



## TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E SEU APROVEITAMENTO PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL, ACRE

Rafael Coll DELGADO<sup>1</sup>, Leonardo Paula de SOUZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup>Centro Multidisciplinar, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil.

\*E-mail: [leonardo.paula@ufac.br](mailto:leonardo.paula@ufac.br)

Recebido em agosto/2014; Aceito em novembro/2014.

**RESUMO:** Foi estudado a tendência climática anual da precipitação e seu aproveitamento para fins não potáveis em região da Amazônia Ocidental brasileira. Utilizaram-se dados pluviométricos compreendidos entre o período de 1960 a 2013, para sua captação considerou-se as áreas de telhados das edificações prediais da Universidade Federal do Acre – Campus Floresta (CF), localizado no município de Cruzeiro do Sul/AC. Calcularam-se as precipitações médias mensais e suas respectivas probabilidades de ocorrência de 75%, 85% e 95%. Foi detectada leve tendência positiva dos dados pluviométricos ao aplicar o teste de Mann-Kendall. O teste de Pettitt não foi significativo para esta série de precipitação. Foi verificada redução significativa para a estação chuvosa amazônica. A estação seca teve uma redução do seu período mais seco, o que tudo indica uma mudança no comportamento e na sazonalidade da precipitação na região. Aproveitar mensalmente as precipitações é suficiente para manter de 96,45% a 70,89% da demanda hídrica do CF. Os excedentes hídricos proporcionados pela precipitação média, probabilidade de 75% e 85% garantem a manutenção anual do CF, para a probabilidade de ocorrência de 95% é necessário a complementação a partir do mês de agosto até meados de novembro a dezembro.

**Palavra-chave:** análise estatística, água não potável, população urbana e rural

### *PRECIPITATION TREND AND ITS NON-POTABLE USES IN THE WESTERN AMAZON ACRE*

**ABSTRACT:** This paper analyses the annual climate trend of precipitation and its non-potable use in a university campus in the Brazilian Western Amazon. We used pluviometric data gathered between 1960 and 2013, and, for the harnessing of water, we considered the roof of buildings in the Federal University of Acre – Campus Floresta, located in Cruzeiro do Sul, Acre. We calculated the monthly average of precipitation and the probability of its occurrence: 75%, 85% and 95%. We detected a slightly positive tendency in the pluviometric data when applying the Mann-Kendall test. We also applied the Pettitt test, however, it did not provide meaningful results for this series of precipitation. We verified a meaningful reduction in precipitation during the rainy season in the Amazon. The dry season showed a reduction in the length of its driest period, which indicates a change in the patterns and seasonality of precipitation in the region. Using the monthly rainfall can secure between 96.45% and 70.89% of the Campus water demand. The water surplus propitiated by the average precipitation thus probably guarantees between 75% and 85% of the water needs in Floresta Campus. Securing 95% of the demand requires complementation from August through to November or even December.

**Keywords:** statistical analysis, non-potable water, urban and rural population.

#### 1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é amplamente reconhecida por muitos pesquisadores e estudiosos como a variável climatológica mais importante na região Tropical. Ela é determinante nas características da região, como o tipo de vegetação, as atividades agrícolas, na geração de energia, entre outros. Por sua tamanha importância, diversos estudos e métodos para sua caracterização foram

desenvolvidos, para entender seus impactos e sua evolução no tempo, intensidade, tendências, duração e frequência na região (WANDERLEY et al., 2013).

O clima na região Amazônica tem sido afetado por condições extremas, como por exemplo, a grande seca de 2005 atribuída ao episódio de El Niño (COX et al., 2008) e as inundações ocorridas em 2009 (MARENGO, 2010). A Bacia Amazônica exerce um papel fundamental no

