



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO - CCAE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE - DEMA
CAMPUS IV – LITORAL NORTE
CURSO DE BACHARELADO EM ECOLOGIA

ELYDEISE CRISTINA ANDRADE DOS SANTOS

ANÁLISE CLIMÁTICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MAMANGUAPE - PB

RIO TINTO

2014

ELYDEISE CRISTINA ANDRADE DOS SANTOS

ANÁLISE CLIMÁTICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAMANGUAPE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba como requisito para a obtenção
do título de Bacharel em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo

RIO TINTO

2014

S237a Santos, Elydeise Cristina Andrade dos.

Análise climática da bacia hidrográfica do Rio Mamanguape. /
Elydeise Cristina Andrade dos Santos. - Rio Tinto: [s.n.], 2014.

29 f. : il. –

Orientador: Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo.

Monografia (Graduação) – UFPB/ CCAE.

1. Climatologia. 2. Hidrologia. 3. Rios – Paraíba.

UFPB/BS-CCAE

CDU: 551.58:556(043.2)

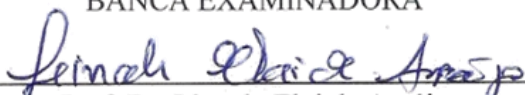
ELYDEISE CRISTINA ANDRADE DOS SANTOS

ANÁLISE CLIMÁTICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAMANGUAPE

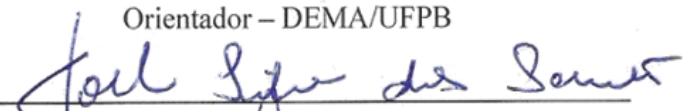
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Ecologia.

Aprovado em 19 de agosto de 2014

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo

Orientador – DEMA/UFPB


Prof. Dr. Joel Silva dos Santos

Examinador – DEMA/UFPB


Prof. Dr. João Hugo Baracuy da Cunha Campos
Examinador – UEPB

À minha mãe e esposo que ao longo desta caminhada serviram-me de motivação, impedindo que o desânimo frente às dificuldades se sobressaísse à vontade de vencer.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter suprido as necessidades durante toda a trajetória acadêmica.

À Universidade Federal da Paraíba, em especial ao *Campus IV* e seu corpo docente, através dos quais este sonho foi sendo construído e hoje se torna realidade.

À Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) por ter concedido os dados de precipitação utilizados neste trabalho.

Ao Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LCG) pelo apoio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento durante todo o período da pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo que com sua dedicação foi o principal responsável pela minha capacitação em elaborar este trabalho.

A Everaldo Lourenço da Silva pelas suas horas de estudo e dedicação, bem como à sua família, em especial à sua irmã, Edilaine Lourenço da Silva e seus pais, Antônia Lourenço da Silva e Ernesto Rosa da Silva pelo apoio.

A meu amado esposo Klefferson Alves dos Santos que esteve sempre a meu lado, apoiando e dando força.

A minha querida mãe Wilza Helena de Almeida Andrade que lutou por toda sua vida para me proporcionar sempre o melhor, mesmo em meio às dificuldades.

Aos amigos que fizeram parte dessa caminhada: Fernando, Karla, Eniserlândia e Aliny, bem como aos amigos que de maneira indireta contribuíram, seja torcendo, orando ou incentivando, em especial à minha amiga/irmã Joelma.

A todos o meu muito obrigada.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4. CONCLUSÕES.....	22
5. LITERATURA CITADA.....	22
ANEXO.....	25

Análise climática da bacia hidrográfica do rio Mamanguape

Resumo: A precipitação no Nordeste Brasileiro apresenta grande variabilidade, assim, o monitoramento dos períodos secos e chuvosos se faz necessário, pois este é essencial para garantir o gerenciamento adequado dos recursos hídricos. Neste sentido, foi utilizado o Índice de Anomalia de Chuva a fim de monitorar tais períodos, bem como suas intensidades. Foram utilizados dados de 31 postos distribuídos ao longo da bacia hidrográfica do rio Mamanguape com uma série histórica de 20 anos (de 1994 a 2013). Dentro de cada ano foram observados dois períodos distintos, sendo um período úmido e um período seco. O trabalho também inclui a climatologia espacial da bacia, a qual evidenciou três regiões distintas, em termos de precipitação. Por fim, foram efetuadas projeções de redução e aumento da precipitação em 20% sobre o valor atual obtido a partir da série histórica como recomendado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (2001), bem como projeções de aumento na temperatura média do ar em 1,1 e 5,4°C, recomendadas pela mesma entidade em seu 4º relatório (2007). Dessa forma foi possível projetar futuras variações climáticas na região da bacia que podem alterar de maneira significativa o aporte hídrico da mesma.

Palavras-chave: climatologia, índice de anomalia de chuva, precipitação

Climatice analysis of the Mamanguape river Basin

Abstract: The rainfall in Brazilian Northeast presents great variability, thus, monitoring the dry and rainy periods is necessary, as this is essential to ensure proper management of water resources. Therefore, the Rainfall Anomaly Index was used to monitor such periods, as well as their intensities. Data from 31 stations distributed along the basin of the Mamanguape River with a time series of 20 years (from 1994 to 2013) was used. Within each year two distinct periods were observed, one wet season and a dry period. The study also included the weather spatial basin, which revealed three distinct regions, in terms of precipitation. Finally, projections were made for reduction and increase in precipitation in 20 % of the current value obtained from the time series as recommended by the Intergovernmental Panel on Climate Change (2001), well as projected increases in average air temperature by 1.1 and 5.4 ° C, recommended by the

same entity in its 4th report (2007). Thus it was possible to project future climate changes in the watershed that may significantly alter the water intake of the same.

