



PROJETO
PRODUTORES DE ÁGUA E FLORESTA - COMITÊ GUANDU
AMPLIAÇÃO DO PROJETO NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO – RJ

PRODUTO 5.5
RELATÓRIO DO MONITORAMENTO HIDROLÓGICO



2016



ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Prefeitura Municipal de Rio Claro

Avenida João Baptista Portugal, 230. Centro

Rio Claro – RJ

CEP: 27.460-000

Telefone: (024) 3332-1717





TECNOGEO INFORMÁTICA LTDA EPP.

Avenida Guadalupe, 632 – Sala 01 – Jardim América
São José dos Campos – SP
CEP: 12.235-000
Telefone: (12) 3937-1711

Elaboração e Execução:

TECNOGEO INFORMÁTICA LTDA – EPP.

Todos os direitos reservados.
É permitida a reprodução de dados e de informações
contidas nesta publicação, desde que citada a fonte.

Coordenadora do Projeto

Camila Rodrigues
Engenheira Ambiental
CREA: 5069279086

Responsáveis Técnicos

Vinicius Soares
Paulo Victor Marques

Gerência Executiva e Financeira

Abisael Seco Peixoto
Patrícia Regina Lemes Peixoto

SUMÁRIO

ÍNDICE DE QAUDROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
APRESENTAÇÃO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Região Hidrográfica do Guandu	8
1.2. O Projeto Produtores de Água e Floresta	10
1.2.1 O Projeto	10
1.2.2 Área de Abrangência	10
2. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO	13
2.1 Estações Pluviométricas.....	16
2.2 Estações Fluviométricas.....	16
2.2.1 Levantamento das Seções Transversais	18
2.2.2 Medições de Vazão	20
3. RESULTADOS.....	25
3.1 Pluviometria	25
3.2 Fluviometria	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