funcionamento do clima global é um dos principais componentes do sistema climático global, devido à quantidade substancial de vapor d'água liberado pela floresta tropical, que desempenha um papel crucial na manutenção da célula tropical de circulação regional e global, a célula de Hadley (NOBRE et al., 2009).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2008) relata que a pobreza é mais preocupante e a expectativa está alinhado para a condição alimentar da população mundial que ainda será mais delicada. Nesta ordem, as mudanças climáticas forçarão a elevação dos preços dos alimentos e nem mesmo as pessoas com melhores condições de renda estarão livres dos castigos impostos por tais alterações, pois a degradação em virtude dos choques climáticos destruirá com extrema voracidade as capacidades humanas de estabelecimento e desenvolvimento, tendência a cada dia observada em diversos países, inclusive, nos desenvolvidos. Transfere-se, assim, à agricultura e aos recursos naturais o maior desafio deste século que é alimentar e matar a sede de uma população mundial que hoje é superior a sete bilhões de pessoas.

De acordo com Ferrari et al. (2012) as preocupações em relação as alterações climáticas devem-se ao fato que, desde meados do século passado, o clima vem apresentando grande variabilidade. Eles também destacam que, o aquecimento global tem implicações direta na alteração da distribuição das chuvas e na sua frequência, podendo aumentar as ocorrências dos períodos secos e chuvosos. Segundo Blain; Moraes (2011), o entendimento de uma estatística probabilística em determinar a ocorrência de eventos extremos de precipitação é uma importante etapa na redução da vulnerabilidade humana frente a fenômenos como as enchentes. Os autores destacam que a análise do tempo cronológico através de métodos estatísticos de uma variável meteorológica, caracterizando uma série temporal, podem fornecer informações de tendências de ordem climáticas.

Consumir racionalmente a água é um dos grandes desafios da humanidade, principalmente em regiões onde esse recurso é escasso e que já sofrem com as mudanças climáticas. Assim, captar e utilizar água de chuva são uma das alternativas adotadas pela população urbana e rural para garantir o abastecimento hídrico ao longo do ano ou em determinados períodos, em que as condições climáticas são adversas.

Nos Estados Unidos da América existem mais de duzentos mil reservatórios para aproveitamento de água de chuva e na Califórnia são oferecidos financiamentos para construção dessas estruturas enquanto que na Alemanha, o aproveitamento da água de chuva é destinado à irrigação de jardins, descarga de bacias sanitárias, máquinas de lavar roupas e uso comercial e industrial para fins não potáveis (TOMAZ, 2003).

No Brasil, no estado do Rio Grande do Sul devido às condições climáticas, o Sul e o Nordeste apresentam períodos de escassez diferenciados, porém parecidos em intensidade, o que propicia uma captação da precipitação em épocas diferentes. No Rio Grande do Sul, portanto, pode-se acumular a água abundante no inverno devido à entrada constante de sistemas frontais, o que favorece o abastecimento de rios, lagos e poços artesianos, para ser usada no verão, ao contrário do que ocorre no Nordeste

(KOETZ et al., 2010). A Amazônia, ironicamente conhecida como reserva de recursos hídricos, também é refém da falta de acesso à água potável, o abastecimento de água via recursos pluviais em regiões insulares da Amazônia é paradoxal. É inconcebível que uma localidade, reconhecida mundialmente como a maior reserva superficial de água doce, sofra com problemas relacionados ao fornecimento de água, o que torna interessante explorar as potencialidades locais, uma delas é o grande índice pluviométrico que a Amazônia possui (VELOSO; MENDES, 2014).