Key words: climatology, rainfall anomaly index, precipitation

INTRODUÇÃO

Uma das características do Nordeste brasileiro (NEB) é a sua irregularidade temporal e espacial na precipitação, a qual é proveniente de um conjunto de fatores, como suas características fisiográficas e a influência de vários sistemas atmosféricos (Araújo et al., 2008). Corroborando com tais autores, Da Silva et al. (2009) afirmam que a precipitação pluviométrica no NEB resulta do acoplamento de vários sistemas atmosféricos, como por exemplo, a Zona de Convergência Intertropical (Uvo, 1989), os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (Kousky & Gan, 1981), os Sistemas Frontais (Kousky, 1979) e os Distúrbios de Leste (Espinoza, 1996); estes sistemas podem ser modificados pelas características fisiográficas da região (elevação e declividade) e por anomalias atmosféricas de escala planetária.

Em virtude da atuação de vários sistemas meteorológicos, o volume de água das bacias é dependente do regime de tais eventos e o porte hídrico é de extrema importância para a manutenção da vida e para o desenvolvimento das atividades humanas. Dessa forma, essa instabilidade a que volume de água das bacias está submetido em virtude da atuação desses sistemas, quando associada à alteração ambiental citada por Teodoro & Amorim (2008), a qual é provocada pelo homem ao ambiente natural, principalmente pela introdução do modo de produção capitalista, desconsiderando o meio ambiente devido a suas relações predominantemente econômicas, causam consequências adversas que refletem diretamente na população.

Neste sentido, faz-se necessária a implantação de um monitoramento no intuito de identificar a área de atuação, duração e intensidade dos eventos meteorológicos, a fim de garantir um gerenciamento adequado dos recursos hídricos.

Para Correia et al. (2004), a partir do monitoramento de secas e enchentes é possível obter informações no tempo e espaço da intensidade, duração e severidade dos períodos secos e úmidos, possibilitando que medidas sejam tomadas em curto prazo, no intuito de minimizar os impactos causados por esses fenômenos. De forma similar, Santos et al. (2011), afirmam que a previsão e o monitoramento de eventos meteorológicos extremos são de grande relevância para projetos de abastecimento de água, geração de energia elétrica e atividades agrícolas.

Todavia, é importante ressaltar que para o monitoramento, não é recomendada a utilização apenas das médias de precipitação, uma vez que as mesmas podem fornecer valores distantes da realidade, tendo em vista que a precipitação não ocorre de maneira homogênea durante todo o ano, fazendo com que não se possa caracterizar o mês como seco ou chuvoso de maneira precisa.

É neste contexto que Freitas (2005) afirma que o monitoramento de períodos de seca pode ser efetuado através do emprego de índices, pois com base neles, pode-se desenvolver um sistema de acompanhamento das características dos períodos de seca, assim como as diferentes medidas a serem efetivadas de acordo com os valores atingidos por tais parâmetros.

Para tanto, este trabalho oferece como ferramenta para o monitoramento da bacia hidrográfica do rio Mamanguape o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), desenvolvido por Rooy (1965), o qual, segundo Santos et al. (2011) através de cálculos simples é uma ferramenta de grande utilidade no auxílio do monitoramento e gerenciamento de danos associados às cheias ou estiagens severas, sendo de grande valia não apenas na determinação da duração e intensidade dos eventos, mas principalmente na definição da área atingida pelo fenômeno.

Contudo, o monitoramento por si só não é suficiente para resolver a problemática dos recursos hídricos, garantindo assim a conservação dos mesmos. É preciso que haja interesse e engajamento de todas as partes envolvidas: os gestores como administradores desse recurso; a população que entra com o papel da responsabilidade compartilhada; e as universidades como geradoras de conhecimento através de trabalhos como este que evidencia as peculiaridades climáticas de uma área.

Vale ressaltar a grande importância da bacia hidrográfica do rio Mamanguape como uma das principais bacias do Estado da Paraíba e como principal responsável pelo desenvolvimento socioeconômicos da região canavieira do Estado. Tal bacia agrega diversas atividades que compõem a heterogeneidade da região. É dinâmica, mas ao mesmo tempo frágil, principalmente devido às atividades desenvolvidas ao longo da mesma, como o cultivo da cana-de açúcar, necessitando, dessa forma, de projetos que visem o seu desenvolvimento versus a sua sustentabilidade.

Assim sendo, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a variabilidade climática da bacia hidrográfica do rio Mamanguape no Estado da Paraíba. Especificamente, investigar através da utilização do IAC o total mensal e anual de precipitação da bacia;

aumento e redução da precipitação média mensal e anual em 20% (IPCC, 2001) e aumento da temperatura média do ar em 1,1 e 5,4°C (IPCC, 2007) .

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a bacia hidrográfica do rio Mamanguape (Figura 1), a qual conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2006) possui a sede de 30 municípios e ocupa uma área de 3.522,69 km², onde está localizada entre as latitudes 6°36'49'' – 7°11'08'' S e longitudes 34°54'42'' – 35°57'51''O, estando inserida nas mesorregiões da Zona da Mata e Agreste Paraibano. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2007) a população residente estimada foi de 457.905 habitantes.

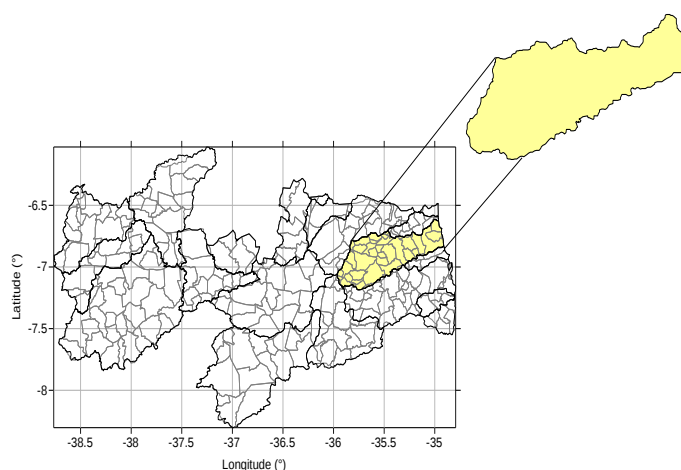


Figura 1. Localização da bacia do rio Mamanguape em relação ao Estado da Paraíba

Os dados pluviométricos mensais foram fornecidos pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) para que fosse realizado o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva adaptado por Freitas (2005) e readaptado por Araújo et al. (2009). Esses dados também foram necessários para a confecção da climatologia da bacia hidrográfica do rio Mamanguape, caracterizando os períodos como secos ou úmidos podendo ser analisadas dessa forma, as contribuições dos períodos chuvosos para o aporte hídrico da bacia. As Equações 1 e 2 dispostas a seguir são utilizadas para o cálculo do IAC:

$$IAC = 3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right]; \text{ para anomalias positivas} \quad (1)$$

$$IAC = -3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right]; \text{ para anomalias negativas} \quad (2)$$

sendo:

