
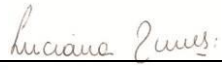

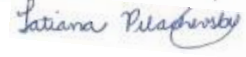



PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

P.10 – PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO

Relatório Consolidado

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Felipe de Almeida Meteorologista	CREA- 5063849978	5493534	
Luciana Cabral Nunes Geóloga, M.Sc.	CREA- 50629926484	5287039	
Afonso E. de Vasconcelos Lopes Geofísico, D.Sc.	-	5286995	
Tatiana Pilachevsky Geógrafa, M.Sc.	CREA 5064021791	5531743	
Rhobysson B. da Silva Técnico de Meio Ambiente	-	5545778	

Junho – 2014

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	02
2 OBJETIVOS	02
3 CLIMATOLOGIA REGIONAL	02
4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	05
5 EQUIPAMENTOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	15
6 RESULTADOS	19
6.1 Dados coletados na estação UHE Teles Pires	19
6.2 Dados coletados na estação de Alta Floresta	32
6.3 Estações Pluviométricas	40
6.3.1 Balsa do Cajueiro	41
6.3.2 Telemétrica UHE	43
6.3.3 Paranaíta	45
6.3.4 Jusante Foz Peixoto de Azevedo	47
6.3.5 Estimativa de precipitação mensal através de ajuste matemático	49
6.4 Distribuição espacial da precipitação no entorno da UHE Teles Pires	56
6.5 Comparação dos resultados obtidos	60
6.6 Caracterização climática	61
6.7 Sistema de alerta da estação meteorológica UHE Teles Pires	62
6.8 Indicadores e Metas	63
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	65

ANEXOS CD

ANEXO 1. ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ENTRE CHTP E INMET
ANEXO 2. FICHA DE MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UHE TELES PIRES
ANEXO 3. BOLETINS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UHE TELES PIRES
ANEXO 4. DADOS MEDIDOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UHE TELES PIRES
ANEXO 5. DADOS MEDIDOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ALTA FLORESTA
ANEXO 6. DADOS MEDIDOS NA REDE PLUVIOMÉTRICA
ANEXO 7. DADOS MEDIDOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ALTA ENTRE JANEIRO E OUTUBRO DE 2012
ANEXO 8. DADOS MEDIDOS PELOS PLUVIÔMETROS DA OBRA

1 INTRODUÇÃO

O serviço referente ao programa ambiental “Monitoramento Climatológico na Região do Futuro Reservatório da UHE Teles Pires”, solicitado pela *Companhia Hidrelétrica Teles Pires (CHTP)*, está sendo executado pela empresa **VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda.** Este serviço tem por finalidade monitorar o microclima local da região de entorno da UHE Teles Pires, a qual está sendo construída nas coordenadas 9°21’04”S e 56°46’39” O, no rio Teles Pires, divisa entre os estados do Mato Grosso e Pará.

Neste relatório consolidado são descritas as principais atividades realizadas entre os meses de junho de 2012 a maio de 2014.

2 OBJETIVOS

O serviço de monitoramento climatológico na área do futuro reservatório da UHE Teles Pires serve de subsídio na análise dos parâmetros meteorológicos e ambientais envolvidos nas diversas etapas de projeto e ao longo da vida útil do empreendimento, com os seguintes objetivos específicos:

- Registro diário, em quatro horários pré-estabelecidos, dos parâmetros meteorológicos de chuvas (precipitação e pluviometria), regime de ventos, evapotranspiração, insolação, temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade relativa do ar;
- Monitoramento climatológico e análise dos parâmetros meteorológicos citados acima, na região de entorno da UHE Teles Pires, em especial na região do reservatório da usina hidrelétrica. O acompanhamento dinâmico desses parâmetros fornecerão dados para análise de mudanças no microclima local, em conjunto com as informações da estação meteorológica de Alta Floresta, contribuindo assim para o aprimoramento da rede de estações meteorológicas na região;
- Caracterização de microclima local a partir da comparação com a tipologia clássica climática da região;
- Assessorar a **CHTP** em assuntos relacionados aos estudos meteorológicos na UHE Teles Pires, prestando esclarecimentos e atendendo a requerimentos efetuados pelos órgãos ambientais.

3 CLIMATOLOGIA REGIONAL

A bacia do rio Teles Pires está inserida no estado do Mato Grosso, pela margem esquerda, e no estado do Pará, pela margem direita, e compreende uma parte da grande Região Amazônica (**Figura 1**), a maior extensão de floresta quente e úmida do globo terrestre, que ocupa quase a metade do território brasileiro. Desta forma, para a caracterização climática

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

da bacia do rio Teles Pires é necessária uma análise dos principais sistemas de circulação atmosférica na região amazônica.



Figura 1. Região amazônica com destaque para o rio Teles Pires em amarelo.

A região amazônica é afetada por diversos mecanismos meteorológicos, destacando-se o deslocamento da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) que tem grande influência no clima regional. A ZCIT é formada através da convergência, na área equatorial, dos ventos (alísios) originários dos Anticiclones do Atlântico norte e sul (centros de alta pressão), sendo que o Anticiclone do hemisfério norte produz os alísios de Nordeste e o anticiclone do hemisfério sul os alísios de Sudeste. Como resultado dessa convergência, a ZCIT se caracteriza como sendo uma área de baixa pressão com intensa nebulosidade e movimentos verticais que produzem convecção, provocando chuvas torrenciais. Ela acompanha, grosseiramente, a linha do Equador circundando todo globo. A sua posição não é fixa, oscilando para norte ou para o sul, dependendo da época do ano.

No Brasil, a sua posição mais ao sul se dá no outono, sendo a principal responsável pelas chuvas do Nordeste e da Amazônia, no entanto, é necessário considerar que apesar de conhecida e estudada, sua movimentação ainda não foi estabelecida com exatidão. Em alguns anos ela permanece no hemisfério norte, em outros ela avança mais para o sul. O Nordeste e o Norte do Brasil ficam sob sua dependência com todos os problemas de sua inconstância.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Na Amazônia, a Convergência Intertropical toma várias configurações, em sua porção leste, mais ligada ao oceano, na região que vai desde o nordeste e leste do Amapá até o estado do Pará, sua influência é mais nítida, já que o oceano é uma superfície mais homogênea e oferece menor resistência, enquanto que em geral no interior do continente ela sofre o efeito das rugosidades do relevo e não é tão nítida. No entanto, na parte oeste continental, especificadamente na Amazônia Central e Ocidental, a superfície possui uma textura mais homogênea, devido ao tapete das árvores, fazendo com que os alísios adentrem o continente formando uma larga faixa de baixa pressão.

Desta forma, a região em que se insere a bacia em estudo é caracterizada pelo sistema de circulação atmosférica da ZCIT. Essa massa de ar, devido a forte umidade específica e a ausência de subsidência superior, está frequentemente ligada às instabilidades causadoras de chuvas abundantes. Em seu interior as chuvas são provocadas por depressões dinâmicas denominadas linhas de instabilidades tropicais (IT), induzidas em pequenas dorsais. No seio de uma linha de IT, o ar em convergência acarreta, geralmente, chuvas e trovoadas, por vezes granizo, e ventos moderados a fortes, com rajadas que atingem 60 a 90 km/hora.

Devido aos altos valores de energia solar recebidos em sua superfície, a região amazônica possui uma amplitude térmica que varia pouco durante o ano, com exceção da parte mais ao sul (Rondônia e Mato Grosso), que inclusive sofrem a ação de sistemas frontais (denominados localmente por Friagens). A amplitude térmica sazonal é da ordem de 1 a 2° C, sendo que os valores médios situam-se entre 24°C e 26°C.

A região Amazônica possui uma precipitação média de aproximadamente 2.300 mm/ano, embora determinadas localidades (na fronteira entre o Brasil, Colômbia e Venezuela) apresentem total anual de até 3.500mm. A precipitação elevada próxima à Cordilheira dos Andes se deve à ascensão orográfica da umidade transportada pelos ventos alísios de leste da ZCIT. Também na região costeira (no litoral do Pará ao Amapá) a precipitação é alta e sem período de seca definido, devido a influência das linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa litorânea durante o período da tarde e que são forçadas pela brisa marítima.

O período de chuvas ou forte atividade convectiva na região Amazônica é compreendido entre os meses de novembro e março, sendo que a seca (sem grande atividade convectiva) abrange o período entre os meses de maio e setembro. Nos meses de abril e outubro ocorre a transição entre um regime e outro. A distribuição de chuva no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro (DJF) apresenta uma região de precipitação alta (superior a 900 mm) situada na parte oeste e central da Amazônia. Por outro lado, no trimestre junho-julho-agosto (JJA), o centro de máxima precipitação desloca-se para o norte e situa-se sobre a América Central.

A bacia do rio Tele Pires (**Figura 2**) é formada por três unidades climáticas, sendo elas: (i) Clima Equatorial Continental com estação seca definida (sub-bacia média a baixa); (ii) Clima Sub-Equatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis (sub-bacia alta a média); e (iii) Clima

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Tropical Continental alternadamente úmido e seco (sub-bacia alta). Na região da barragem a unidade climática predominante é a Equatorial Continental com aproximadamente três meses de seca durante o ano.

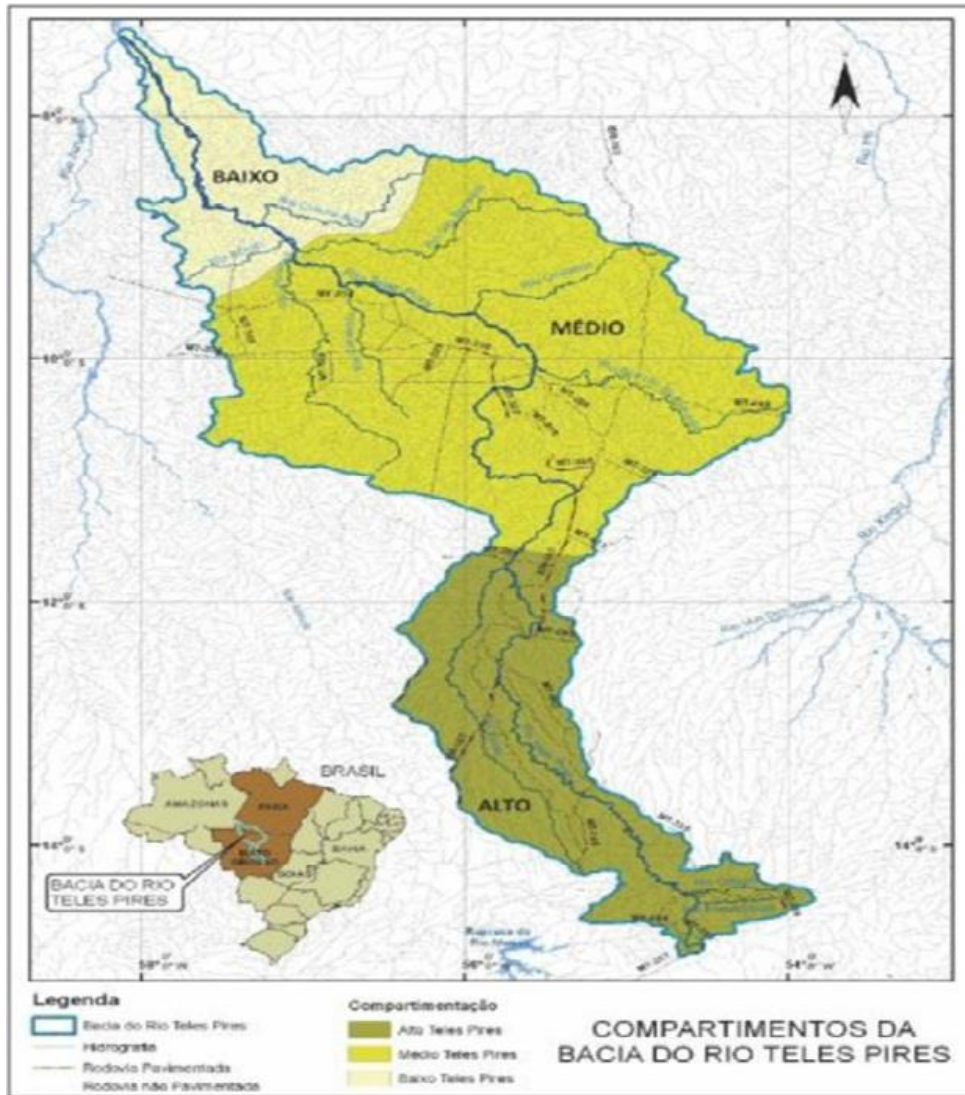


Figura 2. Bacia do rio Teles Pires. Divisão da Bacia em Alto, Médio e Baixo Teles Pires.

4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O programa climatológico, em desenvolvimento desde junho de 2012, iniciou-se através da seleção do local, da instalação da estação meteorológica UHE Teles Pires e das estações que compõem a rede pluviométrica no entorno da UHE Teles Pires, sendo seguido pelo monitoramento e processamento dos parâmetros medidos pelas mesmas, acompanhados das atividades de manutenção periódica dos respectivos instrumentos. A localização das estações que compõem a rede meteorológica está apresentada na **Figura 3**.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Entre os dias 18 e 25 de junho de 2012 foi realizada a seleção do local de instalação da estação meteorológica completa UHE Teles Pires, levando-se em consideração sua localização preferencial em uma cota próxima ao NA de operação do reservatório, 220,44m, de forma a favorecer os objetivos do monitoramento e seguir as orientações de analistas do IBAMA.

Dessa forma, a locação final da estação meteorológica ocorreu nas proximidades do eixo da futura barragem da UHE Teles Pires, a cerca de 500 metros da Casa de Força, em atendimento ao PBA P.10 – Programa de Monitoramento Climatológico, e em conformidade com a metodologia adotada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Para tanto, foi realizado o primeiro contato com o Sr. Jorge Emilio Rodrigues, chefe do LAIME/INMET para esclarecimentos sobre a metodologia e tipos de equipamentos (fabricantes) a serem usados nesse estudo.

No mesmo mês também foi realizada uma visita técnica a estação meteorológica de Alta Floresta (**Figuras 4 e 5**), operada pela Infraero, localizada no município de mesmo nome, nas coordenadas 9,86°S e 56,1°W, a 288m de altitude. Durante essa visita foram vistoriados todos os equipamentos da estação, a fim de averiguar a adequação dos mesmos aos objetivos do programa. A estação meteorológica localizada no aeroporto de Alta Floresta registra dados de temperatura do ar, temperatura de ponto de orvalho, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, precipitação, velocidade e direção do vento, além de disponibilizar dados de nebulosidade, contemplando todos os parâmetros meteorológicos a serem analisados pelo programa, dispensando quaisquer modificações na citada estação.

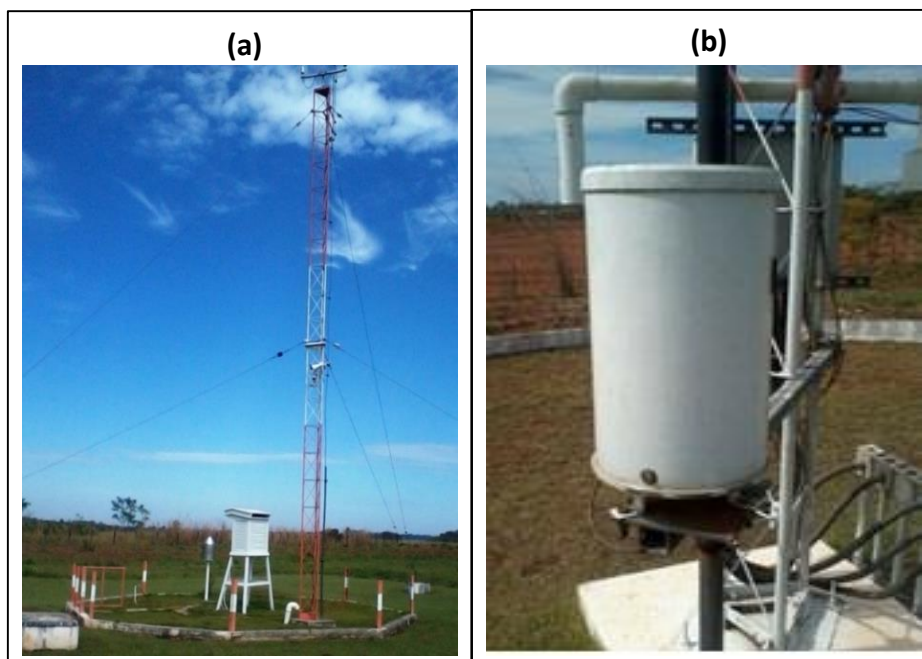


Figura 4. (a) Vista geral da Estação Meteorológica Convencional de Alta Floresta; e (b) Pluviômetro.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

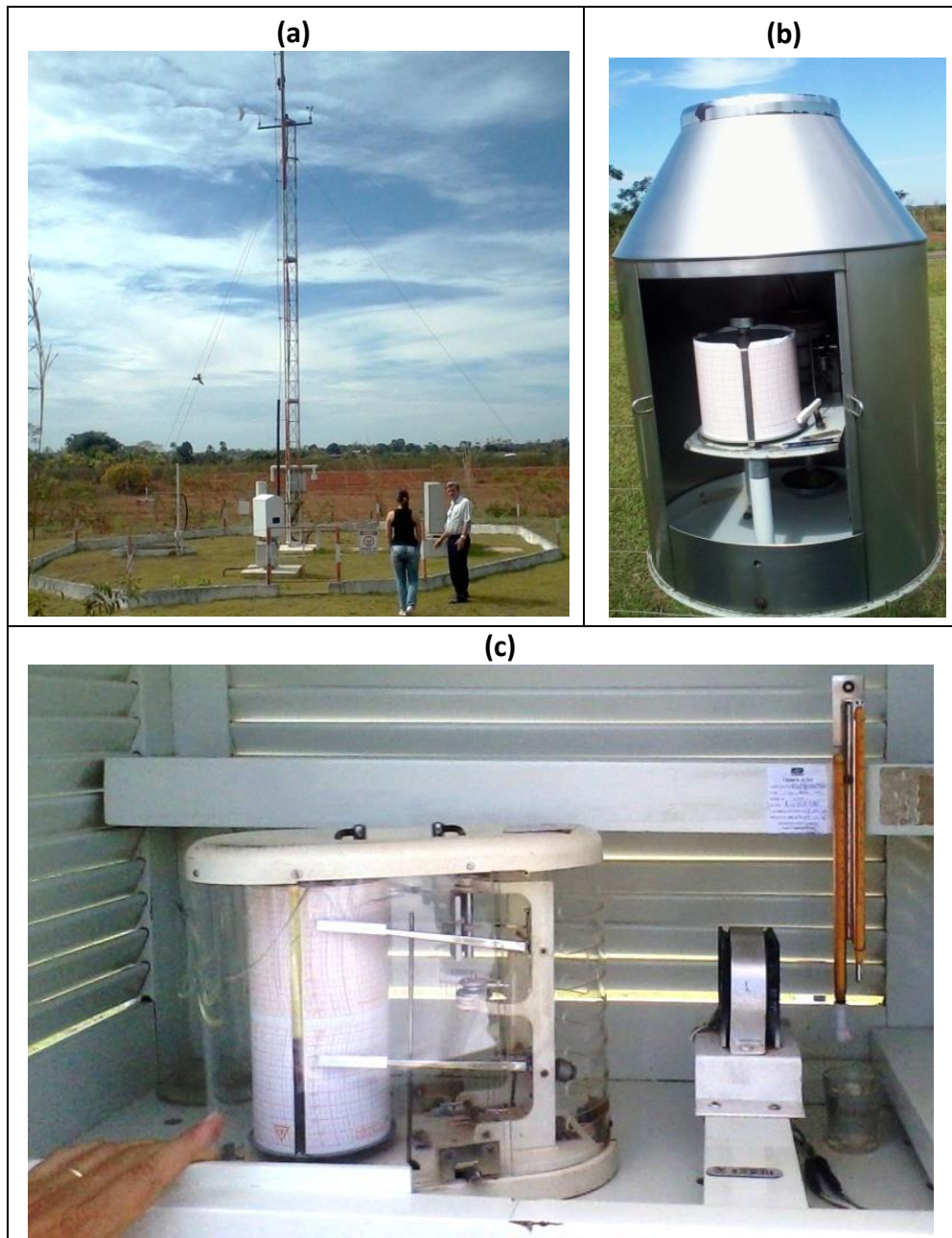


Figura 5. (a) Vista geral da Estação Meteorológica Convencional de Alta Floresta; (b) Medidor de Umidade e Temperatura (Termo higrógrafo); e (c) Pluviógrafo.

No mês de julho de 2012 foi finalizado o acordo de parceria com o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (**Anexo 1**). No intervalo entre os meses de agosto e outubro foram acertadas todas as prerrogativas a respeito da estação meteorológica, incluindo a realização de estudo climatológico baseado nos dados da estação meteorológica de Alta Floresta (**Anexo 7**), e nos dados dos pluviômetros convencionais instalados no canteiro de obras do empreendimento (**Anexo 8**) entre os meses de janeiro a julho de 2012, sendo que a integração desses dados aos do programa climatológico favoreceram a entrada de dados para a realização da Modelagem da Qualidade da Água do reservatório.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Entre os dias 20 e 22 de outubro de 2012 foi realizada a instalação da estação meteorológica UHE Teles Pires. A estação foi alocada a aproximadamente 500 m da futura Casa de Força, na seguinte coordenada: Lat.= 09°20'49"S e Long.= 56°46'24"W, a 220m de elevação. Na **Figura 6** pode-se observar o processo de montagem e instalação da estação mencionada.

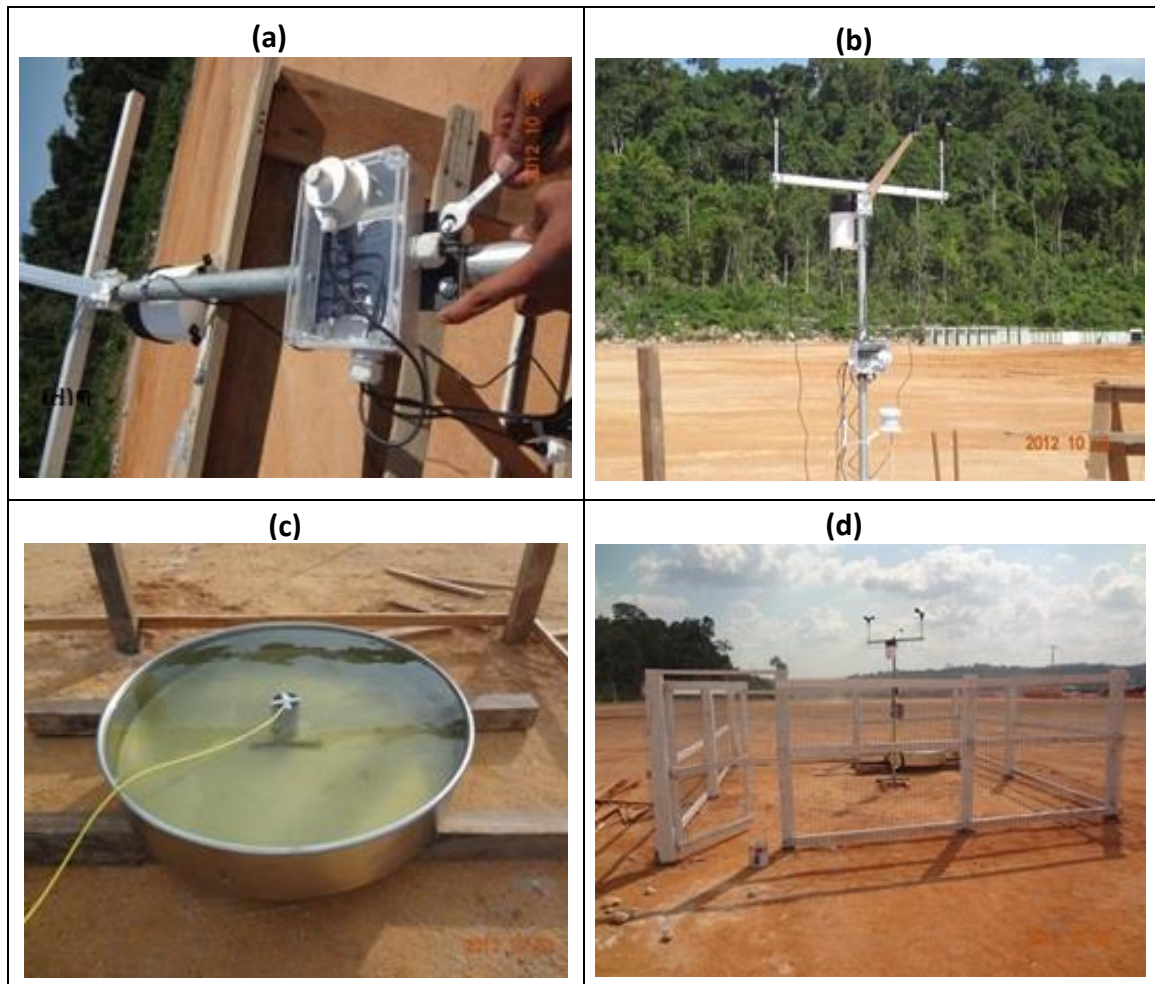


Figura 6. Montagem, instalação e operação da Estação Meteorológica UHE TELES PIRES, realizada entre os dias 20 e 22 de outubro de 2012. Em (a) os sensores sendo conectados ao *datalogger*; em (b) sensores conectados a haste vertical; em (c) o tanque classe A; e em (d) uma visão geral da estação já montada.

O funcionamento da estação meteorológica UHE TELES PIRES teve início no dia 22 de outubro de 2012, coletando dados a cada 60 minutos. Durante o período de teste, somente o sensor de velocidade e rajada de vento apresentou falha, sendo que no período compreendido entre os dias 27 de novembro de 2012 e 15 de janeiro de 2013 os dados não foram coletados. O sensor de vento foi substituído no dia 10 de janeiro de 2013 pela equipe da VERACRUZ, sendo que a coleta dos dados foi normalizada no dia 15 de janeiro de 2013. Tais sensores apresentaram problemas em vários locais em que foram instalados, sendo que a fabricante realizou a troca de todos os equipamentos defeituosos, assumindo sua falha. Os instrumentos instalados posteriormente se mostraram mais robustos, inclusive para regiões tropicais com alto índice de umidade relativa e precipitação como é caso da região do empreendimento do

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

AHE Teles Pires, e não voltaram a apresentar problemas. Os demais componentes da estação não apresentaram falhas durante todo o período de monitoramento.

A medida espacial dos limites de proteção da estação segue o padrão do INMET, e o croqui esquemático é mostrado na **Figura 7**.

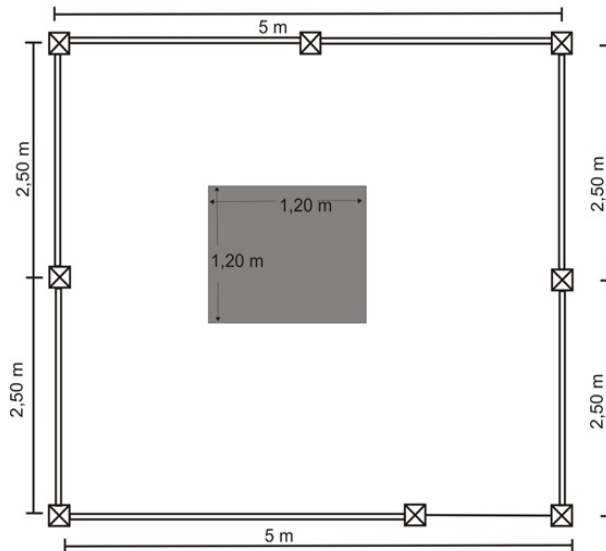


Figura 7. Croqui esquemático de instalação da Estação Meteorológica UHE TELES PIRES.