Nas áreas rurais, a água de chuva é geralmente utilizada para suprir às necessidades básicas, compreendendo, essencialmente, o consumo humano, enquanto que nas zonas urbanas este modelo de captação de água é, geralmente, utilizado como fonte suplementar, para cobrir demandas secundárias (GOMES et al., 2014). O benefício socioambiental que está intrínseco nesse sistema, leva a crer que os órgãos públicos devem ser os primeiros a levantar essa bandeira do aproveitamento de água da chuva, instalando este sistema em seus prédios para servir de exemplo para a sociedade civil (RODRIGUEZ et al., 2013). Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo estudar a tendência climática anual da precipitação para os anos de 1980 a 2013, comparar os desvios médios entre os anos de (1961 a 1990 e de 1980 a 2103) e assim, estimar os volumes potenciais de captação tendo como referência as edificações prediais de um campus universitário localizado no Vale do Juruá, Acre.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Como referência de estimativa para captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis, considerou-se as áreas dos telhados das edificações prediais e atuais da Universidade Federal do Acre - Campus Floresta (CF). O CF está localizado no município de Cruzeiro do Sul/AC, suas coordenadas geográficas central do Campus correspondem a 7°33'S e 72°43'W e altitude média de 214 m (Figura 1). O clima da região segundo Köppen é classificado como Equatorial quente e úmido A<sub>f</sub> com 1 a 2 meses secos. De acordo com Duarte (2006) a precipitação média anual é de 2166 mm, o mês de março é considerado o mês mais chuvoso e julho o menos chuvoso a temperatura e umidade relativa média do ar é de 24,5°C e 85%.

Para análise de tendência climática foram utilizados os dados de precipitação anual disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (1980-2013) registrados na estação meteorológica convencional na cidade de Cruzeiro do Sul, Acre. Após análise preliminar dos dados, calculou-se a precipitação média mensal climatológica ( $P_m$ ) e na sequência as probabilidades de ocorrências de 75%, 85% e 95%, adotando os procedimentos descritos por (TOMAZ, 2003).

De acordo com o trabalho de Delgado et al. (2012), calculou-se e comparou-se duas séries climatológicas mensais através do desvio da precipitação média mensal (1961-1990) e (1980-2013) em relação à sua média, posteriormente foi calculado a análise de tendência anual da precipitação (1980-2013) para o município de Cruzeiro do Sul/AC. Para a análise de tendência das séries

climáticas da precipitação foram considerados dados totais anuais, sendo estes dados submetidos ao teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall. O teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975)

considera que, na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória).

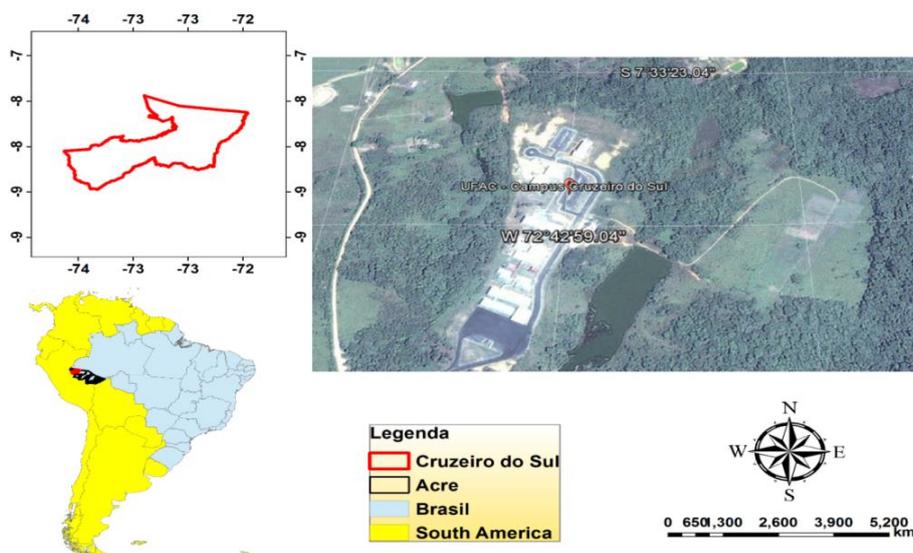


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo, à esquerda o município de Cruzeiro do Sul, Acre e a direita, a imagem extraída do Google Earth com a localização da Universidade Federal do Acre - Campus Floresta.

Com base na análise da estatística  $Z$  é tomada a decisão de aceitar ou rejeitar  $H_0$ , ou seja, pode-se confirmar a hipótese de estabilidade dos dados ou rejeitá-la a favor da hipótese alternativa (de existência de tendência nos dados). O sinal da estatística  $Z$  indica se a tendência é crescente ( $Z > 0$ ) ou decrescente ( $Z < 0$ ).