N - precipitação mensal atual (mm);

$\bar{N}$ - precipitação média mensal da série histórica (mm);

$\bar{M}$ - média das dez maiores precipitações mensais da série histórica (mm);

$\bar{X}$ - média das dez menores precipitações mensais da série histórica (mm).

Foram obtidos dados de 31 postos distribuídos ao longo da bacia, dos quais foi disponibilizada uma série histórica de 20 anos. Entretanto, sob o ponto de vista climatológico uma série como esta é considerada curta, mas permite formular hipóteses sobre tendências de aumento ou redução das chuvas em condições atmosféricas extremas (referente à precipitação: extremamente seco ou extremamente úmido), conforme Santos et al. (2011). Segundo tal autor, para aplicação do IAC é recomendável à utilização de séries históricas com pelo menos 30 anos de dados, caso a série em questão tenha menos de 30 anos, faz-se necessária uma adaptação, na qual a quantidade de médias (maiores e menores) utilizadas para o cálculo deve ser proporcional à quantidade de dados disponíveis. Sendo assim, em uma série de 20 anos são utilizadas as médias das sete maiores ou sete menores precipitações mensais da série histórica.

Ao longo da série histórica de dados foram encontradas algumas lacunas, as quais não representaram alterações significativas sobre os resultados, tendo em vista que uma das vantagens do IAC é retirar o desvio de erros provenientes de valores em falta na série de dados. Ademais, de forma alguma estas lacunas poderiam ser preenchidas, pois de acordo com Nikolova (2007), a reposição de valores em falta na série histórica de precipitação traz mais subjetividade à investigação.

Os resultados foram classificados de acordo com a metodologia de Freitas (2005) readaptada por Araújo et al. (2009) (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de Intensidade do Índice de Anomalia de Chuva da bacia hidrográfica do rio Mamanguape

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
	De 4 acima	Extremamente Úmido
	2 a 4	Muito Úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	De -4 abaixo	Extremamente Seco

Fonte: Freitas (2005) readaptada por Araújo et al. (2009)

Com relação às projeções de aumento e redução da precipitação em 20% (IPCC 2001), foi elaborada uma tabela com o intuito de facilitar a avaliação.

Para estimar as projeções futuras na temperatura média do ar da bacia hidrográfica do rio Mamanguape foi utilizado o software Estima-t, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande (Cavalcante & Silva, 1994; Cavalcante et al. 2006 e Silva et al. 2006), sendo utilizada para este fim, uma série histórica de temperatura média para a bacia com 53 anos de dados.

Para analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Mamanguape construíram-se figuras para melhor ilustrar as peculiaridades do clima em toda região de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta um período de seis meses úmidos com precipitação acima da média, a qual para o referido período é de 86,6mm. O período chuvoso ocorre de março a agosto sendo o mês de junho o mais representativo atingindo uma média de 182,5 mm de precipitação. Observa-se também que o período mais seco ocorre de setembro a fevereiro, tendo como mês mais representativo outubro, com média de 12,5 mm.

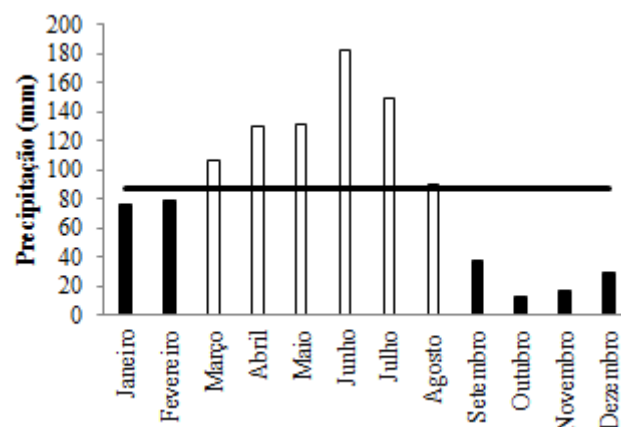


Figura 2. Fluviograma da bacia do Rio Mamanguape

Tal avaliação por si só já é de grande valia para que medidas preventivas e ações mitigatórias sejam tomadas a tempo, com o intuito de evitar maiores prejuízos à população em decorrência de possíveis eventos climatológicos extremos que possam vir a assolar a bacia.

Dando continuidade a análise, o IAC foi aplicado para melhor avaliar o grau de severidade dos eventos e duração dos períodos secos e úmidos da série histórica de precipitação. Foi observado que o período é composto por sete anos úmidos, variando entre as classes de Úmido (2007 e 2008), Muito Úmido (2009 e 2011) ou Extremamente Úmido (1994, 2000 e 2004). Entretanto, observa-se que há uma predominância de anos secos, com treze anos secos, sendo classificados como Seco (1995, 1996, 1997, 2002, 2003, 2005 e 2013), Muito Seco (1999, 2001, 2006, 2010 e 2012) ou Extremamente Seco (1998) (Figura 3).