No dia 20 de janeiro de 2013 foi iniciada a instalação da rede pluviométrica, que corresponde à rede de estações hidrométricas integrante do P.11 - Programa de Hidrossedimentologia, com início pela montagem da estação hidrométrica UHE (**Figura 8**), localizada nas coordenadas 9,34°S e 56,77°W. No entanto, em razão de problemas técnicos a mesma começou a funcionar de forma ininterrupta a partir do dia 01 de fevereiro.



Figura 8. Montagem e instalação da estação telemétrica UHE. (a) Visão geral da estação sendo montada; (b) Visão geral do local escolhido para a instalação da estação.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

A instalação da estação hidrométrica Balsa do Cajueiro foi realizada entre os dias 21 e 23 de janeiro de 2013 (**Figura 9**), nas coordenadas 9,45°S e 56,49°W, coletando dados de nível do rio e precipitação.

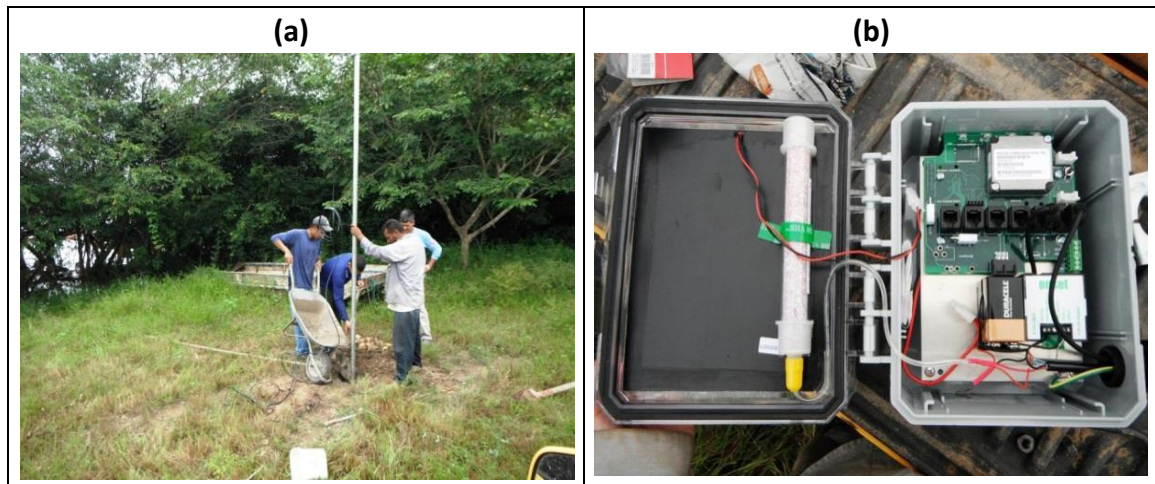


Figura 9. Montagem, instalação e operação da estação hidrométrica Balsa do Cajueiro, realizada entre os dias 21 e 23 de janeiro de 2013. (a) Estação sendo montada pelos técnicos da Veracruz; e (b) visão do *datalogger* aberto durante a instalação.

Nos meses posteriores foi realizada a instalação das estações restantes, compondo a rede pluviométrica. A estação hidrométrica São Pedro do Paranaíta (**Figura 10**), localizada nas coordenadas 9,77°S e 56,64°W foi instalada e iniciou seu funcionamento no dia 12 de abril de 2013.



Figura 10. Montagem e instalação da estação hidrométrica Paranaíta. (a) Visão geral da estação sendo montada; (b) Visão geral do local escolhido para a instalação da estação.

A estação hidrométrica Jusante Foz Peixoto de Azevedo (**Figura 11**), localizada nas coordenadas 9,64°S e 56,01°W foi instalada no dia 27 de abril, iniciando seu funcionamento no dia 29 de abril de 2013.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico



Figura 11. Montagem e instalação da estação telemétrica Jusante Foz Peixoto de Azevedo. (a) Visão geral da estação sendo montada; (b) Visão geral do local escolhido para a instalação da estação.

Entre os dias 19 e 20 de novembro de 2013 foi realizada uma visita técnica de manutenção na estação meteorológica UHE Teles Pires, nesta ocasião foi realizada a limpeza e aferição dos instrumentos juntamente com a vistoria das condições da forração vegetal e do cercado (**Figura 12**).

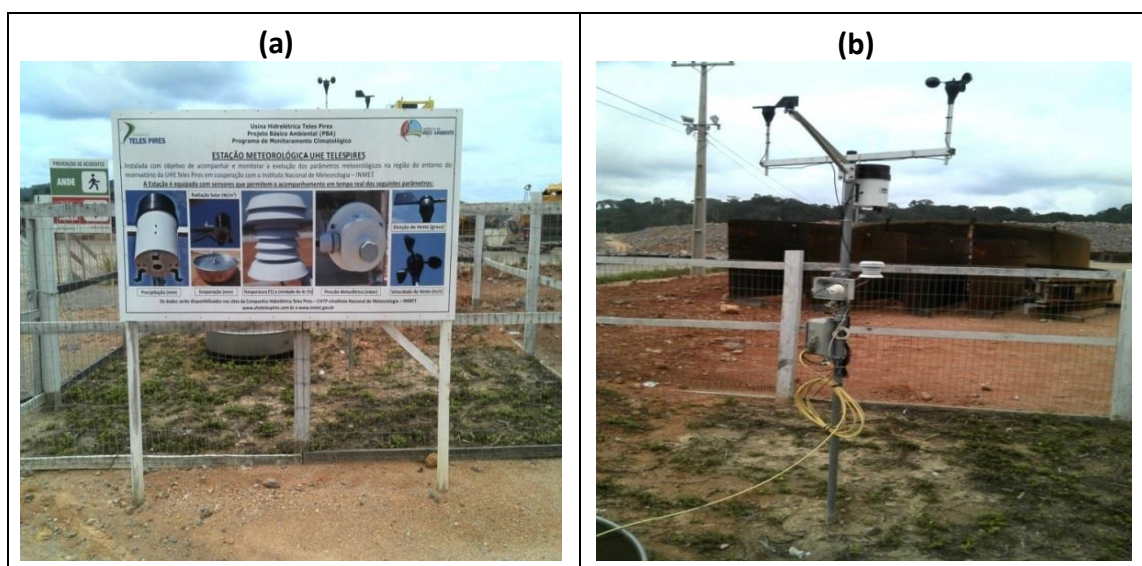


Figura 12. (a) Visão geral da estação UHE Teles Pires; (b) Visão dos instrumentos da estação meteorológica, respectivamente o sensor de temperatura e umidade relativa, o sensor de radiação solar, o pluviômetro, e os sensores de velocidade e direção do vento.

Durante o período de 09 de novembro de 2013 a 14 de janeiro de 2014, na estação Cajueiro do Teles Pires, e de 04 de dezembro de 2013 a 14 de janeiro de 2014, na estação São Pedro do Paranaíta, ocorreu um acúmulo de sementes, folhas e penas nos pluviômetros das estações, o que prejudicou a coleta de dados diários de precipitação. Os pluviômetros estavam com a água gotejando e apresentando um sinal característico de entupimento, de forma que a chuva era contabilizada aos poucos e não no momento da chuva propriamente dita.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

No mês de janeiro de 2014 a equipe da VERACRUZ esteve em campo para realizar a manutenção das estações hidrométricas e o reparo dos pluviômetros (**Figura 13**), sendo que os dados de precipitação voltaram a ser registrados e transmitidos normalmente a partir do dia 15 de janeiro.



Figura 13. Manutenção das estações pluviométricas da UHE Teles Pires durante o mês de janeiro de 2014. (a) Profissional realizando a manutenção da estação pluviométrica; e (b) Visão do pluviômetro aberto para limpeza.

No mês de fevereiro de 2014 foi realizada pela equipe da VERACRUZ a manutenção periódica das estações que compõem a rede de monitoramento da UHE Teles Pires, incluindo aí a estação meteorológica do Teles Pires e as estações hidrométricas. Nessa ocasião, foram realizadas, entre outras atividades, a limpeza e aferição dos instrumentos das estações, a poda e limpeza da forração vegetal e a manutenção preventiva do cercado das plataformas de coleta (**Figura 14**).



Figura 14. Manutenção da estação meteorológica UHE Teles Pires. (a) Visão geral da estação; e (b) Limpeza do tanque de evaporação (tanque classe A).

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Durante o início do ano de 2014, as fortes chuvas na região da UHE Teles Pires provocaram um aumento do nível do rio Teles Pires, relacionado diretamente com o aumento da vazão. Devido a esse aumento de vazão, no dia 19 de fevereiro de 2014, uma forte cheia arrastou a estação hidrométrica UHE, incluindo o poste, o pluviômetro com *datalogger* e o sensor de nível, interrompendo a coleta de dados no local, conforme detalhado no P.11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico.

Durante a campanha de campo de maio de 2014, após a passagem da cheia do rio Teles Pires, a equipe da VERACRUZ instalou novamente o poste, o pluviômetro com *datalogger*, o cercado e sensor de nível na estação UHE (**Figura 15**).

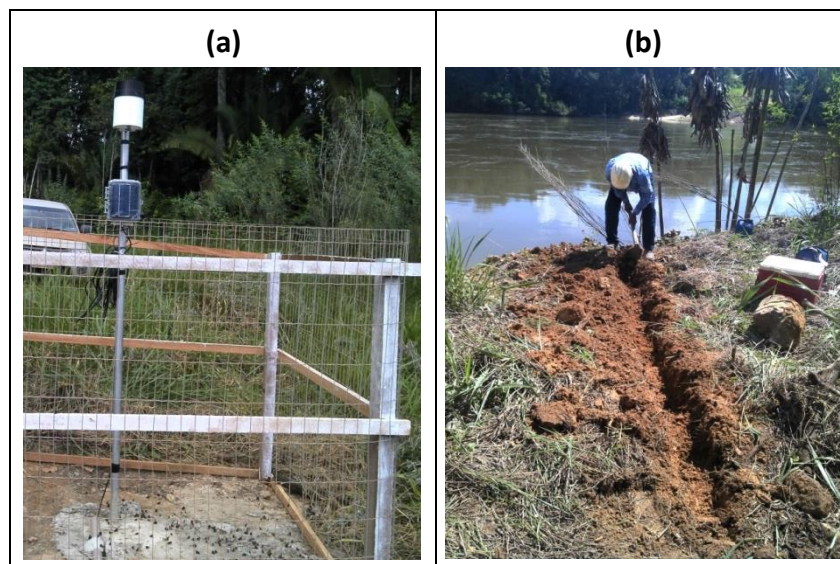


Figura 15. Reinstalação da estação hidrométrica UHE. (a) Visão geral da estação; e (b) Canaleta do tubo do sensor de nível sendo cavada.

Os dados emitidos pela estação meteorológica UHE Teles Pires e pelas estações hidrométricas são acessados remotamente, através do site <https://datagarrison.com/>.

Além disso, foi elaborado um plano de manutenção das estações telemétricas (climatológica e hidrométricas), em que a cada visita de campo trimestral será realizada a limpeza do cercado e do entorno das estações assim como a aferição e, caso necessário, troca dos instrumentos que apresentem quaisquer falhas. Foi elaborada uma planilha de manutenção das estações climatológicas, contendo todas as orientações a serem fornecidas ao técnico responsável durante o procedimento (**Anexo 2**).

Para complementar os trabalhos de monitoramento dos parâmetros meteorológicos da UHE Teles Pires, teve início no mês de abril de 2013 a elaboração de Boletins Meteorológicos diários (**Anexo 3**) de forma a facilitar a visualização e divulgação dos resultados consolidados das medições automáticas das estações.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Esses documentos contemplam gráficos que mostram as variáveis de temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, precipitação acumulada, pressão atmosférica e velocidade do vento. Os gráficos se referem aos dados coletados pelas estações no intervalo de 24h, com início às 08h do dia anterior até às 08h do dia vigente, no fuso horário de Brasília.

No segundo semestre de 2013 entrou em atividade o banner meteorológico (**Figura 16**) do site da UHE Teles Pires, para divulgação à comunidade dos principais parâmetros registrados pela estação meteorológica, apresentando dados de energia solar (W/m^2), pressão atmosférica (mbar), chuva (mm), temperatura ($^{\circ}C$) e umidade relativa (%). Por fim, no mês de junho de 2014 foi implementado o sistema de alerta da estação meteorológica UHE Teles Pires conforme proposto no 4º Relatório Semestral e considerado suficiente pela equipe do IBAMA por meio do Parecer 1098/2014.



Figura 16. Banner meteorológico da UHE Teles Pires.

5 EQUIPAMENTOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Para o início da implementação do Programa de Monitoramento Climatológico foi realizado contato com o Sr. Jorge Emilio Rodrigues, chefe do LAIME/INMET, conforme descrito anteriormente, que indicou uma lista de fornecedores de equipamentos usados pelo INMET. Desta forma, foi recomendada a compra das estações meteorológicas automáticas das seguintes marcas: *Squitter*, *Sutron*, *Campbell Scientific*, *Onset*, *Obeco* (do tipo HOBO), *Oregon* e *Vaisala*.

A estação automática escolhida foi a da marca *Onset* (**Figura 17**) que opera por telemetria via satélite, enviando os dados ao escritório da VERACRUZ em tempo real. Essas estações atendem a todas as exigências do Programa Climatológico, monitorando os

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

parâmetros de: chuvas (precipitação e pluviometria), regime de ventos, evapotranspiração, radiação solar, insolação, temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade relativa do ar.



Figura 17. Estação Meteorológica automática Onset, com transmissão de dados por satélite.

A estação é composta por um *datalogger*, um sensor de radiação solar, um sensor de umidade e temperatura do ar, um sensor de velocidade e direção do vento, um pluviômetro, um sensor de pressão barométrica, um tanque de evaporação classe A com sensor de nível (para medição da evapotranspiração), um painel solar e um *software* para análise dos dados. A descrição detalhada de cada um dos itens segue abaixo:

- *Datalogger* U30-SATÉLITE (Figura 18): envia os dados automaticamente para a *Internet* via FTP através da rede de constelação de satélites da *Iridium*. Possui memória de 512k bytes e permite até 400.000 medições do conjunto de variáveis meteorológicas monitoradas.
- Sensor de radiação solar S-LIB-M003 (Figura 19): realiza medições de 0 a 1.280 W/m² e possui resolução de 1,25 W/m².

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico



Figura 18. Datalogger U30-Satélite.



Figura 19. Sensor de radiação solar S-LIB-M003.

- Sensor de umidade e temperatura S-THB-M002 (**Figura 20**): opera na faixa de temperatura de -40°C a $+75^{\circ}\text{C}$ e de 0 a 100% de umidade relativa; possui precisão de temperatura de $0,2^{\circ}\text{C}$ e 2,5% de umidade.
- Sensor de direção e velocidade do vento S-WCA-M003 (**Figura 21**): Velocidade do vento: 0 a 44 m/s possui precisão de 0,5m/s e resolução de 0,19m/s; é feito em alumínio anodizado e aço inoxidável para resultados confiáveis em condições adversas; e direção do vento: 0 a 360 graus, precisão de 3 graus com resolução de 1,4 graus. O sensor de vento é feito em fibra de vidro termoplástica reforçada e possui rolamentos em esferas de aço para respostas rápidas e precisas.



Figura 20. Sensor de umidade e temperatura S-THB-M002.



Figura 21. Sensor de direção e velocidade do vento S-WCA-M003.

- Pluviômetro S-RGB-M002 (**Figura 22**): Possui uma taxa de medição máxima: 1.270mm por hora e precisão de 0,2 mm. O mecanismo é montado em uma caçamba basculante de aço inoxidável com eixo e rolamentos também inoxidáveis.
- Sensor de pressão barométrica S-BPB-CM50 (**Figura 23**): Faixa de medição: 660 mbar a 1.070 mbar; possui resolução de 0,1 mbar, e invólucro a prova d'água.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico



Figura 22. Pluviômetro S-RGB-M002.



Figura 23. Sensor de pressão barométrica S-BPB-CM50.

- Painel de evaporação Tanque Classe A (**Figura 24**) com sensor de nível (**Figura 25**): a painela de evaporação possui dimensões de 121 cm x 24 cm, e o sensor de nível d'água possui precisão de 0,24 mm e serve para calcular evapotranspiração.



Figura 24. Painel (tanque) de evaporação Classe A.



Figura 25. Sensor de nível.

- Painel Solar-6W (**Figura 26**): Tensão de saída: 6V e dimensões de 14,2 cm x 24,1 cm.
- *SOFTWARE - BHW - PRO* (**Figura 27**): Permite visualizar múltiplos parâmetros de um ou vários *dataloggers*, combinar dados de pontos de aquisição diferentes, combinar dados de aquisições diferentes de forma a comparar mês a mês, antes ou depois. Também permite aplicar vários filtros inclusos para tratamento dos sinais, e importa e exporta dados para o *Excel*.

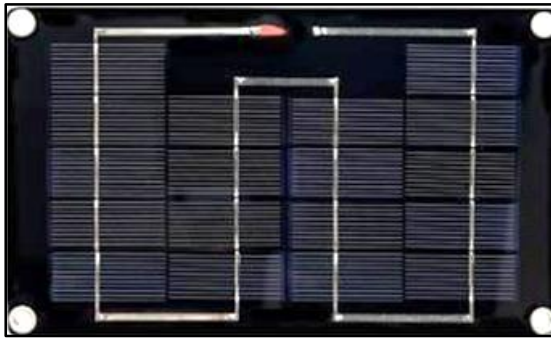


Figura 26. Painel solar.

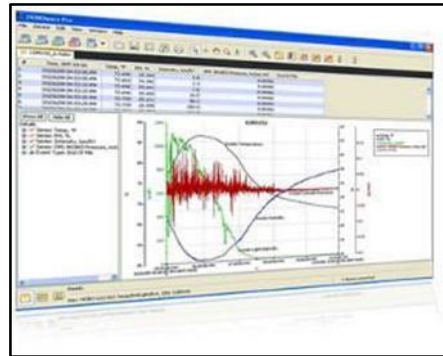


Figura 27. Software Hobo

6. RESULTADOS

6.1 Dados coletados na estação meteorológica UHE Teles Pires

Os resultados dos parâmetros medidos na Estação Meteorológica UHE TELES PIRES, entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014, são apresentados na **Tabela 1** e nos gráficos das **Figuras 28 a 38**, os dados brutos estão disponíveis no **ANEXO 4**.

Para facilitar a visualização dos dados optou-se por apresentar os valores médios, mínimos e máximos diários de cada parâmetro, exceto para as medidas de: (i) precipitação, em que foram mostrados os valores acumulados durante o intervalo de um dia (24 horas); (ii) insolação, em que foi apresentado o total de horas de sol durante o dia; e (iii) evapotranspiração, calculada em função da altura da coluna de água evaporada do tanque classe A por dia.

No que se refere aos parâmetros de vento, optou-se por plotar os resultados de velocidade e rajada em dois gráficos distintos: um abrangendo a velocidade média diária do vento; e o outro contendo os valores de rajadas de vento, que correspondem a máxima velocidade do vento medido no intervalo de 24 horas. Para a direção do vento, por se tratar de uma grandeza vetorial e não escalar optou-se por não plotar seus respectivos valores máximos e mínimos.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

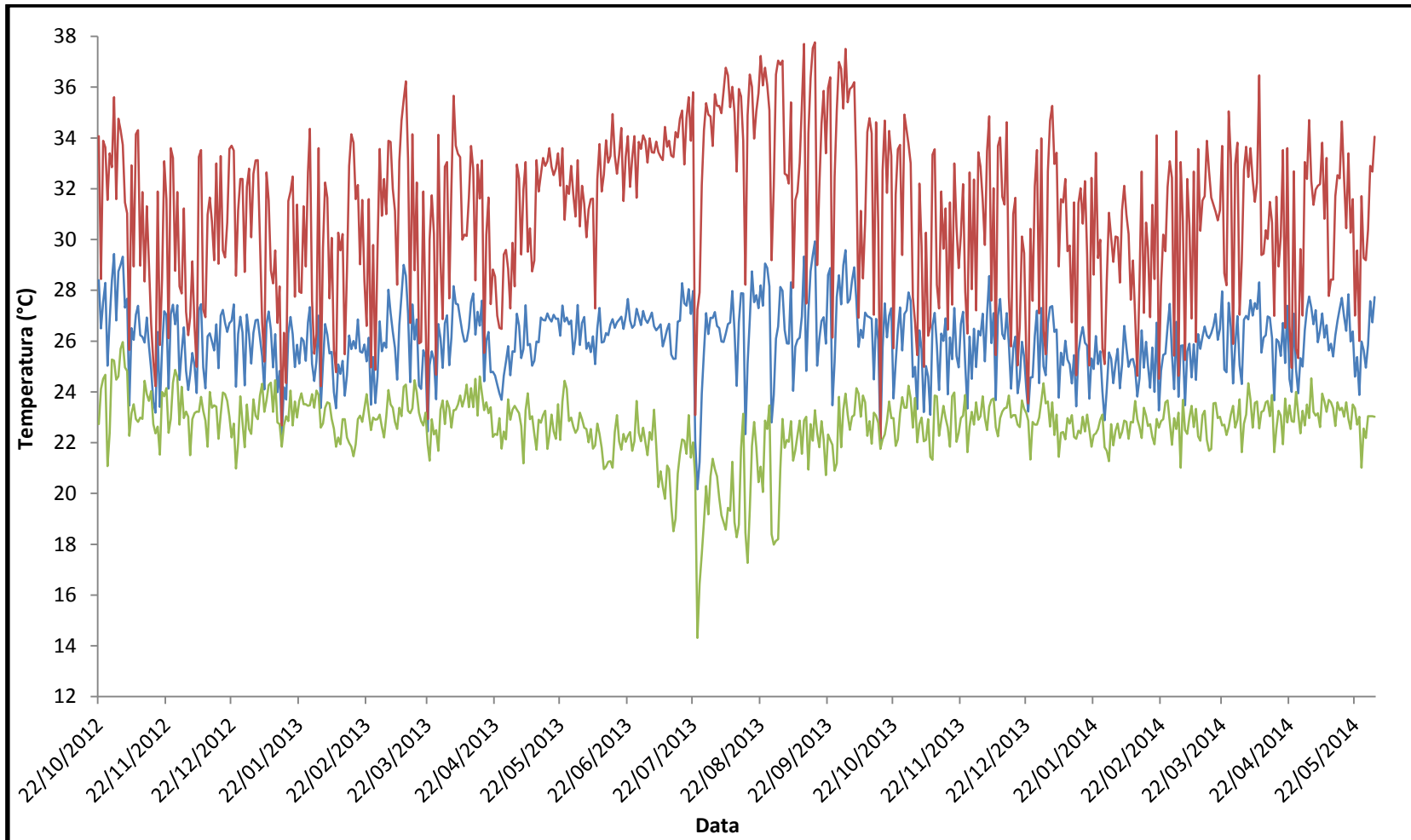


Figura 28. Variação da temperatura (°C) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014. A linha vermelha corresponde à máxima diária, a linha azul a média e a linha verde a mínima diária.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

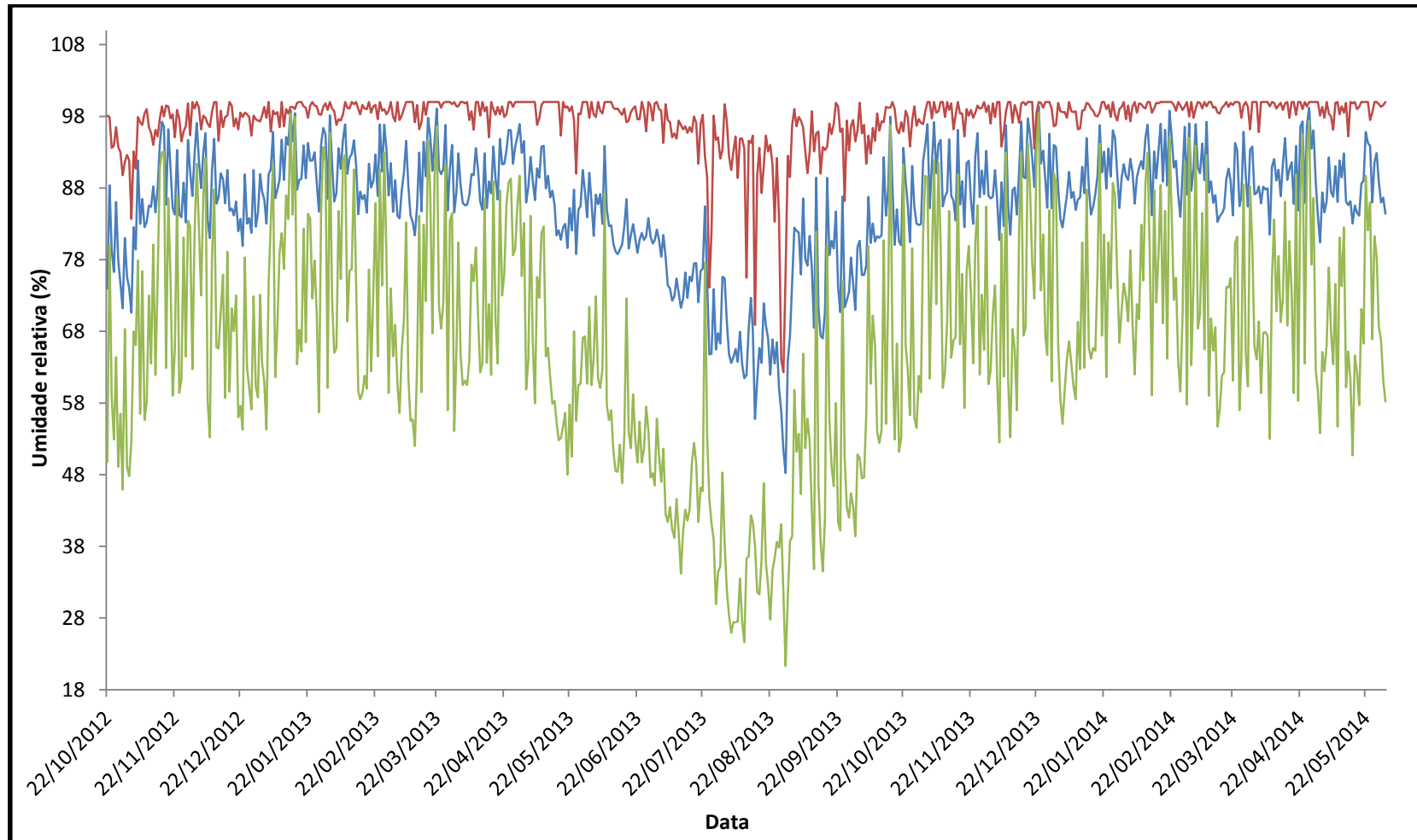


Figura 29. Variação da umidade relativa do ar (%) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014. A linha vermelha corresponde à máxima diária, a linha azul a média e a linha verde a mínima diária.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

