

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

CHEIA MÁXIMA PROVÁVEL DO RIO TELES PIRES

Olivia Souza de Matos Rocha¹; Valdo da Silva Marques²; Pedro Agostinho da Trindade¹; Jander Duarte Campos¹; Camila da Silva Souto¹; Fernanda Spitz Dias¹; Larissa Ferreira da Costa¹ & Luciana de Deus Melo¹

RESUMO – Este trabalho sintetiza o estudo para obtenção da cheia máxima provável da UHE Teles Pires, localizada no rio Teles Pires, no estado do Mato Grosso. Na definição da precipitação máxima provável foi empregado o método hidrometeorológico e a cheia máxima provável obtida através da sua aplicação em um modelo chuva-vazão. O estudo foi realizado com o objetivo de verificar a passagem da cheia máxima provável pelo vertedor e a manutenção da borda livre em relação à crista da barragem adequada para o porte do empreendimento.

ABSTRACT – This paper summarizes the study of the probable maximum flood of Teles Pires Hydroelectric Plant, located on the Teles Pires River, in Mato Grosso state. In the definition of probable maximum precipitation was employed the hydrometeorological method and the probable maximum flood was obtained through its application in a rainfall-runoff model. The study was conducted with the purpose of verifying the passage of the probable maximum flood through the spillway and maintenance of freeboard in relation to the appropriate crest of the dam referring to the size of the enterprise.

Palavras-Chave – Precipitação, Cheia.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de cheia máxima provável (CMP) são necessários para servir de base a elaboração de projetos de aproveitamento hidrelétrico de um curso d'água, num determinado local geográfico e numa dada bacia hidrográfica (WMO, 2009). O método da precipitação máxima provável (PMP) tem sido consagrado como base à modelagem da CMP, tanto em bacias localizadas em regiões temperadas como em regiões tropicais do globo terrestre. O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar os estudos realizados para determinar a cheia máxima provável da UHE Teles Pires, por meio da aplicação de um modelo de chuva-vazão, baseado na definição da precipitação máxima provável.

1) PCE Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. Av. Presidente Wilson 165. Tel:(21) 3231-7573. olivia.matos@pcebr.com.br; pedro_trindade@pcebr.com.br; jander@pcebr.com.br; camila@pcebr.com.br; fernanda.dias@pcebr.com.br; larissa.costa@pcebr.com.br; lucianad.melo@gmail.com

2) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Brennand s/n Rod. Amaral Peixoto km 163 Tel:(22) 2765-6508. valdosmarques@hotmail.com

Esta usina está localizada no rio Teles Pires, afluente do rio Tapajós, na região tropical do Brasil, entre os municípios de Jacareacanga (PA) e Paranaíta (MT), nas coordenadas de 9° 21' 04" de Latitude Sul e 56° 46' 39" de Longitude Oeste, e possui área de drenagem de 90.702 km². A figura 1 mostra a localização geográfica da bacia do rio Teles Pires e da UHE Teles Pires.

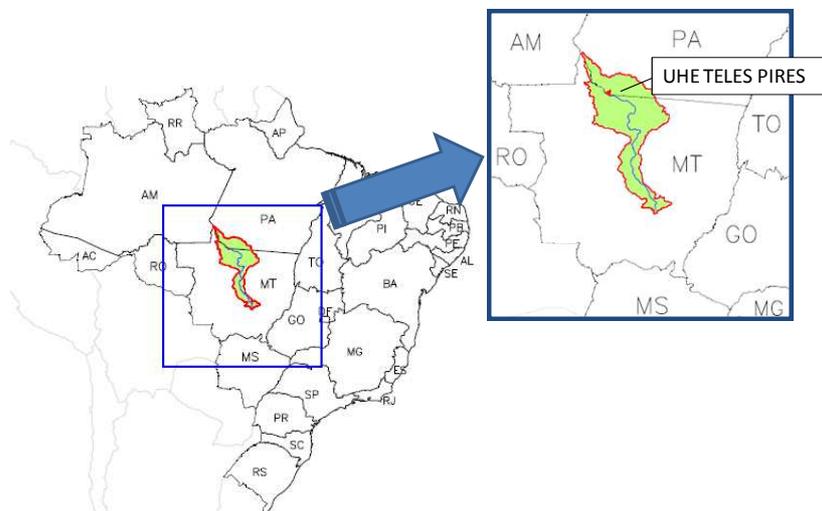


Figura 1 – Localização da UHE Teles Pires

2. DADOS UTILIZADOS

Foram identificadas várias estações fluviométricas, pluviométricas e climatológicas no interior e no entorno da bacia. A seleção das estações pluviométricas e climatológicas e a compilação dos dados de precipitação, temperatura e umidade foram baseadas na localização e representatividade das estações e na disponibilidade de dados.

Os dados utilizados, referentes aos postos pluviométricos, postos fluviométricos e estações climatológicas encontram-se relacionados a seguir:

- Alturas de chuva diárias de 78 (setenta e oito) postos pluviométricos regionais, existentes no banco de dados da ANA – Hidroweb, relativas ao período de 1968 a 2011. As falhas nas observações foram preenchidas pelo método da Ponderação Regional e a análise da consistência dos dados realizada pelo método da Dupla Massa;
- Leituras de régua diárias e curvas-chave de 2 (dois) postos fluviométricos em operação no rio Teles Pires, listados na tabela 1, disponibilizadas pela ANA;

Tabela 1- Características dos Postos Fluviométricos

Código	Nome	Área de Drenagem (km ²)	Coordenadas		Período de Dados
			Latitude	Longitude	
17380000	Jusante Foz Peixoto de Azevedo	81.858	09° 39' 33"	56° 01' 06"	Set/80 a Dez/07
17280000	Cachoeirão	34.724	11° 39' 11"	55° 42' 06"	Nov/75 a Dez/07

- Temperaturas e umidades relativas instantâneas do ar e pontos de orvalho da estação climatológica Alta Floresta, no período de 2000 a 2011, disponibilizados na página eletrônica do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE);
- Alturas de chuva diária, leituras instantâneas de temperatura do ar e umidade relativa das estações climatológicas Matupá, Sorriso e Gleba Celeste, no período de 2000 a 2011, adquiridas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A localização dos postos com dados utilizados no estudo é mostrada na figura 2.