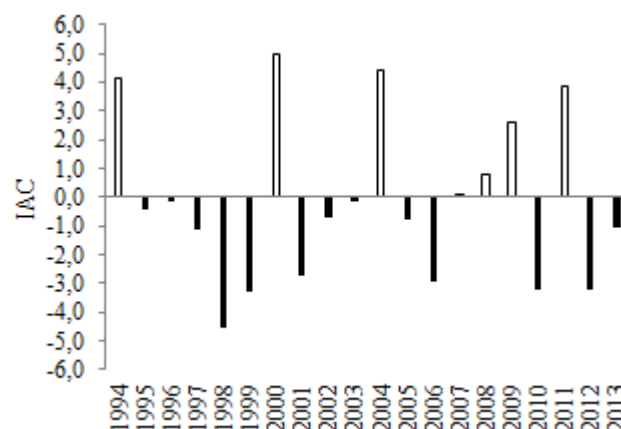


Figura 3. Índice de anomalia de chuva da bacia do Rio Mamanguape

200 Apesar da série relativamente curta, foi possível observar um padrão: o intervalo de
201 anos secos consecutivos intercalados por um ano úmido tem diminuído gradativamente.
202 Outro fato relevante é que o início da série (1994-1998) coincide com o final do último
203 período de aquecimento global (1977-1998) citado no trabalho de Molion (2008). Tal
204 autor diz ainda que uma forte característica desse período foi apresentar uma maior
205 ocorrência de eventos de El Niño, o qual provoca secas na região Nordeste.

206 Para melhor avaliar a variabilidade temporal da precipitação e observar as diferenças
207 entre os períodos chuvosos na bacia do rio Mamanguape, foram analisados anos
208 específicos da série histórica. Foram selecionados dois anos secos (1998 e 2010) e dois
209 anos úmidos (2000 e 2004). A escolha desses anos específicos deve-se ao fato dos
210 mesmos terem sido considerados anos extremos (extremamente secos e extremamente
211 úmidos, respectivamente) com relação aos demais anos da série histórica.

212 A Figura 4 mostra o IAC da bacia hidrográfica do rio Mamanguape para os anos
213 secos de 1998 e 2010. Observa-se que dentro do período seco que vai de setembro a
214 fevereiro (de acordo com a Figura 3) apenas o mês de janeiro de 2010 apresentou valor
215 de IAC positivo, entretanto, dentro do semestre úmido, três meses apresentaram IAC
216 negativos, sendo eles março e maio de 2010 e abril de 1998, corroborando com os
217 resultados de Da Silva et al. (2009), que afirmam que o IAC, em anos secos, tende a ser
218 negativo, até mesmo no período chuvoso. O caso do mês de março de 2010 ter sido um
219 mês de IAC negativo é especialmente relevante, pois de acordo com Araújo et al. (2009)
220 o mês de março é mais eficiente em termos de precipitação por causa da atuação da
221 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que atinge seu máximo no mês de março,
222 fazendo com que esse mês seja de suma importância para o aporte hídrico dos
223 mananciais.

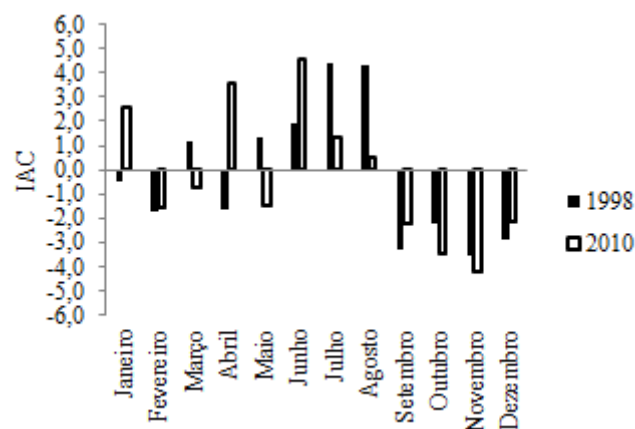


Figura 4. IAC mensais de anos secos da bacia hidrográfica do rio Mamanguape

A Figura 5 mostra o IAC da bacia hidrográfica do rio Mamanguape para os anos úmidos de 2000 e 2004.

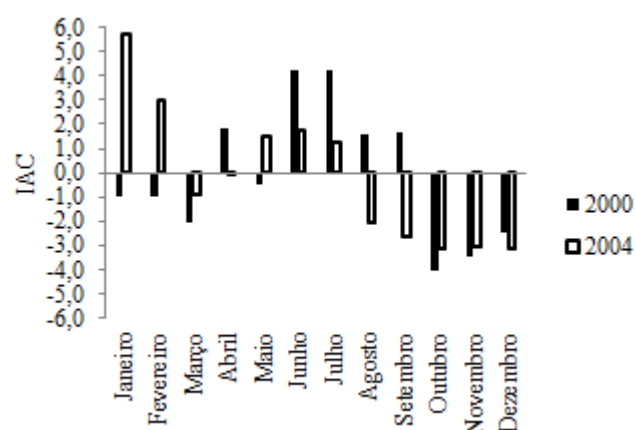


Figura 5. IAC mensais de anos úmidos da bacia hidrográfica do rio Mamanguape

Dentro do semestre seco pode-se observar que o mês de setembro de 2000 e os meses de janeiro e fevereiro de 2004 apresentaram valores positivos de IAC. Conforme Brito & Braga (2005), as fortes chuvas de janeiro e fevereiro de 2004 foram causadas devido à interação entre a atividade convectiva produzida pelo Vórtice Ciclônico, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), esta continuou posicionada ao sul de sua climatologia. Outro fator que pode ter causado as intensas chuvas em janeiro e fevereiro de 2004 foi o aumento da Pressão ao Nível médio do Mar (PNM) no Atlântico Subtropical Sul, que, consequentemente pode ter

produzido um aumento na advecção de umidade para o Nordeste do Brasil, conforme Brito & Braga (2005).

