

ANÁLISES DE PROCESSOS HIDROLÓGICOS NUMA MICROBACIA DE FLORESTA AMAZÔNICA

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Elisa de Oliveira Giornes (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)

E-mail: elisa.giornes@inpe.br

Daniel Andrés Rodriguez (CCST/INPE, Orientador)

E-mail: daniel.andres@inpe.br

COLABORADOR

Lucas Garofolo Lopes (CCST/INPE)

E-mail: lucas.garofolo@cptec.inpe.br

Junho de 2016

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome: **Elisa de Oliveira Giornes**

Local de Trabalho: **CPTEC / INPE**

Título do projeto: **Análises de processos hidrológicos numa microbacia de floresta amazônica.**

Tipo de bolsa: **Bolsa PIBIC-IC**

Período: **Agosto/2015 – Julho/ 2016**

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre as variações dos processos hidrológicos de uma microbacia instrumentada, localizada na Floresta Amazônica, próximo a cidade de Manaus. Dados pluviométricos foram analisados, qualificados e corrigidos através da realização de testes de duplas massas. Os dados estudados são correspondentes a dados coletados de 6 pluviômetros, no período dos anos de 2009 até 2013.

As informações referentes à bacia tiveram que passar por diversas etapas para sua qualificação, devido à necessidade de que os dados sejam adequadamente organizados e corrigidos. Através de gráficos de duplas massas, tornou-se possível a identificação de algumas diferenças entre os dados de precipitação dos pluviômetros, que podem ter sido originadas devido a alguma interferência no processo de armazenamento da chuva. Com isso, são estudados e corrigidos esses possíveis erros nos dados. Para melhor identificar e assegurar a coerência dos dados, também foi necessário a realização de interpolações com estes mesmos dados, gerando médias em intervalos de 30 minutos e também médias diárias e mensais entre todos os pluviômetros estudados em cada ano. Finalmente, as informações pontuais de precipitação foram interpolados na área da bacia, obtendo-se uma série histórica de precipitações médias para o estudo da variabilidade climática.

Os diversos processos que podem atuar sobre o meio natural envolvem diferentes escalas. A escala temporal depende de condições da variabilidade climática. A variabilidade temporal sazonal, que define a ocorrência de períodos úmidos e secos em um ano, e a variabilidade interanual que realiza esta análise entre alguns anos, também foram estudadas, contribuindo para a análise dos dados sobre o comportamento hidrológico da microbacia.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| (PIBIC/CNPq/INPE) | 1 |
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Objetivos | 1 |
| 3. Material e Métodos | 1 |
| 3.1. Dados de precipitação | 2 |
| 3.2. Análise dos dados | 2 |
| 3.3. Interpolação | 4 |
| 3.4. Variabilidade temporal | 4 |
| 4. Resultados e Discussão | 4 |
| 4.1. Gráficos de duplas massas | 5 |
| 4.2. Dados interpolados e variabilidade climática | 7 |
| 5. Considerações Finais | 9 |
| 6. Referências Bibliográficas | 10 |

Lista de Figuras

| | |
|--|---|
| Figura 1 – Localização da microbacia estudada. Fonte: Cuartas, 2007..... | 2 |
| Figura 2 – Localização dos pluviômetros da microbacia Asu. Fonte: Ferreira, 2007..... | 3 |
| Figura 3 – Comparação entre os pluviômetros Fazenda e Torre 3 em 2009..... | 5 |
| Figura 4 – Comparação entre os pluviômetros Torre 1 e Torre 2 em 2009..... | 6 |
| Figura 5 – Comparação entre os pluviômetros Fazenda e Motor Linha em 2010, 2011, 2012 e 2013 respectivamente..... | 6 |
| Figura 6 – Interpolação de dados diários dos anos de 2009-2013..... | 7 |
| Figura 7 – Variabilidade mensal dos anos de 2002-2005 e 2009-2013..... | 8 |
| Figura 8 – Variabilidade anual dos anos de 2002-2013, referente aos meses de Janeiro até Abril..... | 9 |
| Figura 9 – Variabilidade interanual dos anos de 2002-2005 e 2009-2013..... | 9 |

