

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA
GEOLOGIA, DA MINERAÇÃO E DA
TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Santa Catarina

Município: Luiz Alves

Estação Pluviométrica: Luiz Alves - EPAGRI

Código ANA: 02648002

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2013

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

**EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)**

Município: Luiz Alves - SC

**Estação Pluviométrica: Luiz Alves - EPAGRI
Código 02648002**

**TERESINA
2013**

PROGRAMA GESTÃO ESTRATÉGICA DA GEOLOGIA, DA
MINERAÇÃO E DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL

LEVANTAMENTOS DA GEODIVERSIDADE

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
(Desagregação de Precipitações Diárias)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Residência de Teresina

Copyright @ 2013 CPRM - Residência de Teresina
Rua Goiás, 312 – Frei Serafim
Teresina - PI - 64.001-620
Telefone: (86) 3222-4153
Fax: (86) 3223-6188
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Luiz Alves/SC. Estação Pluviométrica: Luiz Alves - EPAGRI, Código 02648002. Jean Ricardo da Silva do Nascimento, José Alexandre Moreira Farias; Eber José de Andrade Pinto. Teresina, PI: CPRM, 2013.

10p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - NASCIMENTO, J. R. S.; FARIAS, J. A. M.; PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil e

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Edison Lobão

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Pereira Zimmermann

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Junior

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)**

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Carlos Nogueira da Costa Junior

Vice-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Conselheiros

Ladice Peixoto

Luiz Gonzaga Baião

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Oswaldo Castanheira

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Thales de Queiroz Sampaio

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Roberto Ventura Santos

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Eduardo Santa Helena

RESIDÊNCIA DE TERESINA

Francisco das Chagas Lages Correia Filho
Chefe da Residência

Carlos Antonio da Luz
Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial

Elizangela Soares Amaral
Assistente de Geologia e Recursos Minerais

Francisca de Paula da Silva Braga
Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Thiago Moraes Sousa
Assistente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

Divisão de Hidrologia Aplicada

Achiles Eduardo Guerra Castro Monteiro

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Sandra Fernandes da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

Andressa Macêdo Silva de Azambuja - Sureg/BE

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Karine Pickbrenner - Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder - Sureg/PA

Jean Ricardo da Silva do Nascimento - RETE

José Alexandre Moreira Farias - REFO

Margarida Regueira da Costa - Sureg/RE

Osvalcélio Mercês Furtunato - Sureg/SA

Vanesca Sartorelli Medeiros - Sureg/SP

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza de Almeida - Sureg/BH

Apoio Técnico

Debora Gurgel - REFO

Eliane Cristina Godoy Moreira - Sureg/SP

Jennifer Laís Assano - Sureg/SP

João Paulo Vicente Pereira - Sureg/SP

Juliana Oliveira - Sureg/BE

Fabiana Ferreira Cordeiro - Sureg/SP

Luisa Collischonn – Sureg/PA

Murilo Raphael Dias Cardoso - Sureg/GO

Nayanna Coelho Miranda – RETE

Taciana dos santos Lima - RETE

Estagiários de Hidrologia

Amanda Elizalde Martins – Sureg/PA

Carolina Macalos – Sureg/PA

Caroline Centeno – Sureg/PA

Cassio Pereira – Sureg/PA

Cláudio Dálio Albuquerque Júnior - Sureg/MA

Diovana Daus Borges Fortes - Sureg/PA

Fernanda Ribeiro Gonçalves Sotero de Menezes - Sureg/BH

Fernando Lourenço de Souza Junior – Sureg/RE

Débora de Sousa Gurgel - REFO

João Paulo Lopes Chaves Miranda - Sureg/BH

José Érico Nascimento Barros - Sureg/RE

Liomar Santos da Hora - Sureg/SA

Lemia Ribeiro - Sureg/SA

Márcia Faermann - Sureg/PA

Mariana Carolina Lima de Oliveira - Sureg/BH

Mayara Luiza de Menezes Oliveira - Sureg/MA

Nayara de Lima Oliveira - Sureg/GO

Pedro da Silva Junqueira - Sureg/PA

Rosangela de Castro – Sureg/SP

Thais Danielle Oliveira Gasparin – Sureg/SP

Vanessa Romero - Sureg/GO

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se, a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Essas relações serão estabelecidas para os pontos da rede hidrometeorológica nacional que dispõe de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas.

Entretanto, em localidades nas quais existem somente pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, obtidos com pluviógrafos ou estações automáticas, as relações IDF serão estabelecidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas, pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes.

Este relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Luiz Alves/SC onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Luiz Alves - EPAGRI, Código 02648002. Esta estação fica localizada no município de Luiz Alves/SC.

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida pode ser utilizada no município de Luiz Alves/SC.