Dentro do semestre chuvoso, os meses de março e maio de 2000 e os meses de março, abril, e agosto de 2004 apresentaram-se com valores negativos de IAC. Conforme Brito & Braga (2005) os meses de março e abril de 2004 apresentaram chuvas inferiores à média climatológica, pois em março a ZCIT apesar de ter se posicionado ao sul de sua climatologia, apresentou pouca intensidade, uma vez que sobre o oceano Atlântico tropical predominaram anomalias positivas da temperatura da superfície do mar (TSM) ao norte do equador e negativa ao sul. Afirmam ainda que em abril de 2004 a ZCIT posicionou-se ao norte da climatologia, o Atlântico tropical continuou a apresentar padrões de anomalias de TSM semelhante ao de março e os vórtices ciclônicos estiveram com o centro sobre o Estado da Paraíba. Estas configurações dificultaram a produção de precipitação na Paraíba. De maio a julho de 2004 as chuvas voltaram a ser superiores à média climatológica devido a atuação dos Sistemas Ondulatórios de Leste, da PNM que, em geral, apresentou anomalias positivas sobre o Atlântico Subtropical e a Zona de Convergência Secundária do Leste do Nordeste (Brito & Braga, 2005).

Com isso, a análise feita com os anos secos específicos (1998 e 2010) mostrou que dentro do semestre seco, apenas o mês de janeiro de 2010 foi atípico, apresentando-se em desacordo com as características de um período seco e, dentro do semestre úmido, março e maio de 2010 e abril de 1998 foram atípicos, estando em desacordo com as características de um período úmido. Em contrapartida, observou-se que os anos úmidos específicos (2000 e 2004) apresentaram três meses atípicos para o semestre seco (setembro de 2000 e janeiro e fevereiro de 2004) e dentro do semestre úmido, apresentaram cinco meses atípicos, sendo eles março e maio de 2000 e março, abril e agosto de 2004.

Os valores de precipitação acumulada do período estudado da série histórica foram espacializados para melhor avaliar o padrão de distribuição das chuvas (Figura 6). Observou-se que ocorreram precipitações elevadas nas partes Noroeste e Centro-Oeste, provavelmente pela influência da fisiografia da região, mas foram mais intensas na porção leste da bacia demonstrando que o contraste térmico entre o continente e o oceano e demais sistemas atuantes na região tem sua influência neste valor. A porção oeste a bacia apresentou-se bastante desfavorecida em termos de precipitação.

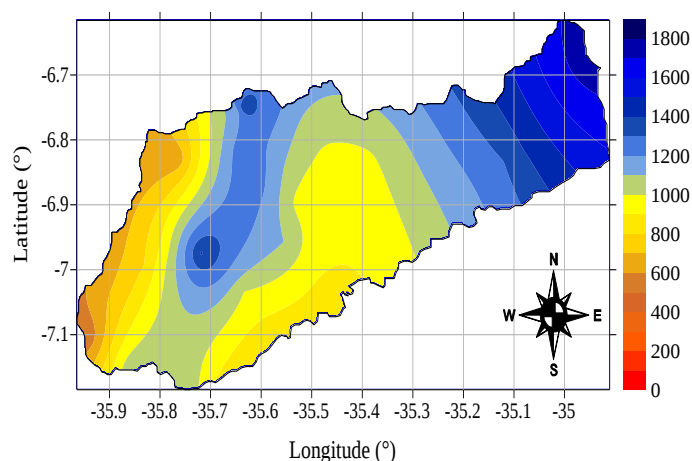


Figura 6. Climatologia acumulada da bacia do Rio Mamanguape

Através da média anual da bacia hidrográfica do rio Mamanguape, a qual foi de 86,6 mm foi possível traçar projeções de redução e aumento da precipitação em 20%, como recomendado pelo IPCC (2001), (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de precipitação e respectivas projeções de redução e aumento em 20%, IPCC (2007)

Mês	Média mensal da série histórica (mm)	Média mensal da série histórica com redução de 20% (mm)	Média mensal da série histórica com aumento de 20% (mm)
Janeiro	76,3	61,0	91,6
Fevereiro	78,9	63,1	94,7
Março	106,7	85,4	128,0
Abril	129,3	103,4	155,2
Maio	131,7	105,4	158,0
Junho	182,5	146,0	219,0
Julho	148,6	118,9	178,3
Agosto	89,7	71,8	107,6
Setembro	36,9	29,5	44,3
Outubro	12,5	10,0	15,0
Novembro	17,4	13,9	20,9
Dezembro	29,0	23,2	34,8
Média Anual (mm)	86,6	69,3	104,0

Observou-se que o mês de março, o qual é de extrema importância para o aporte hídrico da bacia, com a redução de 20% apresenta precipitação inferior ao mês de agosto (mês de menor precipitação dentro do semestre úmido), com a precipitação sem projeções, além disso, o mês de agosto com a redução de 20% passa a apresentar valor

inferior aos dois últimos meses do semestre seco (janeiro e fevereiro) sem as projeções. Para Silva et al. (2013), um cenário como este é alarmante, uma vez que a redução da precipitação provoca o aumento de áreas com risco climático para o cultivo da cana-de-açúcar. Esta situação poderia trazer relevantes prejuízos de ordem econômica, tendo em vista esta cultura ser uma força geradora de emprego e renda para a região da bacia.

Com o aumento de 20% a precipitação apresenta uma média de 104,0 mm. Dessa forma o aporte hídrico da bacia é favorecido, uma vez que até mesmo os dois últimos meses do semestre seco (janeiro e fevereiro) apresentam precipitação superior ao mês de agosto (último mês do semestre úmido), com a precipitação sem projeções; consoante a isto, o mês de agosto com as projeções de aumento em 20% apresenta precipitação superior a março (sem as projeções) que é o primeiro mês do semestre úmido.

Com relação à temperatura, Silva et al. (2013) afirmam que o clima é um fator que desafia o manejo adequado das culturas, neste sentido, é ideal que este aspecto esteja de acordo com as exigências climáticas das mesmas, a fim de obter um bom desenvolvimento das plantas.

