

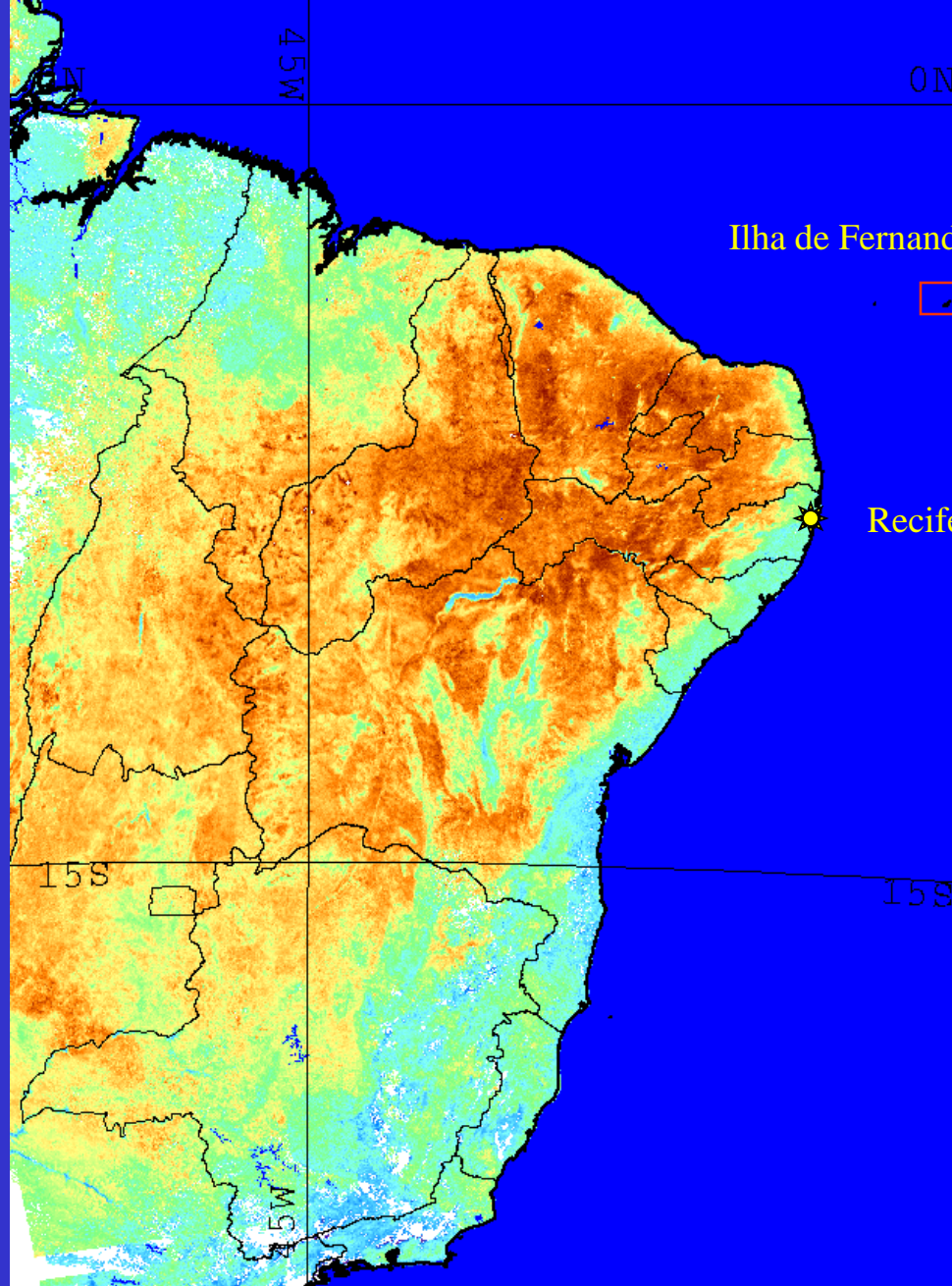


Soil & Water
Assessment Tool

SWAT

Caracterização de anos secos e chuvosos no Alto do Bacia Ipanema utilizando o método dos quantis.