ÍNDICE DE QAUDROS

Quadro 1 - Localização e características das estações pluviométricas em estudo.....	17
Quadro 2 - Localização e características das estações fluviométricas em estudo.....	17
Quadro 3 - Localiação e altitude dos Referenciais de Nível (RN) das seções.....	20
Quadro 4 - Distância recomendada entre as verticais de acordo com a largura do rio.	22
Quadro 5 - Número e posição de pontos para medição na vertical recomendados de acordo com a profundidade do rio.	22
Quadro 6 - Largura e profundidade máxima.....	24
Quadro 7 - Precipitação total mensal (mm) e dias chuva referentes ao período entre dez/2009 e dez/2015 das estações Escola, Guandu Ruth, Orlando Marques e Sambaíba (pluviômetros manuais e automáticos). (dados em vermelho apresentam inconsistências)	26
Quadro 8 - Precipitações médias, máximas e mínimas mensais (mm) e quantidades médias de dias de chuva por mês referente ao período de dez/2009 a dez/2015 das estações Escola, Guandu Ruth e Orlando Marques (pluviômetros manuais).	29
Quadro 9 - Precipitação total anual (mm) aferida nas estações Escola, Guandu Ruth, Orlando Marques e Sambaíba (pluviômetros manuais e automáticos) no período de 2010 a 2015.....	30
Quadro 10 – Nível d’água (NA) (metros), largura do espelho d’água (metros) e área da seção (m ²) da estação Gonzalo (rio das Pedras) em cada levantamento.....	36
Quadro 11 - Nível d’água (NA) (metros), largura do espelho d’água (metros) e área da seção (m ²) da estação Márcia Mendes (rio das Pedras) em cada levantamento.....	36
Quadro 12 - Nível d’água (NA) (metros), largura do espelho d’água (metros) e área da seção (m ²) da estação Ponte Papudos (rio Papaudos) em cada levantamento.....	36
Quadro 13 - Nível d’água (NA) (metros), largura do espelho d’água (metros) e área da seção (m ²) da estação Sambaíba (rio dos Coutinhos) em cada levantamento.	36
Quadro 14 – Vazões medidas e nível d’água dos quatro levantamentos em cada uma das quatro seções monitoradas.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Região Hidrográfica dos Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (RH Guandu).	8
Figura 2 - Área de abrangência do projeto Produtores de Água e Floresta da região hidrográfica do Guandu, no município de Rio Claro - RJ (PAF - Guandu)	11
Figura 3 - Hidrografia da área de abrangência do projeto PAF - Gandu.....	12
Figura 4 - Localização das estações pluviométricas e fluviométricas.....	15
Figura 5 - Estação Total.....	18
Figura 6 - Sistema RTK modelo JAVAD.....	18
Figura 7 – Posição da RN01 das estações (a) Gonzalo (superior esquerda), (b) Márcia Mendes (sup. Direita), (c) Ponte Papudos (inferior esq.) e (d) Sambaíba (inf. dir.)	19
Figura 8 – Marco de concreto com chapa de alumínio instalado nos pontos finais de cada seção (RN02).....	20
Figura 9 - a) Perfil típico de Velocidade e pontos de medição recomendado; b) Seção transversal com indicação de verticais onde é medida a velocidade. Fonte: Santos <i>et al.</i> (2001).....	21
Figura 10 - Exemplo de medição de vazão em uma seção de um rio. Fonte: Santos <i>et al.</i> (2001).....	23
Figura 11 - Exemplo da área utilizada no cálculo da vazão para a velocidade média da vertical de número 2. Fonte: Santos <i>et al.</i> (2001).....	23
Figura 12 - Micromolinete hidrométrico.	24
Figura 13 – Pluviosidade total mensal (mm) das estações Escola, Guandu Ruth, Orlando Marques (pluviômetros manuais) e Sambaíba (pluviômetro automático) referente ao período de dez/2009 a dez/2015. (Obs.: Valores apresentados correspondem somente aos dados consistentes.)	28
Figura 14 - Precipitação média mensal (mm) com desvio padrão das estações Escola, Orlando Marques e Guandu Ruth (pluviômetros manuais), referente ao período de dez/2009 a dez/2015.....	30
Figura 15 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Escola, no período de dez/2009 a nov/2015.	31
Figura 16 – Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Guandu Ruth, no período de dez/2009 a nov/2015.	31

Figura 17 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Orlando Marques, no período de dez/2009 a nov/2015.	32
Figura 18 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Sambaíba, no período de dez/2009 a nov/2015.....	32
Figura 19 - Cotograma da estação Marcia Mendes	34
Figura 20 - Cotograma da estação Gonzalo	34
Figura 21 - Cotograma da estação Sambaíba.	35
Figura 22 - Cotograma da estação Ponte Papudos.	35

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde ao Produto 5.5 referente ao contrato firmado entre a TECNOGEO e a AGEVAP para execução do projeto de Ampliação do Projeto Produtores de Água e Floresta - Comitê Guandu no Município de Rio Claro – RJ. Neste é apresentado um Relatório do Monitoramento Hidrológico do projeto Produtores de Água e Floresta.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Região Hidrográfica do Guandu

A lei federal nº 9.433, de janeiro de 1997, conhecida como a “Lei das Águas”, visa assegurar que a atual e as futuras gerações tenham disponibilidade de água em padrões de quantidade e qualidade adequados, assim como promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, instituindo, para tanto, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recurso Hídricos do Brasil.

No estado do Rio de Janeiro, a lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, instituiu, com base na lei federal, a Política e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Os principais atores que compõem o sistema são os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) e as Agências de Bacia. Os CBHs são órgãos colegiados deliberativos compostos por representantes da sociedade civil, dos usuários de recursos hídricos e do poder público, cuja área de atuação é uma bacia ou uma região hidrográfica. As Agências de Bacia são órgãos técnicos e executivos e atuam na área de abrangência do respectivo Comitê. No estado do Rio de Janeiro foram definidas nove regiões hidrográficas, dentre estas a Região Hidrográfica do Guandu (II).

As bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim fazem parte da região hidrográfica contribuinte à baía de Sepetiba, no estado do Rio de Janeiro. Além destas três grandes bacias, também fazem parte da Região Hidrográfica do Guandu pequenas bacias hidrográficas localizadas no município de Mangaratiba. A Região abrange 15 municípios e possui uma área de drenagem de aproximadamente 1.920 km². O rio Guandu, principal curso d água contribuinte à baía de Sepetiba é formado pelo rio Santana e pelo ribeirão das Lajes, que recebe água através das transposições dos rios Paraíba do Sul e Pirai.

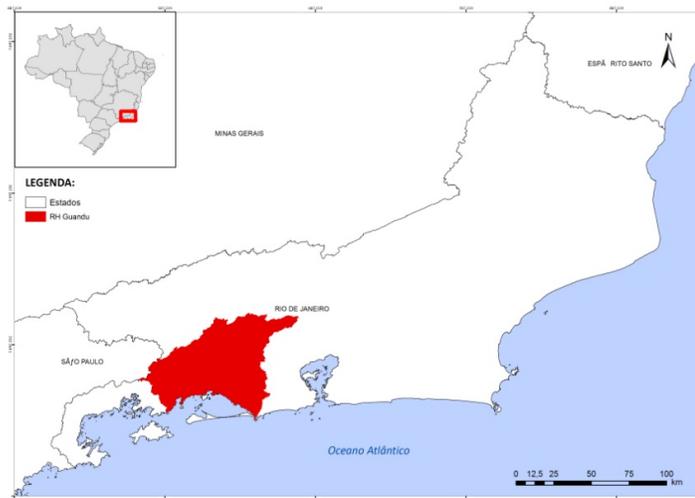


Figura 1 - Região Hidrográfica dos Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (RH Guandu).

Dos quinze municípios que fazem parte da Região Hidrográfica do Guandu, apenas quatro abrangem mais de 65% da área de seu território: Rio Claro, onde se encontra o Reservatório de Lajes; Miguel Pereira, que abrange a maior parte da bacia do rio Santana; Paracambi, onde ocorre a confluência do rio Santana com o ribeirão das Lajes, formando o rio Guandu; e Nova Iguaçu, destacando-se em seu território o rio dos Poços, que nasce na serra do Tinguá, e o rio Ipiranga, afluentes mais próximos da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu) da Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE).

A ETA Guandu utiliza água captada no rio Guandu, que tem sua vazão aumentada em cerca de 80% devido à transposição do rio Paraíba do Sul, e juntamente com a água captada diretamente do Reservatório de Lajes, abastece cerca de nove milhões de habitantes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Atualmente, a vazão média tratada na ETA é de 43m³/s, sendo, portanto, a maior estação de tratamento de água em operação no mundo, e a vazão captada no Reservatório de Lajes é 5 m³/s, recebendo tratamento por simples desinfecção devido a boa qualidade da água.

Além do abastecimento da maior parte da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, as águas transpostas do Paraíba do Sul e as águas do Reservatório de Lajes, que recebe água da transposição do rio Piraí, afluente do Paraíba do Sul, também são utilizadas para geração de energia elétrica conferindo grande importância estratégica para os recursos hídricos da Região Hidrográfica do Guandu.

Apesar disso, a região apresenta grande expansão urbana e industrial, aumentando a demanda por recursos hídricos e as fontes de poluição, e ainda a maior parte do território é utilizada para agropecuária, cujas práticas de manejo têm causado perda de cobertura florestal e erosão dos solos, prejudicando a regulação da vazão e provocando assoreamento dos rios, e assim causando sérios problemas de degradação dos recursos hídricos.

1.2. O Projeto Produtores de Água e Floresta

1.2.1 O Projeto

No ano de 2009, teve início a implementação do projeto de pagamento por serviços ambientais – PSA na Região Hidrográfica do Guandu, denominado Produtores de Água e Floresta - PAF. Este projeto foi implantado de forma piloto na microbacia do Rio das Pedras, localizada na região do Alto Rio Pirai, município de Rio Claro/RJ, contudo em 2011 o projeto se expandiu para todo o município onde vem ocorrendo desde então.