Neste sentido, a temperatura média do ar, bem como as projeções de temperatura para a bacia hidrográfica do rio Mamanguape foram avaliadas (Tabela 3). Os valores de projeções foram baseados nos cenários do IPCC (2007) que geram projeções futuras da temperatura média do ar para o final do Século XXI, sendo estes os cenários B1, A1B e A2. Tais valores de projeções se referem ao aumento das concentrações dos gases de efeito estufa. Optou-se por utilizar os valores extremos de projeções, ou seja, o valor mais baixo do cenário mais baixo (B1= 1,1°C) e o valor mais alto do cenário de projeções mais altas (A2= 5,4°C). O cenário A1B representa valores intermediários entre os cenários B1 e A2. Vale ressaltar que para o IPCC (2007) estes são valores que se encontram dentro de uma faixa provável, ou seja, representam uma certeza maior que 66%.

Tabela 3. Valores de Temperaturas médias, máximas e mínimas com suas respectivas projeções de 1,1 e 5,4 °C

Temperatura	Média	Máxima	Mínima
Média	23,8	29,3	19,8
Projeções com aumento de 1,1 °C	24,9	30,4	20,9
Projeções com aumento de 5,4 °C	29,2	34,7	25,2

As exigências climáticas da cana-de-açúcar foram utilizadas como parâmetro já que esta cultura é predominante na região de estudo. Salientando que, de acordo com os parâmetros da Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC - 2005, 2011) a temperatura ideal de brotamento da cana-de-açúcar está entre 32 e 38°C, a de crescimento durante o dia deve estar entre 22 e 30°C e a mínima para o desenvolvimento vegetativo é de aproximadamente 20°C, abaixo disso, a produção é prejudicada.

No caso da bacia do rio Mamanguape, com os valores sem as projeções, a temperatura máxima já está abaixo da temperatura ideal de brotamento. Com as projeções de 1,1°C, a temperatura máxima permanece abaixo da temperatura ideal de brotamento. Por fim, com as projeções de 5,4°C, a temperatura mínima ultrapassa, em muito, a temperatura ideal para o crescimento vegetativo.

Tal análise é de grande relevância para o manejo ideal da cultura, todavia, para Silva et al. (2013) é necessário também conhecer os padrões de crescimento de cada variedade da cultura a fim de fazer com que as fases de máximo desenvolvimento coincidam com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar, permitindo que ela expresse todo o seu potencial genético.

Com tudo o que foi exposto, ressalta-se a importância deste trabalho, uma vez que tais informações são imprescindíveis no que se refere ao monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos, já que é impossível gerir de maneira adequada uma área, neste caso uma bacia hidrográfica, sem que antes se tenha um conhecimento prévio de suas características climáticas. Vale destacar que este gerenciamento deve contemplar as aspirações econômicas, ambientais e sociais.

CONCLUSÕES

1. O semestre úmido da Bacia hidrográfica do rio Mamanguape, que vai de março a agosto, é bastante favorecido pelas contribuições do mês de junho; em contrapartida, dentro do semestre seco, que vai de setembro a fevereiro, o mês de outubro requer maior atenção devido a sua ineficiência em termos de precipitação;

2. A diminuição do intervalo entre anos secos consecutivos intercalados por um ano úmido aponta para um favorecimento ao aporte hídrico da bacia.

3. Anos secos comportam-se mais coerentemente com as características de cada período (seco ou úmido) do que os anos úmidos, uma vez que os anos secos específicos (1998 e 2010) apresentaram apenas quatro meses atípicos, enquanto que os anos úmidos específicos (2000 e 2004) apresentaram 8 meses atípicos.

4. A bacia do rio Mamanguape possui três regiões com padrões distintos de precipitação: a região leste, a qual é a mais favorecida com um padrão bem homogêneo de altos índices de precipitação; a região central, a qual apresentou um padrão bem heterogêneo em relação à distribuição das chuvas; a terceira é a região oeste da bacia, a qual foi a menos favorecida em termos de precipitação.

5. A observação feita através do gráfico do IAC para todos os anos da série histórica associada às projeções futuras de redução e aumento da precipitação em 20% sugere, devido ao padrão de comportamento da série (diminuição de anos secos consecutivos), que a bacia está mais propensa a um aumento da precipitação;

6. O aumento futuro da temperatura média do ar sobre a região estudada poderá prejudicar o desenvolvimento ideal da cana-de-açúcar, já que as exigências climáticas da mesma não serão atendidas.

LITERATURA CITADA

ARAÚJO. L. E.; SOUSA F. A. S.; RIBEIRO, M. A. F. M., SANTOS A. S.; MEDEIROS P. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. Revista Brasileira de Meteorologia, v - 23, p. 162-169, 2008.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Classificação da precipitação e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Ambi-Agua, Taubaté, v - 4, p. 93-110, 2009. (doi: 10.4136/ambi-água.105).

BRITO, J. I. B.; BRAGA, C.C. Chuvas no estado da Paraíba em 2004. Boletim SBMET, p.27-32, 2005.

CAVALCANTI, E. P. e SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

CAVALCANTI, E. P. ; SILVA, V. P. R. ; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Brasil, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CORREIA, M. F., ARAGÃO, M. R. S., MOURA, M. S. B.; Energia para cidades: vulnerabilidade a eventos extremos de chuva e o paradoxo da eficiência no uso da água e a geração de energia elétrica em ambientes áridos. Universidade Federal de Campina Grande (Processo nº 480266/2004-2).

DA SILVA D. F.; SOUSA F. A. S.; KAYANO M. T.; GALVÍNCIO J. D. Influência da variabilidade climática global e de suas escalas temporais sobre a precipitação no Alto Mundaú (PE). RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física. v. 2, p. 64-82, 2009.

ESPINOZA, E. S. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico tropical. São José dos Campos, INPE, 1996. 127 p. Dissertação Mestrado.

FREITAS, M. A. S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. Revista Tecnologia (UNIFOR), v. Suplementar, p. 84-95, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da população, 2007.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change – Climate change 2001. Synthesis Report.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change – Climate Change 2007. Synthesis Report.