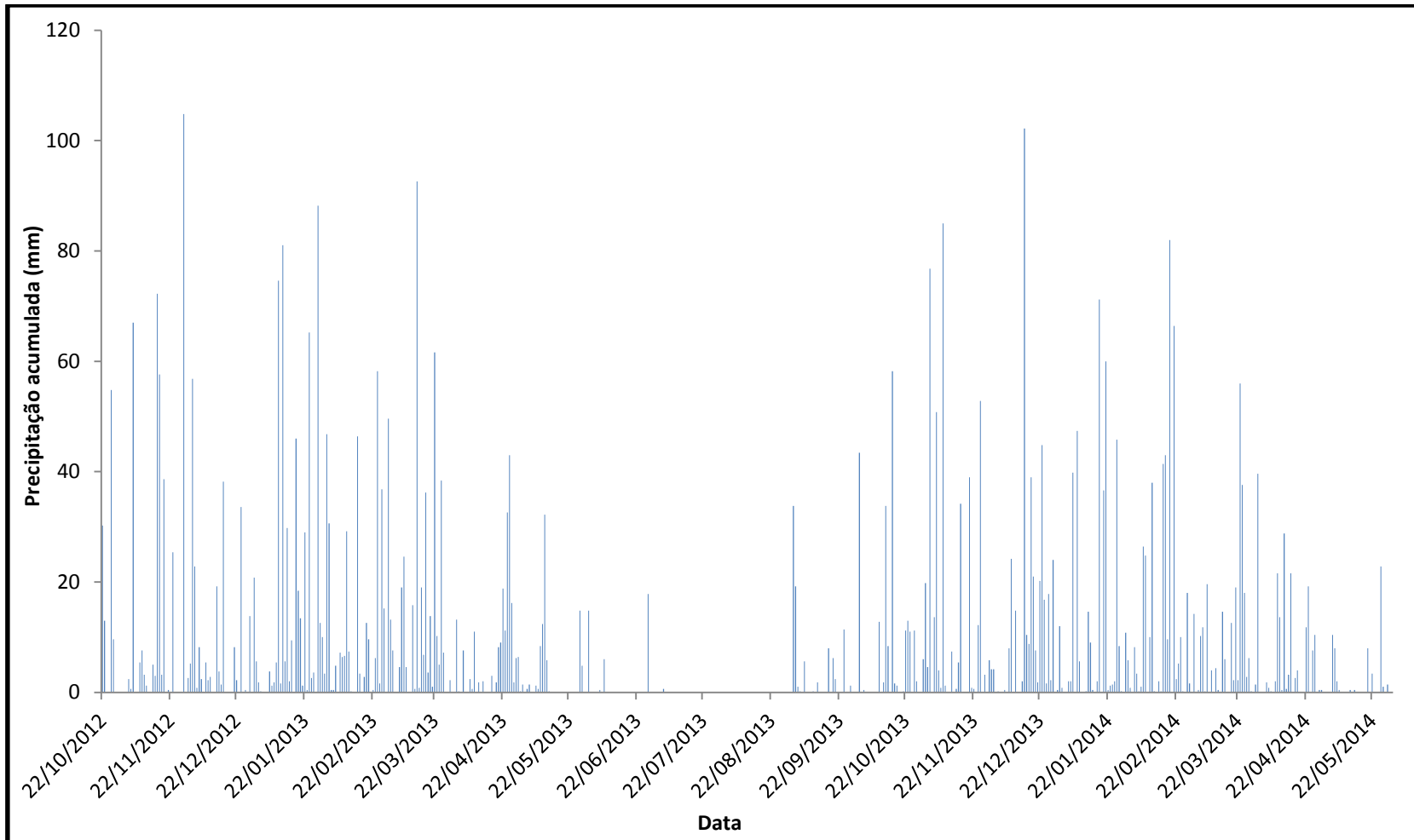


Figura 30. Variação da precipitação acumulada (mm) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

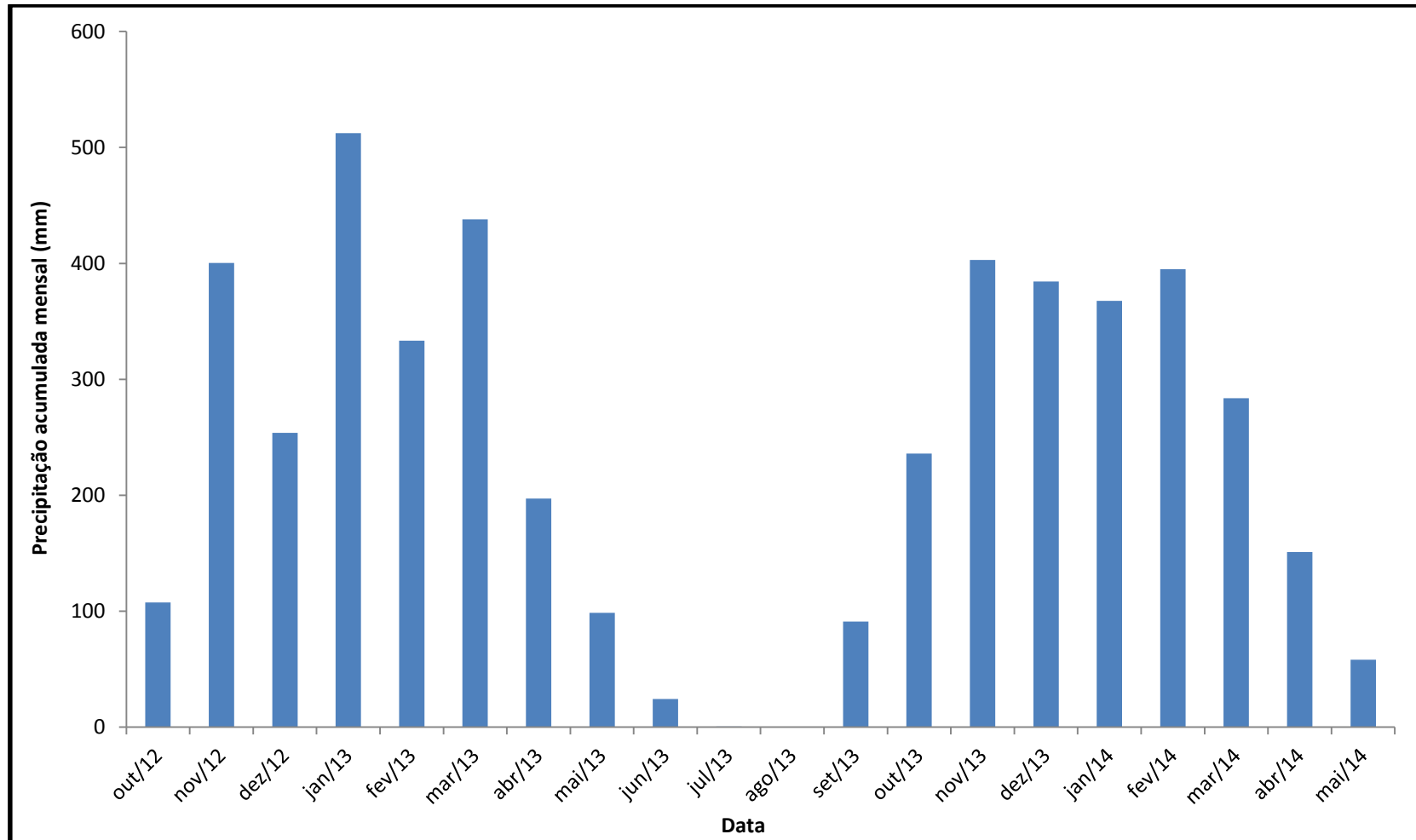


Figura 31. Variação da precipitação acumulada mensal registrada na estação Meteorológica UHE TELES PIRES entre os meses de outubro de 2012 e janeiro de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

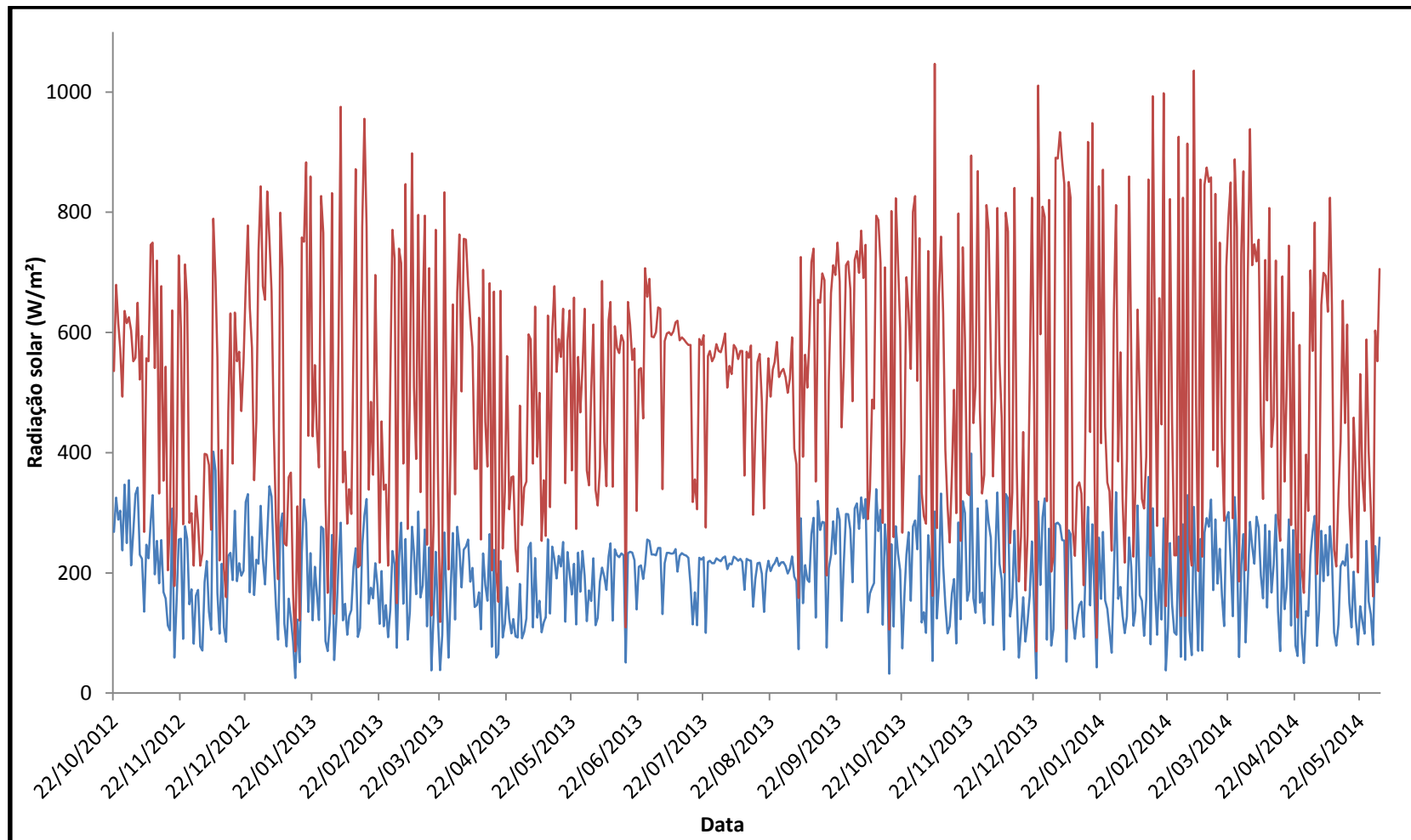


Figura 32. Variação da radiação solar (W/m^2) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014. A linha vermelha corresponde à máxima diária e a linha azul a média diária. O valor mínimo diário corresponde a $0,63W/m^2$ para todos os dias.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

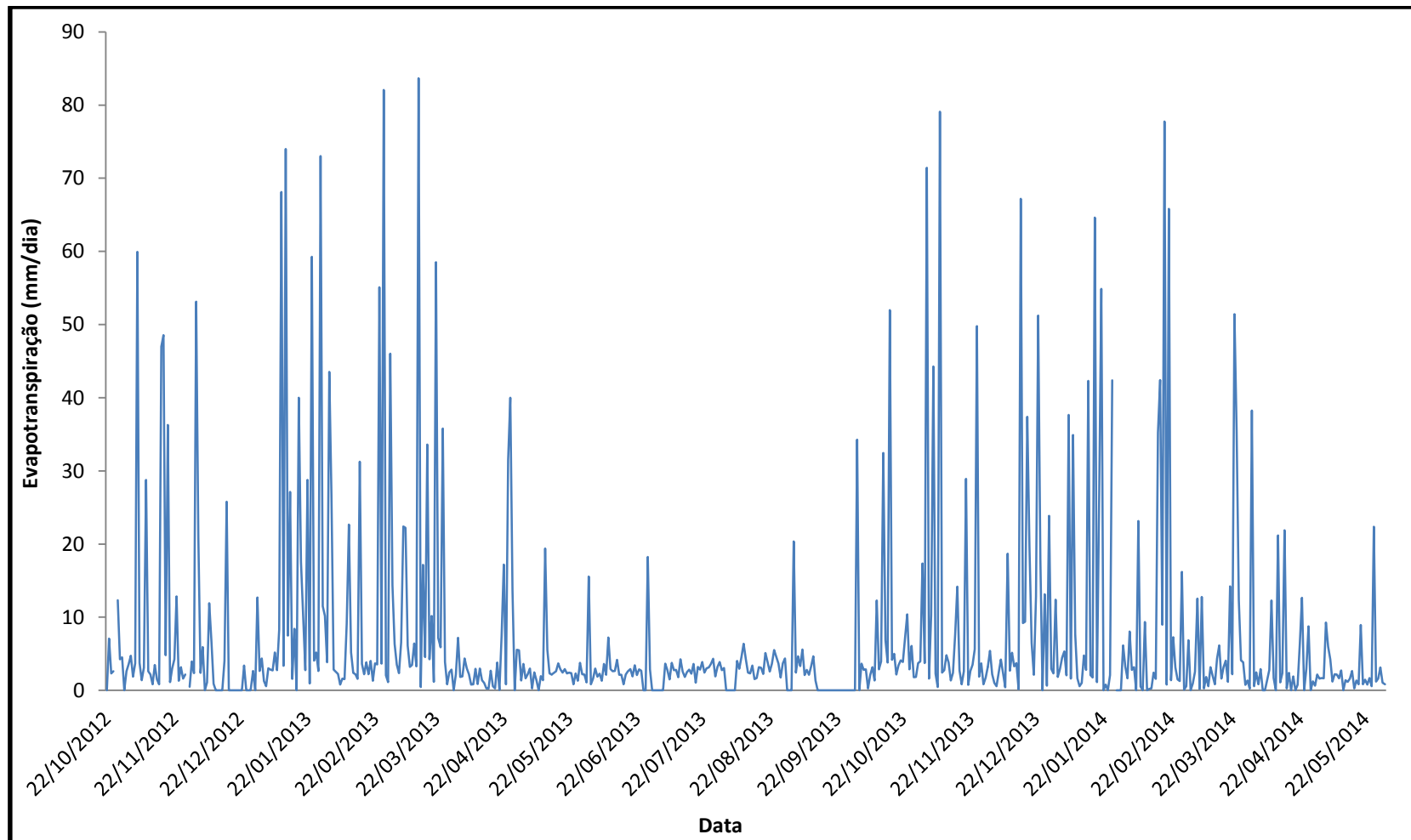


Figura 33. Variação de evapotranspiração (nível do tanque classe A) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

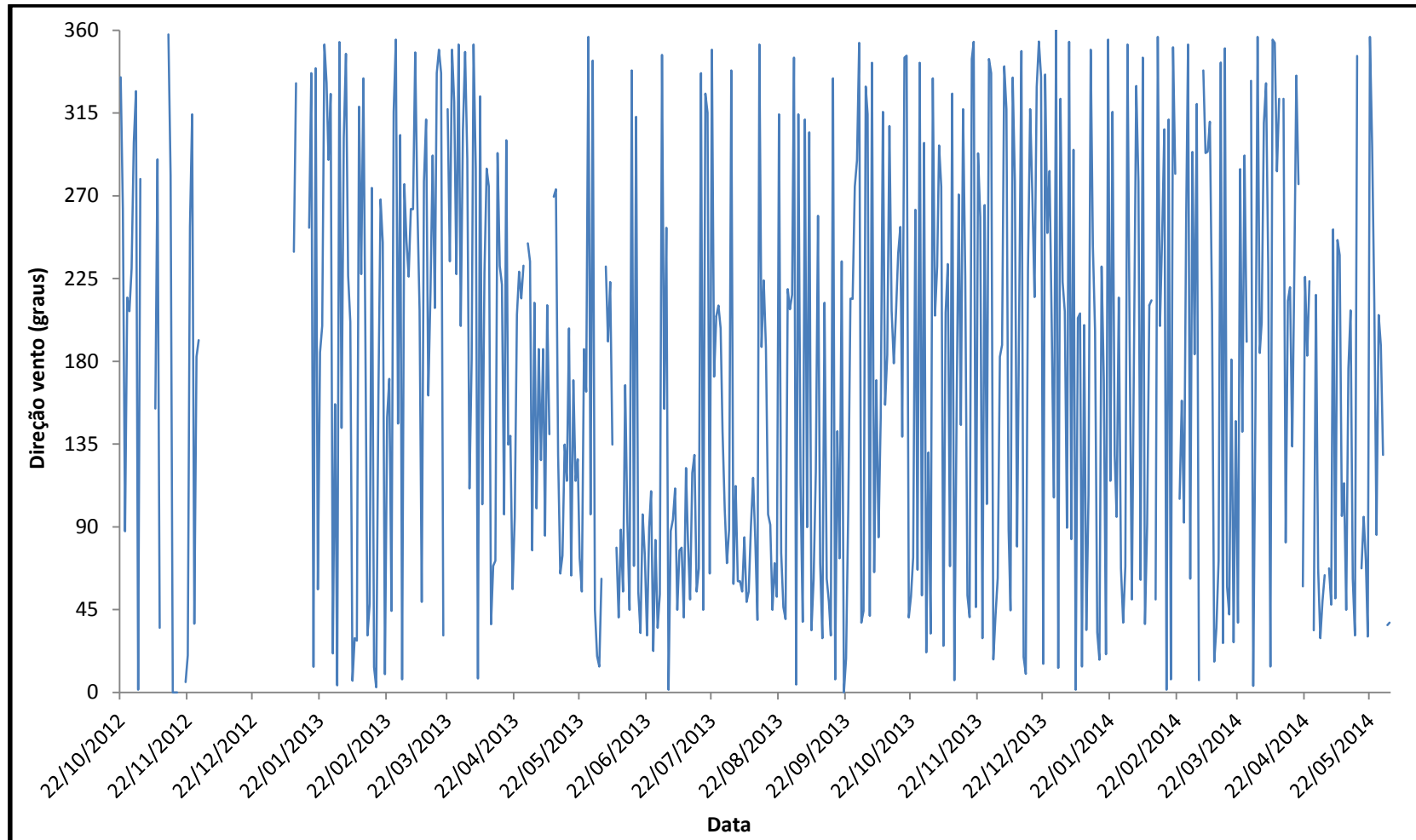


Figura 34. Variação da direção do vento (graus) média diária registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

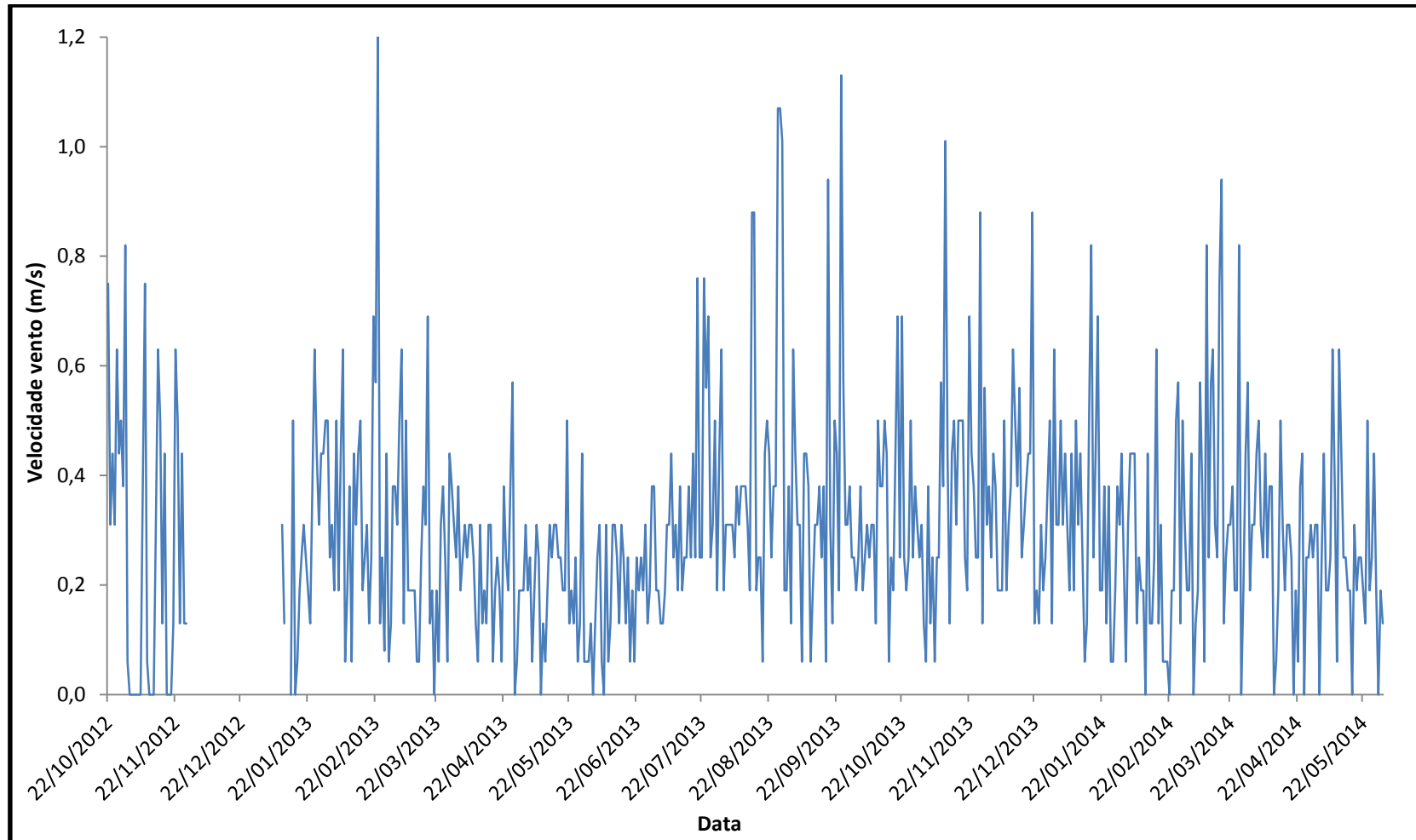


Figura 35. Variação da velocidade do vento (m/s) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

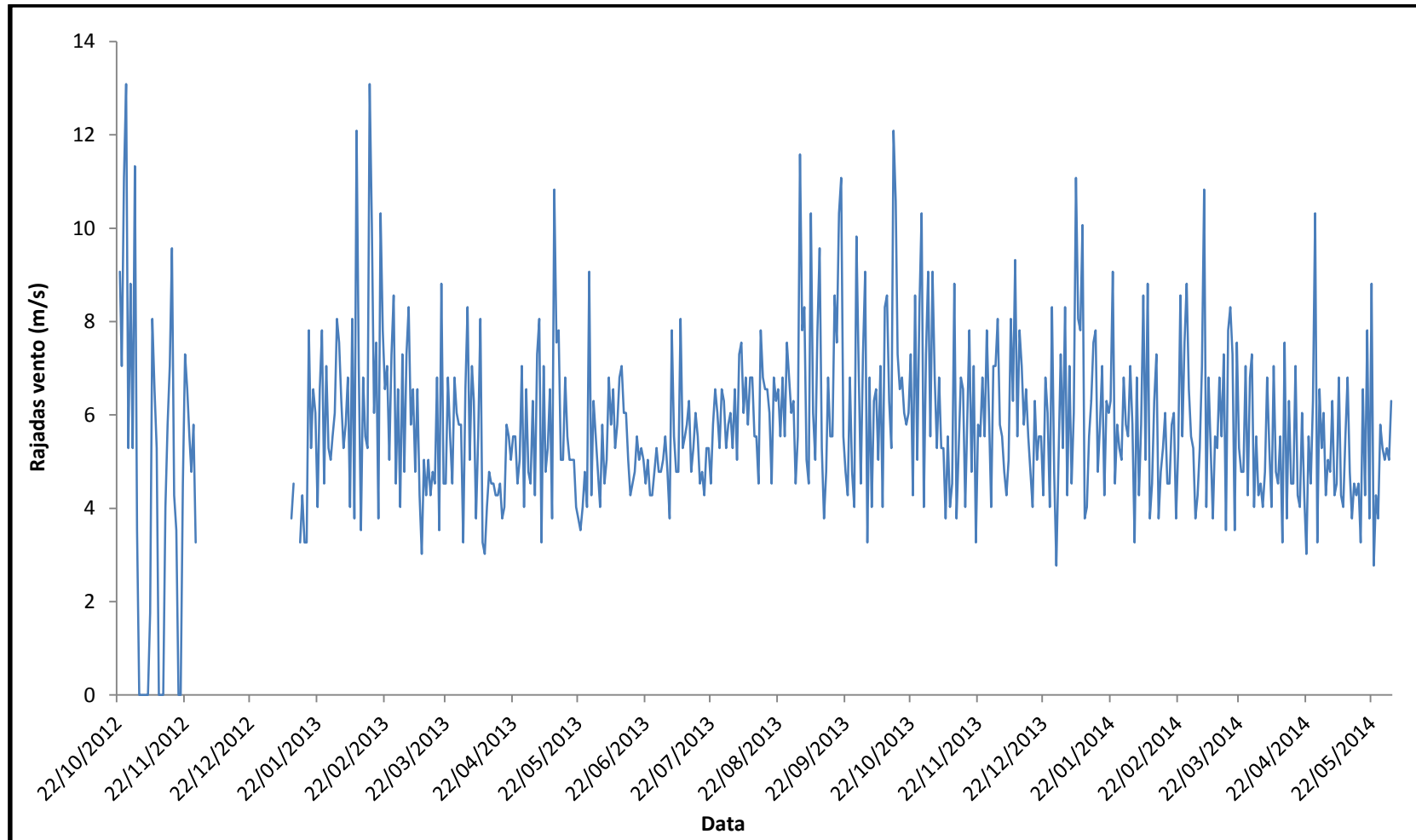


Figura 36. Variação das rajadas de vento (m/s) registrada na estação meteorológica UHE TELES PIRES, entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