O nível de significância  $\alpha$  adotado é de  $\alpha = 0,05 = 5\%$  para o teste de Mann-Kendall. Se a probabilidade  $p$  do teste de Mann-Kendall for menor que o nível  $\alpha$ ,  $p < \alpha$ , uma tendência estatisticamente significativa existe, enquanto, um valor de  $p > \alpha$ , confirma uma tendência insignificante. Para amostras onde não há tendências, o valor de  $Z$  é próximo de zero (FERRARI et al., 2012; DELGADO et al., 2012; MANN, 1945; KENDALL, 1975). Os dados anuais de precipitação foram submetidos ao teste de Pettitt (PETTITT, 1979; WANDERLEY et al. 2013), o teste utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney, no qual se verifica se duas amostras  $X_1, \dots, X_i$  e  $X_{i+1}, \dots, X_T$  são da mesma população. A estatística  $U_{i,T}$  faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que o membro da segunda. Esta estatística localiza o ponto onde houve uma mudança brusca na média de uma série temporal.

Além das análises de tendências propostos pelos testes não-paramétricos, calculou-se o valor máximo, mínimo, média, desvio padrão e o coeficiente de variação para os 34 anos de registros pluviométricos na região de Cruzeiro do Sul, Acre.

Posteriormente, foram estimados os volumes potenciais mensais de captação de água de chuva, calculados levando em consideração a área total de captação ( $9106 \text{ m}^2$ ) multiplicada pela precipitação mensal (mm) e pelo coeficiente de escoamento superficial  $C = 0,80$  (TOMAZ, 2003) e dividindo-se por 1000, convertendo assim litro para metro cúbico.

O consumo diário de água não potável do CF foi calculado considerando o tempo de funcionamento e

consequentemente a vazão bombeada do poço semi-artesiano para abastecimento completo de todos os reservatórios do campus universitário, em um período de 4 meses consecutivos. Considerou-se ainda que durante o ano acadêmico nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro o consumo mensal é de 1/3.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos totais anuais pluviométricos na região de Cruzeiro do Sul, verifica-se uma variação significativa da precipitação (Figura 2A). É possível concluir que mais de 47% da série de precipitação esteve acima dos valores médios e o restante 53% abaixo da média histórica (Figura 2A). A maior precipitação observada na região, para a soma histórica anual (Figura 2A), foi de 2867,6 mm no ano de 1993 e a menor foi de 1099,8 mm no ano de 1981. A média histórica para os 34 anos estudados foi de 2077,88 mm, com um desvio padrão de 381,21 mm e uma variância de 141047, o coeficiente de variação foi de 18,35%.

Com relação aos totais anuais de precipitação (Figura 2A), não foram detectadas tendências significativas pelo teste de regressão para a região de Cruzeiro do Sul/AC, estes resultados também foram encontrados por (DELGADO et al., 2012) e (BLAIN; MORAES, 2011). Pela Figura 2B, verifica-se uma tendência positiva dos valores da série histórica de precipitação (mm), no período de 1980 a 2013. Por meio da reta de ajuste aos dados do período apresentou um coeficiente de determinação muito baixo igual a 4%.

De acordo com Penereiro; Ferreira (2013) em um estudo em Campinas, SP, os pesquisadores identificaram que a precipitação não sofreu tendência considerável no período, o que resultou também em baixo coeficiente de determinação. Segundo Blain; Moraes (2011) em um estudo de detecção de tendência de precipitação em São Paulo, o autor concluiu que também não há marcantes

indícios de tendências climáticas nos totais mensais de precipitação no Estado paulista.

