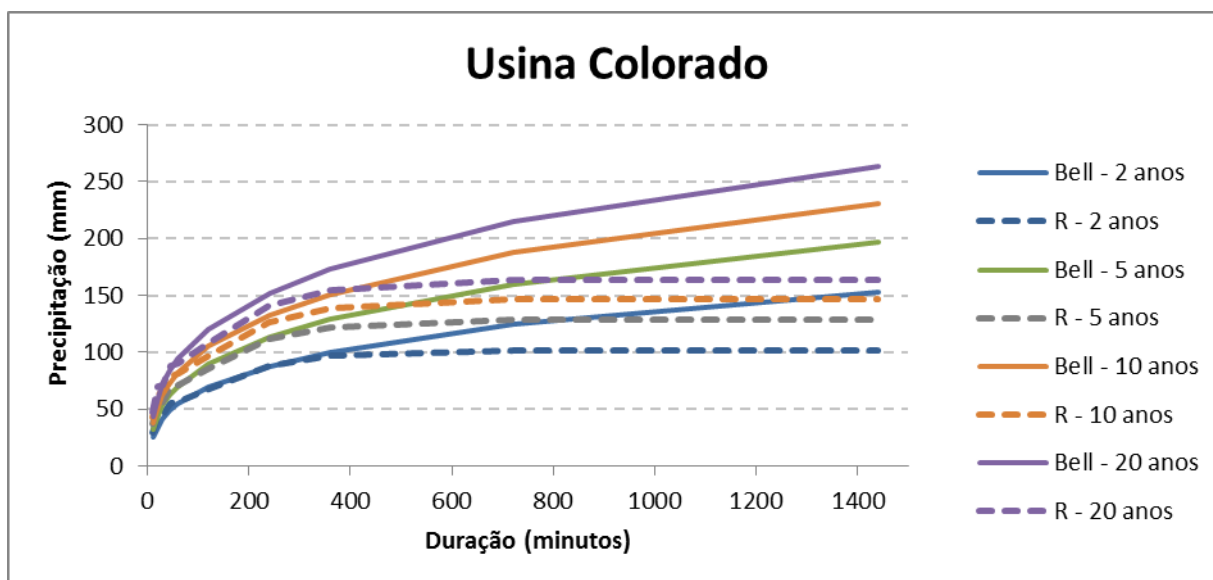
Bell relação / relação - Taquari					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25.02	22.17	-2.85	-12.85%
10	15	30.59	27.92	-2.67	-9.56%
10	20	34.90	33.84	-1.05	-3.11%
10	30	41.52	42.08	0.56	1.32%
10	45	48.85	47.04	-1.81	-3.84%
10	60	54.52	54.17	-0.35	-0.65%
10	120	69.97	61.47	-8.51	-13.84%
10	240	88.36	72.96	-15.39	-21.09%
10	360	100.68	82.32	-18.37	-22.31%
10	720	124.87	98.55	-26.32	-26.71%
10	1440	153.64	115.47	-38.17	-33.06%

Bell relação / relação - Taquari					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36.16	40.14	3.98	9.92%
5	60	46.61	48.58	1.97	4.05%
10	60	54.52	54.17	-0.35	-0.65%
15	60	59.14	57.32	-1.83	-3.19%
20	60	62.42	59.52	-2.90	-4.87%
30	60	67.05	62.61	-4.44	-7.09%



Bell relação / relação - Três Passos					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21.31	21.85	0.54	2.45%
10	15	26.05	27.98	1.92	6.88%
10	20	29.72	32.46	2.74	8.43%
10	30	35.36	35.46	0.10	0.28%
10	45	41.61	42.49	0.88	2.08%
10	60	46.43	46.14	-0.30	-0.65%
10	120	59.60	56.54	-3.06	-5.42%
10	240	75.26	77.45	2.20	2.83%
10	360	85.75	88.13	2.37	2.69%
10	720	106.36	103.67	-2.69	-2.60%
10	1440	130.86	151.68	20.81	13.72%

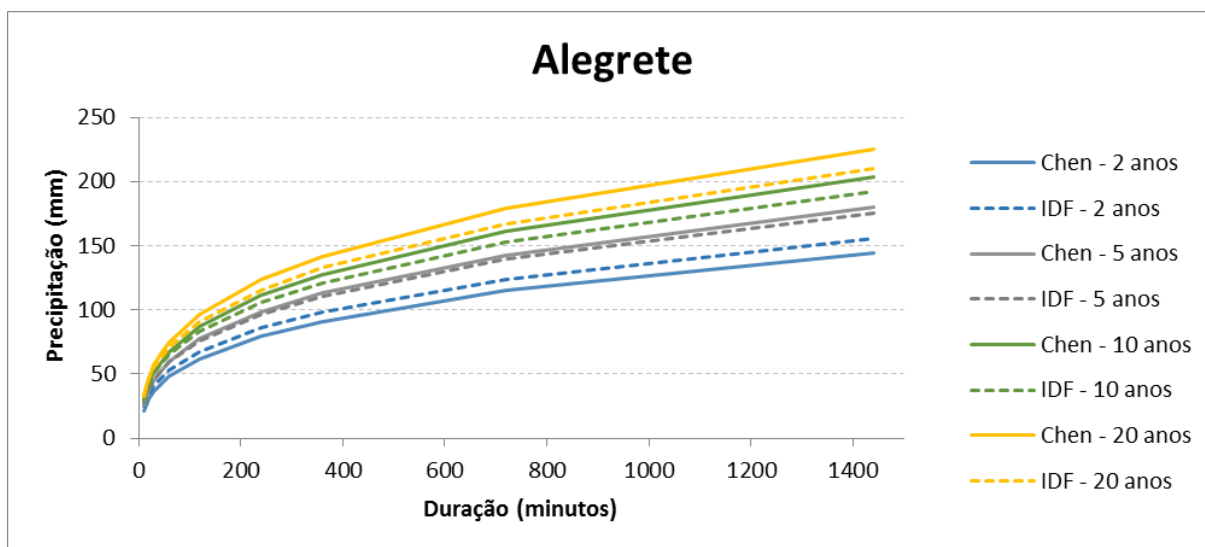
Bell relação / relação - Três Passos					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	30.80	26.88	-3.92	-14.58%
5	60	39.70	38.47	-1.23	-3.21%
10	60	46.43	46.14	-0.30	-0.65%
15	60	50.37	50.46	0.09	0.18%
20	60	53.17	53.49	0.33	0.61%
30	60	57.11	57.72	0.62	1.07%



Bell relação / relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	37.53	42.78	5.25	12.27%
10	15	45.89	52.08	6.19	11.89%
10	20	52.35	63.08	10.73	17.02%
10	30	62.28	64.05	1.76	2.75%
10	45	73.28	79.24	5.96	7.53%
10	60	81.78	81.26	-0.52	-0.65%
10	120	104.97	97.10	-7.87	-8.10%
10	240	132.55	126.44	-6.11	-4.83%
10	360	151.04	138.94	-12.10	-8.71%
10	720	187.33	146.14	-41.20	-28.19%
10	1440	230.49	146.14	-84.35	-57.72%

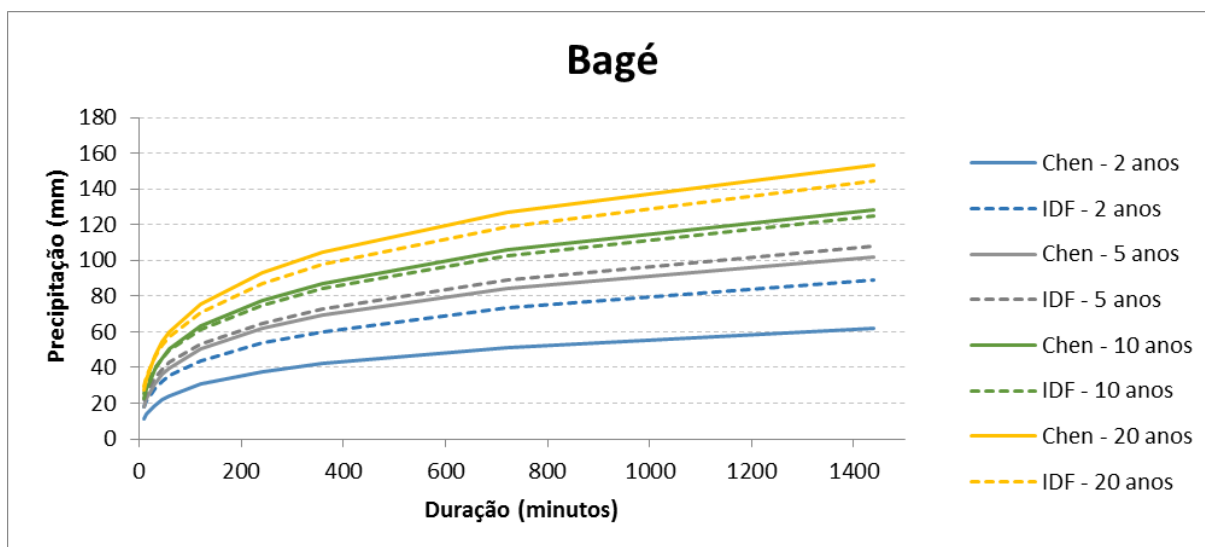
Bell relação / relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Bell(mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	54.24	56.63	2.39	4.21%
5	60	69.92	71.45	1.53	2.13%
10	60	81.78	81.26	-0.52	-0.65%
15	60	88.72	86.79	-1.93	-2.22%
20	60	93.65	90.67	-2.98	-3.29%
30	60	100.59	96.09	-4.50	-4.68%

## Apêndice D- Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas IDF's



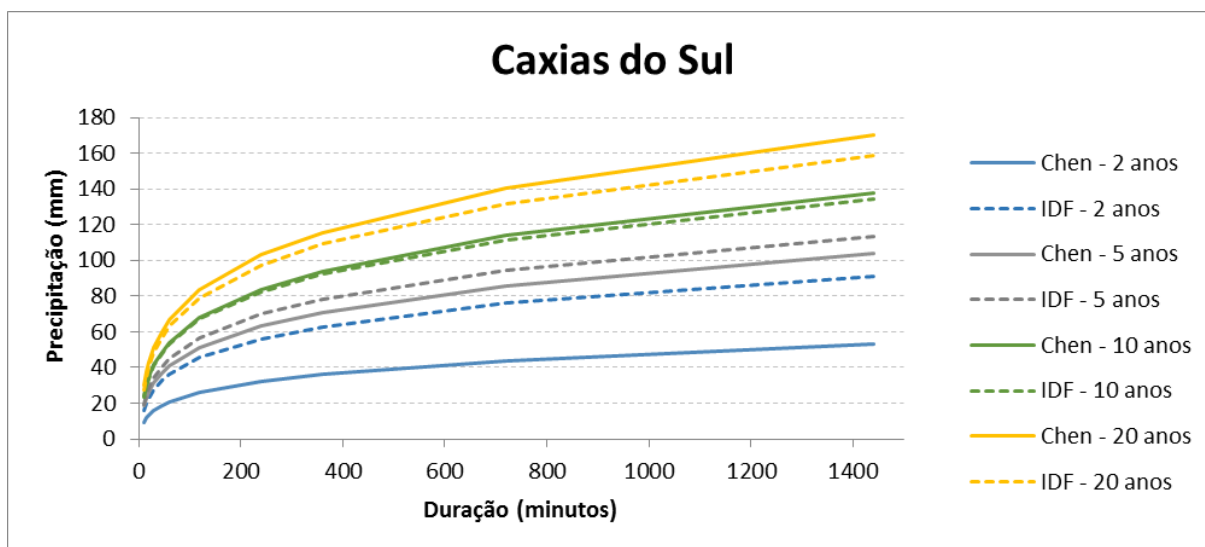
CHEN / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.59	30.56	0.98	3.19%
10	15	36.76	37.12	0.36	0.97%
10	20	42.32	42.16	-0.16	-0.37%
10	30	50.82	49.87	-0.95	-1.90%
10	45	60.16	58.38	-1.78	-3.05%
10	60	67.37	64.98	-2.38	-3.67%
10	120	87.11	83.23	-3.88	-4.66%
10	240	111.10	105.63	-5.48	-5.19%
10	360	127.64	121.14	-6.50	-5.37%
10	720	161.24	152.77	-8.48	-5.55%
10	1440	203.19	192.34	-10.85	-5.64%

CHEN / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47.98	52.72	4.74	8.98%
5	60	59.64	59.38	-0.26	-0.44%
10	60	67.37	64.98	-2.38	-3.67%
15	60	71.72	68.50	-3.22	-4.70%
20	60	74.78	71.11	-3.66	-5.15%
30	60	79.04	74.96	-4.08	-5.44%



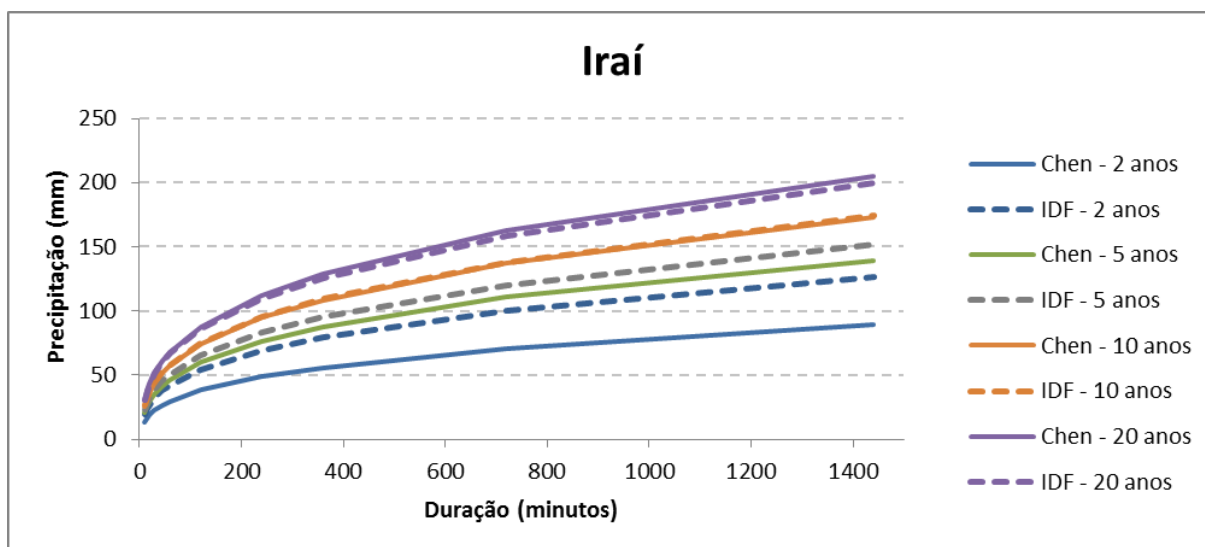
CHEN / IDF - Bagé					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22.65	25.44	2.79	10.98%
10	15	28.20	30.31	2.11	6.95%
10	20	32.42	33.94	1.53	4.50%
10	30	38.69	39.35	0.66	1.69%
10	45	45.32	45.15	-0.17	-0.38%
10	60	50.25	49.54	-0.71	-1.44%
10	120	63.08	61.28	-1.79	-2.92%
10	240	77.67	75.13	-2.54	-3.38%
10	360	87.27	84.43	-2.84	-3.37%
10	720	105.99	102.84	-3.15	-3.06%
10	1440	128.27	125.07	-3.20	-2.56%

CHEN / IDF - Bagé					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	24.32	35.33	11.01	31.16%
5	60	39.92	42.83	2.91	6.78%
10	60	50.25	49.54	-0.71	-1.44%
15	60	56.08	53.94	-2.14	-3.96%
20	60	60.16	57.30	-2.86	-4.99%
30	60	65.86	62.39	-3.47	-5.56%



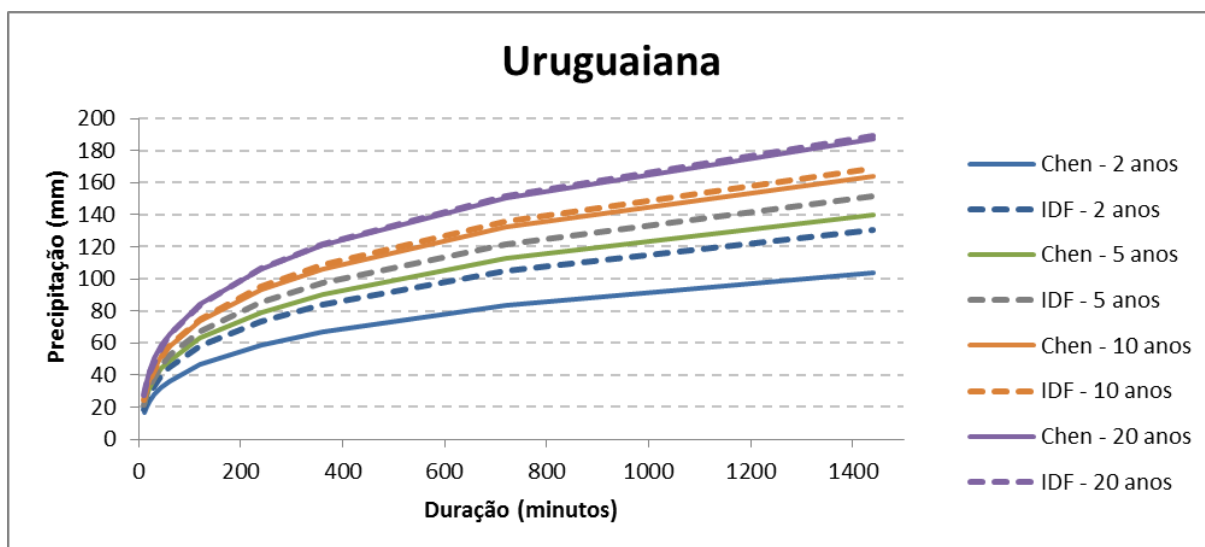
CHEN / IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24.30	23.17	-1.13	-4.90%
10	15	30.26	29.20	-1.06	-3.63%
10	20	34.79	33.82	-0.97	-2.86%
10	30	41.52	40.70	-0.82	-2.01%
10	45	48.63	47.95	-0.68	-1.43%
10	60	53.92	53.30	-0.62	-1.17%
10	120	67.69	67.04	-0.65	-0.96%
10	240	83.35	82.38	-0.96	-1.17%
10	360	93.65	92.35	-1.30	-1.41%
10	720	113.74	111.58	-2.16	-1.93%
10	1440	137.65	134.22	-3.43	-2.55%

CHEN / IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	20.82	36.22	15.40	42.52%
5	60	40.74	45.13	4.40	9.74%
10	60	53.92	53.30	-0.62	-1.17%
15	60	61.36	58.75	-2.62	-4.45%
20	60	66.57	62.95	-3.62	-5.76%
30	60	73.85	69.38	-4.47	-6.44%



CHEN / IDF - Iraí					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25.37	26.48	1.11	4.20%
10	15	31.45	32.53	1.08	3.32%
10	20	36.16	37.20	1.04	2.79%
10	30	43.36	44.33	0.97	2.19%
10	45	51.27	52.17	0.90	1.73%
10	60	57.37	58.24	0.87	1.49%
10	120	74.11	74.93	0.82	1.09%
10	240	94.48	95.32	0.84	0.88%
10	360	108.52	109.41	0.89	0.81%
10	720	137.07	138.09	1.02	0.74%
10	1440	172.71	173.94	1.23	0.70%

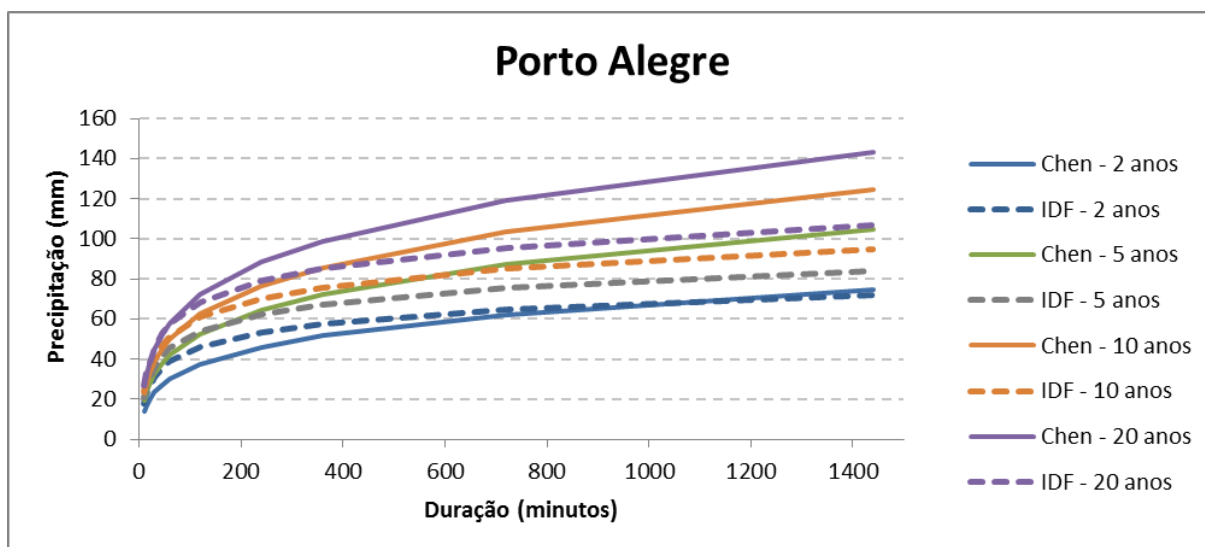
CHEN / IDF - Iraí					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	29.55	42.21	12.66	29.99%
5	60	46.29	50.70	4.41	8.70%
10	60	57.37	58.24	0.87	1.49%
15	60	63.63	63.16	-0.47	-0.74%
20	60	68.01	66.90	-1.11	-1.65%
30	60	74.12	72.55	-1.57	-2.17%



CHEN / IDF - Uruguaiana					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25.72	24.25	-1.47	-6.05%
10	15	31.91	30.72	-1.19	-3.89%
10	20	36.67	35.76	-0.91	-2.55%
10	30	43.88	43.45	-0.43	-1.00%
10	45	51.70	51.80	0.10	0.20%
10	60	57.66	58.16	0.50	0.85%
10	120	73.74	75.18	1.44	1.91%
10	240	92.90	95.26	2.36	2.48%
10	360	105.92	108.83	2.91	2.67%
10	720	132.03	135.94	3.91	2.87%
10	1440	164.14	169.17	5.03	2.97%

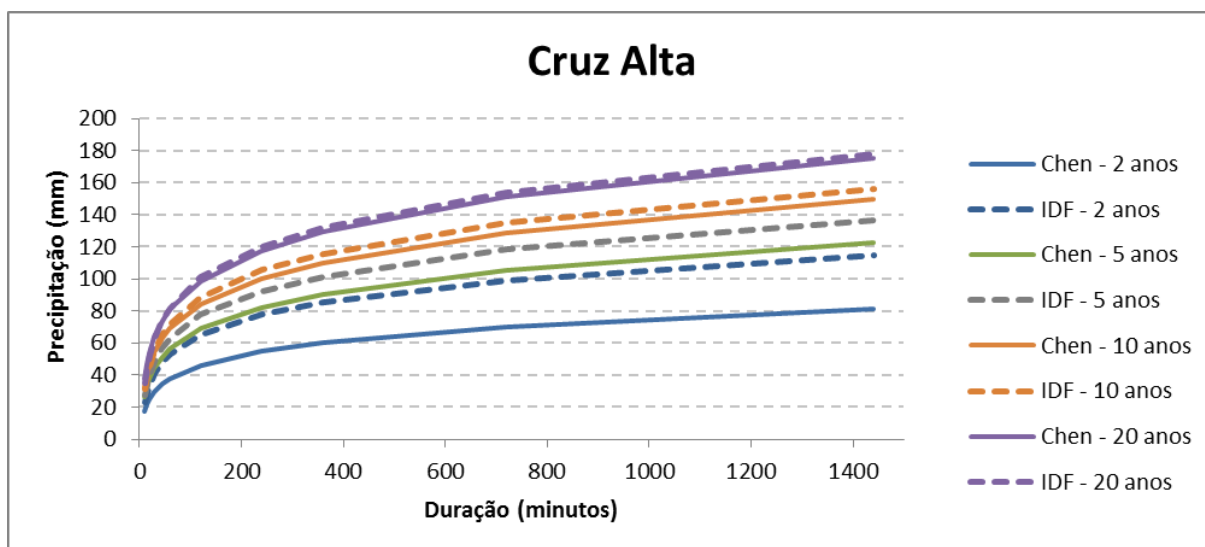
CHEN / IDF - Uruguaiana					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36.43	44.95	8.52	18.95%
5	60	49.21	52.05	2.85	5.47%
10	60	57.66	58.16	0.50	0.85%
15	60	62.43	62.06	-0.38	-0.61%
20	60	65.77	64.98	-0.80	-1.22%
30	60	70.44	69.33	-1.11	-1.60%





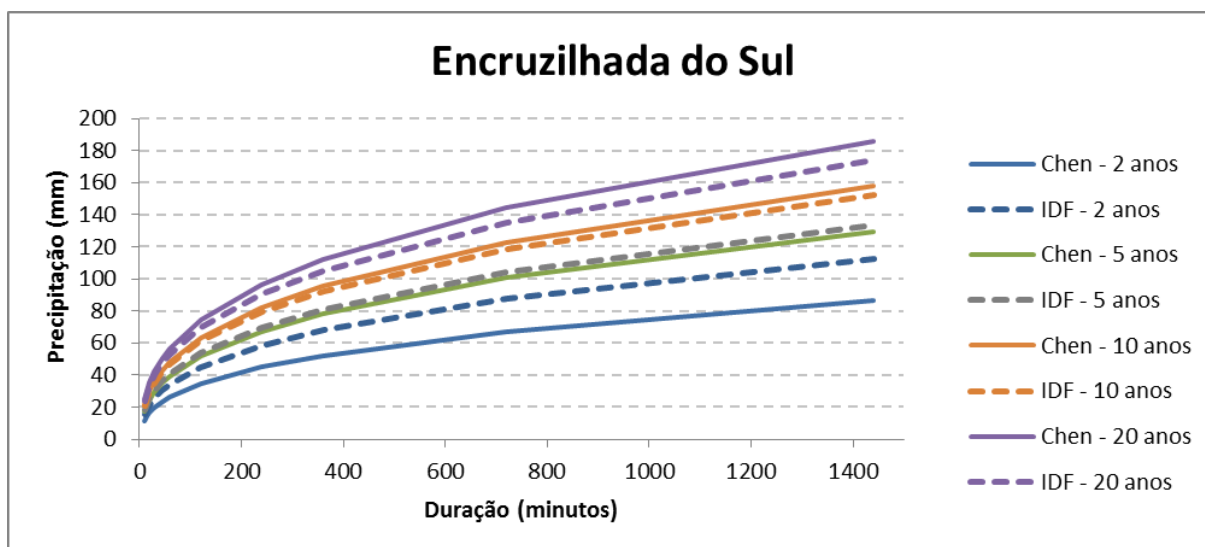
CHEN / IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22.74	23.54	0.80	3.38%
10	15	28.30	29.58	1.28	4.33%
10	20	32.51	34.07	1.56	4.59%
10	30	38.73	40.46	1.72	4.26%
10	45	45.27	46.71	1.44	3.09%
10	60	50.10	51.00	0.90	1.77%
10	120	62.55	60.80	-1.75	-2.88%
10	240	76.56	70.10	-6.46	-9.21%
10	360	85.70	75.48	-10.22	-13.54%
10	720	103.40	84.88	-18.52	-21.82%
10	1440	124.28	94.82	-29.47	-31.08%

CHEN / IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	30.10	38.73	8.63	22.28%
5	60	42.13	45.30	3.17	6.99%
10	60	50.10	51.00	0.90	1.77%
15	60	54.59	54.66	0.07	0.12%
20	60	57.74	57.42	-0.32	-0.56%
30	60	62.13	61.54	-0.60	-0.97%



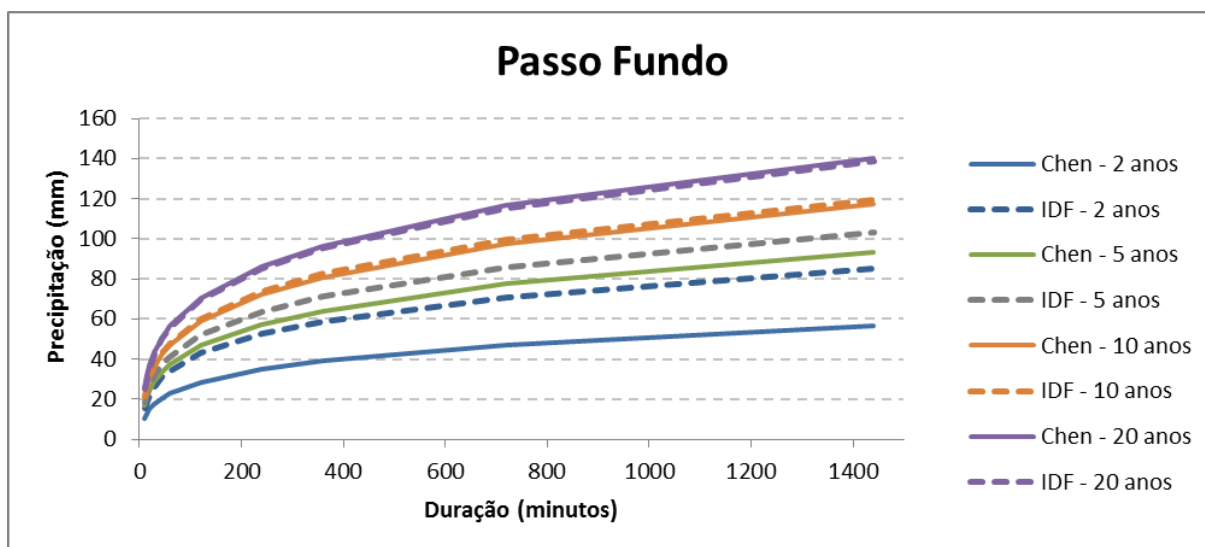
CHEN / IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31.86	30.90	-0.96	-3.12%
10	15	39.73	39.34	-0.39	-1.00%
10	20	45.62	45.79	0.17	0.36%
10	30	54.15	55.25	1.10	1.99%
10	45	62.81	64.91	2.10	3.24%
10	60	69.01	71.80	2.79	3.89%
10	120	84.19	88.42	4.23	4.79%
10	240	100.15	105.42	5.27	5.00%
10	360	110.10	115.80	5.70	4.92%
10	720	128.59	134.76	6.17	4.58%
10	1440	149.47	155.82	6.35	4.07%

CHEN / IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37.63	52.88	15.25	28.84%
5	60	56.51	62.94	6.43	10.22%
10	60	69.01	71.80	2.79	3.89%
15	60	76.06	77.55	1.49	1.92%
20	60	81.00	81.91	0.91	1.11%
30	60	87.89	88.46	0.57	0.65%



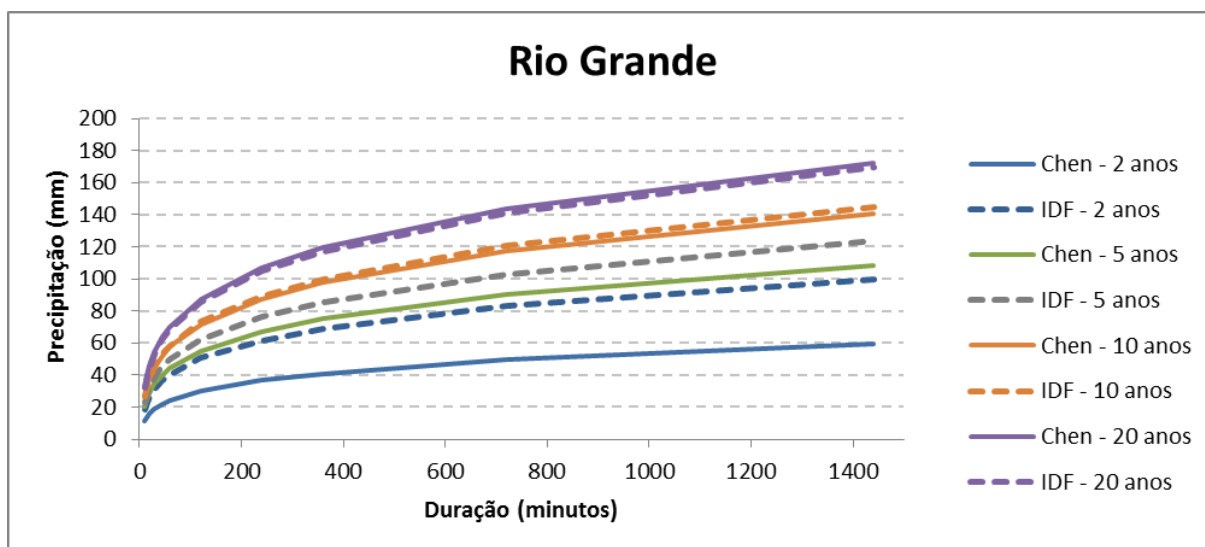
CHEN / IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	20.85	20.84	-0.01	-0.05%
10	15	25.88	25.62	-0.26	-1.01%
10	20	29.81	29.35	-0.46	-1.57%
10	30	35.92	35.14	-0.78	-2.21%
10	45	42.76	41.65	-1.12	-2.68%
10	60	48.13	46.76	-1.37	-2.93%
10	120	63.20	61.16	-2.03	-3.33%
10	240	82.06	79.26	-2.80	-3.54%
10	360	95.33	92.01	-3.32	-3.61%
10	720	122.84	118.48	-4.36	-3.68%
10	1440	157.97	152.30	-5.66	-3.72%

CHEN / IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	26.25	34.44	8.20	23.79%
5	60	39.42	40.99	1.58	3.85%
10	60	48.13	46.76	-1.37	-2.93%
15	60	53.05	50.51	-2.54	-5.03%
20	60	56.50	53.35	-3.15	-5.90%
30	60	61.31	57.62	-3.69	-6.40%



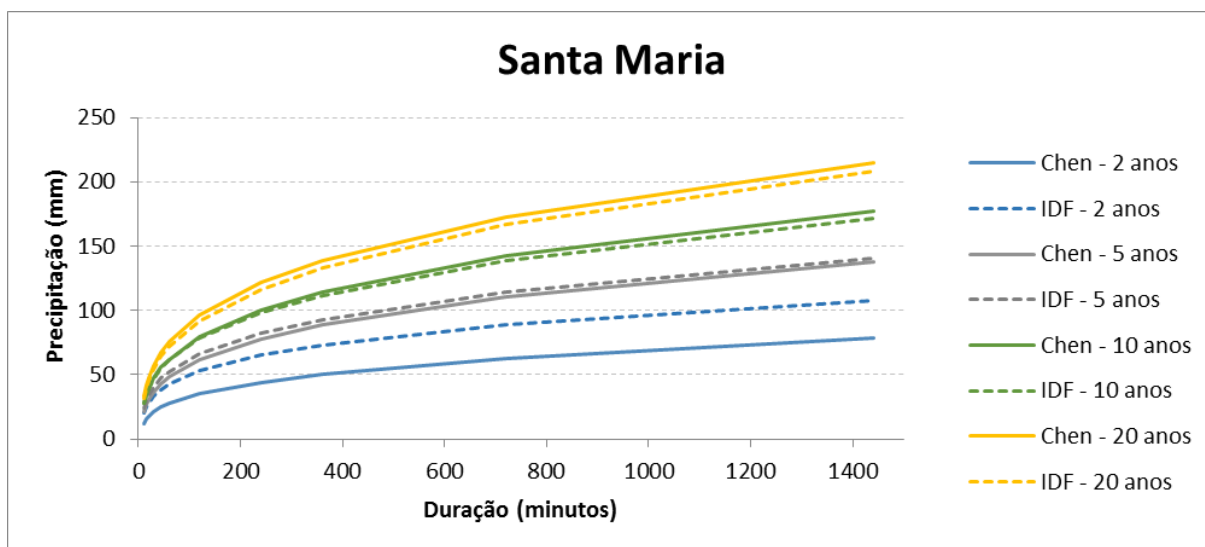
CHEN / IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21.35	21.44	0.10	0.45%
10	15	26.55	26.81	0.26	0.96%
10	20	30.49	30.88	0.39	1.27%
10	30	36.32	36.93	0.60	1.63%
10	45	42.46	43.28	0.82	1.89%
10	60	47.00	47.97	0.97	2.03%
10	120	58.72	60.05	1.32	2.20%
10	240	71.95	73.60	1.65	2.24%
10	360	80.60	82.43	1.83	2.22%
10	720	97.36	99.50	2.13	2.14%
10	1440	117.19	119.62	2.44	2.04%

CHEN / IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	22.75	34.21	11.47	33.51%
5	60	37.34	41.47	4.13	9.97%
10	60	47.00	47.97	0.97	2.03%
15	60	52.45	52.23	-0.21	-0.41%
20	60	56.26	55.49	-0.78	-1.40%
30	60	61.60	60.42	-1.18	-1.95%



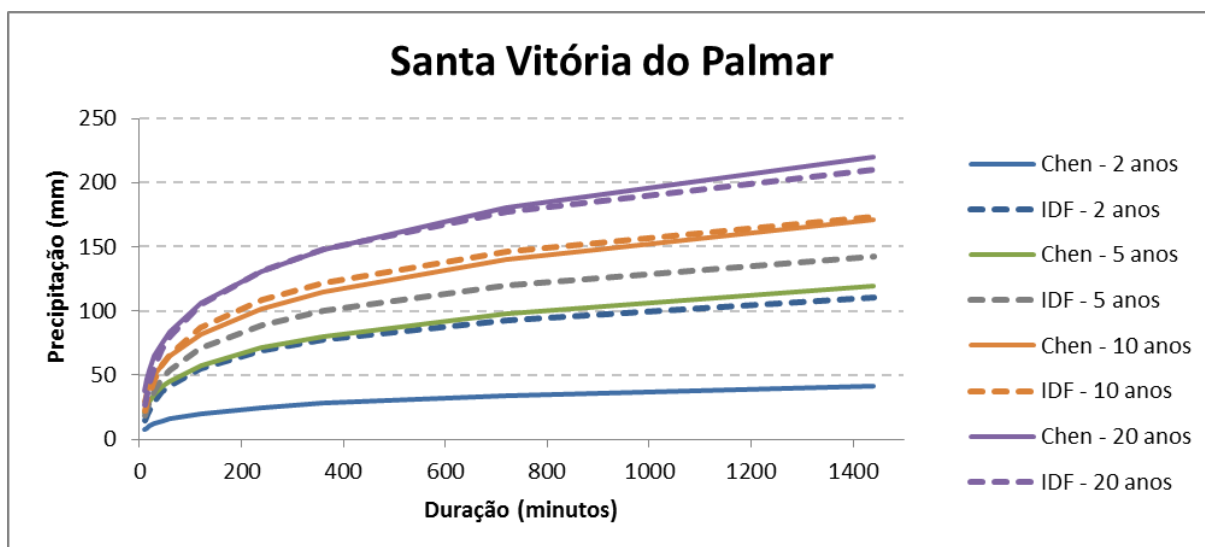
CHEN / IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26.22	27.04	0.82	3.05%
10	15	32.61	33.48	0.87	2.61%
10	20	37.44	38.34	0.90	2.35%
10	30	44.58	45.52	0.94	2.07%
10	45	52.04	53.05	1.01	1.90%
10	60	57.54	58.61	1.07	1.83%
10	120	71.65	72.99	1.34	1.84%
10	240	87.43	89.21	1.78	2.00%
10	360	97.69	99.82	2.13	2.13%
10	720	117.47	120.37	2.90	2.41%
10	1440	140.72	144.65	3.93	2.72%

CHEN / IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	24.14	40.48	16.34	40.36%
5	60	44.24	49.98	5.74	11.49%
10	60	57.54	58.61	1.07	1.83%
15	60	65.05	64.34	-0.70	-1.09%
20	60	70.30	68.74	-1.56	-2.26%
30	60	77.64	75.46	-2.18	-2.89%



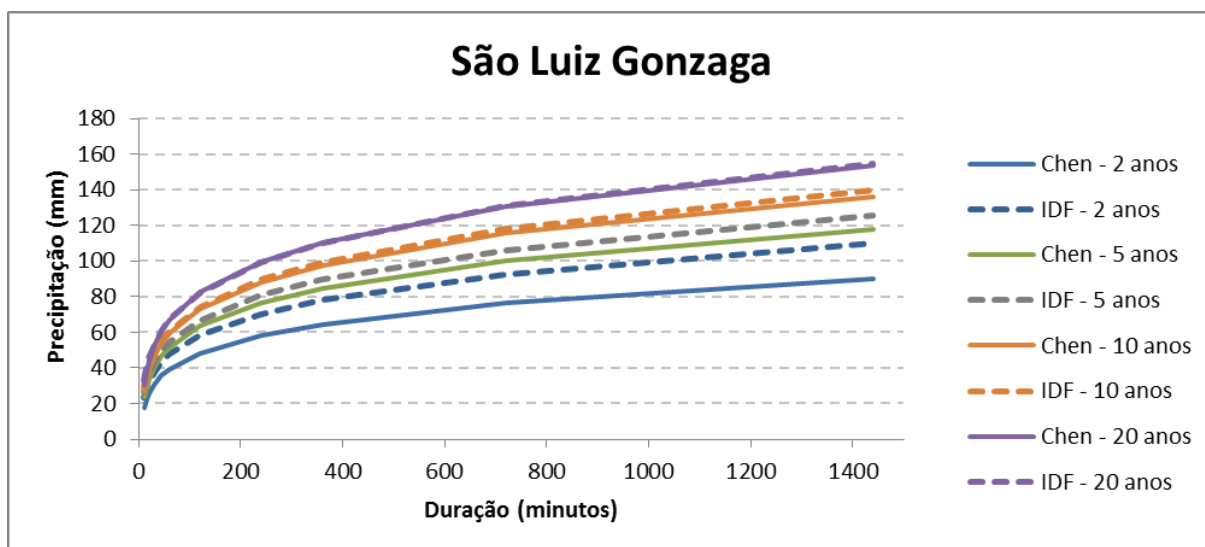
CHEN / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27.47	27.67	0.21	0.75%
10	15	34.15	34.24	0.08	0.25%
10	20	39.30	39.26	-0.03	-0.09%
10	30	47.09	46.85	-0.24	-0.52%
10	45	55.55	55.05	-0.50	-0.91%
10	60	61.99	61.28	-0.71	-1.16%
10	120	79.36	78.03	-1.33	-1.70%
10	240	100.03	97.90	-2.13	-2.18%
10	360	114.07	111.35	-2.72	-2.44%
10	720	142.22	138.25	-3.97	-2.87%
10	1440	176.81	171.18	-5.63	-3.29%

CHEN / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	27.38	42.48	15.10	35.54%
5	60	48.20	52.37	4.17	7.96%
10	60	61.99	61.28	-0.71	-1.16%
15	60	69.77	67.14	-2.63	-3.91%
20	60	75.22	71.62	-3.59	-5.02%
30	60	82.82	78.43	-4.40	-5.61%



CHEN / IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29.33	22.40	-6.94	-30.97%
10	15	36.47	30.12	-6.36	-21.10%
10	20	41.91	36.50	-5.42	-14.85%
10	30	50.04	46.57	-3.47	-7.45%
10	45	58.68	57.62	-1.06	-1.84%
10	60	65.15	65.87	0.72	1.10%
10	120	82.13	86.59	4.45	5.14%
10	240	101.70	108.27	6.57	6.07%
10	360	114.68	121.57	6.89	5.67%
10	720	140.18	145.94	5.76	3.94%
10	1440	170.79	173.22	2.43	1.40%