O projeto Produtores de Água e Floresta tem como objetivo a conservação e a restauração dos serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Guandu, e atua através de um sistema de pagamento aos prestadores destes serviços ambientais, denominados produtores de água e floresta.

1.2.2 Área de Abrangência

O projeto Produtores de Água e Floresta do Guandu (PAF – Guandu) está inserido no município de Rio Claro, no estado do Rio de Janeiro, abrangendo as bacias do rio Pirai e do ribeirão das Lajes, à montante da represa, situadas na Região Hidrográfica do Guandu (Fig. 2).

O rio Pirai nasce do encontro do rio das Pedras com o rio Papudos, em Lídice, distrito de Rio Claro, e é afluente natural do rio Paraíba do Sul. A bacia do alto rio Pirai abrange uma área de 273 km², e está totalmente inserida no município de Rio Claro – RJ. Além de pequenos córregos, os principais afluentes do rio Pirai em seu alto curso são: rio das Pedras, rio Papudos, rio do Braço e rio Parado. No médio curso do rio Pirai, os seus principais afluentes são: rio Claro, ribeirão da Várzea e córrego da Grama.

Na microbacia do alto rio Pirai ocorre a primeira transposição entre as bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu. O rio Pirai é represado formando o Reservatório de Tocos, e através de um túnel a água é transposta para a sub-bacia do ribeirão das Lajes na bacia do Guandu, a montante da Represa de Lajes.

A microbacia do médio rio Pirai, corresponde ao trecho médio do curso deste rio, e situa-se entre os reservatórios de Tocos e Vigário, abrangendo os municípios de Rio Claro e Pirai – RJ, e possui uma área de 291 km², sendo 218 km² em Rio Claro. O reservatório de

Vigário é alimentado, através da Elevatória de Vigário, pelas águas do reservatório de Santana, que por sua vez é alimentado pelas águas provenientes de um desvio no rio Paraíba do Sul de cerca de 2/3 de sua vazão. A partir do Reservatório de Vigário ocorre a segunda transposição para a sub-bacia do ribeirão das Lajes, a jusante da represa, abastecendo as Usinas Hidrelétricas de Fontes Novas, Nilo Peçanha e Pereira Passos, e formando o Reservatório de Ponte Coberta.



Figura 2 - Área de abrangência do projeto Produtores de Água e Floresta da região hidrográfica do Guandu, no município de Rio Claro - RJ (PAF - Guandu).

O ribeirão das Lajes é um dos principais afluentes do rio Guandu, que é formado a partir da confluência deste com rio Santana. O ribeirão das Lajes também possui o trecho alto de seu curso represado formando o Reservatório de Lajes, que recebe as águas transpostas do Reservatório de Tocos, atende a Usina Hidrelétrica de Fontes Novas e abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro com cerca de 5 m³/s de água. A microbacia do reservatório de Lajes, a montante do reservatório, abrange os municípios de Rio Claro e Pirai – RJ, e possui área de 321 km², sendo 306 km² em Rio Claro.

Na bacia do ribeirão das Lajes destaca-se a presença do Reservatório de Lajes, que tem como principais afluentes os cursos d'água: rio Macundu, córrego Morro Azul, ribeirão Pires, ribeirão da Prata e ribeirão Mach