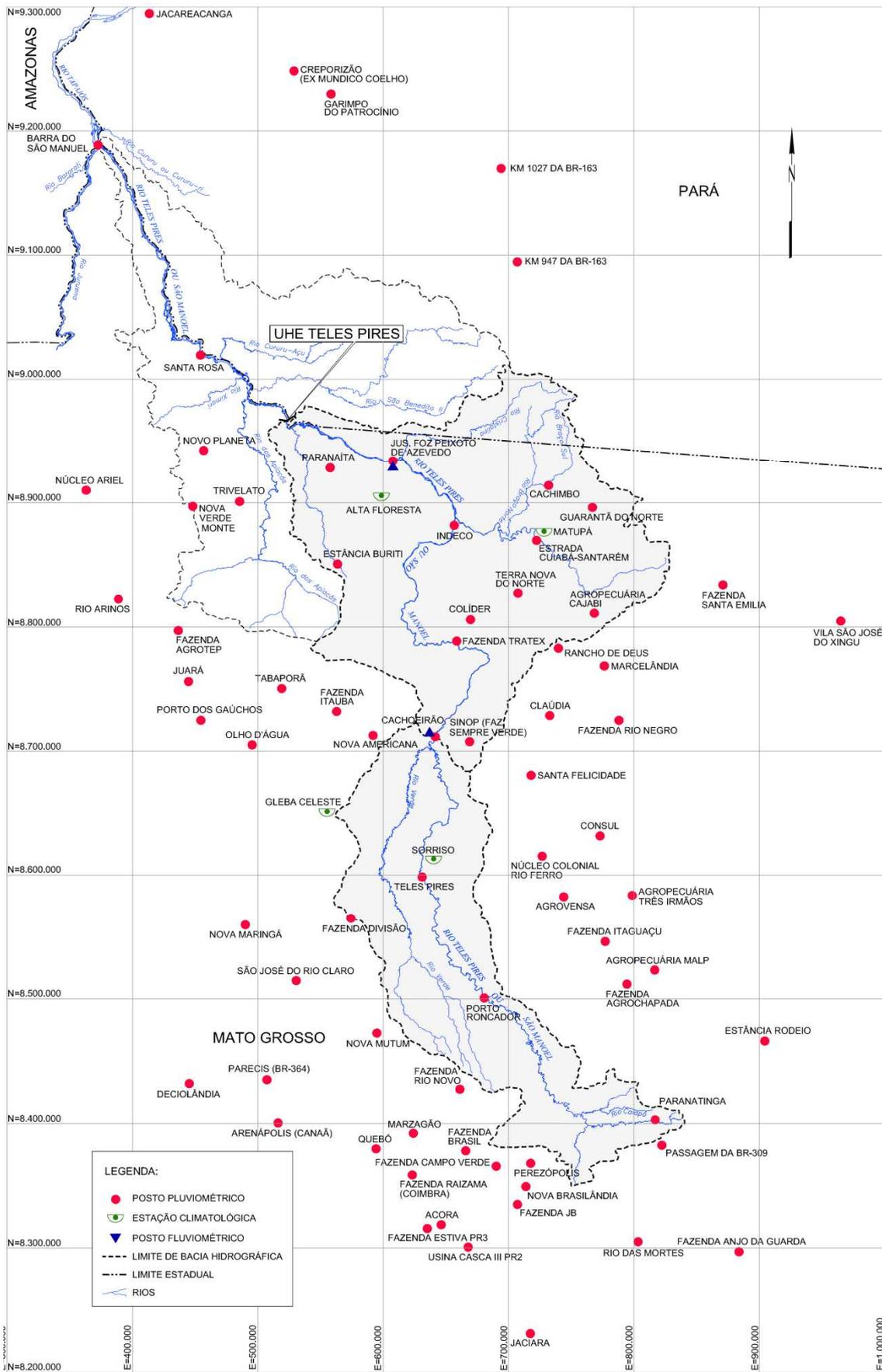


Figura 2 – Localização dos Postos Hidrométricos

3. METODOLOGIA

O presente estudo utilizou o método hidrometeorológico para a estimativa da precipitação máxima provável, de acordo com o “Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation” (WMO, 2009). Para obtenção da cheia máxima provável aplicou-se a PMP em um modelo chuva-vazão, conforme orientações do “Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores” (Eletrobrás, 1987).

3.1. Análise Climática e Meteorológica

Para caracterização do regime hidrológico da área em estudo, foram analisadas as condições climáticas gerais da bacia visando determinar os limites máximos e mínimos dos principais elementos de clima de interesse. Avaliou-se a distribuição espacial do regime anual de precipitação e comparou-se as características da estação chuvosa com a estação seca, dando enfoque na região de abrangência da bacia em estudo.

A análise meteorológica foi elaborada por meio do exame de imagens de satélites e condições sinóticas dos períodos chuvosos, com o objetivo de explicitar a extensão dos fenômenos meteorológicos que deram origem às chuvas intensas e, conseqüentemente, as cheias mais expressivas na região de interesse.

3.2. Coeficiente de Maximização

A estimativa do coeficiente de maximização utilizou o método que considera a razão entre as quantidades de água precipitável correspondentes aos pontos de orvalho máximo e representativo, devidamente rebatido para o nível de 1000 hPa.

A umidade contida na massa de ar associada aos eventos chuvosos considerados, nas durações determinadas é estimada pela água precipitável (W_e) correspondente ao ponto de orvalho representativo (Td_r). Por outro lado, a máxima umidade possível de conter a massa de ar é determinada pela água precipitável (W_{max}) correspondente ao máximo ponto de orvalho representativo ($Td_{r,Max}$).

Teoricamente, a água precipitável é calculada pela integral da distribuição vertical da umidade específica associada ao gradiente térmico vertical num processo pseudo-adiabático. A integração para o cálculo da água precipitável total deve ser feita desde o nível de 1000 hPa (teoricamente à superfície) até o limite superior da convecção, denominado de nível nodal, cerca de 300 hPa. Essas

integrais encontram tabeladas, para diferentes valores de ponto de orvalho e altitudes, o que facilita a determinação do fator de maximização.

Quando o escoamento ultrapassa uma região de topografia elevada é preciso calcular a água precipitável efetiva (W_{eft}), resultante da diferença entre a água precipitável total (W_{tot}) e a água retida pela barreira topográfica (W_{baf}).

O fator de maximização (f_m), é então calculado pela relação:

$$f_m = [W_{\text{eft}}(T_{d_r, \text{Max}})] / [W_{\text{eft}}(T_{d_r})] \quad (1)$$

3.3. Modelagem Chuva-Vazão

Foi empregado na modelagem chuva-vazão o programa computacional SSARR – Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation desenvolvido pelo U.S. Corps of Engineers. Este modelo permite que a calibração considere a propagação das cheias ao longo de estirões fluviais específicos. Como a bacia do rio Teles Pires apresenta características regionais diferenciadas, foram consideradas na calibração do modelo, 2 sub-bacias:

- de montante, com fechamento no posto fluviométrico Cachoeirão – Essa sub-bacia, que recebe as contribuições desde as cabeceiras do rio Teles Pires até o citado posto, possui forma alongada e geologia que favorece a infiltração e os escoamentos subterrâneos;
- de jusante, com fechamento no posto fluviométrico Jusante Foz Peixoto de Azevedo – Correspondente à área de drenagem entre esse posto e o posto Cachoeirão, essa sub-bacia apresenta forma mais ovalada e geologia que acentua a ocorrência de escoamentos superficiais em épocas chuvosas.

A figura 3 esquematiza a configuração utilizada no SSARR.