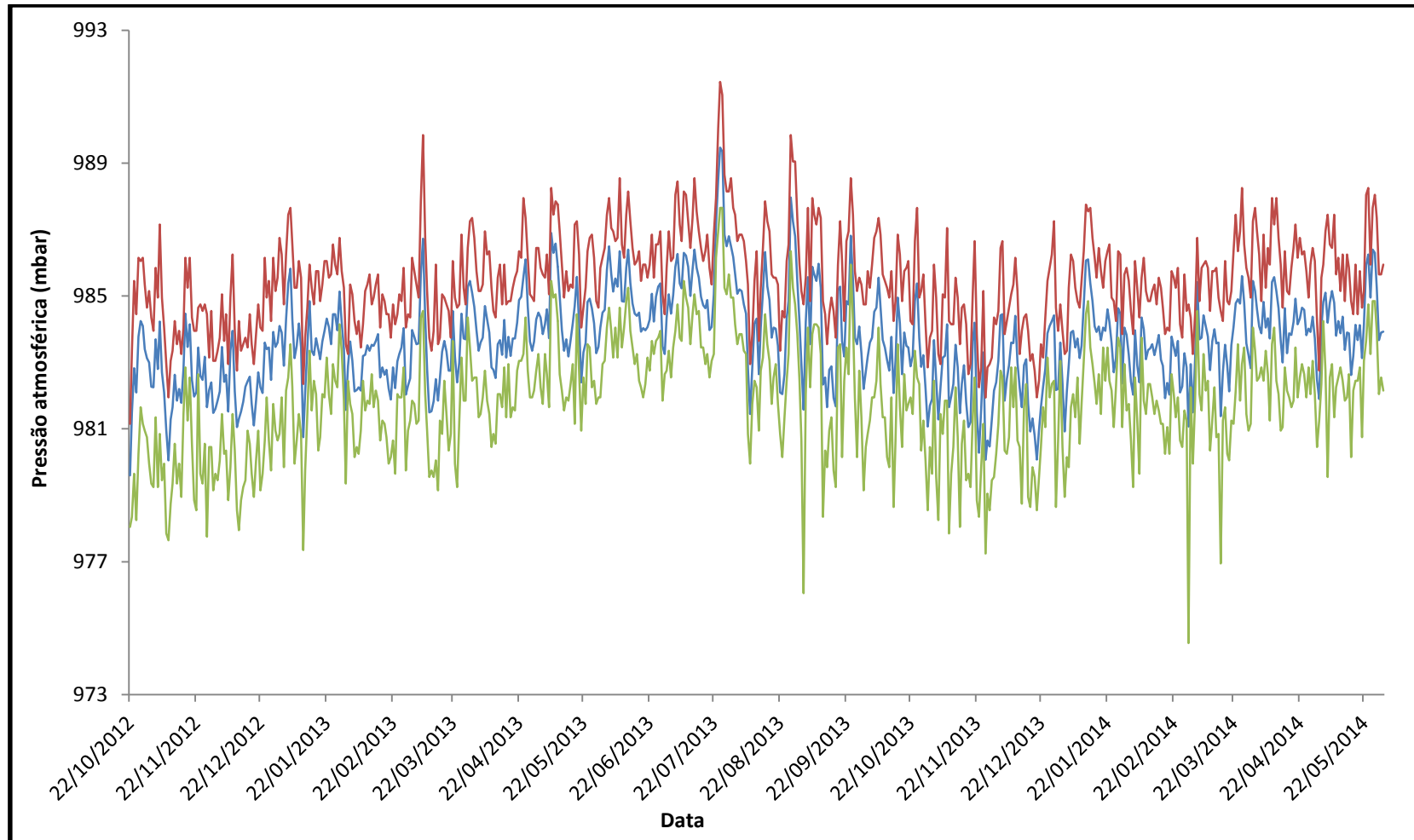


Figura 37. Variação da pressão atmosférica (mbar) da estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014. A linha vermelha corresponde à máxima diária, a linha azul a média e a linha verde a mínima diária.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

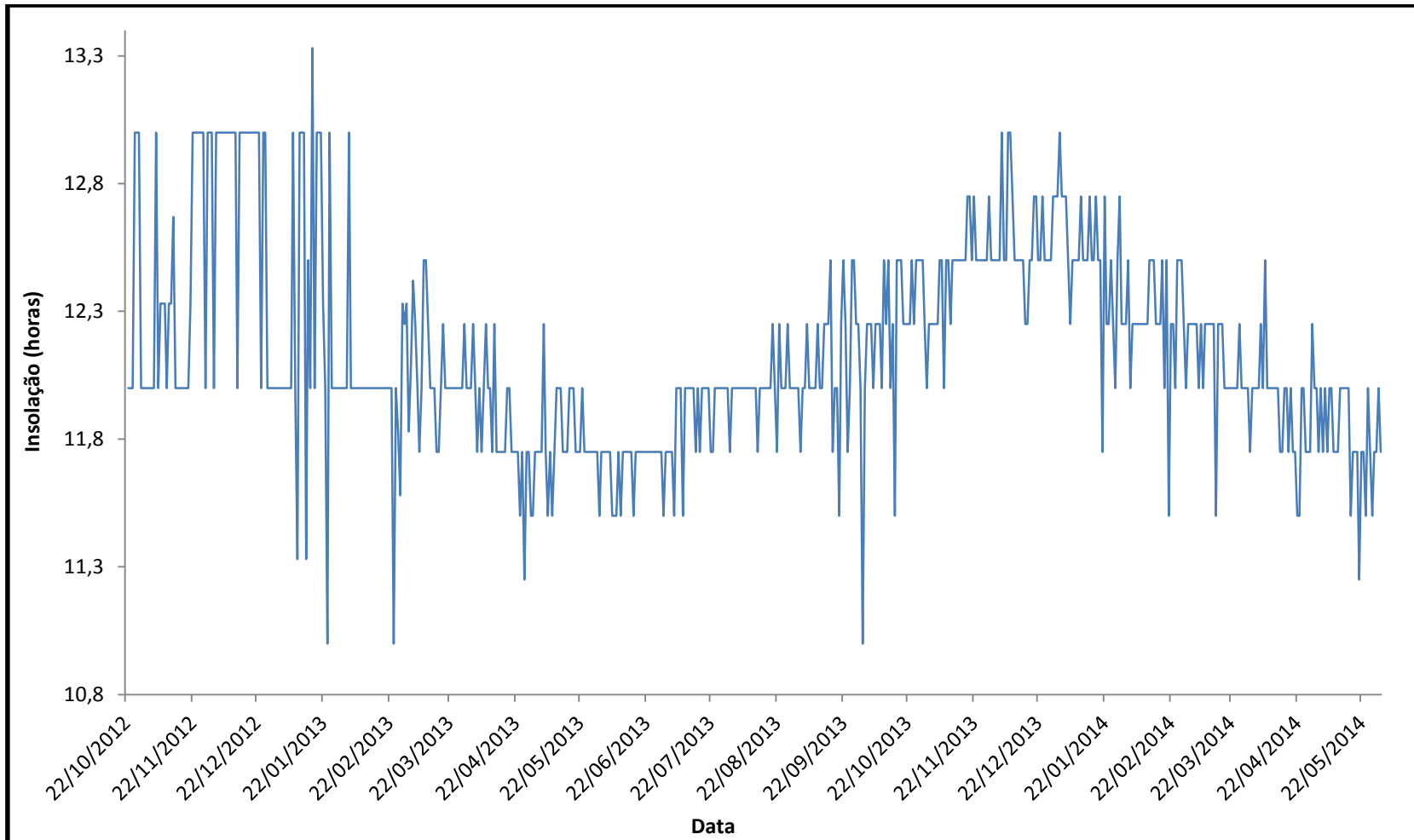


Figura 38. Variação da insolação (horas) da estação meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Tabela 1. Valores médios, máximos e mínimos diários de cada parâmetro monitorado pela estação **Meteorológica UHE TELES PIRES** entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

	Temperatura (°C)	UR (%)	Precipitação Acumulada (mm)	Radiação solar (W/m ²)	Evapotranspiração (mm/dia)	Direção do vento (graus)	Velocidade Vento (m/s)	Rajadas de vento (m/s)	Pressão atmosférica (mbar)	Insolação (horas)
Média	26,05	85,77	8,07	194,69	7,41	173,54	0,28	3,16	983,68	12,14
Máxima	37,76	100,00	104,82	1046,88	83,66	358,00	3,27	13,09	991,45	13,33
Mínima	14,31	21,30	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	974,55	11,00

A estação meteorológica UHE Teles Pires está coletando dados a cada 60 minutos e os transmitindo via satélite desde 22 de outubro de 2012 ininterruptamente. O registro dos dados da estação meteorológica UHE Teles Pires indica que as temperaturas variaram de 14,31°C a 37,76°C, com média de 26,05°C; a umidade relativa do ar variou de 21,30% a 100%, com média de 85,77%; e a precipitação acumulada diária para variou de 0,0 a 104,82 mm, com média de 8,07mm, sendo que janeiro de 2013 apresentou as maiores taxas de precipitação acumulada, com 512,28mm, enquanto que no mês de agosto do mesmo ano, o pluviômetro da estação não registrou precipitação. O sensor de radiação solar registrou mínima de 0,63 W/m² e máxima de 1046,88 W/m², com média de 194,69 W/m² diários. No que se refere à evapotranspiração, observou-se que entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014 as taxas oscilaram entre 0,0 e 83,66mm por dia. Deve-se levar em conta que em dias de precipitação extrema, ou dias seguidos com valores de precipitação elevados, pode ocorrer o transbordamento do tanque, atrapalhando a análise posterior dos dados.

Os sensores de vento registraram direção do vento variando entre 0,0 e 358,0 graus, com predomínio de valores de 173,54 graus, componente (SSE), velocidades entre 0,00 a 3,27 m/s, com média de 0,28 m/s, e rajadas chegando a 13,09 m/s (47,12 km/hora). A pressão atmosférica variou entre 974,55 e 991,45mbar, com média em 983,68mbar. A insolação variou entre 11,0 e 13,3 horas, com média de 12,14 horas.

Conforme mencionado anteriormente, todos os gráficos, tabelas e anexos foram elaborados com base nos dados coletados apenas nos horários pré-estabelecidos no PBA, sendo eles: 07h, 09h, 15h e 21h, no horário de Brasília. Todos os sensores da estação estão funcionando corretamente, sem apresentar qualquer problema.

6.2 Dados coletados na estação Meteorológica Alta Floresta

Com o objetivo de comparar os resultados obtidos na estação meteorológica UHE Teles Pires com dados de estações vizinhas, foram analisados os dados provenientes da estação meteorológica de Alta Floresta.

Os dados coletados pela estação meteorológica convencional de Alta Floresta foram fornecidos na forma de *Synop* (*Surface Synoptic Observations* - Observações Sinóticas à Superfície), sendo que as variáveis utilizadas na análise foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, precipitação diária acumulada, velocidade do vento e direção do vento.

Os resultados dos parâmetros medidos podem ser analisados na **Tabela 2** e nos gráficos das **Figuras 39 a 45**, os dados brutos estão disponíveis no **Anexo 5**. Para facilitar a visualização dos dados optou-se por plotar as médias diárias de cada parâmetro.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

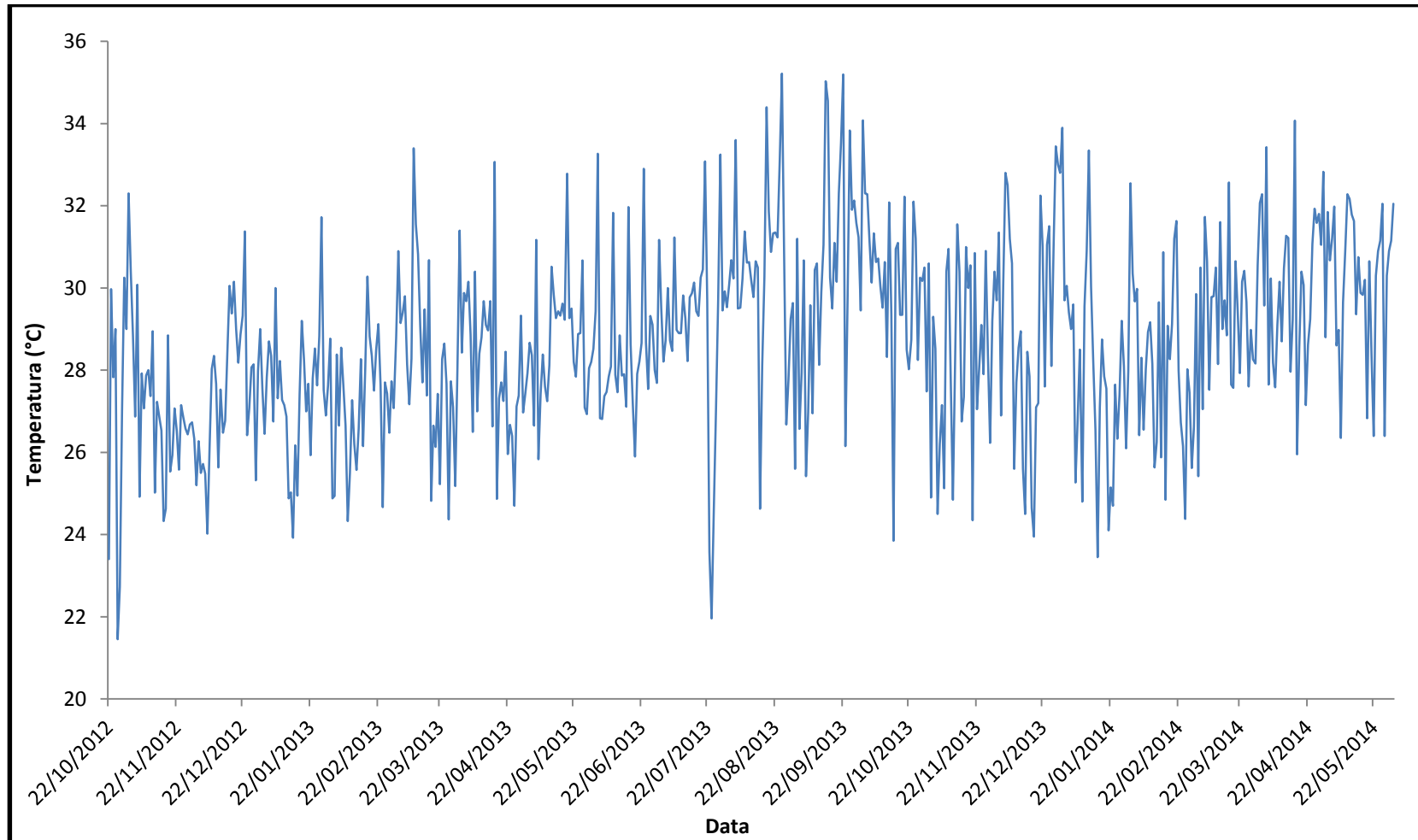


Figura 39. Temperatura média do ar (°C) medida pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

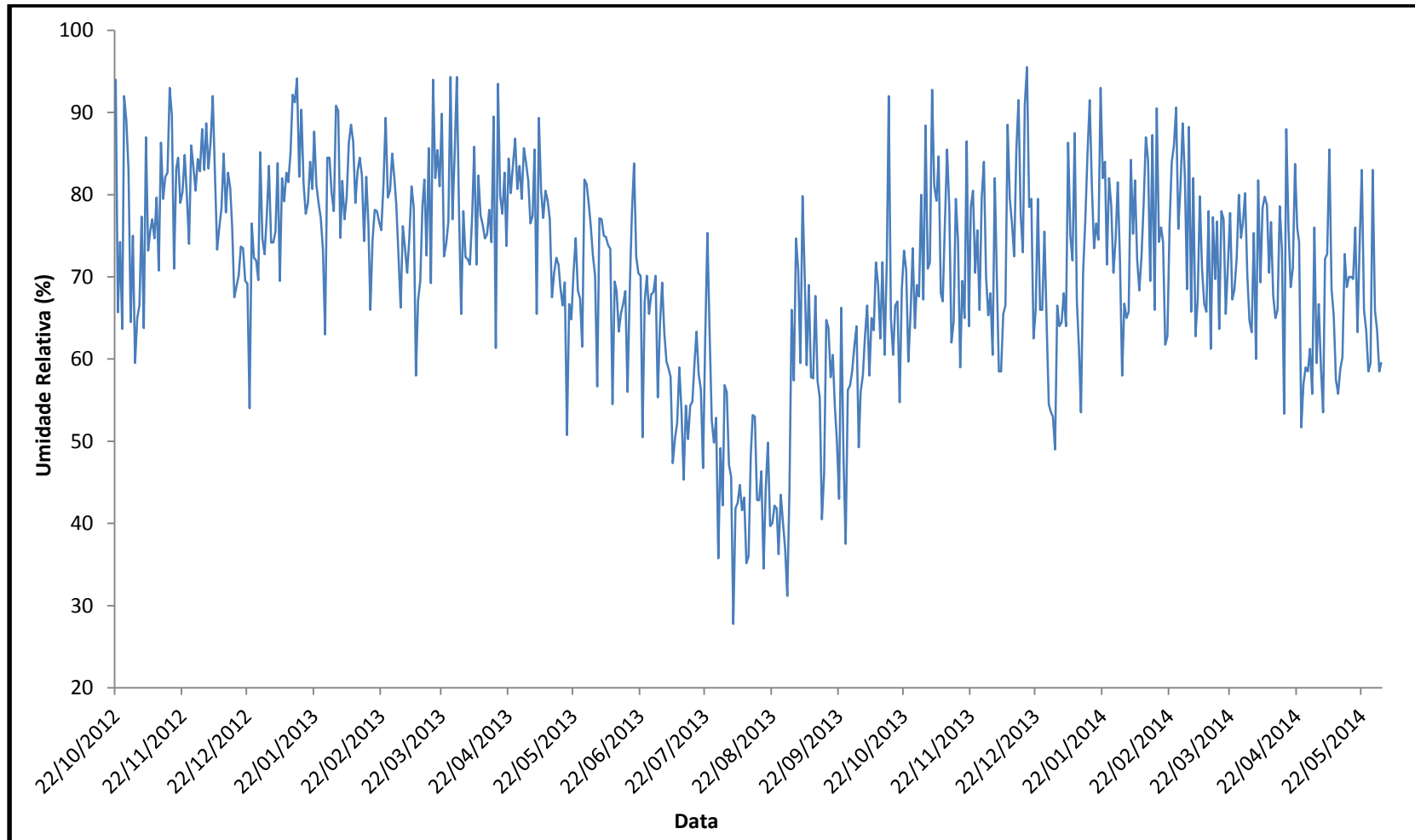


Figura 40. Umidade relativa do ar (%) medida pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

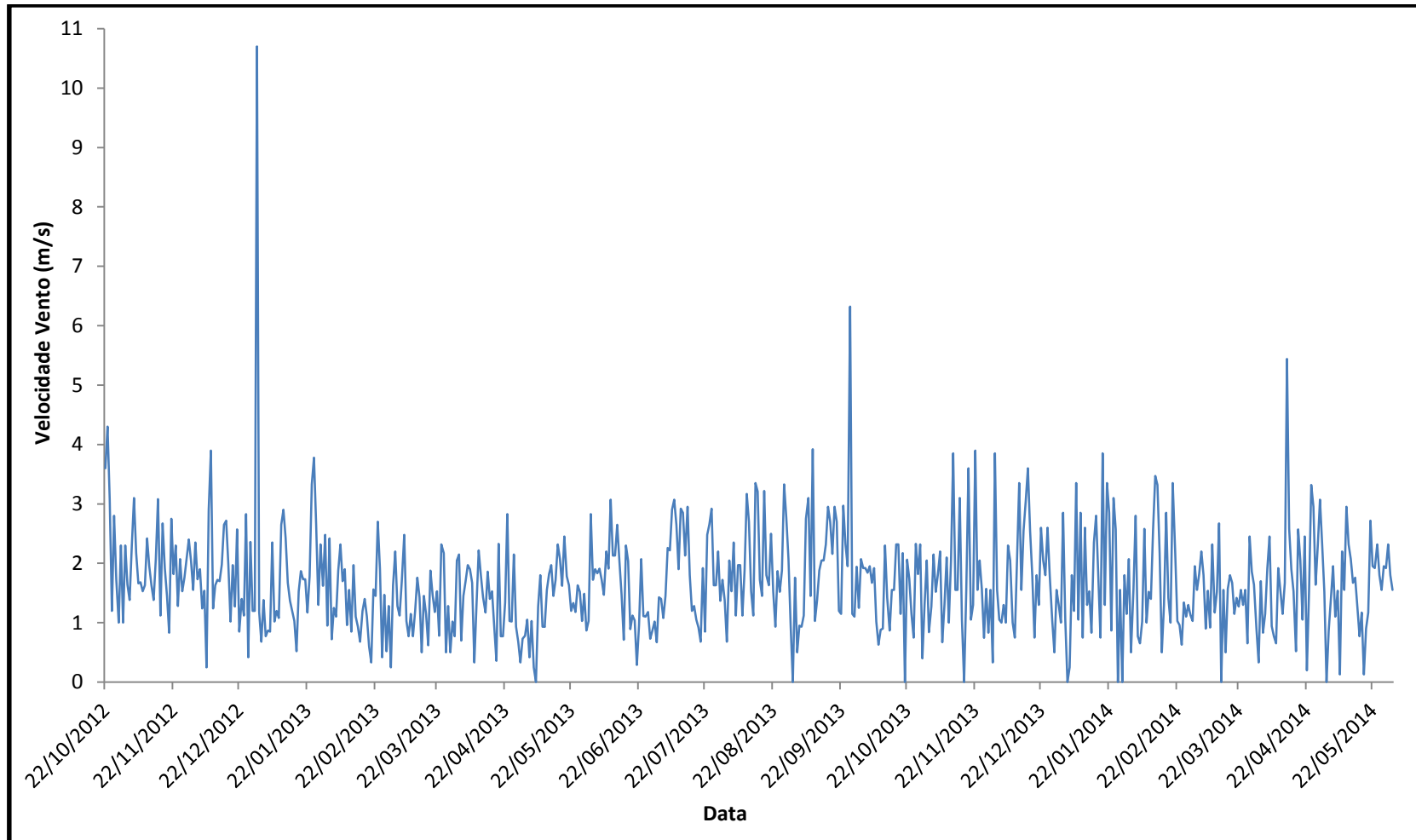


Figura 41. Velocidade do vento (m/s) medida pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

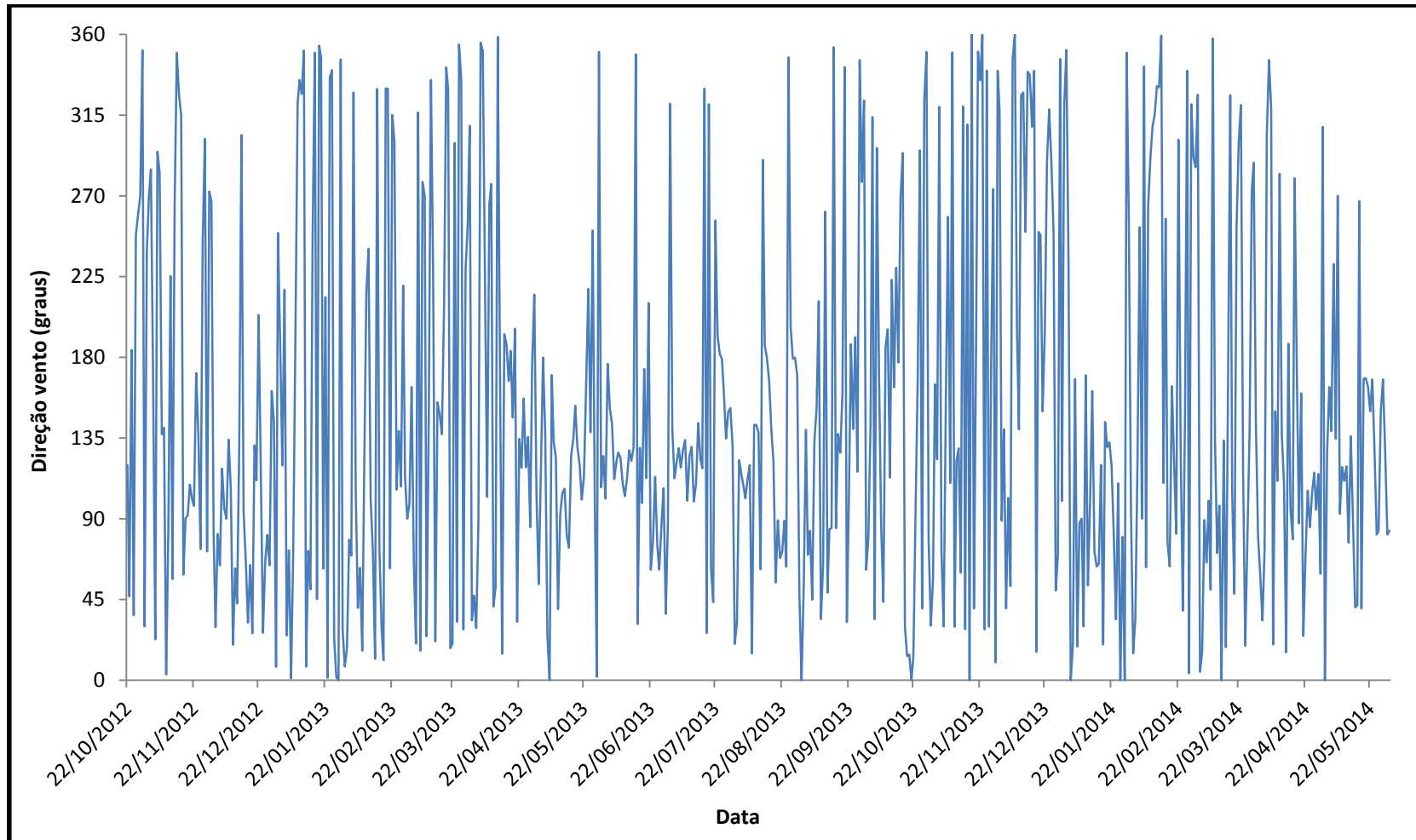


Figura 42. Direção do vento (graus) medida pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

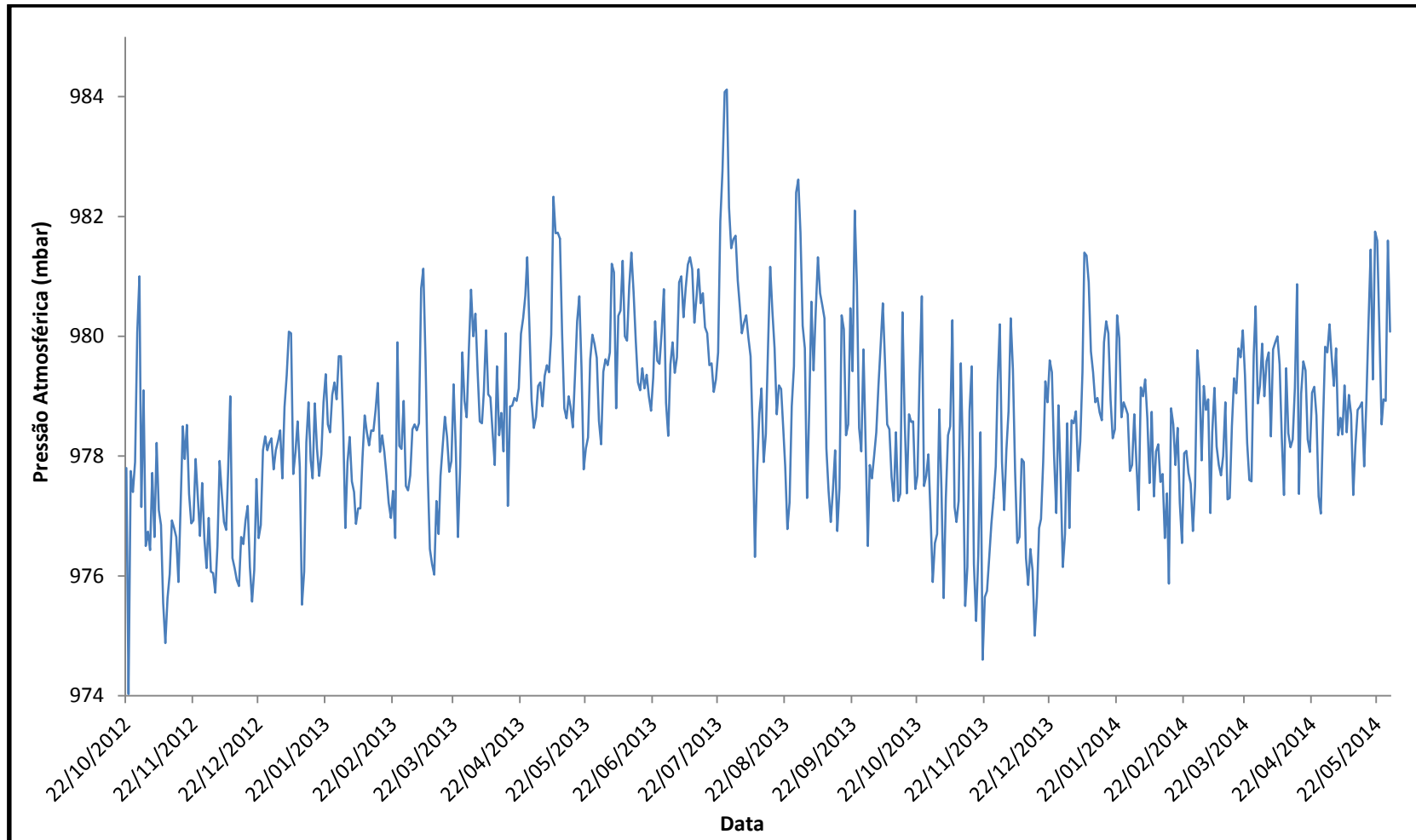


Figura 43. Pressão atmosférica (mbar) medida pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