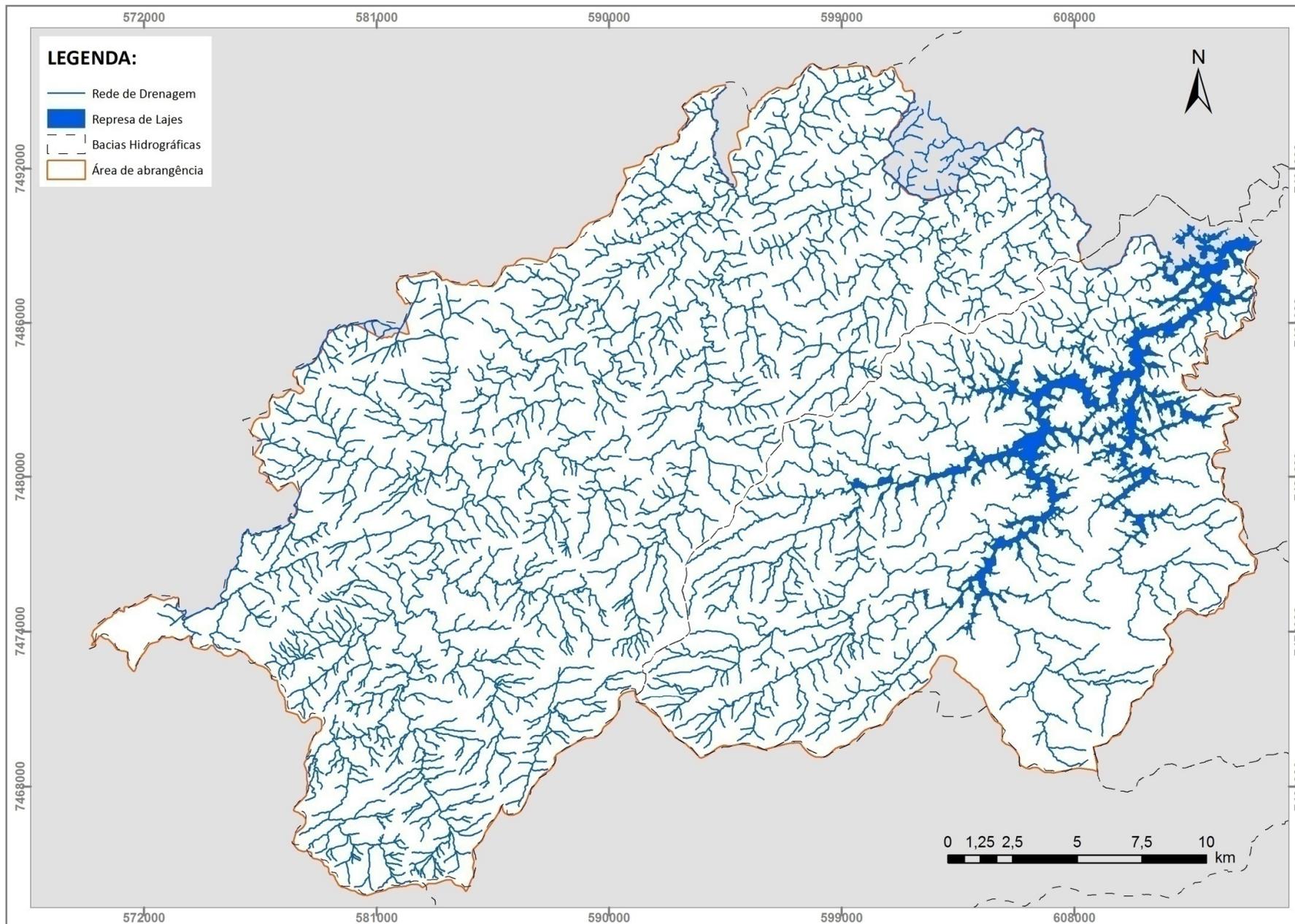


Figura 3 - Hidrografia da área de abrangência do projeto PAF - Gandu.

2. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

Os estudos hidrológicos têm como principal objetivo subsidiar projetos que envolvam recursos hídricos com enfoque em seu uso, intervenção, no planejamento, no manejo e na defesa, na proteção e recuperação de mananciais, auxiliando, assim, a geração de serviços ecossistêmicos e provendo benefícios a região (SANTOS, *et. al*, 2001).