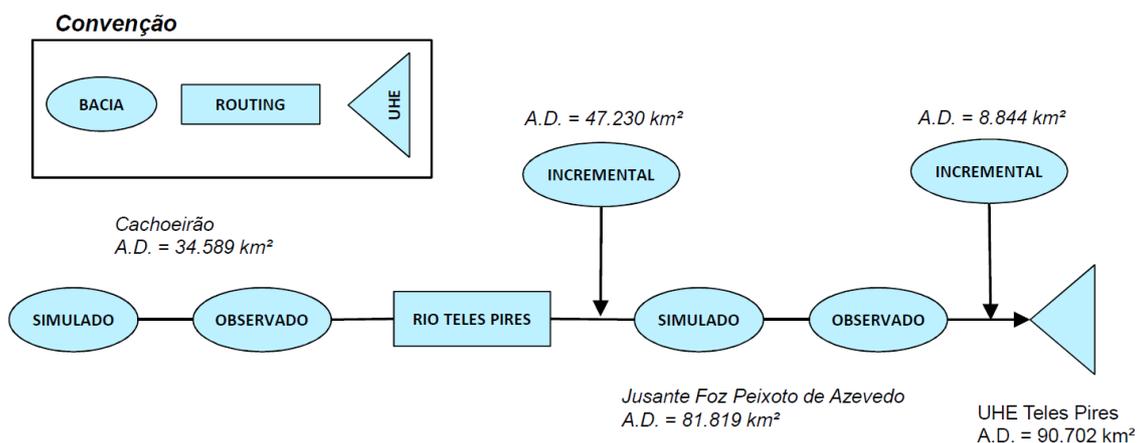


Figura 3 - Configuração da Modelagem Chuva-Vazão

Uma vez calibrado o modelo, foram realizadas simulações, que consideraram a sub-bacia incremental até o sítio do aproveitamento e diferentes cenários de PMP e de condições pluviométricas antecedentes, que permitiram a obtenção da CMP.

4. RESULTADOS

4.1. Análise Climática

Analisando-se as normais climatológicas elaboradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia para o período de 1961/1990, constatou-se que:

- Na parte norte da bacia do rio Teles Pires a precipitação anual varia entre 2050 e 2650 mm, enquanto que na parte sul a variação é de 1650 e 2050 mm;
- A estação chuvosa se estende de outubro a abril, mas o período mais chuvoso ocorre nos meses de janeiro-fevereiro-março, com precipitação em torno de 1000 mm, conforme mostra a figura 4. O período mais seco ocorre nos meses de junho-julho-agosto;

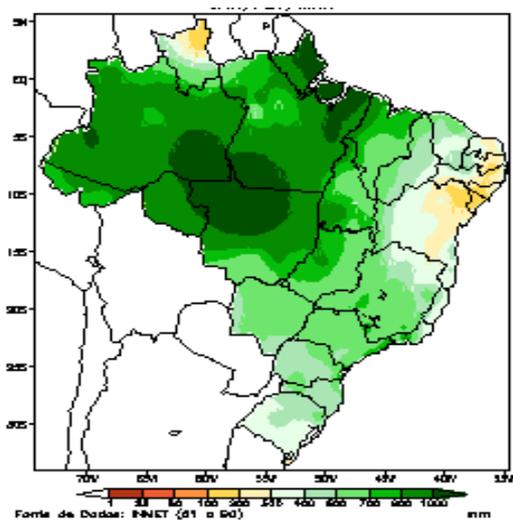


Figura 4 - Precipitação no Trimestre Janeiro-Fevereiro-Março
 Fonte: Normais Climatológicas do INMET (1961/1990)

- A temperatura máxima média anual varia entre 31 e 33° C e a mínima entre 16 e 18° C, conforme figura 5. A temperatura média varia entre 22 e 27°C. Os meses mais quentes são agosto-setembro e outubro e os mais frios são maio-junho-julho.

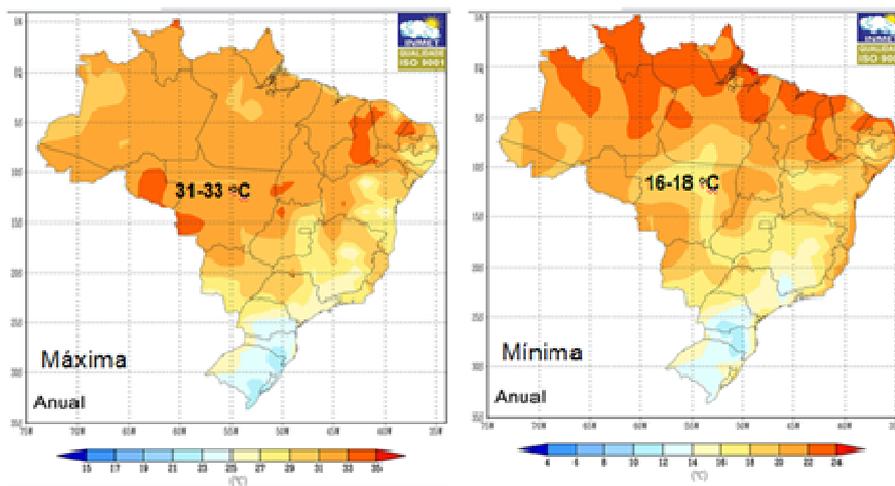


Figura 5 - Temperaturas Médias Anuais Máxima e Mínima
 Fonte: Normais Climatológicas do INMET (1961/1990)

4.2. Análise Meteorológica

A partir das imagens de satélite GOES-10 dos períodos chuvosos de 2004, 2005, 2007 e 2008 obtidas no banco de dados de imagens do INPE e da análise sinótica obtidas do boletim Infoclima do INPE, foram constatadas que as cheias na bacia do rio Teles Pires se originam de fenômenos de grande escala, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul e a Zona de Convergência

Intertropical, que provocam áreas de instabilidade com a formação de sistemas convectivos distribuídos em várias partes da bacia. Essas grandes configurações sinóticas provocam a formação de sistemas convectivos que se deslocam de três direções: (1) a partir da Amazônia Central para a área da bacia; (2) de oeste para leste, atingindo a parte norte da bacia; (3) e a partir da região centro-oeste no sentido sudeste-noroeste atingido principalmente a região sul da região. A figura 6 é um exemplo das imagens de satélite analisadas.