1. Introdução

O estudo observacional em pequenas bacias é uma metodologia de ampla aplicação no estudo de processos hidrológicos em locais com diferenças no clima, vegetação, geologia, solos e cobertura da terra (Andreássian 2004, Brown et al 2005). Os grupos de hidrologia do INPA e INPE vem realizando desde 2001 o monitoramento hidrometeorológico numa microbacia na região Amazônica perto de Manaus. Com as informações obtidas nela estão sendo desenvolvidos diversos estudos sobre a hidrologia na floresta Amazônica (Tomasella et al., 2007), efeitos do desmatamento na hidrologia (Trancoso, 2006, Ferreira, 2007) e sobre os efeitos da escala nos processos hidrológicos (Tomasella et al., 2007; Cuartas et al., 2007).

O trabalho proposto visa estudar os processos hidrológicos em bacias da floresta Amazônica, focalizando a variabilidade dos componentes do ciclo hidrológico. Para isto, a organização da informação obtida em campo dentro de uma base de dados ampliará a capacidade de descrição e de estudo dos processos envolvidos. As informações coletadas permitem realizar análises em diferentes escalas temporais, desenvolvendo o conhecimento sobre os processos que afetam a resposta hidrológica da bacia.

2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise qualitativa de dados, estudando as variações decorrentes de processos hidrológicos, bem como os diferentes componentes do balanço hídrico, da microbacia hidrográfica Igarapé Asu, localizada na Amazônia.

3. Material e Métodos

A microbacia estudada é afluente do Rio Cuieiras e situa-se na Amazônia Central, na Reserva Biológica do Rio Cuieiras. Na região onde a microbacia Igarapé Asu é localizada, o clima é típico de uma floresta tropical úmida e não perturbada. Abrange uma área de 6,56 Km², e tem sido monitorada quanto às diferentes variáveis hidrológicas desde 2001. A figura 1 demonstra a localização da microbacia.



Figura 1 - Localização da microbacia estudada.
Fonte: Cuartas, 2007, p. 56

3.1. Dados de precipitação

Os dados meteorológicos utilizados na elaboração deste trabalho foram coletados por 6 pluviômetros que ficam ao entorno da microbacia. Os pluviômetros registram o valor de água precipitada no local, fornecendo uma base de dados que é armazenada e disponibilizada para que sejam analisados e estudados.

Para o desenvolvimento deste estudo, torna-se necessário uma qualificação prévia dos dados de precipitação obtidos. Os dados estudados são correspondentes aos períodos dos anos de 2009 a 2013. Esses dados coletados não possuem uma formatação padrão, o que dificulta a análise dos mesmos. Portanto, existe a necessidade de adequar eles a uma formatação única. Para realizar essa formatação, bem como o processamento dos dados, foram desenvolvidos programas de computador. Após o processamento, foram realizadas análises para certificar a qualidade dos dados.

3.2. Análise dos dados

Para que as informações sobre a região da bacia tenham consistência, foi necessário a produção de relatórios sobre os dados. Para cada pluviômetro, se têm um conjunto de arquivos de dados. Os conjuntos de dados foram processados por

programas e scripts que realizaram a listagem, ordenação e formatação dos dados brutos, gerando séries de precipitação acumulada em intervalos de 30 minutos, as quais foram posteriormente analisadas através da confecção de gráficos de duplas massas. Esse método de duplas massas consiste em realizar uma comparação da precipitação acumulada medida por pluviômetros próximos. De acordo com a figura 2, pode-se identificar a localização de cada um dos pluviômetros estudados, sendo eles: Fazenda, Motor Linha, Torre 1, Torre 2, Torre 3 e Japonês.



Figura 2 – Localização dos pluviômetros da microbacia Asu.

Fonte: Ferreira, 2007, p. 9

As análises dos dados foram realizadas levando em consideração que as séries de dados pluviométricas devem possuir confiabilidade. Inconsistências podem ocorrer devido a eventuais problemas com os aparelhos de registro. Por isso, as análises desenvolvidas foram baseadas em comparações entre dados de precipitação das estações

estudadas. Essas comparações são feitas com o acumulado de chuva de cada pluviômetro em determinado período, e são apresentadas por gráficos. Os dados no gráfico devem ficar dispostos de maneira com que estejam tendendo a uma reta ascendente. Nos períodos em que o gráfico se afasta do desejado, são identificados, estudados e corrigidos os possíveis erros dos dados.