O município de Luiz Alves está localizado no Estado de Santa Catarina, distância até 130 Km da capital, na microrregião de Blumenau e mesorregião do Vale do Itajaí, fazendo fronteira com os municípios de Barra Velha, Blumenau, Gaspar, Ilhota, Massaranduba, Navegantes, Piçarra e São João do Itaperiú. O município de Luiz Alves/SC possui área de 259,882km² (IBGE) e o distrito sede localiza-se a uma altitude aproximada de 70 metros. Apresenta uma população de 10.438 habitantes (IBGE, 2010).

A Estação Luiz Alves - EPAGRI, código 02648002, está localizada na Latitude 26°43'22,25"S e Longitude 48°55'53,26"W, no município de Luiz Alves/SC. Esta estação pluviométrica continua em atividade, sendo operada pela EPAGRI. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em pluviômetro modelo Ville de Paris. A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviométrica. (Fontes: Wikipédia e Google Earth, 2013)

2 - EQUAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013). Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da Estação Luiz Alves - EPAGRI, código 2648002, foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/jan a 31/dez), apresentada no Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuvas de diferentes durações para a isozona E, definidas por Taborga (1974).

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.

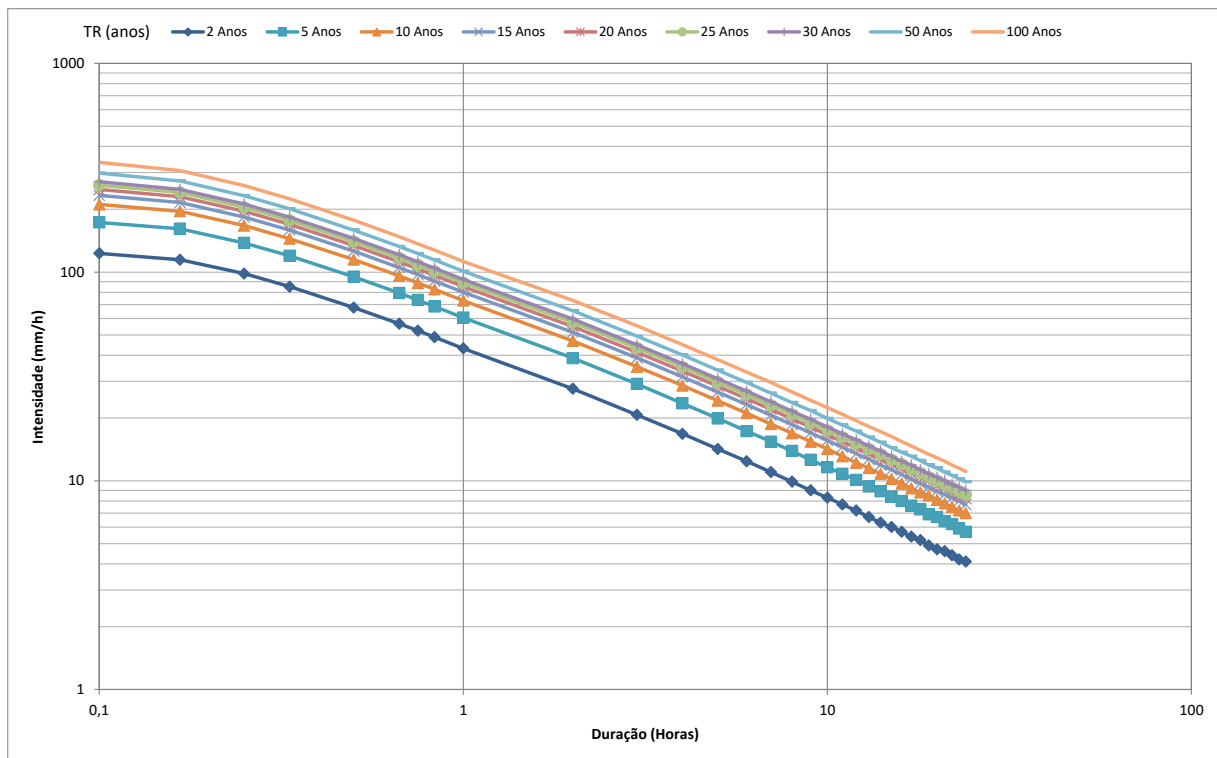


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + c \ln(T) + d\} / t \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (horas)

a, b, c, d, δ são parâmetros da equação

No caso de Luiz Alves, para durações de 6 minutos a 1 hora, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 5,3247; b = 10,0821; c = 17,7081; d = 31,7602 \text{ e } \delta=0$$

$$i = \{[(5,3247 \ln(T) + 10,0821) \cdot \ln(t + (0/60))] + 17,7081 \ln(T) + 31,7602\} / t \quad (02)$$

Esta equação é válida para tempos de retorno até 100 anos.

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$a = 7,9875; b = 11,4701; c = 17,7097; d = 31,7506 \text{ e } \delta=0$$

$$i = \{[(7,9875 \ln(T) + 11,4701) \cdot \ln(t + (0/60))] + 17,7097 \ln(T) + 31,7506\} / t \quad (03)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 100 anos.