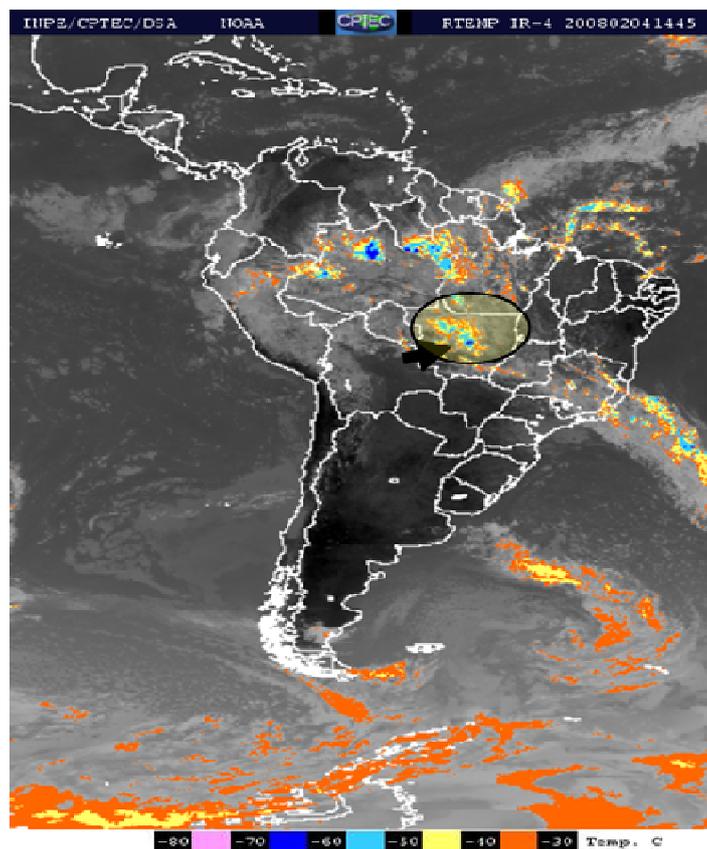


Figura 6 - Imagem de Satélite (04/02/2008)
Fonte: CPTEC/INPE

O ponto de orvalho máximo persistente necessário no cálculo do coeficiente de maximização e estimativa da precipitação máxima provável foi determinado pela análise da série completa de dados de temperatura do ponto de orvalho, referentes às estações selecionadas. A partir de gráficos construídos com esses dados foram determinadas as envoltórias dos máximos pontos de orvalho registrados em períodos chuvosos nas diversas épocas do ano. Esta técnica permitiu determinar os valores máximos históricos do ponto de orvalho na área da bacia. Os valores do ponto de orvalho representativo dos eventos chuvosos foram obtidos pela análise dos dados das observações sinóticas (12, 18 e 24h GMT), das estações de Alta Floresta e Sorriso. Cada valor do ponto de orvalho (máximo e representativo) foi rebatido para o nível de 1000 hPa, considerando-se uma evolução pseudo-adiabática a partir da altura média da bacia.

4.3. Precipitação Máxima Provável

A estimativa da PMP resultou da análise quantitativa de séries históricas de dados hidrometeorológicos e do conhecimento do processo de formação de precipitações sobre a bacia, tais como o avanço de frentes, fontes de umidade, direção das frentes de ar úmido e barreiras orográficas.

Assim, com base nos dados existentes dos postos pluviométricos, foram identificados os quatro maiores eventos chuvosos observados na região, que ocorreram nos seguintes períodos:

- 14/01/2007 a 23/02/2007;
- 18/01/2004 a 26/02/2004;
- 09/01/2008 a 23/02/2008;
- 10/02/2005 a 24/03/2005.

Verificou-se que tais precipitações também resultaram nas maiores cheias observadas no posto Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

Para os períodos identificados, e considerando as durações críticas de 10, 20, 25 e 30 dias, foram realizadas as seguintes atividades:

- Identificação dos dias em que ocorreram as alturas de chuva máximas;
- Cálculo das alturas de chuva observadas nesses dias;
- Traçado das respectivas isoietas regionais, exemplificado na figura 7 pela precipitação com duração de 20 dias do evento de janeiro e fevereiro de 2008.

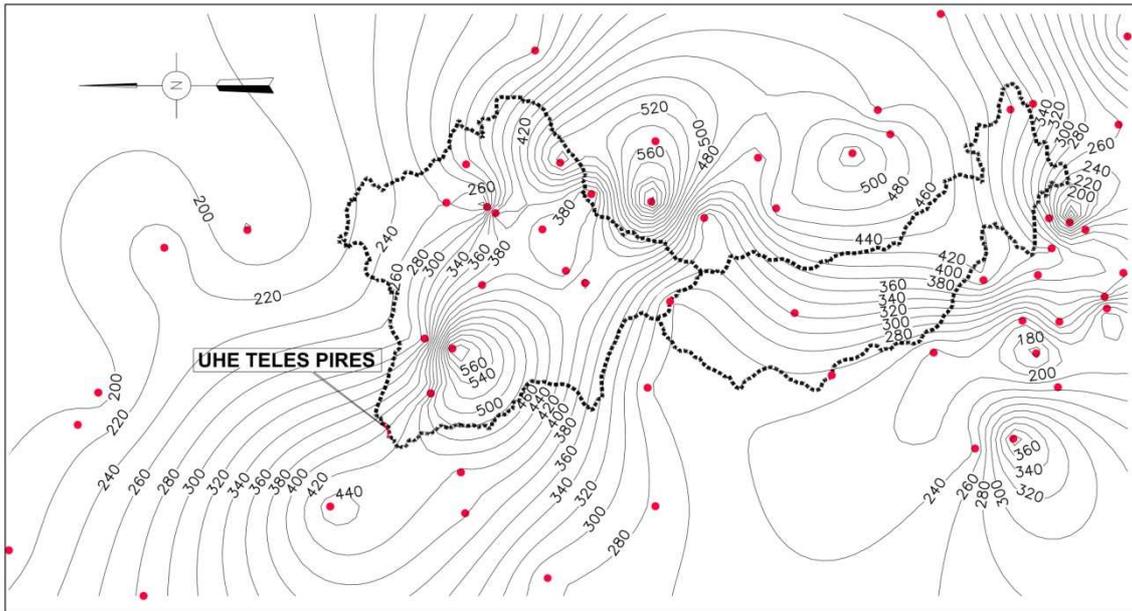


Figura 7 – Traçado das Isoietas

- Elaboração das curvas de distribuição espacial de chuvas relativas a cada rede de isoietas;
- Plotagem das curvas resultantes num mesmo gráfico e traçado da envoltória.

A figura 8 apresenta as curvas “altura x área x duração” (AAD), resultantes destas etapas.

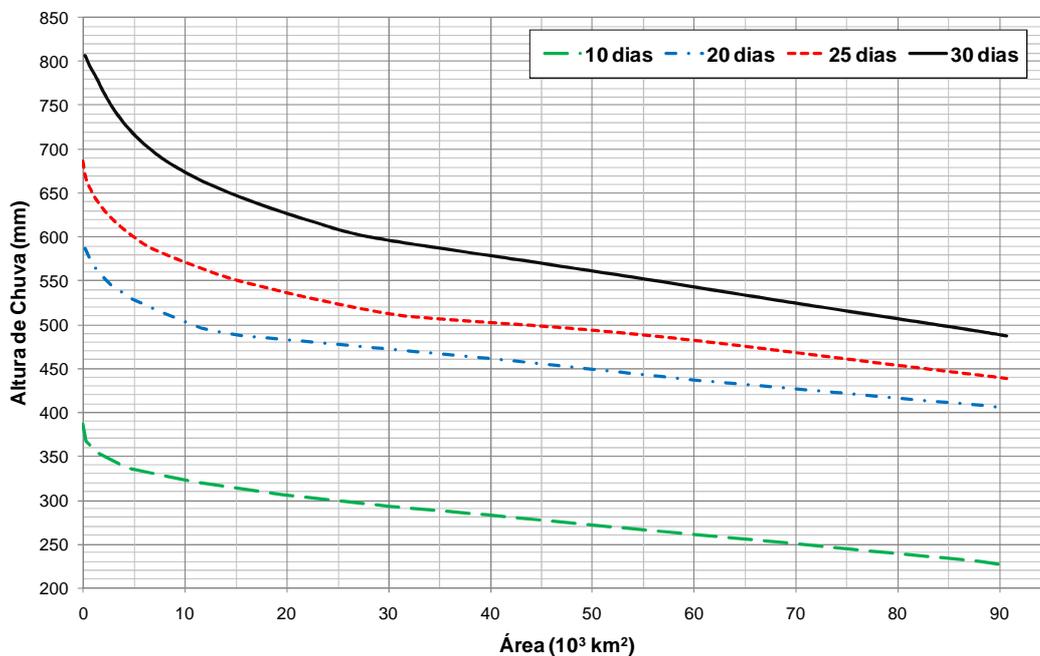


Figura 8 - Curvas Altura x Área x Duração

Foram realizadas tentativas de reposicionar regionalmente as redes de isoietas traçadas, com objetivo de se obter um evento chuvoso fictício sobre a bacia, que apresentasse condições mais

desfavoráveis. Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas que justificassem a alteração da configuração espacial das chuvas observadas.

Os coeficientes de maximização foram determinados para as durações de 10, 20, 25 e 30 dias. Para a obtenção da PMP multiplicaram-se os valores de precipitação para as duas sub-bacias consideradas, obtidos da curva AAD pelo fator de maximização calculado. Para a chuva de 20 dias de duração, chegou-se para a bacia do rio Teles Pires a um coeficiente de maximização de 1,24. A tabela 2 mostra os resultados para a duração de 20 dias encontrados para cada sub-bacia.

Tabela 2 - Valores de Precipitação Máxima Provável

Bacia	Altura de Chuva (mm)	PMP (mm)
Sub-bacia de montante	346,6	429,8
Sub-bacia de jusante	440,9	546,8

Com a finalidade de definir a distribuição temporal da PMP, para cada duração da chuva de projeto foram traçadas as curvas de massa da chuva equivalente na bacia, referente a cada um dos eventos chuvosos críticos. No cálculo da chuva equivalente foi utilizado o método de Thiessen, cujas áreas de influência e pesos dos postos estão apresentados na figura 9 e na tabela 3.

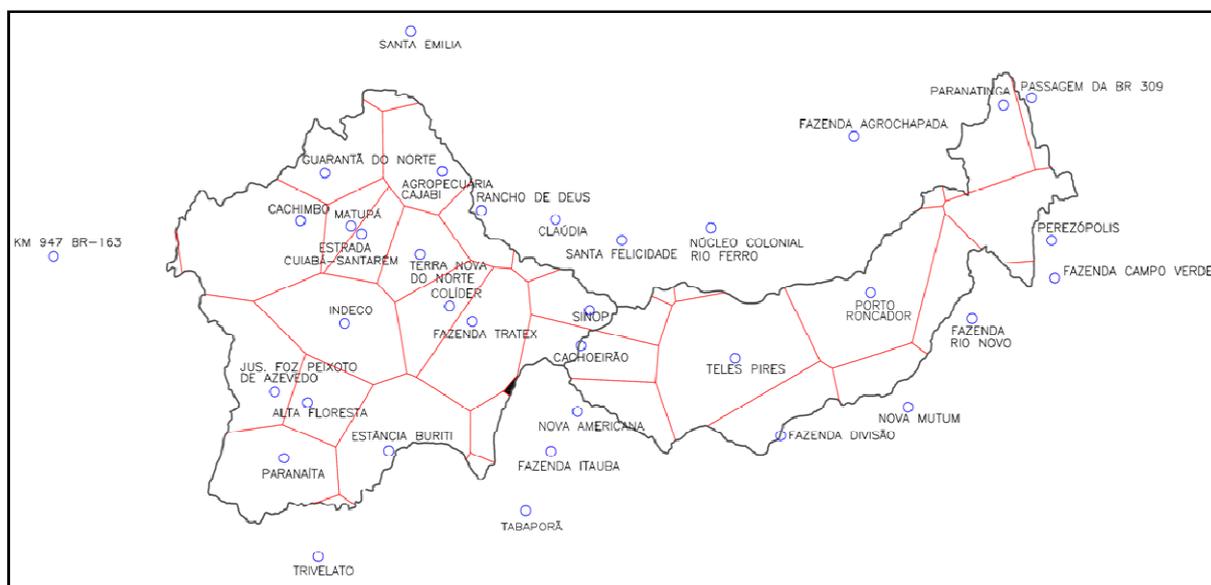


Figura 9 - Polígonos de Thiessen

Tabela 3 - Áreas de Influência e Pesos dos Postos Pluviométricos na
Bacia do Rio Teles Pires no AHE Teles Pires

Código	Posto	Área de Influência (km ²)	Peso
1054000	Agropecuária Cajabi	3.376	0,037
0956000	Alta Floresta	2.582	0,028
0954001	Cachimbo	7.259	0,080
1155000	Cachoeirão	3.186	0,035
1154004	Cláudia	350	0,004
1055002	Colider	2.716	0,030
1056001	Estância Buriti	4.911	0,054
1055000	Estrada Cuiabá-Santarém	1.841	0,020
1354000	Fazenda Agrochapada	202	0,002
1455010	Fazenda Campo Verde	249	0,003
1256002	Fazenda Divisão	2.701	0,030
1156000	Fazenda Itauba	850	0,009
1455009	Fazenda Rio Novo	2.165	0,024
1055003	Fazenda Tratex	5.003	0,055
0954002	Guarantã do Norte	3.339	0,037
1055001	Indeco	5.586	0,062
0956001	Jus. Foz Peix. de Azevedo	4.291	0,047
0855000	Km 947 da BR-163	100	0,001
1054002	Matupá	1.326	0,015
1156003	Nova Americana	2.003	0,022
1356002	Nova Mutum	1.704	0,019
1255002	Núcleo Colonial Rio Ferro	230	0,003
0956002	Paranaíta	4.820	0,053
1454000	Paranatinga	2.818	0,031
1453000	Passagem da BR-309	417	0,005
1454003	Perezópolis (Ex-Riolândia)	3.579	0,039
1355001	Porto Roncador	6.835	0,075
1154000	Rancho de Deus	1.421	0,016
1053001	Santa Emília	402	0,004
1154001	Santa Felicidade	146	0,002
1156001	Sinop (Faz. Sempre Verde)	2.920	0,032
1156002	Tabaporã	201	0,002
1255001	Teles Pires	8.373	0,092
1055004	Terra Nova do Norte	2.662	0,029
1057001	Trivelato	135	0,001
Total		90.702	1,000

As curvas de massa obtidas foram superpostas, obedecendo-se o paralelismo dos eixos coordenados, de maneira a coincidir da melhor maneira possível seus ramos ascendentes. Determinou-se, assim, a curva envoltória ao feixe de curvas obtido, como mostrado na figura 10, correspondente à duração de 20 dias.

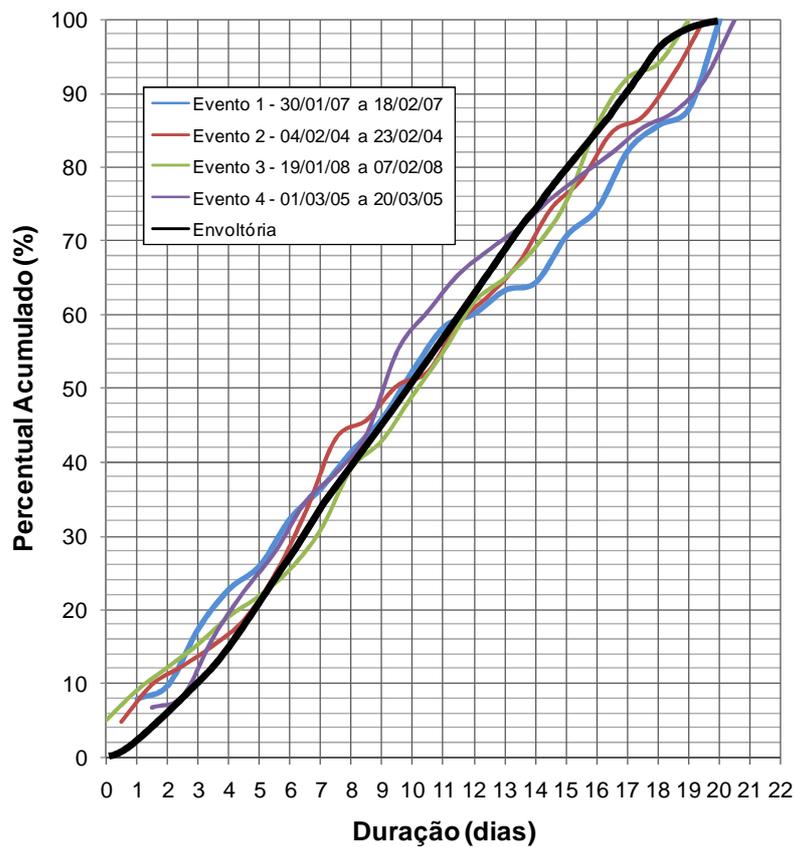


Figura 10 - Curvas de Massa das Alturas de Chuva Equivalente com 20 Dias de Duração

De posse da curva envoltória acima, a PMP associada a cada sub-bacia estudada foi discretizada em nível diário, resultando nos hietogramas mostrados na figura 11.

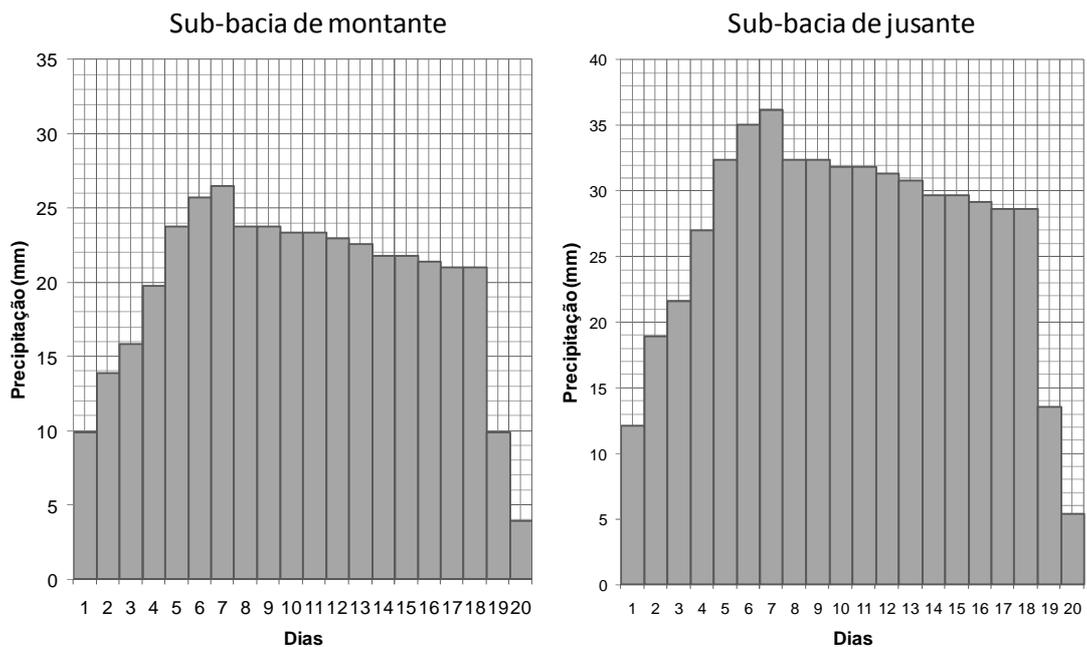


Figura 11 - Hietogramas das Sub-Bacias

4.4. Modelagem Chuva-Vazão

Na escolha dos períodos para calibração e validação do modelo, foi considerada a disponibilidade dos dados pluviométricos e fluviométricos. A qualidade do ajustamento entre os hidrogramas simulados e observados fundamentou-se na análise de parâmetros estatísticos eliminando-se, dessa forma, a subjetividade inerente as análises visuais.

A calibração e a validação do modelo foram realizadas para cada uma das sub-bacias do rio Teles Pires. Os hidrogramas de vazões médias diárias observados e simulados são apresentados nas figuras 12 a 15.

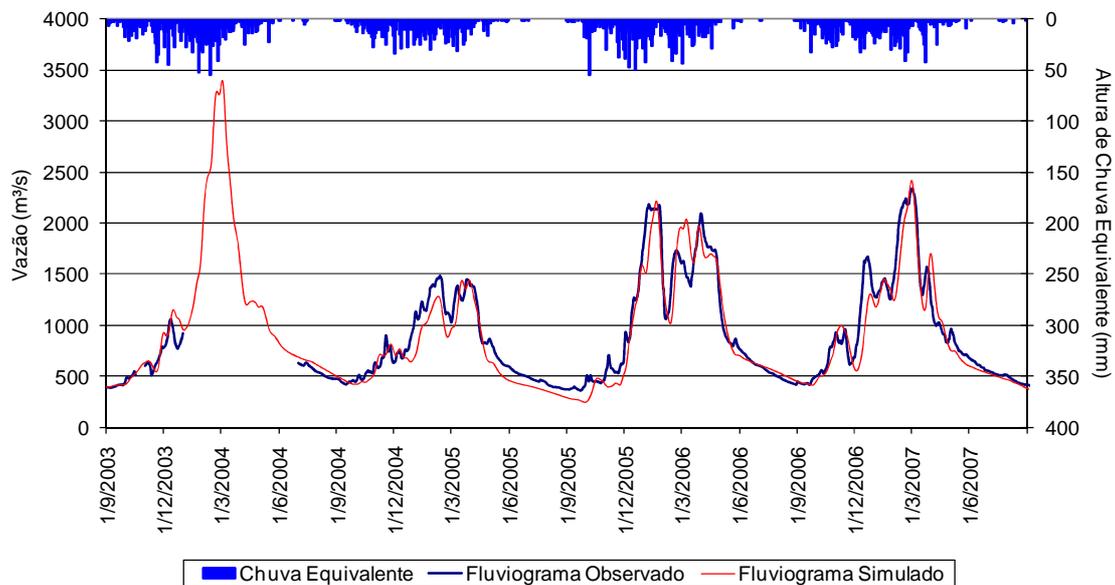


Figura 12 - Calibração do Modelo SSARR para a Sub-Bacia de Montante
Período: setembro de 2003 a agosto de 2007

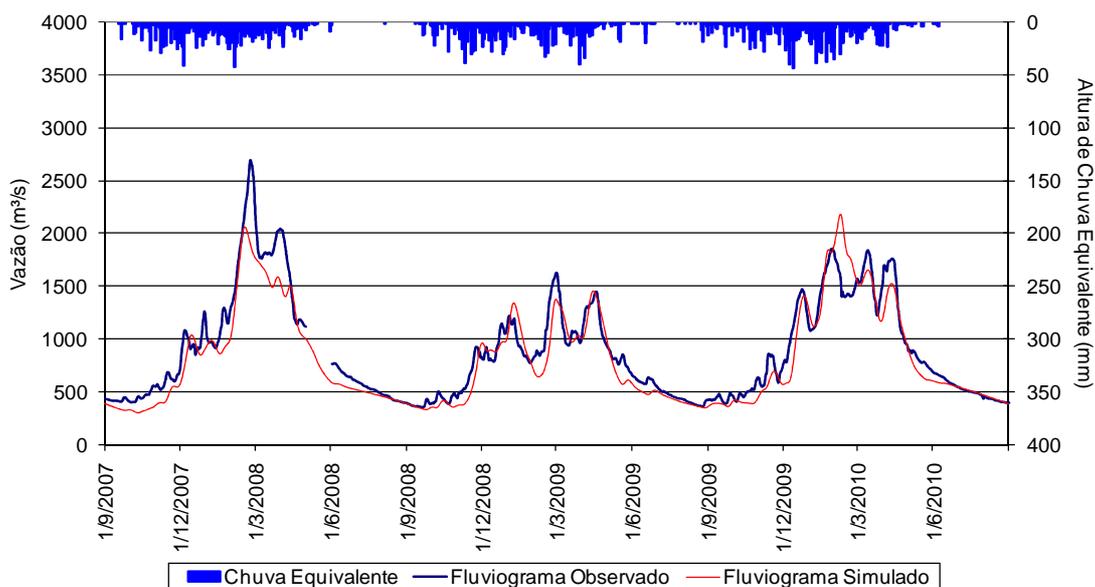


Figura 13 - Validação do Modelo SSARR para Sub-Bacia de Montante
Período: setembro de 2007 a agosto de 2010

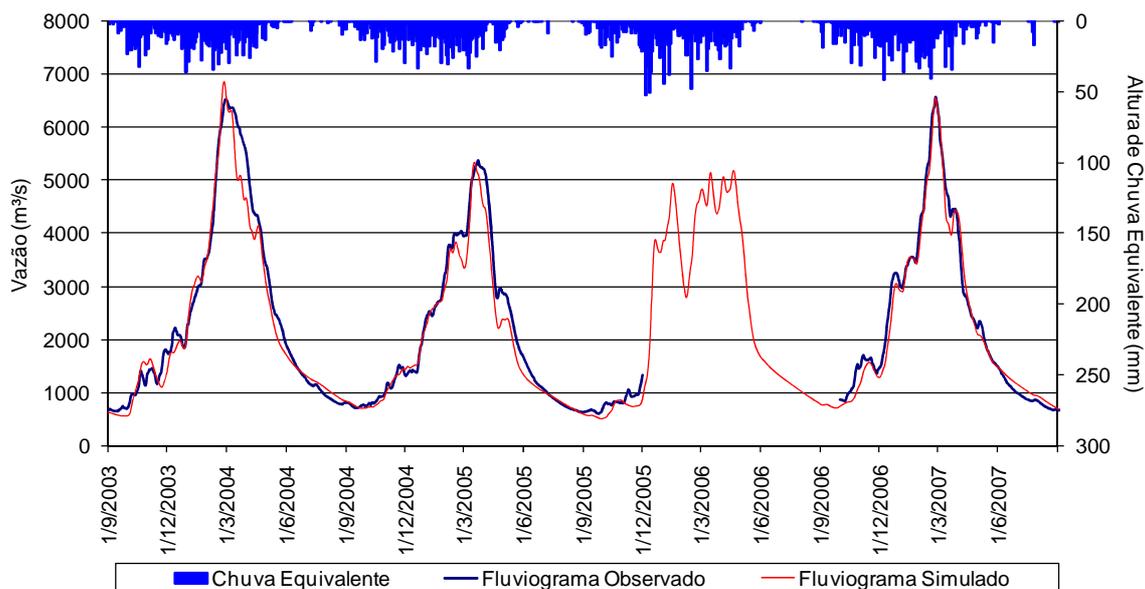


Figura 14 - Calibração do Modelo SSARR para a Sub-Bacia de Jusante
Período: setembro de 2003 a agosto de 2007

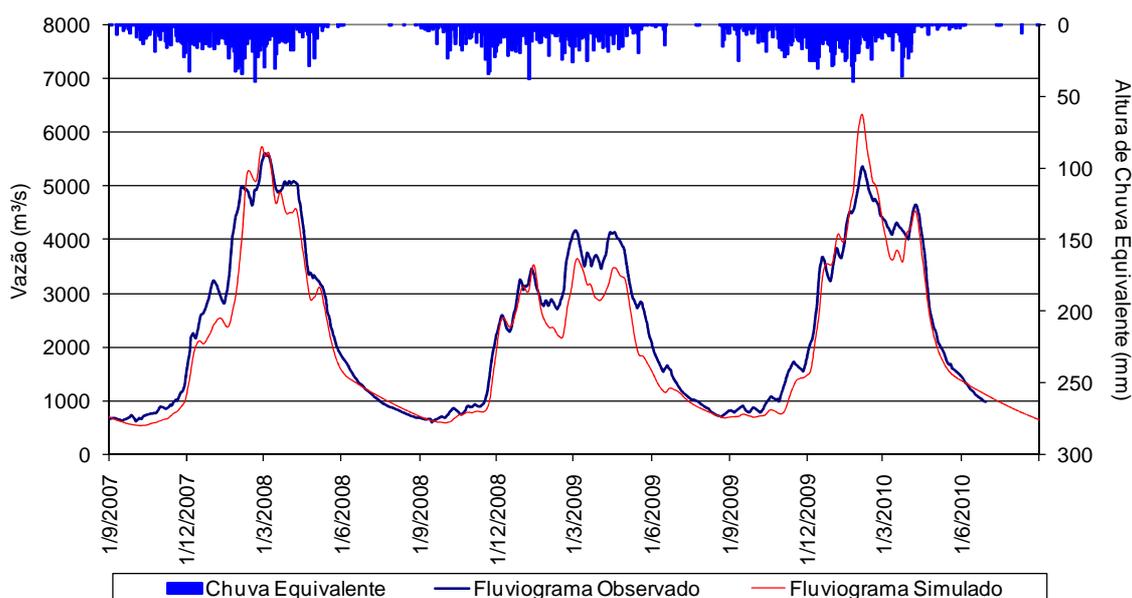


Figura 15 - Validação do Modelo SSARR para a Sub-Bacia de Jusante
Período: setembro de 2007 a agosto de 2010

Concluída a fase de calibração/validação do modelo chuva-vazão, procederam-se a diversas simulações preliminares, tendo em vista a identificação da duração da PMP e das condições antecedentes de chuva críticas, ou seja, mais favoráveis a geração de cheias.

Assim, foram realizadas simulações considerando-se as alturas de chuva máximas com durações de 10, 20, 25 e 30 dias. Verificou-se que os máximos picos de cheia são obtidos para a duração de 20 dias.

No que se refere às condições antecedentes foram analisadas duas alternativas: a primeira correspondente ao ano hidrológico de 2006-2007, no qual ocorreu a maior cheia observada; a segunda que corresponde ao ano hidrológico 2003-2004, que se caracteriza como o mais úmido da bacia, segundo o método de Thiessen. As simulações realizadas demonstram que esta última alternativa conduz às maiores cheias. Além disso, concluiu-se que o maior pico resultou da utilização do hietograma da PMP em substituição às alturas de chuva observadas nos últimos 20 dias da estação chuvosa do período em questão.

A simulação chuva-vazão final, considerou a precipitação definida conforme os critérios acima, e resultou numa Cheia Máxima Provável igual a 13.825 m³/s. A vazão de pico igual 15.000 m³/s, foi estimada a partir da vazão média diária e da fórmula de Füller. O hidrograma da CMP é apresentado na figura 16.

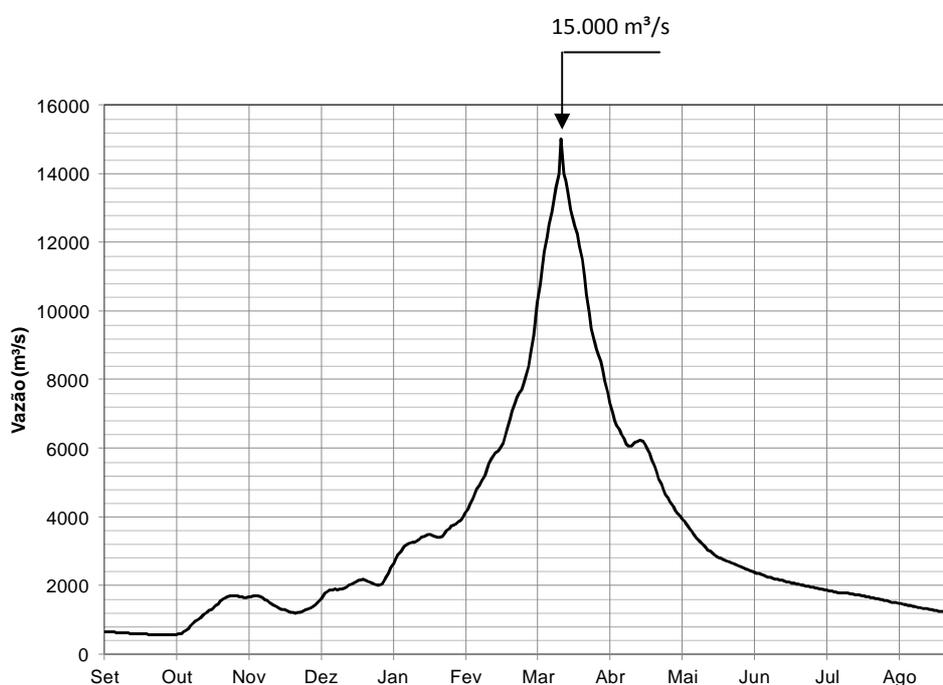


Figura 16 - Hidrograma da Cheia Máxima Provável

Verificou-se que o amortecimento de cheias pelo reservatório é pouco significativo. Dessa forma, num critério de segurança, recomenda-se que para a CMP seja adotado o valor de 15.000 m³/s.

Com o valor da CMP encontrado constatou-se que a borda livre definida para a barragem é suficiente para suportar a referida cheia, atendendo assim o critério de segurança preconizado pelas instituições do setor elétrico nacional.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base, principalmente, em dados de dois postos fluviométricos, 78 postos pluviométricos e de 12 estações climatológicas foram desenvolvidos estudos hidrológicos e meteorológicos, tendo em vista a obtenção da cheia máxima provável na UHE Teles Pires através da aplicação do método hidrometeorológico.

Em virtude da existência de lacunas de observação dos referidos dados, fez-se mister efetuar um amplo trabalho para seu preenchimento. O processamento básico incluiu análises de consistência, especialmente dos dados pluviométricos.

De posse dos dados diários de alturas de chuva e de vazões do rio Teles Pires em duas sub-bacias de características distintas, foi efetuada a calibração do modelo chuva-vazão com resultados satisfatórios.

A precipitação máxima provável foi estimada a partir de abrangente análise pluviológica e meteorológica que incluiu o traçado de hietogramas, de redes de isoietas e de curvas altura-área-duração de chuvas intensas, as quais foram devidamente maximizadas. Os cálculos dos coeficientes de maximização foram efetuados pelo método da água precipitável, recomendado para o caso de grandes bacias. Conservadoramente, foi empregado o coeficiente 1,24 na referida maximização.

Utilizando-se as diferentes sequências de alturas de chuva diárias obtidas foram realizadas simulações com o modelo chuva-vazão, de forma a caracterizar a onda de cheia de maior pico, que no caso em questão resultou em uma vazão de 15.000 m³/s.

O estudo em questão permitiu concluir que a borda livre da barragem do aproveitamento é suficiente para suportar a ocorrência da referida cheia com a segurança preconizada pelas instituições do setor elétrico nacional.

AGRADECIMENTOS – À PCE Engenharia, pelo constante incentivo ao desenvolvimento de seus profissionais. Ao colega Neuzimar de Souza, pela colaboração e orientação na aplicação do modelo SSARR. E o 2º autor agradece à UENF pela oportunidade na realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

a) Livro

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, CBDB (2010). “*Grandes Vertedouros Brasileiros*”.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, CBDB (2000). “*Main Braziliam Dams*”.

ELETROBRÁS (1987). “*Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores*”.

RAMOS, F.; OCCHIPINTI, A.G.; VILA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; MAGALHÃES, P.C. & CLEARY, R.W. (1989). “*Engenharia Hidrológica*”. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 404 p.

TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A.L.L.; ET AL (2007). “*Hidrologia, Ciência e Aplicação*”. 4.ed. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, Editora UFRGS, Porto Alegre, 943p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2009). “*Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP)*”. WMO, Genebra, Repport N. 1045, 257p.

b) Artigo em revista

FONSECA, G.P.S.; SOUZA, S.G. & ZAMPARONI, C.A.G.P. (2007). “*Variabilidade climática em áreas da Amazônia Matogrossense*”. Revista Amazônia Legal, Cuiabá, N. 2, p.13-25.

c) Relatório técnico

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. (1997). “*UHE Mascarenhas de Moraes (Peixoto) - Estudo da Vazão Máxima Provável*”.

TRINDADE, P.A.; PINHEIRO, M.C. (1977). “*Estudos Hidrológicos da Bacia do Rio Pardo*”, Rio de Janeiro.

d) Manual

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA, ONS (2001). “*Sistema para Cálculo de Evaporação Líquida para os Reservatórios do Sistema Elétrico Brasileiro. Guia do Usuário*”.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (1987). “*Streamflow Synthesis And Reservoir Regulation (SSARR): User Manual*”.

e) CD-ROM

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. (2009). “*Normais Climatológicas do Brasil*”. Edição digital, Brasília.

f) Site

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. “*Banco de Imagens de Satélites*”. Site: www.cptec.inpe.br (consultado em 01.07.2011).