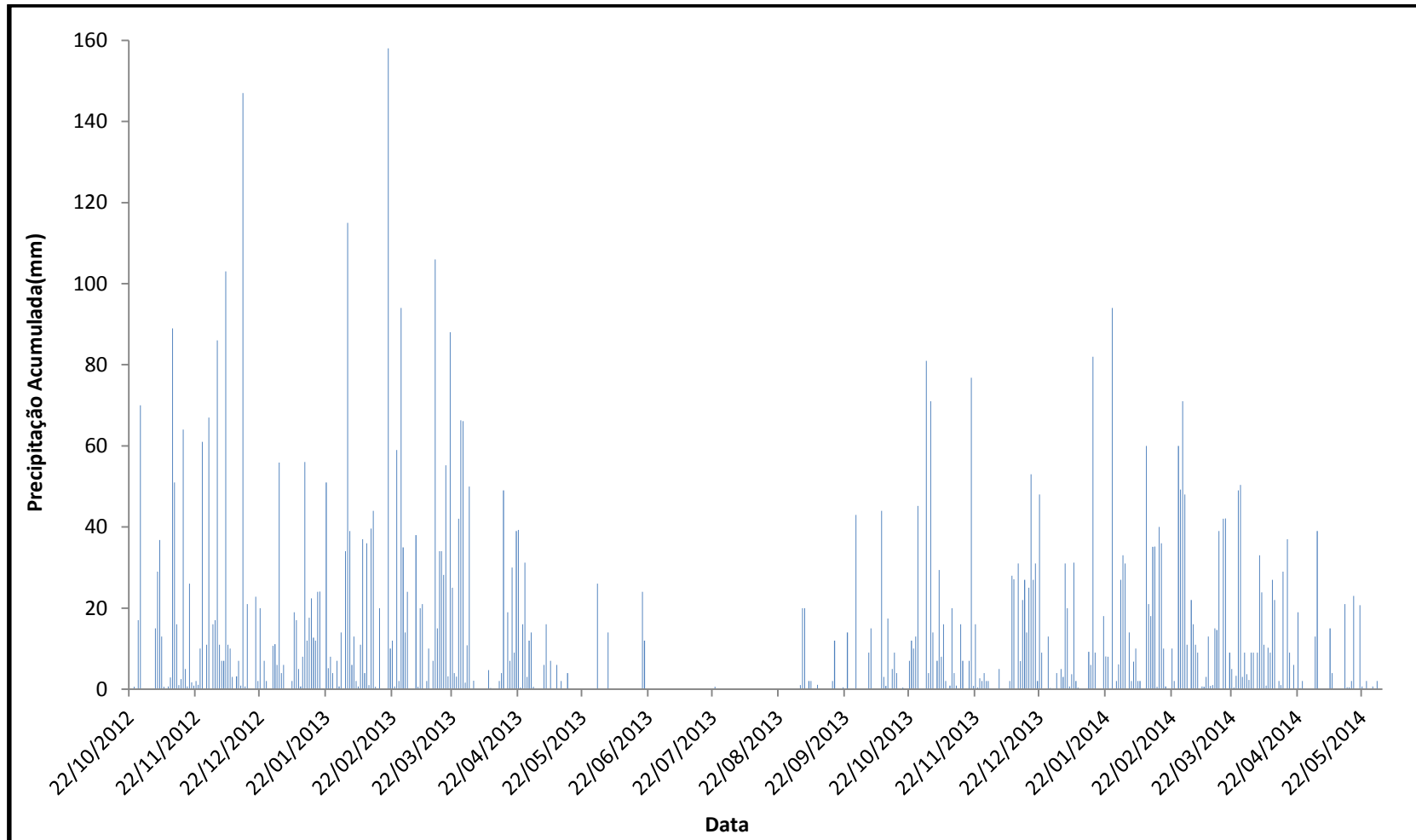


Figura 44. Precipitação diária acumulada (mm) medida pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

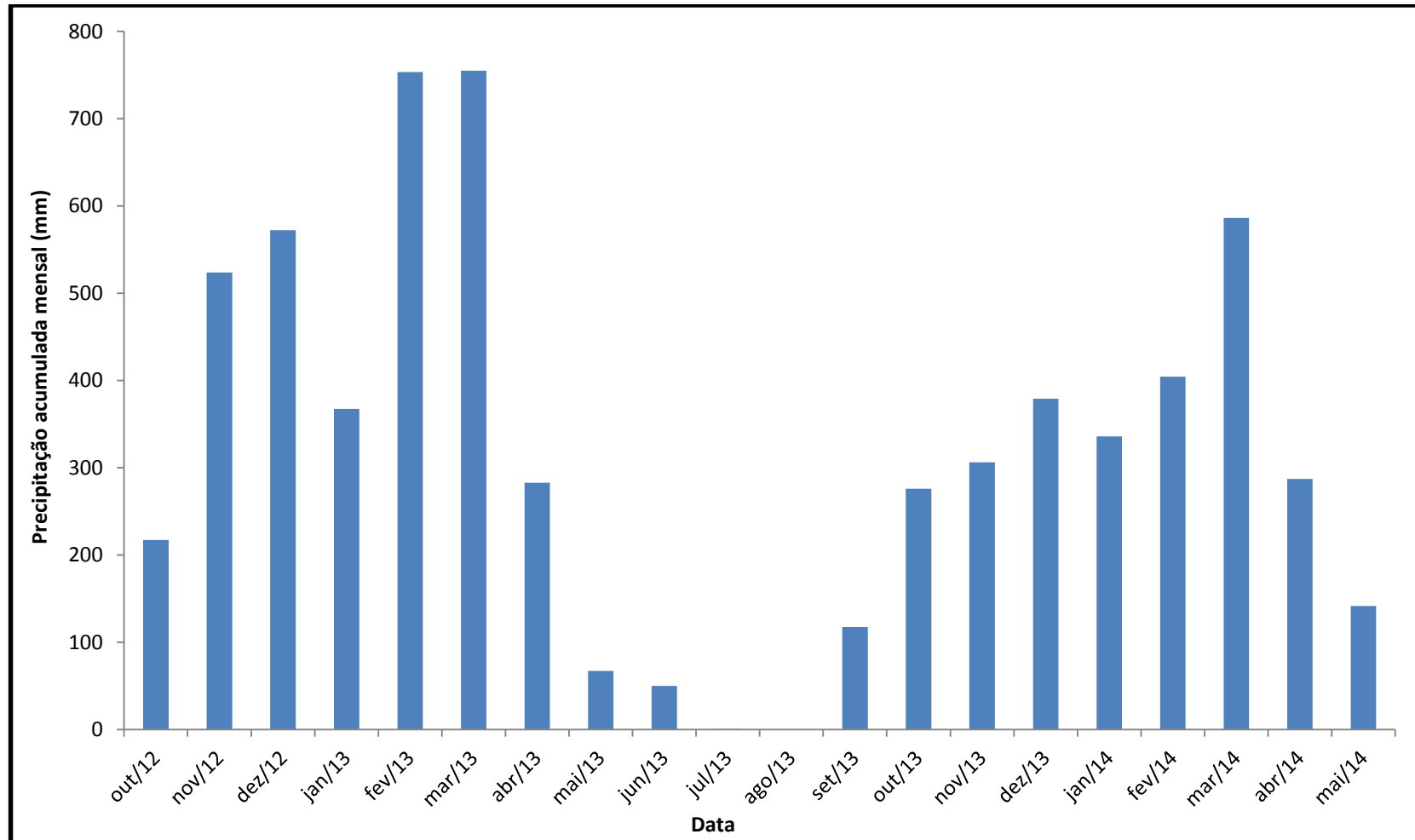


Figura 45. Variação da precipitação acumulada mensal registrada na estação meteorológica de Alta Floresta entre os meses de outubro de 2012 e maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

Tabela 2. Valores médios, máximos e mínimos diários de cada parâmetro monitorado pela estação meteorológica de **Alta Floresta** entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

	Temperatura (°C)	UR (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do vento (graus)	Pressão Atmosférica (mbar)	Precipitação Acumulada (mm)
Média	28,46	70,76	1,63	115,76	977,59	10,73
Máxima	39,60	100,00	16,50	360,00	988,80	158,00
Mínima	14,60	15,00	0,00	0,00	971,90	0,00

O registro dos dados da estação meteorológica de Alta Floresta indicou que, entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014, as temperaturas variaram entre 14,6 e 39,6°C, com média de 28,46°C, e a umidade relativa do ar entre 15,0 e 100,0%, com média de 70,7%.

Os valores de velocidade do vento variaram entre 0,00 e 36,6 m/s, com direções entre 0 e 360 graus, e média de 115,76 graus, componente (ESE). A pressão atmosférica variou entre 971,9 e 988,8 mbar.

A precipitação diária acumulada para o período analisado variou entre 0,0 e 158,0 mm, com um valor médio diário de 10,73 mm acumulados, sendo que o mês de março de 2013 foi o mais chuvoso, com 755,1mm de precipitação acumulada, enquanto que no mês de agosto do mesmo ano não foi registrada precipitação pela estação.

6.3 Estações Pluviométricas

Em atendimento a resolução ANA/ANEEL 03/2010 e ao Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico – P.11 estão em funcionamento quatro estações hidrométricas no entorno da UHE Teles Pires, sendo elas: Balsa do Cajueiro, UHE Teles Pires, Paranaíta e Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

As estações estão coletando dados de precipitação a cada 15 minutos e os transmitindo via satélite. Os resultados dos parâmetros medidos estão apresentados na forma de acumulados diários e mensais na **Tabela 3** e nos gráficos das **Figuras 46 a 53**. Os dados brutos estão disponíveis nas no **ANEXO 6**.

Para facilitar a visualização dos dados optou-se por plotar os acumulados diários da precipitação diária.

6.3.1 Balsa do CAJUEIRO

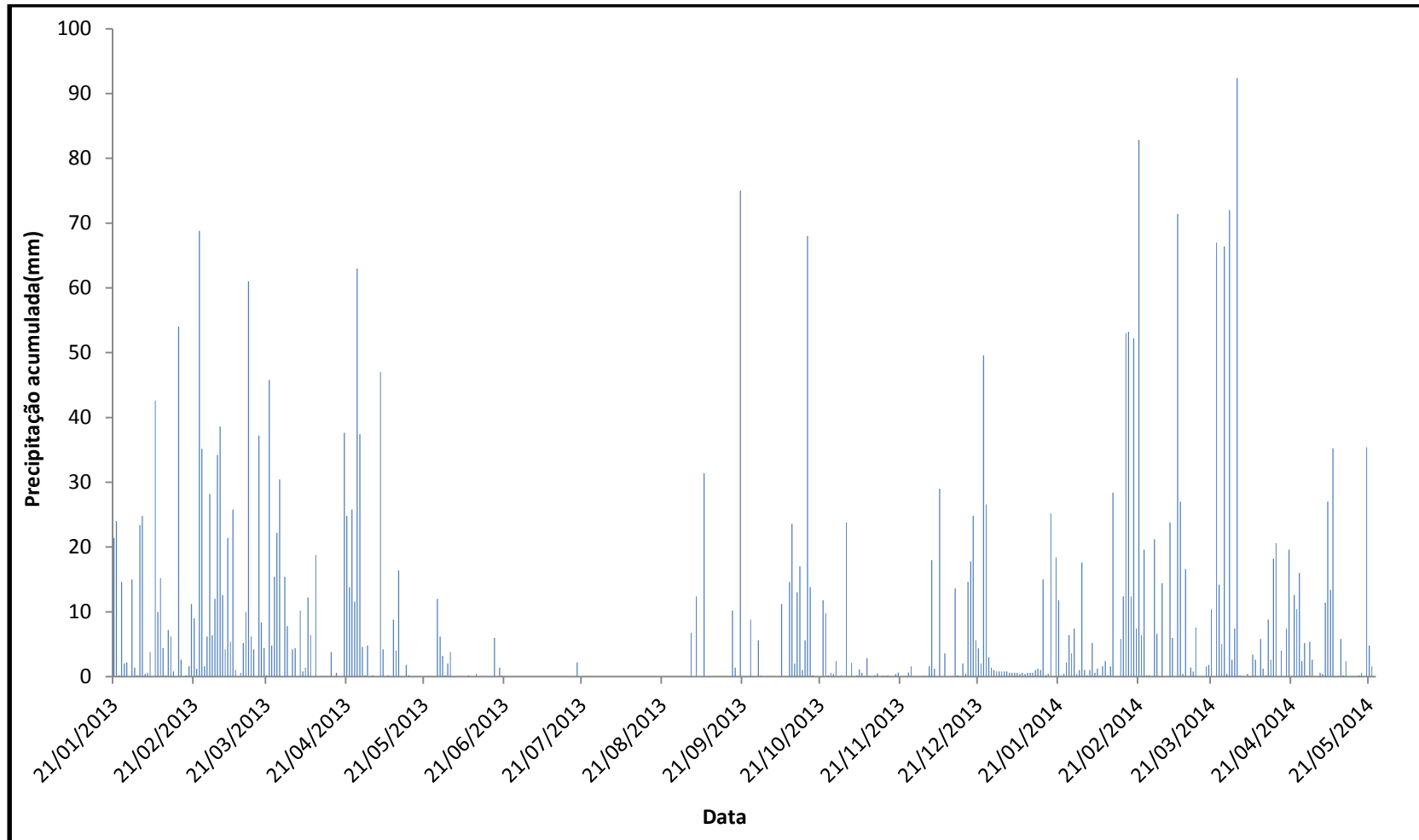


Figura 46. Variação da precipitação diária acumulada (mm) medida na estação Balsa do Cajueiro entre os dias 21 de janeiro de 2013 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

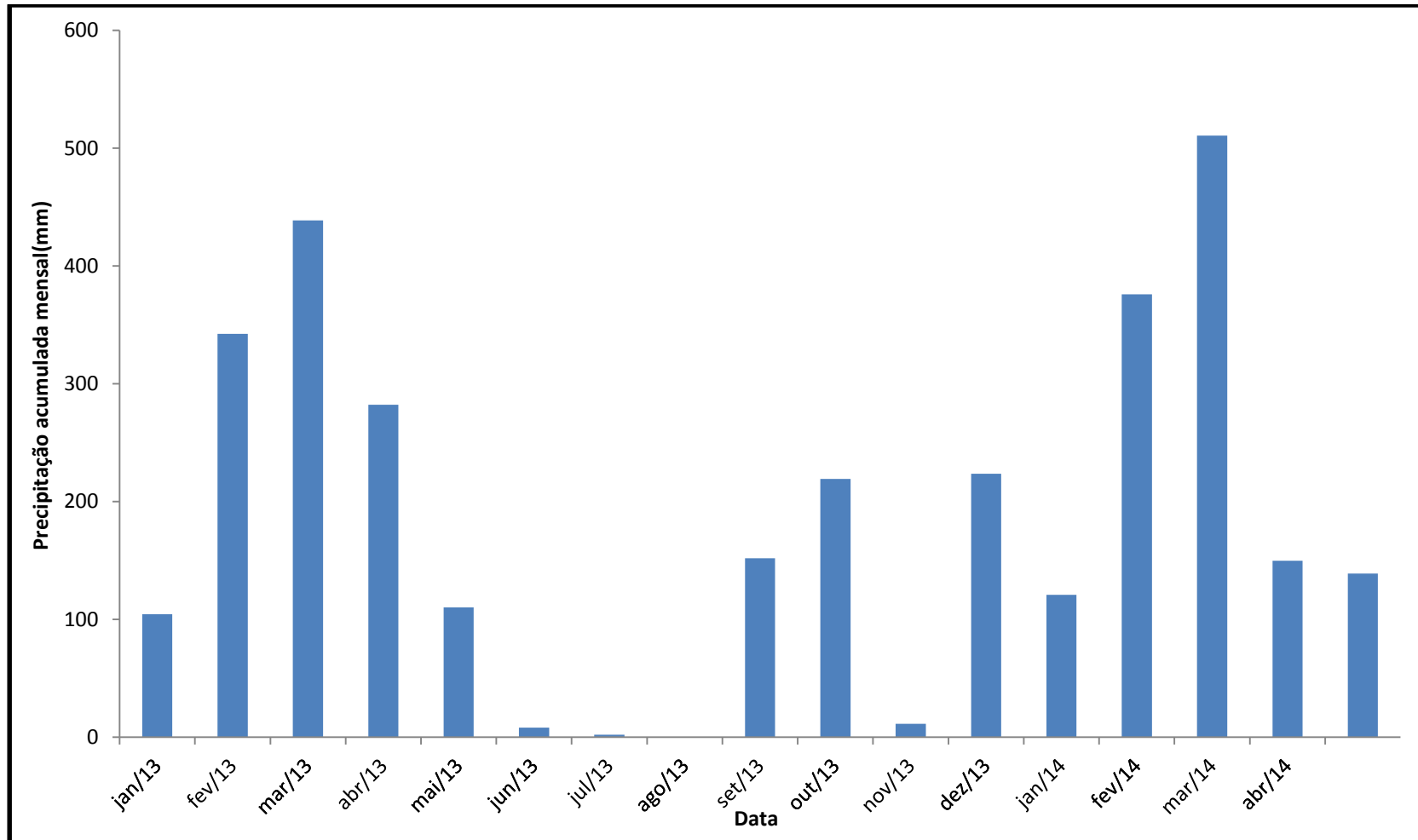


Figura 47. Variação da precipitação mensal acumulada (mm) medida na estação Balsa do Cajueiro entre os meses de janeiro de 2013 e maio de 2014.

6.3.2 UHE

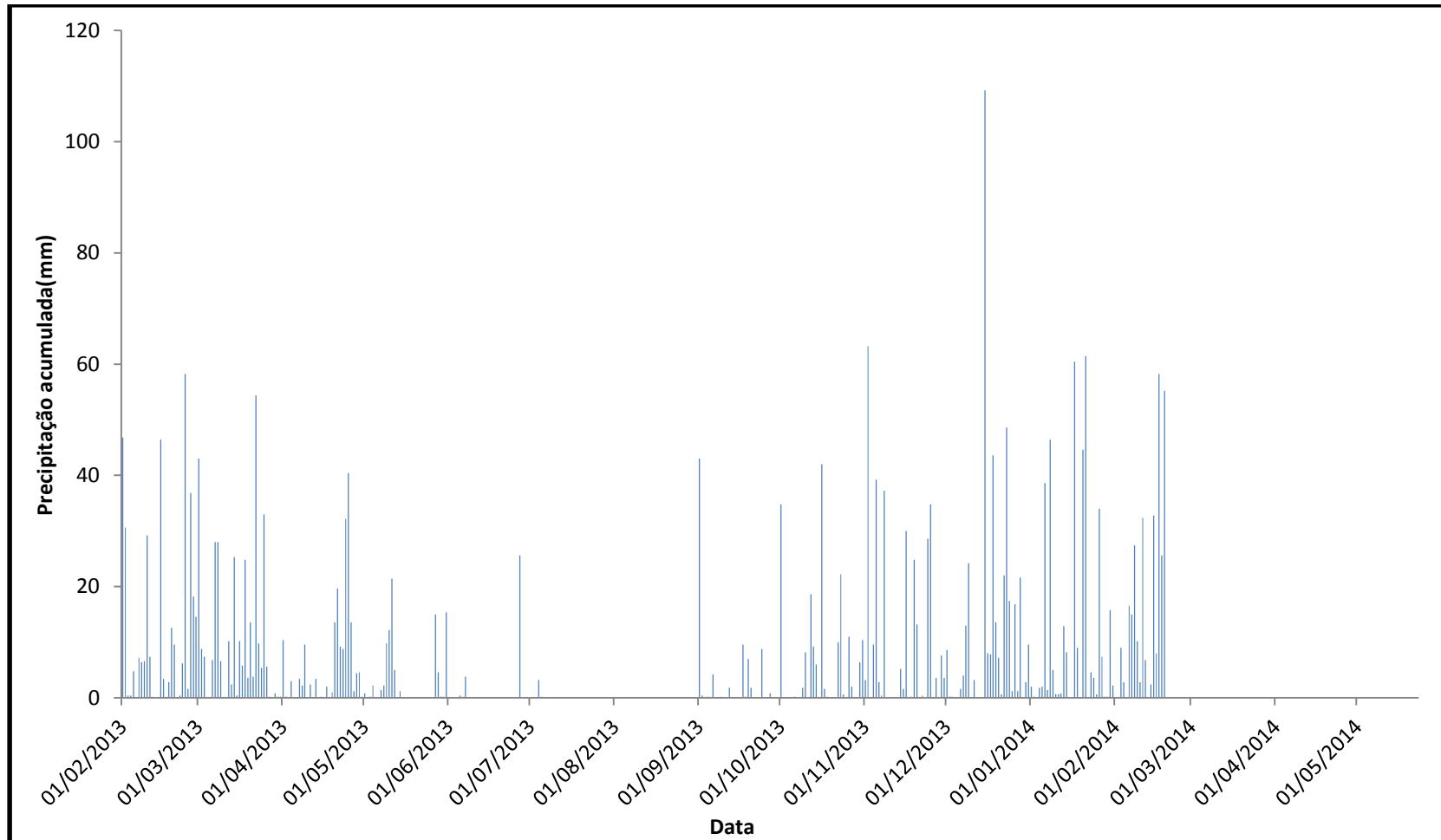


Figura 48. Variação da precipitação diária acumulada (mm) medida na estação UHE entre os dias 01 de fevereiro de 2013 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

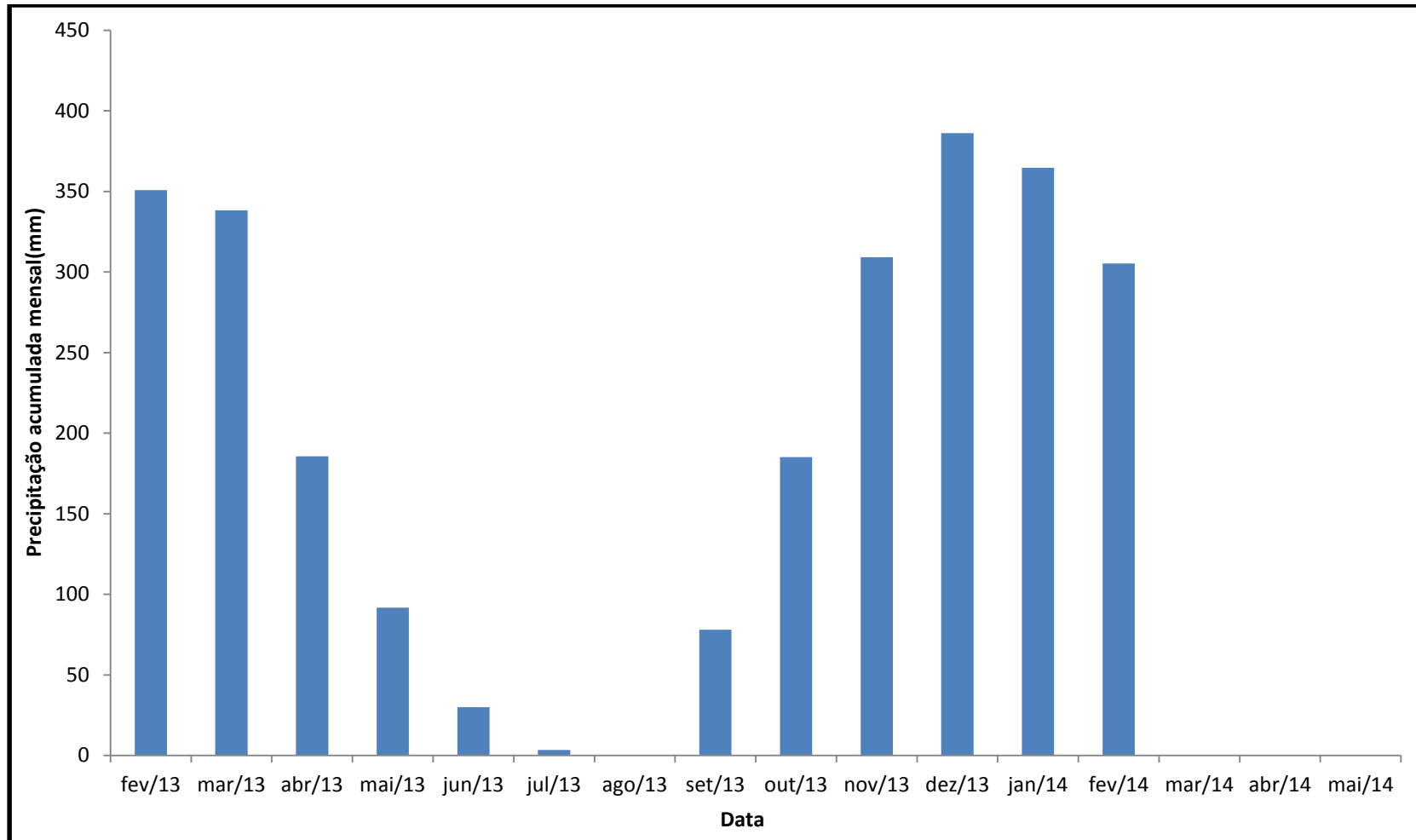


Figura 49. Variação da precipitação mensal acumulada (mm) medida na estação UHE entre os meses de fevereiro de 2013 e maio de 2014.

6.3.3 PARANAÍTA

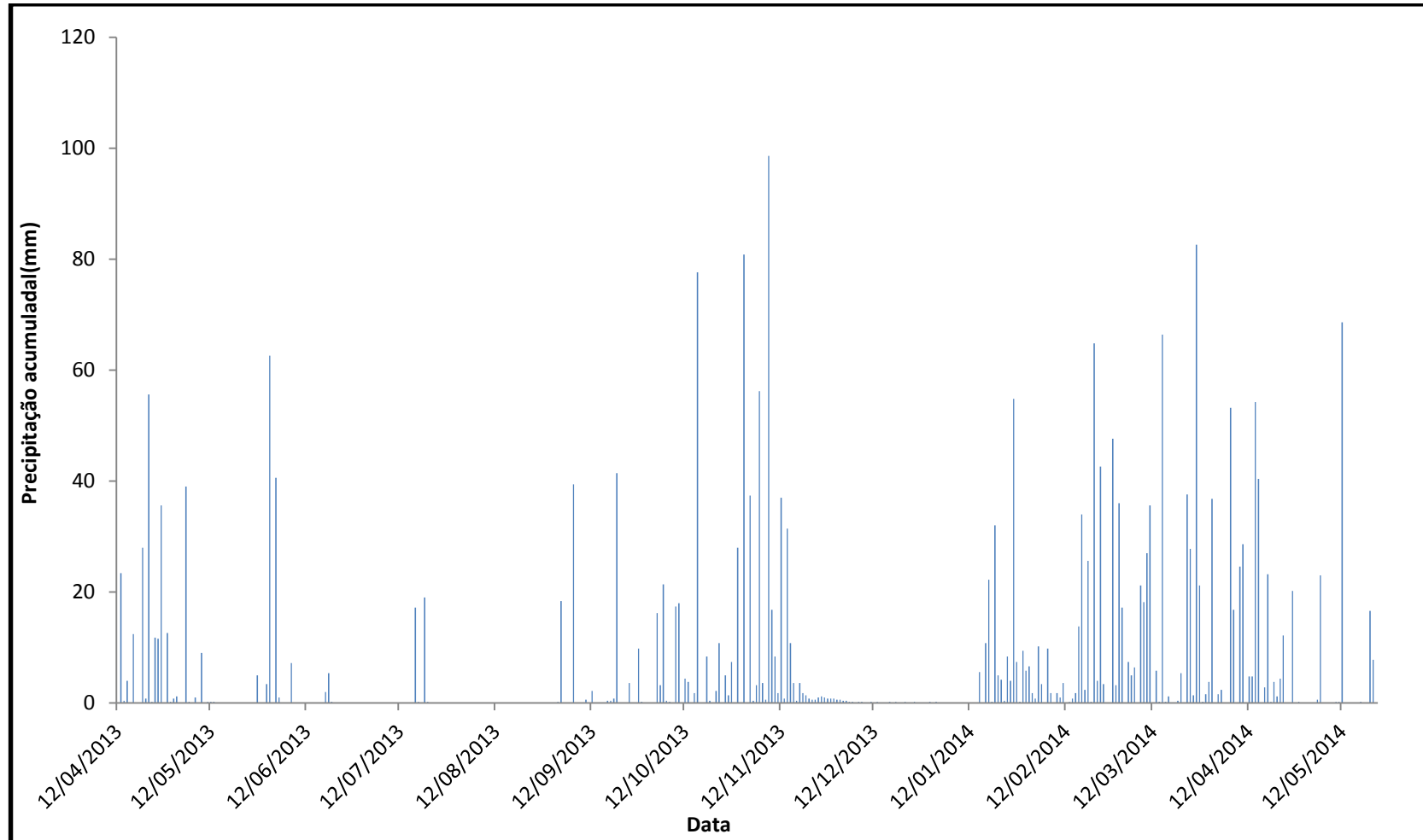


Figura 50. Variação da precipitação diária acumulada (mm) medida na estação Paranaíta entre os dias 12 de abril de 2013 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

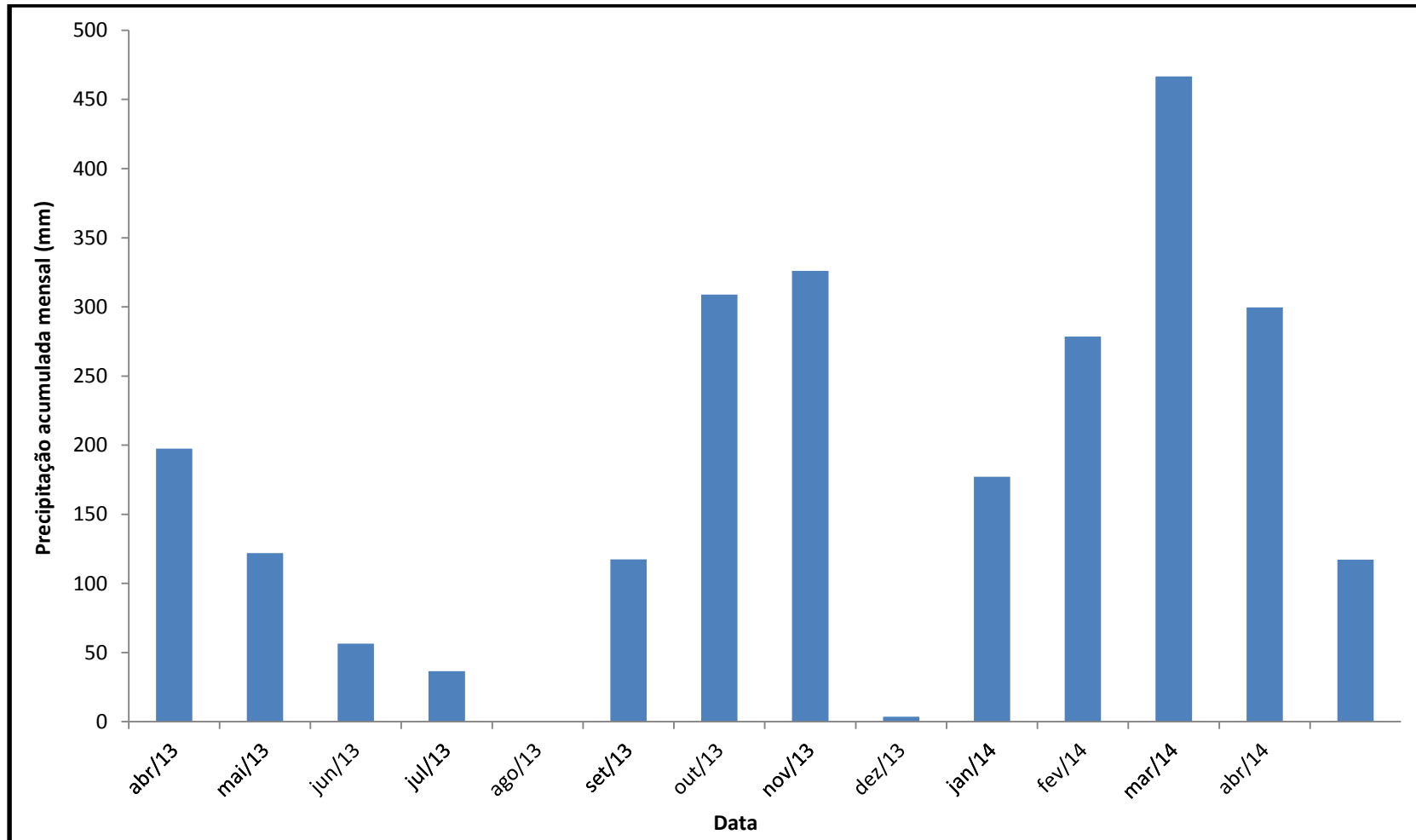


Figura 51. Variação da precipitação mensal acumulada (mm) medida na estação Paranaíta entre os meses de abril de 2013 e janeiro de 2014.

6.3.4 JUSANTE FOZ PEIXOTO DE AZEVEDO

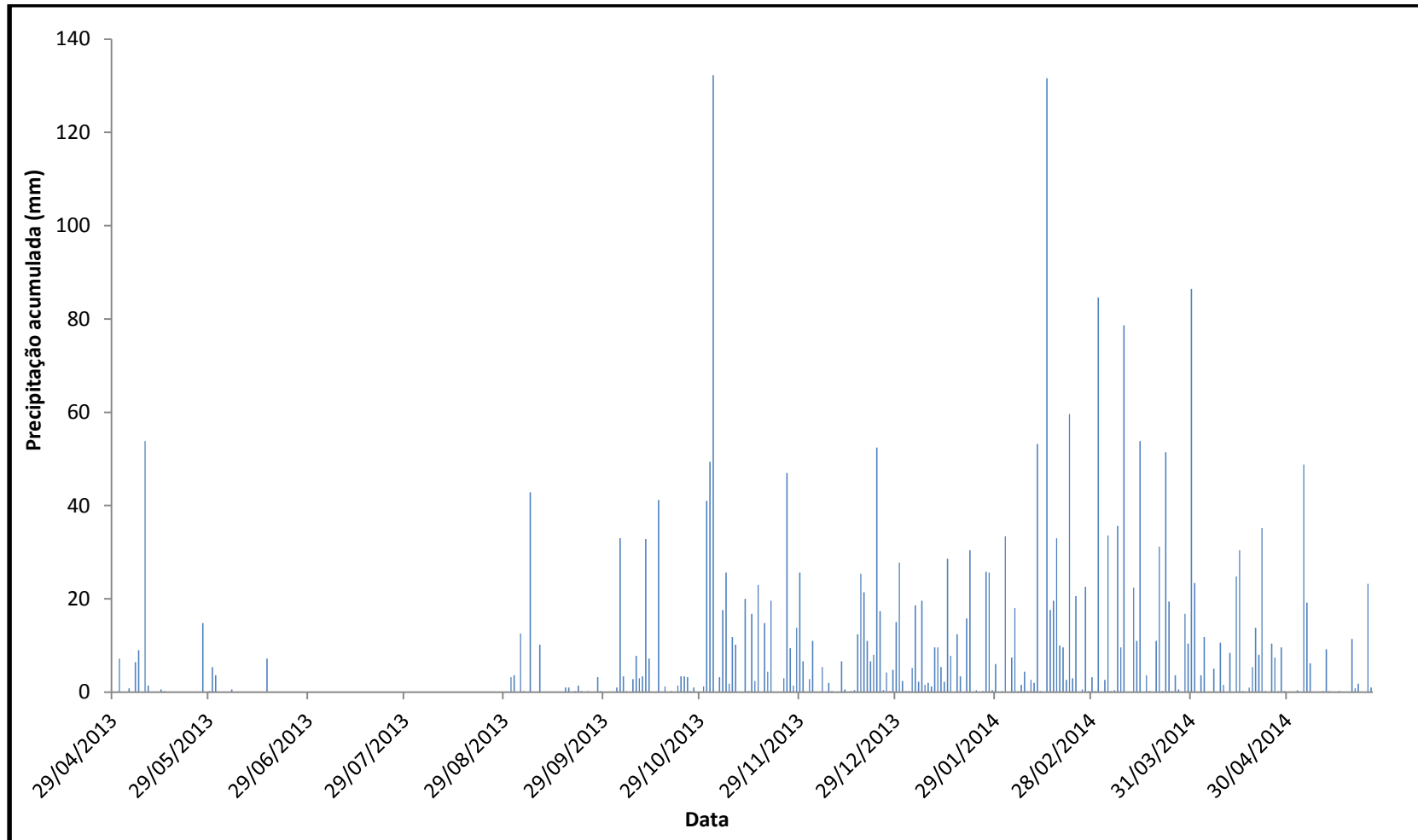


Figura 52. Variação da precipitação diária acumulada (mm) medida na estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo entre os dias 27 de abril de 2013 e 31 de maio de 2014.

P. 10 Programa de Monitoramento Climatológico

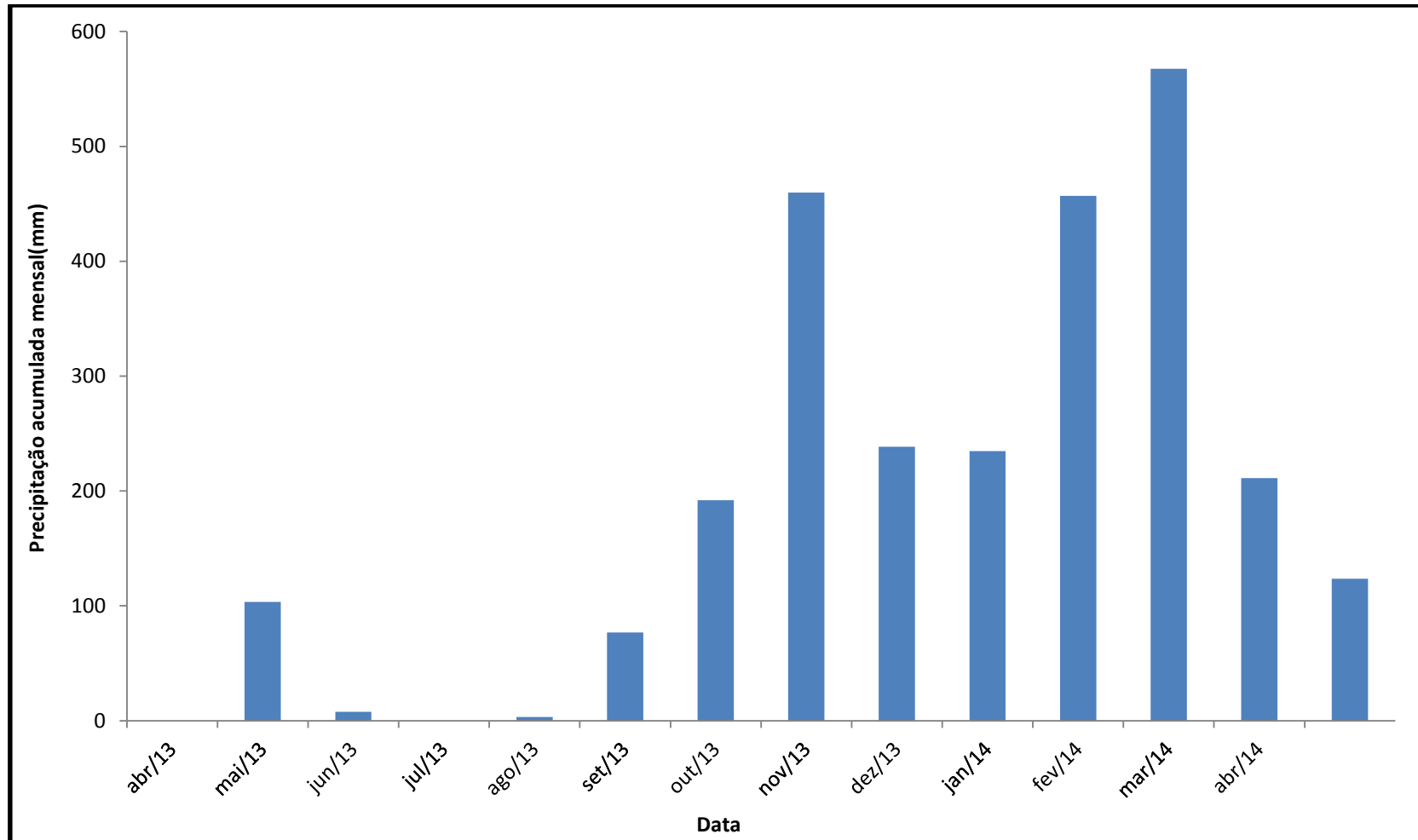


Figura 53. Variação da precipitação mensal acumulada (mm) pela estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo entre os meses de abril de 2013 e maio de 2014.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

Tabela 3. Valores médios, máximos e mínimos da série diária e mensal da rede pluviométrica.

	Balsa do Cajueiro (diário)	Balsa do Cajueiro (mensal)	UHE (diário)	UHE (mensal)	Paranaíta (diário)	Paranaíta (mensal)	Jusante Foz Peixoto de Azevedo (diário)	Jusante Foz Peixoto de Azevedo (mensal)
Média	6,54	187,68	5,51	164,29	6,16	179,10	6,81	191,11
Máxima	92,42	510,60	109,23	386,24	98,62	466,60	132,23	567,60
Mínima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Entre os meses de janeiro de 2013 e maio de 2014 a rede pluviométrica do entorno da UHE Teles Pires, registrou na estação Balsa do Cajueiro valores entre 0,0 e 92,42 mm diários acumulados, e valores mensais acumulados entre 0,0 mm (mês de agosto de 2013) e 510,6 mm (mês de março de 2014). Na estação UHE os valores de precipitação acumulada diária variaram entre 0,00 e 109,23 mm e os valores de precipitação acumulada mensal oscilaram entre 0,0 mm (agosto de 2013) e 386,2mm (dezembro de 2013). Na estação Paranaíta, o acumulado de chuva diário variou entre 0,00 e 98,62mm e o acumulado de chuva mensal oscilou entre 0,0mm (agosto de 2013) e 466,6mm (março de 2014). Na estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo a precipitação acumulada diária variou entre 0,00 e 132,23mm e a precipitação acumulada mensal variou entre 0,0mm (agosto de 2013) e 567,6mm (março de 2014).

Durante os dias 09 de novembro de 2013 e 14 de janeiro de 2014, na estação Balsa do Cajueiro, e entre os dias 04 de dezembro de 2013 e 14 de janeiro de 2014, na estação Paranaíta, ocorreu uma falha nos sensores de precipitação em decorrência do acúmulo de sementes, folhas e penas no interior dos sensores, o que prejudicou a coleta de dados de precipitação no período. Os pluviômetros estavam com a água gotejando e apresentando um sinal característico de entupimento, de forma que parte da chuva era contabilizada aos poucos e não no momento da chuva propriamente dita.

No início do ano de 2014, as fortes chuvas na região da UHE Teles Pires provocaram um aumento do nível do rio Teles Pires, resultando diretamente no aumento da vazão. Devido a esse aumento de vazão, no dia 19 de fevereiro de 2014 uma forte cheia arrastou a estação UHE, incluindo o poste, o pluviômetro com *datalogger* e o sensor de nível, interrompendo a coleta de dados no local.

6.3.5 ESTIMATIVA DE PRECIPITAÇÃO MENSAL ATRAVÉS DE AJUSTE MATEMÁTICO

Devido as falhas ocorridas nos registros de precipitação das estações Balsa do Cajueiro e Paranaíta foi realizada uma regressão linear simples para estimar a precipitação acumulada durante o período em questão, respectivamente, entre os meses de novembro de 2013 e janeiro de 2014 para a estação Balsa do Cajueiro e entre meses de dezembro de 2013 e janeiro de 2014 para a estação Paranaíta.

A regressão linear simples foi feita através da correlação entre as precipitações acumuladas mensais de uma estação com falhas e de um posto vizinho, que possui

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

características climatológicas parecidas. Sendo assim, foram feitas correlações entre as estações Balsa do Cajueiro e Paranaíta com as estações UHE, Jusante Foz Peixoto de Azevedo e com a estação Meteorológica UHE Teles Pires (**Figuras 54 a 56**). Para a correlação da estação Paranaíta com as demais, foram utilizados os dados de precipitação acumulada entre os meses de maio e novembro de 2013.

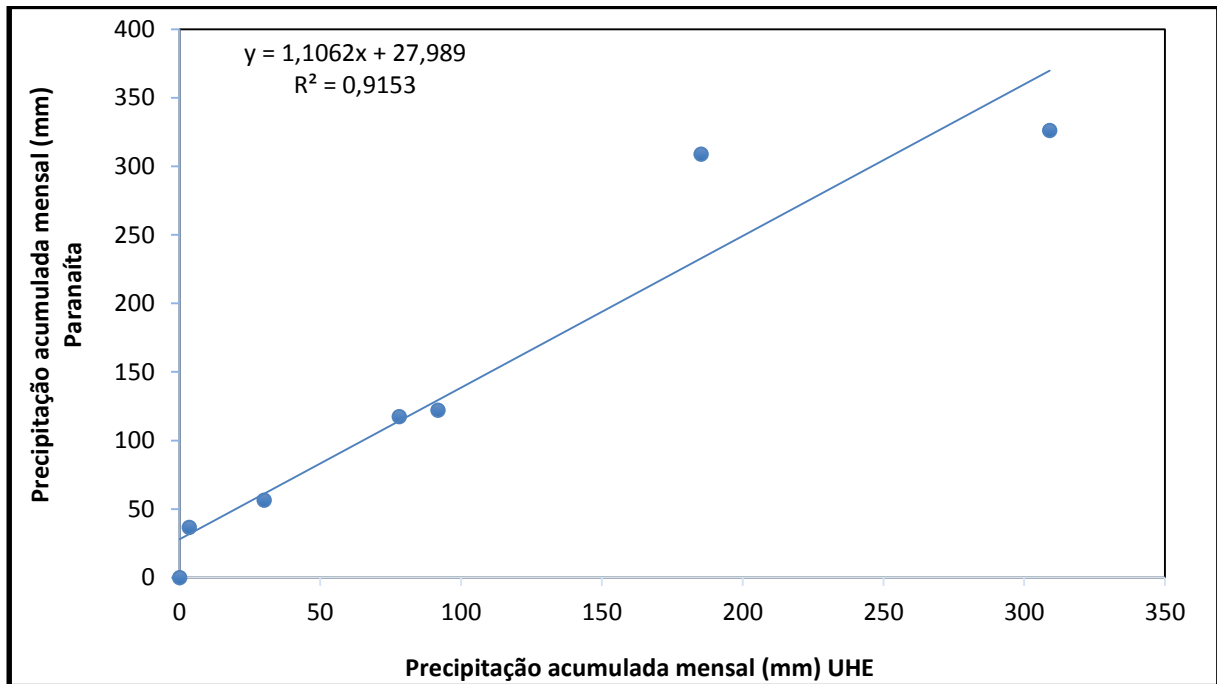


Figura 54. Correlação entre as estações Paranaíta e UHE.

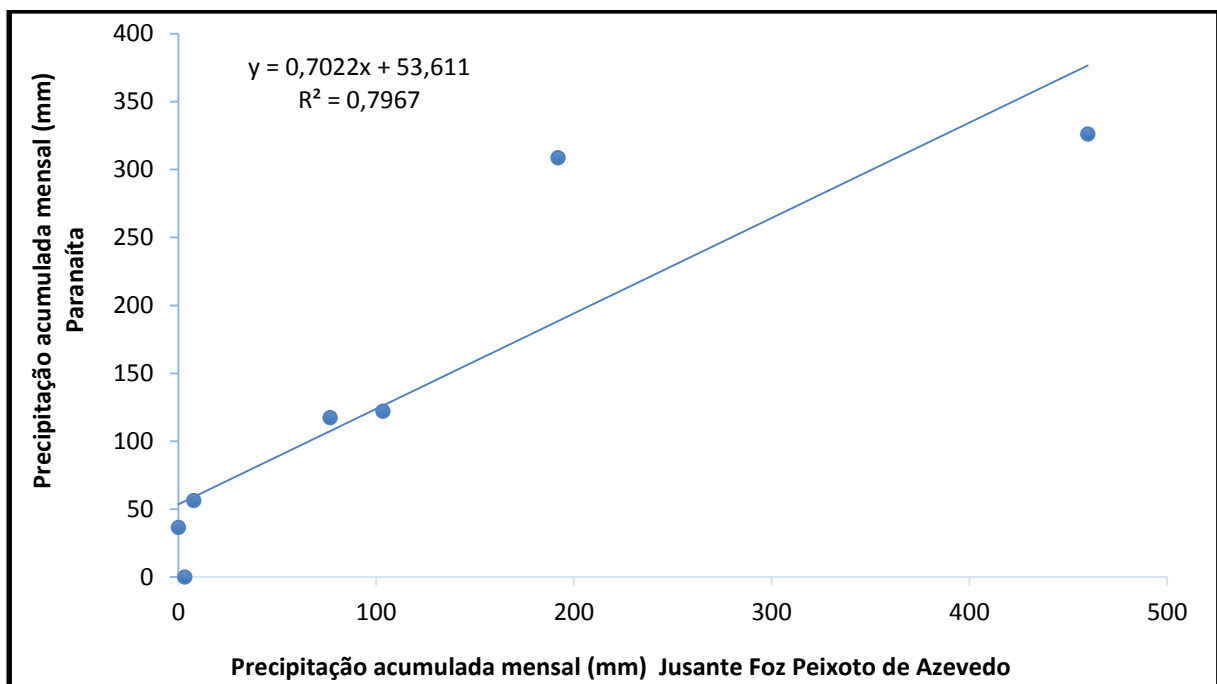


Figura 55. Correlação entre as estações Paranaíta e Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

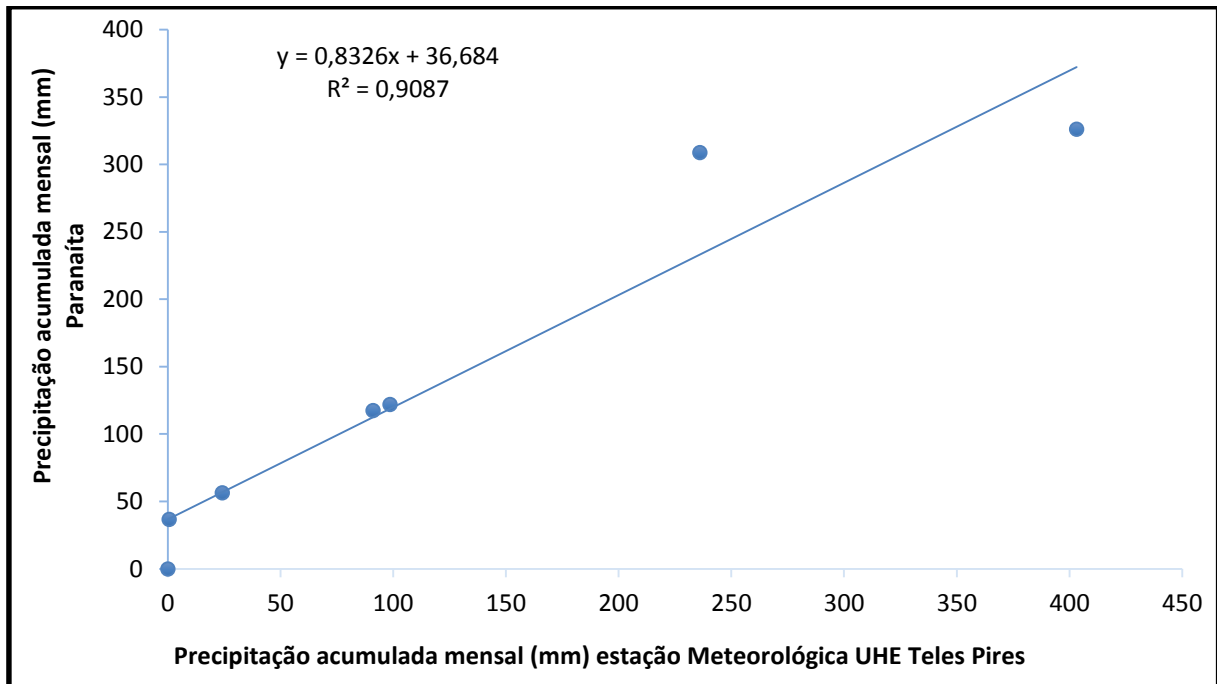


Figura 56. Correlação entre a estação Paranaíta e a estação Meteorológica UHE Teles Pires.

Para correlação da estação Balsa do Cajueiro com as estações UHE e a estação Meteorológica UHE Teles Pires (Figuras 57 e 59), foram utilizados os dados de precipitação acumulada dos meses de fevereiro a outubro de 2013. Na correlação com a estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo (Figura 58) foi utilizado os dados de precipitação acumulada dos meses maio a outubro de 2013.