Dentre os temas vinculados à defesa, proteção e recuperação dos mananciais estão a recuperação e proteção de nascentes, de matas ciliares, de florestas e outras ações de controle e fiscalização, que tenham como objetivo proteger a quantidade e a qualidade deste bem escasso e vital a sobrevivência da humanidade e da biodiversidade (COHIDRO, 2013).

De acordo com AVILA (*et. al*, 2013), as observações em campo e a coleta de dados, que deve ser realizada de maneira precisa e contínua, são imprescindíveis para a execução de estudos que envolvam os recursos hídricos.

O levantamento de informações de quantidade e de qualidade da água é realizado a partir das redes de estações de monitoramento que registram séries de dados cuja importância é proporcional à sua extensão temporal. Seu principal objetivo é promover o conhecimento do regime hidrológico e da quantidade e qualidade da água dos corpos hídricos, possibilitando avaliar suas vazões e características físicas, químicas e biológicas (COPPETEC, 2014).

O monitoramento hidrológico, quando adequado, pode ser considerado como um dos pré-requisitos para o sucesso de qualquer sistema de gestão de recursos hídricos, na medida em que permite obter os dados necessários para alimentar o sistema de informações e para tomadas de decisão.

Nesse sentido o projeto Produtores de Água e Floresta conta com uma rede de monitoramento hidrológico que tem como finalidade aferir as transformações provocadas pelas ações do projeto nos recursos hídricos da sua área de abrangência.

A rede de monitoramento hidrológico implantada no presente projeto conta com 4 estações pluviométricas e 4 estações fluviométricas, localizadas nas bacias dos rios Papudos, das Pedras e dos Coutinhos (**Figura 4**).