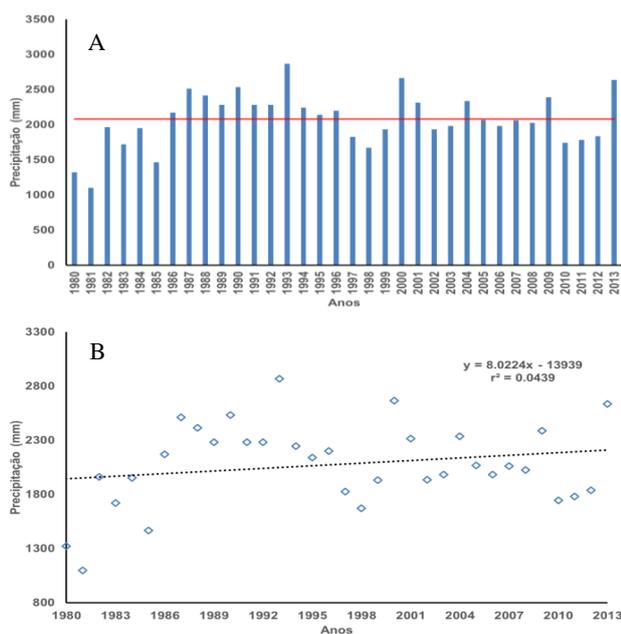


Figura 2. Precipitação total anual na região de Cruzeiro do Sul, Acre (A), a linha sólida vermelha na horizontal representa a média histórica para o período de 1980 a 2013. Análise de regressão da série climática de precipitação para Cruzeiro do Sul, Acre, a linha pontilhada representa a tendência dos valores da série histórica (B).

Em um estudo climático de 11 modelos do *Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* (IPCC AR4), cinco preveem um aumento da precipitação anual, três modelos preveem um decréscimo na precipitação e os outros três não indicam padrão significativo de mudança da precipitação na Amazônia (NOBRE et al., 2007). Os três últimos modelos convergem com os resultados encontrados em Cruzeiro do Sul, Acre para esta série de precipitação.

Apesar do destaque de alguns pesquisadores na questão da seca de 2005 em algumas localidades da região Amazônica ter sido refletida nas vazões do rio Solimões, e ter contribuído por decréscimos da precipitação ao Sul do Acre (MARENGO, 2010), os resultados aqui encontrados divergem muito na Amazônia Ocidental, mais precisamente no município de Cruzeiro do Sul, onde o déficit de precipitação ao longo destes 34 anos estuados em relação à média total histórica foi de apenas 9,7 mm.

Estes resultados ainda, não podem ser considerados como modificações climáticas, mas sim, estão dentro da própria aleatoriedade da série de precipitação ao longo destes 34 anos em Cruzeiro do Sul, Acre. As precipitações médias mensais e sua respectiva probabilidade de ocorrência (Prob.) de 75%, 85% e 95% são apresentadas na Figura 3. Segundo Tomaz (2003) a precipitação média mensal não oferece uma probabilidade confiável, pois é de aproximadamente 40%, o que significa que está abaixo dos níveis de tolerância, dentre as alternativas de probabilidade a de 95% é extremamente confiável, 85% é confiável e 75% tolerável. Os desvios da precipitação média mensal para o inverno e verão

amazônico referente aos períodos de 1961-1990 e 1980-2013 em relação à média mensal da série demonstraram que para a estação chuvosa o valor do desvio foi de 30,18 mm, já para a estação seca foi de -30,18 mm (1961 a 1990). No período de 1980 a 2013 a estação chuvosa teve um decréscimo do desvio de 27,69 mm e -27,69 mm para a estação seca.

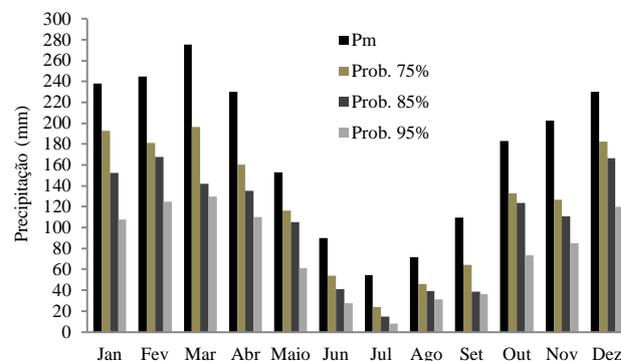


Figura 3. Precipitação média mensal climatológica ( $P_m$ ) referente ao período de 1961 a 2013 e sua probabilidade de ocorrência (Prob.) de 75%, 85% e 95% para a região de Cruzeiro do Sul, Acre.

Estes resultados deixam claros que há uma descontinuidade significativa nas séries meteorológicas e os maiores desvios positivos de precipitação foram encontrados para o período de 1961 a 1990, já para a estação seca houve redução do desvio negativo de -27,69 mm, o que tudo indica que a estação seca está ganhando valores pluviométricos maiores, porém, a estação chuvosa declina significativamente na ordem de um desvio de 27,69 mm.

Os resultados encontrados pelo teste de Pettitt são apresentados na Figura 4, às linhas horizontais representam os limites críticos do intervalo de confiança de 5% e 10%. O teste de Pettitt não apresentou concordância com a análise de regressão linear. O valor do  $r^2 = 0,0439$  mostra baixa qualidade de ajuste e alta dispersão e flutuações dos dados pluviométricos (Figura 4). Não foram identificadas mudanças significativas para a série, visto que os valores das estatísticas  $K(t)$  em nenhum momento cruzaram os intervalos de confiança (Figura 4). Penreiro; Ferreira (2012) não identificaram tendências significativas para o teste de Pettitt. Em um trabalho no município de Campinas, SP os autores Meschiatti et al. (2012) aplicando o teste de Pettitt também não identificaram tendências na precipitação pluviométrica.

Na análise do teste de Mann-Kendall, o valor  $Z = 0,5636$  apresentou tendência crescente, já que  $Z$  foi superior a zero indicando tendência positiva dos dados de precipitação. O nível  $\alpha$  de 5% e 10% a probabilidade  $p = 0,5731$  confirma uma tendência insignificante. Ferrari et al. (2012) também encontrou valor  $p > \alpha$  superior ao nível de significância. De acordo com os resultados encontrados por estes pesquisadores não foi encontrada tendência significativa na variável precipitação analisada com teste de Mann-Kendall. Blain; Moraes (2011), também não encontraram tendências significativas em algumas localidades de São Paulo ao aplicar o teste de Mann-Kendall. O mesmo resultado foi encontrado neste

trabalho, o que resulta em apenas aleatoriedade da precipitação ao longo de 34 anos, não podendo ser levantada a hipótese de modificação climática para esta localidade.

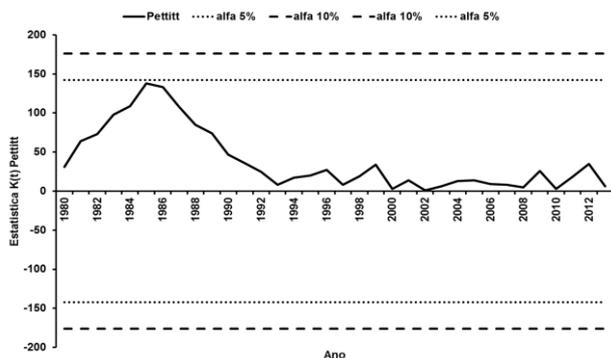


Figura 4. Estatística K(t) do teste de Pettitt para a precipitação para os níveis de significância 5% e 10%.

A demanda de água não potável estimada no CF foi de 560 m<sup>3</sup>/mês para os meses de março a novembro e de 187 m<sup>3</sup>/mês nos meses em janeiro, fevereiro e dezembro, gerando um consumo anual de 5601 m<sup>3</sup>. A diferença entre o volume de chuva e a demanda de água não potável no CF referentes às 4 possibilidades de precipitações médias mensais são demonstrados na Figura 5.