3.3. Interpolação

Os dados dos pluviômetros foram interpolados espacialmente para obter o volume média de precipitação na bacia. O método de interpolação utilizado foi o de inverso da distância, considerando também a altura topográfica. Para realizar a interpolação, foi necessário que as análises de qualidade dos dados já estivessem completas. Assim, os dados analisados e corrigidos foram agregados em intervalos de 30 minutos, diários, mensais e anuais.

Através da interpolação, torna-se possível analisar melhor a quantidade de chuva ao redor da microbacia, obtendo um valor médio entre os pluviômetros. Para melhor identificar o acumulado de chuva, também foram produzidos gráficos com as médias mensais e anuais.

3.4. Variabilidade temporal

Através da variabilidade temporal, que depende de condições da variabilidade climática, foi possível observar os processos que atuam e influenciam o meio natural, envolvendo diversas escalas. A variabilidade temporal sazonal torna possível a identificação da ocorrência de períodos úmidos e secos durante o período de um ano. Com a variabilidade interanual, identifica-se a ocorrência desses períodos úmidos durante um período maior de tempo, que seria mais de um ano. Gráficos também foram necessários e fundamentais na contribuição de análises sobre o comportamento da microbacia.

4. Resultados e Discussão

Através dos estudos e das atividades realizadas, foram obtidos diversos resultados, que se estendem desde as análises dos dados brutos, à confecção de gráficos e relatórios para poder classificar os dados quanto às suas qualidades. Nos próximos tópicos, é descrito detalhadamente cada etapa desses processos.

4.1. Gráficos de duplas massas

Através da adequação e criação de programas para o processamento dos dados pluviométricos estudados, e posteriormente através das análises de duplas massas realizadas, foi possível identificar períodos com erros nos dados, decorrentes de eventuais problemas com os aparelhos de coleta da chuva. Para cada período em que algum erro foi identificado, analisou-se a possibilidade de correção de dados do pluviômetro ao qual havia incoerências. As correções dos dados que foram realizadas estão apresentadas nas figuras 3 – 5.

Os dados dispostos nos gráficos tiveram que ser corrigidos, sendo que em alguns pluviômetros foram necessárias mais correções em seus dados do que em outros. O pluviômetro “Fazenda” apresenta os melhores resultados em todos os anos, em comparação aos demais pluviômetros. A partir das figuras 3 e 4, que são do ano de 2009, é possível perceber que os resultados melhores estão apresentados na figura 3, onde a comparação é feita com o pluviômetro “Fazenda”.

A figura 5 apresenta algumas comparações entre os pluviômetros “Fazenda” e “Motor Linha”, que passaram por poucas correções, apresentando bons resultados nos quatro anos seguintes (2010 – 2013).

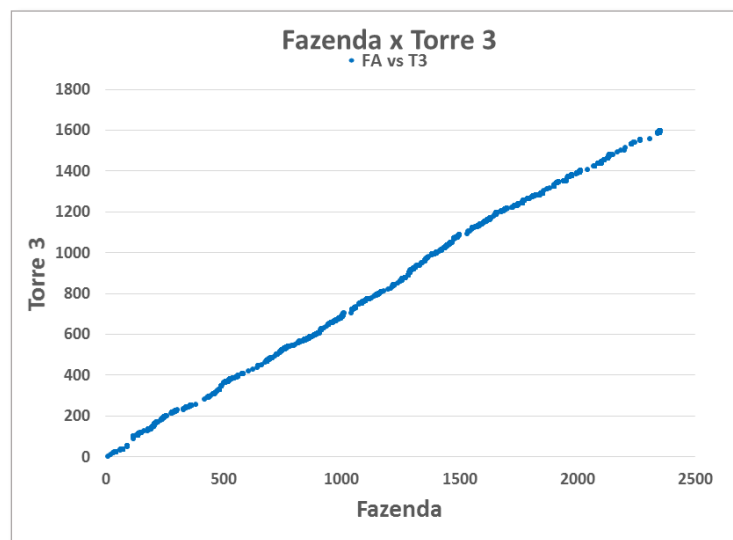


Figura 3 - Comparação entre os pluviômetros Fazenda e Torre 3 em 2009

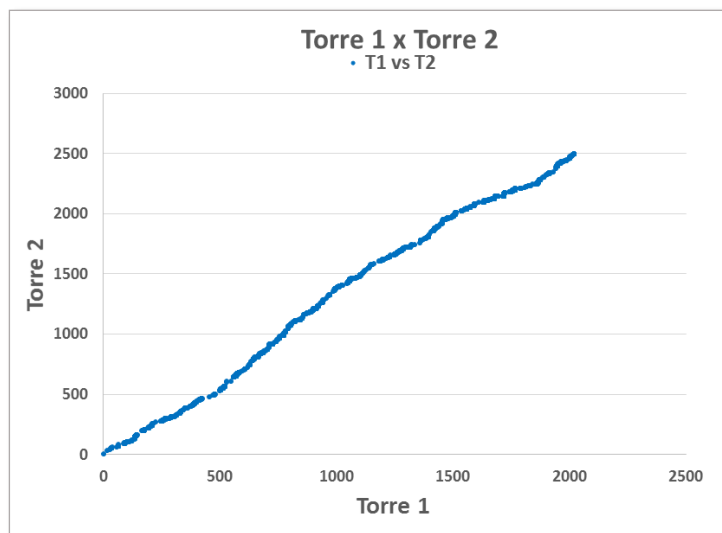


Figura 4 - Comparação entre os pluviômetros Torre 1 e Torre 2 em 2009

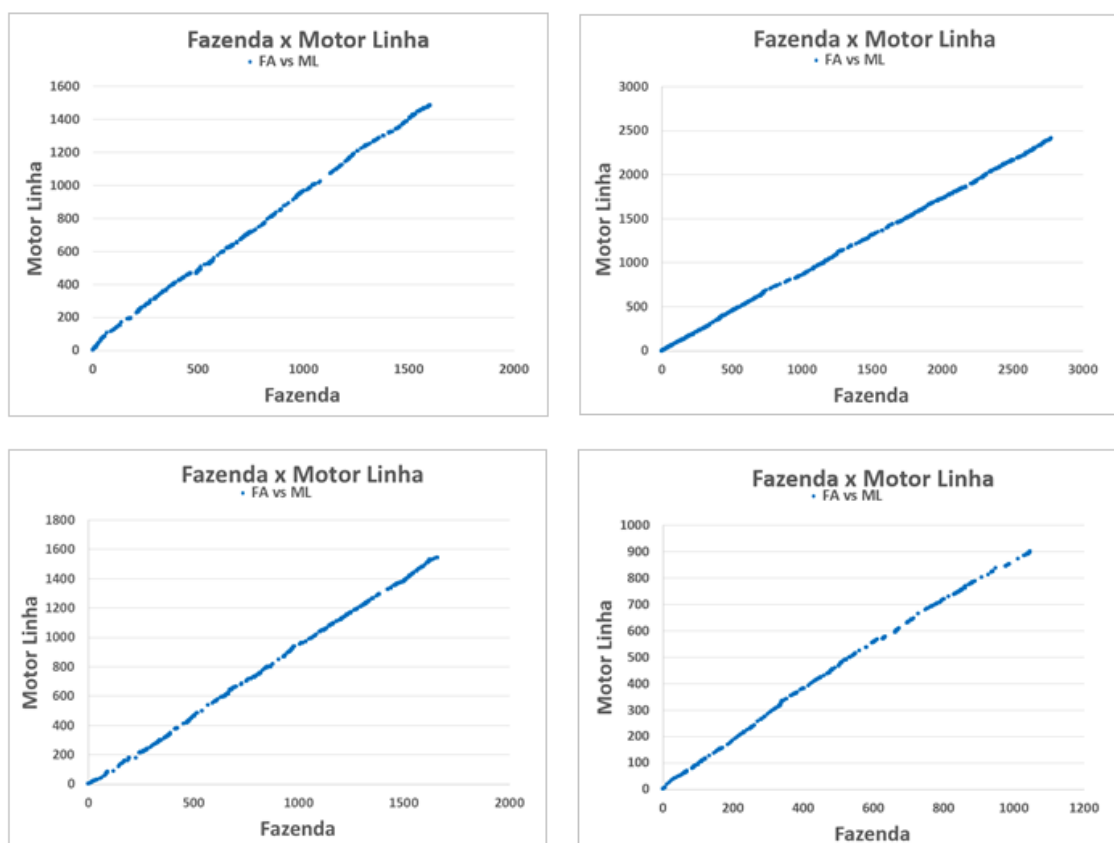


Figura 5 - Comparação dos pluviômetros Fazenda e Motor Linha em 2010, 2011, 2012 e 2013 respectivamente

4.2. Dados interpolados e variabilidade climática

Após a verificação de qualidade e correção de erros dos volumes precipitados registrados em cada pluviômetro, as series corrigidas foram utilizadas para obter valores de precipitação média na área da bacia através de uma interpolação espacial. A figura 6 apresenta as precipitações médias diárias na bacia dos anos de 2009-2013. Com base no número de dias com chuva, é possível perceber a intensidade e variabilidade da precipitação no local, em termos quantitativos e qualitativos.

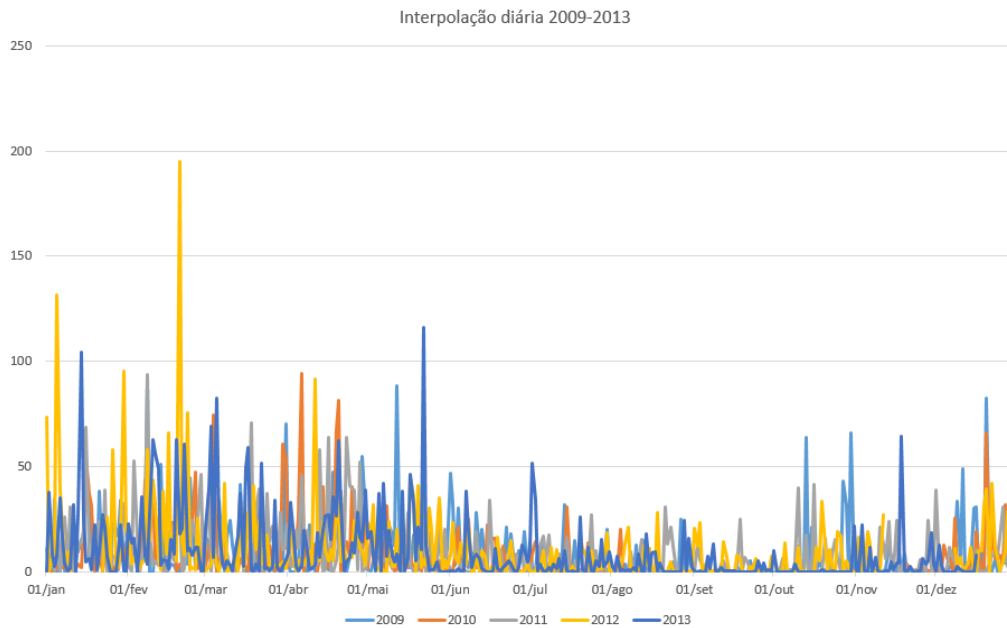


Figura 6—Interpolação de dados diários dos anos de 2009-2013

Diferentes metodologias foram utilizadas para analisar a variabilidade da precipitação. As figuras 7 e 8 representam a variabilidade mensal e anual, respectivamente. Para gerar essas figuras foi necessário incluir dados de 2002 a 2005, que são dados antigos que passaram pelos mesmos processos, para que assim fosse possível analisar a variabilidade climática em um período de tempo maior.