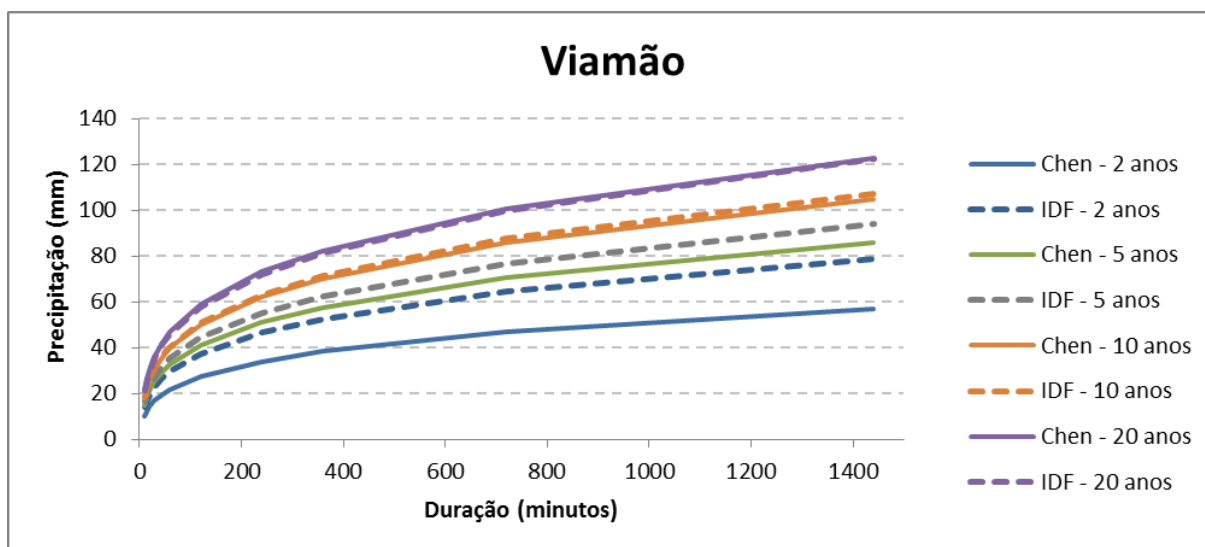
CHEN / IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	15.87	41.97	26.10	62.18%
5	60	45.52	54.25	8.73	16.09%
10	60	65.15	65.87	0.72	1.10%
15	60	76.22	73.79	-2.43	-3.30%
20	60	83.98	79.98	-4.00	-5.00%
30	60	94.81	89.59	-5.21	-5.82%



CHEN / IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27.15	29.73	2.57	8.65%
10	15	33.88	36.26	2.38	6.57%
10	20	38.94	41.11	2.17	5.28%
10	30	46.33	48.15	1.82	3.77%
10	45	53.94	55.43	1.48	2.67%
10	60	59.46	60.75	1.29	2.12%
10	120	73.26	74.33	1.07	1.43%
10	240	88.18	89.40	1.22	1.37%
10	360	97.66	99.16	1.50	1.51%
10	720	115.56	117.84	2.27	1.93%
10	1440	136.15	139.60	3.45	2.47%

CHEN / IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39.20	47.72	8.52	17.85%
5	60	51.39	54.75	3.36	6.14%
10	60	59.46	60.75	1.29	2.12%
15	60	64.01	64.56	0.55	0.85%
20	60	67.20	67.41	0.21	0.31%
30	60	71.66	71.64	-0.02	-0.03%

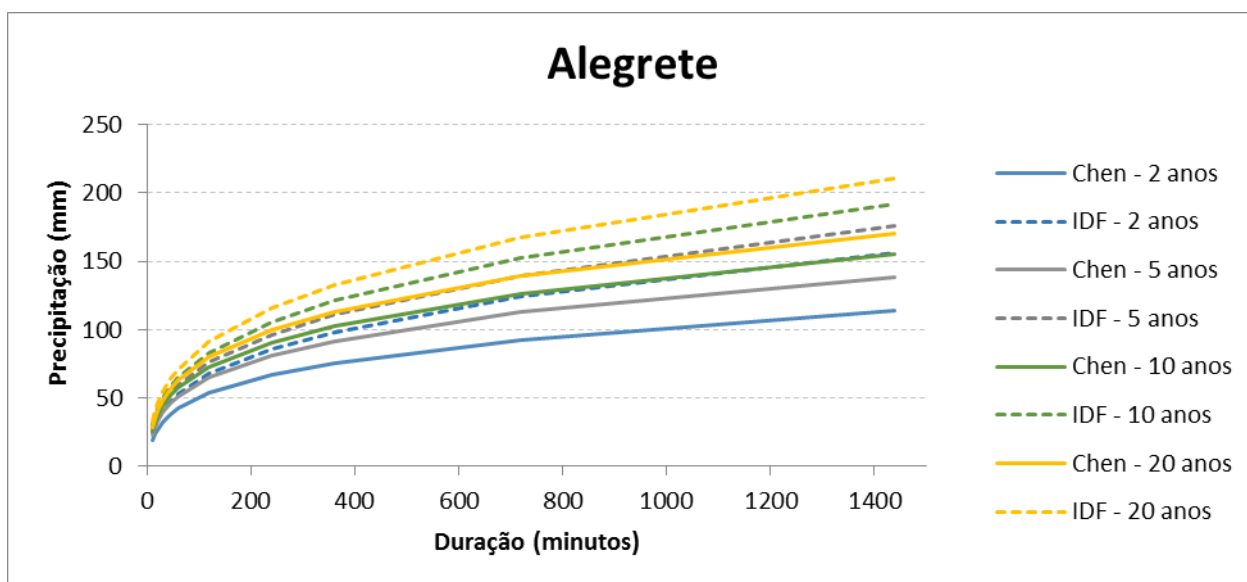




CHEN / IDF - Viamão					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	17.98	18.79	0.82	4.35%
10	15	22.32	23.06	0.74	3.22%
10	20	25.63	26.30	0.67	2.56%
10	30	30.57	31.14	0.57	1.84%
10	45	35.83	36.33	0.50	1.36%
10	60	39.78	40.25	0.47	1.16%
10	120	50.16	50.67	0.51	1.01%
10	240	62.16	62.90	0.74	1.18%
10	360	70.14	71.12	0.98	1.37%
10	720	85.84	87.40	1.56	1.79%
10	1440	104.71	107.14	2.43	2.27%

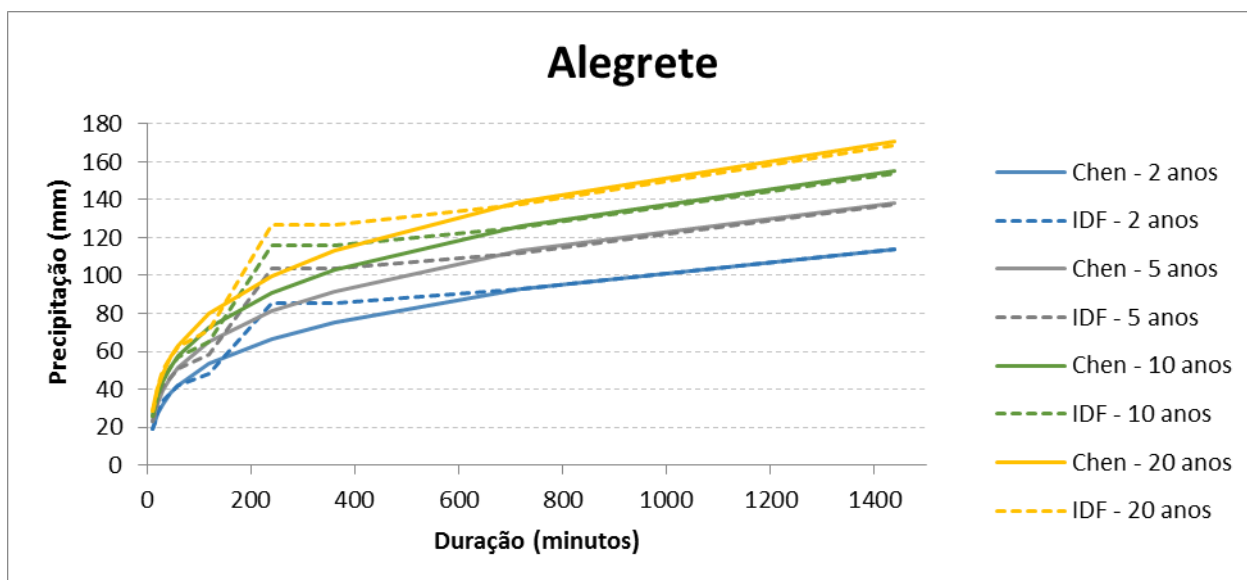
CHEN / IDF - Viamão					
Tr	Duração	Chen(idf)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	21.69	29.64	7.95	26.82%
5	60	32.57	35.28	2.71	7.67%
10	60	39.78	40.25	0.47	1.16%
15	60	43.84	43.47	-0.38	-0.86%
20	60	46.69	45.91	-0.78	-1.70%
30	60	50.67	49.59	-1.08	-2.17%

**Apêndice E- Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas IDF's (quando a precipitações necessárias foram obtidas pelo método das relações entre durações)**



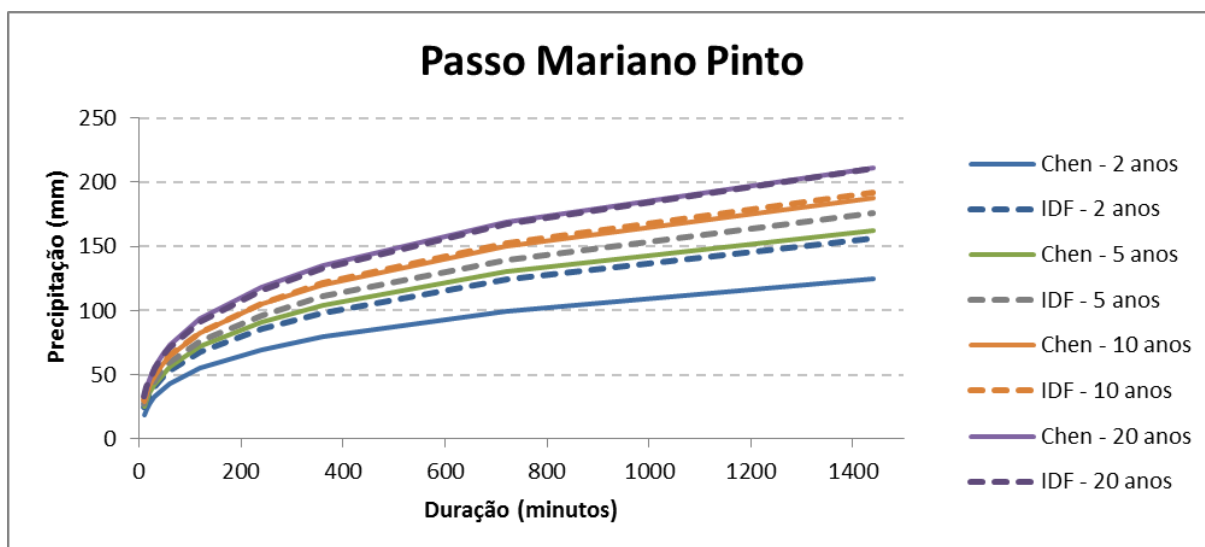
CHEN Relação / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,79	30,56	4,78	15,63%
10	15	32,05	37,12	5,07	13,65%
10	20	36,84	42,16	5,32	12,62%
10	30	44,02	49,87	5,85	11,73%
10	45	51,72	58,38	6,67	11,42%
10	60	57,51	64,98	7,47	11,50%
10	120	72,86	83,23	10,37	12,46%
10	240	90,74	105,63	14,88	14,09%
10	360	102,71	121,14	18,43	15,21%
10	720	126,37	152,77	26,39	17,28%
10	1440	155,00	192,34	37,34	19,41%

CHEN Relação / IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,17	52,72	10,54	20,00%
5	60	51,40	59,38	7,98	13,45%
10	60	57,51	64,98	7,47	11,50%
15	60	60,96	68,50	7,54	11,01%
20	60	63,37	71,11	7,74	10,89%
30	60	66,74	74,96	8,22	10,96%



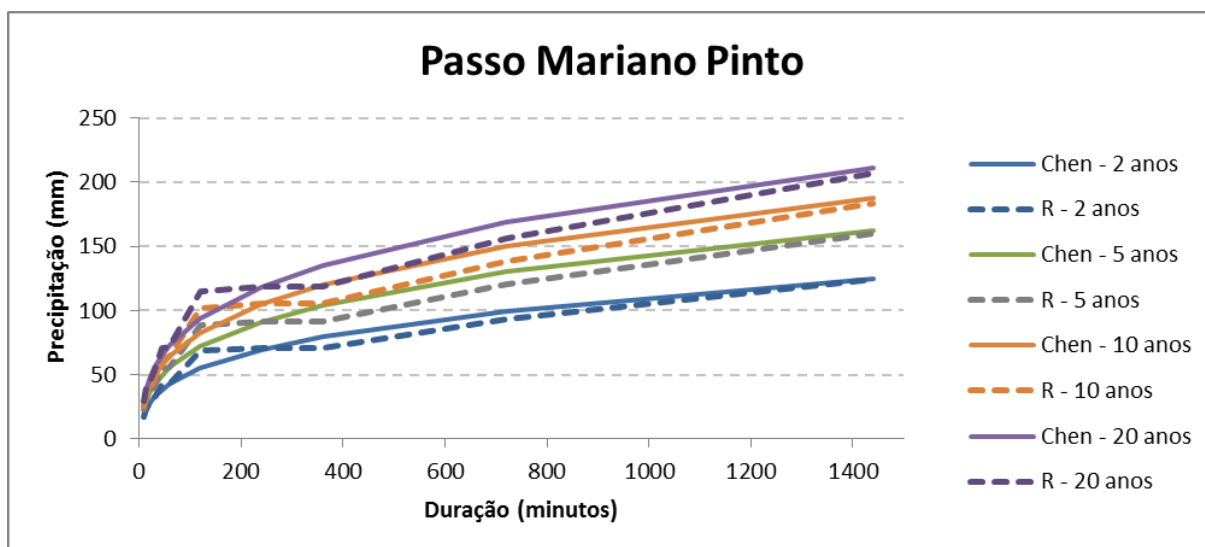
CHEN relação / relação - Alegrete					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,79	25,74	-0,05	-0,19%
10	15	32,05	30,43	-1,62	-5,32%
10	20	36,84	37,92	1,08	2,84%
10	30	44,02	45,91	1,89	4,12%
10	45	51,72	51,82	0,11	0,21%
10	60	57,51	57,03	-0,48	-0,84%
10	120	72,86	64,85	-8,01	-12,35%
10	240	90,74	115,60	24,85	21,50%
10	360	102,71	86,15	-16,56	-19,23%
10	720	126,37	125,09	-1,28	-1,03%
10	1440	155,00	153,50	-1,50	-0,98%

CHEN relação / relação - Alegrete					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,17	42,24	0,06	0,15%
5	60	51,40	51,14	-0,26	-0,52%
10	60	57,51	57,03	-0,48	-0,84%
15	60	60,96	60,36	-0,60	-0,99%
20	60	63,37	62,68	-0,69	-1,10%
30	60	66,74	65,93	-0,81	-1,22%



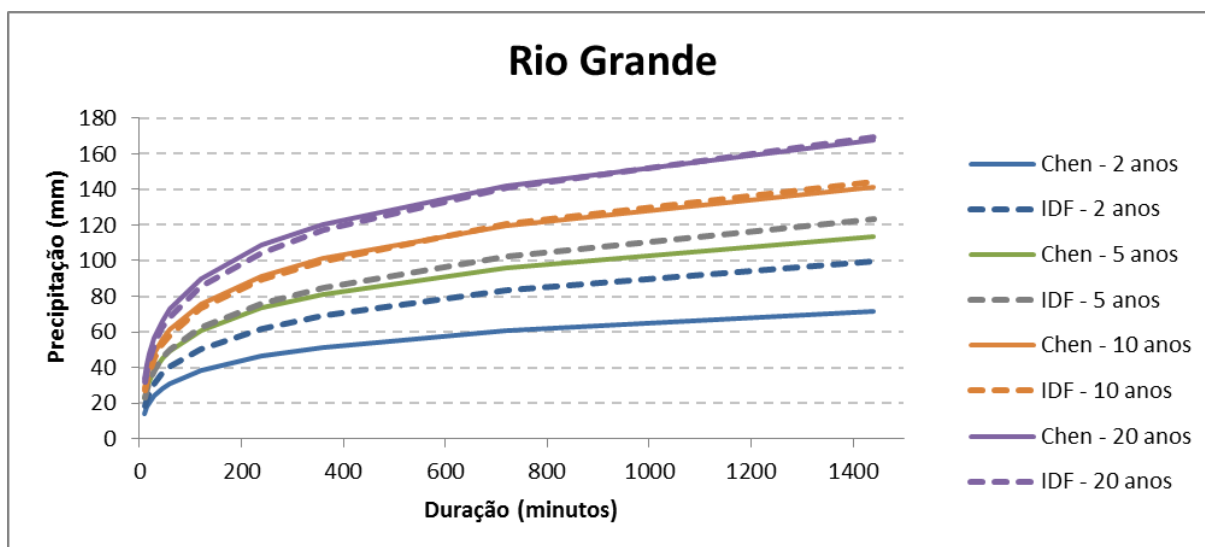
CHEN Relação / IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,59	30,56	1,97	6,46%
10	15	35,51	37,12	1,61	4,35%
10	20	40,84	42,16	1,33	3,14%
10	30	48,94	49,87	0,93	1,87%
10	45	57,77	58,38	0,61	1,05%
10	60	64,53	64,98	0,45	0,70%
10	120	82,86	83,23	0,37	0,44%
10	240	104,85	105,63	0,78	0,73%
10	360	119,87	121,14	1,27	1,05%
10	720	150,12	152,77	2,64	1,73%
10	1440	187,52	192,34	4,82	2,51%

CHEN Relação / IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,85	52,72	9,87	18,71%
5	60	55,89	59,38	3,49	5,88%
10	60	64,53	64,98	0,45	0,70%
15	60	69,40	68,50	-0,90	-1,32%
20	60	72,81	71,11	-1,70	-2,39%
30	60	77,58	74,96	-2,62	-3,49%



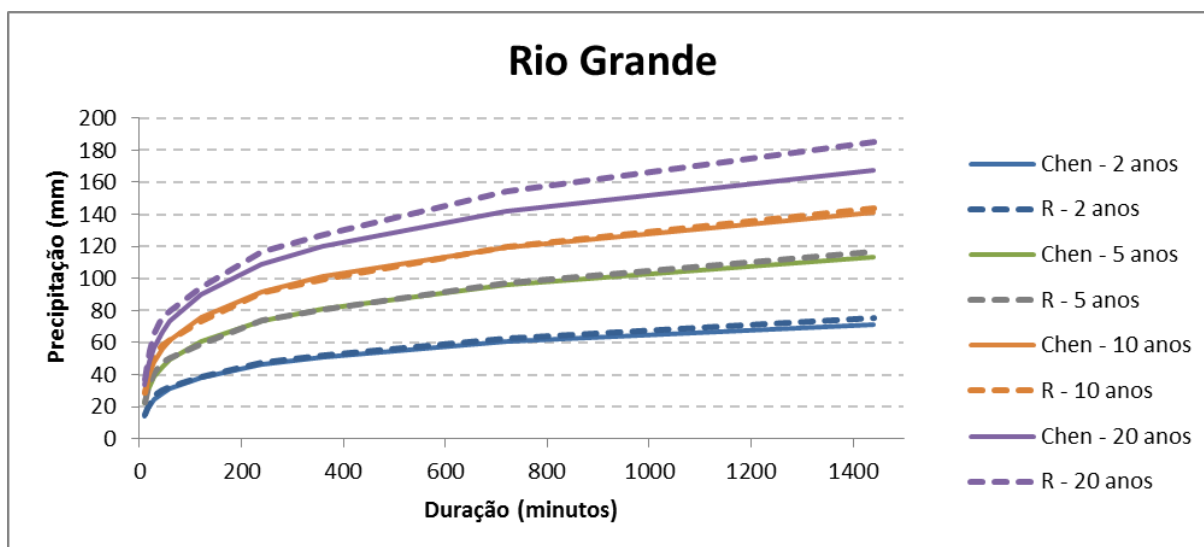
CHEN relação / relação - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,59	25,72	-2,87	-11,16%
10	15	35,51	36,56	1,06	2,89%
10	20	40,84	39,24	-1,60	-4,07%
10	30	48,94	47,48	-1,46	-3,07%
10	45	57,77	62,60	4,83	7,72%
10	60	64,53	63,79	-0,74	-1,16%
10	120	82,86	102,18	19,32	18,91%
10	240	104,85	105,60	0,75	0,71%
10	360	119,87	105,60	-14,27	-13,51%
10	720	150,12	138,69	-11,43	-8,24%
10	1440	187,52	183,87	-3,65	-1,98%

CHEN relação / relação - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,85	42,99	0,14	0,32%
5	60	55,89	55,51	-0,39	-0,70%
10	60	64,53	63,79	-0,74	-1,16%
15	60	69,40	68,47	-0,93	-1,36%
20	60	72,81	71,75	-1,07	-1,49%
30	60	77,58	76,32	-1,26	-1,65%



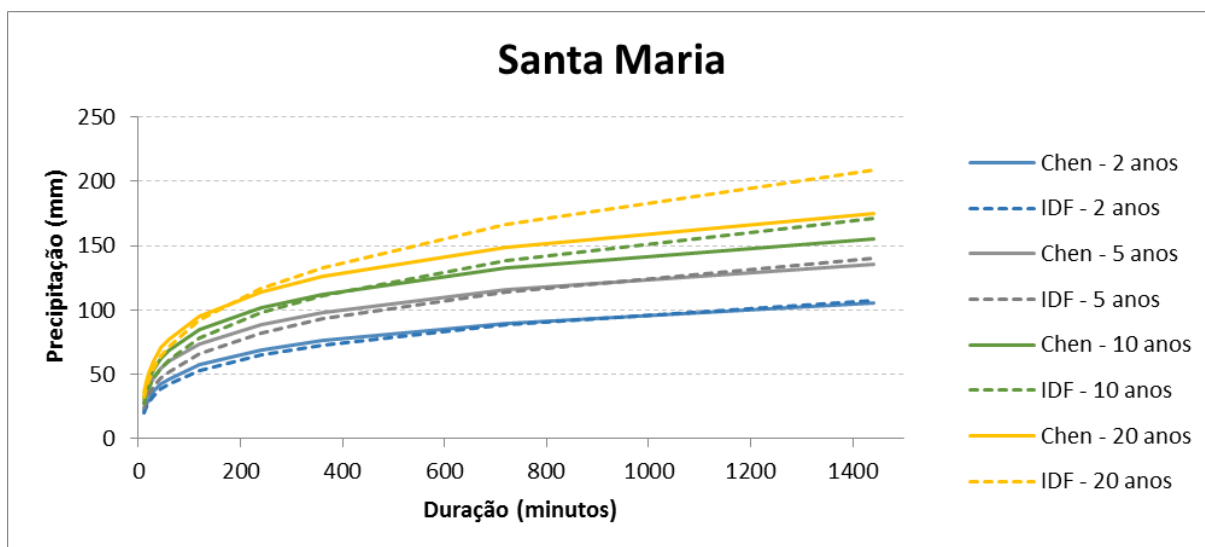
CHEN Relação / IDF -Rio Grande					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,12	27,04	-1,08	-3,98%
10	15	35,08	33,48	-1,60	-4,77%
10	20	40,32	38,34	-1,97	-5,15%
10	30	47,97	45,52	-2,46	-5,39%
10	45	55,86	53,05	-2,81	-5,30%
10	60	61,57	58,61	-2,95	-5,04%
10	120	75,86	72,99	-2,87	-3,93%
10	240	91,31	89,21	-2,10	-2,35%
10	360	101,12	99,82	-1,30	-1,30%
10	720	119,66	120,37	0,71	0,59%
10	1440	140,98	144,65	3,67	2,54%

CHEN Relação / IDF -Rio Grande					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	31,22	40,48	9,26	22,87%
5	60	49,48	49,98	0,50	1,00%
10	60	61,57	58,61	-2,95	-5,04%
15	60	68,39	64,34	-4,05	-6,29%
20	60	73,16	68,74	-4,42	-6,43%
30	60	79,84	75,46	-4,37	-5,79%



CHEN relação / relação - Rio Grande					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,12	28,52	0,40	1,40%
10	15	35,08	36,65	1,57	4,29%
10	20	40,32	42,70	2,38	5,58%
10	30	47,97	51,70	3,73	7,21%
10	45	55,86	58,32	2,47	4,23%
10	60	61,57	62,20	0,63	1,01%
10	120	75,86	72,92	-2,94	-4,03%
10	240	91,31	90,95	-0,36	-0,40%
10	360	101,12	99,19	-1,93	-1,94%
10	720	119,66	119,99	0,33	0,27%
10	1440	140,98	143,97	2,99	2,08%

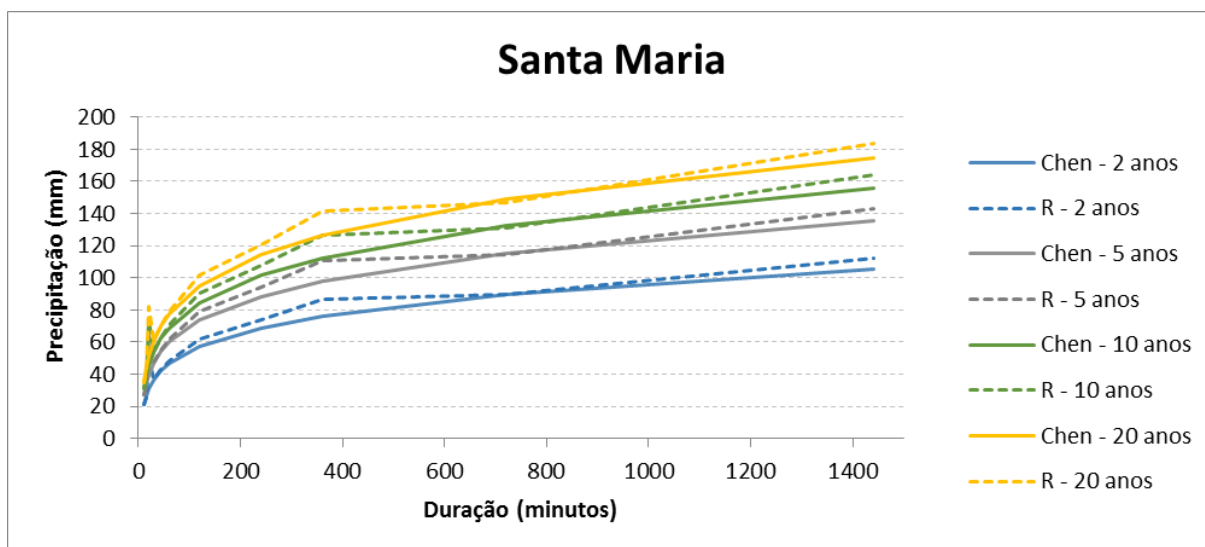
CHEN relação / relação - Rio Grande					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	31,22	32,56	1,34	4,11%
5	60	49,48	50,39	0,91	1,81%
10	60	61,57	62,20	0,63	1,01%
15	60	68,39	73,52	5,13	6,98%
20	60	73,16	80,03	6,87	8,58%
30	60	79,84	80,03	0,20	0,25%



CHEN Relação / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,70	27,67	-4,02	-14,54%
10	15	39,50	34,24	-5,26	-15,37%
10	20	45,35	39,26	-6,09	-15,51%
10	30	53,88	46,85	-7,04	-15,02%
10	45	62,63	55,05	-7,59	-13,79%
10	60	68,96	61,28	-7,68	-12,53%
10	120	84,69	78,03	-6,67	-8,54%
10	240	101,60	97,90	-3,71	-3,79%
10	360	112,30	111,35	-0,95	-0,86%
10	720	132,44	138,25	5,80	4,20%
10	1440	155,50	171,18	15,68	9,16%

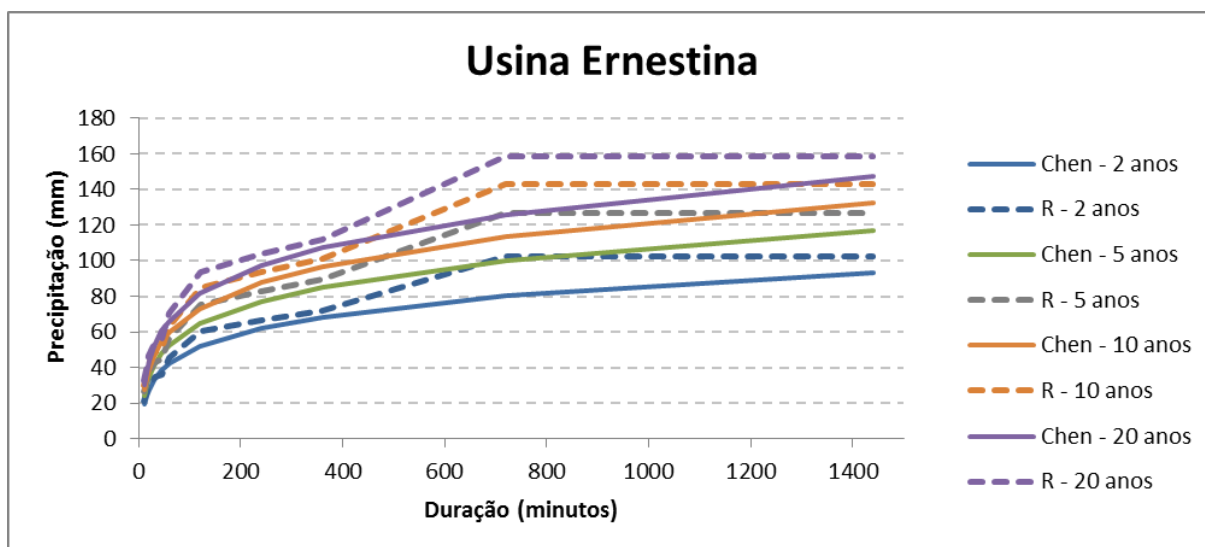
CHEN Relação / IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Chen (mm)	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,66	42,48	-4,18	-9,85%
5	60	60,08	52,37	-7,70	-14,71%
10	60	68,96	61,28	-7,68	-12,53%
15	60	73,97	67,14	-6,82	-10,16%
20	60	77,47	71,62	-5,85	-8,17%
30	60	82,37	78,43	-3,95	-5,03%





CHEN relação / relação - Santa Maria					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,70	30,85	-0,85	-2,75%
10	15	39,50	37,56	-1,94	-5,17%
10	20	45,35	73,06	27,71	37,93%
10	30	53,88	54,27	0,38	0,71%
10	45	62,63	62,88	0,24	0,39%
10	60	68,96	70,82	1,86	2,63%
10	120	84,69	90,51	5,82	6,43%
10	240	101,60	107,50	5,90	5,49%
10	360	112,30	126,28	13,98	11,07%
10	720	132,44	131,25	-1,19	-0,91%
10	1440	155,50	163,84	8,34	5,09%

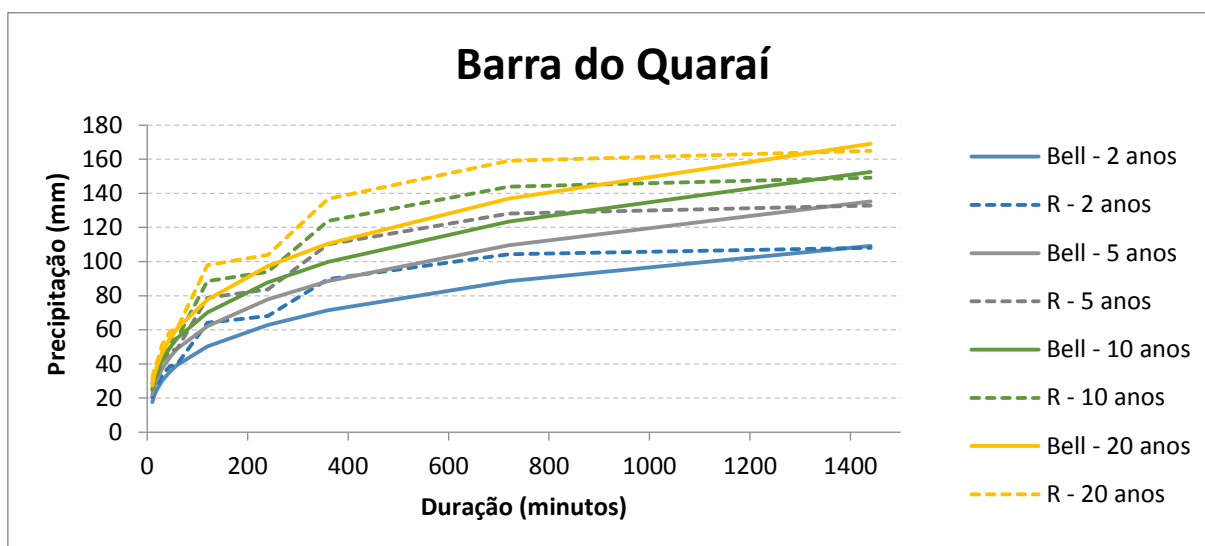
CHEN relação / relação - Santa Maria					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,66	48,58	1,92	3,95%
5	60	60,08	61,96	1,88	3,04%
10	60	68,96	70,82	1,86	2,63%
15	60	73,97	75,81	1,85	2,44%
20	60	77,47	79,31	1,84	2,32%
30	60	82,37	84,20	1,83	2,17%



CHEN relação / relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,43	29,68	2,25	7,59%
10	15	34,23	34,83	0,60	1,71%
10	20	39,33	42,29	2,96	7,00%
10	30	46,75	48,21	1,46	3,03%
10	45	54,32	50,77	-3,56	-7,00%
10	60	59,77	63,42	3,66	5,76%
10	120	73,22	84,57	11,35	13,42%
10	240	87,52	93,31	5,79	6,20%
10	360	96,51	101,00	4,49	4,44%
10	720	113,32	143,16	29,84	20,85%
10	1440	132,43	143,16	10,73	7,50%

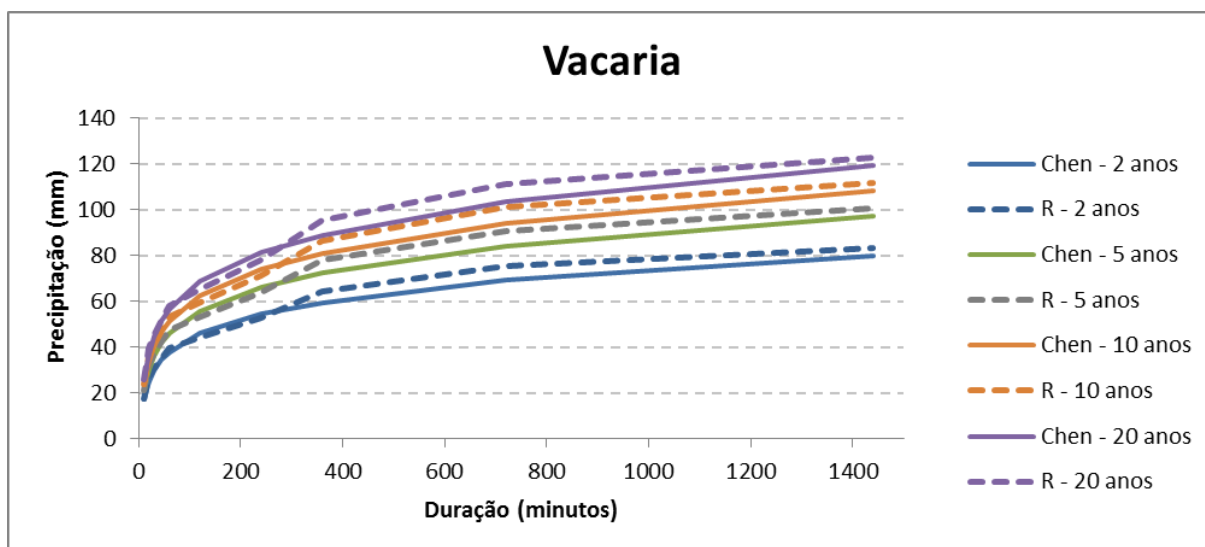
CHEN relação / relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,23	45,33	3,10	6,84%
5	60	52,78	56,22	3,44	6,11%
10	60	59,77	63,42	3,66	5,76%
15	60	63,71	67,49	3,78	5,60%
20	60	66,47	70,34	3,87	5,50%
30	60	70,32	74,31	3,99	5,37%

**Apêndice F- Comparação da metodologia de Chen (1983) com os resultados obtidos pelas relações entre durações (quando a precipitações necessárias foram obtidas pelo método das relações entre durações)**



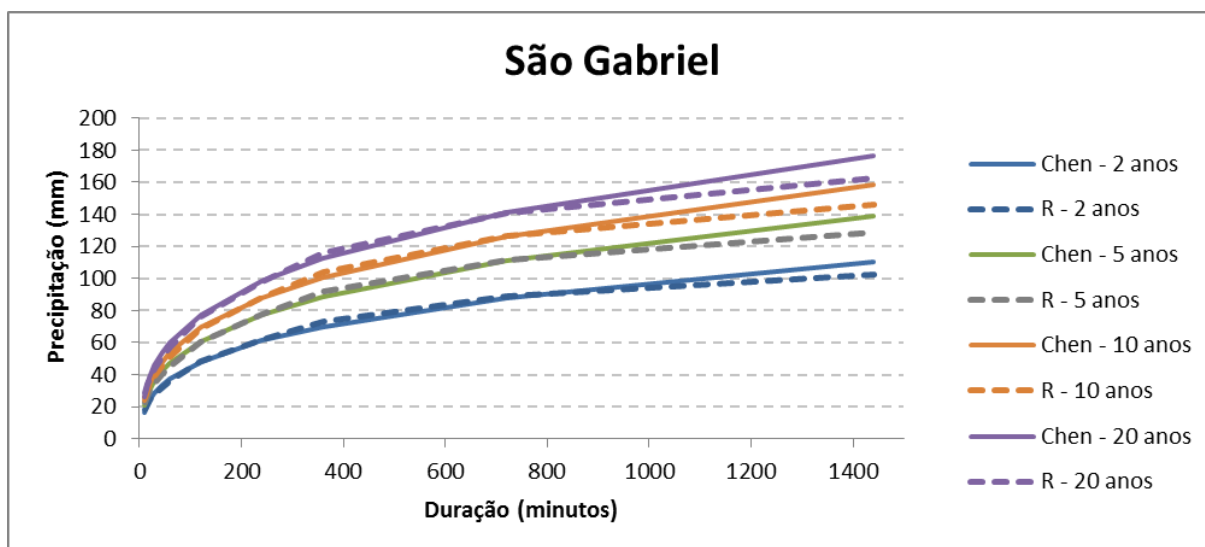
CHEN relação / relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,68	28,46	3,78	13,30%
10	15	30,63	34,42	3,79	11,01%
10	20	35,19	37,14	1,95	5,24%
10	30	42,07	46,56	4,49	9,64%
10	45	49,47	53,32	3,84	7,20%
10	60	55,09	55,08	-0,01	-0,02%
10	120	70,10	88,58	18,48	20,86%
10	240	87,80	94,05	6,25	6,64%
10	360	99,73	123,74	24,01	19,40%
10	720	123,51	143,97	20,46	14,21%
10	1440	152,51	149,14	-3,36	-2,26%

CHEN relação / relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,47	39,90	0,43	1,07%
5	60	48,87	49,03	0,16	0,34%
10	60	55,09	55,08	-0,01	-0,02%
15	60	58,60	58,49	-0,11	-0,18%
20	60	61,06	60,88	-0,18	-0,29%
30	60	64,49	64,22	-0,27	-0,42%



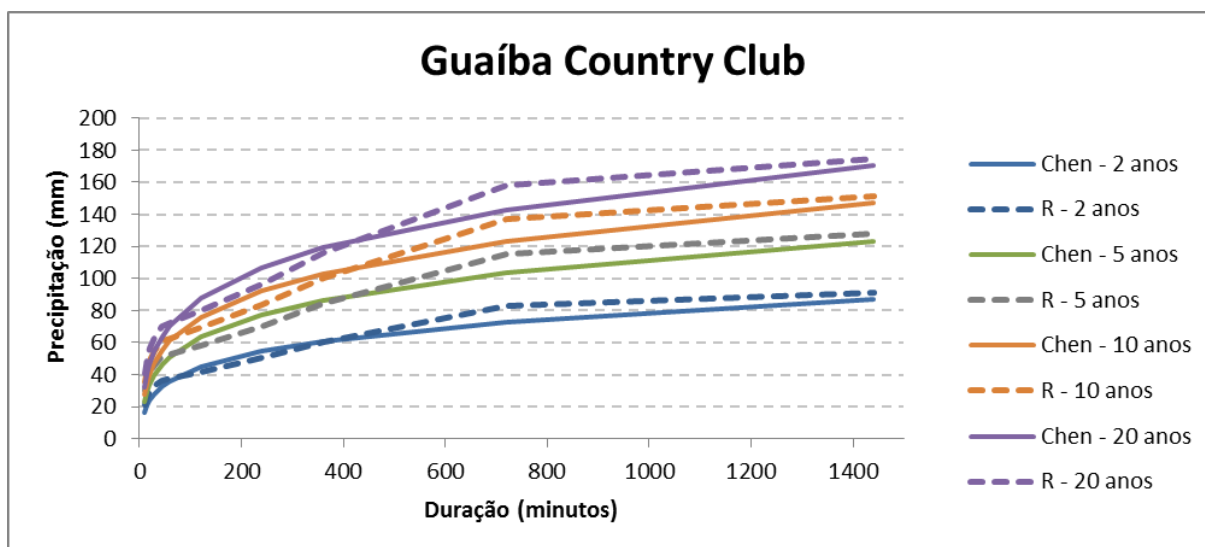
CHEN relação / relação - Vacaria					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23,74	23,74	0,00	-0,01%
10	15	29,64	29,51	-0,13	-0,44%
10	20	34,05	36,00	1,95	5,41%
10	30	40,41	41,77	1,36	3,27%
10	45	46,82	47,58	0,75	1,58%
10	60	51,38	53,05	1,67	3,14%
10	120	62,43	59,54	-2,88	-4,84%
10	240	73,86	71,16	-2,71	-3,81%
10	360	80,92	86,72	5,80	6,69%
10	720	93,91	101,24	7,33	7,24%
10	1440	108,43	111,91	3,48	3,11%

CHEN relação / relação - Vacaria					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,84	39,45	1,61	4,08%
5	60	45,99	47,63	1,64	3,45%
10	60	51,38	53,05	1,67	3,14%
15	60	54,42	56,11	1,68	3,00%
20	60	56,56	58,24	1,69	2,90%
30	60	59,53	61,23	1,70	2,78%



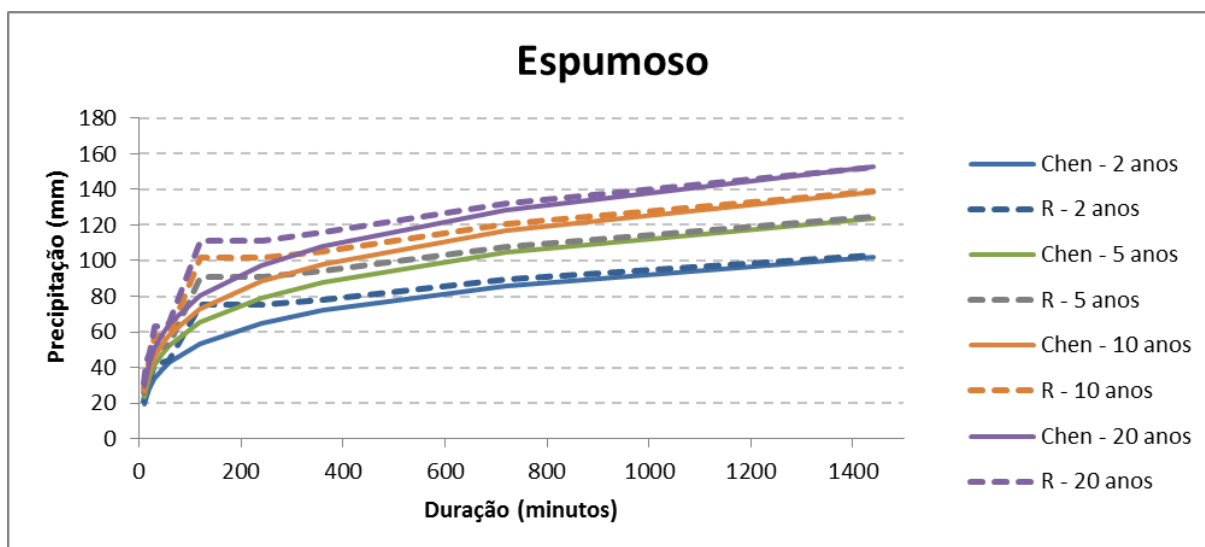
CHEN relação / relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23,72	25,57	1,85	7,23%
10	15	29,51	30,45	0,94	3,09%
10	20	33,98	34,02	0,03	0,10%
10	30	40,80	39,37	-1,42	-3,61%
10	45	48,24	45,09	-3,14	-6,96%
10	60	53,94	51,51	-2,43	-4,72%
10	120	69,43	68,60	-0,83	-1,21%
10	240	88,06	88,15	0,10	0,11%
10	360	100,79	104,00	3,20	3,08%
10	720	126,51	126,43	-0,08	-0,06%
10	1440	158,35	145,83	-12,52	-8,59%

CHEN relação / relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,49	36,24	-1,24	-3,43%
5	60	47,39	45,43	-1,96	-4,31%
10	60	53,94	51,51	-2,43	-4,72%
15	60	57,64	54,94	-2,70	-4,91%
20	60	60,22	57,34	-2,89	-5,03%
30	60	63,84	60,70	-3,14	-5,18%



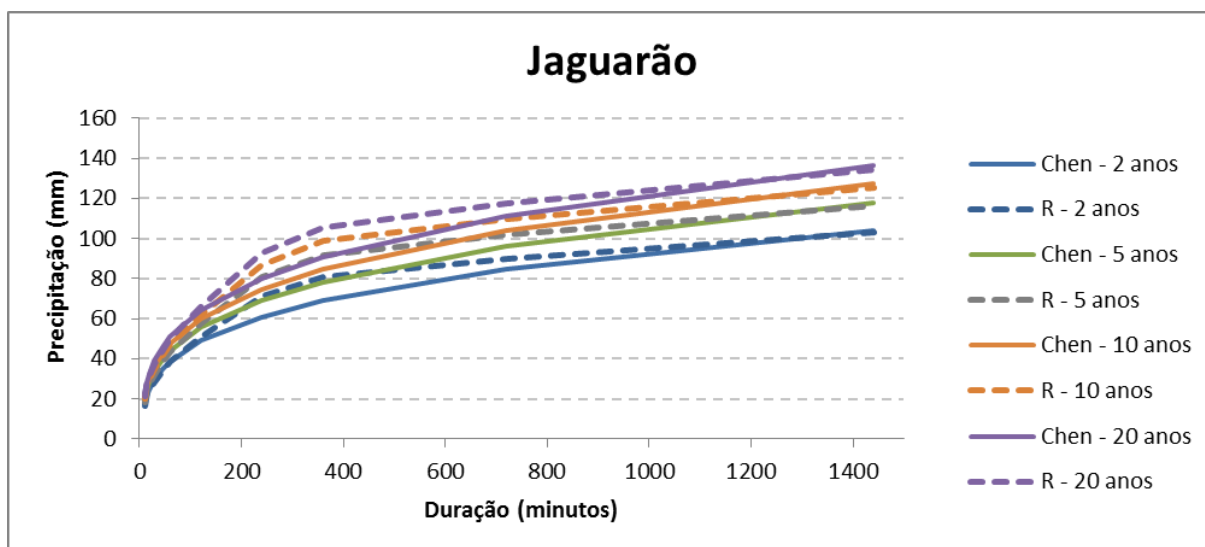
CHEN relação / relação - Guaíba Country Club					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,91	35,58	7,68	21,57%
10	15	34,72	43,86	9,14	20,84%
10	20	39,86	49,02	9,17	18,70%
10	30	47,43	54,89	7,46	13,59%
10	45	55,32	60,73	5,41	8,91%
10	60	61,12	62,85	1,73	2,75%
10	120	75,93	69,43	-6,50	-9,37%
10	240	92,38	83,47	-8,91	-10,67%
10	360	103,03	100,46	-2,57	-2,56%
10	720	123,49	137,10	13,61	9,93%
10	1440	147,44	151,68	4,24	2,79%

CHEN relação / relação - Guaíba Country Club					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36,10	37,92	1,82	4,81%
5	60	51,16	52,92	1,77	3,34%
10	60	61,12	62,85	1,73	2,75%
15	60	66,75	68,45	1,71	2,49%
20	60	70,68	72,38	1,70	2,34%
30	60	76,18	77,86	1,68	2,15%



CHEN relação / relação - Espumoso					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,67	28,56	1,89	6,61%
10	15	33,30	38,72	5,42	14,00%
10	20	38,30	44,44	6,14	13,81%
10	30	45,65	57,69	12,04	20,87%
10	45	53,26	57,69	4,42	7,67%
10	60	58,82	59,21	0,39	0,66%
10	120	72,86	101,46	28,60	28,19%
10	240	88,22	101,46	13,24	13,05%
10	360	98,07	105,27	7,20	6,84%
10	720	116,82	120,37	3,55	2,95%
10	1440	138,56	138,86	0,30	0,22%

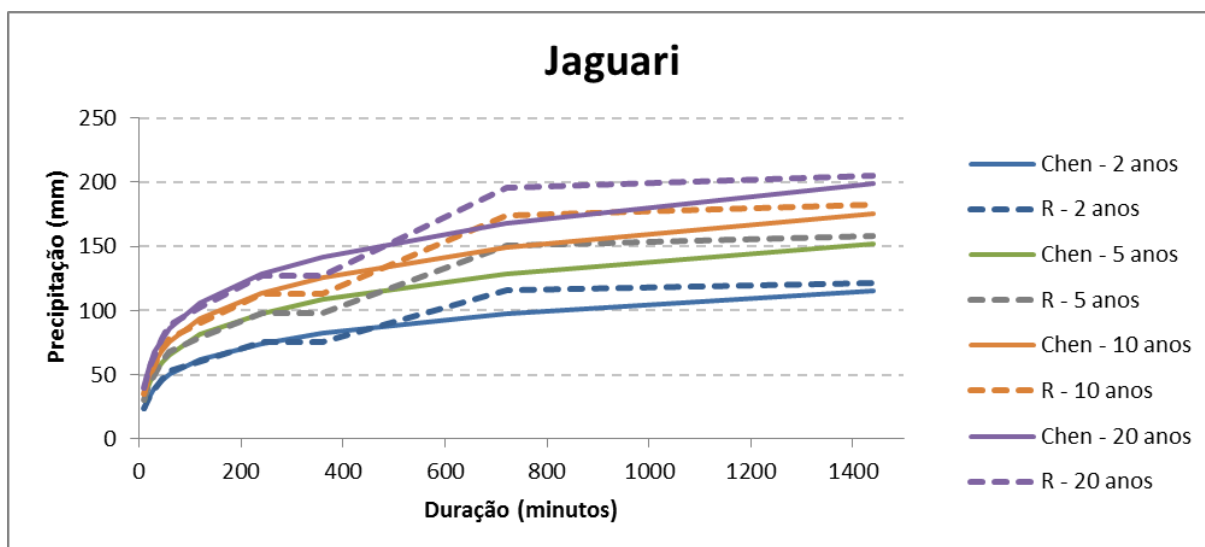
CHEN relação / relação - Espumoso					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,24	43,96	0,71	1,63%
5	60	52,62	53,14	0,52	0,98%
10	60	58,82	59,21	0,39	0,66%
15	60	62,32	62,64	0,32	0,52%
20	60	64,77	65,04	0,27	0,41%
30	60	68,20	68,39	0,20	0,29%



CHEN relação / relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,20	19,90	-1,30	-6,51%
10	15	26,37	28,97	2,60	8,97%
10	20	30,32	29,95	-0,36	-1,21%
10	30	36,24	34,76	-1,49	-4,27%
10	45	42,59	40,77	-1,81	-4,44%
10	60	47,36	46,87	-0,49	-1,04%
10	120	59,99	61,65	1,66	2,69%
10	240	74,69	86,76	12,07	13,91%
10	360	84,51	98,87	14,36	14,53%
10	720	103,92	109,65	5,73	5,23%
10	1440	127,38	125,51	-1,87	-1,49%

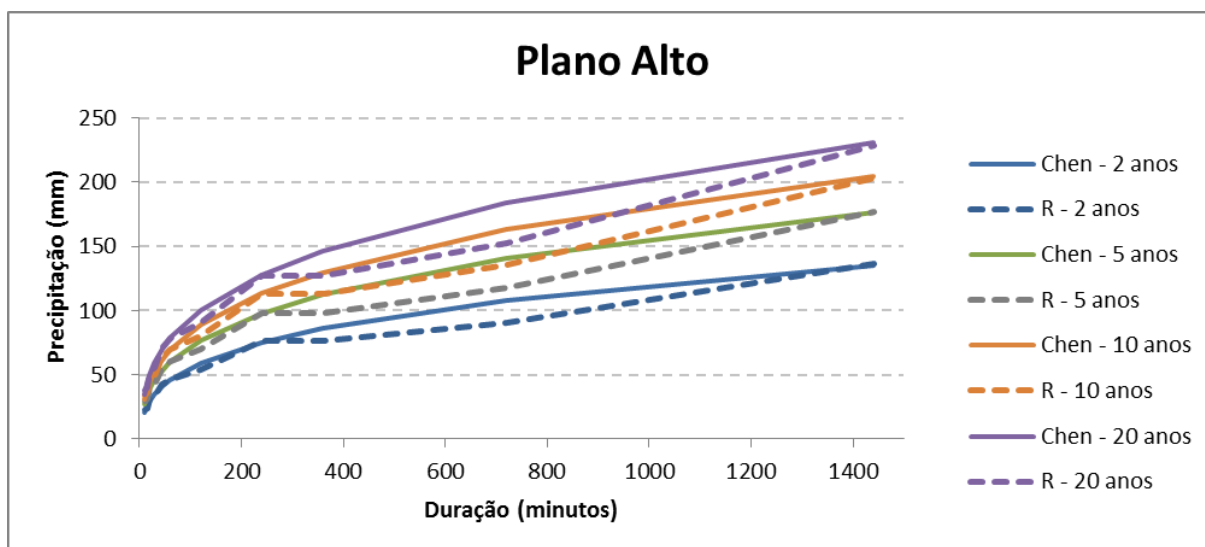
CHEN relação / relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,59	38,41	-0,18	-0,46%
5	60	43,87	43,50	-0,36	-0,84%
10	60	47,36	46,87	-0,49	-1,04%
15	60	49,33	48,78	-0,55	-1,14%
20	60	50,71	50,11	-0,60	-1,20%
30	60	52,64	51,97	-0,67	-1,29%





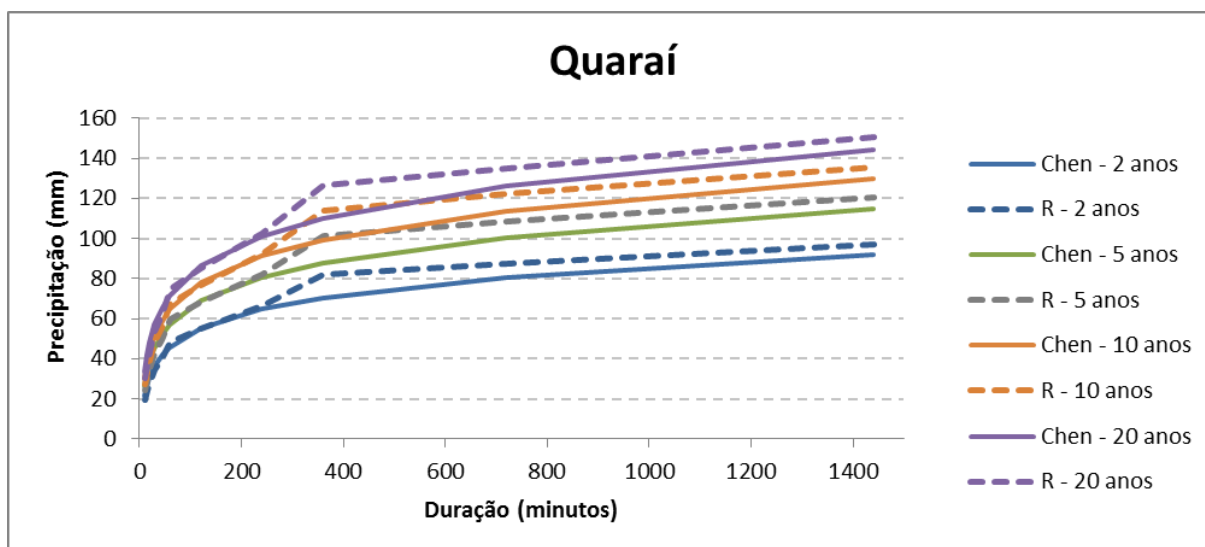
CHEN relação / relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	34,90	35,36	0,46	1,31%
10	15	43,49	41,30	-2,19	-5,31%
10	20	49,96	50,08	0,12	0,24%
10	30	59,41	57,74	-1,67	-2,90%
10	45	69,17	69,78	0,61	0,87%
10	60	76,25	78,60	2,35	2,99%
10	120	94,03	90,89	-3,14	-3,46%
10	240	113,33	113,09	-0,24	-0,21%
10	360	125,64	113,09	-12,54	-11,09%
10	720	148,95	173,84	24,89	14,32%
10	1440	175,82	182,26	6,44	3,53%

CHEN relação / relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	50,09	52,42	2,33	4,44%
5	60	65,83	68,17	2,34	3,43%
10	60	76,25	78,60	2,35	2,99%
15	60	82,13	84,48	2,35	2,78%
20	60	86,24	88,60	2,35	2,66%
30	60	91,99	94,35	2,36	2,50%



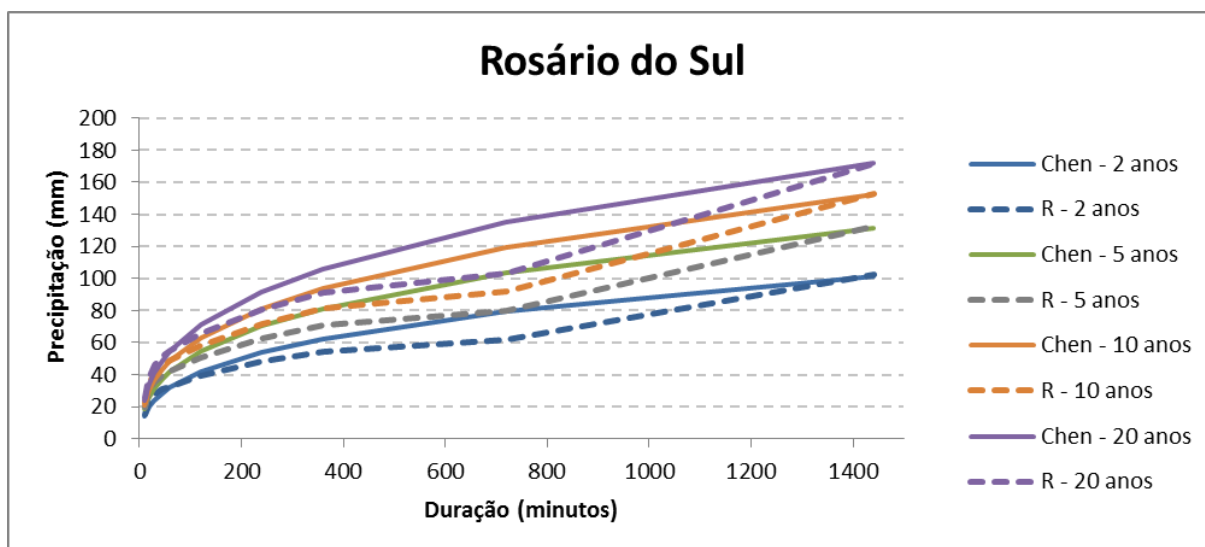
CHEN relação / relação - Plano Alto					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,70	33,66	2,96	8,79%
10	15	38,10	36,01	-2,09	-5,81%
10	20	43,82	46,31	2,49	5,39%
10	30	52,52	49,12	-3,40	-6,91%
10	45	62,03	63,21	1,18	1,86%
10	60	69,34	69,33	-0,01	-0,01%
10	120	89,24	80,25	-8,99	-11,20%
10	240	113,24	113,12	-0,12	-0,10%
10	360	129,69	113,12	-16,57	-14,65%
10	720	162,96	135,30	-27,65	-20,44%
10	1440	204,23	203,40	-0,83	-0,41%

CHEN relação / relação - Plano Alto					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,89	46,56	0,68	1,45%
5	60	60,00	60,26	0,26	0,44%
10	60	69,34	69,33	-0,01	-0,01%
15	60	74,61	74,45	-0,16	-0,22%
20	60	78,30	78,03	-0,28	-0,35%
30	60	83,46	83,03	-0,43	-0,51%



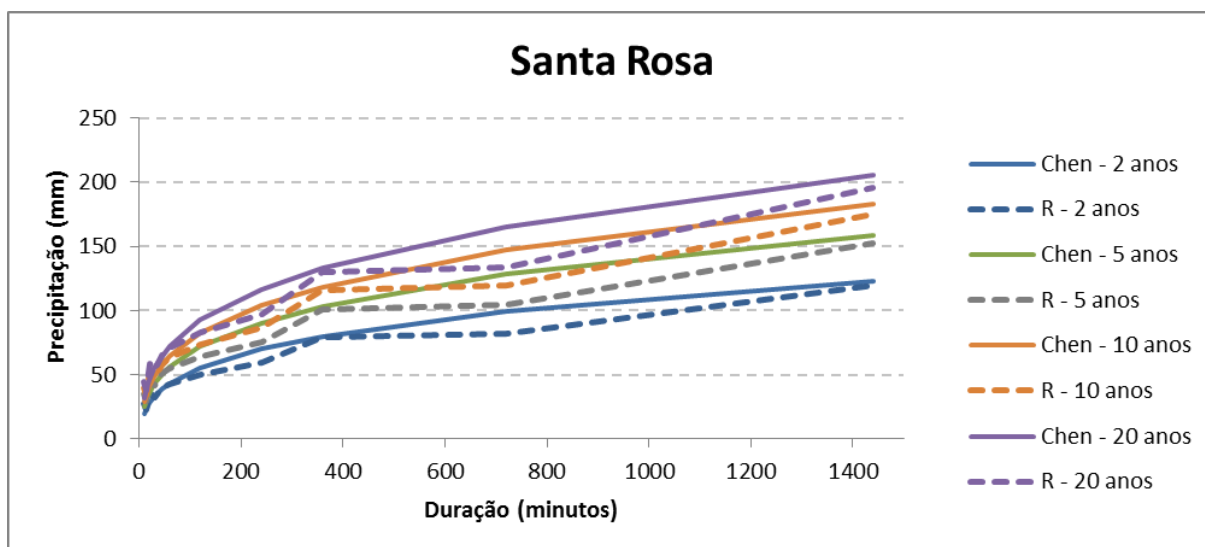
CHEN relação / relação - Quaraí					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,07	27,29	-2,77	-10,16%
10	15	37,55	33,53	-4,01	-11,96%
10	20	43,10	39,20	-3,90	-9,94%
10	30	51,06	48,20	-2,86	-5,94%
10	45	58,99	55,77	-3,22	-5,78%
10	60	64,55	67,30	2,75	4,09%
10	120	77,77	76,85	-0,92	-1,19%
10	240	91,07	92,39	1,31	1,42%
10	360	99,12	113,96	14,84	13,02%
10	720	113,69	122,00	8,31	6,81%
10	1440	129,70	135,71	6,01	4,43%

CHEN relação / relação - Quaraí					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,76	48,26	2,50	5,17%
5	60	57,07	59,72	2,65	4,44%
10	60	64,55	67,30	2,75	4,09%
15	60	68,78	71,58	2,81	3,92%
20	60	71,74	74,58	2,85	3,81%
30	60	75,87	78,77	2,90	3,69%



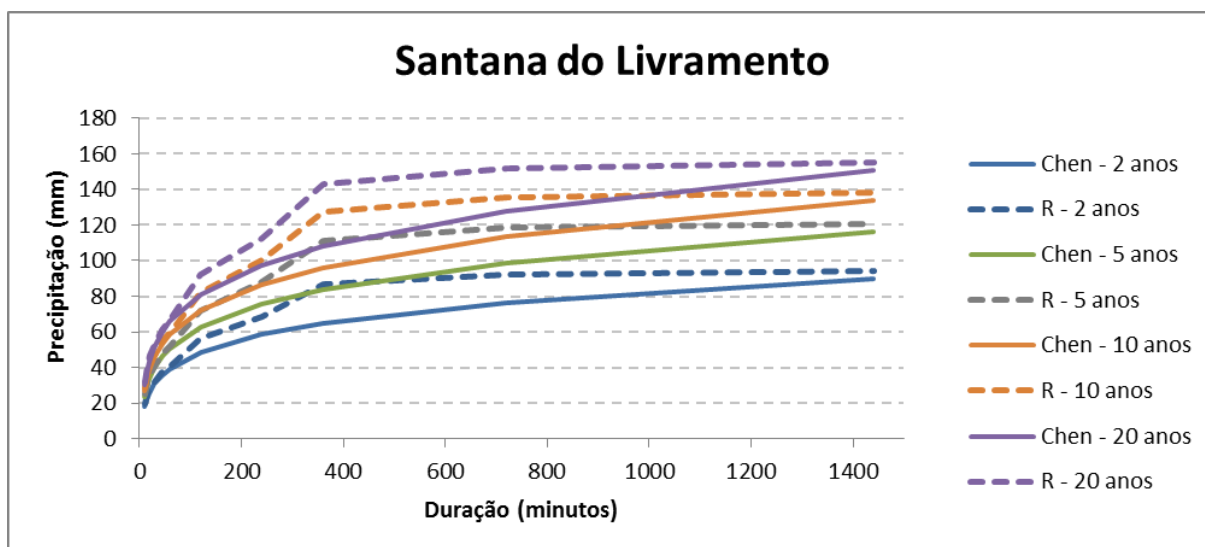
CHEN relação / relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,23	22,73	1,49	6,57%
10	15	26,32	30,06	3,74	12,44%
10	20	30,28	35,26	4,98	14,11%
10	30	36,39	41,18	4,79	11,63%
10	45	43,16	45,50	2,34	5,14%
10	60	48,43	48,78	0,35	0,71%
10	120	63,06	58,38	-4,68	-8,01%
10	240	81,12	71,63	-9,49	-13,24%
10	360	93,70	81,17	-12,53	-15,44%
10	720	119,52	92,03	-27,49	-29,87%
10	1440	152,14	152,62	0,48	0,31%

CHEN relação / relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	32,15	32,86	0,71	2,16%
5	60	41,95	42,44	0,49	1,16%
10	60	48,43	48,78	0,35	0,71%
15	60	52,09	52,36	0,27	0,51%
20	60	54,65	54,86	0,21	0,38%
30	60	58,23	58,36	0,13	0,22%



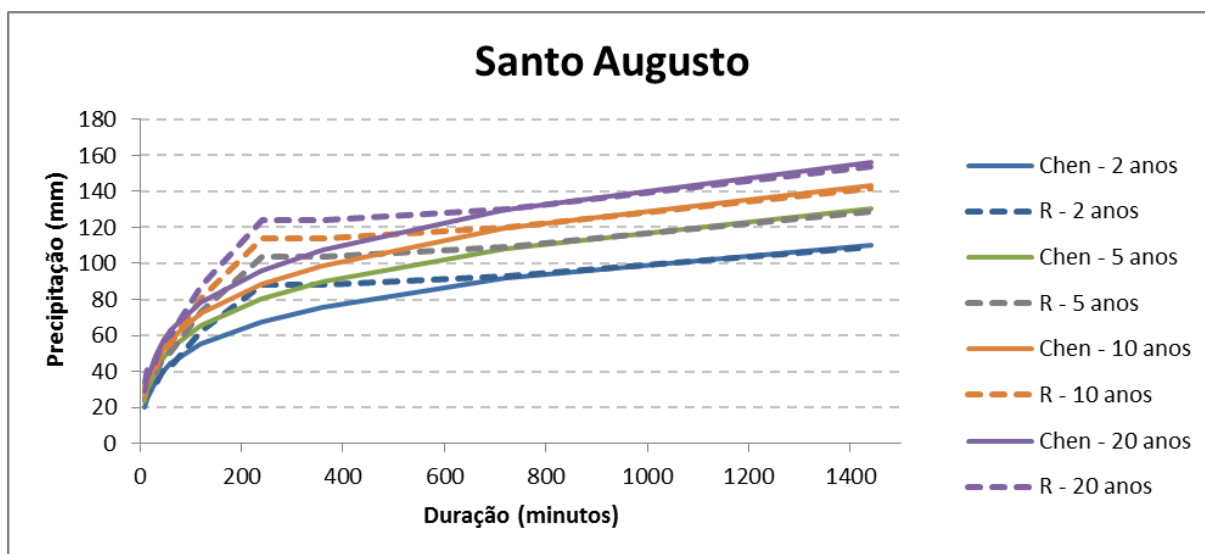
CHEN relação / relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,54	39,70	11,17	28,13%
10	15	35,50	33,72	-1,78	-5,29%
10	20	40,86	52,41	11,56	22,05%
10	30	48,96	47,78	-1,18	-2,47%
10	45	57,75	57,93	0,19	0,32%
10	60	64,43	62,87	-1,56	-2,49%
10	120	82,42	73,85	-8,57	-11,61%
10	240	103,78	86,73	-17,05	-19,66%
10	360	118,26	115,76	-2,50	-2,16%
10	720	147,25	119,47	-27,78	-23,25%
10	1440	182,83	174,96	-7,87	-4,50%

CHEN relação / relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,42	42,96	-0,46	-1,08%
5	60	56,06	54,93	-1,13	-2,05%
10	60	64,43	62,87	-1,56	-2,49%
15	60	69,16	67,34	-1,81	-2,69%
20	60	72,46	70,48	-1,99	-2,82%
30	60	77,08	74,86	-2,23	-2,97%



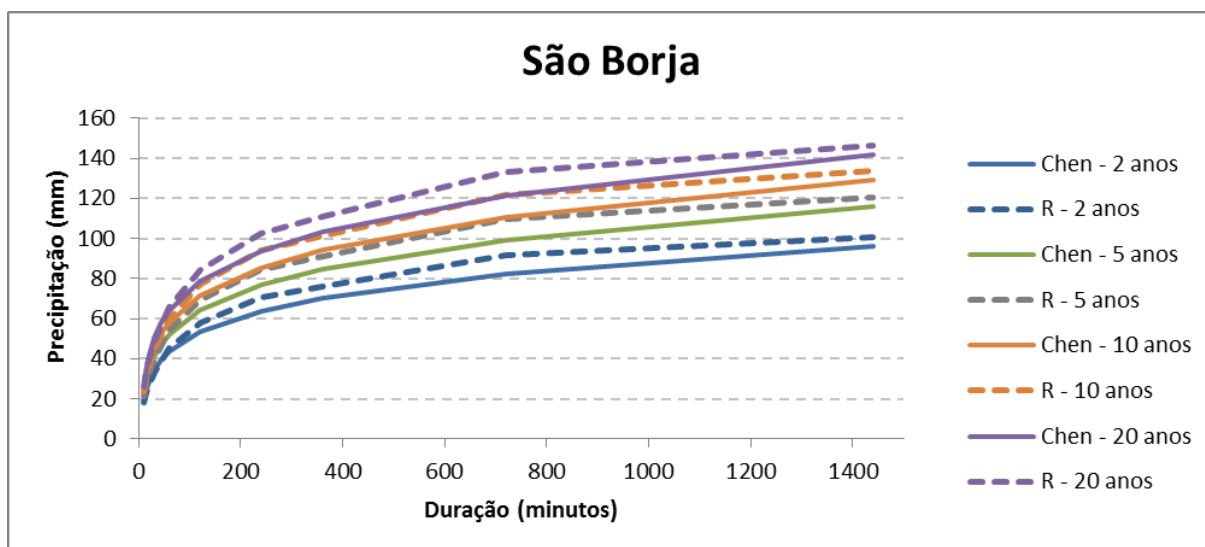
CHEN relação / relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,81	28,77	1,96	6,82%
10	15	33,41	36,46	3,05	8,36%
10	20	38,38	41,53	3,15	7,58%
10	30	45,64	46,94	1,30	2,77%
10	45	53,11	54,69	1,59	2,90%
10	60	58,52	59,70	1,18	1,98%
10	120	72,07	82,28	10,22	12,42%
10	240	86,71	100,56	13,85	13,77%
10	360	96,02	127,45	31,43	24,66%
10	720	113,62	135,44	21,82	16,11%
10	1440	133,85	138,11	4,26	3,08%

CHEN relação / relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,41	40,77	1,36	3,34%
5	60	50,91	52,16	1,25	2,40%
10	60	58,52	59,70	1,18	1,98%
15	60	62,81	63,96	1,14	1,79%
20	60	65,82	66,93	1,11	1,66%
30	60	70,02	71,10	1,08	1,51%



CHEN relação / relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,26	31,14	4,88	15,66%
10	15	32,68	38,59	5,91	15,32%
10	20	37,53	38,81	1,28	3,29%
10	30	44,72	41,17	-3,55	-8,63%
10	45	52,27	51,77	-0,50	-0,96%
10	60	57,85	55,64	-2,21	-3,97%
10	120	72,22	80,71	8,48	10,51%
10	240	88,39	113,91	25,52	22,40%
10	360	98,95	113,98	15,03	13,18%
10	720	119,38	119,77	0,39	0,32%
10	1440	143,50	141,52	-1,98	-1,40%

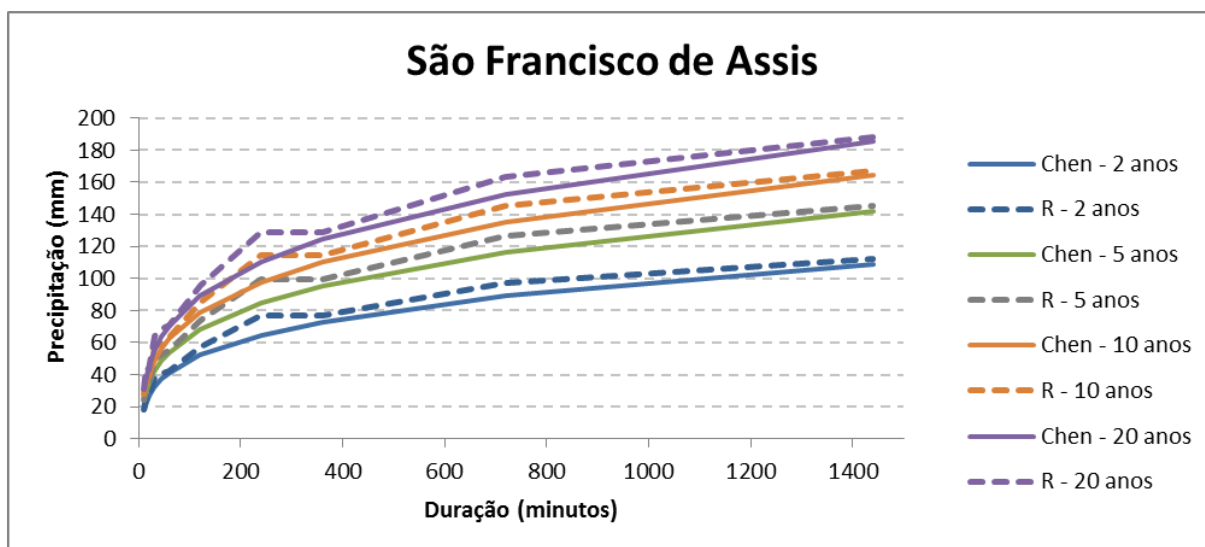
CHEN relação / relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	44,36	43,00	-1,36	-3,15%
5	60	52,47	50,60	-1,87	-3,69%
10	60	57,85	55,64	-2,21	-3,97%
15	60	60,88	58,47	-2,40	-4,11%
20	60	63,00	60,46	-2,54	-4,19%
30	60	65,96	63,24	-2,73	-4,31%



CHEN relação / relação - São Borja					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,85	23,86	-2,99	-12,55%
10	15	33,48	30,65	-2,83	-9,23%
10	20	38,45	35,63	-2,82	-7,91%
10	30	45,66	44,16	-1,50	-3,41%
10	45	53,03	52,37	-0,66	-1,27%
10	60	58,33	59,92	1,59	2,65%
10	120	71,42	76,89	5,46	7,11%
10	240	85,35	93,80	8,45	9,01%
10	360	94,10	101,09	6,99	6,92%
10	720	110,48	121,52	11,04	9,09%
10	1440	129,10	133,84	4,73	3,54%

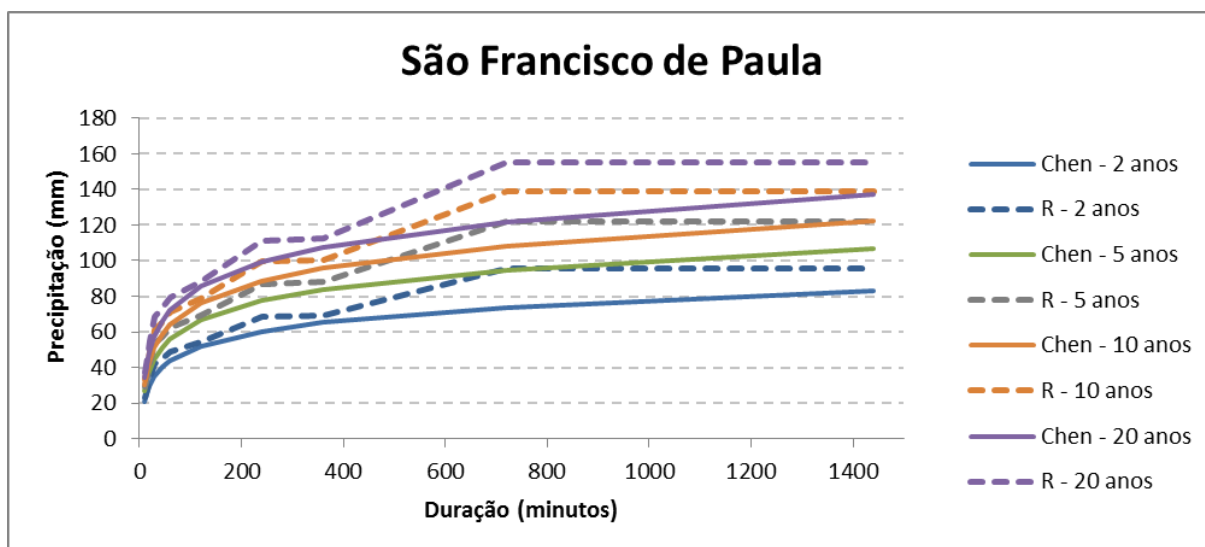
CHEN relação / relação - São Borja					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,49	45,09	1,60	3,55%
5	60	52,42	54,01	1,59	2,95%
10	60	58,33	59,92	1,59	2,65%
15	60	61,66	63,25	1,59	2,51%
20	60	64,00	65,59	1,59	2,42%
30	60	67,26	68,84	1,58	2,30%





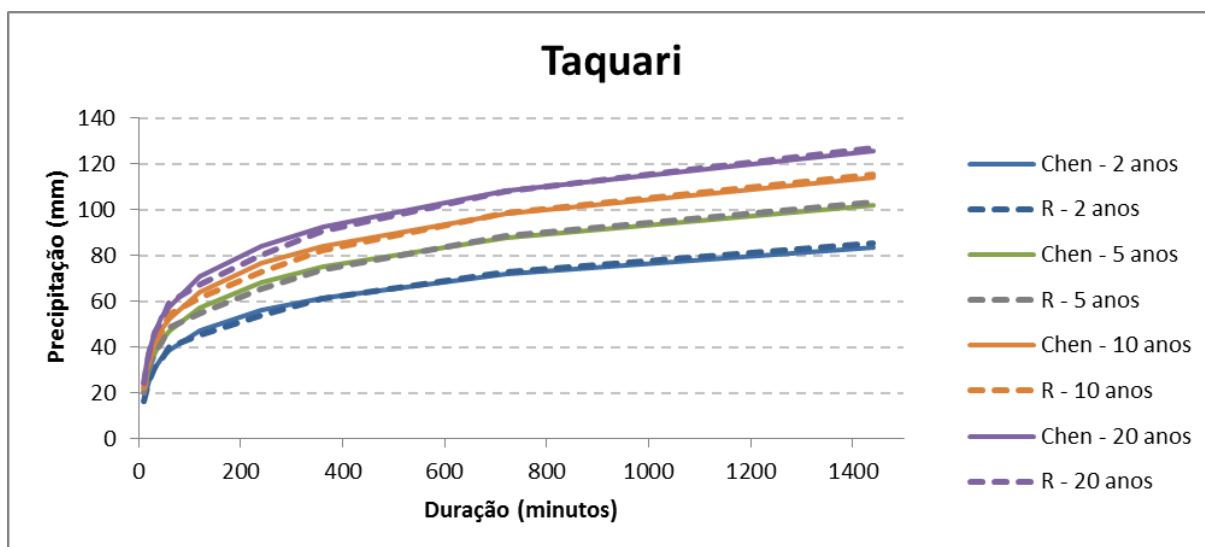
CHEN relação / relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,28	27,66	-0,62	-2,24%
10	15	35,15	39,51	4,35	11,02%
10	20	40,38	38,00	-2,38	-6,27%
10	30	48,19	57,03	8,84	15,51%
10	45	56,50	60,70	4,21	6,93%
10	60	62,71	63,26	0,55	0,87%
10	120	79,05	85,06	6,01	7,07%
10	240	97,86	114,43	16,57	14,48%
10	360	110,35	114,43	4,08	3,57%
10	720	134,88	145,22	10,34	7,12%
10	1440	164,32	167,03	2,71	1,62%

CHEN relação / relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41,51	42,50	0,99	2,32%
5	60	54,27	54,99	0,72	1,32%
10	60	62,71	63,26	0,55	0,87%
15	60	67,48	67,93	0,45	0,66%
20	60	70,82	71,20	0,38	0,54%
30	60	75,48	75,76	0,28	0,38%



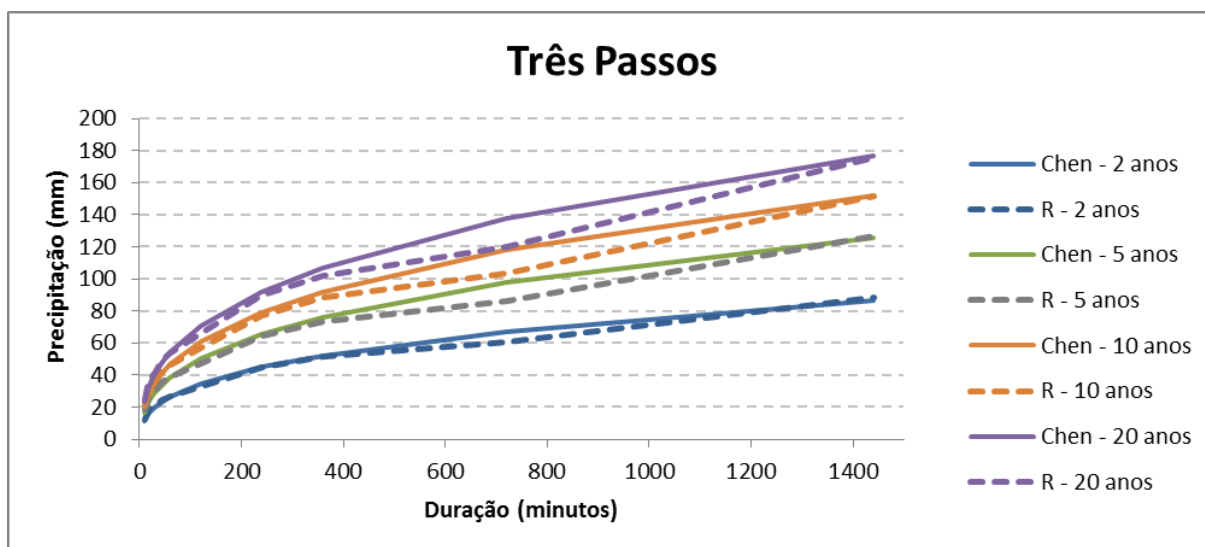
CHEN relação / relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,46	33,60	3,14	9,35%
10	15	37,94	40,47	2,53	6,25%
10	20	43,45	48,89	5,44	11,12%
10	30	51,26	61,33	10,07	16,42%
10	45	58,94	65,28	6,35	9,72%
10	60	64,24	71,01	6,77	9,54%
10	120	76,57	78,85	2,28	2,89%
10	240	88,61	99,34	10,73	10,80%
10	360	95,75	100,66	4,91	4,88%
10	720	108,44	138,93	30,49	21,95%
10	1440	122,12	138,93	16,81	12,10%

CHEN relação / relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,77	49,03	5,26	10,73%
5	60	56,09	62,26	6,17	9,92%
10	60	64,24	71,01	6,77	9,54%
15	60	68,84	75,95	7,11	9,37%
20	60	72,06	79,41	7,35	9,25%
30	60	76,56	84,24	7,68	9,12%



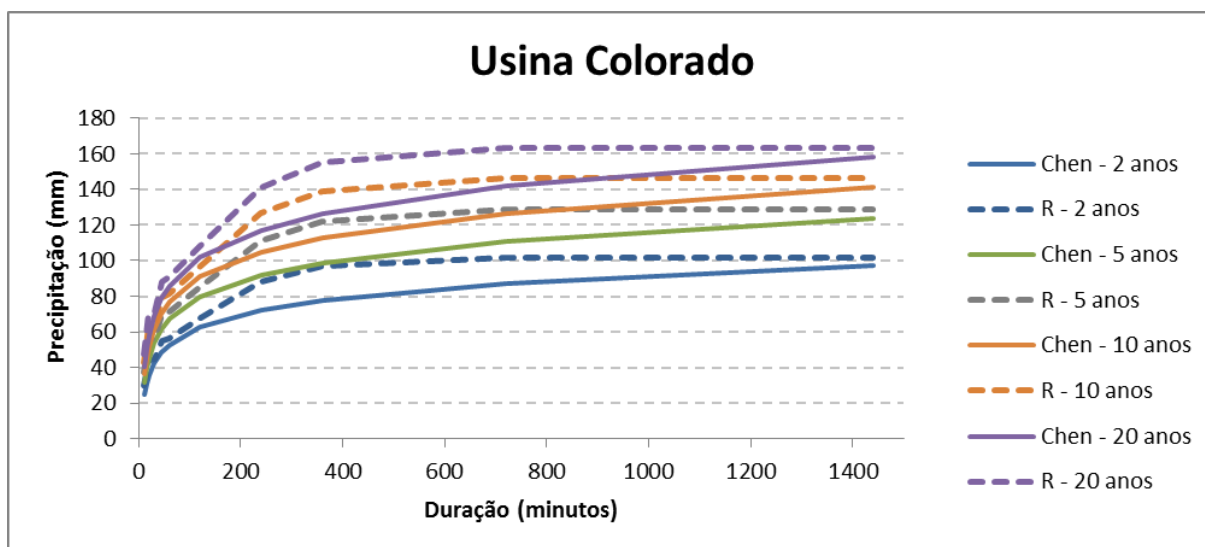
CHEN relação / relação - Taquari					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,23	22,17	-2,06	-9,30%
10	15	30,25	27,92	-2,33	-8,35%
10	20	34,75	33,84	-0,91	-2,68%
10	30	41,28	42,08	0,80	1,89%
10	45	47,91	47,04	-0,87	-1,84%
10	60	52,65	54,17	1,52	2,80%
10	120	64,27	61,47	-2,80	-4,55%
10	240	76,47	72,96	-3,51	-4,81%
10	360	84,08	82,32	-1,76	-2,14%
10	720	98,21	98,55	0,34	0,34%
10	1440	114,16	115,47	1,31	1,13%

CHEN relação / relação - Taquari					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,63	40,14	1,51	3,76%
5	60	47,07	48,58	1,51	3,11%
10	60	52,65	54,17	1,52	2,80%
15	60	55,80	57,32	1,52	2,65%
20	60	58,01	59,52	1,52	2,55%
30	60	61,09	62,61	1,52	2,43%



CHEN relação / relação - Três Passos					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	20,12	21,85	1,72	7,88%
10	15	24,94	27,98	3,03	10,84%
10	20	28,72	32,46	3,74	11,52%
10	30	34,58	35,46	0,88	2,49%
10	45	41,14	42,49	1,34	3,16%
10	60	46,30	46,14	-0,16	-0,35%
10	120	60,75	56,54	-4,22	-7,46%
10	240	78,87	77,45	-1,42	-1,83%
10	360	91,62	88,13	-3,49	-3,96%
10	720	118,04	103,67	-14,37	-13,87%
10	1440	151,79	151,68	-0,11	-0,08%