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Luiz Alves, foi registrada uma Chuva de 55mm com duração de 15 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial da cidade. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:

$$T = \exp \left[\frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 55mm dividido por 0,25 h é igual a 220mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \exp \left[\frac{220 \times 0,25 - 10,0821 \ln(0,25 + (0/60)) - 31,7602}{5,3247 \ln(0,25 + (0/60)) + 17,7081} \right] = 36,7 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 36,7 anos corresponde a uma probabilidade de 2,72% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 220\text{mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{36,7} 100 = 2,72\%$$

O tempo de retorno do evento ocorrido, 36,7 anos, é superior aos tempos de retorno utilizados no dimensionamento do sistema de drenagem de Luiz Alves, isto explica os transtornos gerados no sistema de drenagem pluvial da cidade.

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. *Drenagem Urbana: Manual de Projeto*. 3ª ed, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=421000&search=santa-catarina|luiz-alves>. Acesso em Outubro de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=421000&idtema=1&search=santa-catarina|luiz-alves|censo-demografico-2010:-sinopse>. Acesso em: Outubro de 2013.

PFAFSTETTER, O. *Chuvas Intensas no Brasil*. 2ª ed. DNOS, 1982.

PINTO, E. J. A. *Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico*. CPRM. Belo Horizonte. Mar., 2013.

TABORGA, J. T. *Práticas Hidrológicas*. TRANSCON Consultoria Técnica Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 1974.

WIKIPEDIA, 2013. Ficheiro – Santa Catarina - Município de Luiz Alves. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Luiz_Alves. Acesso em: Outubro de 2013.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados – Altura de Chuva diária (mm)

Máximo por Ano Hidrológico (01/jan a 31/dez)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1941	1941	23/01/1941	73,0	1974	1974	23/03/1974	82,6
1942	1942	17/02/1942	129,0	1975	1975	09/03/1975	86,0
1943	1943	10/02/1943	77,3	1976	1976	21/01/1976	66,4
1944	1944	26/11/1944	111,3	1977	1977	19/12/1977	78,0
1945	1945	24/02/1945	103,6	1978	1978	19/10/1978	118,0
1946	1946	31/03/1946	150,0	1979	1979	09/05/1979	81,3
1947	1947	10/12/1947	64,4	1980	1980	29/02/1980	68,2
1948	1948	15/02/1948	161,7	1981	1981	29/03/1981	88,2
1949	1949	28/03/1949	117,8	1982	1982	23/01/1982	76,0
1950	1950	02/03/1950	119,8	1983	1983	06/01/1983	131,2
1951	1951	19/01/1951	58,2	1984	1984	07/08/1984	125,0
1952	1952	25/01/1952	119,9	1985	1985	22/11/1985	123,4
1953	1953	31/10/1953	83,2	1986	1986	17/02/1986	98,0
1954	1954	02/04/1954	146,9	1987	1987	14/02/1987	145,0
1955	1955	19/05/1955	75,6	1988	1988	12/03/1988	72,3
1956	1956	30/01/1956	58,2	1989	1989	23/02/1989	145,0
1957	1957	08/05/1957	75,2	1990	1990	27/08/1990	99,2
1958	1958	26/02/1958	107,3	1991	1991	14/11/1991	97,4
1959	1959	30/08/1959	59,8	1992	1992	02/02/1992	130,2
1960	1960	02/03/1960	128,4	1993	1993	09/02/1993	141,5
1961	1961	01/01/1961	133,6	1994	1994	10/01/1994	97,0
1962	1962	19/03/1962	143,2	1995	1995	08/07/1995	78,0
1963	1963	10/11/1963	67,4	1996	1996	16/02/1996	57,8
1964	1964	01/12/1964	63,1	1997	1997	22/10/1997	68,0
1965	1965	07/04/1965	108,5	1998	1998	18/03/1998	67,8
1966	1966	06/12/1966	52,3	1999	1999	03/07/1999	67,8
1967	1967	23/02/1967	173,8	2000	2000	15/12/2000	69,7
1968	1968	14/02/1968	47,2	2001	2001	27/01/2001	90,0
1969	1969	25/01/1969	95,2	2002	2002	12/01/2002	100,3
1970	1970	02/02/1970	215,0	2003	2003	09/03/2003	116,4
1971	1971	15/03/1971	74,3	2004	2004	25/10/2004	73,4
1972	1972	24/12/1972	92,0	2005	2005	04/09/2005	42,8
1973	1973	08/04/1973	90,9	2006	2006	22/02/2006	84,7

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF).

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

ENDEREÇOS

Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial

Tel: 61 3223-1059 - 21 2295-8248
Fax: 61 3323-6600 - 21 2295-5804

Departamento de Gestão Territorial

Tel: 21 2295-6147 - Fax: 21 2295-8094

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Residência de Teresina

Rua Goiás, 312 - Sul
Teresina - PI - CEP: 64001-620
Tel.: 86 3222-4153 - Fax: 86 3222-6651

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA