

ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES REGISTRADAS PELO PLUVIÔMETRO DIGITAL (TELEMETRIA) NA UHE ERNESTINA - RS

André Mito Dornelles¹, Vinicius Quadros de Oliveira² & Saint Cir Reveilleau³

RESUMO – Apresenta-se neste trabalho uma análise das precipitações observadas por um pluviômetro digital pertencente ao sistema de telemetria da usina hidrelétrica de Ernestina. A análise foi realizada com base na comparação dos valores registrados por outros dois equipamentos instalados no mesmo local. Os dados horários foram comparados com as informações horárias do pluviógrafo e os totais diários com os registrados pelo pluviômetro e pluviógrafo. Foram ainda analisados os totais mensais e anuais calculados com os registrados dos três equipamentos. Em relação aos totais anuais verificados pelo pluviômetro digital, nota-se que nos anos de 2003 até 2005 as falhas influenciaram significativamente no valor encontrado. Somente no ano de 2006 pode-se dizer que a telemetria funcionou bem pois o total calculado, sem os valores de ruído, foi 80 mm a menos do que o observado pelo pluviômetro. Pôde ser observado, nos eventos registrados sem falhas, uma pequena tendência de marcação para menos, pela telemetria, principalmente quando a chuva é mais intensa. Provavelmente por perda de água nas caçambas. Embora essa pequena tendência não comprometa os valores mensais e anuais, ainda são muitas as fontes de erro que contribuem para as falhas no equipamento.

ABSTRACT – This work presents an analysis of precipitations observed by a pluviometer belong to the system of telemetry of the hydroelectric Ernestina. The analysis was accomplished with base in the comparison of the values registered by other two equipments installed in the same place. The hourly data were compared with the hourly information of the pluviograph and the daily totals with registers for the pluviometer and the pluviograph. The monthly and annual totals were still analyzed with the registers of the three equipments. In relation to the annual totals verified by the digital pluviometer, notice that in the years of 2003 until 2005 the flaws influenced significantly in the values found. Only in the year of 2006 it can be said that the telemetry worked well because the calculated total, without the noise values, was 80 mm less than observed by the pluviometer. It could be observed, in the events registered without flaws, a small trend to mark for less, for the telemetry, mainly when rain is more intense. Probably by loss of water in the dumps-cart. Although this small trend doesn't commit the monthly and annual values, there are still many errors sources that contribute to the flaws in the equipment.

Palavras-chave: precipitação, pluviômetro, telemetria.

¹ Mestrando do curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH-UFRGS. E-mail: andred@ceee.com.br

² Técnico em Hidrologia da Companhia de Geração de Transmissão de Energia Elétrica (RS) – CEEE-GT. E-mail: viniciuso@ceee.com.br

³ Técnico em Hidrologia da Companhia de Geração de Transmissão de Energia Elétrica (RS) – CEEE-GT. E-mail: saint-cirr@ceee.com.br

1 - INTRODUÇÃO

Os dados hidrometeorológicos são coletados primordialmente como informação básica para o desenvolvimento e gerenciamento dos recursos hídricos de uma região. São usados também para fins operacionais como previsão de enchentes e estiagens, operação de reservatórios e usinas hidrelétricas e, finalmente para pesquisa. (Sánchez, 2000)

A precipitação é a variável hidrológica que mais claramente manifesta seu caráter aleatório, variando drasticamente espacial e temporalmente. Justamente essa característica típica da precipitação é a que introduz dificuldades na sua avaliação correta. (Sánchez, 2000)

Precipitação é definida como toda água proveniente do meio atmosférico que chega a atingir a superfície da Terra. (Tucci et al., 1993)

No Brasil a maioria absoluta da precipitação ocorre na forma de chuva, que é medida através de aparelhos chamados pluviômetros e pluviógrafos.

Embora, ao longo dos anos novos equipamentos de medição da precipitação foram sendo aprimorados e desenvolvidos, persistem ainda hoje algumas incertezas quanto à consistência dos dados obtidos e, portanto, também alguns casos de discrepâncias entre os valores medidos.

Apresenta-se neste trabalho uma análise das precipitações observadas por um pluviômetro digital pertencente ao sistema de telemetria da usina hidrelétrica de Ernestina. Este aparelho foi instalado no ano de 2003 com o objetivo de atender a resolução 396/98 da ANEEL relativa às estações pluvio e fluviométricas pertencentes a empreendimentos hidrelétricos.

A análise foi realizada com base na comparação dos valores registrados por outros dois equipamentos instalados nos mesmo local.

2 – DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO

A CEEE-GT possui 97 postos de medição de precipitação em todo o estado do Rio Grande do Sul. Até o ano de 1998, quatro eram automáticos e o resto, manuais.

Com a resolução 396/98 da ANEEL, foram instalados 18 equipamentos telemétricos em 2003. Desde então, a usina hidrelétrica de Ernestina, mostrada na figura 1, é o único posto que conta com os três tipos de equipamentos; manual, automático e telemétrico. Os três instrumentos podem ser vistos nas figuras 2a e 2b.

Os pluviômetros são instrumentos do tipo “manuais”, onde as precipitações são lidas em horários fixos por observadores que anotam os resultados em cadernetas.

O pluviômetro é um aparelho dotado de uma superfície de captação horizontal delimitada por um anel metálico e de um reservatório para acumular a água recolhida, ligado a essa área de captação. (Santos et al.,2001)

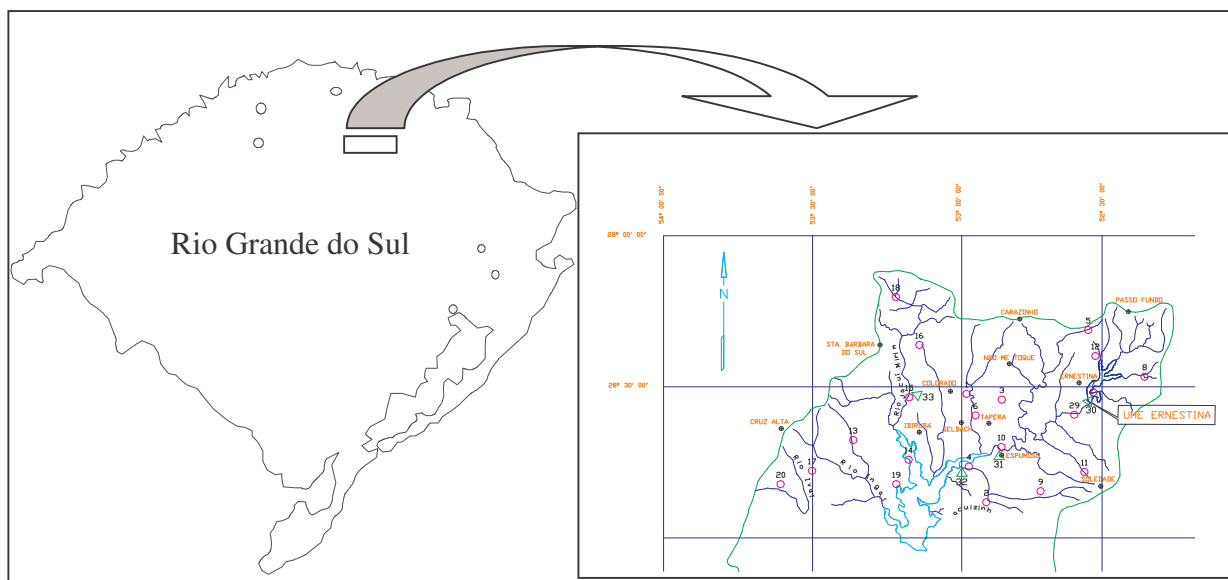


Figura 1 – Localização da Usina Hidrelétrica de Ernestina

Há vários modelos de pluviômetros em uso no mundo, no Brasil o mais difundido é o Ville de Paris. (Barth et al., 1987)

Embora seja muito utilizado, a estrutura do Ville de Paris dificulta a sua manutenção fazendo com que muitas empresas façam algumas adaptações nesse modelo de forma a evitar a evaporação da chuva armazenada, mas ao mesmo tempo, facilitar a sua manutenção.

O modelo utilizado na CEEE-GT é uma dessas adaptações do Ville de Paris. Feito todo em aço inoxidável, com a mesma área de captação, porém a água captada é armazenada em um copo, também em aço inoxidável, reduzindo as perdas por evaporação pois a água não fica em contato direto com a parede externa do instrumento.

Os equipamentos do tipo “automáticos”, os chamados pluviógrafos, podem funcionar basicamente por três sistemas diferentes: de bóia, de massa e de cuba (ou caçamba) basculante.

São chamados automáticos porque registram automaticamente e continuamente o valor medido em um gráfico ou em um arquivo magnético.

O modelo de pluviógrafo utilizado na CEEE-GT é com sistema de massa. Uma balança acumula água num depósito que, ao aumentar de peso, desce e movimenta um braço e uma pena que descreve sobre um gráfico de papel diário, fixado sobre um tambor giratório impulsionado por um relógio. Ao atingir 10 mm o depósito descarrega automaticamente por um sifão interno.

A principal diferença dos equipamentos “telemétricos” é que estes transmitem os valores medidos eletronicamente a uma central em horários pré-determinados ou continuamente.

O pluviômetro digital utilizado aqui para a telemetria é com o sistema de caçamba basculante. Dois compartimentos de uma pequena cuba recebem água alternadamente, quando um deles é cheio, o próprio peso faz a cuba bascular, esvaziando-o e emitindo um impulso elétrico. Nesse caso,

parcelas de 0,3 mm causam esse impulso que é transmitido via cabo até a sala de comando da usina a por rádio daí até a central de comando do sistema. Os impulsos são totalizados a cada hora, gerando um arquivo horário de precipitações.



Figura 2a - Pluviógrafo



Figura 2b – Pluviômetros (manual e digital)

3 – METODOLOGIA

A análise das informações telemétricas consistiu na comparação dos dados horários com as informações horárias do pluviógrafo e dos totais diários com os registrados pelo pluviômetro e pluviógrafo. Foram ainda analisados os totais mensais e anuais calculados com os registrados dos três equipamentos.

Primeiramente foram verificados os dados do pluviógrafo. Tomando-se como base os totais mensais calculados com os dados obtidos pelo pluviômetro.

Após verificada a confiabilidade das informações registradas pelo pluviógrafo partiu-se desses dados para se analisar os registros horários obtidos pelo pluviômetro digital.

3.1 – Avaliação das precipitações registradas pelo pluviógrafo

O pluviômetro foi instalado no ano de 1943 e desde então os dados diários têm sido registrados pelos operadores da usina e mensalmente enviados ao escritório.

Em 1972 o pluviógrafo foi instalado. Os gráficos diários dos registros também são trocados e enviados para o escritório pelo operador da usina.

Para a avaliação desses dados foi utilizado o período comum de observação, ou seja, de janeiro de 1973 até dezembro de 2006.

Em função do período de dados, a verificação dos dados obtidos pelo pluviógrafo foi realizada primeiramente a partir dos totais mensais calculados com os dados obtidos pelo pluviômetro.

Em seguida, foram comparados os totais anuais obtidos pela soma dos totais mensais para os dois equipamentos.

3.2 – Análise das informações telemétricas

A instalação do pluviômetro digital (telemetria) na usina de Ernestina ocorreu no início do mês de abril de 2003.

Primeiramente foi feita uma verificação dos períodos de falhas ocorridos, comparando-os com outras estações telemétricas do mesmo sistema, na tentativa de se identificar se a falha era causada por problemas daquele equipamento ou na transmissão da informação.

Foram analisados os totais diários registrados pelo pluviômetro digital, comparando-os com os registros do pluviômetro e também com o total diário do pluviógrafo.

Alguns eventos ainda foram analisados a cada hora, comparando os dados horários do pluviômetro digital com os do pluviógrafo.

Também foram verificados os totais mensais e anuais calculados com os dados obtidos pelos três equipamentos.

Observou-se ainda o número de falhas no período e o número de eventos chuvosos.

4 – RESULTADOS

4.1 – Verificação dos registros feitos pelo pluviógrafo

Desde 1973, sessenta e cinco meses mostraram grandes diferenças entre os valores totais mensais dos pluviógrafos e os dos pluviômetros.

As causas identificadas e as prováveis fontes para as falhas nos totais mensais são mostradas na tabela 1.

Tabela 1 – Causas das falhas mensais do pluviógrafo e suas prováveis fontes.

CAUSA	FONTE
Até 1998, ocorrendo pelo menos uma falta de observação (f.o.) em um dia, não se fazia a soma do total do mês	Orientação do escritório
O não recebimento dos gráficos no escritório (perda)	Operadores / Escritório
A não substituição do gráfico, gerando sobreposição, dificultando ou até inviabilizando a interpretação da informação	Operadores
A falta de gráfico (papel) ou de pena, gerando a falta de dados durante meses seguidos	Operadores / Escritório
O mais comum dos problemas é a parada da engrenagem do relógio	Instrumento / Operadores

Para se comparar os totais anuais, nos meses com falha nos totais mensais pluviográficos foram considerados os mesmos valores obtidos pelo pluviômetro.

Os totais anuais calculados pelo pluviógrafo e pelo pluviômetro e os valores médios do período analisado estão mostrados na figura 3.

As figuras 4 e 5 mostram, respectivamente, as médias mensais obtidas pelos dois equipamentos e as diferenças desses valores médios mensais.

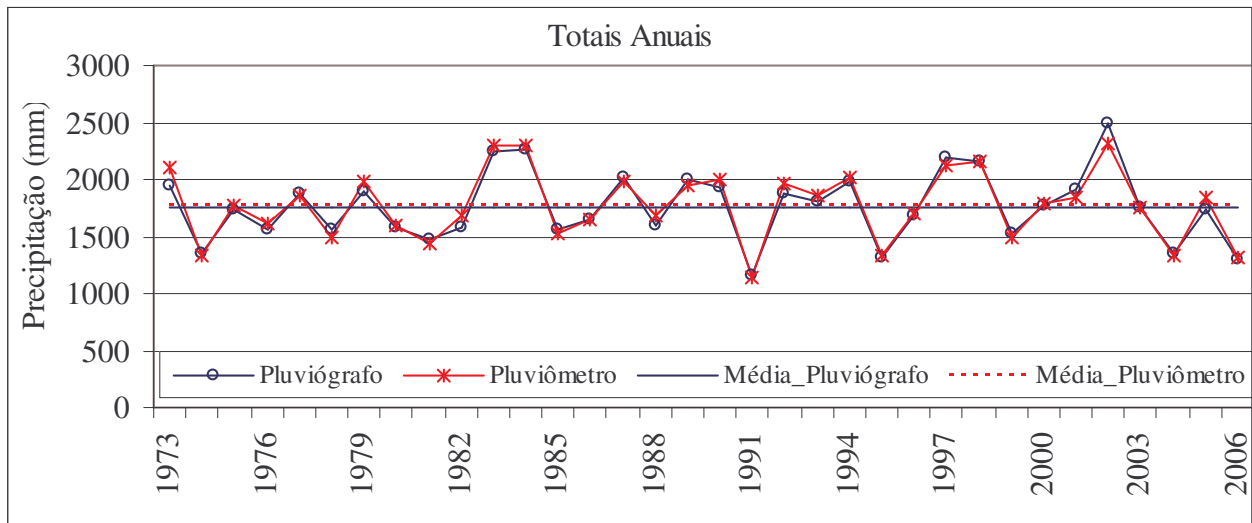


Figura 3 – Totais anuais calculados pelo pluviógrafo e pelo pluviômetro

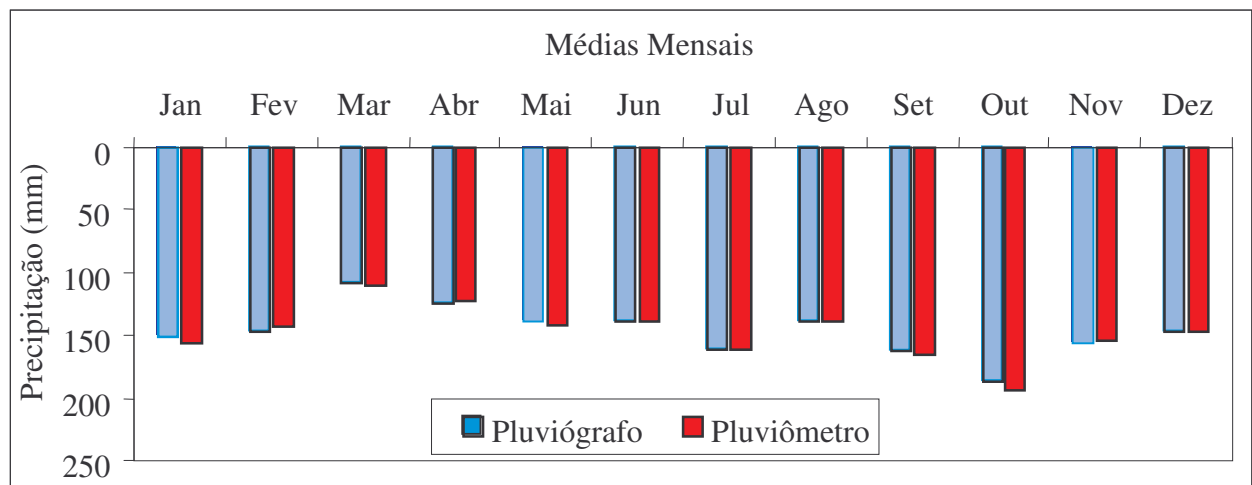


Figura 4 – Médias mensais obtidas pelo pluviógrafo e pelo pluviômetro

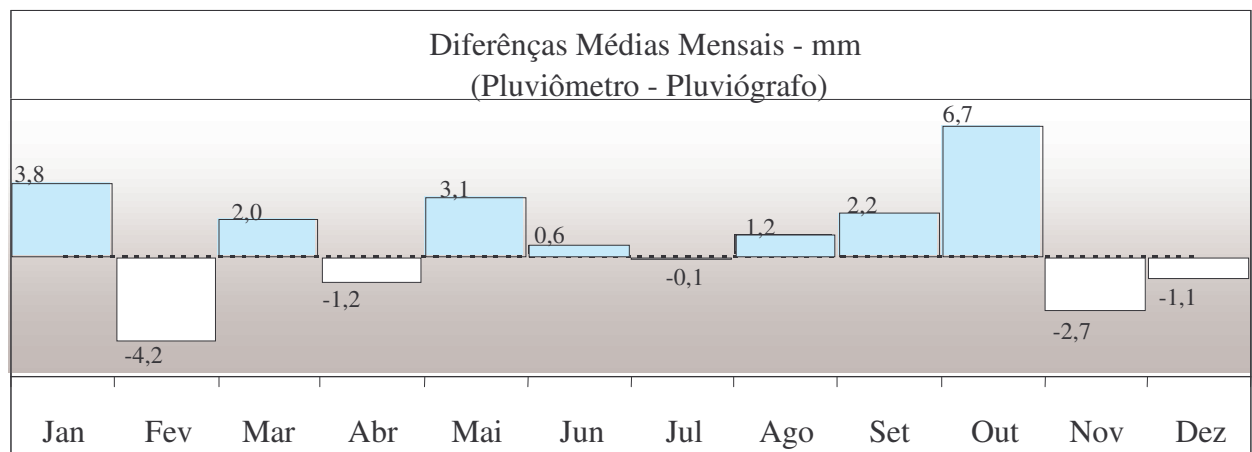


Figura 5 – Diferenças médias mensais entre o pluviógrafo e o pluviômetro

Considerando-se a “consistência” feita nos meses com falha nos totais mensais do pluviógrafo, igualando-os aos valores do pluviômetro, pode-se ver que em 2005, os valores anotados pelo pluviógrafo foram menores em 9 meses, chegando a um diferença de 317 mm.

Sobre as médias mensais do histórico, nota-se que a maior diferença foi de 6,7 mm. Isso representa 3,5%, bem abaixo das indicações da bibliografia (~10%). A média dos meses obtida pelo pluviógrafo só foi maior do que a média obtida pelo pluviômetro em quatro dos doze meses.

4.2 – Observações feitas pelo pluviômetro digital

De junho até outubro de 2003 os dados foram perdidos por problemas no painel de controle de recebimento dos dados na usina. A partir daí foram observados, eventualmente, alguns períodos pequenos de falhas (horas) que também ocorreram em outras estações.

Normalmente quando a falha é causada por problemas de comunicação, também ocorrem falhas nos dados de cotas (mesmo arquivo) e também nos registros dos outros postos.

Durante todo o período observado foram 5113 horas com falhas (não considerando o período de junho à outubro de 2003), isso representa 15% do total de horas do período. No ano de 2006 o total de falhas horárias se reduziu para 5%.

No arquivo montado automaticamente pelo sistema da telemetria, com os dados brutos vindos das estações, verificou-se a quantidade muito grande de valores 0,3 mm nos dados horários. Esses dados são da mesma ordem de um impulso gerado pelo equipamento e foram considerados como um “ruído” do sistema, pois também ocorrem nos dados dos outros postos.

Para se verificar a influência desse ruído, foram calculados os totais diários, mensais e anuais da telemetria também sem os valores de 0,3 mm nos dados horários (tele sem 0,3).

A quantidade total de observações do valor 0,3 mm (ruído) anotadas durante o período foi de 863, o que representa 258,9 mm.

Além desse “ruído”, foram identificados mais dois problemas principais nos dados da telemetria; a não marcação de chuvas e a anotação de valores bem maiores do que a chuva marcada pelos outros aparelhos, geralmente por acumulação de dados observados em horários com falhas.

Nos eventos com mais de um dia de duração, geralmente o último dia marca menos do que deveria (quando marca) ou acrescenta o valor das últimas horas acumulado em uma hora posterior.

Os 347 eventos que aconteceram no período estão classificados e quantificados na tabela 2.

Tabela 2 – Número e classificação dos eventos chuvosos

Eventos	2003	2004	2005	2006	Total
Não marcados	47	32	28	5	112
Com valor menor	17	33	45	53	148
Com valor maior	1	19	17	23	60
"Inventados"	0	10	6	11	27
Total	65	94	96	92	347

A seguir, a figura 6 mostra o comparativo dos dados diários de novembro de cada ano.

Na figura 7 podem ser comparados os totais mensais calculados para cada ano.

Os totais anuais calculados com as observações feitas pelo pluviômetro, pluviógrafo e pelo pluviômetro digital (telemetria) e sem o ruído (tele sem 0,3) são mostrados na figura 8.

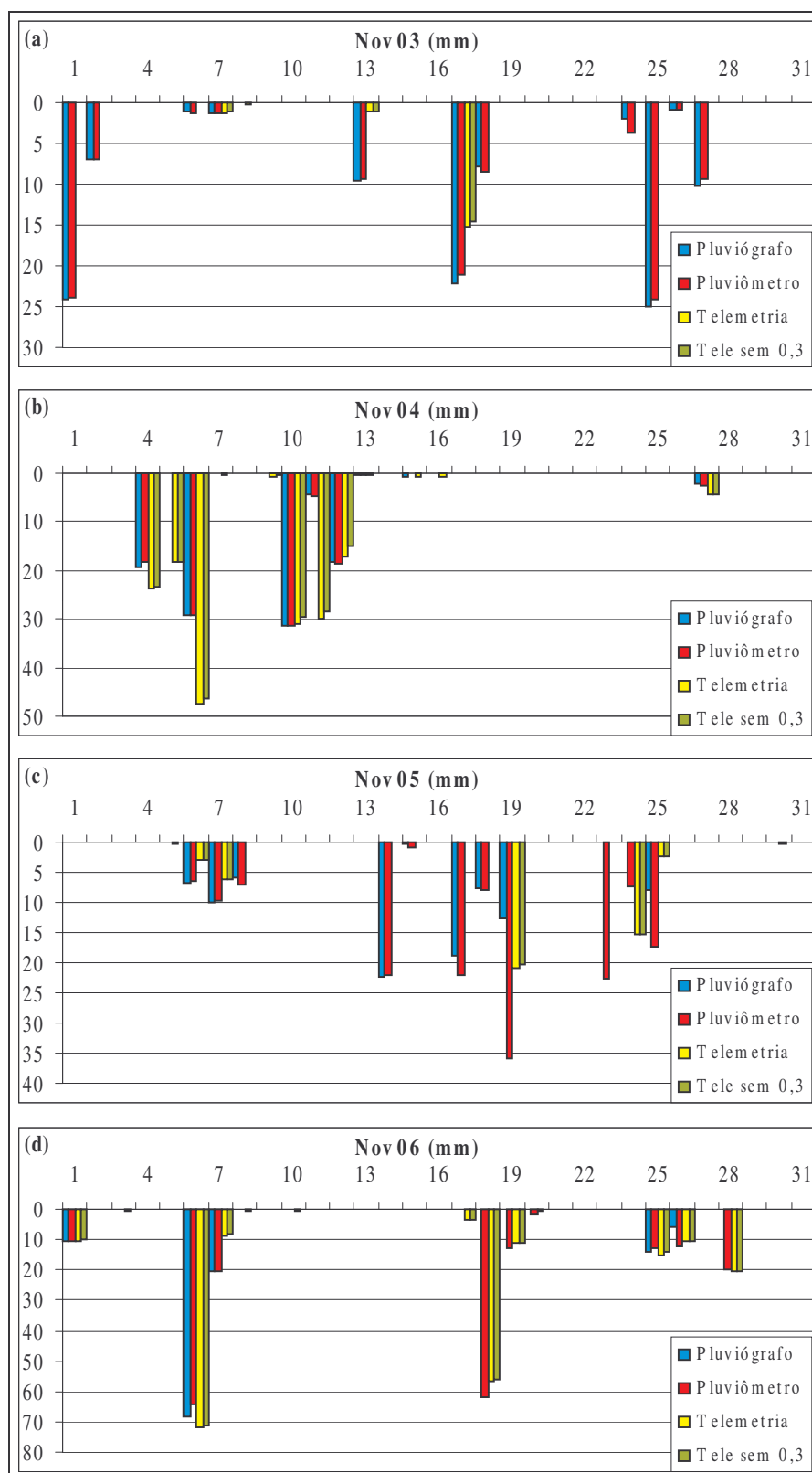


Figura 6 – Amostra do mês de novembro dos dados diários obtidos pelos equipamentos.

Em 2003 (a), 2004 (b), 2005 (c) e em 2006 (d)

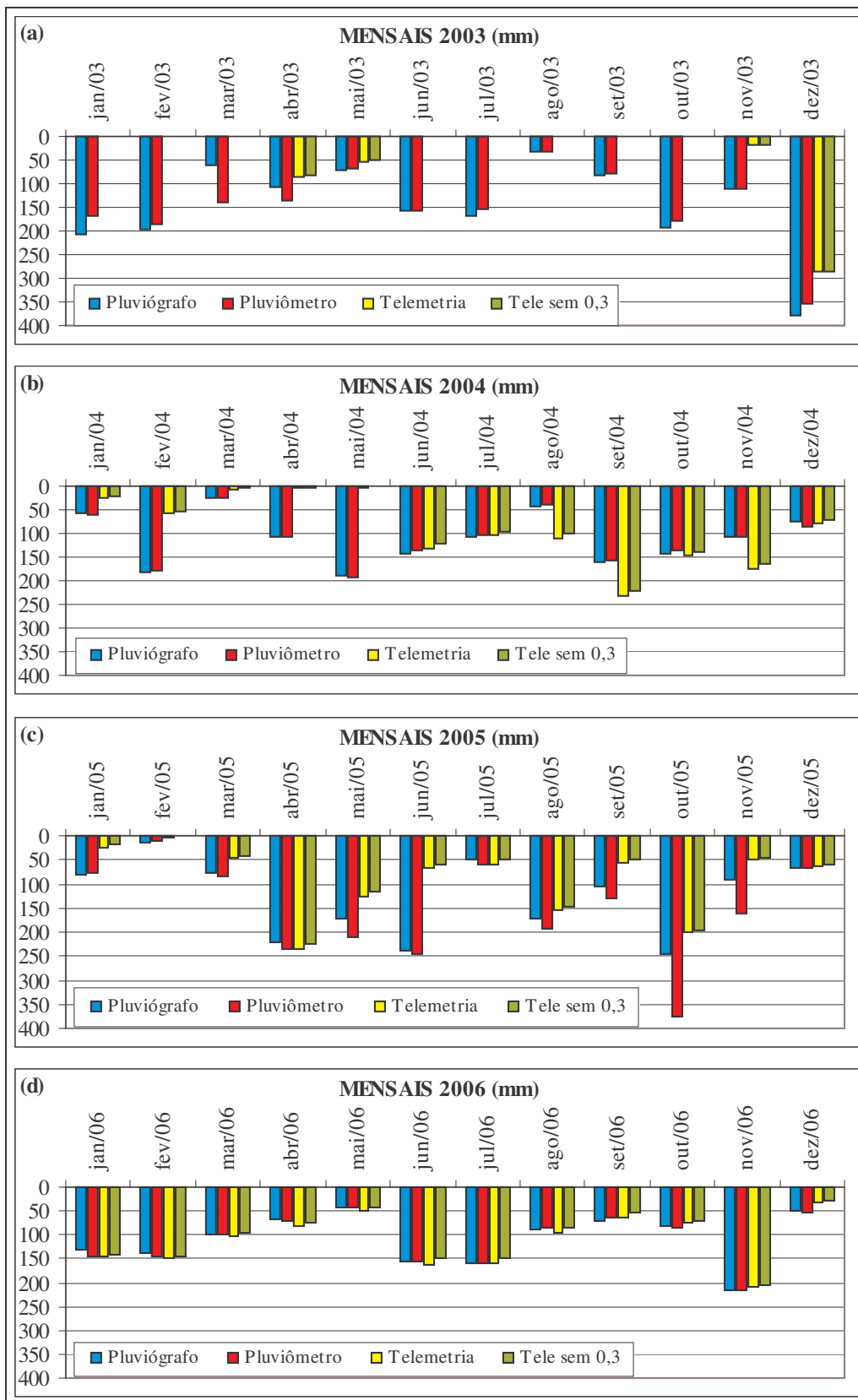


Figura 7 – Totais mensais calculados para os anos de 2003 (a), 2004 (b), 2005 (c) e 2006 (d)

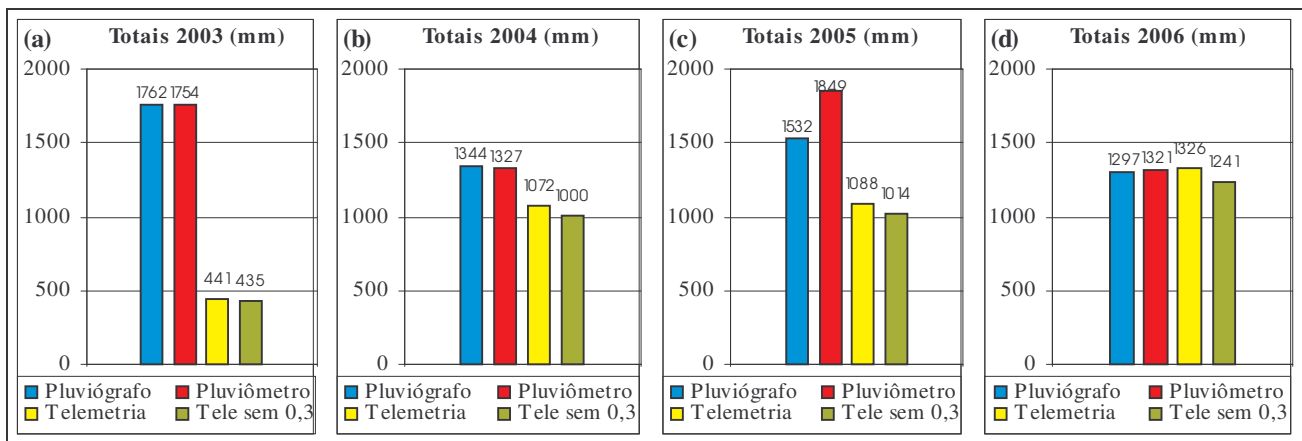


Figura 8 – Totais anuais calculados para os anos 2003 (a), 2004 (b), 2005 (c) e 2006 (d).

5 – CONCLUSÕES

Pelas informações da tabela 1 pôde-se observar que o fator humano foi preponderante para a ocorrência das falhas observadas pelo pluviógrafo durante o período analisado.

A precipitação média anual sobre a parte terrestre do nosso planeta é estimada em torno de 800 mm. Pelo mapa das isoietas totais anuais no Brasil, o local da usina de Ernestina está um pouco acima da linha de 1800 mm.

Os valores médios calculados para o período de 1973 até 2006 pelo pluviógrafo e pluviômetro foram 1760 mm e 1770 mm respectivamente. Observa-se daí que os dois equipamentos estão medindo adequadamente.

Em relação aos totais anuais verificados pelo pluviômetro digital, nota-se que nos anos de 2003 até 2005 as falhas influenciaram significativamente no valor encontrado. Somente no ano de 2006 pode-se dizer que a telemetria funcionou bem pois o total calculado, sem os valores de ruído, foi 80 mm a menos do que o observado pelo pluviômetro.

As eventuais falhas horárias que ainda ocorrem não são causadas por problemas no equipamento, pois também são observadas nas informações de outros postos. Provavelmente sejam causadas por problema na transmissão, em alguma das repetidoras de rádio ou na chegada dos dados na central de controle do sistema.

Pôde ser observado, nos eventos registrados sem falhas, uma pequena tendência de marcação para menos, pela telemetria, principalmente quando a chuva é mais intensa. Provavelmente por perda de água nas caçambas.

Embora essa pequena tendência não comprometa os valores mensais e anuais como observado nos gráficos de 2006, ainda são muitas as fontes de erro que contribuem para as falhas no equipamento.

Cada observação ou dado medido na estação toma-se como representativo de uma certa área. Uma medição de precipitação num pluviômetro, por exemplo, é útil unicamente na medida em que

ela representa a chuva real na região circundante, e embora não sendo representativa, ela possa ser usada como índice. (Sánchez, 2000)

A automatização da aquisição de dados é uma das etapas para a modernização de uma rede hidrometeorológica, pois a sua principal vantagem é a velocidade de concentração das informações. Entretanto isto envolve recursos financeiros e maior agilidade da operação para a correção de problemas.

BIBLIOGRAFIA

BARTH F.T. et al.. (1987). Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo.

SÁNCHEZ, J. (2000). Fundamentos de Hidrologia. Porto Alegre. Brasil. 364p.

SANTOS, I. et al. (2001). Hidrometria Aplicada. Curitiba. Brasil. 372p.

TUCCI, C.E.M. et al. (1993). Hidrologia Ciência e Aplicação. ABRH. Porto Alegre. Brasil. 952p.