**Lilian Danielli da Silva ⁽¹⁾, Abelardo Antônio de Assunção
Montenero ⁽²⁾, Adriana Guedes Magalhães ⁽³⁾**

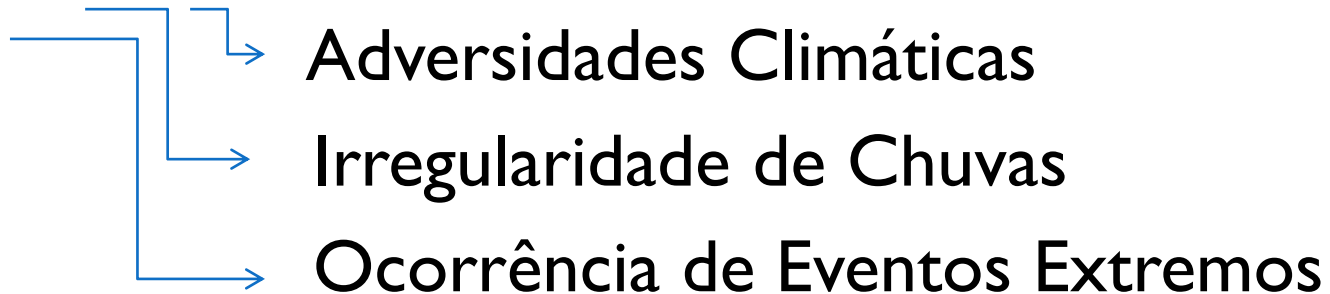


LST
Land Surface
Temperature
NOAA AVHRR
Day time
Aquisição
September 2002



INTRODUÇÃO

- Agreste



- Bacias Hidrográficas



Regime de precipitação



série histórica



Normal Climatológica

Técnica Estatística de Quantis



ordens quantílicas

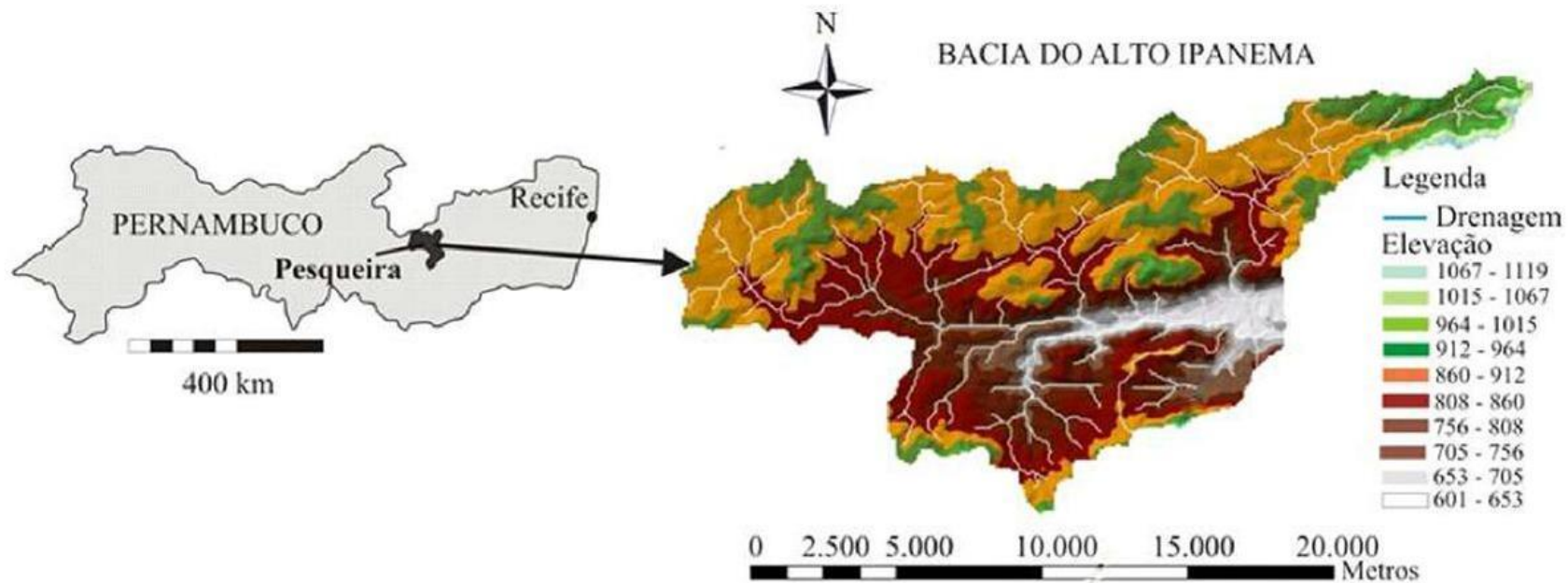


categorias de chuvas

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a distribuição temporal das chuvas anuais no Agreste de Pernambuco, **utilizando o método dos quantis**, classificando os anos em muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos.

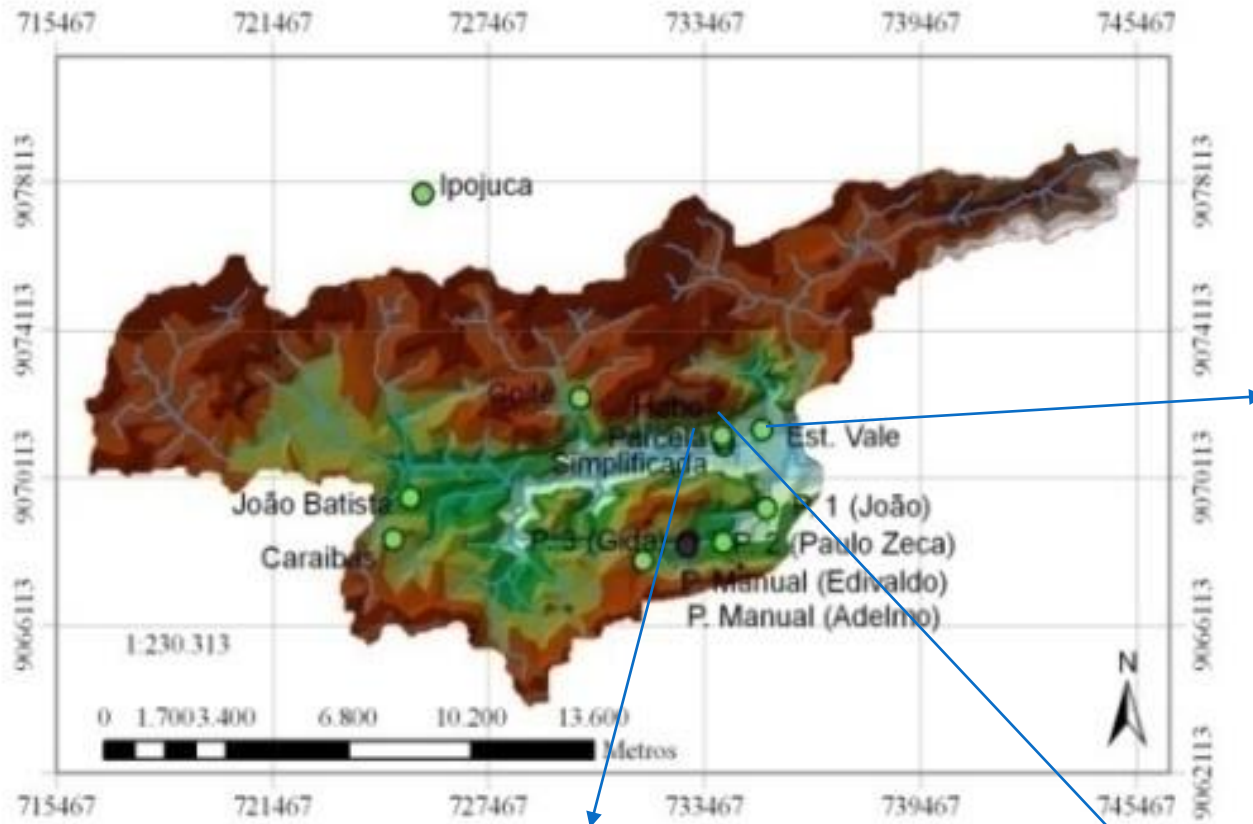
MATERIAL E MÉTODOS



Localização da área de estudo, com destaque para Bacia do Alto Ipanema.

- Bacia representativa do alto do Ipanema, sub-bacia do Rio Ipanema;
- Coordenadas geográficas 8° 34' 17" e 8° 18' 11" de Latitude Sul, e 37° 1' 35" e 36° 47' 20" de Longitude Oeste;
- Segundo Köppen a classificação climática é do tipo BSsh, extremamente quente;
- Temperatura média anual é de 23° C;
- Precipitação média anual de 700 mm;
- Evapotranspiração média anual de 2000 mm;

INSTRUMENTAÇÃO (A PARTIR DA REHISA, EM 2002)



MATERIAL E MÉTODOS

- Para utilização do método dos quantis foi analisada uma série histórica de 30 anos, com valores totais de chuva acumuladas no mês e acumuladas a cada ano.
- Normal Climatológica de Pesqueira referente ao período de 1931 a 1960 e 1961 a 1990 e comparação com o ano de 2004.
- Estatística descritiva realizada em planilha eletrônica do Microsoft Excel e no Software Statistica (STATSOFT, 2001).

MÉTODO DOS QUANTIS.

- Simplicidade conceitual;
- Interpretação precisa em termos probabilísticos;
- Robusto, é recomendável na avaliação de anomalias pluviométricas.



Chuva mensal provável para o Agreste de Pernambuco

Ana P. N. da Silva¹, Abelardo A. de A. Montenegro², Geber B. de A. Moura²,
Júlio J. do N. Silva² & Leandro R. de Souza¹

Probable monthly rainfall in the 'Agreste' of Pernambuco State

ABSTRACT

Rainfall distribution and its temporal variability are relevant characteristics, mainly in the Northeast of Brazil (NEB), where rainfall is a key factor which determines the two seasons in the region: the dry season and the rainy season. Thus, rainfall has a strong influence on the agricultural activities, determining the cropping periods and affecting the crop development and harvesting. In the present work, four probability distributions for monthly time series of rainfall were analyzed for the Pesqueira town in the 'Agreste' region of Pernambuco, situated in the NEB, from 1920 to 2010. To verify the fitting of the probability functions to the observed frequency, non-parametric chi-squared test was applied. For the rainy season, the period from February to July, was characterized with a mean rainfall of $84.60 \text{ mm month}^{-1}$; the period from August to January was identified as the dry period presenting a mean precipitation of $46.0 \text{ mm month}^{-1}$. The Normal distribution presented the best fit for the rainy period records, representing 50% of the analyzed months.

Key words: probability density function, semiarid, no-parametric tests

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela I. Estatística de totais mensais de precipitação (mm) no município de Pesqueira de 1931 a 1960.

| | \bar{x} | \tilde{x} | Cc | S | σ^2 | As | Mín | Máx |
|-----------|-----------|-------------|-------|--------|------------|-------|-------|-------|
| Janeiro | 42,12 | 31,2 | 2,59 | 41,08 | 1687,92 | 1,59 | 3 | 156,7 |
| Fevereiro | 46,98 | 46,35 | -0,85 | 42,97 | 1846,81 | 0,50 | 0 | 133 |
| Março | 70,56 | 19,8 | 3,72 | 105,52 | 11133,62 | 2,10 | 6,4 | 374,4 |
| Abril | 100,37 | 116,6 | -1,40 | 62,13 | 3860,34 | -0,23 | 3,1 | 188,5 |
| Mai | 87,83 | 81,6 | 2,04 | 49,70 | 2469,83 | 1,21 | 5,7 | 216,1 |
| Junho | 87,47 | 62,1 | 3,58 | 69,94 | 4892,06 | 1,71 | 12,2 | 284 |
| Julho | 50,98 | 49,2 | -1,27 | 25,83 | 667,10 | 0,29 | 12,3 | 93 |
| Agosto | 39,09 | 38 | -0,89 | 19,83 | 393,38 | 0,19 | 4,6 | 72,3 |
| Setembro | 16,46 | 7,8 | 8,45 | 23,00 | 529,00 | 2,78 | 2,1 | 89,1 |
| Outubro | 6,33 | 1,7 | 12,16 | 14,54 | 211,41 | 3,45 | 0 | 54,1 |
| Novembro | 29,13 | 4,4 | 2,51 | 50,50 | 2550,13 | 1,90 | 0 | 163,2 |
| Dezembro | 25,54 | 13,6 | 7,05 | 35,70 | 1274,49 | 2,42 | 0 | 146,7 |
| Annual | 485,01 | 496 | -0,17 | 182,38 | 33260,90 | 0,41 | 193,5 | 869,3 |

(\bar{x}) média aritmética, (σ) desvio-padrão, (\tilde{x}) mediana, (Cc) curtose, (Cv) coeficiente de variação, (σ^2) ,variância, (As) assimetria, valor mínimo (Min), valor máximo (Max).

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 2. Estatística de totais mensais de precipitação (mm) no município de Pesqueira de 1961 a 1990.

| | \bar{x} | \tilde{x} | Cc | S | σ^2 | As | Min | Máx |
|-----------|-----------|-------------|-------|--------|------------|--------|-------|--------|
| Janeiro | 27,07 | 21,3 | 5,38 | 30,55 | 933,20 | 2,04 | 0 | 134,70 |
| Fevereiro | 65,00 | 41,85 | 3,77 | 73,35 | 5380,25 | 1,95 | 0 | 284,60 |
| Março | 111,58 | 71,4 | -0,67 | 95,13 | 9050,04 | 0,70 | 0 | 301,70 |
| Abril | 112,95 | 91 | 2,16 | 101,37 | 10276,37 | 1,51 | 0 | 408,60 |
| Mai | 106,82 | 102,4 | -0,07 | 68,81 | 4734,26 | 0,60 | 9 | 265,40 |
| Junho | 91,71 | 81,4 | -0,10 | 54,54 | 2975,07 | 0,79 | 12,9 | 214,60 |
| Julho | 89,19 | 85,35 | 1,67 | 61,20 | 3745,09 | 0,97 | 0 | 262,30 |
| Agosto | 41,30 | 34,3 | 3,43 | 33,28 | 1107,36 | 1,75 | 0 | 137,90 |
| Setembro | 23,48 | 9,85 | 5,52 | 31,58 | 997,12 | 2,24 | 0 | 132,80 |
| Outubro | 14,33 | 8,4 | 6,26 | 19,35 | 374,28 | 2,25 | 0 | 82,50 |
| Novembro | 15,64 | 3,5 | 5,61 | 27,63 | 763,63 | 2,41 | 0 | 105,50 |
| Dezembro | 31,85 | 9,65 | 13,36 | 66,75 | 4455,11 | 3,48 | 0 | 307,50 |
| Anual | 701,19 | 707,9 | -1,08 | 293,1 | 85914 | -0,103 | 216,6 | 1208,4 |

(\bar{x}) média aritmética, (σ) desvio-padrão, (\tilde{x}) mediana, (Cc) curtose, (Cv) coeficiente de variação, (σ^2) variância, (As) assimetria, valor mínimo (Min), valor máximo (Max).

Série de 1920 a 2011

Tabela 3. Chuva mensal e anual provável $P(X > x)$ (mm) para o município de Pesqueira, em distintos níveis de probabilidade, segundo a função de distribuição Exponencial

| Meses | 10% | 20% | 25% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 75% | 80% | 90% |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Janeiro | 82,44 | 57,62 | 49,64 | 43,11 | 32,81 | 24,82 | 18,29 | 12,77 | 10,30 | 7,99 | 3,77 |
| Fevereiro | 142,68 | 99,73 | 85,90 | 74,60 | 56,78 | 42,95 | 31,65 | 22,10 | 17,83 | 13,83 | 6,53 |
| Março | 195,79 | 136,85 | 117,88 | 102,38 | 77,91 | 58,94 | 43,44 | 30,33 | 24,46 | 18,97 | 8,96 |
| Abril | 230,06 | 160,80 | 138,51 | 120,29 | 91,55 | 69,25 | 51,04 | 35,64 | 28,74 | 22,30 | 10,53 |
| Maio | 209,63 | 146,53 | 126,21 | 109,61 | 83,42 | 63,11 | 46,51 | 32,47 | 26,19 | 20,32 | 9,59 |
| Junho | 179,59 | 125,53 | 108,13 | 93,91 | 71,47 | 54,06 | 39,84 | 27,82 | 22,44 | 17,40 | 8,22 |
| Julho | 145,67 | 101,82 | 87,70 | 76,17 | 57,97 | 43,85 | 32,32 | 22,57 | 18,20 | 14,12 | 6,67 |
| Agosto | 80,52 | 56,28 | 48,48 | 42,10 | 32,04 | 24,24 | 17,86 | 12,47 | 10,06 | 7,80 | 3,68 |
| Setembro | 36,64 | 25,61 | 22,06 | 19,16 | 14,58 | 11,03 | 8,13 | 5,68 | 4,58 | 3,55 | 1,68 |
| Outubro | 32,29 | 22,57 | 19,44 | 16,89 | 12,85 | 9,72 | 7,16 | 5,00 | 4,03 | 3,13 | 1,48 |
| Novembro | 55,26 | 38,62 | 33,27 | 28,89 | 21,99 | 16,63 | 12,26 | 8,56 | 6,90 | 5,35 | 2,53 |
| Dezembro | 63,04 | 44,06 | 37,95 | 32,96 | 25,09 | 18,98 | 13,98 | 9,76 | 7,88 | 6,11 | 2,88 |
| Anual | 1453,62 | 1016,04 | 875,17 | 760,07 | 578,45 | 437,58 | 322,48 | 225,17 | 181,61 | 140,87 | 66,51 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Período seco, compreende de agosto a janeiro e o período chuvoso de fevereiro a julho.
- Os valores máximos de chuva mensal foram verificados nos meses de abril e maio com média de 106.66 mm e 97.33 mm respectivamente.

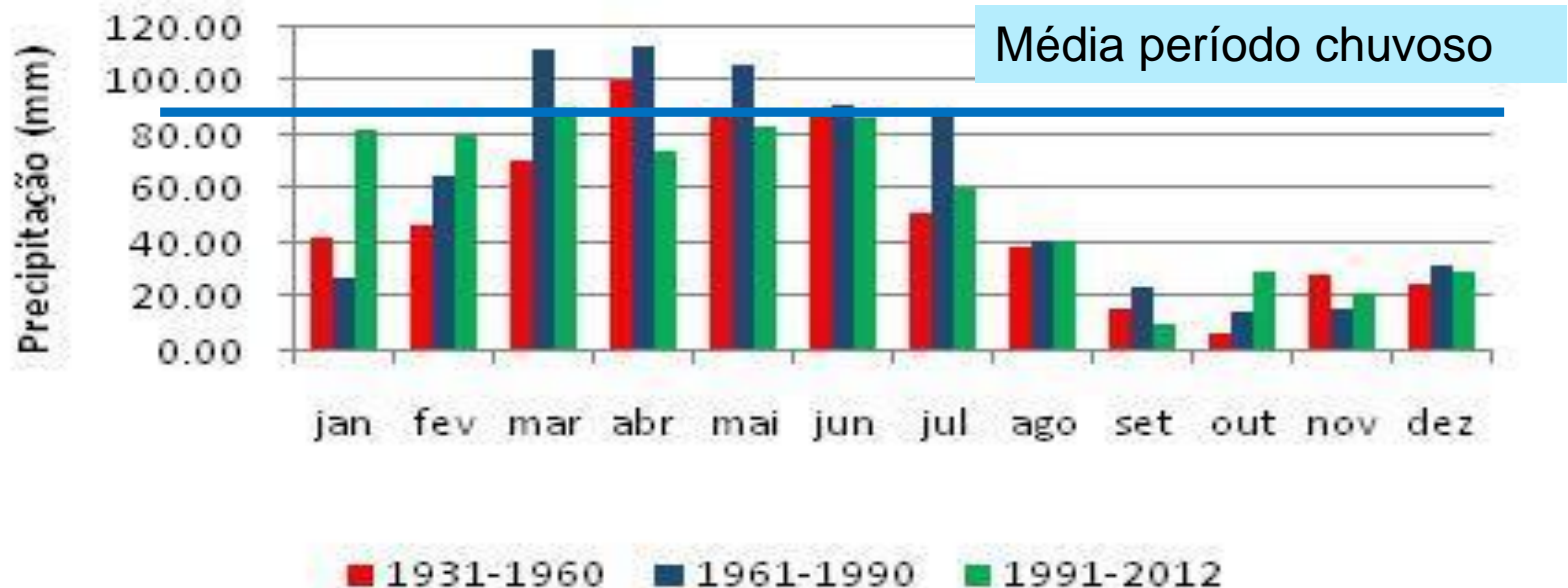
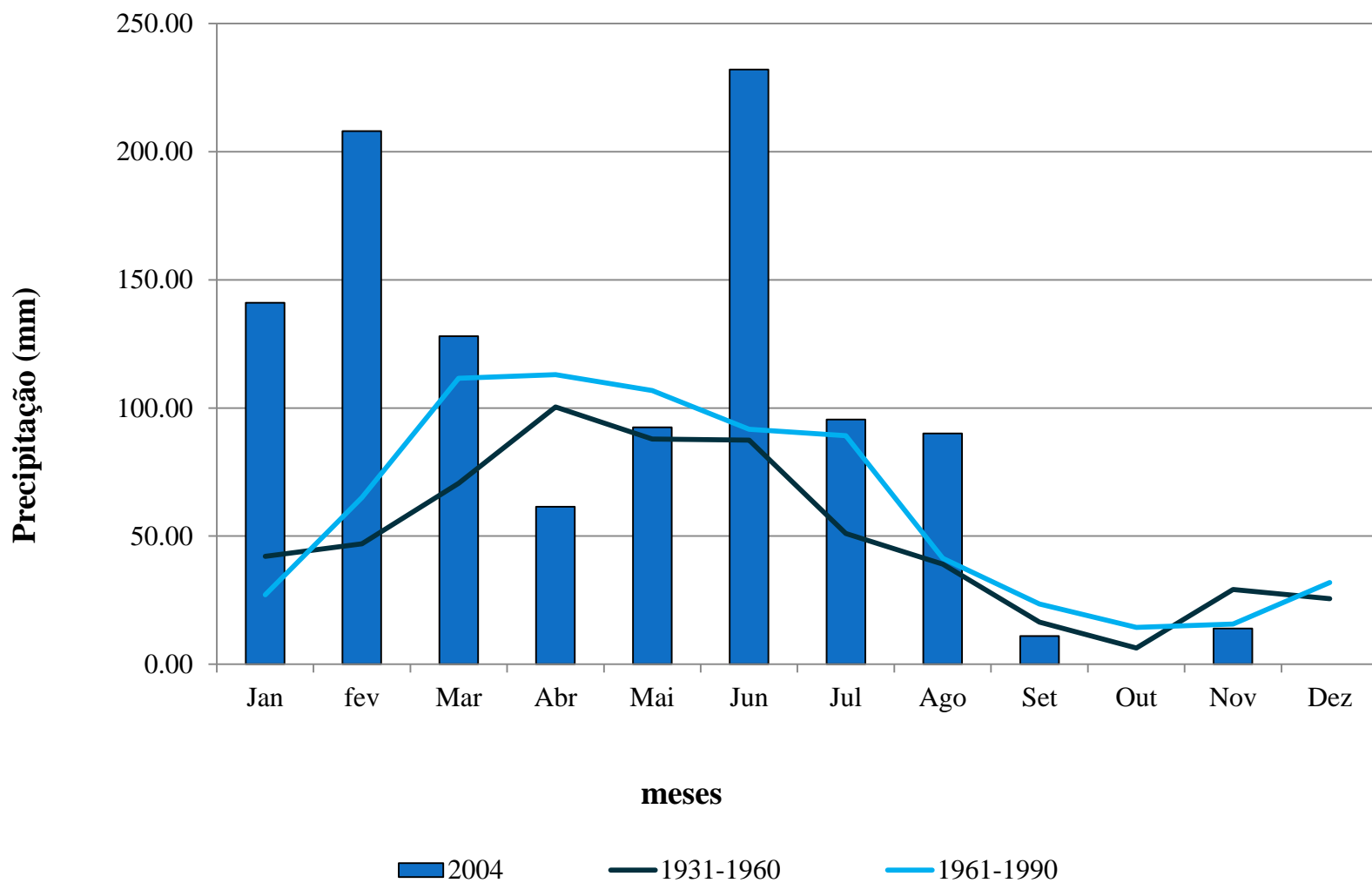


Figura- Precipitação mensal dos períodos de 1931 a 1960, 1961 a 1990, e 1991 a 2012



Precipitação anual de 2004 comparada com as normais climatológicas de Pesqueira-PE.

Classificação das categorias, probabilidades e intervalo de precipitação total (mm), relacionadas às ordens quantílicas.

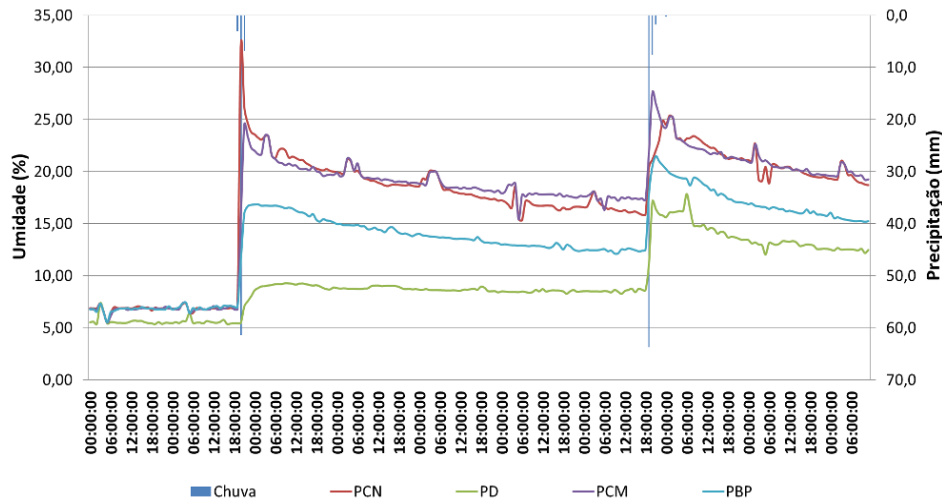
| Categorias | Probabilidades | Intervalo de precipitação (mm) |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Muito seco (Ms) | $P_i < Q_{0,15}$ | $P < 349,8$ |
| Seco (S) | $Q_{0,15} \leq P_i < Q_{0,35}$ | $349,8 \leq P < 641,8$ |
| Normal (N) | $Q_{0,35} \leq P_i < Q_{0,65}$ | $641,8 \leq P < 835,2$ |
| Chuvoso (C) | $Q_{0,65} \leq P_i < Q_{0,85}$ | $835,2 \leq P < 1001$ |
| Muito Chuvoso (MC) | $P_i \geq Q_{0,85}$ | $P \geq 1001$ |

| Ano | P (mm) | Classificação (%) | |
|------|---------|-------------------|--------|
| 1998 | 228.40 | MUITO SECO | 13% |
| 1990 | 253.60 | | |
| 1993 | 281.90 | | |
| 2012 | 321 | | |
| 1991 | 358.00 | SECO | 23.33% |
| 2003 | 393.50 | | |
| 1999 | 425.20 | | |
| 1996 | 542.00 | | |
| 1987 | 572.40 | | |
| 1994 | 617.50 | | |
| 1992 | 636.60 | | |
| 2007 | 644 | NORMAL | 30% |
| 1997 | 685.30 | | |
| 2013 | 723 | | |
| 1988 | 729.00 | | |
| 2000 | 741.64 | | |
| 2006 | 804.00 | | |
| 2011 | 809 | | |
| 2002 | 813.00 | | |
| 1995 | 831.10 | CHUVOSO | 23.33% |
| 1986 | 840.20 | | |
| 2001 | 859.65 | | |
| 1989 | 874.20 | | |
| 2005 | 887.50 | | |
| 2008 | 944 | | |
| 1984 | 970.80 | MUITO CHUVOSO | 10% |
| 1985 | 985.90 | | |
| 2010 | 1055 | | |
| 2004 | 1073.50 | | |
| 2009 | 1111 | | |