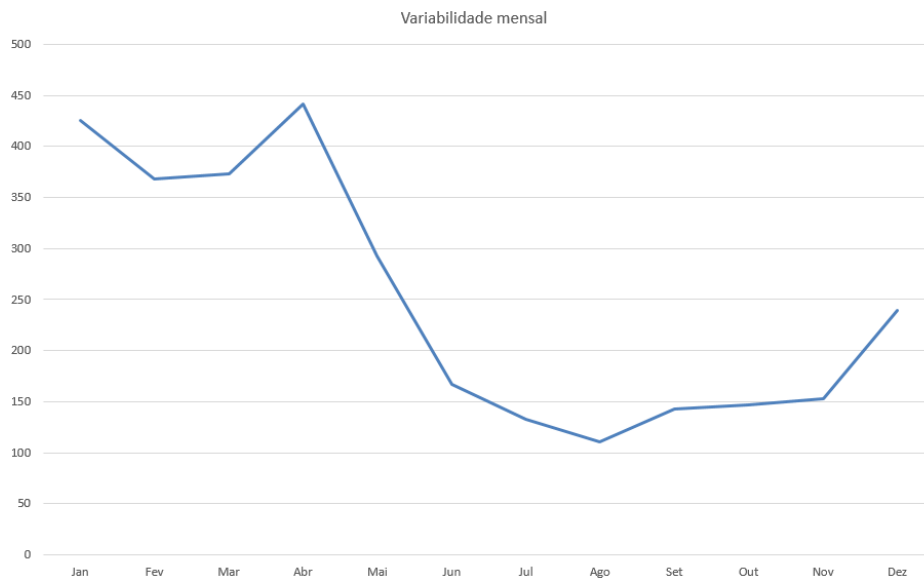


Figura 7–Variabilidade mensal dos anos de 2002-2005 e 2009-2013

O ciclo médio anual de precipitação na bacia apresenta um ciclo bem definido. As maiores precipitações acontecem no período de Janeiro até Abril (figura 7), enquanto que de Junho até Novembro os valores de precipitações são baixos. A ausência de dados observados não permite obter uma serie continua de valores anuais, mas as precipitações acumuladas durante o período Janeiro-Abril mostram que houve um aumento significativo nos anos de 2011 até 2013 em comparação ao período 2002-2005 (figura 8). Não obstante, a distribuição mensal das precipitações nesses anos de altos valores é diferente. Em 2011 e 2013 a precipitação foi máxima em praticamente todos os meses deste período, enquanto que em 2012, os altos volumes precipitados estiveram concentrados no mês de Janeiro (figura 9).

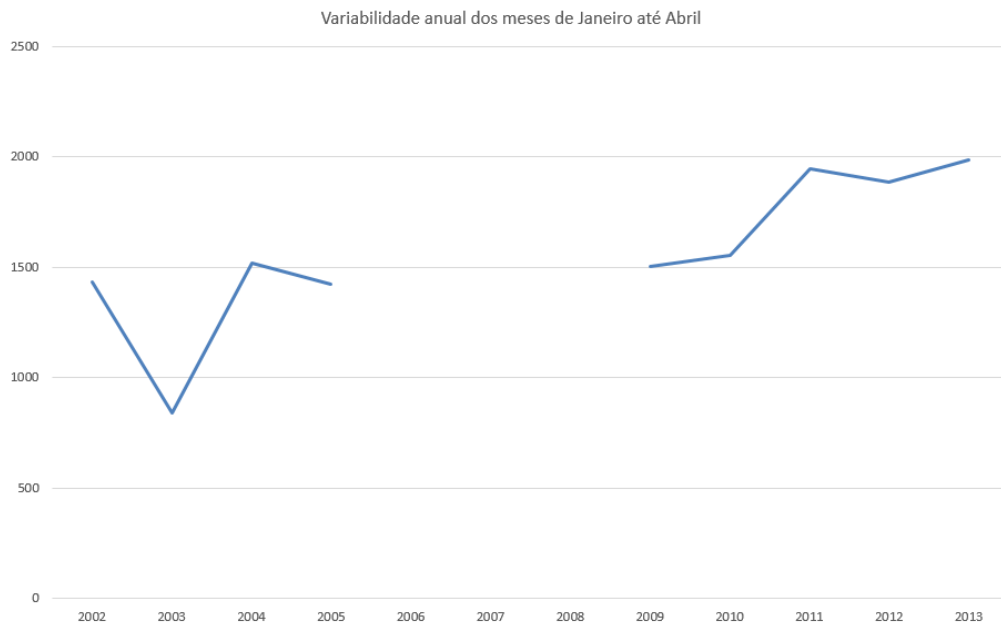


Figura 8–Variabilidade anual dos anos de 2002-2013, referente aos meses de Janeiro até Abril