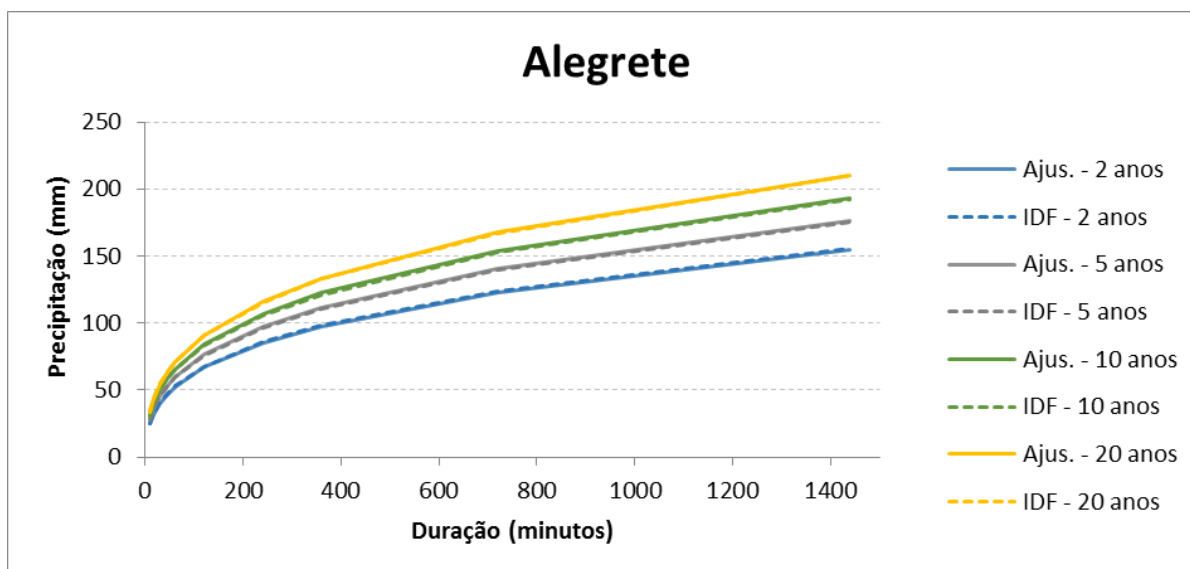
CHEN relação / relação - Três Passos					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	26,34	26,88	0,54	1,99%
5	60	38,35	38,47	0,12	0,31%
10	60	46,30	46,14	-0,16	-0,35%
15	60	50,78	50,46	-0,32	-0,63%
20	60	53,92	53,49	-0,43	-0,80%
30	60	58,31	57,72	-0,58	-1,01%



CHEN relação / relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	36,23	42,78	6,55	15,31%
10	15	45,25	52,08	6,83	13,11%
10	20	51,90	63,08	11,18	17,72%
10	30	61,30	64,05	2,74	4,28%
10	45	70,47	79,24	8,77	11,07%
10	60	76,75	81,26	4,51	5,55%
10	120	91,10	97,10	6,01	6,19%
10	240	104,76	126,44	21,67	17,14%
10	360	112,71	138,94	26,23	18,88%
10	720	126,63	146,14	19,51	13,35%
10	1440	141,39	146,14	4,74	3,25%

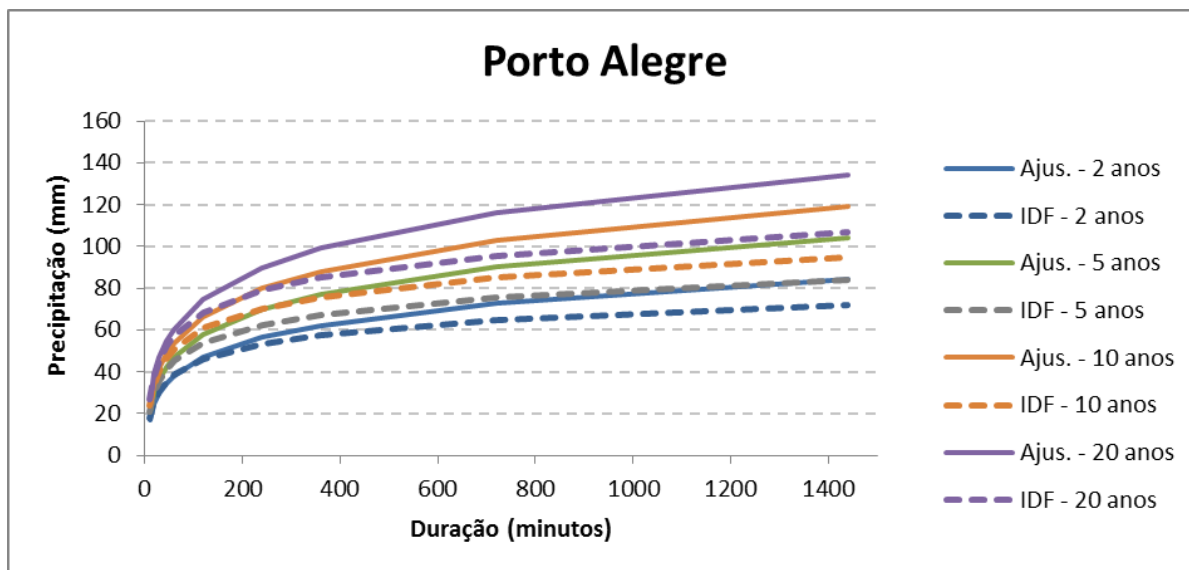
CHEN relação / relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Chen (mm)	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	52,80	56,63	3,82	6,75%
5	60	67,21	71,45	4,24	5,93%
10	60	76,75	81,26	4,51	5,55%
15	60	82,13	86,79	4,67	5,38%
20	60	85,90	90,67	4,77	5,26%
30	60	91,16	96,09	4,93	5,13%

**Apêndice G- Comparação da equação ajustada com os resultados obtidos pelas IDF's e pelas relações entre durações**



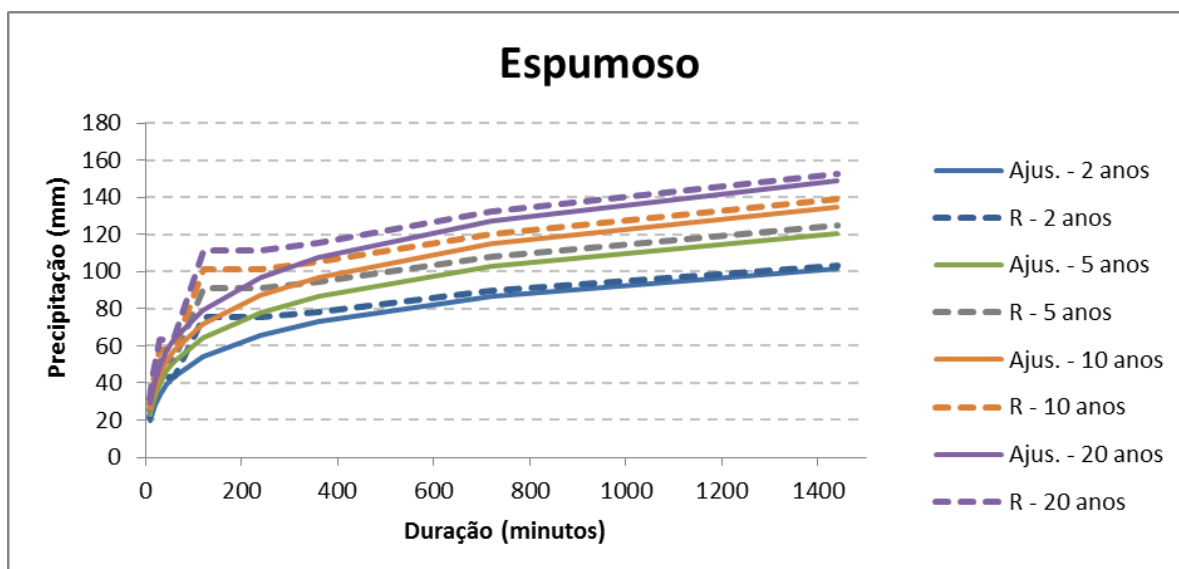
Ajustada /IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,40	30,56	-0,83	-2,72%
10	15	37,52	37,12	-0,40	-1,07%
10	20	42,33	42,16	-0,17	-0,40%
10	30	49,85	49,87	0,02	0,04%
10	45	58,34	58,38	0,04	0,07%
10	60	65,02	64,98	-0,04	-0,06%
10	120	83,67	83,23	-0,44	-0,52%
10	240	106,59	105,63	-0,96	-0,91%
10	360	122,36	121,14	-1,22	-1,01%
10	720	154,16	152,77	-1,39	-0,91%
10	1440	193,24	192,34	-0,90	-0,47%

Ajustada /IDF - Alegrete					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	51,92	52,72	0,79	1,50%
5	60	59,38	59,38	0,00	0,01%
10	60	65,02	64,98	-0,04	-0,06%
15	60	68,32	68,50	0,18	0,26%
20	60	70,66	71,11	0,45	0,63%
30	60	73,96	74,96	1,00	1,33%



Ajustada /IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,06	23,54	-0,52	-2,22%
10	15	30,31	29,58	-0,73	-2,46%
10	20	34,88	34,07	-0,81	-2,39%
10	30	41,54	40,46	-1,08	-2,67%
10	45	48,44	46,71	-1,73	-3,70%
10	60	53,49	51,00	-2,49	-4,88%
10	120	66,21	60,80	-5,41	-8,90%
10	240	79,76	70,10	-9,66	-13,78%
10	360	88,08	75,48	-12,60	-16,70%
10	720	103,04	84,88	-18,16	-21,40%
10	1440	118,97	94,82	-24,15	-25,47%

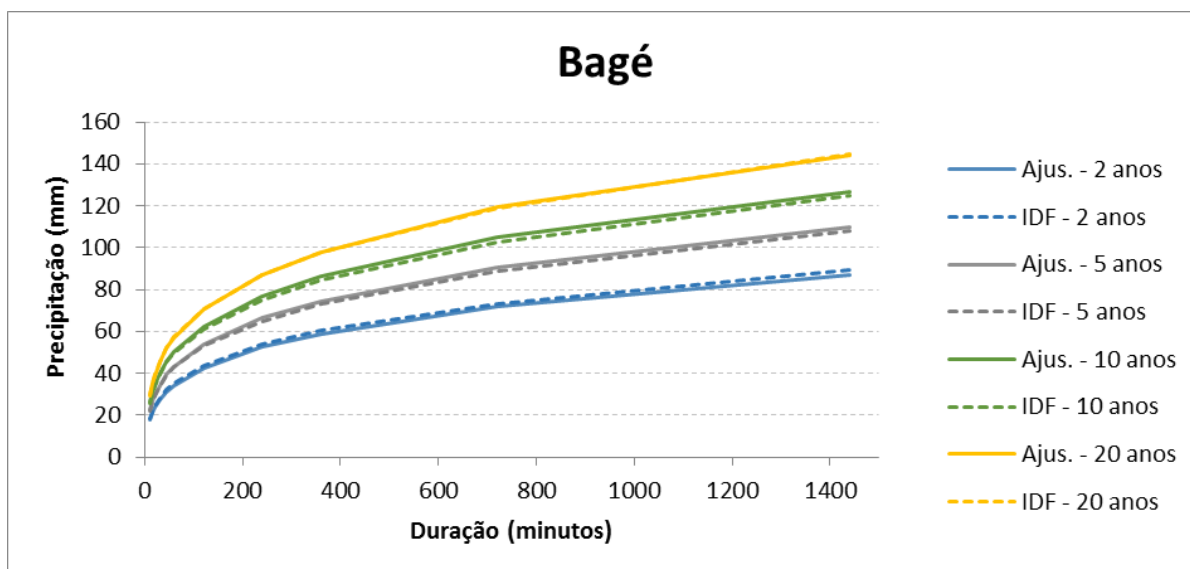
Ajustada /IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,80	38,73	0,93	2,40%
5	60	46,73	45,30	-1,43	-3,16%
10	60	53,49	51,00	-2,49	-4,88%
15	60	57,44	54,66	-2,78	-5,08%
20	60	60,24	57,42	-2,83	-4,92%
30	60	64,20	61,54	-2,66	-4,32%



Ajustada /Relação - Espumoso					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,11	28,56	2,46	8,60%
10	15	32,60	38,72	6,12	15,80%
10	20	37,42	44,44	7,02	15,79%
10	30	44,52	57,69	13,17	22,83%
10	45	51,99	57,69	5,69	9,87%
10	60	57,54	59,21	1,68	2,83%
10	120	71,76	101,46	29,70	29,27%
10	240	87,30	101,46	14,16	13,96%
10	360	97,04	105,27	8,22	7,81%
10	720	114,92	120,37	5,45	4,53%
10	1440	134,45	138,86	4,42	3,18%

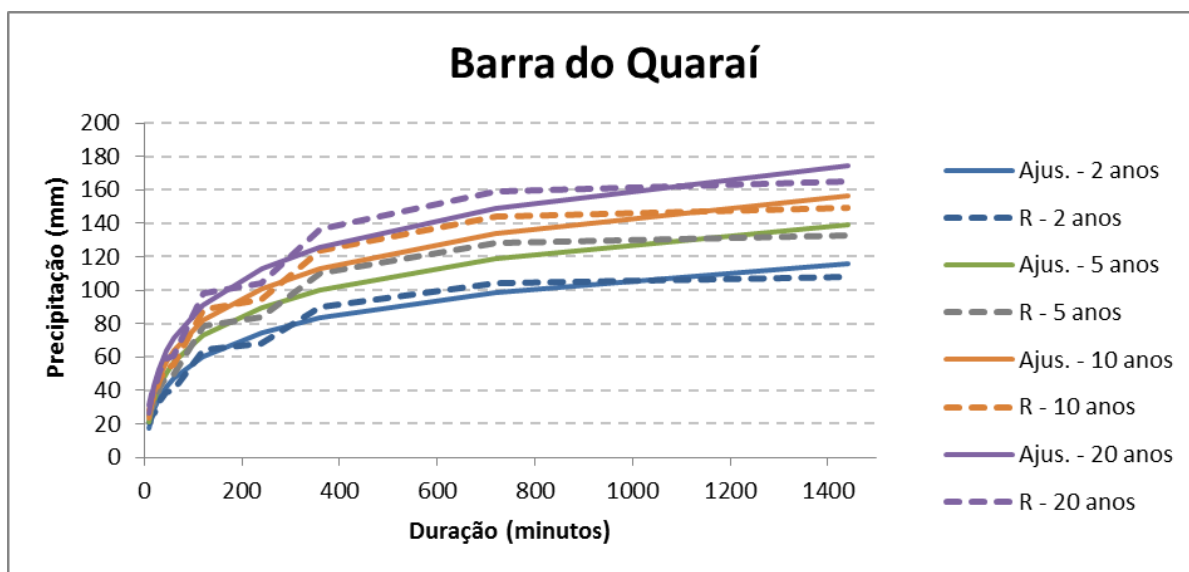
Ajustada /Relação - Espumoso					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,40	43,96	0,56	1,26%
5	60	51,45	53,14	1,69	3,17%
10	60	57,54	59,21	1,68	2,83%
15	60	61,10	62,64	1,55	2,47%
20	60	63,62	65,04	1,42	2,18%
30	60	67,18	68,39	1,21	1,77%





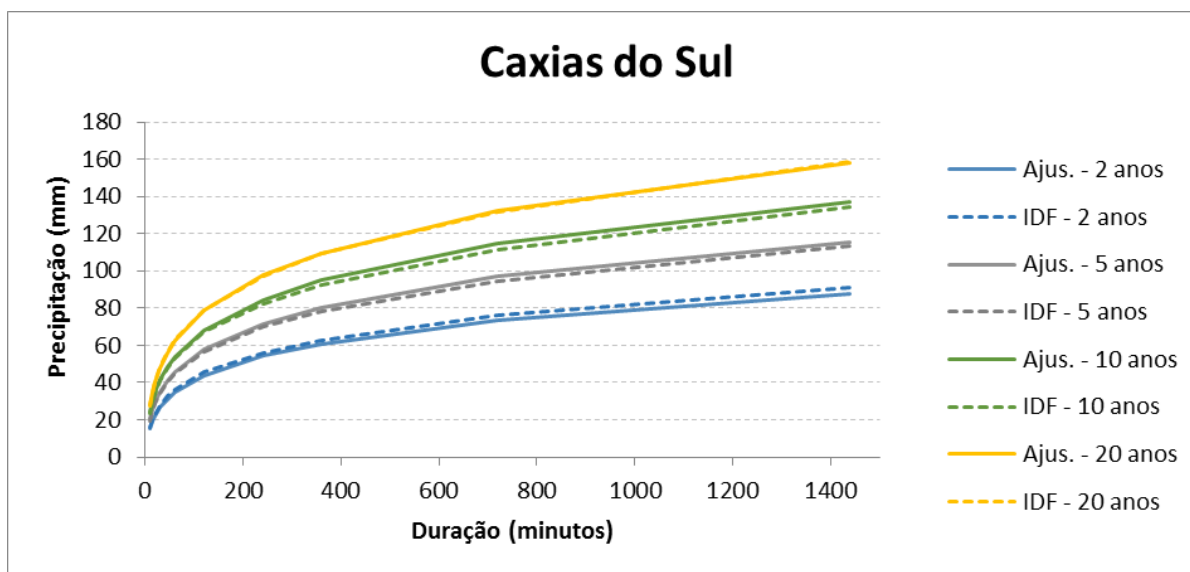
Ajustada /IDF - Bagé					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,42	25,44	-0,97	-3,83%
10	15	30,93	30,31	-0,62	-2,05%
10	20	34,40	33,94	-0,46	-1,36%
10	30	39,72	39,35	-0,37	-0,93%
10	45	45,57	45,15	-0,43	-0,94%
10	60	50,08	49,54	-0,54	-1,10%
10	120	62,29	61,28	-1,00	-1,64%
10	240	76,67	75,13	-1,55	-2,06%
10	360	86,25	84,43	-1,82	-2,16%
10	720	104,91	102,84	-2,06	-2,01%
10	1440	126,89	125,07	-1,82	-1,45%

Ajustada /IDF - Bagé					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	34,19	35,33	1,14	3,22%
5	60	43,24	42,83	-0,41	-0,96%
10	60	50,08	49,54	-0,54	-1,10%
15	60	54,08	53,94	-0,14	-0,27%
20	60	56,92	57,30	0,38	0,66%
30	60	60,92	62,39	1,47	2,35%



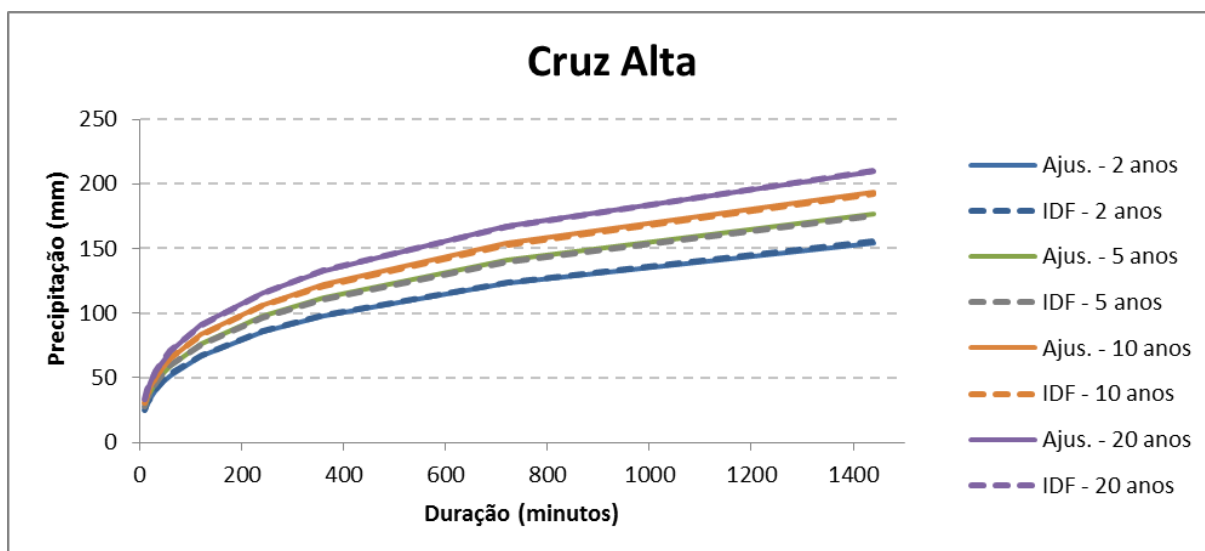
Ajustada /Relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23,44	28,46	5,02	17,64%
10	15	32,05	34,42	2,37	6,89%
10	20	38,37	37,14	-1,23	-3,32%
10	30	47,59	46,56	-1,03	-2,21%
10	45	57,17	53,32	-3,86	-7,24%
10	60	64,21	55,08	-9,13	-16,58%
10	120	82,01	88,58	6,58	7,43%
10	240	101,05	94,05	-7,01	-7,45%
10	360	112,81	123,74	10,94	8,84%
10	720	134,02	143,97	9,95	6,91%
10	1440	156,72	149,14	-7,58	-5,08%

Ajustada /Relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47,33	39,90	-7,43	-18,62%
5	60	56,94	49,03	-7,91	-16,12%
10	60	64,21	55,08	-9,13	-16,58%
15	60	68,46	58,49	-9,97	-17,05%
20	60	71,48	60,88	-10,60	-17,41%
30	60	75,74	64,22	-11,52	-17,93%



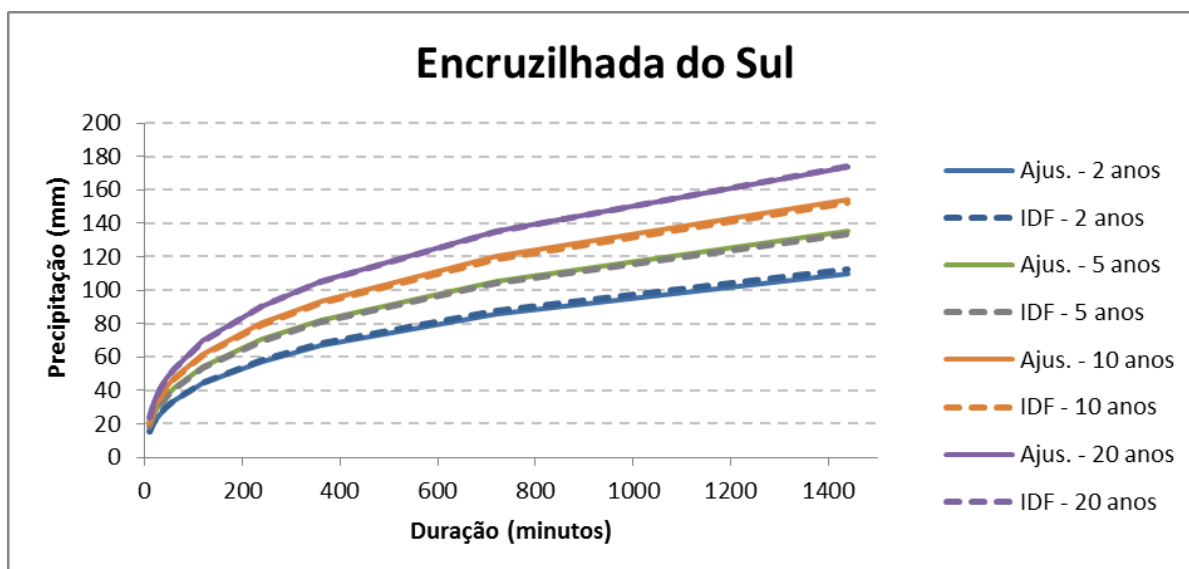
Ajustada /IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,11	23,17	-0,94	-4,08%
10	15	30,09	29,20	-0,89	-3,03%
10	20	34,59	33,82	-0,77	-2,27%
10	30	41,33	40,70	-0,63	-1,55%
10	45	48,57	47,95	-0,62	-1,30%
10	60	54,02	53,30	-0,72	-1,36%
10	120	68,36	67,04	-1,32	-1,96%
10	240	84,54	82,38	-2,15	-2,62%
10	360	94,96	92,35	-2,60	-2,82%
10	720	114,57	111,58	-2,98	-2,67%
10	1440	136,71	134,22	-2,49	-1,85%

Ajustada /IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	34,63	36,22	1,59	4,39%
5	60	45,67	45,13	-0,54	-1,20%
10	60	54,02	53,30	-0,72	-1,36%
15	60	58,91	58,75	-0,16	-0,28%
20	60	62,38	62,95	0,57	0,91%
30	60	67,26	69,38	2,12	3,05%



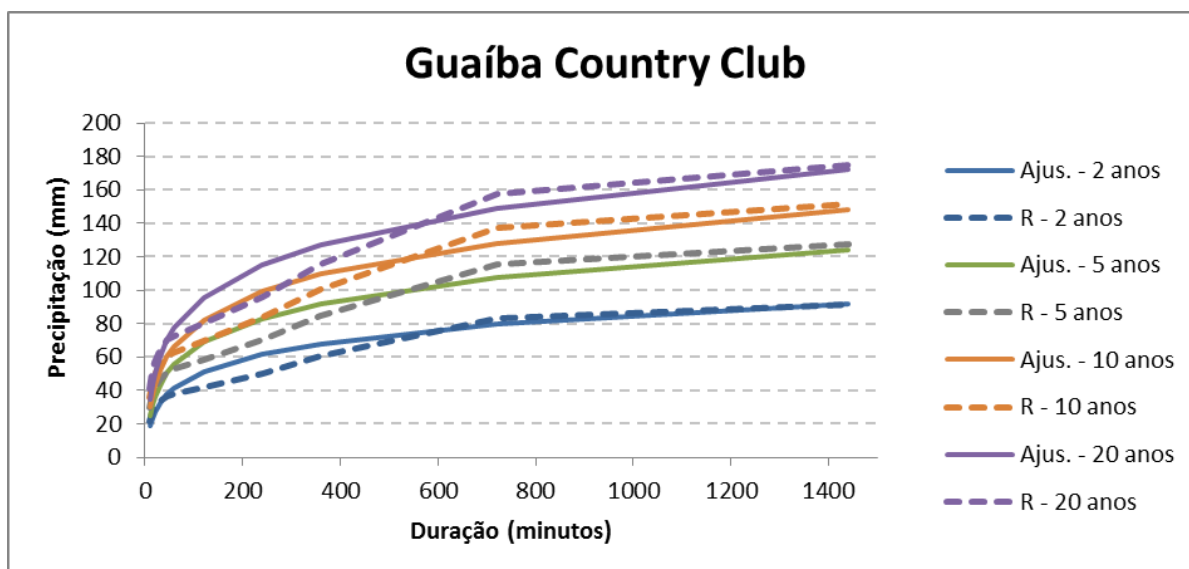
Ajustada /IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,43	30,90	-0,53	-1,73%
10	15	40,26	39,34	-0,92	-2,33%
10	20	46,66	45,79	-0,87	-1,90%
10	30	55,89	55,25	-0,64	-1,15%
10	45	65,37	64,91	-0,45	-0,69%
10	60	72,24	71,80	-0,44	-0,62%
10	120	89,34	88,42	-0,92	-1,04%
10	240	107,23	105,42	-1,81	-1,72%
10	360	118,07	115,80	-2,27	-1,96%
10	720	137,27	134,76	-2,52	-1,87%
10	1440	157,36	155,82	-1,54	-0,99%

Ajustada /IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	51,37	52,88	1,51	2,86%
5	60	63,25	62,94	-0,31	-0,50%
10	60	72,24	71,80	-0,44	-0,62%
15	60	77,50	77,55	0,05	0,06%
20	60	81,23	81,91	0,68	0,83%
30	60	86,49	88,46	1,98	2,24%



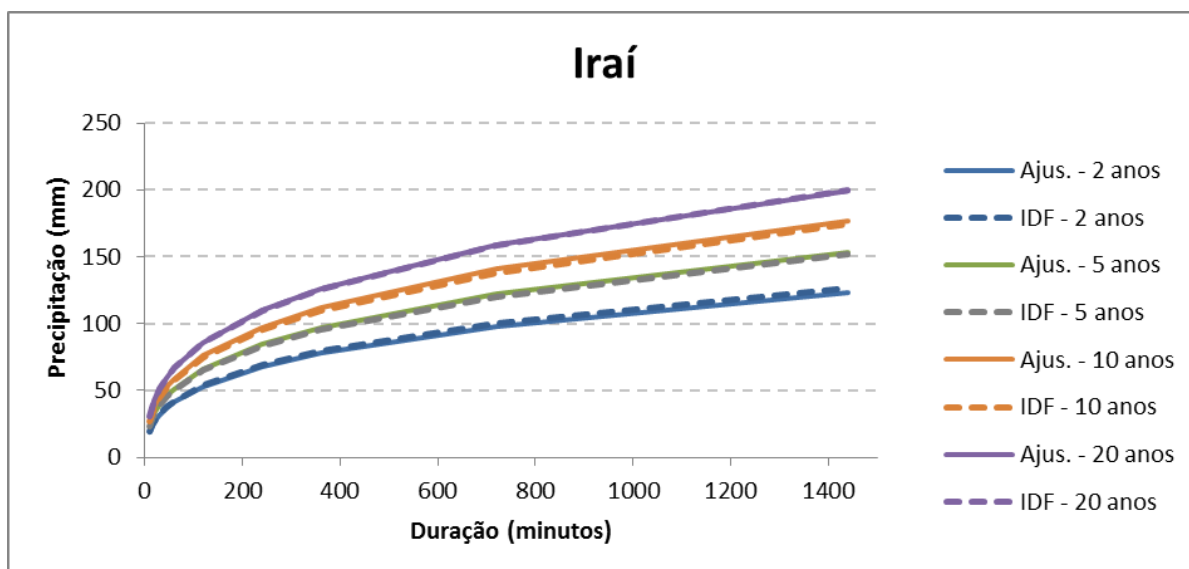
Ajustada /IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,56	20,84	-0,72	-3,46%
10	15	26,10	25,62	-0,48	-1,87%
10	20	29,70	29,35	-0,35	-1,21%
10	30	35,41	35,14	-0,27	-0,76%
10	45	41,95	41,65	-0,30	-0,71%
10	60	47,15	46,76	-0,38	-0,82%
10	120	61,93	61,16	-0,77	-1,25%
10	240	80,54	79,26	-1,28	-1,62%
10	360	93,59	92,01	-1,58	-1,72%
10	720	120,42	118,48	-1,95	-1,64%
10	1440	154,21	152,30	-1,91	-1,25%

Ajustada /IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	33,53	34,44	0,92	2,66%
5	60	41,28	40,99	-0,29	-0,70%
10	60	47,15	46,76	-0,38	-0,82%
15	60	50,58	50,51	-0,07	-0,14%
20	60	53,01	53,35	0,33	0,63%
30	60	56,44	57,62	1,18	2,04%



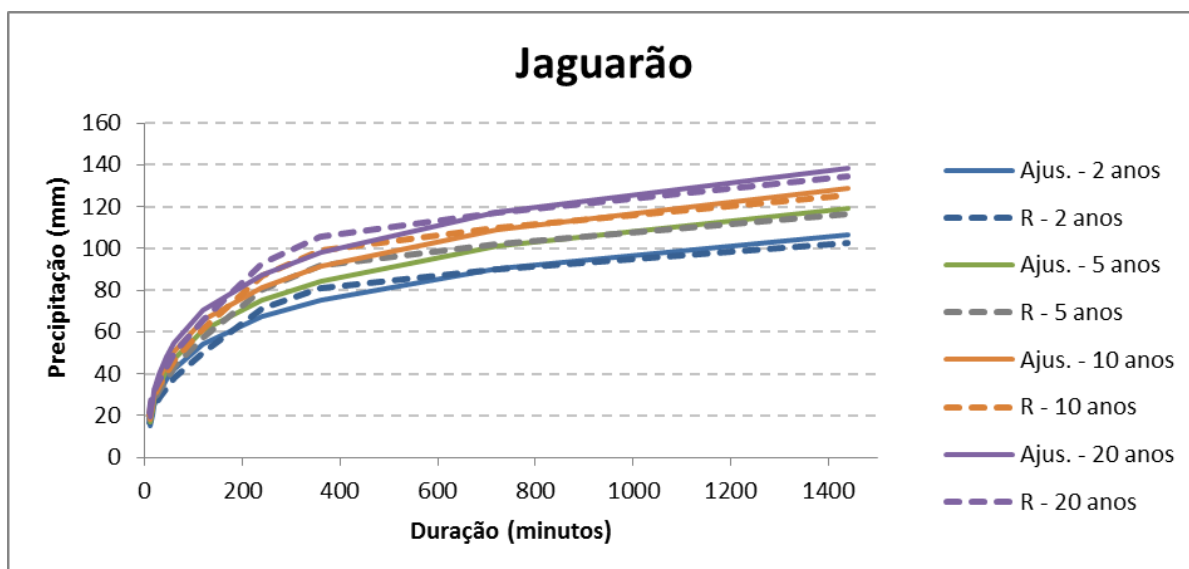
Ajustada /Relação - Guaiba Country Club					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29,92	35,58	5,66	15,90%
10	15	37,69	43,86	6,16	14,05%
10	20	43,38	49,02	5,64	11,51%
10	30	51,65	54,89	3,24	5,90%
10	45	60,23	60,73	0,50	0,82%
10	60	66,51	62,85	-3,66	-5,83%
10	120	82,34	69,43	-12,91	-18,59%
10	240	99,18	83,47	-15,71	-18,82%
10	360	109,53	100,46	-9,07	-9,03%
10	720	128,14	137,10	8,96	6,54%
10	1440	147,94	151,68	3,74	2,46%

Ajustada /Relação - Guaiba Country Club					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41,28	37,92	-3,36	-8,85%
5	60	55,65	52,92	-2,72	-5,15%
10	60	66,51	62,85	-3,66	-5,83%
15	60	72,87	68,45	-4,42	-6,45%
20	60	77,38	72,38	-5,00	-6,91%
30	60	83,74	77,86	-5,88	-7,55%



Ajustada /IDF - Iraí					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,49	26,48	-1,01	-3,82%
10	15	33,20	32,53	-0,67	-2,07%
10	20	37,69	37,20	-0,49	-1,33%
10	30	44,69	44,33	-0,36	-0,82%
10	45	52,57	52,17	-0,39	-0,75%
10	60	58,75	58,24	-0,51	-0,88%
10	120	75,98	74,93	-1,04	-1,39%
10	240	97,07	95,32	-1,75	-1,83%
10	360	111,55	109,41	-2,14	-1,95%
10	720	140,64	138,09	-2,55	-1,85%
10	1440	176,28	173,94	-2,34	-1,35%

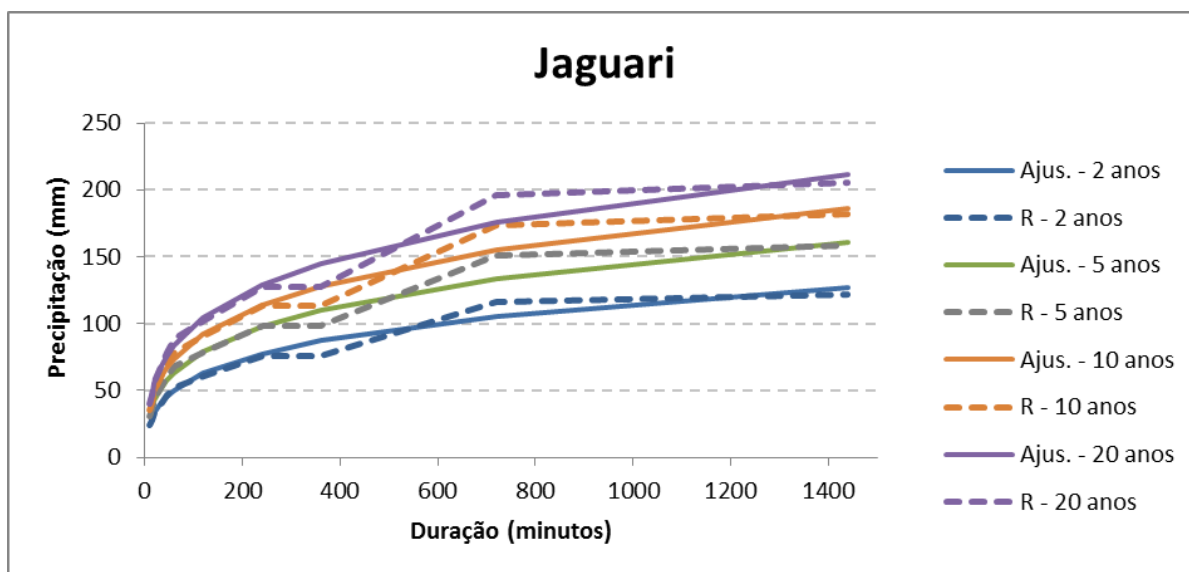
Ajustada /IDF - Iraí					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	40,94	42,21	1,27	3,00%
5	60	51,08	50,70	-0,38	-0,75%
10	60	58,75	58,24	-0,51	-0,88%
15	60	63,24	63,16	-0,08	-0,12%
20	60	66,42	66,90	0,48	0,72%
30	60	70,91	72,55	1,65	2,27%



Ajustada /Relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	17,88	19,90	2,02	10,17%
10	15	24,73	28,97	4,24	14,62%
10	20	29,79	29,95	0,16	0,55%
10	30	37,22	34,76	-2,46	-7,07%
10	45	45,00	40,77	-4,22	-10,35%
10	60	50,74	46,87	-3,87	-8,25%
10	120	65,39	61,65	-3,74	-6,07%
10	240	81,27	86,76	5,49	6,33%
10	360	91,16	98,87	7,71	7,80%
10	720	109,18	109,65	0,47	0,43%
10	1440	128,71	125,51	-3,19	-2,54%

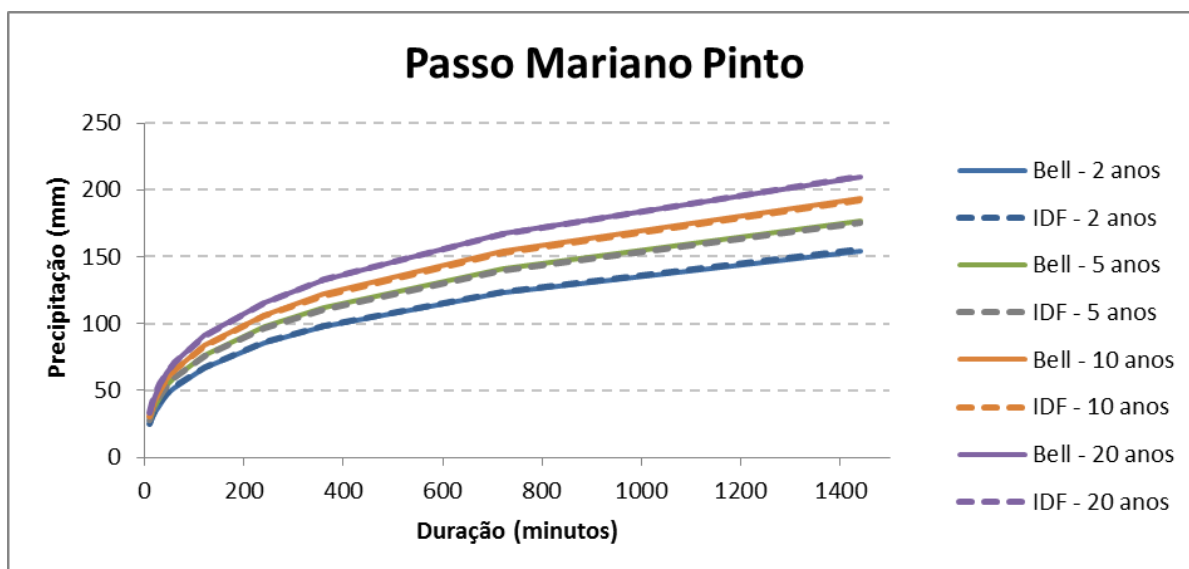
Ajustada /Relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,02	38,41	-3,61	-9,39%
5	60	46,99	43,50	-3,48	-8,01%
10	60	50,74	46,87	-3,87	-8,25%
15	60	52,94	48,78	-4,16	-8,53%
20	60	54,50	50,11	-4,39	-8,75%
30	60	56,69	51,97	-4,73	-9,09%





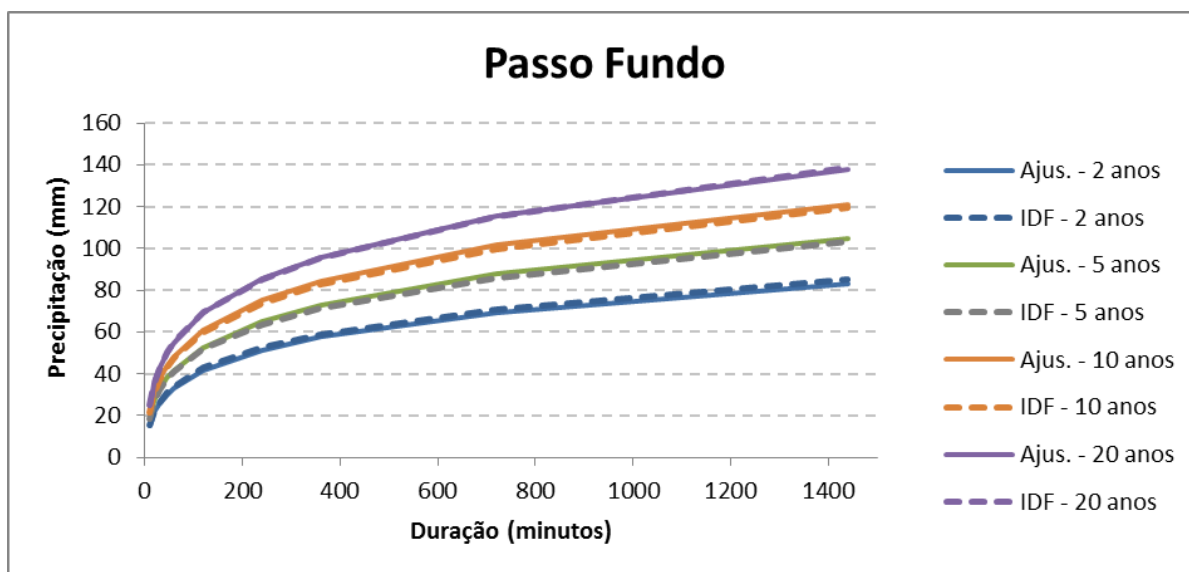
Ajustada /Relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	36,07	35,36	-0,71	-2,02%
10	15	43,30	41,30	-2,00	-4,84%
10	20	48,81	50,08	1,27	2,53%
10	30	57,18	57,74	0,57	0,98%
10	45	66,29	69,78	3,49	5,00%
10	60	73,25	78,60	5,35	6,80%
10	120	91,87	90,89	-0,98	-1,08%
10	240	113,43	113,09	-0,33	-0,30%
10	360	127,59	113,09	-14,49	-12,82%
10	720	154,80	173,84	19,04	10,95%
10	1440	186,31	182,26	-4,05	-2,22%

Ajustada /Relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	49,95	52,42	2,47	4,71%
5	60	63,22	68,17	4,95	7,27%
10	60	73,25	78,60	5,35	6,80%
15	60	79,12	84,48	5,36	6,34%
20	60	83,28	88,60	5,31	6,00%
30	60	89,15	94,35	5,20	5,51%



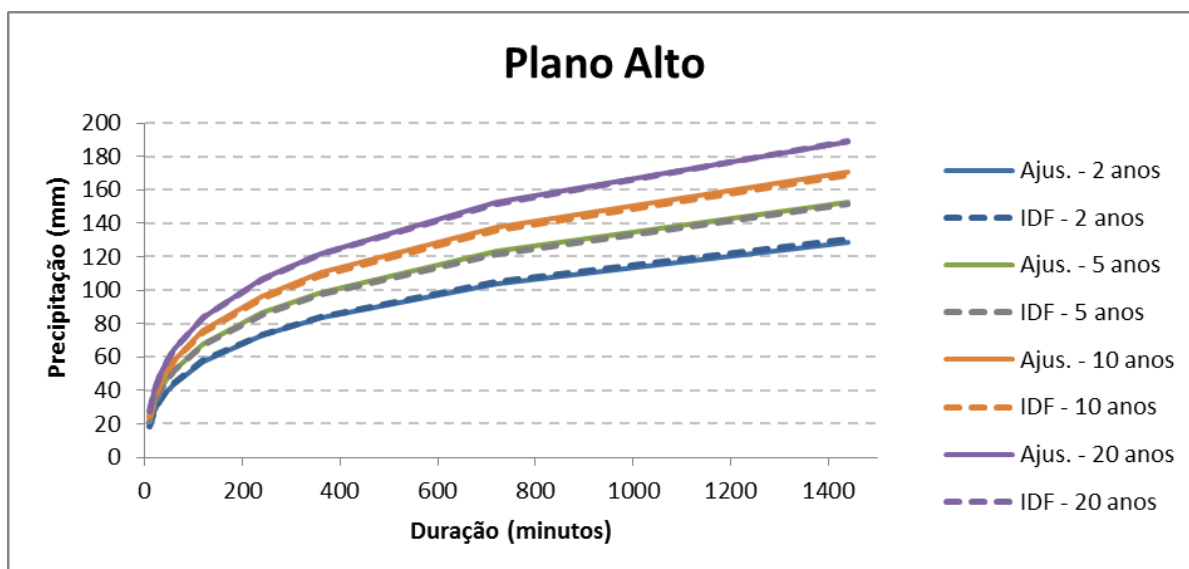
Ajustada /IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,40	30,56	-0,83	-2,72%
10	15	37,52	37,12	-0,40	-1,07%
10	20	42,33	42,16	-0,17	-0,40%
10	30	49,85	49,87	0,02	0,04%
10	45	58,34	58,38	0,04	0,07%
10	60	65,02	64,98	-0,04	-0,06%
10	120	83,67	83,23	-0,44	-0,52%
10	240	106,59	105,63	-0,96	-0,91%
10	360	122,36	121,14	-1,22	-1,01%
10	720	154,16	152,77	-1,39	-0,91%
10	1440	193,24	192,34	-0,90	-0,47%

Ajustada /IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	51,92	52,72	0,79	1,50%
5	60	59,38	59,38	0,00	0,01%
10	60	65,02	64,98	-0,04	-0,06%
15	60	68,32	68,50	0,18	0,26%
20	60	70,66	71,11	0,45	0,63%
30	60	73,96	74,96	1,00	1,33%



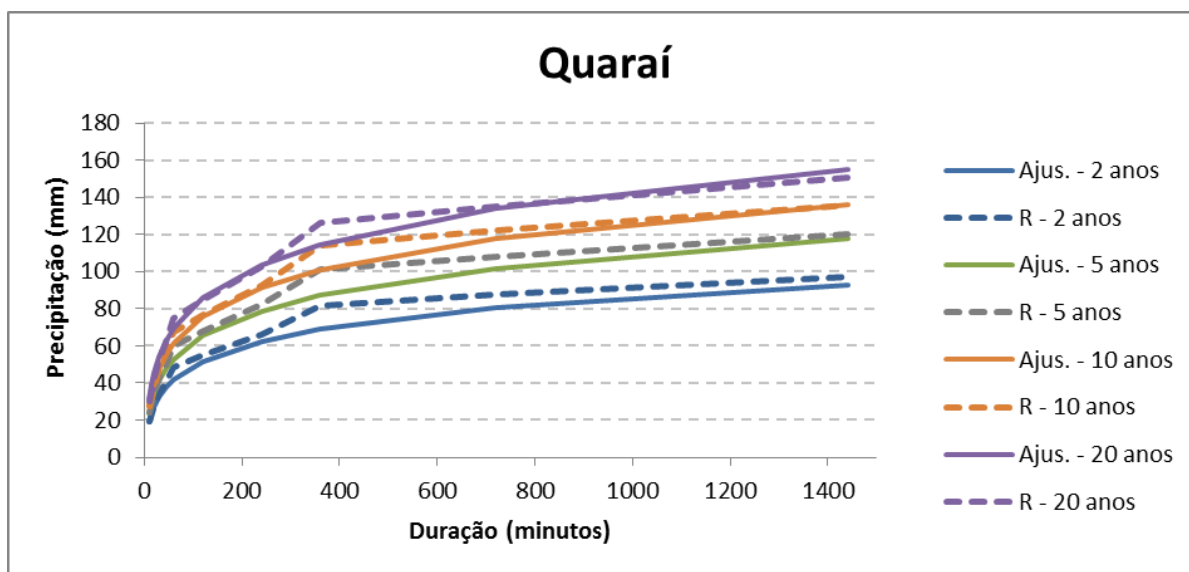
Ajustada /IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22,26	21,44	-0,82	-3,81%
10	15	27,46	26,81	-0,66	-2,45%
10	20	31,39	30,88	-0,50	-1,64%
10	30	37,27	36,93	-0,35	-0,94%
10	45	43,60	43,28	-0,32	-0,74%
10	60	48,37	47,97	-0,40	-0,84%
10	120	60,94	60,05	-0,89	-1,49%
10	240	75,16	73,60	-1,57	-2,13%
10	360	84,33	82,43	-1,91	-2,31%
10	720	101,63	99,50	-2,14	-2,15%
10	1440	121,21	119,62	-1,59	-1,33%

Ajustada /IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	33,03	34,21	1,18	3,46%
5	60	41,77	41,47	-0,29	-0,71%
10	60	48,37	47,97	-0,40	-0,84%
15	60	52,24	52,23	-0,01	-0,01%
20	60	54,98	55,49	0,50	0,91%
30	60	58,85	60,42	1,57	2,60%



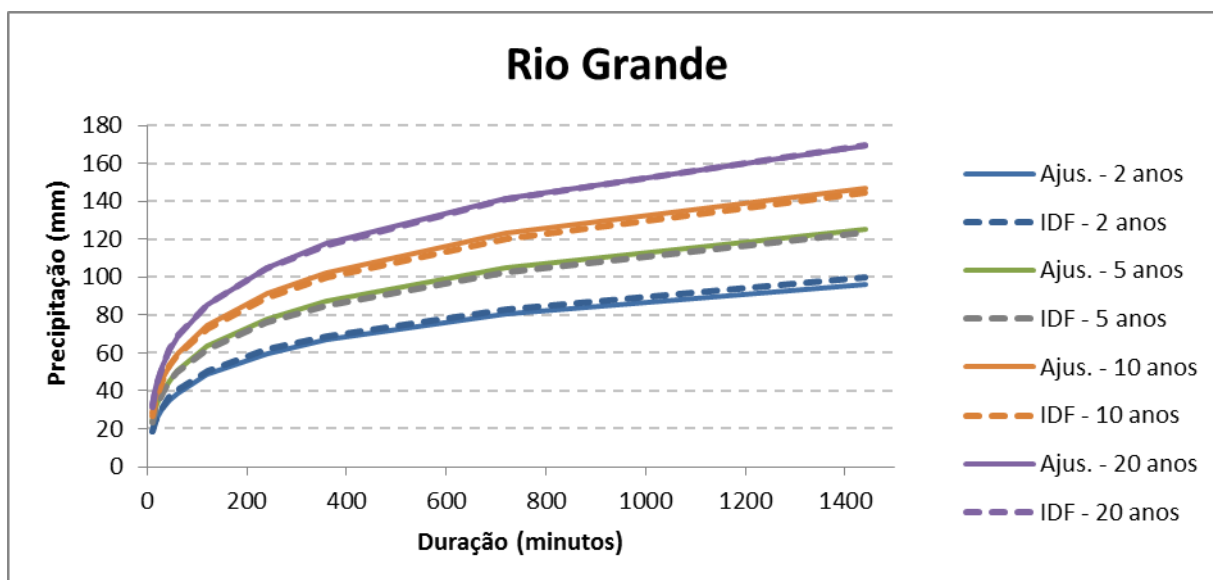
Ajustada /IDF - Plano Alto					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,99	24,25	-0,74	-3,04%
10	15	31,26	30,72	-0,55	-1,78%
10	20	36,12	35,76	-0,36	-1,01%
10	30	43,59	43,45	-0,14	-0,33%
10	45	51,86	51,80	-0,06	-0,11%
10	60	58,26	58,16	-0,10	-0,17%
10	120	75,72	75,18	-0,54	-0,71%
10	240	96,49	95,26	-1,23	-1,29%
10	360	110,43	108,83	-1,60	-1,47%
10	720	137,81	135,94	-1,86	-1,37%
10	1440	170,38	169,17	-1,22	-0,72%

Ajustada /IDF - Plano Alto					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,95	44,95	1,01	2,24%
5	60	52,10	52,05	-0,04	-0,08%
10	60	58,26	58,16	-0,10	-0,17%
15	60	61,86	62,06	0,19	0,31%
20	60	64,42	64,98	0,56	0,86%
30	60	68,03	69,33	1,31	1,89%



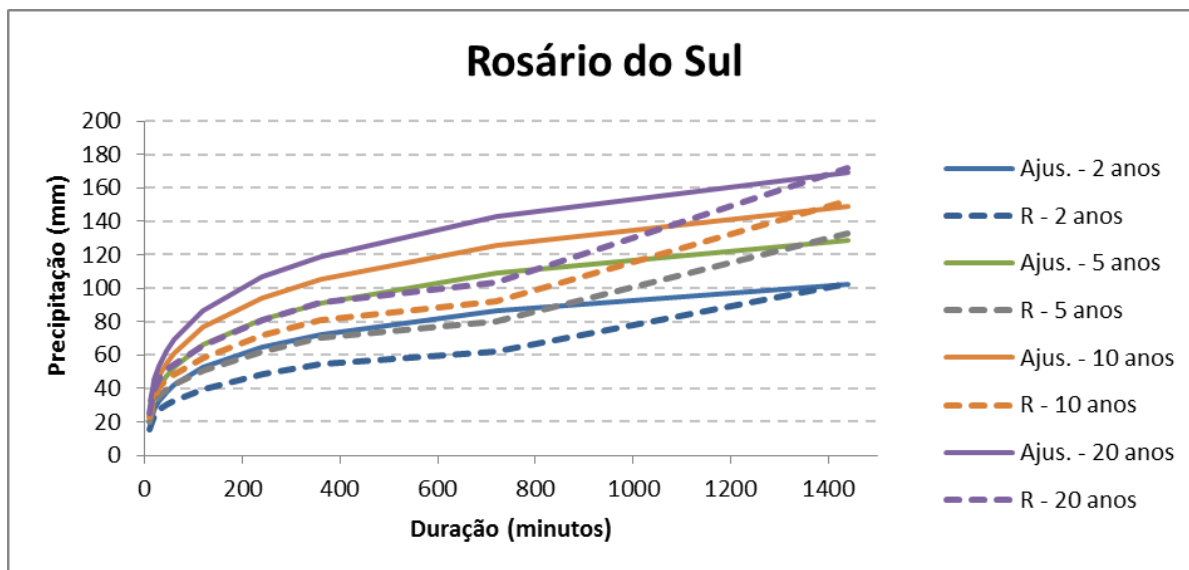
Ajustada /Relação - Quaraí					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,56	27,29	-0,26	-0,96%
10	15	34,71	33,53	-1,18	-3,51%
10	20	39,95	39,20	-0,74	-1,90%
10	30	47,57	48,20	0,63	1,31%
10	45	55,47	55,77	0,30	0,54%
10	60	61,25	67,30	6,05	8,99%
10	120	75,82	76,85	1,03	1,34%
10	240	91,34	92,39	1,05	1,14%
10	360	100,87	113,96	13,09	11,48%
10	720	118,00	122,00	4,00	3,28%
10	1440	136,24	135,71	-0,53	-0,39%

Ajustada /Relação - Quaraí					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41,77	48,26	6,49	13,45%
5	60	52,86	59,72	6,86	11,48%
10	60	61,25	67,30	6,05	8,99%
15	60	66,16	71,58	5,42	7,57%
20	60	69,64	74,58	4,94	6,62%
30	60	74,55	78,77	4,22	5,35%



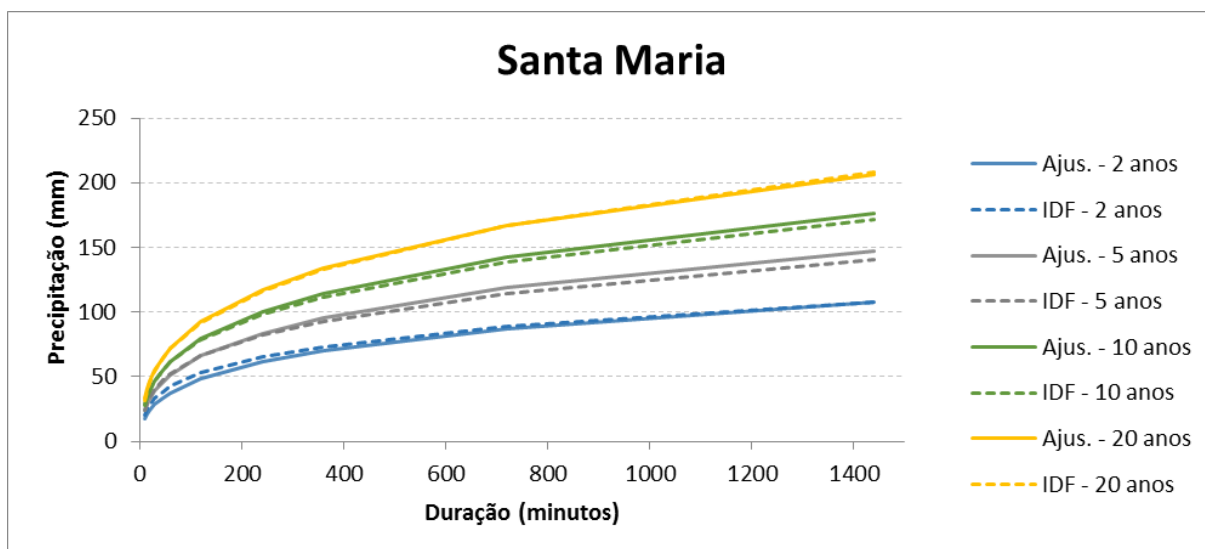
Ajustada /IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,22	27,04	-1,18	-4,35%
10	15	34,39	33,48	-0,91	-2,71%
10	20	39,05	38,34	-0,71	-1,86%
10	30	46,06	45,52	-0,54	-1,19%
10	45	53,61	53,05	-0,56	-1,06%
10	60	59,31	58,61	-0,70	-1,19%
10	120	74,35	72,99	-1,36	-1,86%
10	240	91,43	89,21	-2,22	-2,49%
10	360	102,47	99,82	-2,65	-2,66%
10	720	123,35	120,37	-2,98	-2,48%
10	1440	147,05	144,65	-2,40	-1,66%

Ajustada /IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,84	40,48	1,64	4,05%
5	60	50,49	49,98	-0,52	-1,04%
10	60	59,31	58,61	-0,70	-1,19%
15	60	64,47	64,34	-0,12	-0,19%
20	60	68,13	68,74	0,62	0,90%
30	60	73,28	75,46	2,18	2,89%



Ajustada /Relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,28	22,73	-5,56	-24,45%
10	15	34,89	30,06	-4,83	-16,06%
10	20	39,85	35,26	-4,59	-13,02%
10	30	47,25	41,18	-6,07	-14,75%
10	45	55,15	45,50	-9,65	-21,21%
10	60	61,08	48,78	-12,31	-25,23%
10	120	76,57	58,38	-18,19	-31,16%
10	240	93,90	71,63	-22,27	-31,10%
10	360	104,99	81,17	-23,82	-29,35%
10	720	125,71	92,03	-33,68	-36,60%
10	1440	148,92	152,62	3,71	2,43%

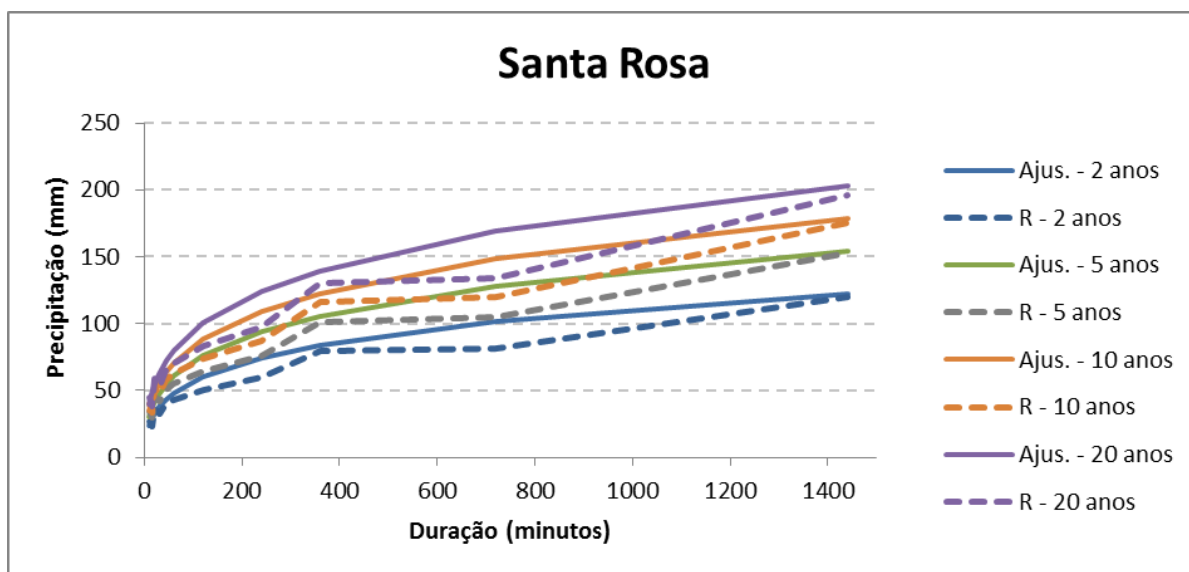
Ajustada /Relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,05	32,86	-9,19	-27,95%
5	60	52,89	42,44	-10,45	-24,62%
10	60	61,08	48,78	-12,31	-25,23%
15	60	65,88	52,36	-13,52	-25,83%
20	60	69,28	54,86	-14,42	-26,29%
30	60	74,07	58,36	-15,72	-26,93%



Ajustada /IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,46	27,67	-0,78	-2,83%
10	15	34,66	34,24	-0,43	-1,24%
10	20	39,48	39,26	-0,22	-0,56%
10	30	46,92	46,85	-0,07	-0,16%
10	45	55,19	55,05	-0,15	-0,27%
10	60	61,61	61,28	-0,34	-0,55%
10	120	79,23	78,03	-1,20	-1,54%
10	240	100,34	97,90	-2,45	-2,50%
10	360	114,59	111,35	-3,24	-2,91%
10	720	142,74	138,25	-4,49	-3,25%
10	1440	176,47	171,18	-5,30	-3,09%

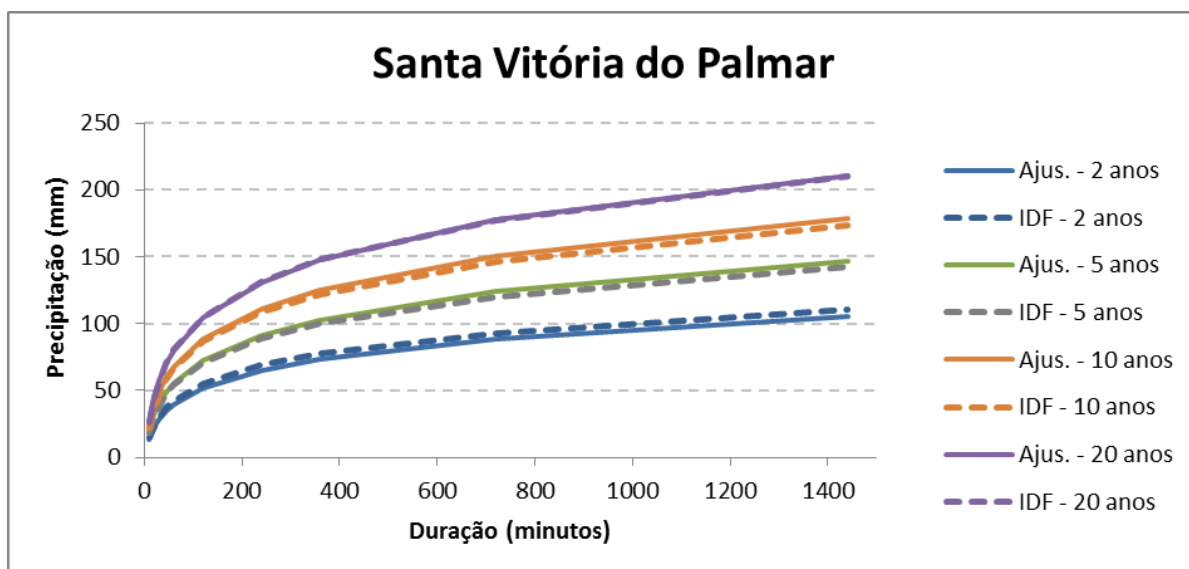
Ajustada /IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,53	42,48	4,95	11,64%
5	60	51,24	52,37	1,13	2,16%
10	60	61,61	61,28	-0,34	-0,55%
15	60	67,68	67,14	-0,54	-0,80%
20	60	71,99	71,62	-0,36	-0,51%
30	60	78,05	78,43	0,37	0,48%





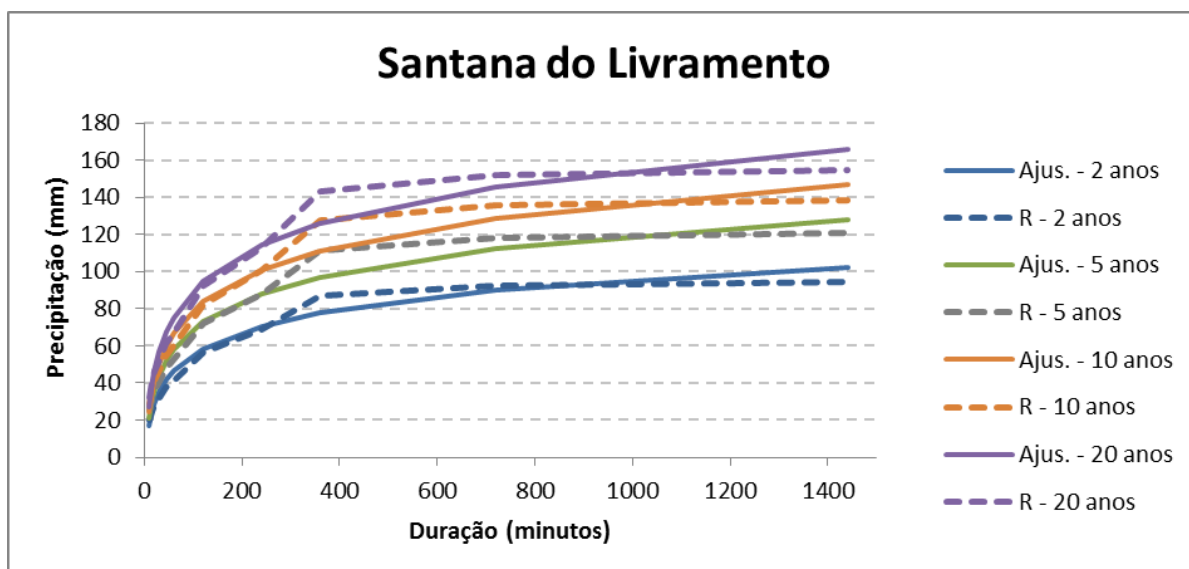
Ajustada /Relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	34,63	39,70	5,08	12,79%
10	15	41,56	33,72	-7,84	-23,26%
10	20	46,85	52,41	5,56	10,60%
10	30	54,88	47,78	-7,10	-14,87%
10	45	63,63	57,93	-5,70	-9,84%
10	60	70,31	62,87	-7,44	-11,84%
10	120	88,18	73,85	-14,34	-19,42%
10	240	108,88	86,73	-22,15	-25,54%
10	360	122,47	115,76	-6,71	-5,80%
10	720	148,59	119,47	-29,12	-24,37%
10	1440	178,84	174,96	-3,88	-2,22%

Ajustada /Relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47,95	42,96	-5,00	-11,63%
5	60	60,68	54,93	-5,75	-10,46%
10	60	70,31	62,87	-7,44	-11,84%
15	60	75,95	67,34	-8,60	-12,78%
20	60	79,94	70,48	-9,47	-13,43%
30	60	85,58	74,86	-10,72	-14,32%



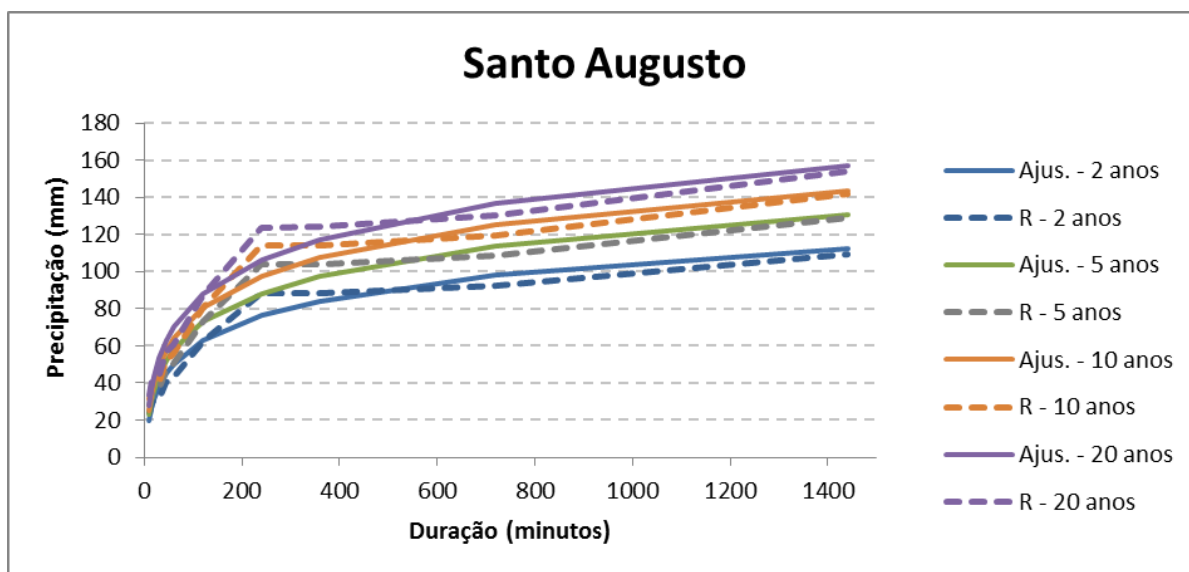
Ajustada /IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,75	22,40	0,65	2,90%
10	15	31,33	30,12	-1,21	-4,02%
10	20	38,42	36,50	-1,92	-5,27%
10	30	48,84	46,57	-2,26	-4,86%
10	45	59,77	57,62	-2,15	-3,73%
10	60	67,86	65,87	-1,99	-3,03%
10	120	88,55	86,59	-1,96	-2,26%
10	240	111,03	108,27	-2,76	-2,55%
10	360	125,08	121,57	-3,51	-2,88%
10	720	150,74	145,94	-4,80	-3,29%
10	1440	178,63	173,22	-5,42	-3,13%

Ajustada /IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,83	41,97	2,15	5,12%
5	60	55,79	54,25	-1,54	-2,84%
10	60	67,86	65,87	-1,99	-3,03%
15	60	74,93	73,79	-1,14	-1,54%
20	60	79,94	79,98	0,04	0,05%
30	60	87,00	89,59	2,59	2,89%



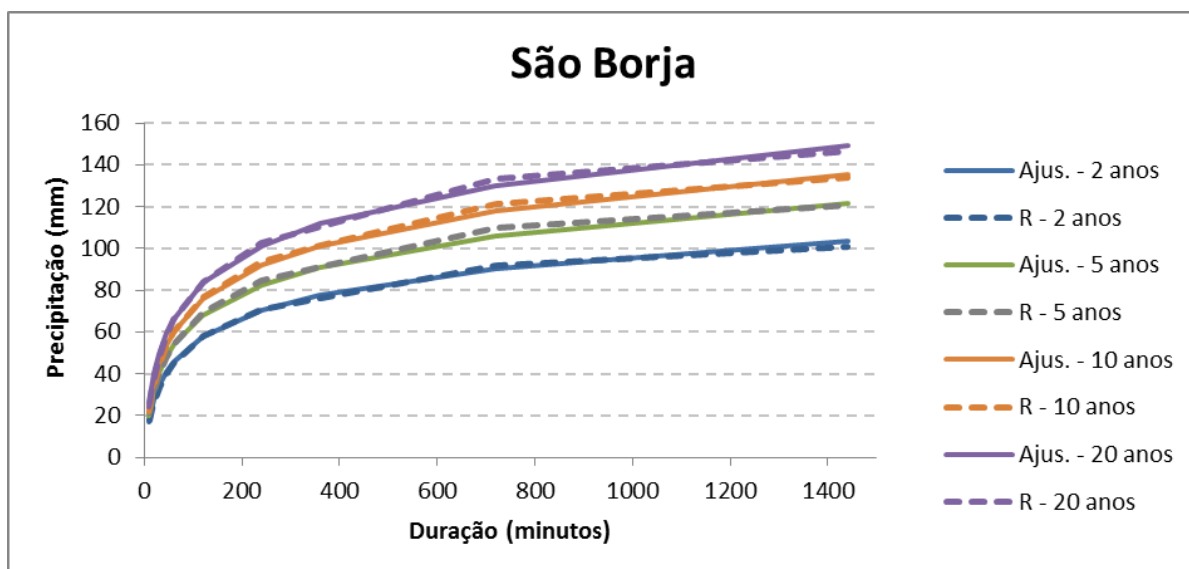
Ajustada /Relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,16	28,77	4,61	16,03%
10	15	33,64	36,46	2,82	7,75%
10	20	40,42	41,53	1,11	2,67%
10	30	50,06	46,94	-3,12	-6,64%
10	45	59,78	54,69	-5,09	-9,31%
10	60	66,74	59,70	-7,04	-11,80%
10	120	83,70	82,28	-1,42	-1,72%
10	240	100,94	100,56	-0,38	-0,37%
10	360	111,15	127,45	16,30	12,79%
10	720	128,83	135,44	6,61	4,88%
10	1440	146,80	138,11	-8,69	-6,29%

Ajustada /Relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,54	40,77	-5,76	-14,14%
5	60	58,04	52,16	-5,88	-11,27%
10	60	66,74	59,70	-7,04	-11,80%
15	60	71,83	63,96	-7,88	-12,31%
20	60	75,44	66,93	-8,51	-12,72%
30	60	80,53	71,10	-9,44	-13,28%



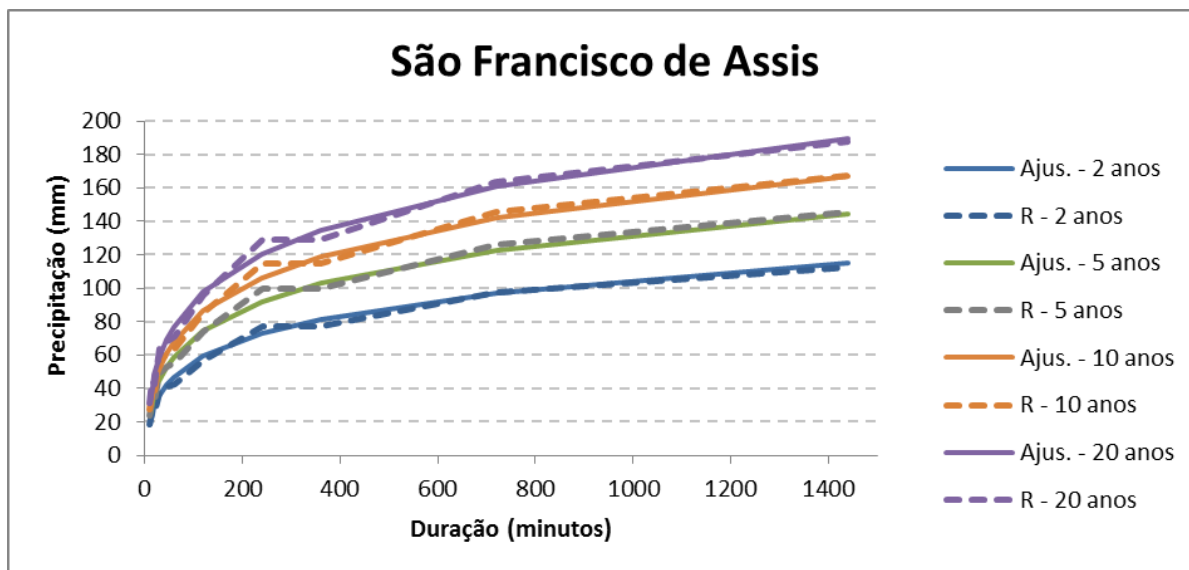
Ajustada /Relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,10	31,14	6,04	19,40%
10	15	33,61	38,59	4,97	12,89%
10	20	39,77	38,81	-0,96	-2,48%
10	30	48,62	41,17	-7,45	-18,10%
10	45	57,67	51,77	-5,90	-11,39%
10	60	64,21	55,64	-8,57	-15,41%
10	120	80,40	80,71	0,30	0,38%
10	240	97,22	113,91	16,69	14,65%
10	360	107,36	113,98	6,62	5,80%
10	720	125,23	119,77	-5,46	-4,56%
10	1440	143,79	141,52	-2,27	-1,60%

Ajustada /Relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	50,32	43,00	-7,31	-17,01%
5	60	58,23	50,60	-7,62	-15,06%
10	60	64,21	55,64	-8,57	-15,41%
15	60	67,71	58,47	-9,24	-15,80%
20	60	70,19	60,46	-9,73	-16,09%
30	60	73,69	63,24	-10,46	-16,53%



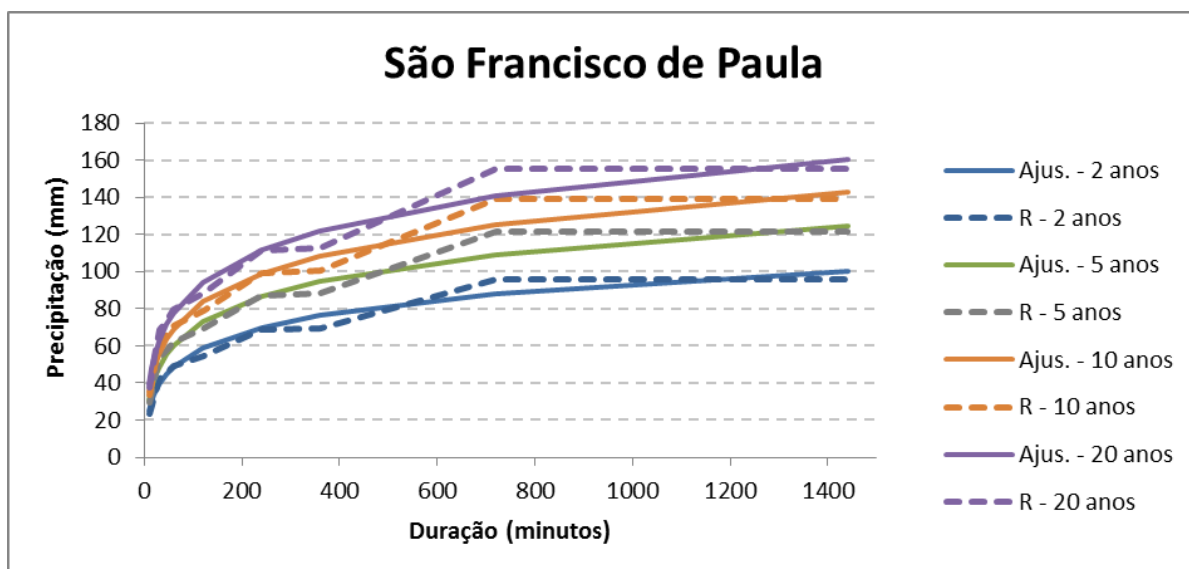
Ajustada /Relação - São Borja					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,86	23,86	2,00	8,39%
10	15	30,28	30,65	0,37	1,20%
10	20	36,35	35,63	-0,72	-2,02%
10	30	45,01	44,16	-0,85	-1,93%
10	45	53,82	52,37	-1,45	-2,77%
10	60	60,16	59,92	-0,24	-0,40%
10	120	75,73	76,89	1,15	1,50%
10	240	91,75	93,80	2,05	2,19%
10	360	101,33	101,09	-0,24	-0,23%
10	720	118,08	121,52	3,44	2,83%
10	1440	135,30	133,84	-1,46	-1,09%

Ajustada /Relação - São Borja					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,96	45,09	-0,87	-1,94%
5	60	54,04	54,01	-0,03	-0,06%
10	60	60,16	59,92	-0,24	-0,40%
15	60	63,73	63,25	-0,48	-0,76%
20	60	66,27	65,59	-0,68	-1,04%
30	60	69,84	68,84	-1,00	-1,46%



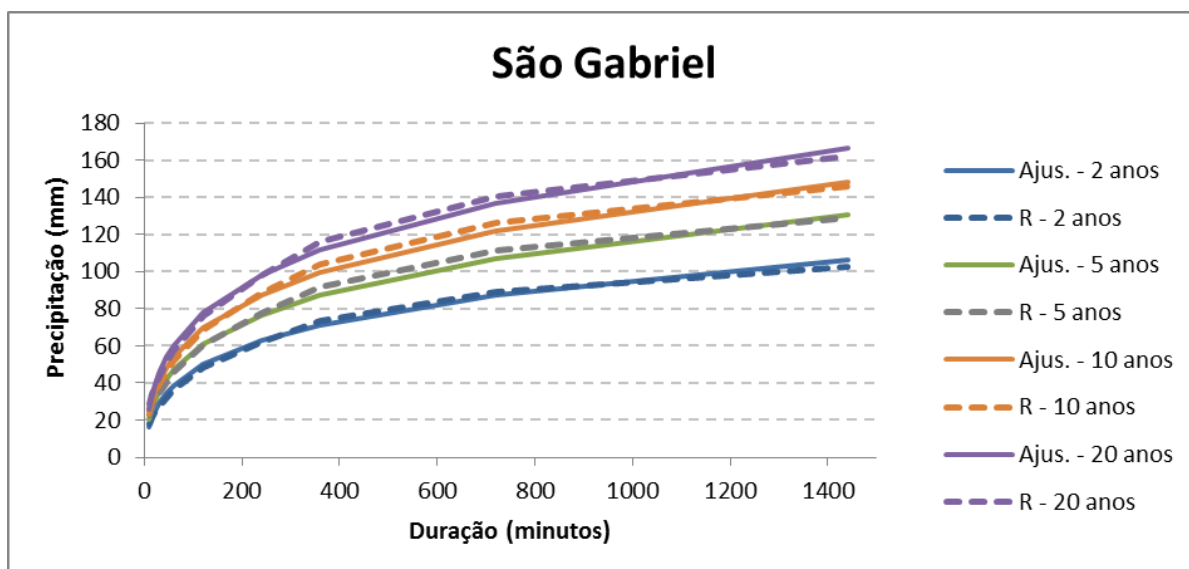
Ajustada /Relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,85	27,66	-0,18	-0,66%
10	15	36,10	39,51	3,41	8,63%
10	20	42,23	38,00	-4,23	-11,12%
10	30	51,27	57,03	5,77	10,11%
10	45	60,81	60,70	-0,11	-0,18%
10	60	67,90	63,26	-4,63	-7,33%
10	120	86,13	85,06	-1,07	-1,25%
10	240	106,11	114,43	8,32	7,27%
10	360	118,68	114,43	-4,25	-3,71%
10	720	141,79	145,22	3,43	2,36%
10	1440	167,12	167,03	-0,09	-0,05%

Ajustada /Relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,61	42,50	-4,12	-9,69%
5	60	58,73	54,99	-3,74	-6,80%
10	60	67,90	63,26	-4,63	-7,33%
15	60	73,26	67,93	-5,33	-7,85%
20	60	77,07	71,20	-5,87	-8,24%
30	60	82,43	75,76	-6,66	-8,80%



Ajustada /Relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	35,09	33,60	-1,49	-4,43%
10	15	42,39	40,47	-1,92	-4,75%
10	20	47,71	48,89	1,18	2,41%
10	30	55,41	61,33	5,92	9,65%
10	45	63,36	65,28	1,93	2,95%
10	60	69,15	71,01	1,86	2,62%
10	120	83,65	78,85	-4,81	-6,10%
10	240	98,96	99,34	0,39	0,39%
10	360	108,30	100,66	-7,63	-7,58%
10	720	124,96	138,93	13,97	10,05%
10	1440	142,55	138,93	-3,62	-2,61%

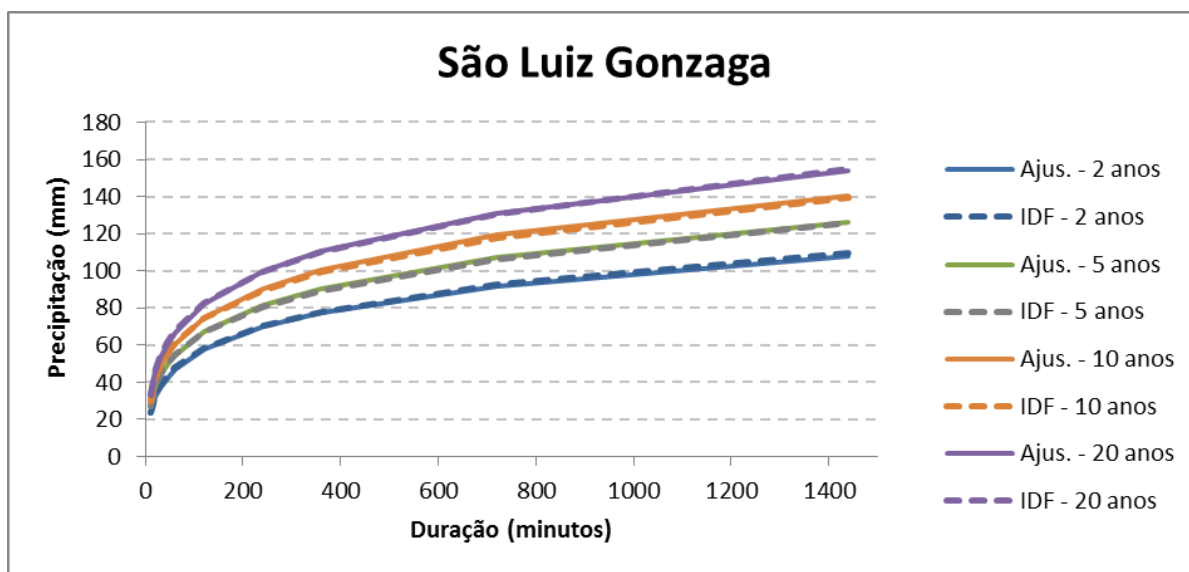
Ajustada /Relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	48,72	49,03	0,31	0,64%
5	60	60,35	62,26	1,91	3,06%
10	60	69,15	71,01	1,86	2,62%
15	60	74,30	75,95	1,66	2,18%
20	60	77,95	79,41	1,46	1,84%
30	60	83,10	84,24	1,14	1,36%



Ajustada /Relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22,86	25,57	2,70	10,57%
10	15	28,88	30,45	1,56	5,14%
10	20	33,48	34,02	0,53	1,57%
10	30	40,46	39,37	-1,08	-2,75%
10	45	48,07	45,09	-2,97	-6,59%
10	60	53,87	51,51	-2,37	-4,59%
10	120	69,42	68,60	-0,83	-1,20%
10	240	87,44	88,15	0,71	0,81%
10	360	99,28	104,00	4,72	4,54%
10	720	122,04	126,43	4,39	3,47%
10	1440	148,42	145,83	-2,60	-1,78%

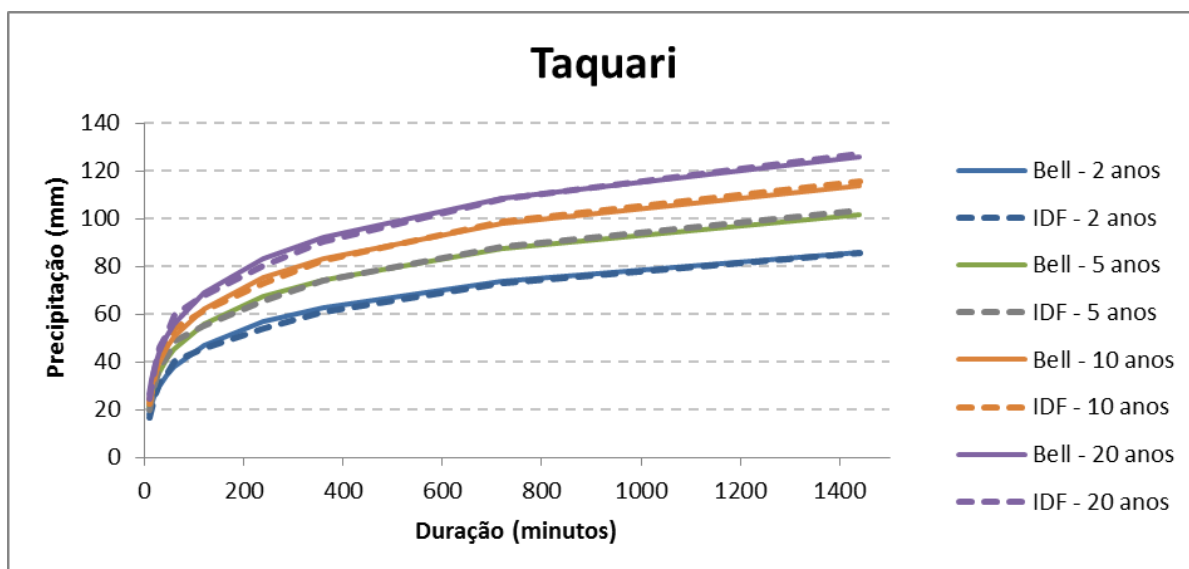
Ajustada /Relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,64	36,24	-2,39	-6,60%
5	60	47,31	45,43	-1,88	-4,15%
10	60	53,87	51,51	-2,37	-4,59%
15	60	57,71	54,94	-2,77	-5,05%
20	60	60,44	57,34	-3,10	-5,40%
30	60	64,27	60,70	-3,58	-5,89%





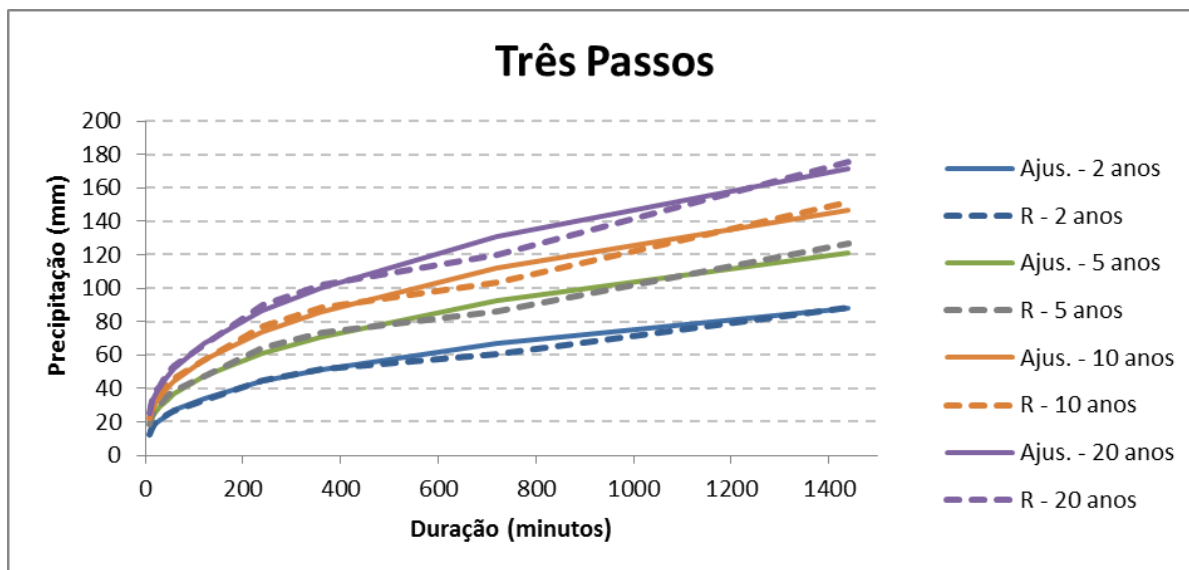
Ajustada /IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,69	29,73	-0,96	-3,24%
10	15	36,77	36,26	-0,51	-1,41%
10	20	41,33	41,11	-0,23	-0,56%
10	30	48,12	48,15	0,03	0,06%
10	45	55,36	55,43	0,07	0,13%
10	60	60,78	60,75	-0,03	-0,04%
10	120	74,89	74,33	-0,56	-0,75%
10	240	90,63	89,40	-1,22	-1,37%
10	360	100,66	99,16	-1,50	-1,52%
10	720	119,36	117,84	-1,53	-1,29%
10	1440	140,22	139,60	-0,62	-0,44%

Ajustada /IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,74	47,72	0,98	2,06%
5	60	54,73	54,75	0,02	0,04%
10	60	60,78	60,75	-0,03	-0,04%
15	60	64,31	64,56	0,25	0,38%
20	60	66,82	67,41	0,58	0,87%
30	60	70,36	71,64	1,27	1,78%



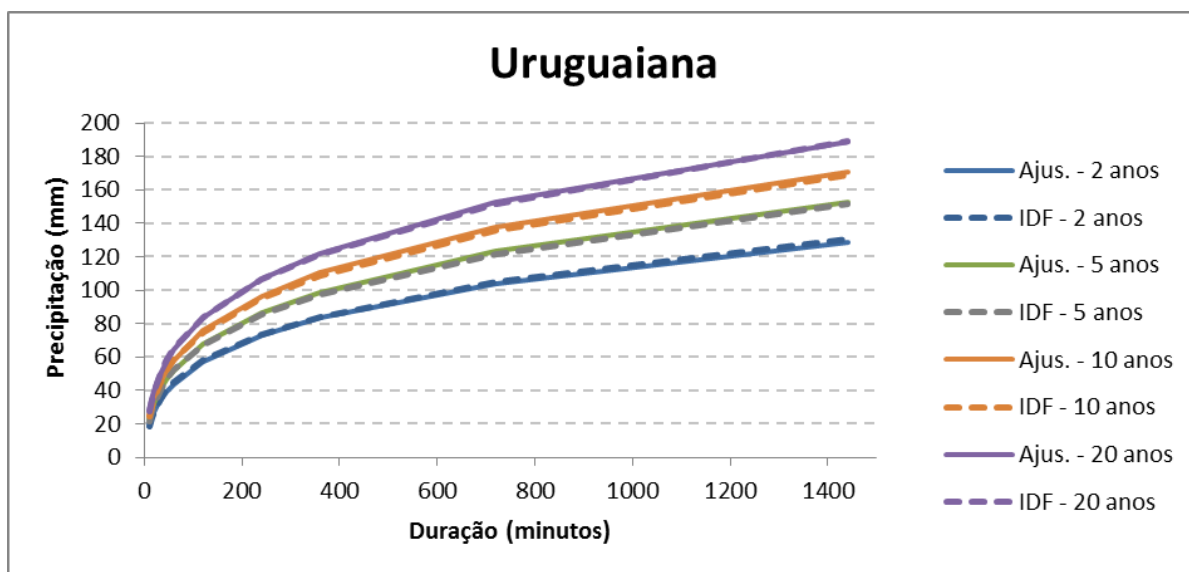
Ajustada /Relação - Taquari					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23,68	22,17	-1,51	-6,82%
10	15	29,28	27,92	-1,36	-4,86%
10	20	33,40	33,84	0,44	1,30%
10	30	39,45	42,08	2,62	6,23%
10	45	45,79	47,04	1,25	2,66%
10	60	50,46	54,17	3,71	6,84%
10	120	62,37	61,47	-0,90	-1,46%
10	240	75,24	72,96	-2,28	-3,12%
10	360	83,25	82,32	-0,94	-1,14%
10	720	97,83	98,55	0,72	0,73%
10	1440	113,60	115,47	1,87	1,62%

Ajustada /Relação - Taquari					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,00	40,14	2,14	5,33%
5	60	45,09	48,58	3,48	7,17%
10	60	50,46	54,17	3,71	6,84%
15	60	53,60	57,32	3,72	6,48%
20	60	55,83	59,52	3,70	6,21%
30	60	58,97	62,61	3,64	5,82%



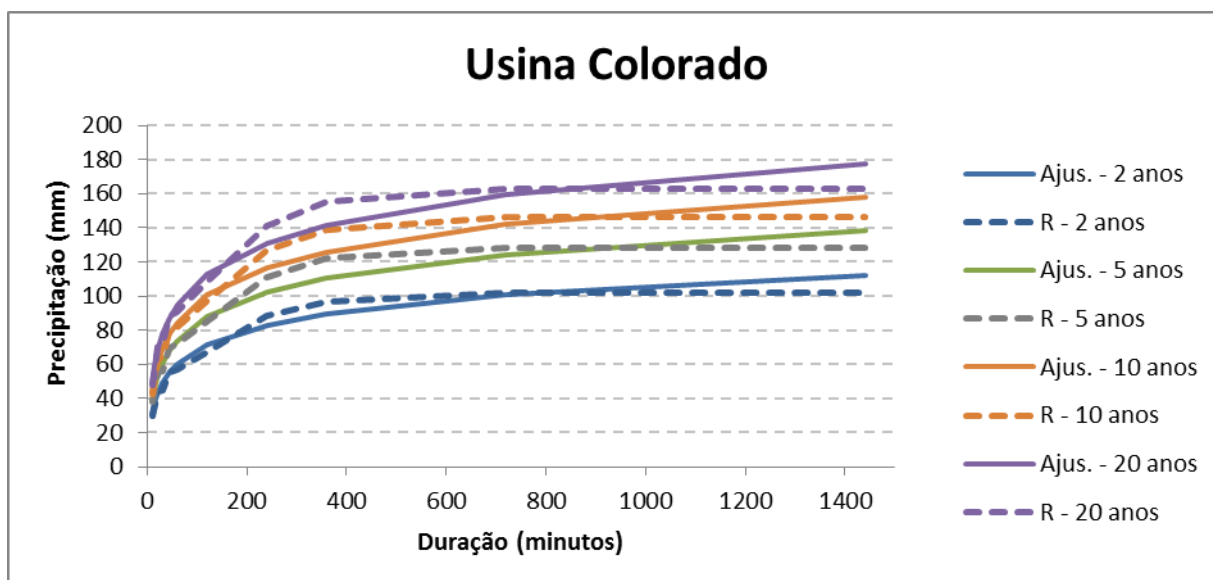
Ajustada /Relação - Três Passos					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,86	21,85	-3,02	-13,81%
10	15	28,12	27,98	-0,15	-0,53%
10	20	30,79	32,46	1,66	5,12%
10	30	35,14	35,46	0,32	0,91%
10	45	40,28	42,49	2,21	5,20%
10	60	44,48	46,14	1,66	3,59%
10	120	56,92	56,54	-0,38	-0,67%
10	240	73,48	77,45	3,97	5,13%
10	360	85,61	88,13	2,52	2,86%
10	720	111,68	103,67	-8,01	-7,73%
10	1440	146,39	151,68	5,29	3,49%

Ajustada /Relação - Três Passos					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	26,72	26,88	0,16	0,60%
5	60	36,83	38,47	1,64	4,25%
10	60	44,48	46,14	1,66	3,59%
15	60	48,96	50,46	1,51	2,99%
20	60	52,13	53,49	1,36	2,55%
30	60	56,61	57,72	1,12	1,94%



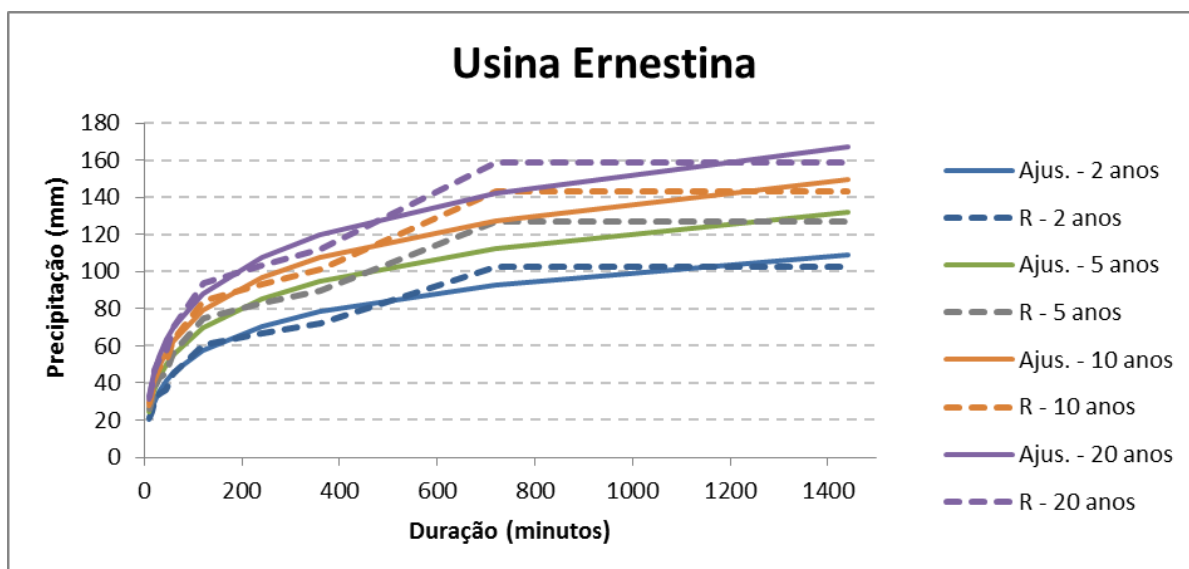
Ajustada /IDF - Uruguiana					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,99	24,25	-0,74	-3,04%
10	15	31,26	30,72	-0,55	-1,78%
10	20	36,12	35,76	-0,36	-1,01%
10	30	43,59	43,45	-0,14	-0,33%
10	45	51,86	51,80	-0,06	-0,11%
10	60	58,26	58,16	-0,10	-0,17%
10	120	75,72	75,18	-0,54	-0,71%
10	240	96,49	95,26	-1,23	-1,29%
10	360	110,43	108,83	-1,60	-1,47%
10	720	137,81	135,94	-1,86	-1,37%
10	1440	170,38	169,17	-1,22	-0,72%

Ajustada /IDF - Uruguiana					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,95	44,95	1,01	2,24%
5	60	52,10	52,05	-0,04	-0,08%
10	60	58,26	58,16	-0,10	-0,17%
15	60	61,86	62,06	0,19	0,31%
20	60	64,42	64,98	0,56	0,86%
30	60	68,03	69,33	1,31	1,89%



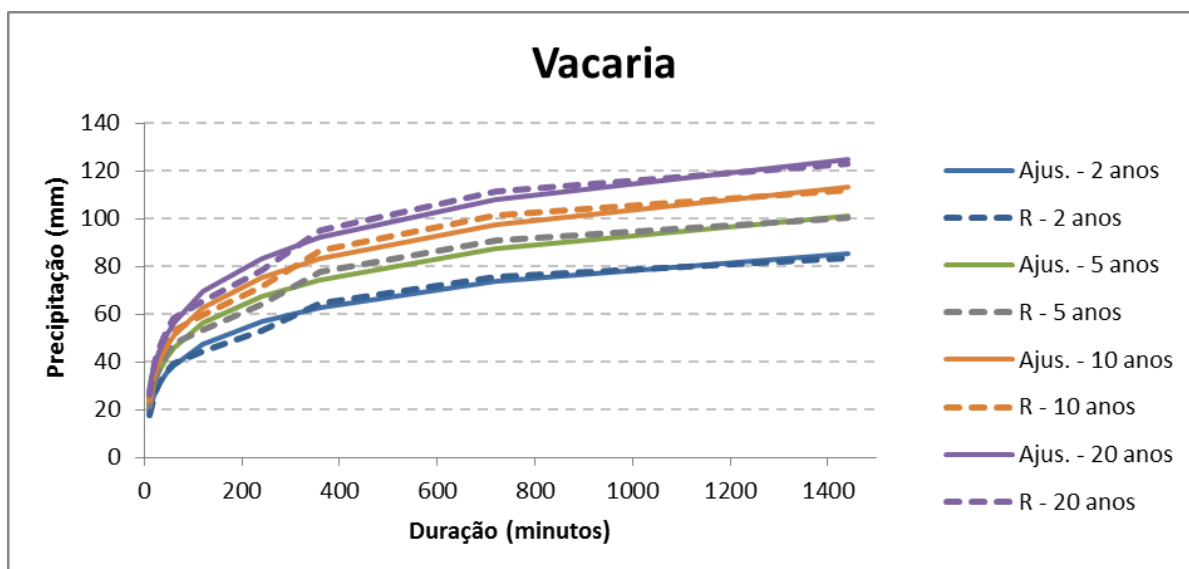
Ajustada /Relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	43,51	42,78	-0,73	-1,70%
10	15	52,75	52,08	-0,67	-1,29%
10	20	59,32	63,08	3,76	5,96%
10	30	68,60	64,05	-4,55	-7,10%
10	45	77,89	79,24	1,35	1,70%
10	60	84,50	81,26	-3,24	-3,99%
10	120	100,46	97,10	-3,35	-3,45%
10	240	116,47	126,44	9,97	7,88%
10	360	125,86	138,94	13,08	9,41%
10	720	141,97	146,14	4,17	2,85%
10	1440	158,12	146,14	-11,99	-8,20%

Ajustada /Relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	60,05	56,63	-3,42	-6,04%
5	60	73,97	71,45	-2,52	-3,53%
10	60	84,50	81,26	-3,24	-3,99%
15	60	90,66	86,79	-3,87	-4,46%
20	60	95,03	90,67	-4,37	-4,81%
30	60	101,19	96,09	-5,11	-5,31%



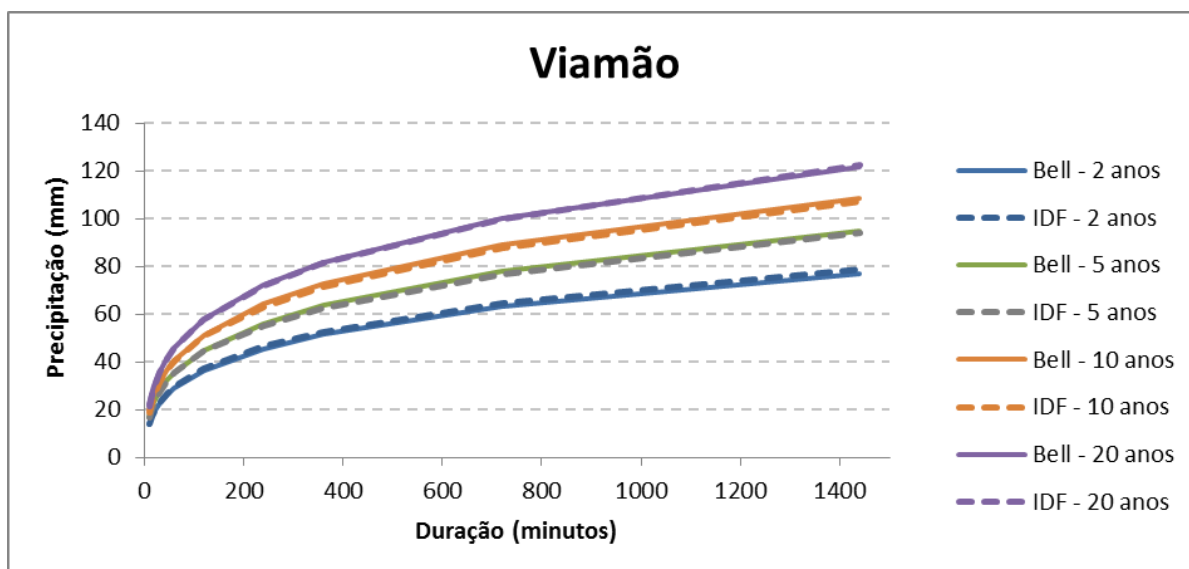
Ajustada /Relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,74	29,68	1,94	6,53%
10	15	35,03	34,83	-0,21	-0,59%
10	20	40,44	42,29	1,85	4,38%
10	30	48,41	48,21	-0,20	-0,41%
10	45	56,80	50,77	-6,03	-11,89%
10	60	63,03	63,42	0,40	0,63%
10	120	79,00	84,57	5,57	6,58%
10	240	96,46	93,31	-3,15	-3,37%
10	360	107,41	101,00	-6,42	-6,35%
10	720	127,51	143,16	15,65	10,93%
10	1440	149,48	143,16	-6,32	-4,41%

Ajustada /Relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,87	45,33	-0,54	-1,20%
5	60	55,64	56,22	0,58	1,03%
10	60	63,03	63,42	0,40	0,63%
15	60	67,35	67,49	0,14	0,21%
20	60	70,41	70,34	-0,08	-0,11%
30	60	74,74	74,31	-0,43	-0,57%



Ajustada /Relação - Vacaria					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,77	23,74	-1,03	-4,35%
10	15	30,25	29,51	-0,74	-2,50%
10	20	34,30	36,00	1,70	4,72%
10	30	40,23	41,77	1,55	3,70%
10	45	46,44	47,58	1,14	2,40%
10	60	51,02	53,05	2,03	3,83%
10	120	62,69	59,54	-3,15	-5,29%
10	240	75,32	71,16	-4,16	-5,85%
10	360	83,18	86,72	3,54	4,08%
10	720	97,49	101,24	3,76	3,71%
10	1440	112,96	111,91	-1,05	-0,94%

Ajustada /Relação - Vacaria					
Tr	Duração	Ajustada	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,55	39,45	0,90	2,29%
5	60	45,65	47,63	1,99	4,17%
10	60	51,02	53,05	2,03	3,83%
15	60	54,16	56,11	1,95	3,47%
20	60	56,39	58,24	1,86	3,19%
30	60	59,53	61,23	1,70	2,78%

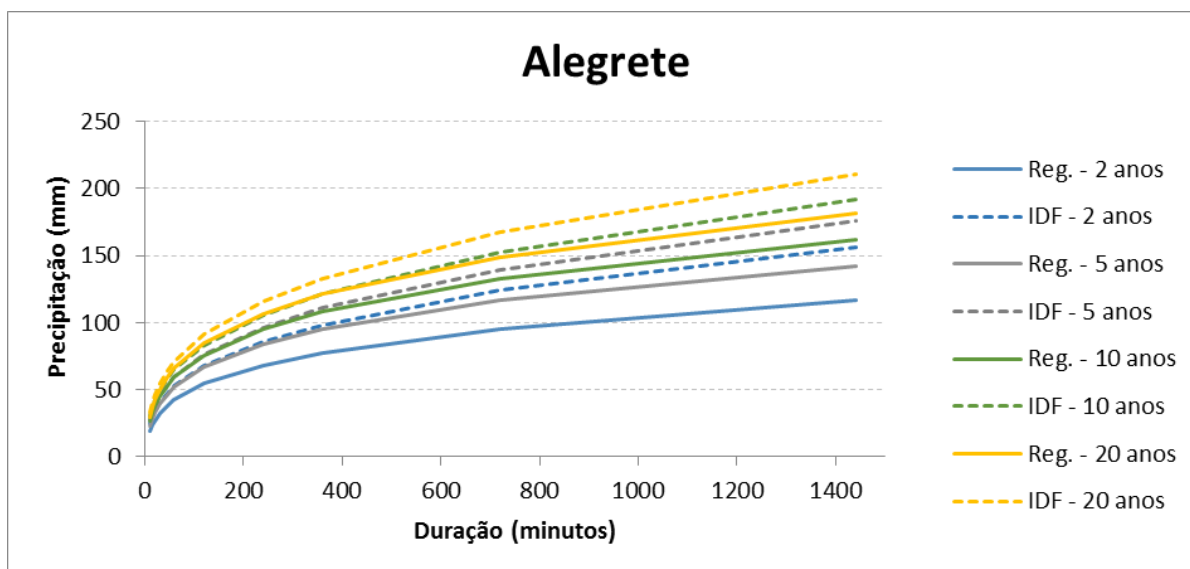


Ajustada /IDF - Viamão					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	19,51	18,79	-0,71	-3,80%
10	15	23,52	23,06	-0,45	-1,96%
10	20	26,60	26,30	-0,30	-1,14%
10	30	31,32	31,14	-0,17	-0,56%
10	45	36,50	36,33	-0,18	-0,48%
10	60	40,50	40,25	-0,25	-0,63%
10	120	51,30	50,67	-0,63	-1,24%
10	240	64,02	62,90	-1,12	-1,77%
10	360	72,48	71,12	-1,36	-1,91%
10	720	88,94	87,40	-1,54	-1,76%
10	1440	108,32	107,14	-1,18	-1,10%

Ajustada /IDF - Viamão					
Tr	Duração	Ajustada	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	28,80	29,64	0,84	2,85%
5	60	35,46	35,28	-0,18	-0,51%
10	60	40,50	40,25	-0,25	-0,63%
15	60	43,44	43,47	0,02	0,05%
20	60	45,54	45,91	0,37	0,82%
30	60	48,48	49,59	1,10	2,23%

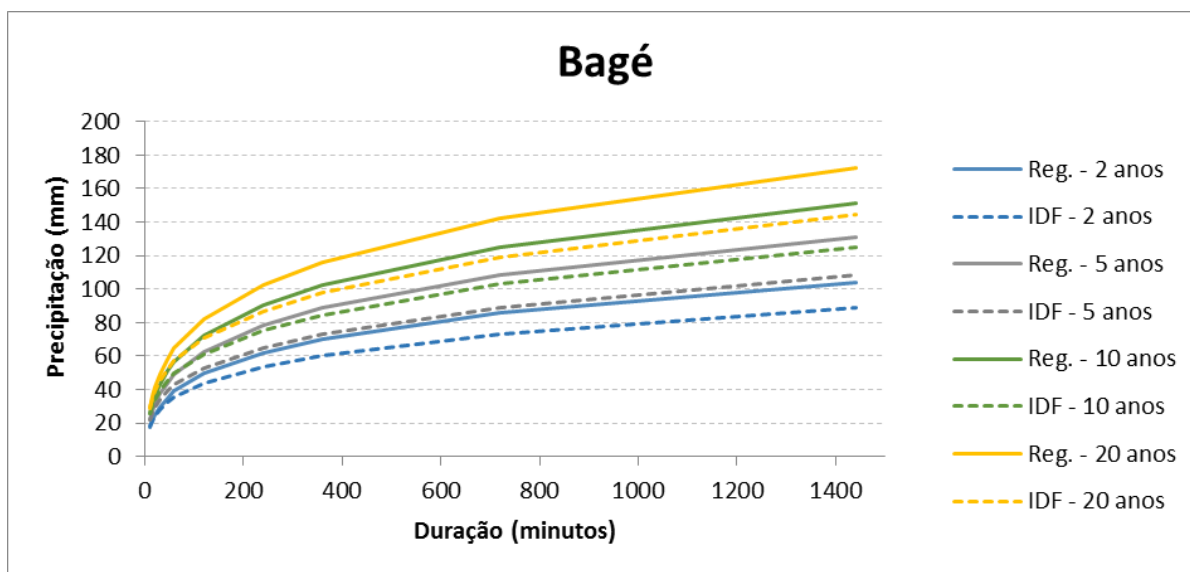


## Apêndice H-Comparação da equação regional com os resultados obtidos pelas IDF's e pelas relações entre durações



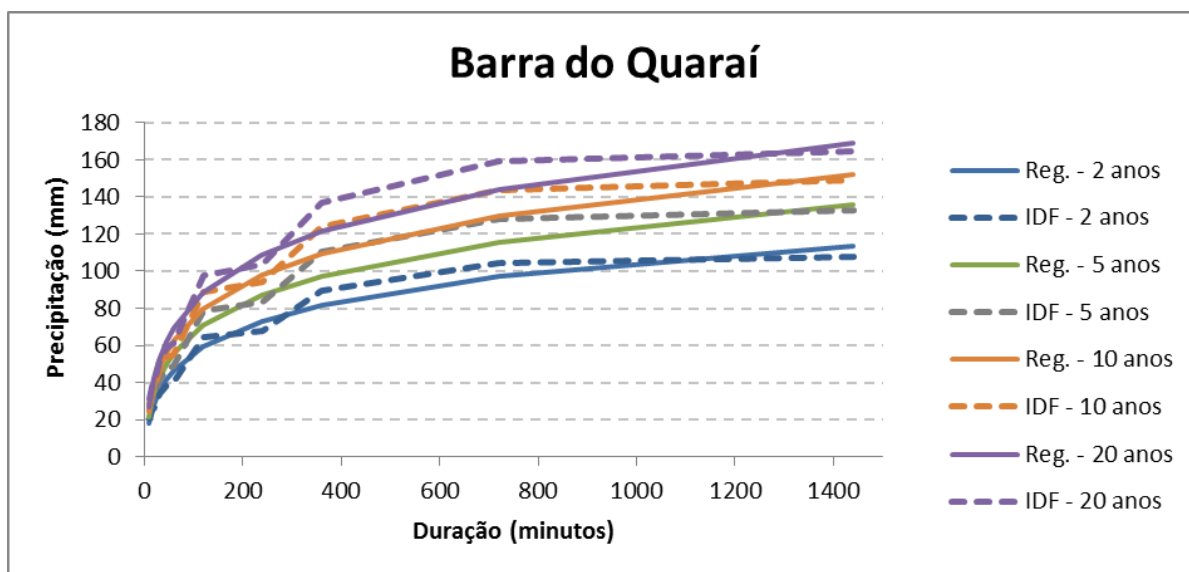
Regional /IDF -Alegrete					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,43	30,56	4,13	13,51%
10	15	32,72	37,12	4,40	11,85%
10	20	37,54	42,16	4,62	10,96%
10	30	44,89	49,87	4,98	9,99%
10	45	52,94	58,38	5,44	9,32%
10	60	59,12	64,98	5,87	9,03%
10	120	75,74	83,23	7,49	8,99%
10	240	95,18	105,63	10,45	9,89%
10	360	108,03	121,14	13,10	10,82%
10	720	132,92	152,77	19,85	12,99%
10	1440	162,00	192,34	30,34	15,77%

Regional /IDF -Alegrete					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,47	52,72	10,24	19,43%
5	60	51,95	59,38	7,44	12,52%
10	60	59,12	64,98	5,87	9,03%
15	60	63,31	68,50	5,19	7,58%
20	60	66,29	71,11	4,83	6,79%
30	60	70,48	74,96	4,48	5,98%



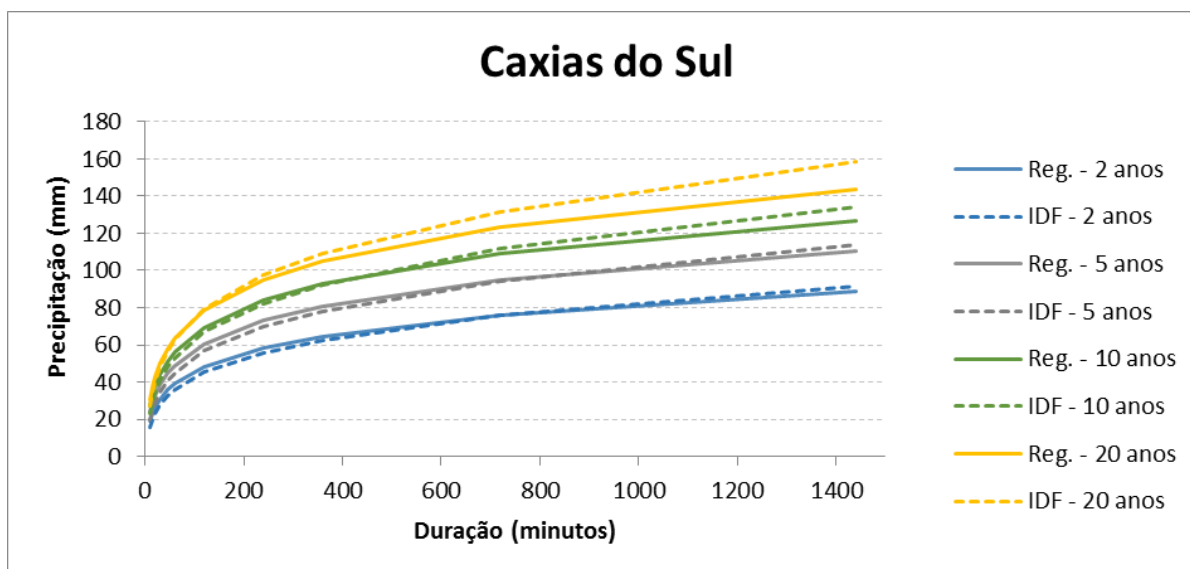
Regional /IDF - Bagé					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,64	25,44	-0,20	-0,79%
10	15	31,70	30,31	-1,40	-4,61%
10	20	36,33	33,94	-2,39	-7,04%
10	30	43,35	39,35	-4,00	-10,16%
10	45	51,00	45,15	-5,85	-12,96%
10	60	56,84	49,54	-7,30	-14,74%
10	120	72,45	61,28	-11,17	-18,22%
10	240	90,53	75,13	-15,40	-20,50%
10	360	102,40	84,43	-17,97	-21,29%
10	720	125,21	102,84	-22,36	-21,74%
10	1440	151,61	125,07	-26,54	-21,22%

Regional /IDF - Bagé					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,03	35,33	-3,70	-10,47%
5	60	49,17	42,83	-6,34	-14,81%
10	60	56,84	49,54	-7,30	-14,74%
15	60	61,32	53,94	-7,38	-13,69%
20	60	64,50	57,30	-7,21	-12,58%
30	60	68,99	62,39	-6,60	-10,58%



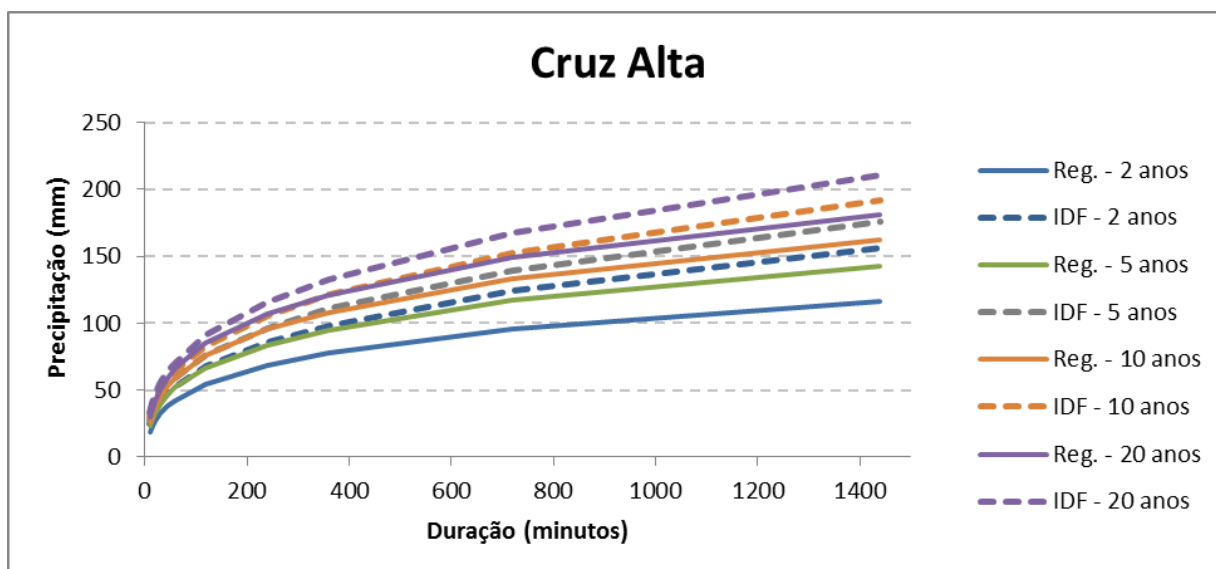
Regional /Relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,28	28,46	4,18	14,68%
10	15	32,34	34,42	2,08	6,05%
10	20	38,28	37,14	-1,14	-3,06%
10	30	46,96	46,56	-0,41	-0,87%
10	45	56,04	53,32	-2,72	-5,10%
10	60	62,72	55,08	-7,64	-13,87%
10	120	79,71	88,58	8,87	10,02%
10	240	98,03	94,05	-3,98	-4,23%
10	360	109,39	123,74	14,35	11,60%
10	720	130,02	143,97	13,94	9,69%
10	1440	152,26	149,14	-3,12	-2,09%

Regional /Relação - Barra do Quaraí					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,80	39,90	-6,90	-17,30%
5	60	55,87	49,03	-6,83	-13,93%
10	60	62,72	55,08	-7,64	-13,87%
15	60	66,73	58,49	-8,24	-14,08%
20	60	69,58	60,88	-8,69	-14,28%
30	60	73,59	64,22	-9,37	-14,59%



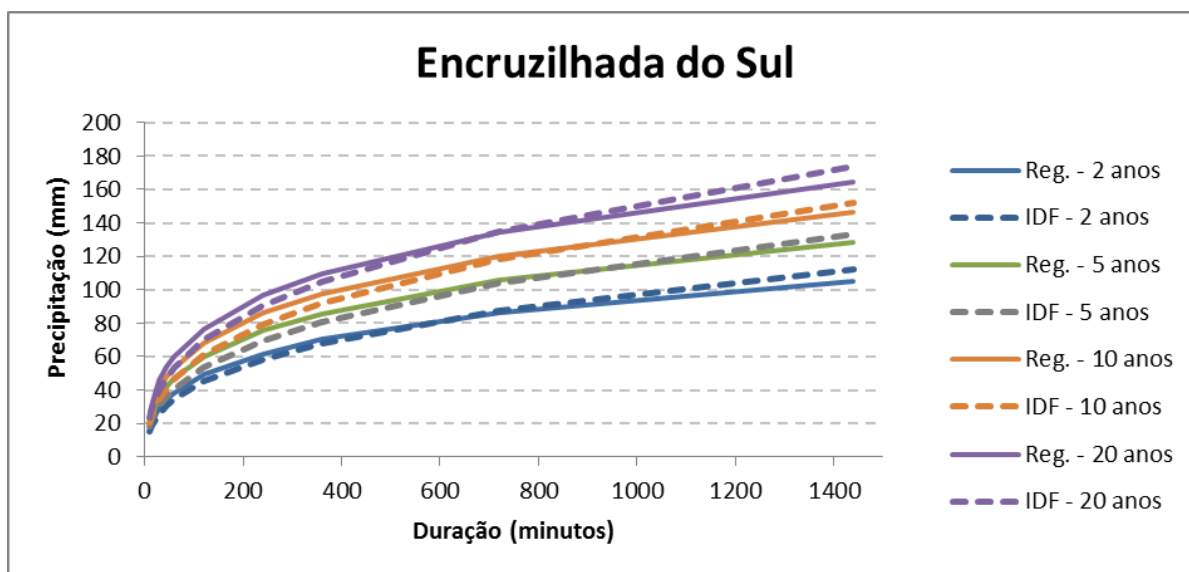
Regional /IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,21	23,17	-4,05	-17,46%
10	15	33,26	29,20	-4,06	-13,92%
10	20	37,74	33,82	-3,93	-11,61%
10	30	44,34	40,70	-3,63	-8,93%
10	45	51,26	47,95	-3,32	-6,92%
10	60	56,39	53,30	-3,09	-5,80%
10	120	69,53	67,04	-2,49	-3,71%
10	240	83,84	82,38	-1,45	-1,76%
10	360	92,79	92,35	-0,43	-0,47%
10	720	109,17	111,58	2,41	2,16%
10	1440	127,02	134,22	7,21	5,37%

Regional /IDF - Caxias do Sul					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,38	36,22	-3,16	-8,73%
5	60	49,07	45,13	-3,94	-8,72%
10	60	56,39	53,30	-3,09	-5,80%
15	60	60,68	58,75	-1,93	-3,29%
20	60	63,72	62,95	-0,77	-1,23%
30	60	68,01	69,38	1,37	1,98%



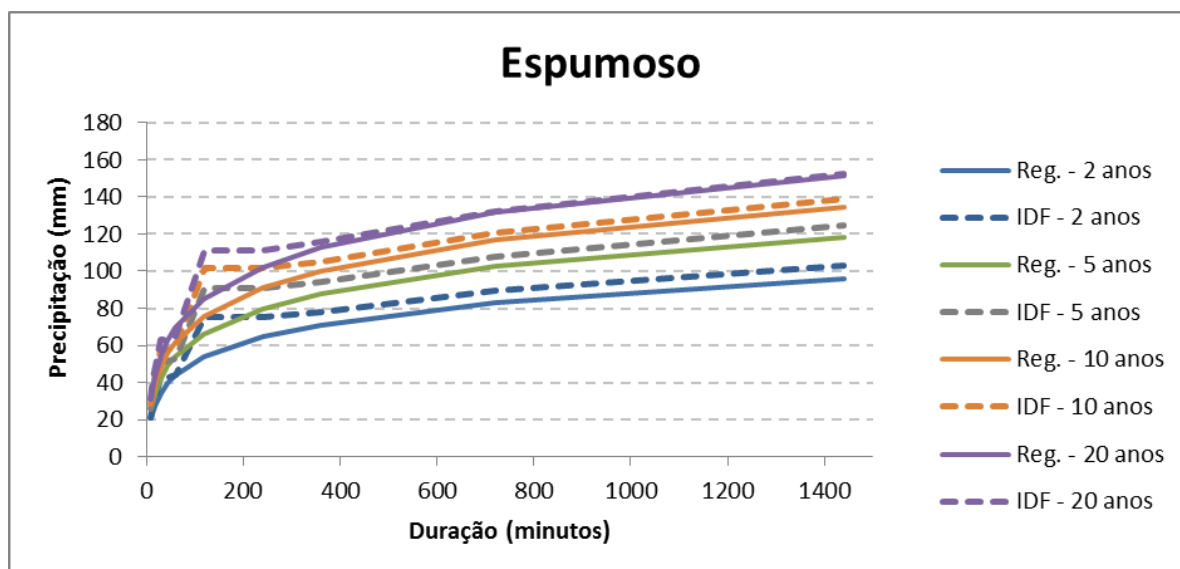
Regional /IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,40	30,90	0,50	1,62%
10	15	37,56	39,34	1,78	4,52%
10	20	42,82	45,79	2,97	6,49%
10	30	50,47	55,25	4,78	8,65%
10	45	58,43	64,91	6,49	9,99%
10	60	64,26	71,80	7,54	10,50%
10	120	78,99	88,42	9,43	10,67%
10	240	94,72	105,42	10,70	10,15%
10	360	104,41	115,80	11,39	9,83%
10	720	121,87	134,76	12,89	9,56%
10	1440	140,52	155,82	15,30	9,82%

Regional /IDF - Cruz Alta					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,69	52,88	7,19	13,60%
5	60	56,26	62,94	6,68	10,61%
10	60	64,26	71,80	7,54	10,50%
15	60	68,94	77,55	8,61	11,10%
20	60	72,26	81,91	9,65	11,78%
30	60	76,94	88,46	11,53	13,03%



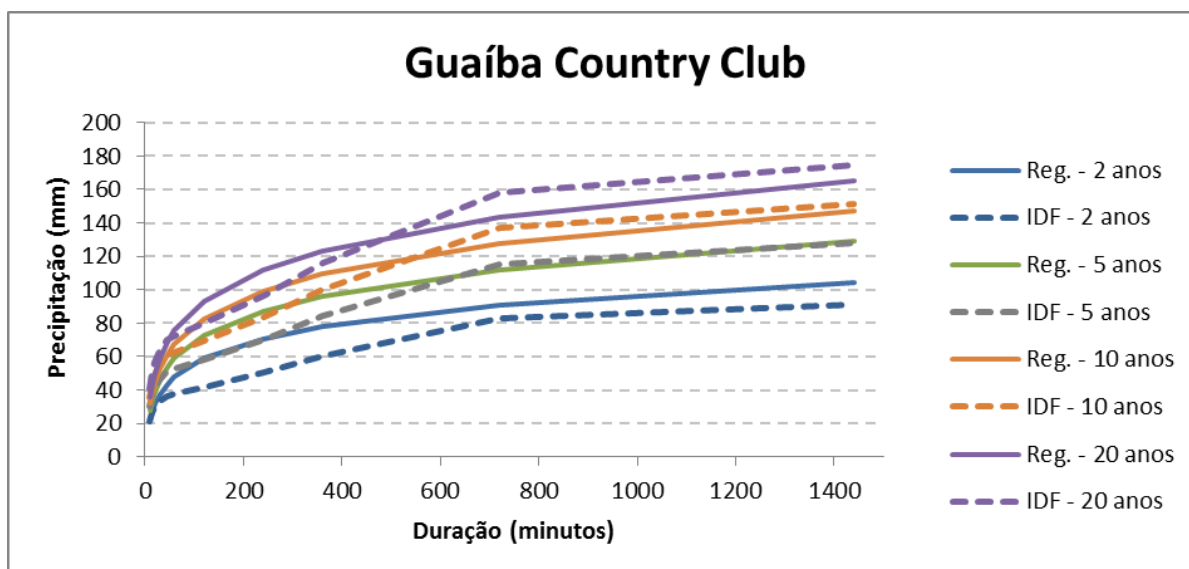
Regional /IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23,89	20,84	-3,05	-14,65%
10	15	29,58	25,62	-3,96	-15,46%
10	20	33,94	29,35	-4,59	-15,63%
10	30	40,58	35,14	-5,44	-15,47%
10	45	47,86	41,65	-6,21	-14,90%
10	60	53,44	46,76	-6,67	-14,27%
10	120	68,47	61,16	-7,31	-11,95%
10	240	86,04	79,26	-6,78	-8,55%
10	360	97,66	92,01	-5,64	-6,13%
10	720	120,15	118,48	-1,67	-1,41%
10	1440	146,44	152,30	5,86	3,85%

Regional /IDF - Encruzilhada do Sul					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,39	34,44	-3,95	-11,46%
5	60	46,96	40,99	-5,96	-14,55%
10	60	53,44	46,76	-6,67	-14,27%
15	60	57,23	50,51	-6,72	-13,30%
20	60	59,92	53,35	-6,57	-12,32%
30	60	63,71	57,62	-6,09	-10,57%



Regional /Relação - Espumoso					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	29,16	28,56	-0,60	-2,09%
10	15	36,04	38,72	2,68	6,93%
10	20	41,08	44,44	3,36	7,57%
10	30	48,42	57,69	9,26	16,06%
10	45	56,05	57,69	1,63	2,83%
10	60	61,65	59,21	-2,44	-4,12%
10	120	75,78	101,46	25,68	25,31%
10	240	90,87	101,46	10,59	10,44%
10	360	100,17	105,27	5,10	4,84%
10	720	116,92	120,37	3,45	2,87%
10	1440	134,81	138,86	4,05	2,92%

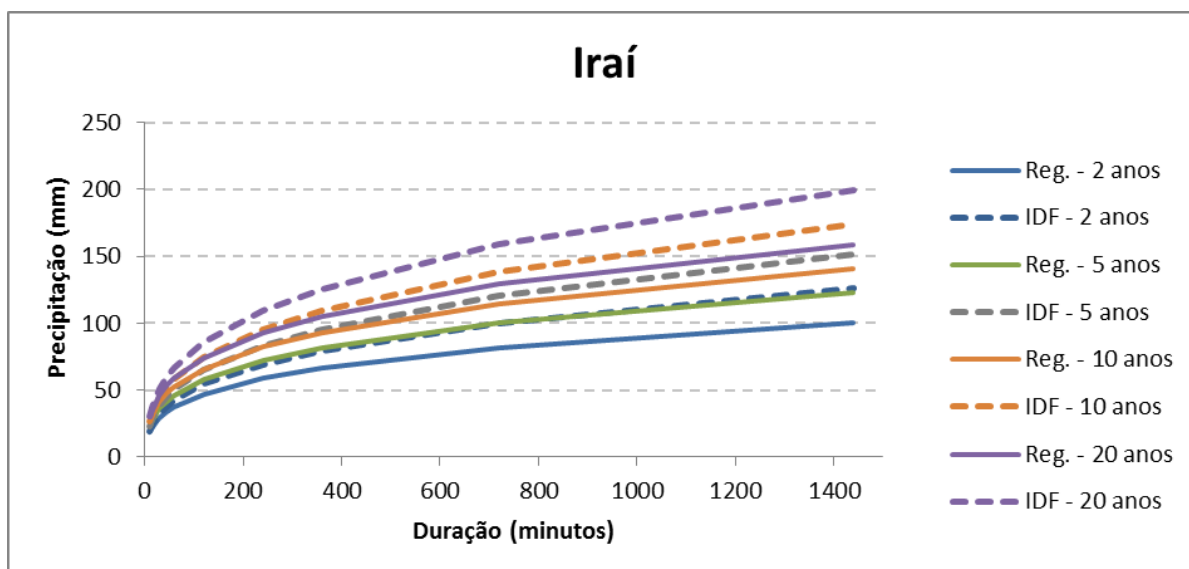
Regional /Relação - Espumoso					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	43,83	43,96	0,13	0,28%
5	60	53,98	53,14	-0,84	-1,58%
10	60	61,65	59,21	-2,44	-4,12%
15	60	66,14	62,64	-3,49	-5,58%
20	60	69,32	65,04	-4,28	-6,59%
30	60	73,81	68,39	-5,42	-7,92%



Regional /Relação - Guaíba Country Club					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,85	35,58	3,73	10,48%
10	15	39,36	43,86	4,49	10,25%
10	20	44,87	49,02	4,16	8,48%
10	30	52,89	54,89	2,00	3,64%
10	45	61,23	60,73	-0,49	-0,81%
10	60	67,34	62,85	-4,49	-7,14%
10	120	82,77	69,43	-13,34	-19,22%
10	240	99,25	83,47	-15,78	-18,91%
10	360	109,41	100,46	-8,95	-8,91%
10	720	127,71	137,10	9,39	6,85%
10	1440	147,25	151,68	4,43	2,92%

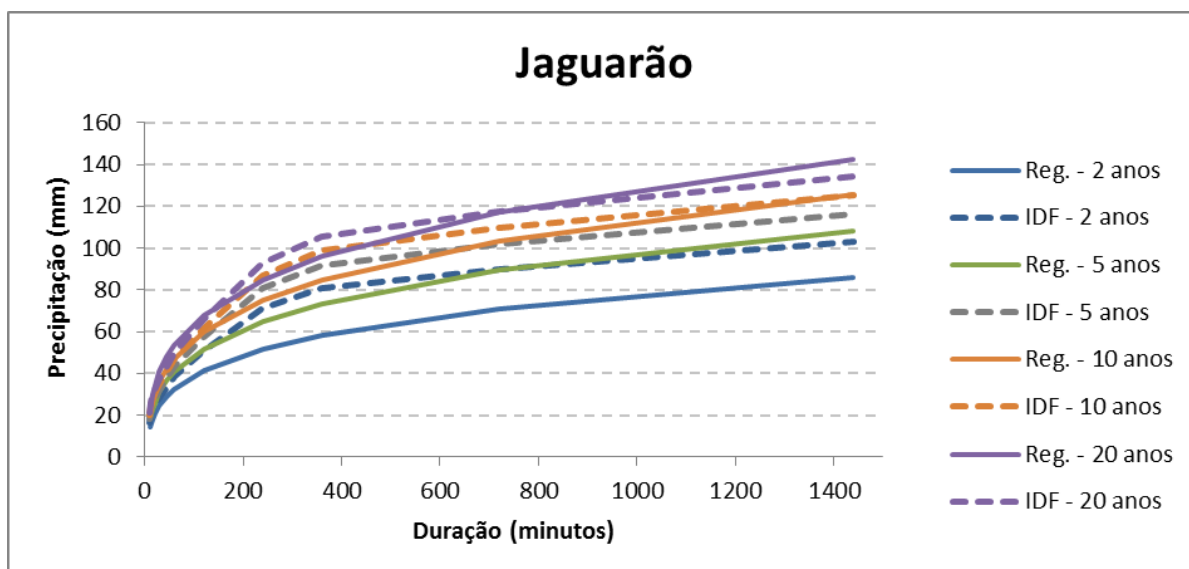
Regional /Relação - Guaíba Country Club					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	47,88	37,92	-9,95	-26,25%
5	60	58,96	52,92	-6,04	-11,40%
10	60	67,34	62,85	-4,49	-7,14%
15	60	72,24	68,45	-3,79	-5,53%
20	60	75,72	72,38	-3,34	-4,62%
30	60	80,62	77,86	-2,76	-3,55%





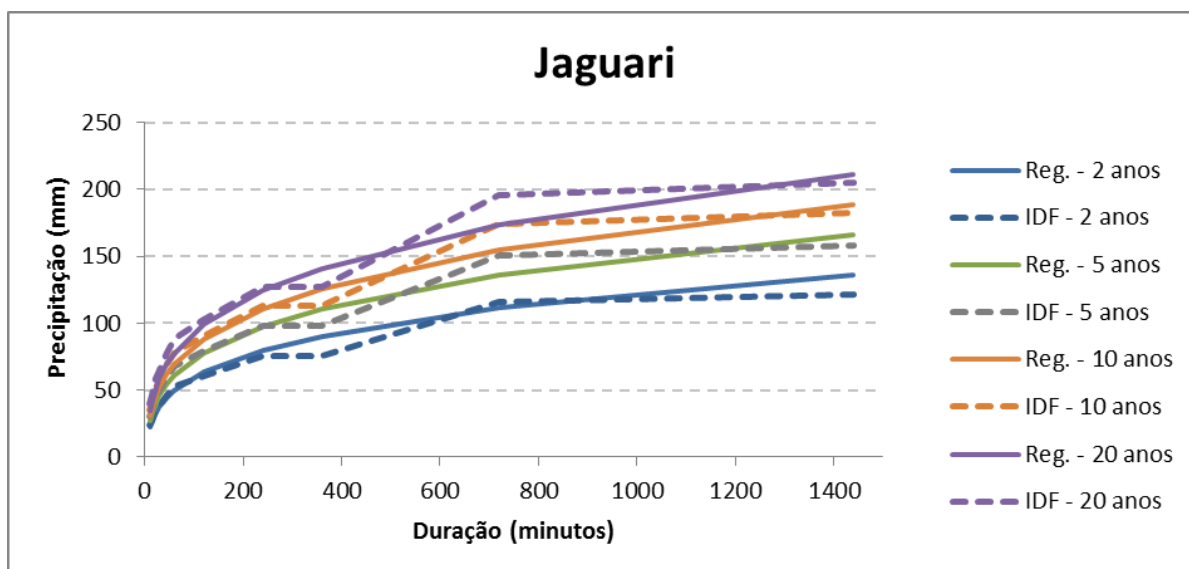
Regional /IDF - Iraí					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,77	26,48	-0,29	-1,11%
10	15	31,58	32,53	0,95	2,91%
10	20	35,32	37,20	1,88	5,05%
10	30	41,07	44,33	3,25	7,33%
10	45	47,47	52,17	4,70	9,02%
10	60	52,43	58,24	5,81	9,98%
10	120	66,02	74,93	8,91	11,90%
10	240	82,28	95,32	13,05	13,69%
10	360	93,23	109,41	16,18	14,79%
10	720	114,85	138,09	23,24	16,83%
10	1440	140,71	173,94	33,23	19,10%

Regional /IDF - Iraí					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,32	42,21	4,89	11,59%
5	60	45,92	50,70	4,78	9,43%
10	60	52,43	58,24	5,81	9,98%
15	60	56,24	63,16	6,92	10,96%
20	60	58,94	66,90	7,96	11,90%
30	60	62,74	72,55	9,81	13,52%



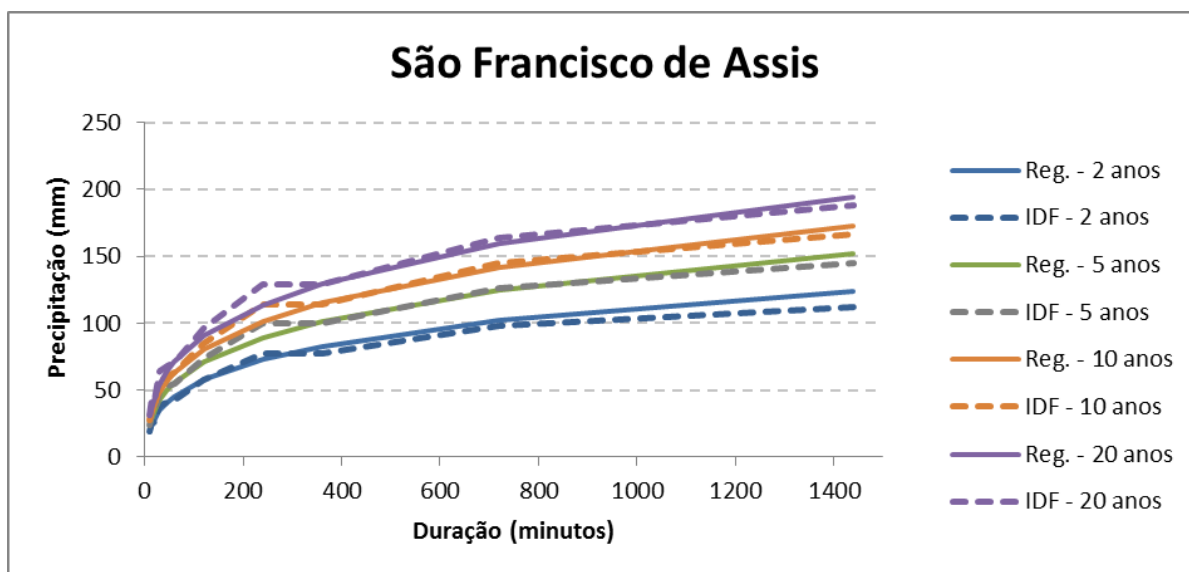
Regional /Relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,19	19,90	-1,29	-6,49%
10	15	26,20	28,97	2,76	9,54%
10	20	30,03	29,95	-0,07	-0,24%
10	30	35,83	34,76	-1,07	-3,07%
10	45	42,15	40,77	-1,37	-3,37%
10	60	46,97	46,87	-0,10	-0,21%
10	120	59,88	61,65	1,77	2,88%
10	240	74,82	86,76	11,94	13,76%
10	360	84,63	98,87	14,25	14,41%
10	720	103,48	109,65	6,18	5,63%
10	1440	125,30	125,51	0,21	0,17%

Regional /Relação - Jaguarão					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	32,26	38,41	6,16	16,03%
5	60	40,63	43,50	2,87	6,59%
10	60	46,97	46,87	-0,10	-0,21%
15	60	50,68	48,78	-1,90	-3,90%
20	60	53,31	50,11	-3,20	-6,39%
30	60	57,02	51,97	-5,05	-9,72%



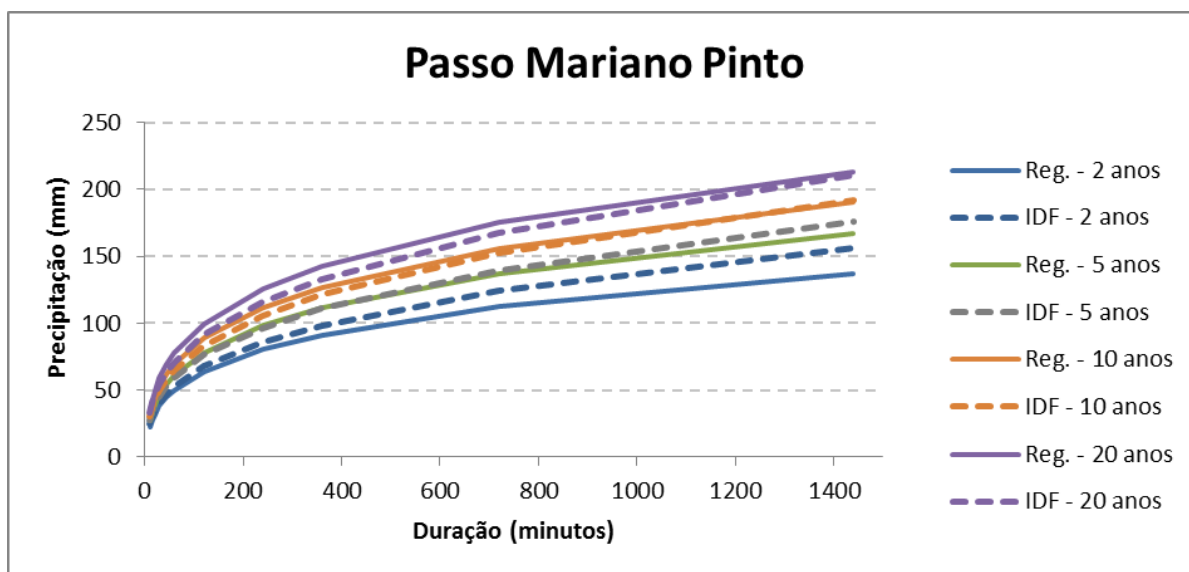
Regional /Relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,80	35,36	4,56	12,88%
10	15	38,13	41,30	3,17	7,67%
10	20	43,75	50,08	6,33	12,64%
10	30	52,31	57,74	5,43	9,40%
10	45	61,69	69,78	8,08	11,58%
10	60	68,89	78,60	9,71	12,35%
10	120	88,27	90,89	2,62	2,88%
10	240	110,91	113,09	2,18	1,93%
10	360	125,89	113,09	-12,80	-11,32%
10	720	154,89	173,84	18,94	10,90%
10	1440	188,79	182,26	-6,52	-3,58%

Regional /Relação - Jaguarí					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	49,49	52,42	2,93	5,59%
5	60	60,54	68,17	7,63	11,20%
10	60	68,89	78,60	9,71	12,35%
15	60	73,78	84,48	10,70	12,67%
20	60	77,24	88,60	11,35	12,81%
30	60	82,13	94,35	12,22	12,95%



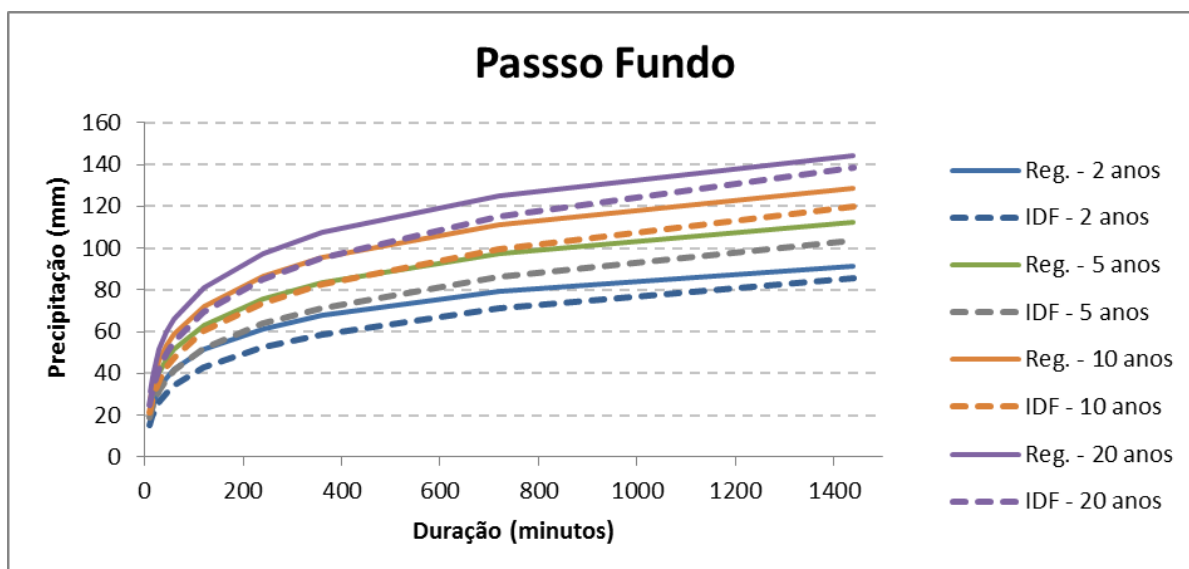
Regional /Relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,23	27,66	-0,57	-2,05%
10	15	34,94	39,51	4,56	11,55%
10	20	40,09	38,00	-2,10	-5,51%
10	30	47,94	57,03	9,09	15,94%
10	45	56,54	60,70	4,16	6,86%
10	60	63,13	63,26	0,13	0,21%
10	120	80,89	85,06	4,17	4,90%
10	240	101,64	114,43	12,79	11,17%
10	360	115,37	114,43	-0,94	-0,82%
10	720	141,95	145,22	3,27	2,25%
10	1440	173,01	167,03	-5,98	-3,58%

Regional /Relação - São Francisco de Assis					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,36	42,50	-2,86	-6,73%
5	60	55,48	54,99	-0,49	-0,88%
10	60	63,13	63,26	0,13	0,21%
15	60	67,61	67,93	0,32	0,47%
20	60	70,79	71,20	0,41	0,58%
30	60	75,27	75,76	0,50	0,65%



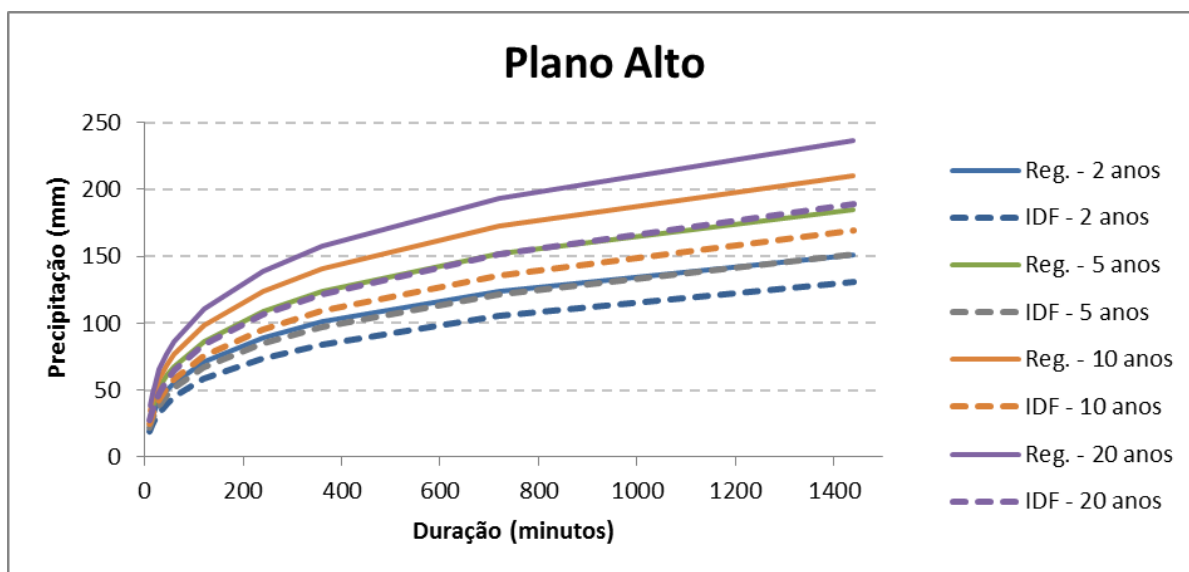
Regional /IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,08	30,56	-0,51	-1,68%
10	15	38,47	37,12	-1,35	-3,63%
10	20	44,14	42,16	-1,97	-4,68%
10	30	52,77	49,87	-2,90	-5,82%
10	45	62,24	58,38	-3,86	-6,61%
10	60	69,50	64,98	-4,51	-6,95%
10	120	89,04	83,23	-5,81	-6,99%
10	240	111,89	105,63	-6,26	-5,93%
10	360	127,00	121,14	-5,86	-4,84%
10	720	156,26	152,77	-3,49	-2,29%
10	1440	190,45	192,34	1,89	0,98%

Regional /IDF - Passo Mariano Pinto					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	49,93	52,72	2,79	5,29%
5	60	61,07	59,38	-1,69	-2,84%
10	60	69,50	64,98	-4,51	-6,95%
15	60	74,43	68,50	-5,93	-8,65%
20	60	77,93	71,11	-6,81	-9,58%
30	60	82,86	74,96	-7,89	-10,53%



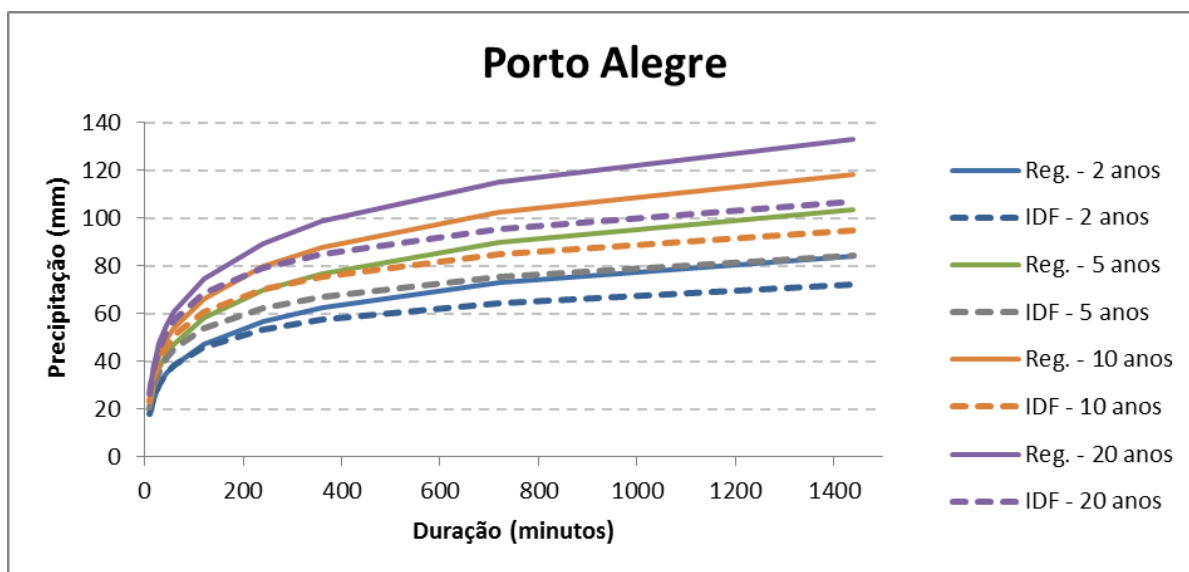
Regional /IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,76	21,44	-6,32	-29,47%
10	15	34,31	26,81	-7,50	-27,99%
10	20	39,11	30,88	-8,23	-26,64%
10	30	46,10	36,93	-9,17	-24,84%
10	45	53,37	43,28	-10,09	-23,31%
10	60	58,69	47,97	-10,72	-22,36%
10	120	72,15	60,05	-12,10	-20,15%
10	240	86,51	73,60	-12,92	-17,55%
10	360	95,37	82,43	-12,94	-15,70%
10	720	111,31	99,50	-11,82	-11,88%
10	1440	128,35	119,62	-8,72	-7,29%

Regional /IDF - Passo Fundo					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	41,73	34,21	-7,52	-21,98%
5	60	51,39	41,47	-9,92	-23,91%
10	60	58,69	47,97	-10,72	-22,36%
15	60	62,97	52,23	-10,73	-20,55%
20	60	66,00	55,49	-10,51	-18,95%
30	60	70,27	60,42	-9,86	-16,31%



Regional /IDF - Plano Alto					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	34,38	24,25	-10,12	-41,74%
10	15	42,55	30,72	-11,83	-38,53%
10	20	48,82	35,76	-13,06	-36,54%
10	30	58,38	43,45	-14,93	-34,37%
10	45	68,85	51,80	-17,05	-32,91%
10	60	76,88	58,16	-18,72	-32,19%
10	120	98,50	75,18	-23,32	-31,02%
10	240	123,77	95,26	-28,51	-29,93%
10	360	140,49	108,83	-31,66	-29,09%
10	720	172,85	135,94	-36,91	-27,15%
10	1440	210,68	169,17	-41,51	-24,54%

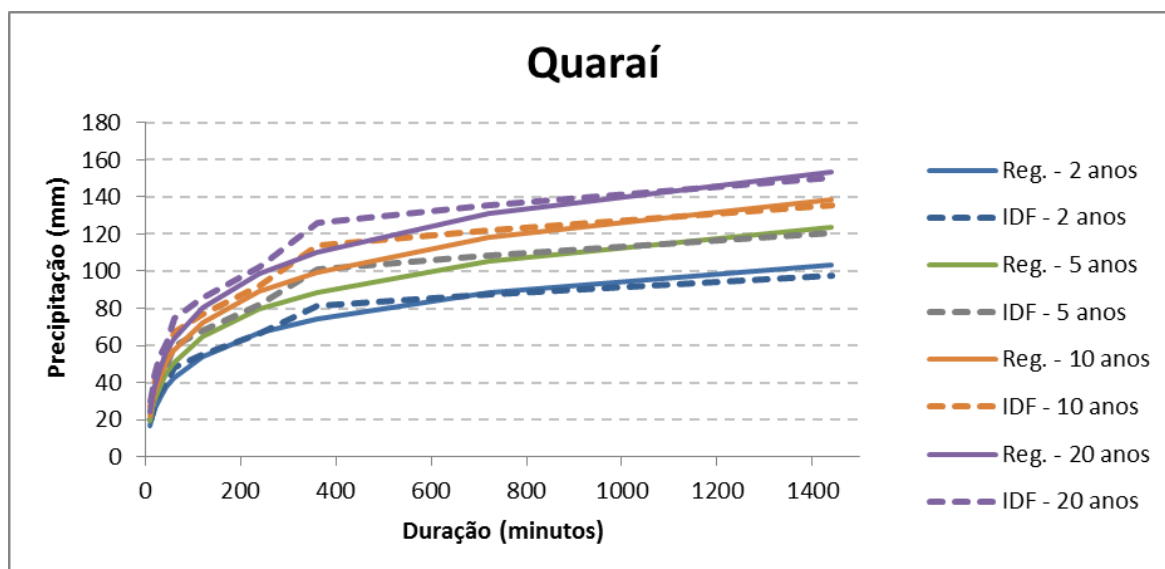
Regional /IDF - Plano Alto					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	55,23	44,95	-10,28	-22,86%
5	60	67,56	52,05	-15,50	-29,78%
10	60	76,88	58,16	-18,72	-32,19%
15	60	82,33	62,06	-20,28	-32,68%
20	60	86,20	64,98	-21,22	-32,66%
30	60	91,66	69,33	-22,32	-32,19%



Regional /IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,56	23,54	-2,02	-8,60%
10	15	31,59	29,58	-2,01	-6,79%
10	20	36,01	34,07	-1,94	-5,70%
10	30	42,45	40,46	-1,99	-4,93%
10	45	49,14	46,71	-2,43	-5,21%
10	60	54,05	51,00	-3,05	-5,98%
10	120	66,43	60,80	-5,63	-9,27%
10	240	79,66	70,10	-9,57	-13,65%
10	360	87,82	75,48	-12,34	-16,35%
10	720	102,50	84,88	-17,63	-20,77%
10	1440	118,19	94,82	-23,37	-24,65%

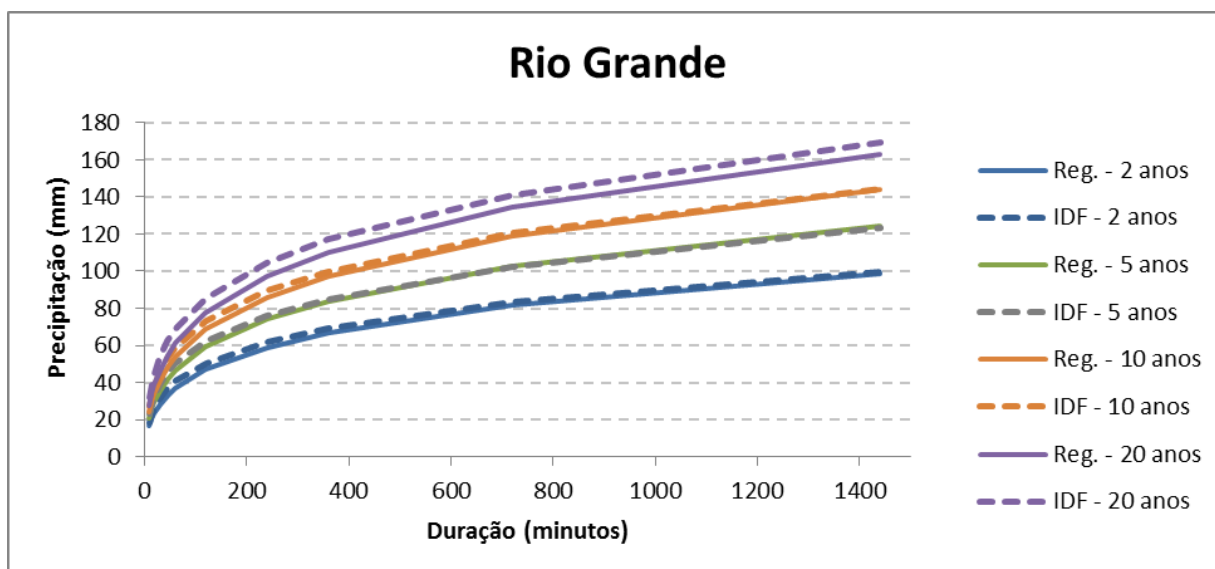
Regional /IDF - Porto Alegre					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,43	38,73	0,30	0,78%
5	60	47,32	45,30	-2,02	-4,46%
10	60	54,05	51,00	-3,05	-5,98%
15	60	57,98	54,66	-3,32	-6,08%
20	60	60,78	57,42	-3,36	-5,85%
30	60	64,71	61,54	-3,17	-5,15%





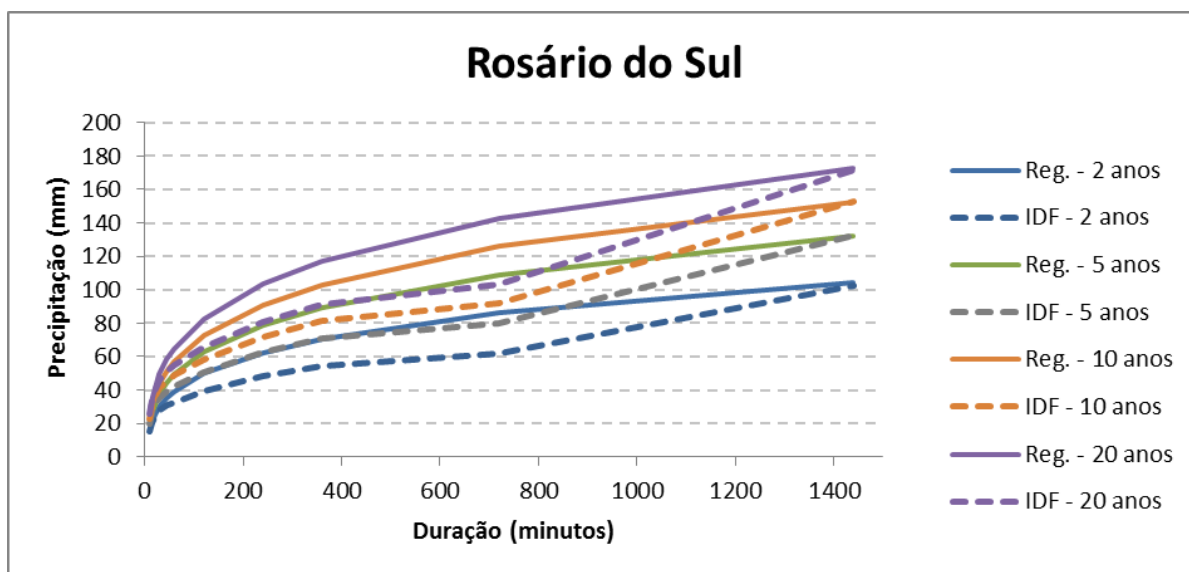
Regional /Relação - Quaraí					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	22,10	27,29	5,20	19,04%
10	15	29,43	33,53	4,11	12,25%
10	20	34,83	39,20	4,38	11,16%
10	30	42,73	48,20	5,46	11,34%
10	45	50,99	55,77	4,78	8,57%
10	60	57,07	67,30	10,23	15,20%
10	120	72,53	76,85	4,32	5,62%
10	240	89,19	92,39	3,19	3,46%
10	360	99,54	113,96	14,42	12,65%
10	720	118,31	122,00	3,70	3,03%
10	1440	138,54	135,71	-2,84	-2,09%

Regional /Relação - Quaraí					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,59	48,26	5,67	11,75%
5	60	50,83	59,72	8,88	14,88%
10	60	57,07	67,30	10,23	15,20%
15	60	60,72	71,58	10,86	15,18%
20	60	63,31	74,58	11,27	15,11%
30	60	66,96	78,77	11,81	15,00%



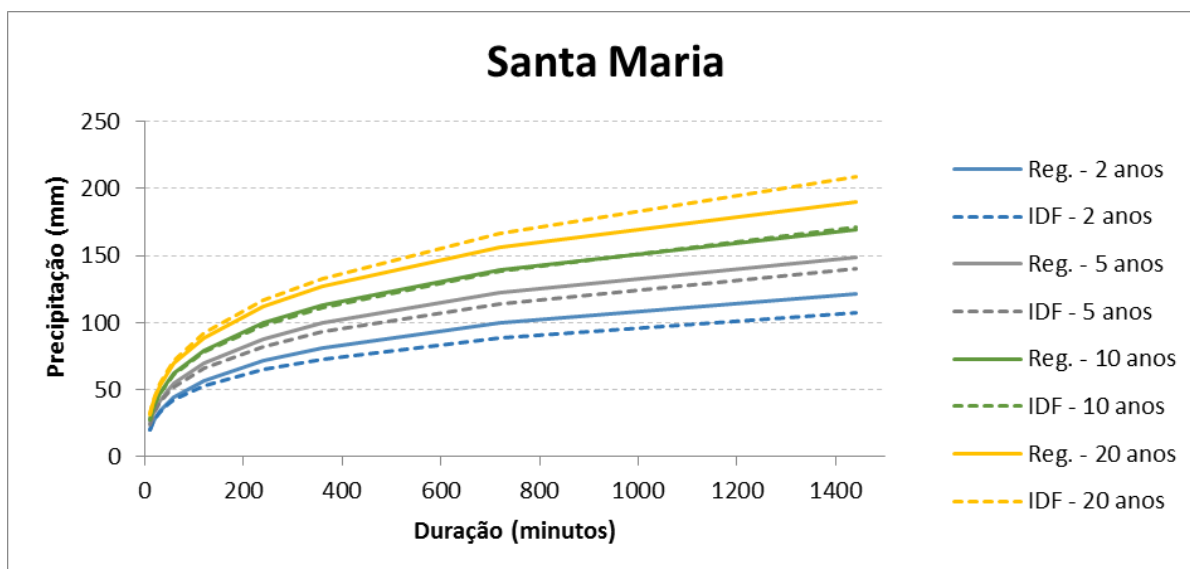
Regional /IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,31	27,04	2,73	10,11%
10	15	30,05	33,48	3,43	10,24%
10	20	34,44	38,34	3,90	10,18%
10	30	41,09	45,52	4,43	9,72%
10	45	48,34	53,05	4,70	8,87%
10	60	53,88	58,61	4,74	8,08%
10	120	68,68	72,99	4,32	5,91%
10	240	85,82	89,21	3,39	3,80%
10	360	97,07	99,82	2,75	2,75%
10	720	118,69	120,37	1,68	1,39%
10	1440	143,72	144,65	0,92	0,64%

Regional /IDF - Rio Grande					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,00	40,48	3,48	8,60%
5	60	46,61	49,98	3,37	6,74%
10	60	53,88	58,61	4,74	8,08%
15	60	58,13	64,34	6,21	9,66%
20	60	61,15	68,74	7,60	11,05%
30	60	65,40	75,46	10,07	13,34%



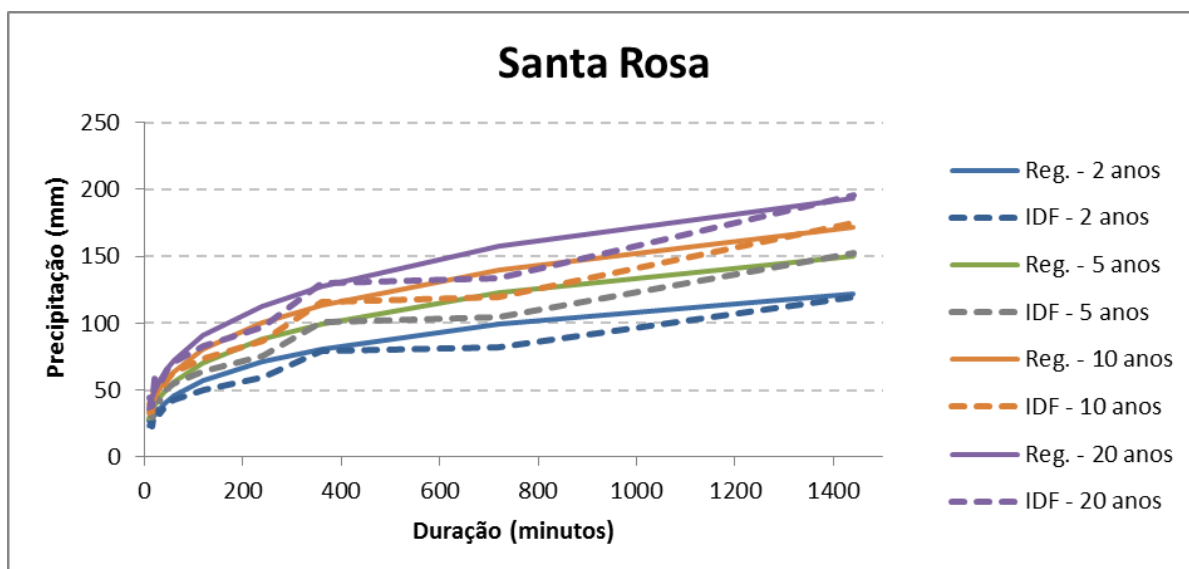
Regional /Relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,77	22,73	-3,04	-13,38%
10	15	31,86	30,06	-1,80	-5,98%
10	20	36,51	35,26	-1,25	-3,55%
10	30	43,56	41,18	-2,39	-5,80%
10	45	51,25	45,50	-5,75	-12,64%
10	60	57,12	48,78	-8,34	-17,10%
10	120	72,81	58,38	-14,43	-24,72%
10	240	90,98	71,63	-19,35	-27,01%
10	360	102,91	81,17	-21,74	-26,79%
10	720	125,83	92,03	-33,80	-36,72%
10	1440	152,36	152,62	0,26	0,17%

Regional /Relação - Rosário do Sul					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,22	32,86	-6,36	-19,35%
5	60	49,41	42,44	-6,97	-16,43%
10	60	57,12	48,78	-8,34	-17,10%
15	60	61,63	52,36	-9,27	-17,71%
20	60	64,82	54,86	-9,97	-18,17%
30	60	69,33	58,36	-10,97	-18,80%



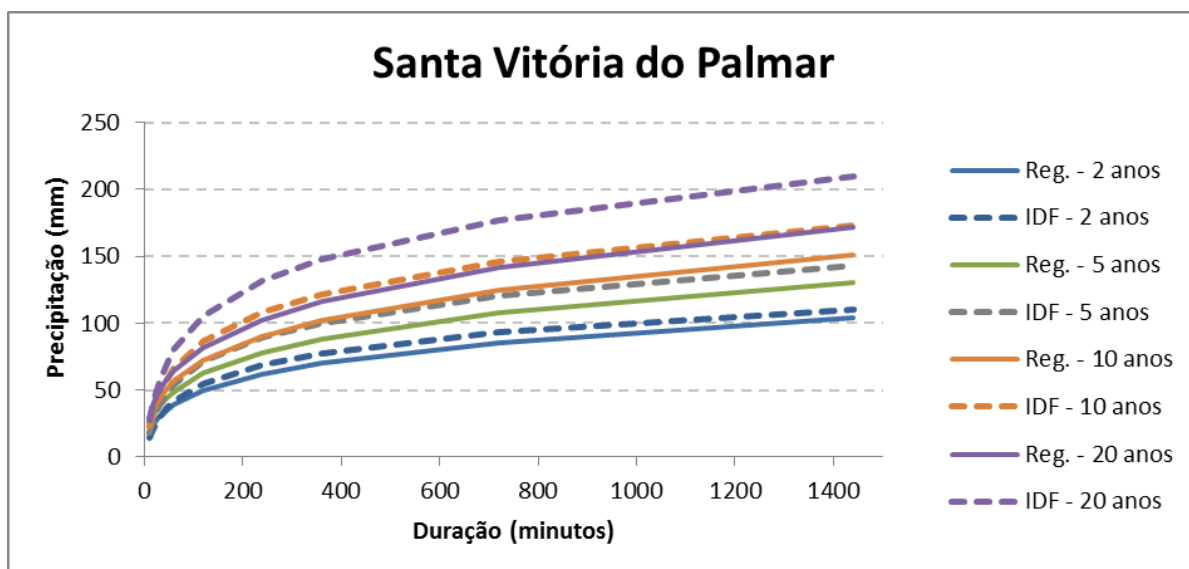
Regional /IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,69	27,67	-0,02	-0,05%
10	15	34,28	34,24	-0,04	-0,11%
10	20	39,33	39,26	-0,06	-0,16%
10	30	47,02	46,85	-0,18	-0,38%
10	45	55,46	55,05	-0,41	-0,75%
10	60	61,93	61,28	-0,65	-1,05%
10	120	79,34	78,03	-1,31	-1,68%
10	240	99,70	97,90	-1,80	-1,84%
10	360	113,16	111,35	-1,82	-1,63%
10	720	139,23	138,25	-0,99	-0,71%
10	1440	169,70	171,18	1,48	0,86%

Regional /IDF - Santa Maria					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	44,49	42,48	-2,01	-4,73%
5	60	54,42	52,37	-2,04	-3,90%
10	60	61,93	61,28	-0,65	-1,05%
15	60	66,32	67,14	0,82	1,23%
20	60	69,43	71,62	2,19	3,06%
30	60	73,83	78,43	4,60	5,86%



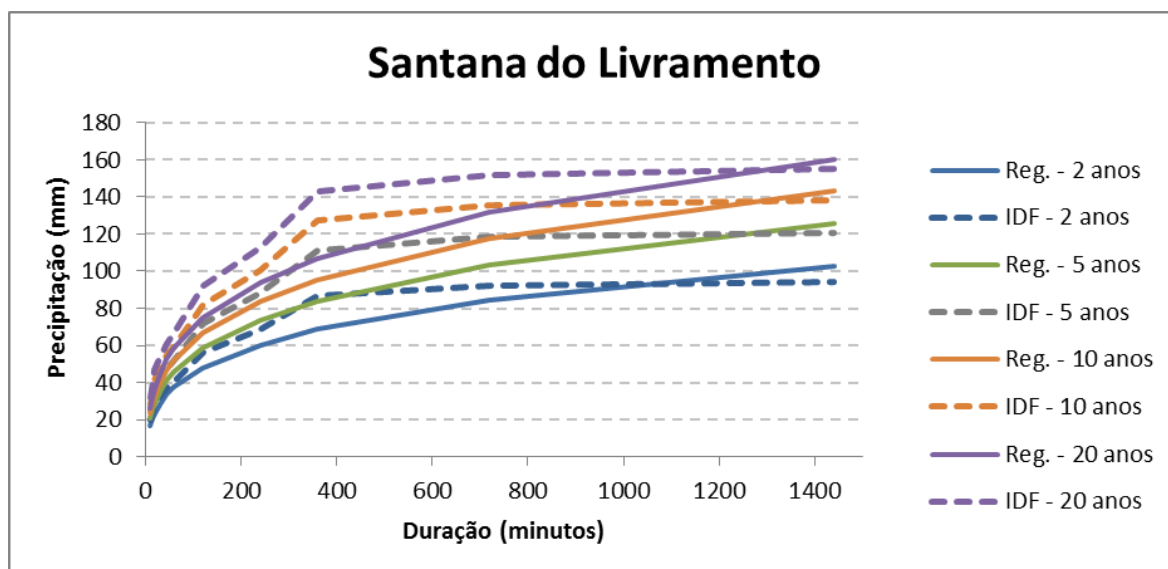
Regional /Relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	32,70	39,70	7,01	17,65%
10	15	38,57	33,72	-4,85	-14,40%
10	20	43,13	52,41	9,28	17,71%
10	30	50,16	47,78	-2,38	-4,98%
10	45	57,97	57,93	-0,04	-0,06%
10	60	64,03	62,87	-1,16	-1,84%
10	120	80,62	73,85	-6,78	-9,18%
10	240	100,48	86,73	-13,75	-15,86%
10	360	113,86	115,76	1,90	1,64%
10	720	140,25	119,47	-20,78	-17,39%
10	1440	171,84	174,96	3,12	1,78%

Regional /Relação - Santa Rosa					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,58	42,96	-2,62	-6,10%
5	60	56,08	54,93	-1,15	-2,09%
10	60	64,03	62,87	-1,16	-1,84%
15	60	68,68	67,34	-1,33	-1,98%
20	60	71,97	70,48	-1,50	-2,13%
30	60	76,62	74,86	-1,77	-2,36%



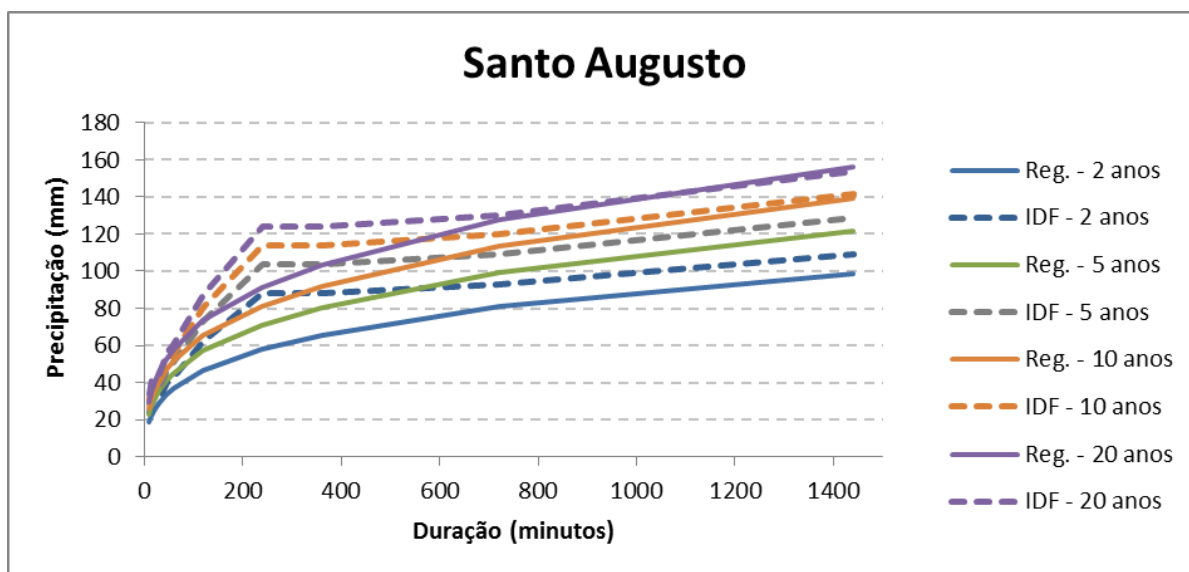
Regional /IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,57	22,40	-3,18	-14,18%
10	15	31,62	30,12	-1,50	-4,98%
10	20	36,24	36,50	0,26	0,71%
10	30	43,24	46,57	3,33	7,16%
10	45	50,86	57,62	6,76	11,73%
10	60	56,69	65,87	9,18	13,94%
10	120	72,26	86,59	14,33	16,55%
10	240	90,29	108,27	17,98	16,61%
10	360	102,13	121,57	19,44	15,99%
10	720	124,88	145,94	21,06	14,43%
10	1440	151,22	173,22	22,00	12,70%

Regional /IDF - Santa Vitória do Palmar					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	38,93	41,97	3,05	7,26%
5	60	49,04	54,25	5,21	9,61%
10	60	56,69	65,87	9,18	13,94%
15	60	61,16	73,79	12,63	17,11%
20	60	64,33	79,98	15,64	19,56%
30	60	68,81	89,59	20,79	23,20%



Regional /Relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	23,34	28,77	5,43	18,87%
10	15	28,89	36,46	7,57	20,76%
10	20	33,15	41,53	8,38	20,17%
10	30	39,64	46,94	7,30	15,55%
10	45	46,75	54,69	7,94	14,53%
10	60	52,20	59,70	7,50	12,56%
10	120	66,88	82,28	15,40	18,71%
10	240	84,04	100,56	16,52	16,42%
10	360	95,40	127,45	32,05	25,15%
10	720	117,37	135,44	18,07	13,34%
10	1440	143,05	138,11	-4,94	-3,58%

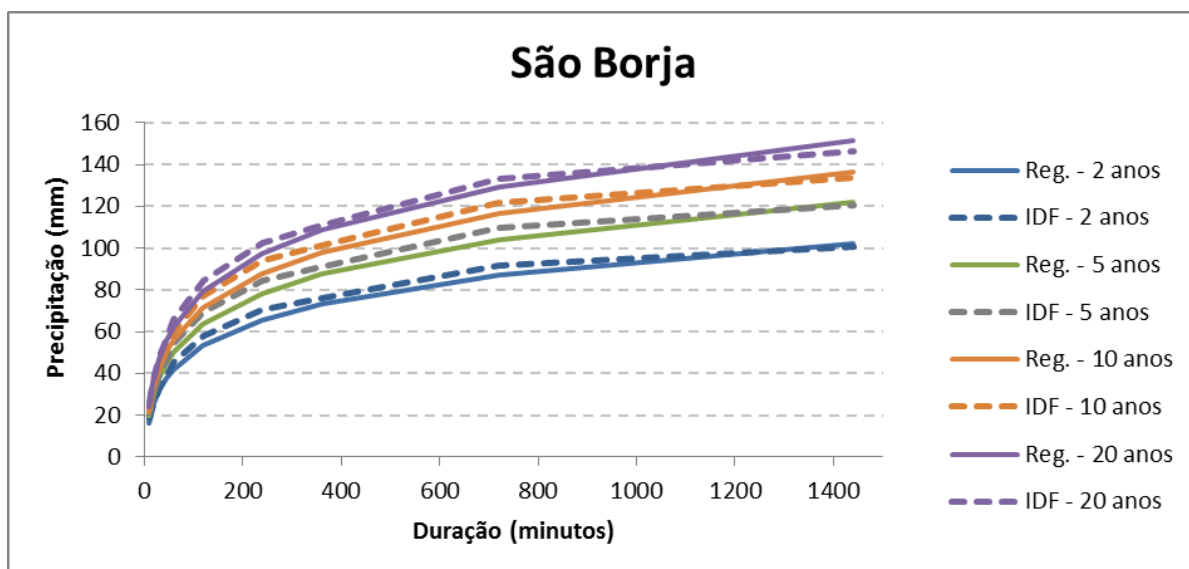
Regional /Relação - Santana do Livramento					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,50	40,77	3,27	8,02%
5	60	45,87	52,16	6,29	12,06%
10	60	52,20	59,70	7,50	12,56%
15	60	55,90	63,96	8,05	12,59%
20	60	58,53	66,93	8,40	12,55%
30	60	62,24	71,10	8,86	12,46%



Regional /Relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,45	31,14	4,69	15,07%
10	15	31,20	38,59	7,39	19,15%
10	20	34,89	38,81	3,92	10,11%
10	30	40,57	41,17	0,60	1,45%
10	45	46,89	51,77	4,88	9,43%
10	60	51,79	55,64	3,85	6,91%
10	120	65,21	80,71	15,49	19,20%
10	240	81,28	113,91	32,63	28,65%
10	360	92,10	113,98	21,88	19,20%
10	720	113,45	119,77	6,32	5,28%
10	1440	139,00	141,52	2,52	1,78%

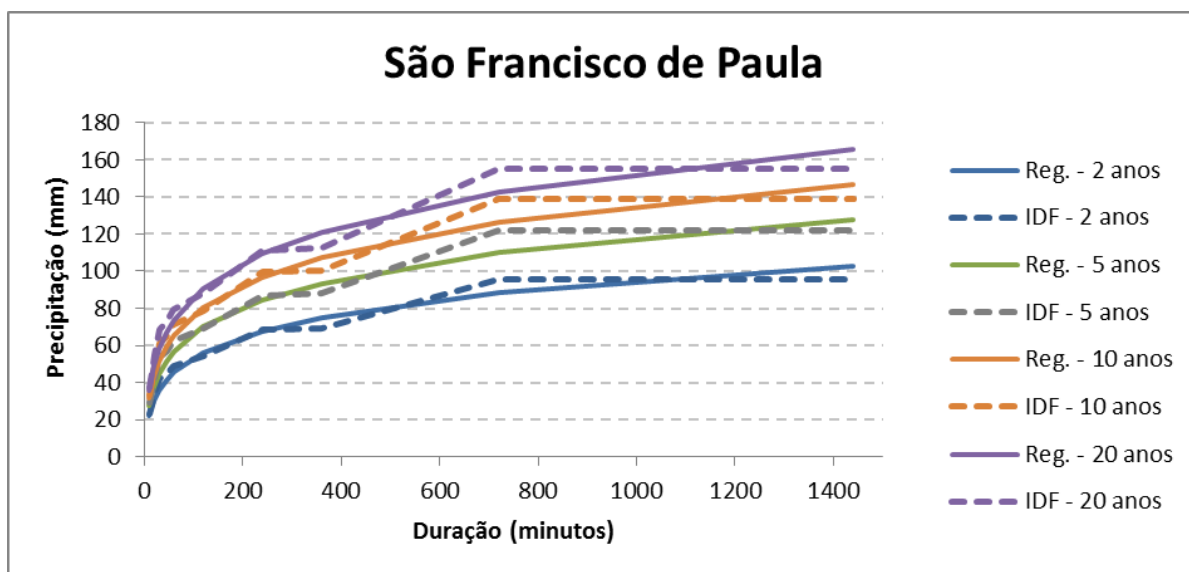
Regional /Relação - Santo Augusto					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36,87	43,00	6,14	14,27%
5	60	45,36	50,60	5,24	10,36%
10	60	51,79	55,64	3,85	6,91%
15	60	55,55	58,47	2,92	5,00%
20	60	58,22	60,46	2,24	3,71%
30	60	61,98	63,24	1,26	1,99%





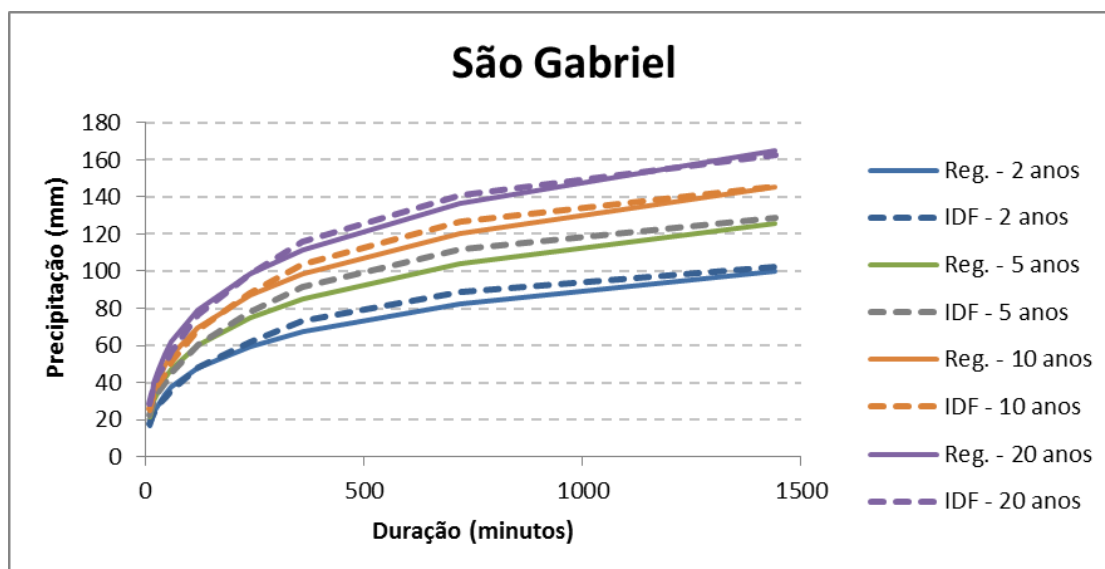
Regional /Relação - São Borja					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	21,79	23,86	2,07	8,66%
10	15	29,02	30,65	1,63	5,32%
10	20	34,35	35,63	1,28	3,59%
10	30	42,14	44,16	2,02	4,57%
10	45	50,29	52,37	2,08	3,97%
10	60	56,28	59,92	3,63	6,06%
10	120	71,53	76,89	5,36	6,97%
10	240	87,96	93,80	5,84	6,22%
10	360	98,17	101,09	2,93	2,90%
10	720	116,68	121,52	4,84	3,98%
10	1440	136,63	133,84	-2,80	-2,09%

Regional /Relação - São Borja					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	42,00	45,09	3,09	6,85%
5	60	50,13	54,01	3,88	7,18%
10	60	56,28	59,92	3,63	6,06%
15	60	59,88	63,25	3,36	5,32%
20	60	62,44	65,59	3,15	4,80%
30	60	66,04	68,84	2,81	4,08%



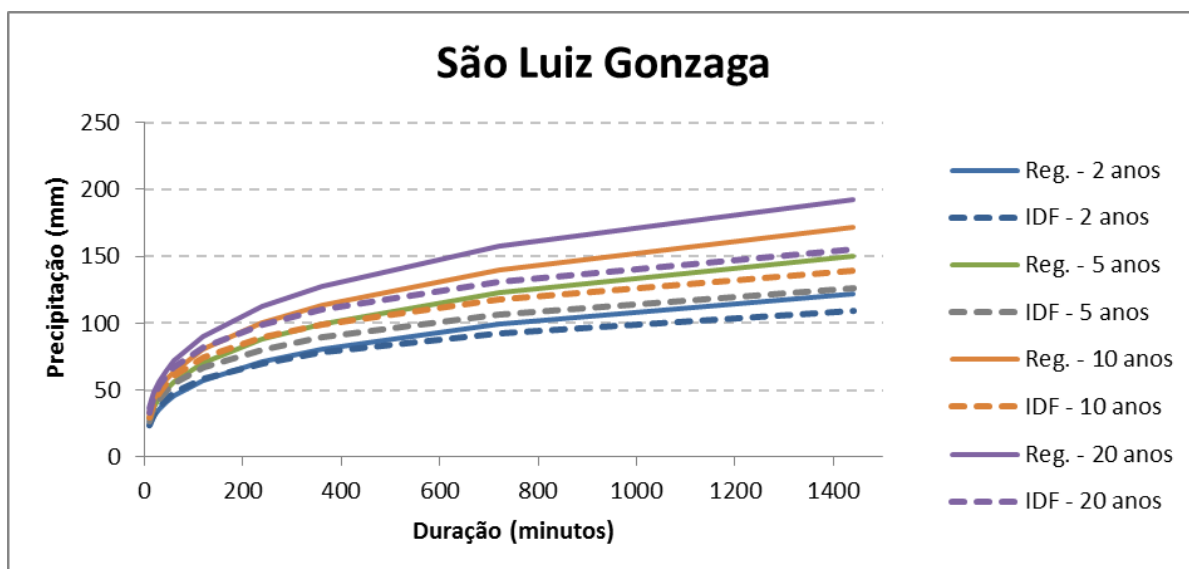
Regional /Relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	31,47	33,60	2,14	6,36%
10	15	38,46	40,47	2,00	4,95%
10	20	43,64	48,89	5,24	10,72%
10	30	51,26	61,33	10,07	16,41%
10	45	59,27	65,28	6,01	9,20%
10	60	65,21	71,01	5,81	8,18%
10	120	80,39	78,85	-1,55	-1,96%
10	240	96,94	99,34	2,41	2,42%
10	360	107,29	100,66	-6,63	-6,58%
10	720	126,23	138,93	12,70	9,14%
10	1440	146,87	138,93	-7,93	-5,71%

Regional /Relação - São Francisco de Paula					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,54	49,03	3,50	7,13%
5	60	56,74	62,26	5,52	8,87%
10	60	65,21	71,01	5,81	8,18%
15	60	70,16	75,95	5,79	7,63%
20	60	73,68	79,41	5,73	7,22%
30	60	78,63	84,24	5,61	6,66%



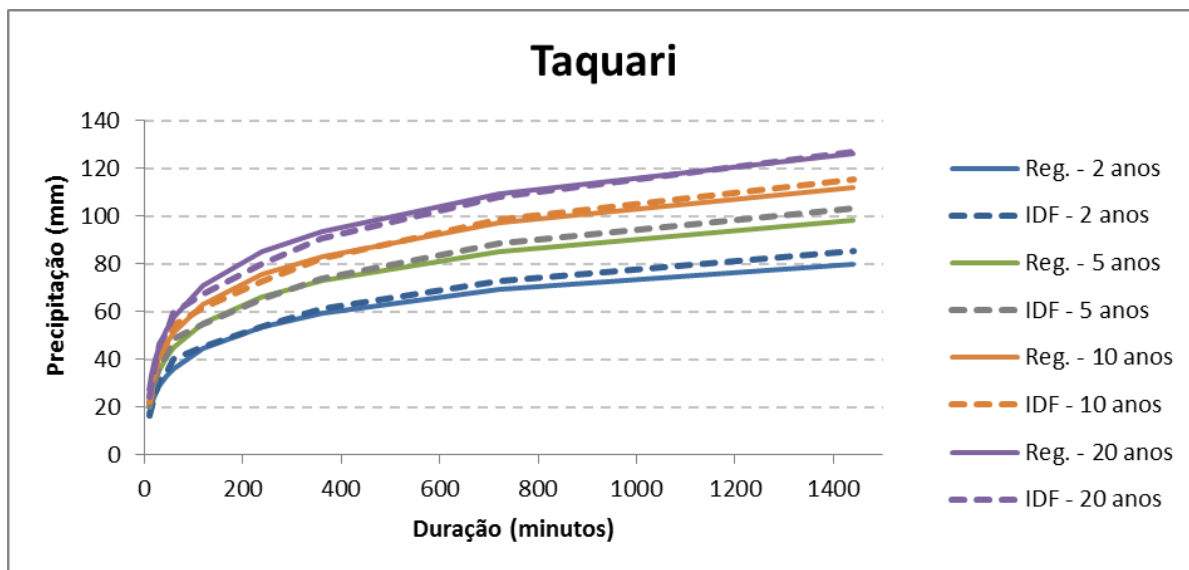
Regional /Relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,62	25,57	0,95	3,70%
10	15	30,44	30,45	0,01	0,02%
10	20	34,89	34,02	-0,87	-2,56%
10	30	41,63	39,37	-2,25	-5,72%
10	45	48,97	45,09	-3,87	-8,59%
10	60	54,57	51,51	-3,07	-5,95%
10	120	69,57	68,60	-0,97	-1,42%
10	240	86,93	88,15	1,23	1,39%
10	360	98,33	104,00	5,67	5,45%
10	720	120,23	126,43	6,20	4,91%
10	1440	145,58	145,83	0,25	0,17%

Regional /Relação - São Gabriel					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	37,48	36,24	-1,23	-3,40%
5	60	47,21	45,43	-1,78	-3,92%
10	60	54,57	51,51	-3,07	-5,95%
15	60	58,88	54,94	-3,94	-7,18%
20	60	61,94	57,34	-4,60	-8,02%
30	60	66,25	60,70	-5,55	-9,14%



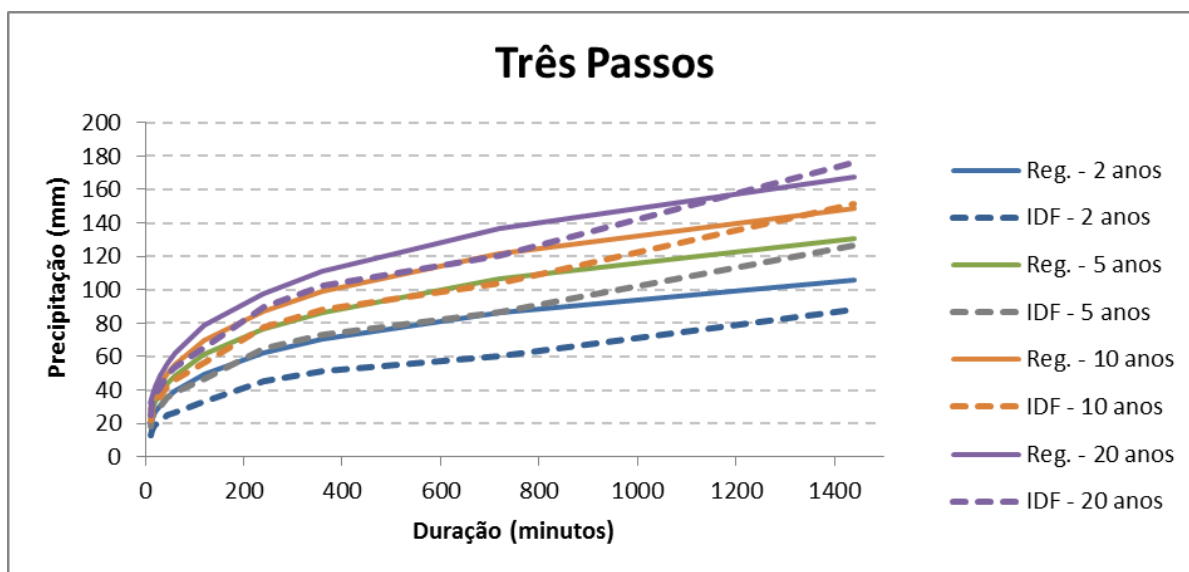
Regional /IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	32,62	29,73	-2,89	-9,74%
10	15	38,48	36,26	-2,22	-6,11%
10	20	43,03	41,11	-1,92	-4,68%
10	30	50,04	48,15	-1,89	-3,93%
10	45	57,83	55,43	-2,41	-4,34%
10	60	63,88	60,75	-3,13	-5,15%
10	120	80,43	74,33	-6,10	-8,21%
10	240	100,24	89,40	-10,84	-12,12%
10	360	113,59	99,16	-14,44	-14,56%
10	720	139,92	117,84	-22,09	-18,74%
10	1440	171,43	139,60	-31,83	-22,80%

Regional /IDF - São Luiz Gonzaga					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,47	47,72	2,25	4,72%
5	60	55,95	54,75	-1,20	-2,19%
10	60	63,88	60,75	-3,13	-5,15%
15	60	68,52	64,56	-3,95	-6,12%
20	60	71,81	67,41	-4,40	-6,52%
30	60	76,44	71,64	-4,81	-6,71%



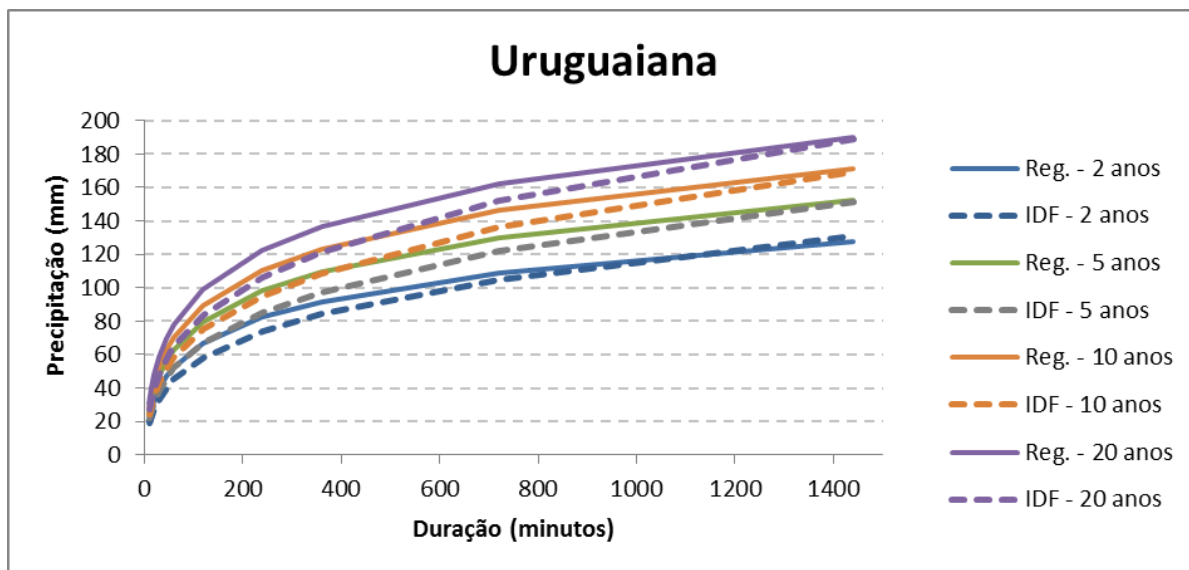
Regional /Relação - Taquari					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	24,25	22,17	-2,08	-9,37%
10	15	29,97	27,92	-2,05	-7,33%
10	20	34,16	33,84	-0,31	-0,93%
10	30	40,26	42,08	1,81	4,30%
10	45	46,61	47,04	0,43	0,91%
10	60	51,26	54,17	2,90	5,36%
10	120	63,01	61,47	-1,55	-2,52%
10	240	75,56	72,96	-2,60	-3,56%
10	360	83,29	82,32	-0,98	-1,19%
10	720	97,22	98,55	1,33	1,35%
10	1440	112,10	115,47	3,37	2,92%

Regional /Relação - Taquari					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36,45	40,14	3,69	9,19%
5	60	44,88	48,58	3,69	7,60%
10	60	51,26	54,17	2,90	5,36%
15	60	55,00	57,32	2,32	4,05%
20	60	57,65	59,52	1,88	3,16%
30	60	61,38	62,61	1,23	1,97%



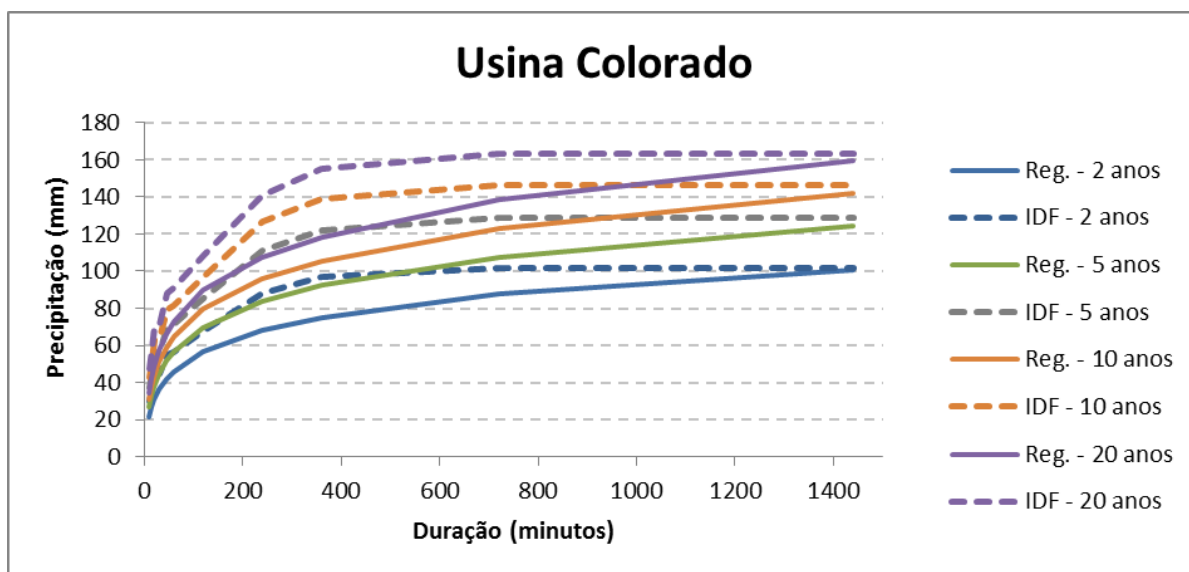
Regional /Relação - Três Passos					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	28,35	21,85	-6,50	-29,75%
10	15	33,44	27,98	-5,46	-19,52%
10	20	37,39	32,46	-4,93	-15,20%
10	30	43,49	35,46	-8,02	-22,63%
10	45	50,26	42,49	-7,77	-18,28%
10	60	55,51	46,14	-9,37	-20,31%
10	120	69,90	56,54	-13,36	-23,63%
10	240	87,11	77,45	-9,66	-12,47%
10	360	98,71	88,13	-10,58	-12,01%
10	720	121,59	103,67	-17,93	-17,29%
10	1440	148,97	151,68	2,70	1,78%

Regional /Relação - Três Passos					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	39,51	26,88	-12,63	-47,01%
5	60	48,62	38,47	-10,15	-26,39%
10	60	55,51	46,14	-9,37	-20,31%
15	60	59,54	50,46	-9,08	-17,98%
20	60	62,40	53,49	-8,90	-16,64%
30	60	66,43	57,72	-8,70	-15,08%



Regional /IDF - Uruguiana					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	27,31	24,25	-3,05	-12,59%
10	15	36,37	30,72	-5,65	-18,39%
10	20	43,04	35,76	-7,28	-20,36%
10	30	52,81	43,45	-9,36	-21,54%
10	45	63,01	51,80	-11,21	-21,64%
10	60	70,53	58,16	-12,37	-21,27%
10	120	89,63	75,18	-14,45	-19,23%
10	240	110,23	95,26	-14,96	-15,71%
10	360	123,01	108,83	-14,18	-13,03%
10	720	146,20	135,94	-10,26	-7,55%
10	1440	171,21	169,17	-2,04	-1,21%

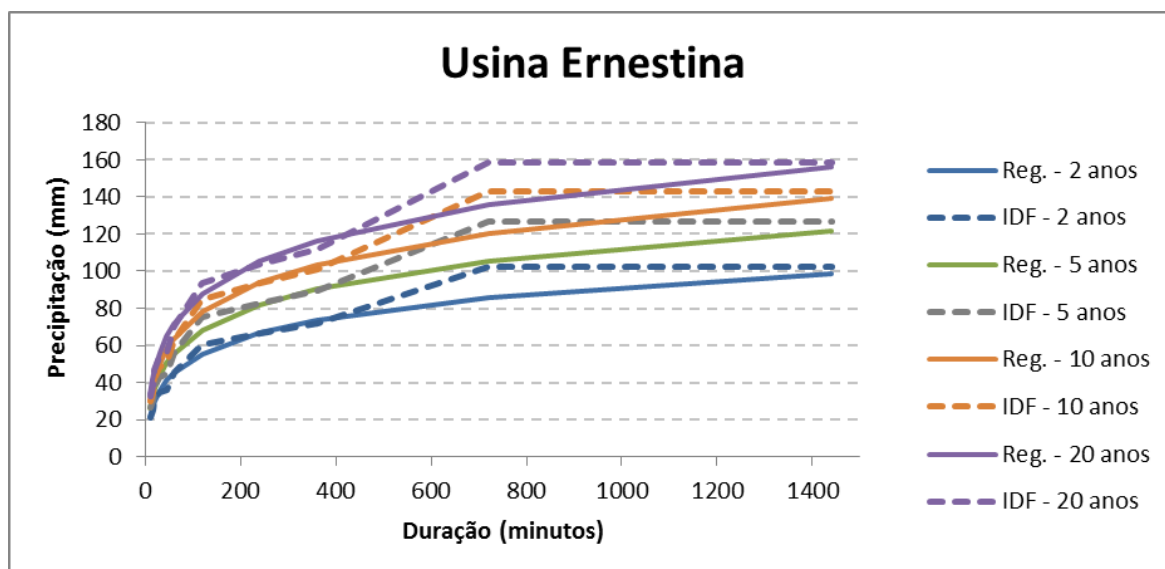
Regional /IDF - Uruguiana					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	52,63	44,95	-7,67	-17,07%
5	60	62,82	52,05	-10,77	-20,68%
10	60	70,53	58,16	-12,37	-21,27%
15	60	75,04	62,06	-12,98	-20,92%
20	60	78,24	64,98	-13,26	-20,40%
30	60	82,75	69,33	-13,41	-19,34%



Regional /Relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,69	42,78	12,09	28,27%
10	15	37,92	52,08	14,16	27,18%
10	20	43,23	63,08	19,86	31,47%
10	30	50,96	64,05	13,09	20,44%
10	45	58,99	79,24	20,25	25,56%
10	60	64,88	81,26	16,38	20,16%
10	120	79,75	97,10	17,36	17,87%
10	240	95,63	126,44	30,81	24,37%
10	360	105,42	138,94	33,53	24,13%
10	720	123,04	146,14	23,09	15,80%
10	1440	141,87	146,14	4,27	2,92%

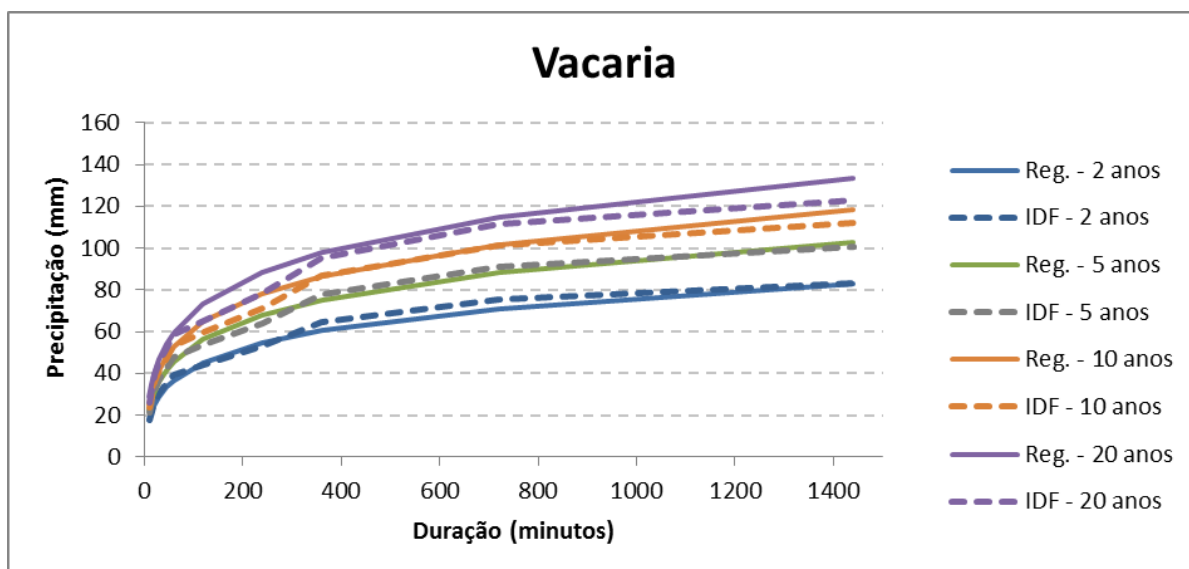
Regional /Relação - Usina Colorado					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	46,13	56,63	10,50	18,54%
5	60	56,80	71,45	14,64	20,49%
10	60	64,88	81,26	16,38	20,16%
15	60	69,60	86,79	17,19	19,81%
20	60	72,95	90,67	17,71	19,54%
30	60	77,68	96,09	18,41	19,16%





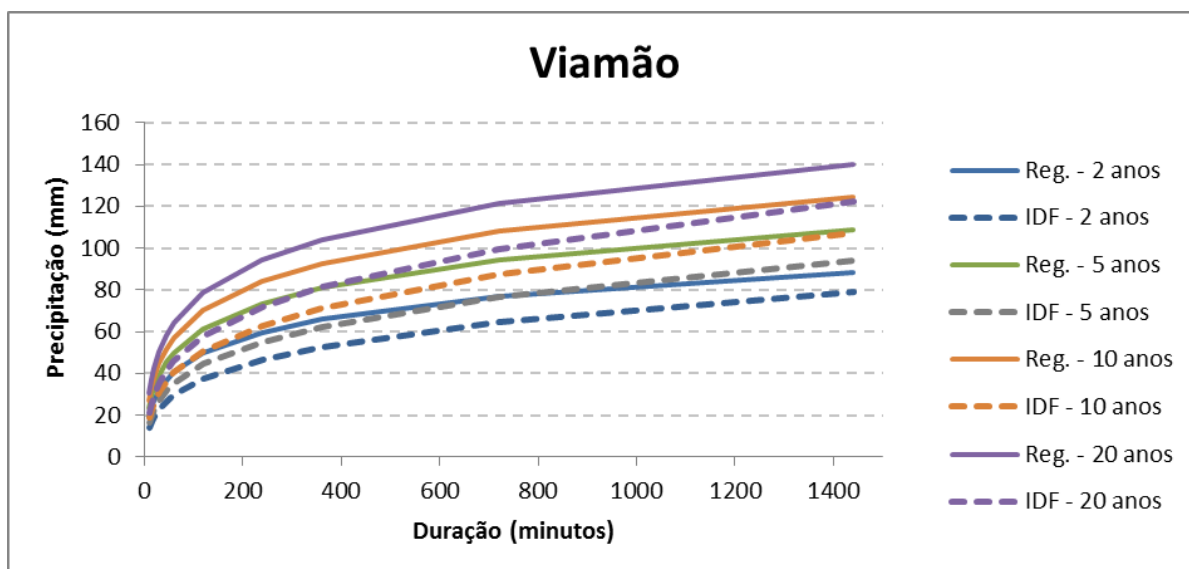
Regional /Relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	30,06	29,68	-0,38	-1,28%
10	15	37,15	34,83	-2,32	-6,67%
10	20	42,35	42,29	-0,06	-0,13%
10	30	49,92	48,21	-1,71	-3,55%
10	45	57,79	50,77	-7,02	-13,83%
10	60	63,56	63,42	-0,14	-0,21%
10	120	78,12	84,57	6,44	7,62%
10	240	93,68	93,31	-0,37	-0,40%
10	360	103,27	101,00	-2,27	-2,25%
10	720	120,54	143,16	22,62	15,80%
10	1440	138,98	143,16	4,18	2,92%

Regional /Relação - Usina Ernestina					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	45,19	45,33	0,14	0,30%
5	60	55,65	56,22	0,57	1,01%
10	60	63,56	63,42	-0,14	-0,21%
15	60	68,19	67,49	-0,70	-1,03%
20	60	71,47	70,34	-1,13	-1,61%
30	60	76,10	74,31	-1,79	-2,40%



Regional /Relação - Vacaria					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	25,35	23,74	-1,61	-6,78%
10	15	30,98	29,51	-1,47	-4,98%
10	20	35,16	36,00	0,84	2,33%
10	30	41,29	41,77	0,48	1,15%
10	45	47,75	47,58	-0,17	-0,36%
10	60	52,53	53,05	0,52	0,98%
10	120	64,76	59,54	-5,22	-8,76%
10	240	78,09	71,16	-6,93	-9,74%
10	360	86,43	86,72	0,30	0,34%
10	720	101,68	101,24	-0,44	-0,44%
10	1440	118,31	111,91	-6,39	-5,71%

Regional /Relação - Vacaria					
Tr	Duração	Regional	Relação	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	36,68	39,45	2,77	7,02%
5	60	45,70	47,63	1,93	4,05%
10	60	52,53	53,05	0,52	0,98%
15	60	56,52	56,11	-0,41	-0,74%
20	60	59,35	58,24	-1,11	-1,90%
30	60	63,34	61,23	-2,11	-3,44%



Regional /IDF - Viamão					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
10	10	26,92	18,79	-8,12	-43,23%
10	15	33,27	23,06	-10,20	-44,24%
10	20	37,92	26,30	-11,62	-44,18%
10	30	44,70	31,14	-13,56	-43,53%
10	45	51,75	36,33	-15,42	-42,44%
10	60	56,91	40,25	-16,67	-41,41%
10	120	69,96	50,67	-19,28	-38,05%
10	240	83,89	62,90	-20,98	-33,36%
10	360	92,47	71,12	-21,35	-30,03%
10	720	107,94	87,40	-20,53	-23,49%
10	1440	124,45	107,14	-17,31	-16,16%

Regional /IDF - Viamão					
Tr	Duração	Regional	IDF (mm)	Erro (mm)	Erro(%)
2	60	40,46	29,64	-10,82	-36,51%
5	60	49,83	35,28	-14,55	-41,24%
10	60	56,91	40,25	-16,67	-41,41%
15	60	61,06	43,47	-17,59	-40,46%
20	60	64,00	45,91	-18,09	-39,39%
30	60	68,14	49,59	-18,55	-37,41%

## ANEXO

### Anexo A – Coeficientes desagregação (relação entre durações utilizados neste estudo) (adaptado de Beltrame et al 1991 e CETESB 1980)

Locais	Relação entre durações determinadas por Beltrame et al (1991)											CETESB
	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	1 h	2 h	4 h	6 h	12 h	24 h	1 dia
Alegrete	0.168	0.198	0.247	0.299	0.338	0.372	0.422	0.753	0.753	0.815	1.000	1.14
Espumoso	0.206	0.279	0.320	0.415	0.415	0.426	0.731	0.731	0.758	0.867	1.000	1.14
Guaíba Country Club	0.235	0.289	0.323	0.362	0.400	0.414	0.458	0.550	0.662	0.904	1.000	1.14
Jaguarão	0.159	0.231	0.239	0.277	0.325	0.373	0.491	0.691	0.788	0.874	1.000	1.14
Jaguari	0.194	0.227	0.275	0.317	0.383	0.431	0.499	0.620	0.620	0.954	1.000	1.14
Passo Mariano Pinto (Alegrete)	0.140	0.199	0.213	0.258	0.340	0.347	0.556	0.574	0.574	0.754	1.000	1.14
Plano Alto (Uruguaiana)	0.166	0.177	0.228	0.242	0.311	0.341	0.395	0.556	0.556	0.665	1.000	1.14
Quaraí	0.201	0.247	0.289	0.355	0.411	0.496	0.566	0.681	0.840	0.899	1.000	1.14
Rio Grande	0.198	0.255	0.297	0.359	0.405	0.432	0.507	0.632	0.689	0.833	1.000	1.14
Rosário do Sul	0.149	0.197	0.231	0.270	0.298	0.320	0.382	0.469	0.532	0.603	1.000	1.14
Santa Maria	0.188	0.229	0.331	0.331	0.384	0.432	0.552	0.656	0.771	0.801	1.000	1.14
Santa Rosa	0.158	0.193	0.224	0.273	0.331	0.359	0.422	0.496	0.662	0.683	1.000	1.14
Santana do Livramento	0.208	0.264	0.301	0.340	0.396	0.432	0.596	0.728	0.923	0.981	1.000	1.14
Santo Augusto	0.220	0.273	0.274	0.291	0.366	0.393	0.570	0.805	0.805	0.846	1.000	1.14
São Borja	0.178	0.229	0.266	0.330	0.391	0.448	0.574	0.701	0.755	0.908	1.000	1.14
São Francisco de Assis	0.166	0.237	0.237	0.341	0.363	0.379	0.509	0.685	0.685	0.869	1.000	1.14
São Francisco de Paula	0.242	0.291	0.352	0.441	0.470	0.511	0.568	0.715	0.725	1.000	1.000	1.14
São Gabriel	0.175	0.209	0.233	0.270	0.309	0.353	0.470	0.604	0.713	0.867	1.000	1.14
Taquari	0.192	0.242	0.293	0.364	0.407	0.469	0.532	0.632	0.713	0.853	1.000	1.14
Três Passos	0.144	0.184	0.214	0.234	0.280	0.304	0.373	0.511	0.581	0.683	1.000	1.14
Usina Colorado (Tapera)	0.293	0.356	0.432	0.438	0.542	0.556	0.664	0.865	0.951	1.000	1.000	1.14
Usina Ernestina (Passo Fundo)	0.207	0.243	0.295	0.337	0.355	0.443	0.591	0.652	0.705	1.000	1.000	1.14
Vacaria	0.212	0.264	0.322	0.373	0.425	0.474	0.532	0.636	0.775	0.905	1.000	1.14