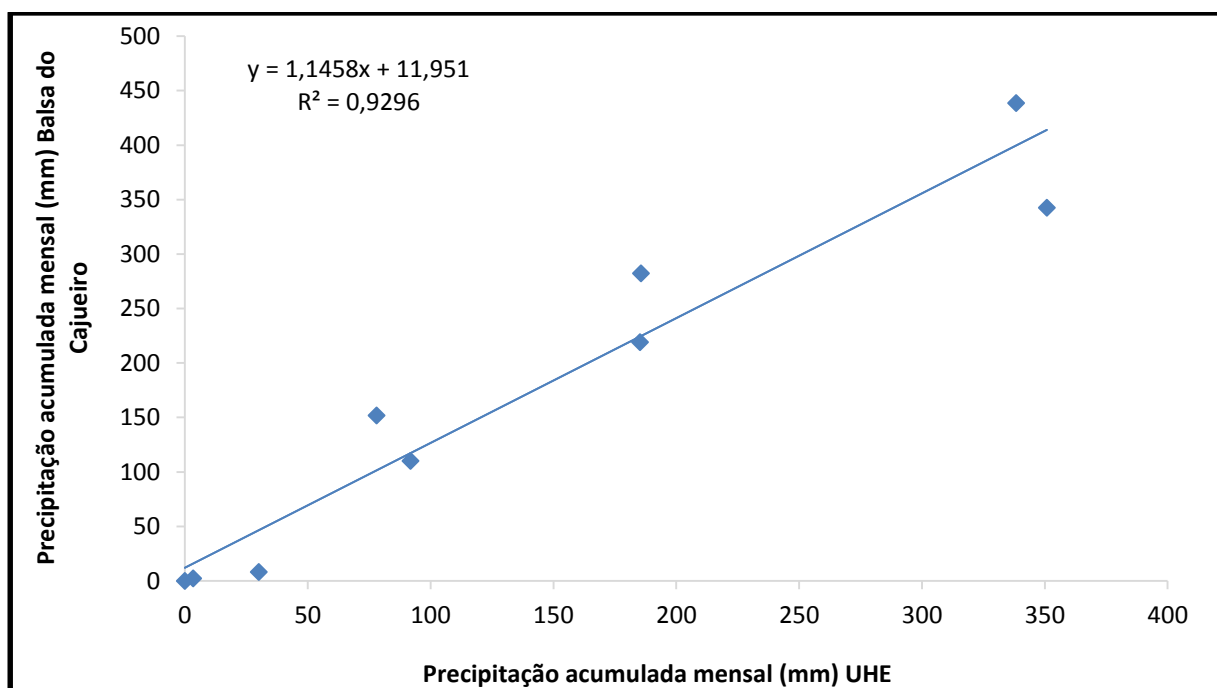


Figura 57. Correlação entre as estações Balsa do Cajueiro e UHE.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

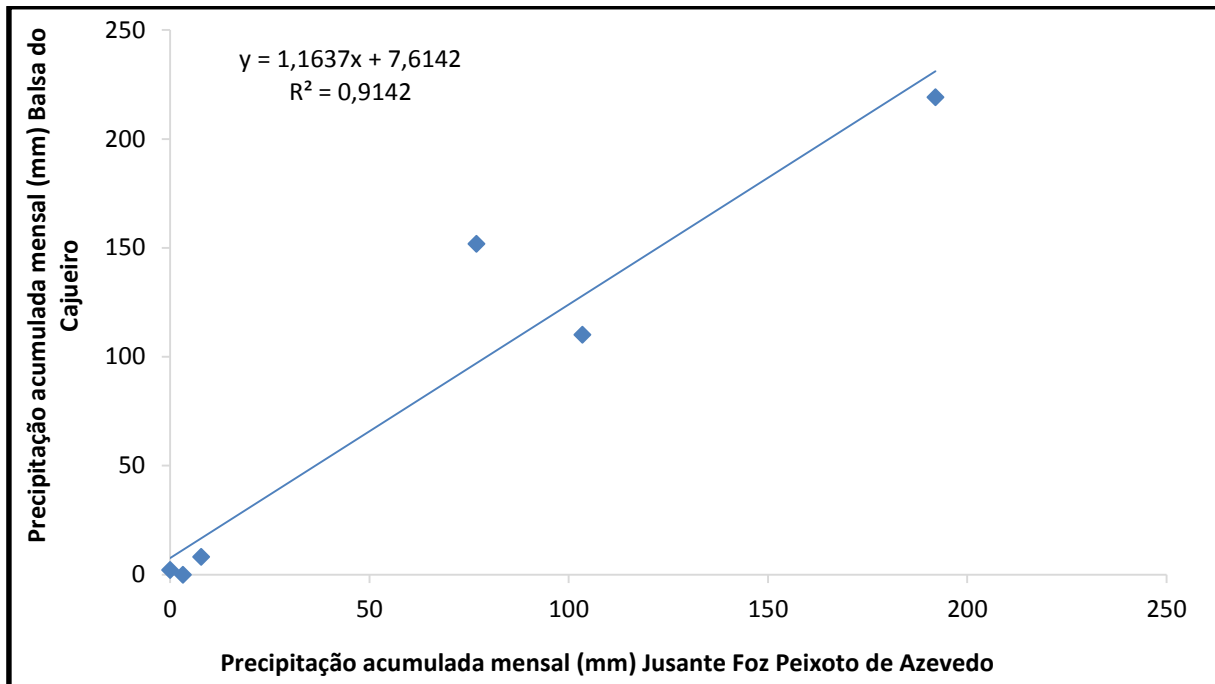


Figura 58. Correlação entre as estações Balsa do Cajueiro e Jusante Foz Peixoto de Azevedo.

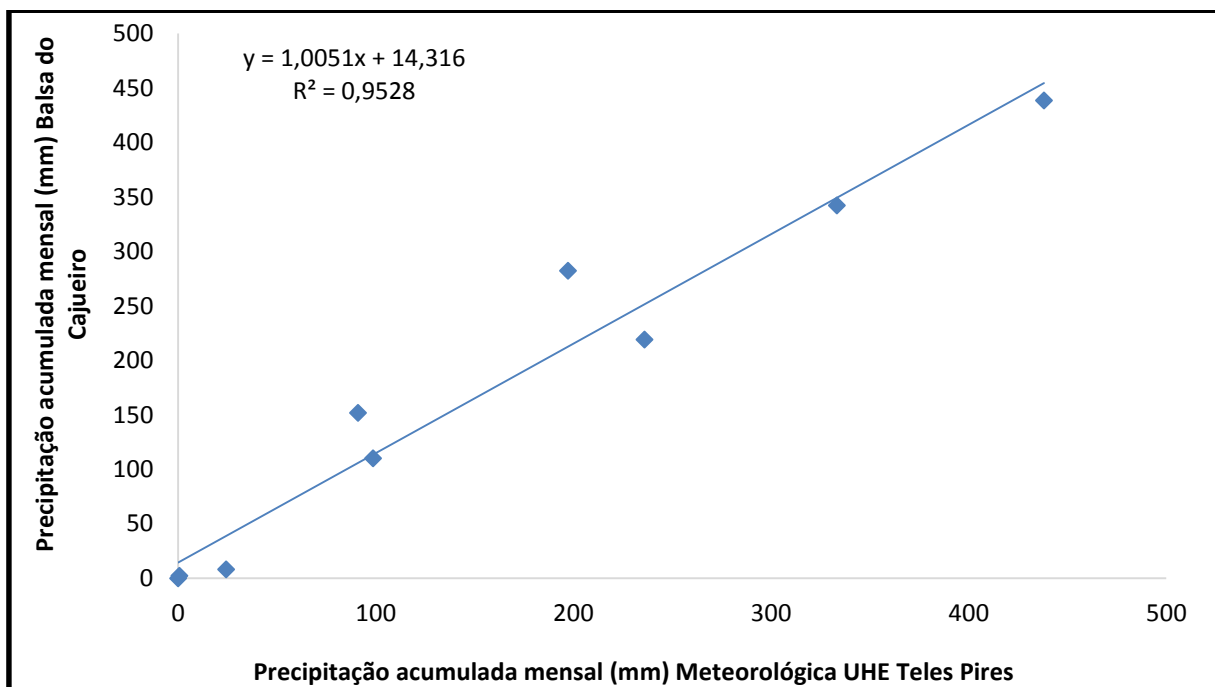


Figura 59. Correlação entre as estações Balsa do Cajueiro do Teles Pires e estação a Meteorológica UHE Teles Pires.

Analisando-se as Figuras 54, 55 e 56 pode-se observar que a correlação entre a estação Paranaíta e UHE apresentou um maior coeficiente de determinação, com um R^2 de 0,9153. Já para a estação Balsa do Cajueiro (Figuras 57 a 59) o maior coeficiente de determinação, R^2 de 1,0051, foi obtido a partir da correlação com a estação Meteorológica UHE Teles Pires. Os

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

preenchimentos e correções das estações Balsa do Cajueiro e Paranaíta foram feitos então com as equações de maiores coeficientes de determinação.

Na **Figura 60** são apresentadas as precipitações acumuladas mensais da estação Paranaíta, com as correções para os meses de dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

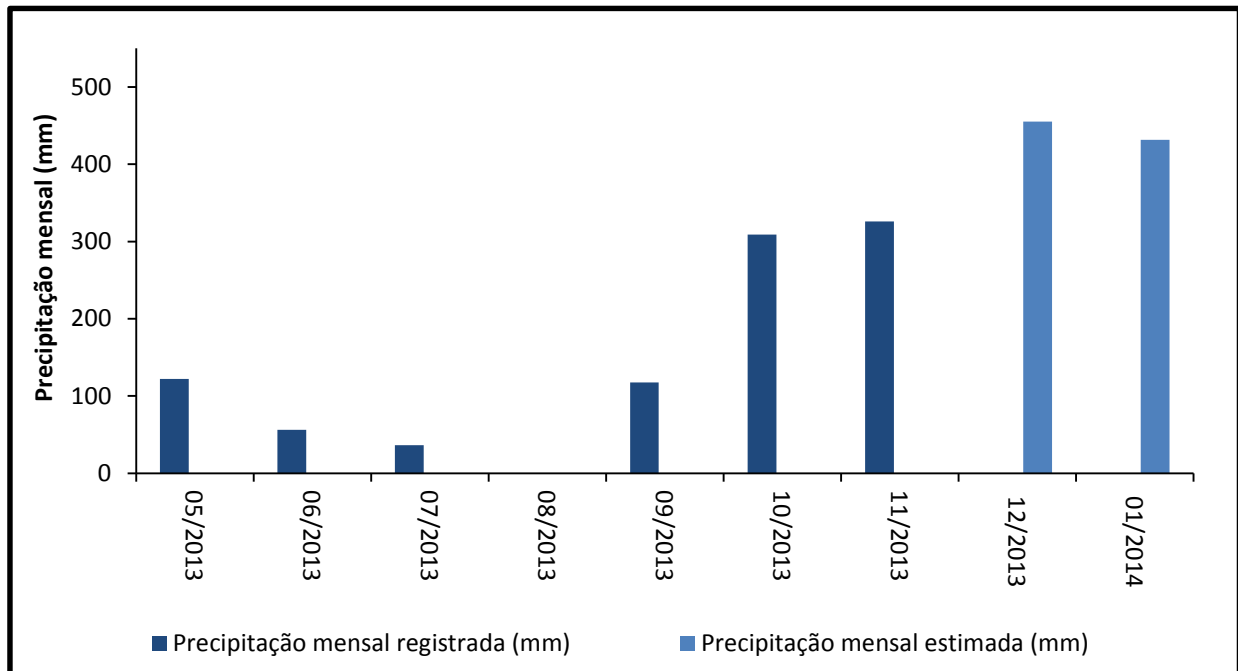


Figura 60. Precipitação acumulada mensal na estação Paranaíta entre nos meses maio de 2013 e janeiro de 2014.

Na **Figura 61** são apresentadas as precipitações acumuladas mensais na estação Balsa do Cajueiro, com as correções para os meses novembro de 2013 a janeiro de 2014.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

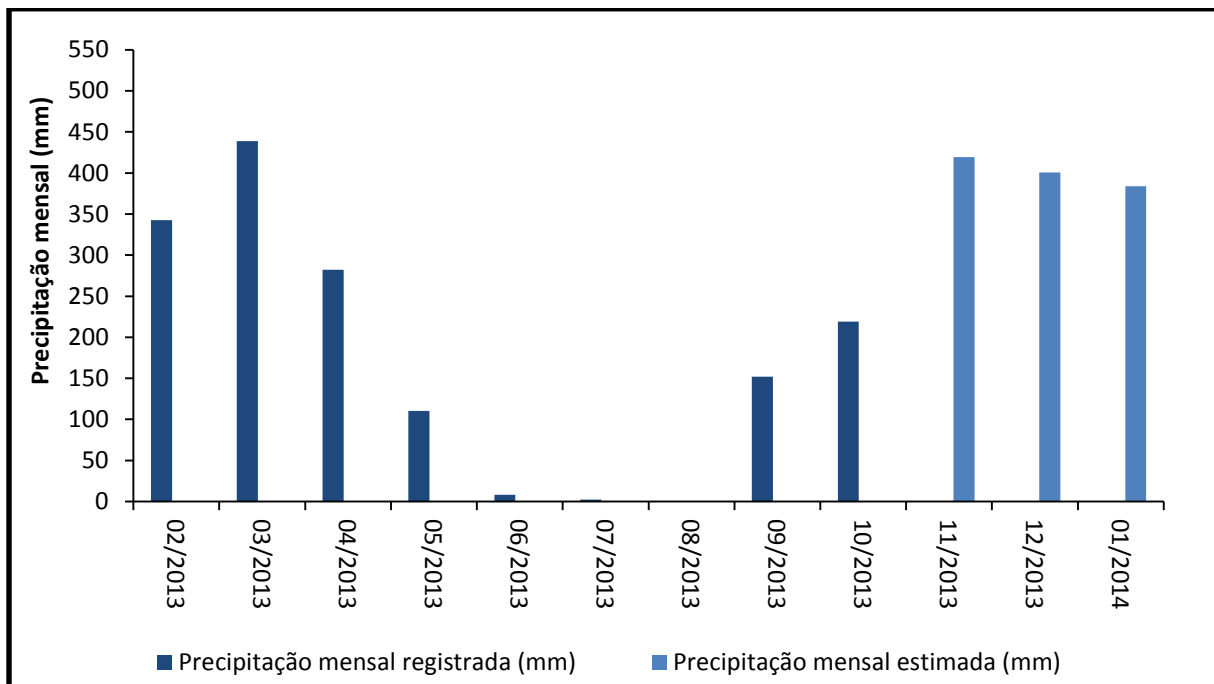


Figura 61. Precipitação acumulada mensal na estação Balsa do Cajueiro entre nos meses fevereiro de 2013 e janeiro de 2014.

Analisando os gráficos das Figuras 60 e 61 pode-se observar o contraste entre os valores de precipitação registrados pelas estações Balsa do Cajueiro e Paranaíta e os valores encontrados pelo ajuste matemático.

Na estação Balsa do Cajueiro observa-se que entre os três meses analisados a maior diferença calculada foi encontrada no mês de novembro de 2013, em que o acumulado registrado pela estação foi de 11,5mm, enquanto que o estimado foi de 419,4mm; valor coerente com as medidas registradas pelas demais estações, que variaram entre 309,2mm (estação UHE) e 459,8mm (estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo).

Para a estação Paranaíta o maior contraste encontrado foi o do mês de dezembro de 2013, com o valor registrado de 3,6mm acumulados e o valor de 455,2mm estimado, assim como no caso anterior, observa-se que o valor estimado encontra-se coerente com os valores obtidos pelo restante da rede pluviométrica, no qual, o mínimo valor registrado no mês foi o de 238,6mm (Jusante Foz Peixoto de Azevedo) e o maior de 386,2mm (estação UHE).

Devido ao acidente ocorrido com a estação hidrométrica UHE no dia 19 de fevereiro de 2014, foi realizado o procedimento de preenchimento de falhas para a estação citada entre os meses de fevereiro a maio de 2014, para tanto foi utilizada a correlação entre a estação UHE e a estação Balsa do Cajueiro, a partir dos dados de precipitação mensal de fevereiro a outubro de 2013, período em que ambas estações funcionaram plenamente. Obteve-se um coeficiente de determinação satisfatório, R^2 de 0,9296, o que permitiu o preenchimento das falhas mencionadas através da equação linear obtida graficamente (Figura 62).

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

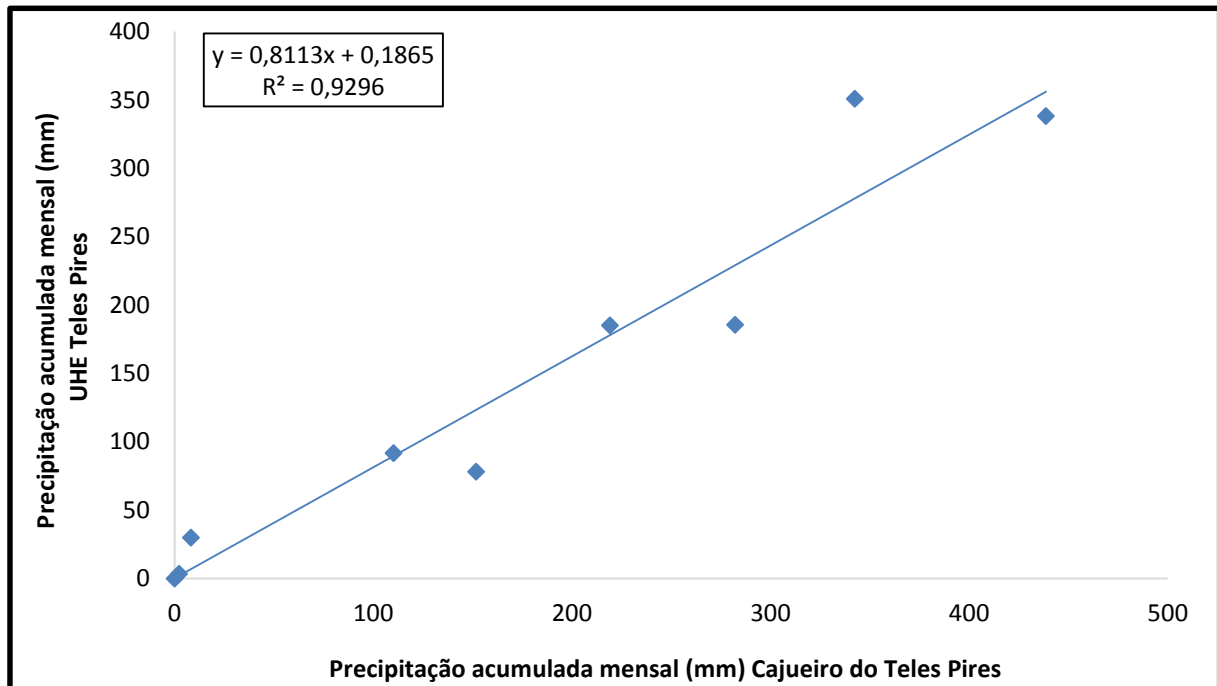


Figura 62. Correlação entre a estação Cajueiro do Teles Pires e a estação UHE Teles Pires.

Na **Figura 63** são apresentadas as precipitações acumuladas mensais na estação UHE Teles Pires.

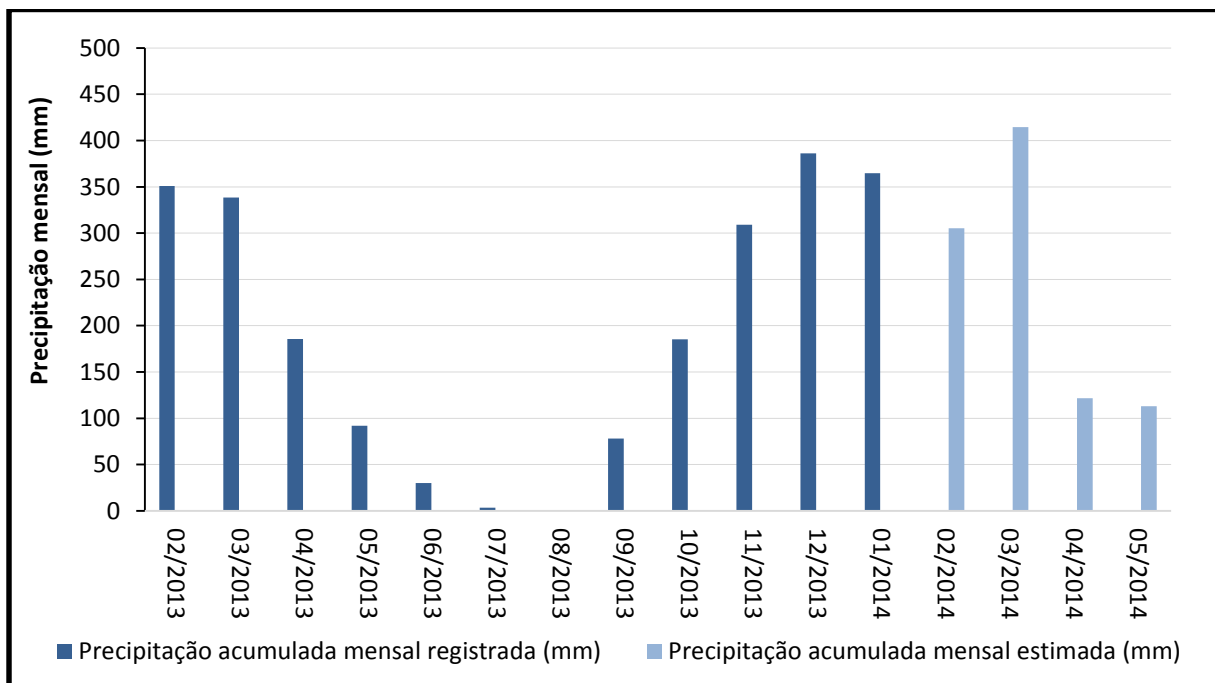


Figura 63. Precipitação acumulada mensal na estação UHE Teles Pires entre fevereiro de 2013 e maio de 2014.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

Analisando o gráfico da **Figura 63**, pode-se ver que no período estimado o maior valor de precipitação acumulada ocorreu no mês de março de 2014, com 414,51 mm acumulados, sendo inclusive o maior valor da série.

6.4 Distribuição espacial da precipitação no entorno da UHE Teles Pires

A partir dos dados de precipitação acumulada diária, registrados pelas estações hidrométricas Balsa do Cajueiro, UHE, Paranaíta e Jusante Foz Peixoto de Azevedo, juntamente com os dados de chuva das estações meteorológicas UHE Teles Pires e Alta Floresta, realizou-se, através de um processo de interpolação matemática, a análise do comportamento espacial da distribuição de chuva no entorno da UHE Teles Pires.

O método de interpolação consiste numa ferramenta matemática que permite construir um novo conjunto de dados a partir de um conjunto discreto de dados pontuais previamente conhecidos. São utilizadas diversas metodologias matemáticas para o cálculo da modelagem, sendo que neste trabalho, utilizou-se o método da krigagem, um dos métodos mais utilizados em geoestatística.

A área de estudo foi delimitada entre as latitudes de 9,3°S e 9,9°S e as longitudes de 56,0°W e 56,8°W, contemplando os municípios de Alta Floresta e Paranaíta.

Nas **Figuras 64 a 69** pode-se visualizar a distribuição espacial da precipitação entre os meses de janeiro de 2013 e maio de 2014. Para tanto, a série temporal foi dividida em acumulados trimestrais, em que a primeira série, amostrada na **Figura 64**, corresponde ao acumulado de precipitação entre os meses de janeiro e março de 2013, e assim sucessivamente até a **Figura 69**, que corresponde ao acumulado de precipitação entre os meses de abril e maio de 2014.

Como as estações hidrométricas começaram a operar no mês de janeiro de 2013, no trimestre anterior, de outubro a dezembro de 2012, não foi possível calcular a estimativa de precipitação para a região, já que os dados provenientes das duas estações meteorológicas não foram suficientes para realizar o cálculo da interpolação.

Durante o primeiro trimestre de 2013, todas as estações instaladas até o momento, ou seja, as estações hidrométricas Balsa do Cajueiro e UHE e as meteorológicas UHE Teles Pires e Alta Floresta, registraram precipitação significativa, sendo que a estação meteorológica Alta Floresta coletou o maior valor acumulado no período, com 1876,1mm.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

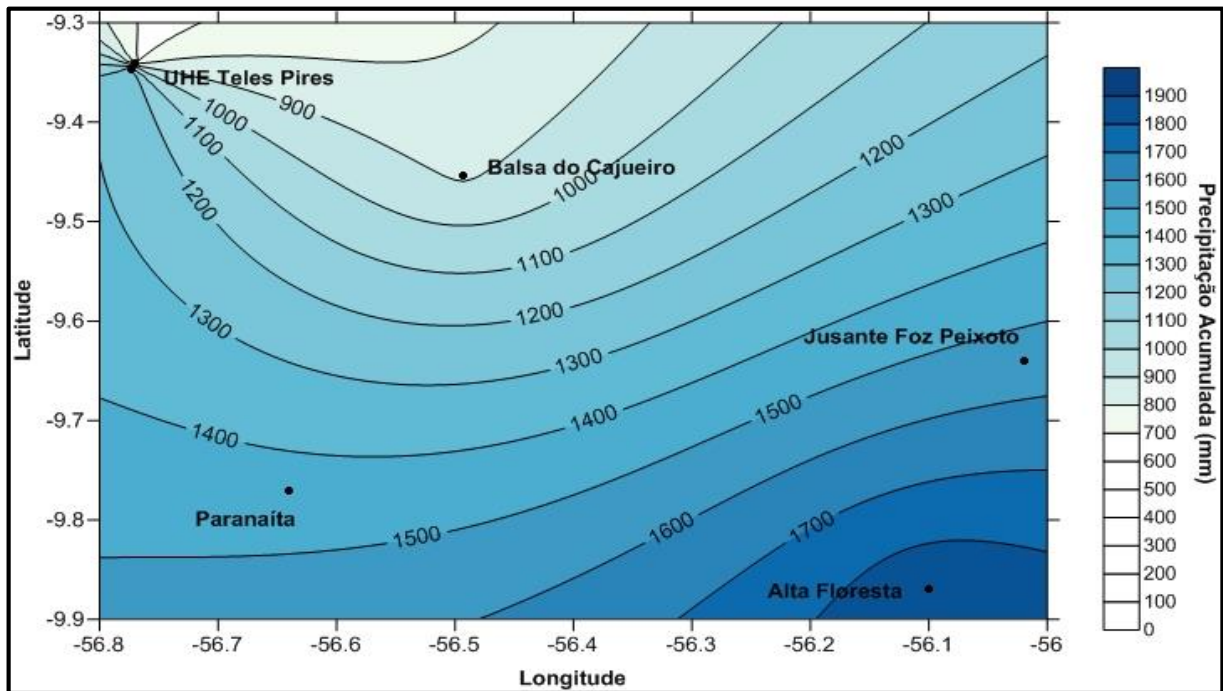


Figura 64. Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os meses de janeiro a março de 2013.

Durante os meses de abril a junho de 2013, depois de finalizada a instalação de toda a rede pluviométrica do entorno da UHE Teles Pires, todas as estações analisadas registraram precipitação, sendo que a maior precipitação acumulada foi coletada pela estação meteorológica de Alta Floresta, com 400,6mm de precipitação.