MARIN, F. R.; Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Ageitec (2005, 2011).

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_10_711200516716.html. 14 Jul. 2014.

MOLION, L. C. B. Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos. Revista Brasileira de Climatologia. P. 117-128, Agosto, 2008.

419 NIKOLOVA, N. Regional climate change: Precipitation variability in
420 mountainous part of Bulgaria. Instituto Geográfico “jovan cvijic” SASA. Coleção de
421 Papeis, p. 79-86, 2007.

422 PERH – PB. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Resumo estendido. Agencia
423 Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, AESA. – Consórcio TC/BR –
424 Concremat, 112p. 2006.

425 ROOY, M. P. VAN. A Rainfall anomaly index independent of time and space, p.
426 14-43, 1965.

427 SANTOS, E. P.; CORREIA, M. F.; ARAGÃO, M. R. S.; SILVA, F. D. S.
428 Eventos extremos de chuva e alterações no regime hidrológico da bacia hidrográfica
429 do rio São Francisco: Uma aplicação do índice RAI (Rainfall Anomaly Index).
430 Engenharia Ambiental – v. 8, p. 315-330, 2011.

431 SILVA, V ; SOUSA, F ; CAVALCANTI, E.P. ; SOUZA, E ; DASILVA, B. B.
432 Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in
433 northeast Brazil. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, Canada, v.
434 68, n. 68, p. 781-792, 2006.

435 SILVA, V. P. R.; OLIVEIRA, S. D.; SANTOS, C. A. C.; SILVA, M. T. Risco
436 Climático da cana-de-açúcar cultivada na região Nordeste do Brasil. Revista
437 Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 17, p. 180-189, 2013.

438 TEODORO, P. H. M.; AMORIM, M. C. C. T. Mudanças climáticas: algumas
439 reflexões. Revista Brasileira de Climatologia. P. 25-35, agosto, 2008.

440 UVO, C. R. B., A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a
441 precipitação na região Norte e Nordeste brasileiro. Dissertação Mestrado, São José
442 dos Campos, 1989.

443 KOUSKY, V. E. Frontal influences on northeast Brazil. Monthly Weather
444 Review, v. 107, p. 1140-1153, 1979.

445 KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclones vortices in the
446 tropical south atlantic. Tellus, v. 33, p. 538-551, 1981.

ANEXO - Normas para a submissão da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e
Ambiental – AGRIAMBI

Composição sequencial do artigo

a) Título: engloba, com no máximo 15 palavras, o conteúdo e o objetivo do trabalho, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções. Apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula; entretanto, quando o título tiver um subtítulo, ou seja, com dois pontos (:), a primeira letra da primeira palavra do subtítulo (ao lado direito dos dois pontos) deve ser maiúscula. O título não deverá ter as palavras efeito, avaliação, influência nem estudo.

b) Nome(s) do(s) autor(es):

- O arquivo do artigo enviado no ato da submissão não deverá conter o(s) nome(s) do(s) autor(es) nem a identificação de sua(s) instituição(ões), porque este arquivo será disponibilizado para os consultores no sistema; entretanto, o nome(s) do(s) autor(es) será(ão) informado(s) ao sistema pelo autor correspondente quando da submissão. Antes de o autor correspondente iniciar o processo de submissão, todos os autores já deverão estar cadastrados no sistema. Torna-se necessário que o autor correspondente inclua seu nome como autor, definindo, assim, sua posição em relação aos demais autores.

- O artigo deverá ter, no máximo, seis autores.

- Em relação ao que consta na primeira versão do artigo submetida à Revista, não serão permitidas alterações posteriores na sequência nem nos nomes dos autores.

c) Resumo: no máximo com 15 linhas e não ter abreviaturas.

d) Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título, separadas por vírgula e com todas as letras minúsculas.

e) Título em inglês: terá a mesma normatização do título em Português.

f) Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo. A casa decimal dos números deve ser indicada por ponto ao invés de vírgula.

g) Key words: terá a mesma normatização das palavras-chave e deverá ser uma tradução fiel das palavras-chave.

h) Introdução: destacar a relevância da pesquisa, inclusive através de revisão de literatura, em no máximo 2 páginas. Não devem existir, na Introdução, equações, tabelas, figuras nem texto teórico básico sobre determinado assunto mas, sim, referentes a resultados de pesquisa. O último parágrafo deve apresentar o objetivo da pesquisa.

i) Material e Métodos: deve conter informações imprescindíveis que possibilitem a repetição da pesquisa, por outros pesquisadores.

j) Resultados e Discussão: os resultados obtidos devem ser discutidos e interpretados à luz da literatura. Não apresentar os mesmos resultados em tabelas e figuras.

k) Conclusões: devem ser numeradas e escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se apenas nos resultados apresentados. Não devem possuir abreviaturas.

l) Agradecimentos (facultativo)

m) Literatura Citada:

- O artigo submetido deve ter no mínimo 70% de citações de periódicos, sendo pelo menos 40% dos últimos oito anos.

- Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

- Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos. Os trabalhos em congressos serão aceitos apenas quando inexistirem publicações em periódicos sobre o tema em questão.

- Em determinada contextualização, citação de mais de uma referência bibliográfica deve, primeiro, atender a ordem cronológica e, depois, a ordem alfabética dos autores; já em citação de mais de uma referência bibliográfica dos mesmos autores, não se deve repetir seu nome; entretanto, os anos de publicação devem ser separados por vírgula.

- O artigo deverá ter no mínimo 15 e no máximo 30 referências bibliográficas. Para a contribuição na modalidade de revisão de literatura não existe limite máximo de referências bibliográficas.

Para os artigos escritos em Inglês, título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português e, para os artigos em Espanhol, em Inglês vindo, em ambos os casos, primeiro no idioma principal.

Os artigos subdivididos em partes I, II etc, devem ser submetidos juntos, pois serão encaminhados aos mesmos consultores.