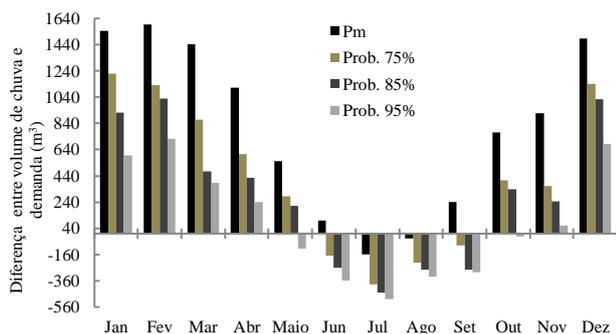


Figura 5. Diferença entre volume de chuva e demanda de água não potável na Universidade Federal do Acre – Campus Floresta em Cruzeiro do Sul/AC, referentes às 4 possibilidades de precipitações médias mensais

Verifica-se que durante os meses de novembro a abril a manutenção de água não potável nas dependências do CF é mantida por qualquer uma das 4 possibilidades de precipitações mensais. Valores positivos demonstram excedentes hídricos enquanto os valores negativos indicam os volumes de água que devem ser bombeados para atender a demanda mensal do CF (Figura 5). Integrando os volumes hídricos excedentes mensais da precipitação e acumulando-os mês a mês, obteve-se os volumes de água acumulados anualmente referente a Pm; Prob. 75%; 85% e 95% de 9568, 5153, 3407 e 1062 m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 6). Nas condições de precipitação, apenas a Prob. 95% não seria suficiente para atender a demanda total do CF, nesse caso, haveria a necessidade de complementação hídrica a partir do mês de agosto até meados de novembro a dezembro. As demais possibilidades de precipitação garantiriam a sustentabilidade hídrica de água não potável no CF. Na Figura 6 a linha sólida espessa representa os volumes de

água acumulados considerando a precipitação média mensal. A linha sólida fina representa os volumes de água acumulados considerando a probabilidade de ocorrência de 75%. A linha tracejada representa os volumes de água acumulados considerando a probabilidade de ocorrência de 85%. A linha pontilhada representa os volumes de água acumulados considerando a probabilidade de ocorrência de 95%. A linha azul representa a demanda mensal de água não potável no Campus Floresta.

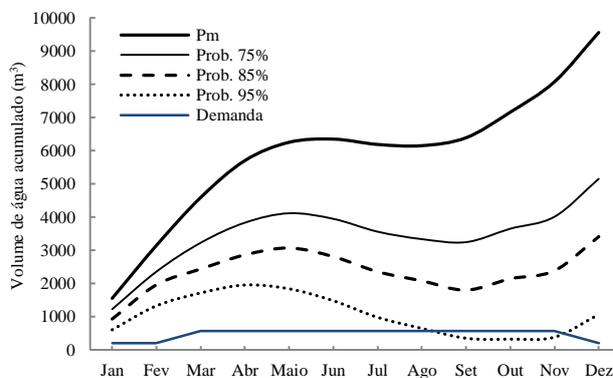


Figura 6. Volumes de água acumulados referentes as 4 possibilidades de precipitações mensais na região de Cruzeiro do Sul, Acre associadas as áreas de captação das edificações prediais do Campus Floresta.

Estudo desenvolvimento em quarenta cidades da Amazônia Ocidental brasileira demonstrou que a economia de água potável pelo uso de água pluvial seria de 76%, variando entre 21% e 100%, dependendo essencialmente do consumo e da área total do telhado na estação chuvosa o potencial de aproveitamento alcança 100% enquanto na estação seca o aproveitamento de água pluvial é bastante baixo (LIMA et al., 2011). Há necessidade da difusão de técnicas que aprimorem os sistemas atuais de captação da água da chuva e ainda a busca por modelos inovadores, que garantam o abastecimento de água potável às populações típicas da Amazônia, contribuindo com o desenvolvimento local.

#### 4. CONCLUSÕES

Foi detectada leve tendência positiva dos dados pluviométricos ao aplicar o teste de Mann-Kendall. O teste de Pettitt não foi significativo para esta série de precipitação em Cruzeiro do Sul, Acre. Foi verificado redução significativa na estação chuvosa, para valores médios mensais. A estação seca teve uma redução do seu período mais seco, o que tudo indica uma mudança no comportamento e na sazonalidade da precipitação no Acre. Outros sistemas meteorológicos climáticos como o El Niño e La Niña e a Zona de Convergência Intertropical deverão ser levados em consideração em análises futuras com os testes não-paramétricos.