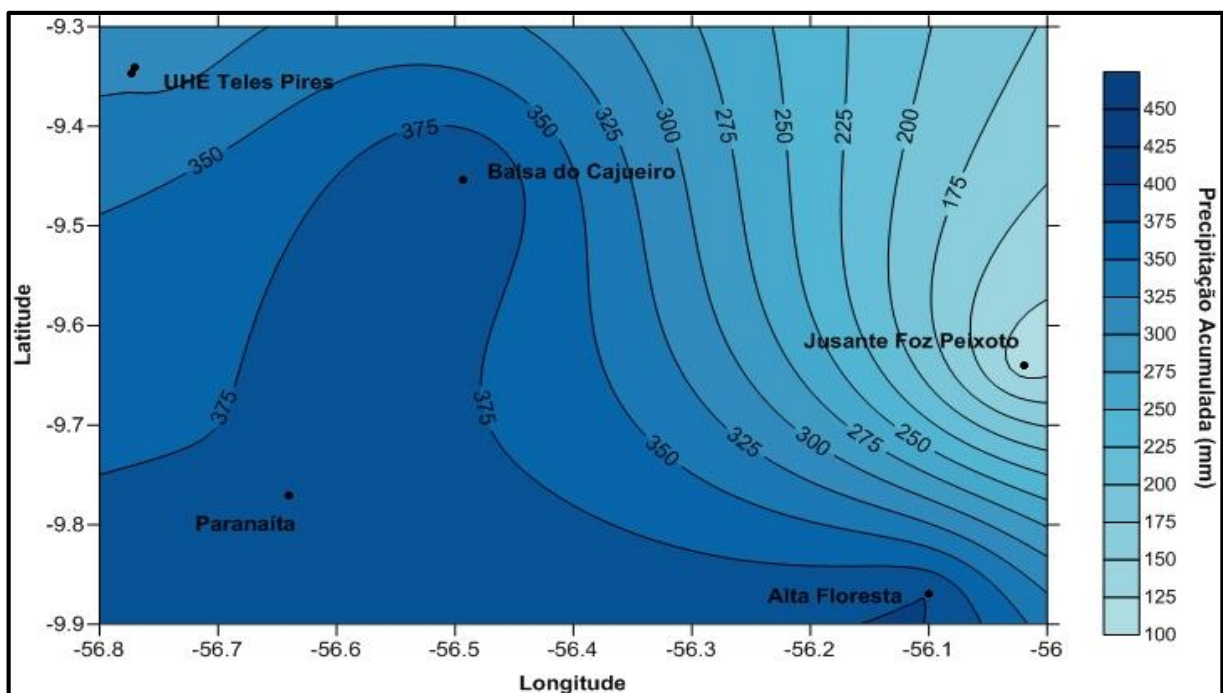


Figura 65. Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os meses de abril a junho de 2013

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

Entre os meses de julho e setembro de 2013, todas as estações voltaram a apresentar valores de precipitação, sendo que as estações que apresentaram os maiores valores coletados foram às estações hidrométricas Balsa do Cajueiro e Paranaíta, com 154,0mm acumulados em ambas.

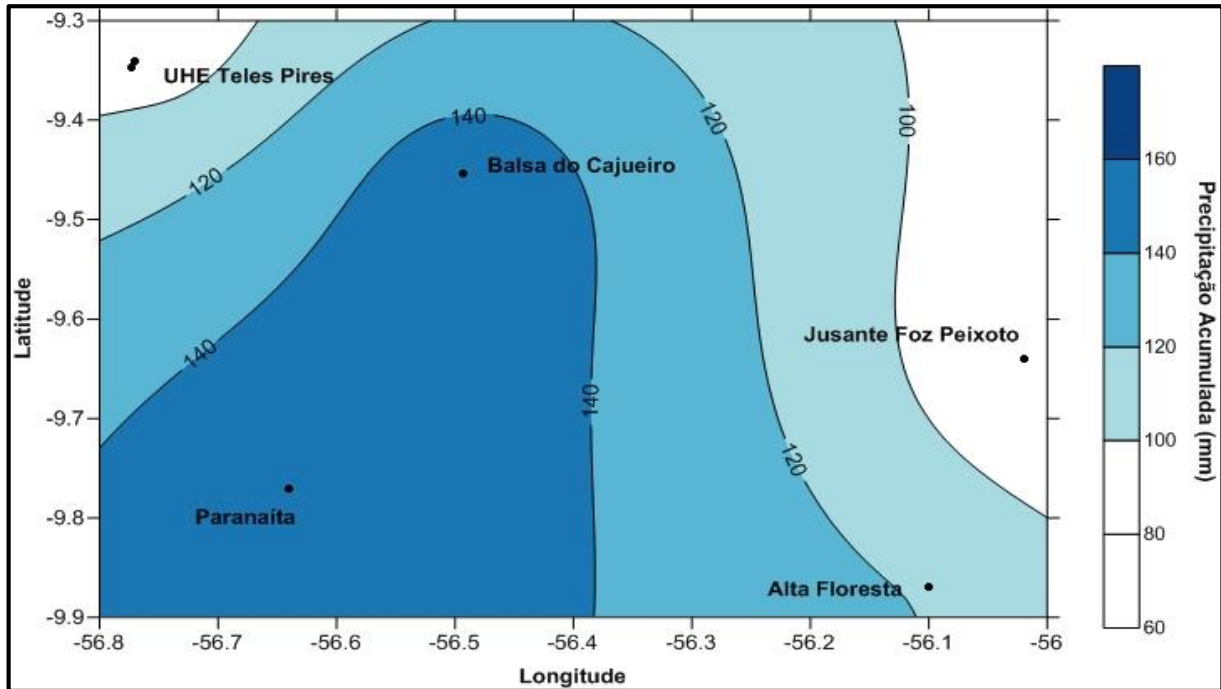


Figura 66. Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os meses de julho a setembro de 2013.

Durante o último trimestre de 2013 todas as estações voltaram a registrar precipitação, sendo que a estação Paranaíta foi a que obteve o maior taxa de precipitação acumulada, com 1090,0mm, valor obtido através do processo de regressão linear, apresentado no tópico anterior.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

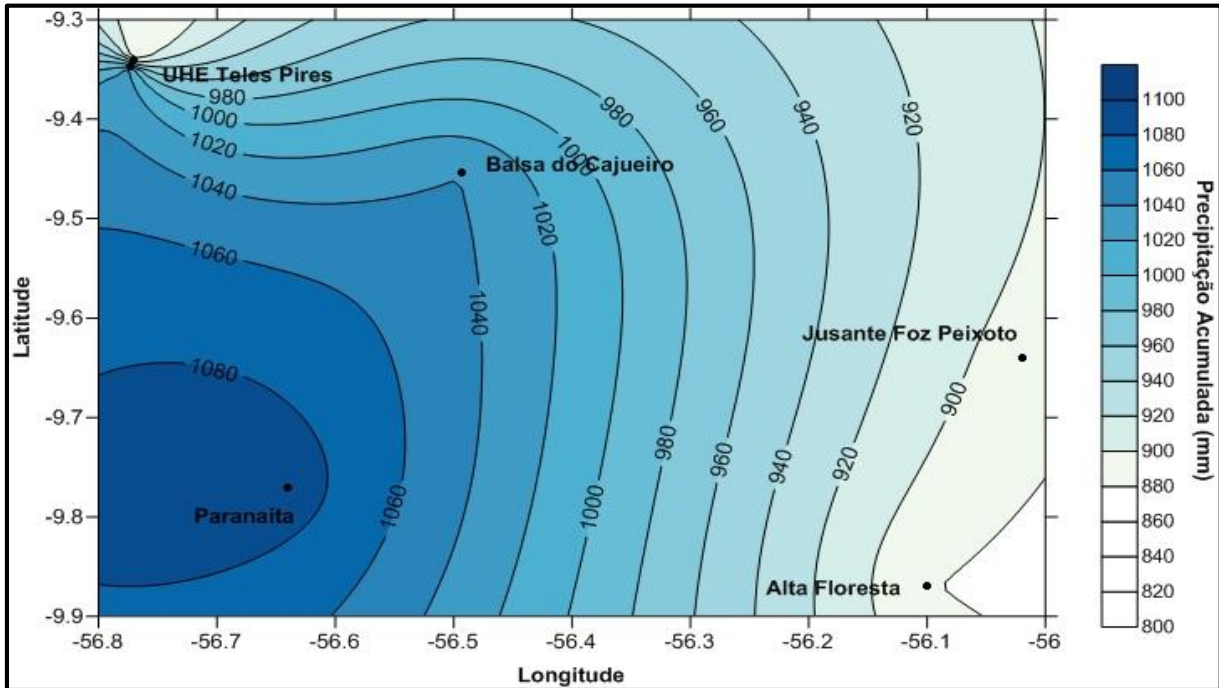


Figura 67. Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os meses de outubro a dezembro de 2013.

Durante os meses de janeiro a março de 2014 todas as estações registraram precipitação, sendo que a estação meteorológica de Alta Floresta foi a que obteve o maior valor acumulado, com 1326,8mm.

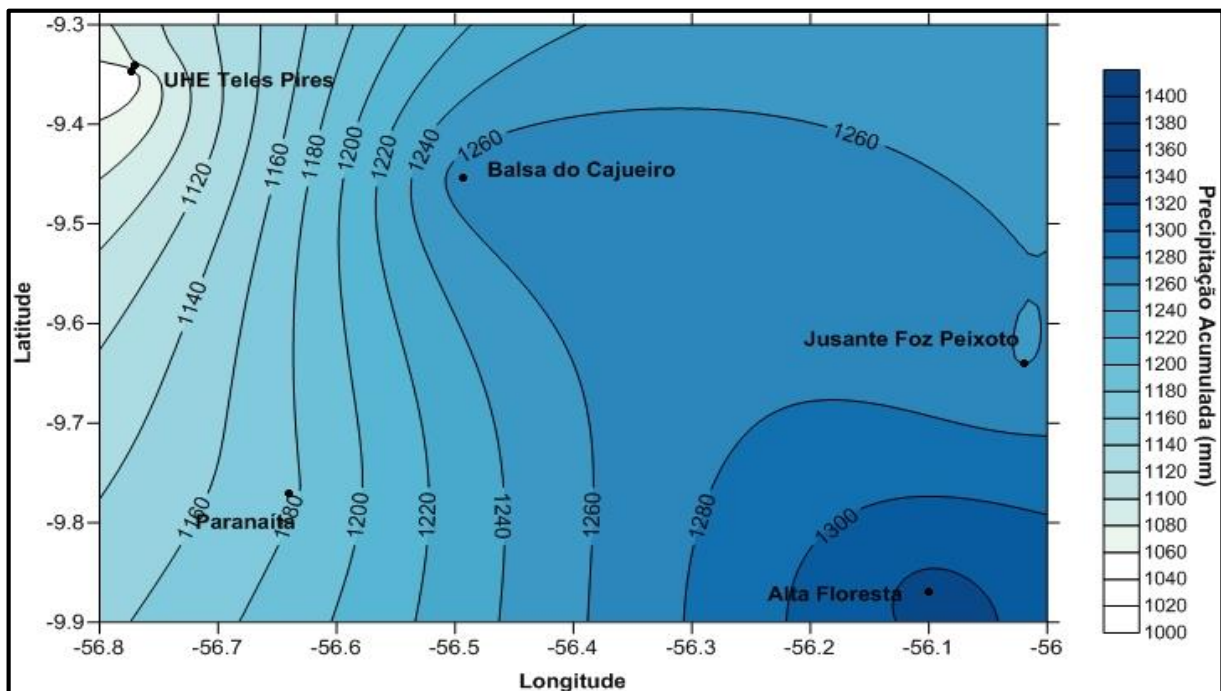


Figura 68. Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os meses de janeiro a março de 2014.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

Durante os meses de abril e maio de 2014 todas as estações registraram precipitação, sendo que a estação meteorológica de Alta Floresta foi a que obteve o maior valor acumulado, com 428,8mm.

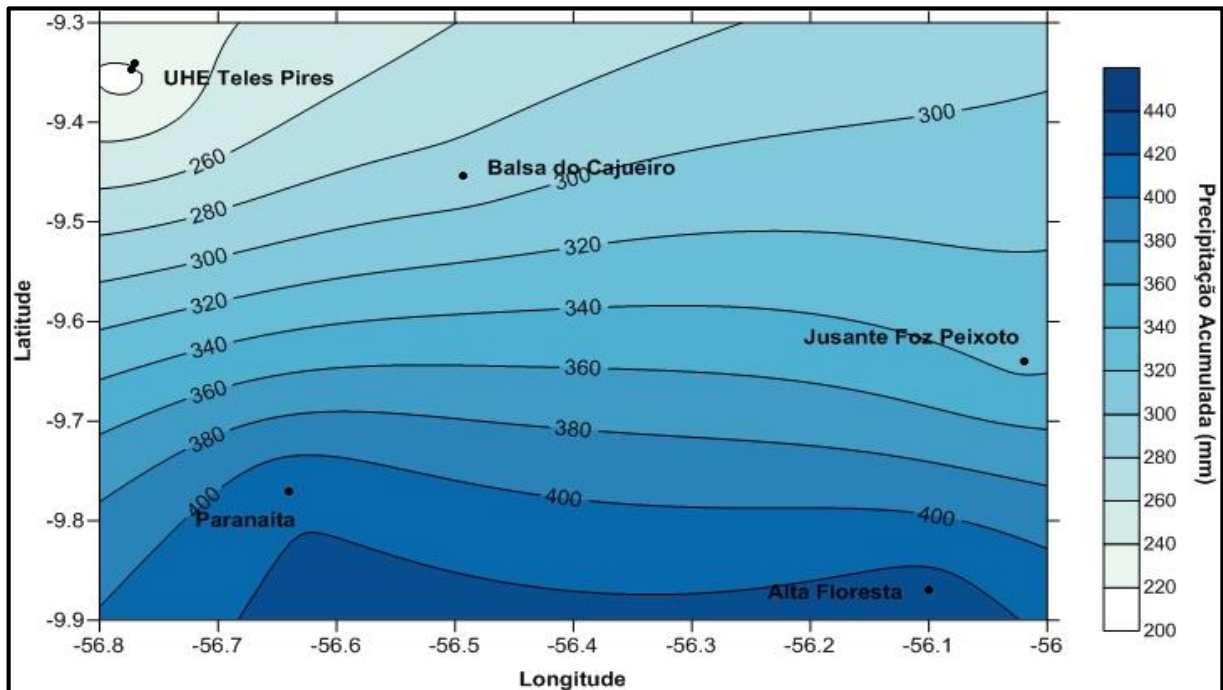


Figura 69. Distribuição espacial da precipitação acumulada entre os meses de abril e maio de 2014.

6.5 Comparação dos resultados obtidos

A partir dos dados coletados pelo programa climatológico no período de outubro de 2012 até o momento, é possível realizar algumas comparações estatísticas dos dados coletados pelas estações hidrometeorológicas que compõem a rede de monitoramento do entorno da UHE Teles Pires.

Nessa comparação, observa-se que as temperaturas médias diárias mais altas foram registradas pela estação meteorológica de Alta Floresta, com o valor de 28,46°C, enquanto que a média para a estação meteorológica UHE Teles Pires foi de 26,05°C. A máxima para o período também foi registrada pela estação de Alta Floresta, com 39,6°C, enquanto que a mínima correspondeu a 14,1°C, dessa vez coletada pela estação UHE Teles Pires, muito próxima da mínima coletada pela estação de Alta Floresta, igual a 14,6°C. Os maiores valores médios de umidade relativa do ar foram registrados pela estação UHE Teles Pires, com 85,77%, comparado com o valor de 70,76%, registrado pela estação de Alta Floresta. O valor mínimo de umidade relativa do ar foi coletado pela estação meteorológica UHE Teles Pires, sendo que a máxima atingida pelas estações foi de 100% de umidade relativa do ar.

Os maiores valores de velocidade do vento médio diário foram calculados através dos dados registrados pela estação de Alta Floresta, com 1,65m/s. No entanto, o máximo valor

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

registrado (rajada) em todo o período pelas estações foi de 13,09m/s na estação UHE Teles Pires. A direção predominante do vento apresenta valores de 173,5°(componente S) para a estação UHE Teles Pires e de 115,7°(componente ESE) para a estação de Alta Floresta.

Analisando o regime de chuvas, a partir dos dados coletados pelas estações meteorológicas UHE Teles Pires e Alta Floresta e pela rede pluviométrica, nota-se que o maior valor de precipitação acumulada mensal foi encontrado na estação meteorológica de Alta Floresta no mês de março de 2013, com o total de 755,1mm, sendo que o acumulado para o mesmo mês na estação UHE Teles Pires foi igual a 438,0mm. No dia 20 de fevereiro de 2013 observou-se o maior valor de precipitação diária acumulada, com o total de 158,0mm, coletado também pela estação meteorológica de Alta Floresta.

A distribuição espacial das chuvas na região do entorno da UHE Teles Pires pareceu homogênea, com valores coerentes de precipitação dentro dos intervalos de tempo definidos. É possível também notar a variação sazonal no acumulado de precipitação das estações, em que o trimestre de janeiro a março contempla o maior valor de precipitação acumulada de toda a série, caracterizando a estação chuvosa do ano. Em contrapartida, nos meses de julho a setembro observa-se um acumulado de chuva muito inferior ao período anterior, caracterizando a estação seca, e nos demais intervalos nota-se valores intermediários, com o trimestre outubro a dezembro com valores maiores do que o intervalo de abril a junho.

6.6 Caracterização Climática

A partir dos dados que se dispõe até o momento, provenientes da estação meteorológica UHE Teles Pires, pode-se caracterizar o microclima da região do entorno do empreendimento. Para tanto, convencionou-se utilizar como metodologia de estudo a classificação climática de Köppen, sendo que a mesma consiste na metodologia de classificação global mais utilizada em geografia e climatologia.

A classificação climática de Köppen-Geiger divide os climas em cinco grandes grupos e diversos tipos e subtipos. Cada clima é representado por um conjunto variável de letras com dois ou três caracteres. A primeira letra maiúscula ("A", "B", "C", "D", "E") denota a característica geral do clima de uma região, constituindo o indicador do grupo climático. A segunda letra minúscula estabelece o tipo de clima dentro do grupo, e denota as particularidades do regime pluviométrico, ou seja, a quantidade e distribuição da precipitação. Nos grupos cuja primeira letra é "B" ou "E", a segunda letra é também uma maiúscula, denotando a quantidade da precipitação total anual (no caso "B") ou a temperatura média anual do ar (no caso "E"). A terceira letra também minúscula indica a temperatura média mensal do ar dos meses mais quentes (nos casos em que a primeira letra seja "C" ou "D") ou a temperatura média anual do ar (no caso da primeira letra ser "B") (VIANELLO; ALVES, 1991).

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

No gráfico da **Figura 70** observa-se o perfil de temperaturas médias mensais e acumulados mensais de precipitação coletados pela estação UHE Teles Pires.

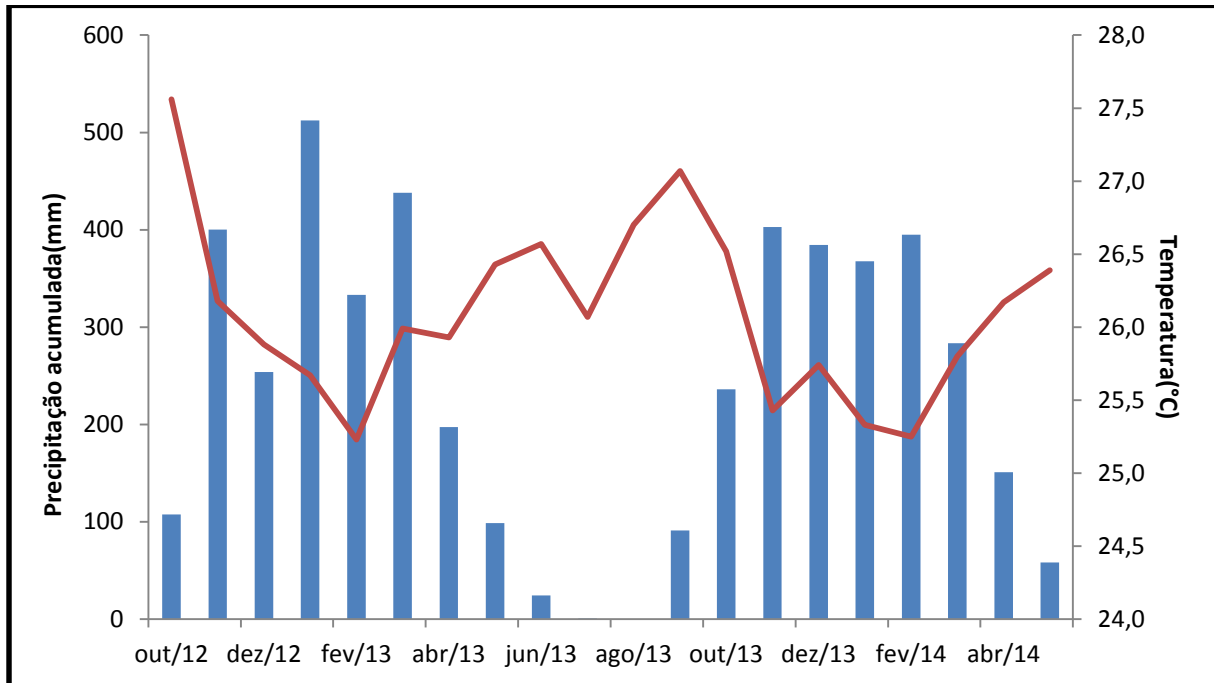


Figura 70. Precipitação acumulada mensal (em azul) e temperatura média mensal (em vermelho) coletados pela estação UHE Teles Pires.

A partir das informações do gráfico acima pode-se classificar o microclima da região. Nota-se que a temperatura média mensal em todos os meses, obteve valores superiores a 18°C, o que caracteriza o clima como A (clima tropical), enquanto que os valores mínimos de precipitação são inferiores a 60 mm por mês, o que, de acordo com a metodologia de Köppen, caracteriza o clima como de monção (m). Portanto, pode-se caracterizar o microclima da região, a partir dos dados coletados até o momento, como Tropical de monção (Am).

6.7 Sistema de alerta da estação meteorológica UHE Teles Pires

No mês de junho de 2014 foi implementado o sistema de alerta da estação meteorológica UHE Teles Pires, nele está configurado um sistema que envia aos órgãos municipais responsáveis, como bombeiros, defesa civil e etc., dos municípios de Alta Floresta-MT e Paranaíta-MT, um e-mail nas situações em que forem detectados valores extremos de precipitação, indicando o total acumulado medido e o horário específico da medição.

Foi enviada no 4º relatório semestral uma justificativa a alteração do sistema de alerta da estação meteorológica, sendo posteriormente aprovada pelo órgão responsável no Parecer 1098/2014.

Inicialmente configurou-se o sistema para que o mesmo detecte valores de precipitação acumulada superiores a 100 mm no intervalo de 1 hora. Nessas ocasiões será enviada aos endereços citados uma mensagem de alerta, e posteriormente, dependendo da necessidade

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

dos interessados, poderão ser configurados alarmes relativos a outros parâmetros, como extremos de temperatura, umidade relativa do ar, entre outros.

6.8 Indicadores e Metas

O programa de monitoramento climatológico tem como objetivo acompanhar e monitorar a evolução dos parâmetros meteorológicos na região de entorno do reservatório da UHE Teles Pires, antes, durante e depois a implantação do mesmo. Para tanto, foi instalada, uma estação meteorológica automática UHE Teles Pires, em operação contínua desde outubro de 2012, que transmite dados via satélite a cada hora; e quatro estações hidrométricas (Balsa do Cajueiro, UHE, Paranaíta, e estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo), cada uma contendo um pluviômetro automático que envia dados via satélite a cada hora. Além disso, foi formalizado um acordo de cooperação técnica com o INMET, afim garantir a legitimidade dos dados.

Desde o início do programa vem sendo monitorados, através de relatórios mensais e semestrais, os seguintes parâmetros meteorológicos: (i) temperatura do ar; (ii) umidade relativa do ar; (iii) pressão atmosférica; (iv) radiação solar incidente; (v) insolação diária; (vi) intensidade e direção vento; (vii) evapotranspiração; e (viii) os totais acumulados de precipitação diários e mensais. Além disso, são realizadas atividades de campo nas quais são feitas a manutenção das estações, a fim de garantir a legitimidade dos dados, impedindo possíveis problemas.

Atendendo as exigências do programa, foi realizada uma visita técnica a estação meteorológica de Alta Floresta, com o objetivo de adequar a mesma as especificações requeridas pelo programa de monitoramento, além disso, é realizada regularmente a comparação sistemática dos dados adquiridos nas estações UHE Teles Pires e Alta Floresta, a fim de identificar quaisquer inconsistências nos dados coletadas ou mesmo quaisquer modificações nos parâmetros climáticos, tomando de imediato as devidas atividades corretivas.

Analisando os parâmetros de desempenho do programa, até o momento, nota-se que as atividades de confecção de relatórios e manutenções periódicas encontram-se dentro do prazo, sem nenhum atraso; o funcionamento das estações encontrou pouco ou nenhum problema, sendo que as falhas registradas restringiram-se ao início do programa; ou foram causados por eventuais eventos extraordinários, como a cheia do rio Teles Pires que ocasionou na perda temporária do equipamento da estação hidrométrica UHE; ou a situações pontuais como o acúmulo acidental de folhas e sementes no sensor de chuva, ocorrido no intervalo de tempo entre as atividades de manutenção, mas sem causar nenhum prejuízo a coleta de dados do programa.

P.10 - Programa de Monitoramento Climatológico

Como complemento às atividades desenvolvidas pelo programa, foi elaborado um sistema de envio de boletins meteorológicos diários e mensais, com os dados coletados pela estação meteorológica UHE Teles Pires.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento climatológico da região de influência do UHE Teles Pires, em atividade desde o mês de setembro de 2012, prosseguiu suas atividades até o mês de maio de 2014, através da aquisição e análise dos parâmetros coletados pelas estações componentes da rede de monitoramento da UHE Teles Pires, e seguem o cronograma enviado no 2º Relatório Semestral de atividades. As estações encontram-se em pleno funcionamento, enviando dados em tempo real. Os dados coletados pelas estações da UHE Teles Pires, juntamente com os dados da estação Meteorológica de Alta Floresta, caracterizam de maneira completa o microclima do local, e irão, através do prosseguimento do programa, permitir a visualização de qualquer eventual mudança no microclima local, sendo necessário a continuidade do mencionado programa durante toda a vida útil do empreendimento.

A disponibilização de boletins meteorológicos diários, respectivos aos dados coletados pela estação UHE Teles Pires, continua sendo oferecida pela VERACRUZ. Esses boletins facilitam a visualização dos resultados diários das estações, uma vez que os dados são apresentados consolidados na forma de gráficos que contemplam variáveis de temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, precipitação acumulada, pressão atmosférica e velocidade do vento.

O banner meteorológico da estação meteorológica UHE Teles Pires, disponibilizado no site do empreendimento, tem como objetivo manter a população informada das condições meteorológicas da região, através dos valores em tempo real de temperatura do ar, umidade relativa, precipitação acumulada, radiação solar e velocidade do vento.

Caso haja interesse, a VERACRUZ, juntamente com a *Companhia Hidrelétrica Teles Pires (CHTP)*, disponibilizam o envio diário dos boletins meteorológicos através de solicitação no e-mail: felipe@veracruz.srv.br ou boletim@veracruz.srv.br.

Os dados brutos referentes às estações meteorológicas UHE Teles Pires e Alta Floresta, e às estações pluviométricas podem ser visualizados no CD em anexo.

REFERÊNCIAS

- FONZAR, B. C. A Circulação Atmosférica na América do Sul: os dois grandes sistemas planetários e subsistemas regionais que atingem o continente: localização e trajetórias. In: **Caderno de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 11-33, 1994.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE, v.4, 1979.
- SILVA DIAS, P., MARENGO, J. **Águas atmosféricas**. REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA Jr. B.; TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil - capital ecológico, usos múltiplos exploração racional e conservação. Eds. 2ª Edição, IEA/USP, 2002, p. 65-116.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, AR. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1991, p. 449.