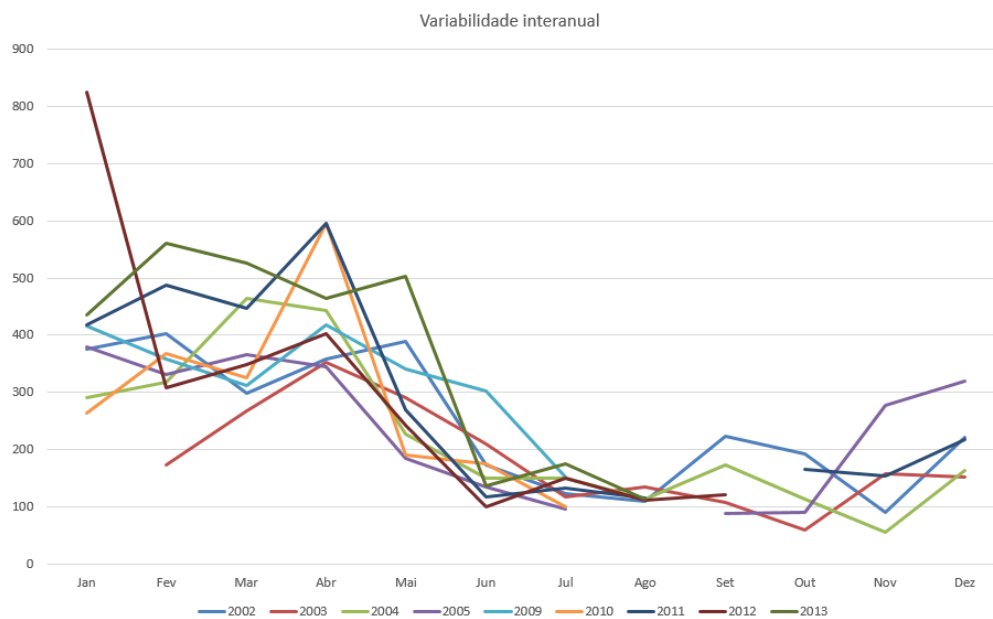


Figura 9–Variabilidade interanual dos anos de 2002-2005 e 2009-2013

5. Considerações Finais

Com as análises dos dados de precipitação, foram identificadas incoerências nos dados, devido a algum tipo de problema com os pluviômetros. Estes dados tiveram que ser ajustados, de maneira com que as informações contidas adquirissem consistência. Através da análise desses dados que foram ajustados, foi observado que alguns dos

pluviômetros continham informações mais corretas, não sendo necessário aplicar muitas correções, como por exemplo o pluviômetro Fazenda.

Através da interpolação dos dados, foi possível obter os dados médios para a bacia. Com os valores das escalas temporais, foi possível analisar melhor o comportamento da precipitação na microbacia, identificando períodos mais úmidos em um ano e entre alguns anos, o que permitirá explicar variações em outras variáveis do ciclo hidrológico que serão estudadas.

6. Referências Bibliográficas

Andréassian V.: **Waters and forests: from historical controversy to scientific debate.** Journal of Hydrology, V. 291, I. 1-2, p. 1-27, 2004.

Brown, A.E., Zhang, L., McMahon, T.A., Western, A.W., Vertessy, R.A. **A review of paired catchments studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation.** Journal of Hydrology, v.310, p.28-61, 2005.

Bruijnzeel, L. A.: **Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?** Agriculture, Ecosystems & Environment, v.104, p.185-228, 2004.

Cuartas, L.A.; Tomasella, J.; Nobre, A. D.; Hoett, M. G.; Waterloo, M. J.; Munera, J. C. **Interception water-partitioning dynamics for a pristine rainforest in Central Amazonia: Marked differences between normal and dry years.** Agricultural and Forest Meteorology, v. 145, p. 69-83, 2007.

Ferreira, M. S.: **ESTUDO OBSERVACIONAL DO IMPACTO DA CONVERSÃO DE FLORESTA EM PASTAGEM EM MICRO-BACIAS DA AMAZÔNIA CENTRAL.** SICINPE 2007, INPE, São Jose dos Campos – 2007.

Trancoso, R.: **Mudanças na cobertura da terra e alterações na resposta hidrológica de bacias hidrográficas na Amazônia.** Dissertação de Mestrado INPA/UFAM – Manaus - 2006.

Tomasella, J.; Hodnett, M. G. ;Cuartas, L. A. ; Nobre, A. D. ; Waterloo, M. J. ; Oliveira, S. M . **The water balance of an Amazonian micro-catchment:** The effect of interannual variability of rainfall on hydrological behavior Hydrological Processes, v. 21, p. 1-2, 2007.