Distribuição dos valores de chuva acumulada nos anos da série histórica e suas classificações de acordo com o método dos quantis.

muito secos ($P < 349,8$ milímetros), seco ($349,8$ milímetros $\leq P < 641,8$ mm), normal ($641,8$ milímetros $\leq P < 835,2$ milímetros), chuvoso ($835,2$ milímetros $\leq P < 1.001$ milímetros) e muito chuvoso ($P \geq 1,001$ milímetro).

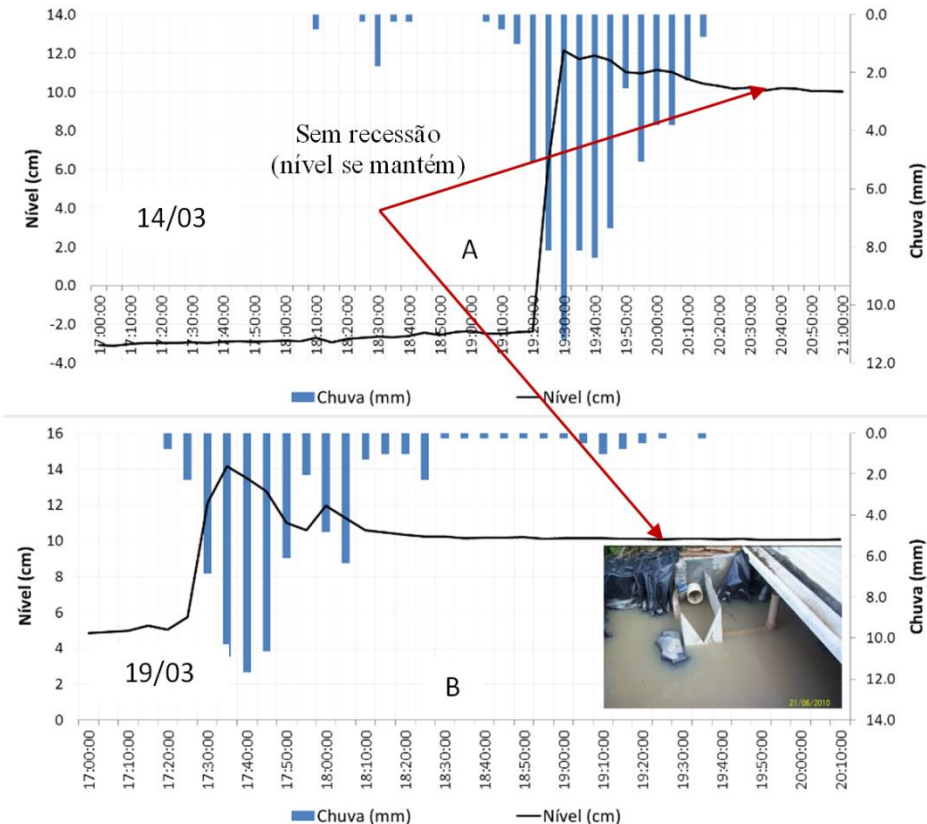
RESULTADOS (ANO NORMAL – 2013)



Resposta da umidade do solo em função dos eventos dia 14/03 e 19/03/2013.

Verifica-se que as PCM e PCN foram as que apresentaram as maiores taxas de umidade, e a parcela descoberta foi a que apresentou o menor incremento ao longo do tempo.