A contribuição na forma de Revisão de Literatura deverá ter a seguinte composição sequencial: título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Itens sobre temas da revisão, Conclusões, Literatura Citada.

Edição do texto

- a) Word do Microsoft Office 2010: O artigo deverá ser editado apenas nesta versão do Word.
- b) Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverão existir no texto palavras em negrito nem em itálico, exceto para o título, itens e subitens, que deverão ser em negrito, e os nomes científicos de espécies vegetais e animais, que deverão ser em itálico. Em equações, tabelas e figuras não deverão existir itálico nem negrito. As equações deverão ser escritas no aplicativo MS Equation. Evitar parágrafos muito longos devendo, preferencialmente, ter no máximo 60 palavras.
- c) Espaçamento: duplo entre o título, nome(s) do(s) autor(es), resumo e abstract; simples entre item e subitem e no texto, espaço 1,5.
- d) Parágrafo: 0,5 cm.
- e) Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,54 cm e esquerda e direita de 3,00 cm, no máximo de 15 páginas, incluindo-se tabelas e figuras. As páginas e as linhas deverão ser numeradas; a numeração das linhas deverá ser contínua, isto é, dando continuidade de uma página para outra.
- f) Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas a primeira letra maiúscula. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula.
- g) As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão.
- h) Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)
 - As tabelas e figuras devem ser autoexplicativas e apresentarem largura de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo no qual foram citadas a primeira vez. Exemplos de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma única tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada subfigura em uma figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), posicionada ao lado esquerdo superior da figura. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto, da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C. As tabelas e figuras com 18 cm de largura ultrapassarão as margens esquerda e direita de 3 cm, sem nenhum problema.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Nas colunas os valores numéricos deverão ser alinhados pelo último algarismo. Exemplo do título, o qual deve ficar acima da tabela: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, segundo análise estatística, deverá haver um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, podendo ser coloridas mas possuindo, sempre, marcadores de legenda diversos, porque legendas baseadas apenas em cores quando xerocadas desaparecerão. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo da figura: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Se o título e a numeração dos eixos x e/ou y forem iguais em figuras agrupadas, deixar só um título centralizado e a numeração em apenas um eixo. Gráficos, diagramas (curvas em geral) devem vir em imagem vetorial. Quando se tratar de figuras bitmap (mapa de bit), a resolução mínima deve ser de 300 bpi. Os autores deverão primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista a boa compreensão sobre elas. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis mas sem ser separadas do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

- a) Quando a citação possuir apenas um autor: Zonta (2010) ou (Zonta, 2010).
- b) Quando a citação possuir dois autores: Mielniczuk & Tornquist (2010) ou (Mielniczuk & Tornquist, 2010).
- c) Quando a citação possuir mais de dois autores: Pezzopane et al. (2010) ou (Pezzopane et al., 2010). Quando a autoria do trabalho for uma instituição/empresa, a citação deverá ser de sua sigla, em letras maiúsculas. Exemplo: EMBRAPA (2010).

Lista da Literatura Citada

As bibliografias citadas no texto deverão ser dispostas na lista em ordem alfabética, pelo último sobrenome do primeiro autor e em ordem cronológica crescente e conter os nomes de todos os autores. A seguir, são apresentados exemplos de formatação:

a) Livros

Paz, V. P. S.; Oliveira, A.; Perreira, F. A.; Gheyi, H. R. Manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semiáridas. 1.ed. Cruz das Armas: UFRB, 2009. 344p.

b) Capítulo de livros

Antuniassi, U. R.; Baio, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: Vargas, L.; Roman, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Cap.5, p.173-212.

c) Revistas

Silva, V. G. de F.; Andrade, A. P. de; Fernandes, P. D.; Silva, I. de F. da; Azevedo, C. A. V.; Araujo, J. S. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plants under different irrigation strategies. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.451-457, 2010.

d) Dissertações e teses

Paixão, F. J. R. da. Doses de nitrogênio e conteúdo de água do solo no cultivo da mamoneira, variedade BRS Energia. Campina Grande: UFCG, 2010. 76p. Tese Doutorado

e) Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD Roms)

Centeno, C. R. M.; Azevedo, C. A. V.; Santos, D. B. dos; Lira, V. M. de; Lima, V. L. A. de. Coeficiente de cultivo da mamona BRS energia irrigada com diferentes níveis de água salina. In: Congresso Latino-Americano e do Caribe de Engenharia Agrícola, 9, e Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010, Vitória. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2010. CD Rom.

No caso de CD Rom o título da publicação continuará sendo Anais, Resumos ou Proceedings mas o número de páginas será substituído pelas palavras CD Rom. Para as revistas disponibilizadas na internet não colocar nenhuma informação de endereço da página, conforme o exemplo acima (item c).

Outras informações sobre normatização de artigos

a) Não colocar ponto no final das palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras.

b) Na descrição dos parâmetros e variáveis de uma equação deverá haver um traço separando o símbolo de sua descrição. A numeração de uma equação deverá estar entre parêntesis e alinhada à direita: exemplo: (1). As equações deverão ser citadas no texto, conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eqs. 3 e 4.

c) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúsculo apenas a primeira letra de cada palavra.

d) Nos exemplos seguintes de citações no texto de valores numéricos, o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade:

10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 litros = 5 L; 45 mililitros = 45 mL; l/s = L s⁻¹; 27°C = 27 °C; 0,14 m³/min/m = 0,14 m³min⁻¹ m⁻¹; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; 2 mm/dia = 2 mm d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2–61,5 (deve ser junto).

A % é a única unidade que deve estar junto ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, que possuem a mesma unidade, colocar a unidade somente no último valor. Exemplos: 20 m e 40 m = 20 e 40 m; 56,1%, 82,5% e 90,2% = 56,1, 82,5 e 90,2%.

e) Quando pertinente, deixar os valores numéricos no texto, tabelas e figuras com no máximo duas casas decimais.

f) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a 1ª letra de cada palavra maiúscula.