Os resultados encontrados de precipitação através dos testes estatísticos para Cruzeiro do Sul, Acre permitem concluir que existe apenas aleatoriedade da precipitação ao longo de 34 anos, não podendo ser levantada a hipótese de modificação climática para esta localidade.

As quatro possibilidades de precipitação na região de Cruzeiro do Sul, Acre associadas às áreas de captação das edificações prediais do Campus Floresta proporcionam condições para suprir sua demanda de 96,45% a 70,89%

ao ano. Apenas a Probabilidade de ocorrência de 95% não é suficiente para atender a demanda total, necessitando assim de complementação hídrica a partir do mês de agosto até meados de novembro a dezembro. As demais possibilidades de precipitação garantiriam a sustentabilidade hídrica de água não potável no Campus Floresta.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, pelo uso do laboratório de Meteorologia e Climatologia; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre – FAPAC; e a Universidade Federal do Acre – UFAC.

## 6. REFERÊNCIAS

BLAIN, G. C.; MORAES, S. O. Statistical characterization of eight maximum daily precipitation series of the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.26, n.2, p.225-234, jun. 2011.

COX, P. M. et al. Increasing Risk of Amazonian Drought Due to Decreasing Aerosol Pollution. **Nature**, London, v.453, n.7192, p.212-215, maio 2008.

DELGADO, R. C. et al. Tendência climática de aumento da temperatura mínima e da pressão de saturação do vapor d' água na Amazônia Ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14, p.2584-2598, jun. 2012.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971 – 2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.21, n.3, p.308-317, jul./set. 2006.

FERRARI, A. L. et al. Tendência e variabilidade anuais da temperatura e da pluviosidade em Pirassununga-sp. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.10, n.1, p.30-46, jan./jun. 2012.

GOMES, U. A. F. et al. A Captação de Água de Chuva no Brasil: Novos Aportes a Partir de um Olhar Internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.7-16, jan./mar. 2014.

KENDALL, M. G. **Rank correlation methods**. London: Charles Griffin. 1975. 272p.

KOETZ, M. et al. Uso de cisternas como prevenção às secas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.9, p.1-7, jan./jun. 2010.

LIMA, J. A. et al. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p.291-298, jul./set. 2011.

MANN, H. B. Non-parametric test against trend. **Econometrika**, Chicago, v.13, n.3, p.245-259, maio/jun. 1945.

MARENGO, J. A. Extreme Rainfall and the Flood of the Century in Amazonia 2009. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v.97, n.22, p.149-158, jun. 2010.

MESCHIATTI, M. C. et al. Caracterização estatística de tendências em séries anuais de dados hidro-climáticos no estado de São Paulo. **Revista Geográfica Acadêmica**, Roraima, v.6, n.1, p.52-64, jun. 2012.

NOBRE, C. A. et al. (2009), Characteristics of Amazonian climate: Main features. **American Geophysical Union**, Washington DC, v.186, n.1, p.149-162, 2009.

PENEREIRO, J. C., FERREIRA, D. H. L. Estatística apoiada pela tecnologia: uma proposta para identificar tendências climáticas/Statistics supported by technology: A proposal to identify climate trends. **Acta Scientiae**, Porto Alegre, v.13, n.1, p.87-105, jan./jun. 2012.

PETTITT, A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. **Applied Statistics**, v.28, n.2, p.126-135, maio/ago. 1979.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008: Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido**. CEQO – Tradução, Consultoria linguística e Ensino (trad.). Coimbra: Gráfica de Coimbra Lda. 2008. 402p.

RODRIGUEZ, P. S. B. et al. Aproveitamento de água de chuva para uso em bacia sanitária de um sanitário público. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n.2, p.056-067, mar./abr. 2013.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo: Editora Navegar, 2003.180p.

VELOSO, N. S. L.; MENDES, L. R. L. Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.229-242, jan./mar. 2014.

WANDERLEY, H. S. et al. Variabilidade da precipitação no Sertão do São Francisco, estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.17, n.7, p.790-795, jul. 2013.