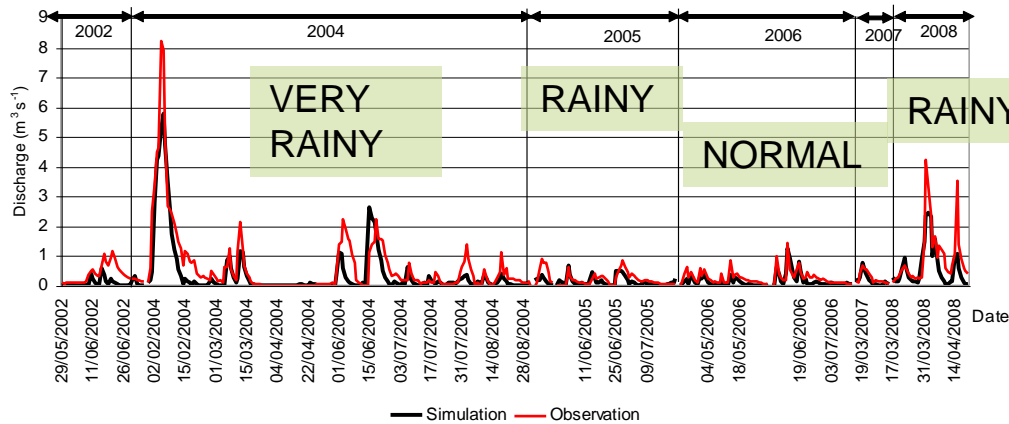
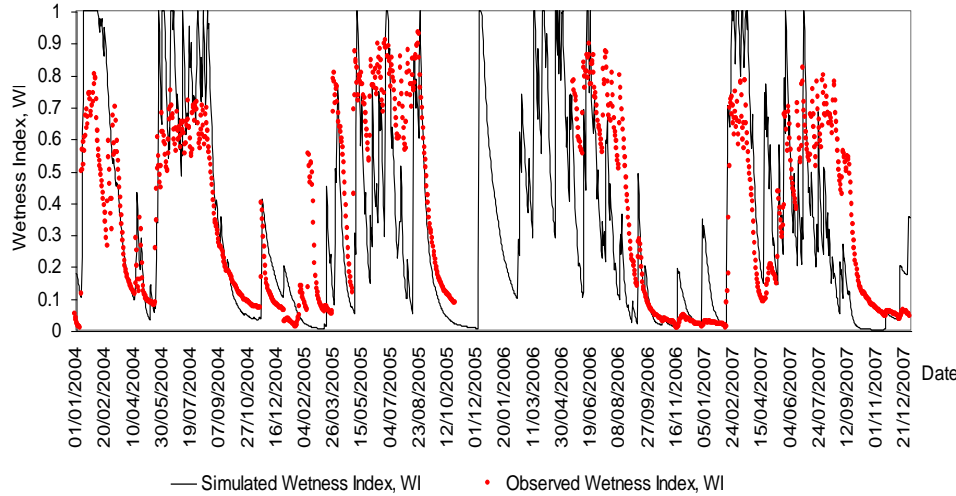
A vazão estimada nos picos (19:30 para o dia 14/03 e 17:40 para o dia 19/03) foi de $7,33 \text{ l.s}^{-1}$ e $10,75 \text{ l.s}^{-1}$, respectivamente.



Resposta de nível no vertedor no final da parcela descoberta, dia 14/03 (A) e 19/03 (B).

MIMOSO CATCHMENT

- 149 km²



06/28/2010 02:27

Hydrological response of a Brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study

A. Montenegro¹ and R. Ragab^{2*}

¹ Rural Technology Department, Federal Rural University of Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Recife, PE, Brazil

² Centre for Ecology and Hydrology, CEH, Wallingford, OX10 8BB, UK

Abstract:

Brazilian semi-arid regions are characterized by water scarcity, vulnerability to desertification, and climate variability. The investigation of hydrological processes in this region is of major interest not only for water planning strategies but also to address the possible impact of future climate and land-use changes on water resources. A hydrological distributed catchment-scale model (DiCaSM) has been applied to simulate hydrological processes in a small representative catchment of the Brazilian northeast semi-arid region, and also to investigate the impact of climate and land-use changes, as well as changes associated with biofuel/energy crops production. The catchment is part of the Brazilian network for semi-arid hydrology, established by the Brazilian Federal Government. Estimating and modelling streamflow (STF) and recharge in semi-arid areas is a challenging task, mainly because of limitation in *in situ* measurements, and also due to the local nature of some processes. Direct recharge measurements are very difficult in semi-arid catchments and contain a high level of uncertainty. The latter is usually addressed by short- and long-time-scale calibration and validation at catchment scale, as well as by examining the model sensitivity to the physical parameters responsible for the recharge. The DiCaSM model was run from 2000 to 2008, and streamflow was successfully simulated, with a Nash–Sutcliffe (NS) efficiency coefficient of 0.73, and R^2 of 0.79. On the basis of a range of climate change scenarios for the region, the DiCaSM model forecasted a reduction by 35%, 68%, and 77%, in groundwater recharge (GWR), and by 34%, 65%, and 72%, in streamflow, for the time spans 2010–2039, 2040–2069, and 2070–2099, respectively, could take place for a dry future climate scenario. These reductions would produce severe impact on water availability in the region. Introducing castor beans to the catchment would increase the GWR and streamflow, mainly if the caatinga areas would be converted into castor beans production. Changing an area of 1000 ha from caatinga to castor beans would increase the GWR by 46% and streamflow by 3%. If the same area of pasture is converted into castor beans, there would be an increase in GWR and streamflow by 24% and 5%, respectively. Such results are expected to contribute towards environmental policies for north-east Brazil (NEB), and to biofuel production perspectives in the region. Copyright © 2010 John Wiley & Sons, Ltd.

KEY WORDS semi-arid; hydrological modelling; DiCaSM model; climate change; biofuel; north-east Brazil

Received 3 March 2009; Accepted 16 June 2010

CONCLUSÕES

- As Normais Climatológicas apresentam elevada variabilidade temporal para a média anual (*485 mm, de 1931 a 1960; 701 mm, de 1961 a 1990*);
- O ano de 2004, foi classificado como um ano muito chuvoso de acordo com o método dos quantis ;
- A utilização da técnica de quantis possibilitou a classificação das precipitações acumuladas nos anos em cinco categorias: *muito seco ($P < 349,8$ milímetros), seco ($349,8 \text{ milímetros} \leq P < 641,8 \text{ mm}$), normal ($641,8 \text{ milímetros} \leq P < 835,2 \text{ milímetros}$), chuvoso ($835,2 \text{ milímetros} \leq P < 1.001 \text{ milímetros}$) e muito chuvoso ($P \geq 1,001 \text{ milímetros}$).*
- De acordo com o método dos quantis para a série histórica dos últimos 24 anos, *30% dos anos podem ser classificadas como normais, 13,33% dos anos foram classificados como muito seco e 10% muito chuvoso.*

Acknowledgments





Thank you

abelardo.montenegro@yahoo.com.br