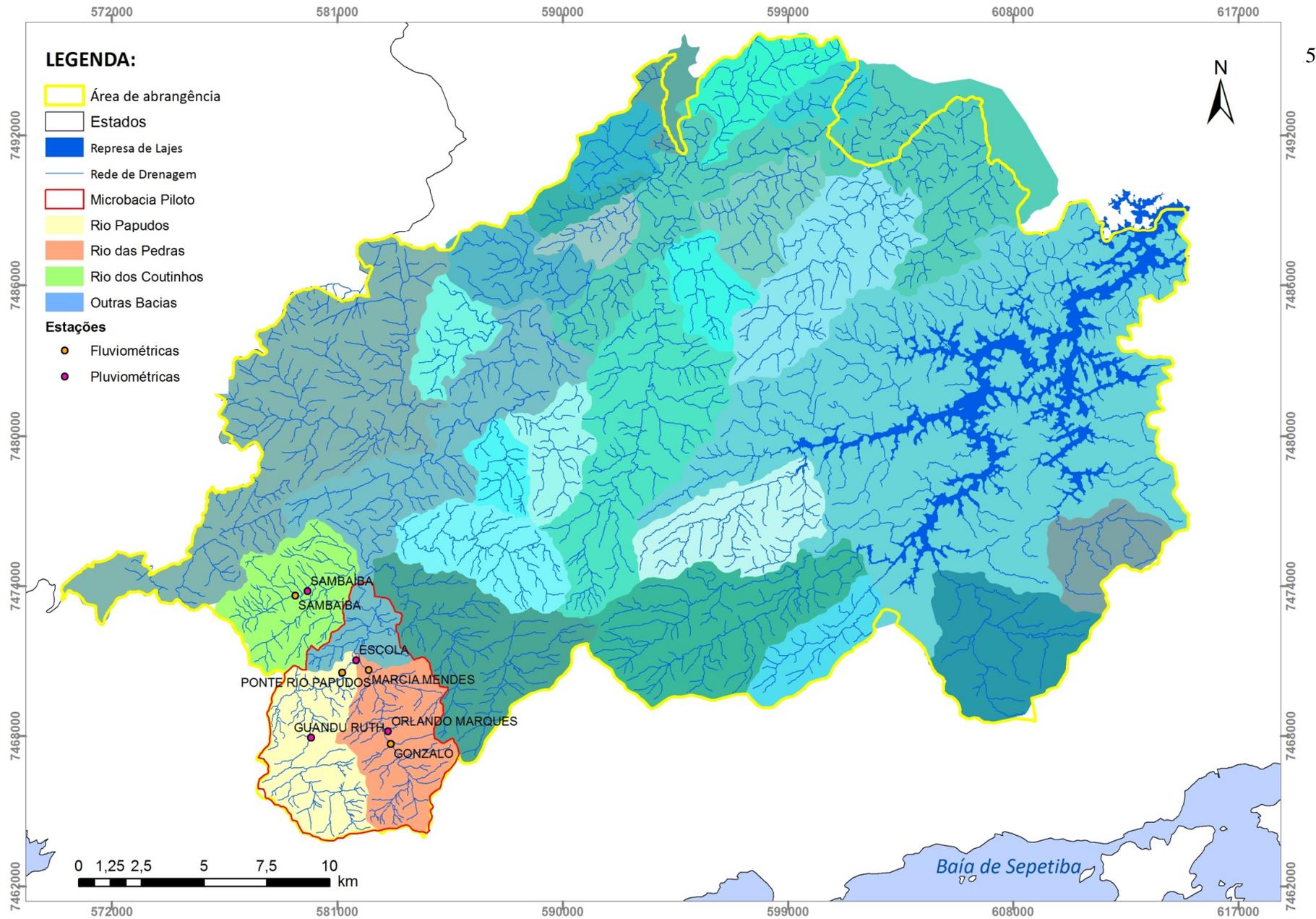


Figura 4 - Localização das estações pluviométricas e fluviométricas.

2.1 Estações Pluviométricas

As estações pluviométricas instaladas no âmbito do Projeto são equipadas com instrumentos manuais e/ou automáticos.

Nos pluviômetros manuais é feita a leitura diária, às 9h da manhã, usando uma bureta graduada para medição da quantidade de chuva precipitada no período, e os dados são registrados em milímetros, em uma caderneta específica para cada pluviômetro, conforme procedimento padrão. Estes foram instalados em três pontos da microbacia piloto do Projeto, a partir de 2010, nas estações denominadas Escola, Guandu Ruth e Gonzalo. A estação pluviométrica Gonzalo, no entanto, foi desativada em 2013, após o falecimento do operador, e substituída pela estação Orlando Marques, distante cerca de 500 metros. Portanto seus dados foram agrupados como pertencentes à que se encontra em funcionamento atualmente (**Quadro 1**).

Já os pluviômetros automáticos, instalados em estações meteorológicas com capacidade para diversos sensores climáticos (**Anexo 1**), permite o registro da precipitação a cada 15 minutos, e os dados são coletados por um operador a cada 45 dias. Esses equipamentos foram instalados em dezembro de 2014, nas estações denominadas Guandu Ruth, Orlando Marques e Sambaíba (**Quadro 1**).

As estações em estudo são recentes e apresentam um curto período de dados, sendo o maior período observado onde estão instalados os pluviômetros manuais, que apresentam 6 anos de dados, e as estações automáticas apresentam apenas 1 ano de dados.

2.2 Estações Fluviométricas

Em outubro de 2014, foram instaladas quatro estações fluviométricas automáticas, constituídas de sensores de nível e barômetro, possibilitando o monitoramento do nível d'água a cada 15 minutos. As estações foram implantadas em uma seção no alto rio das Pedras (Gonzalo), uma no baixo rio das Pedras (Marcia Mendes), uma no rio Papudos (Ponte Papudos) e uma no rio dos Coutinhos (Sambaíba) (**Quadro 2**). O barômetro instalado na estação Marcia Mendes serve de referência também para a estação Ponte Papudos.

Quadro 1 - Localização e características das estações pluviométricas em estudo.

Nome	Método	Local	Bacia Hidrográfica	Data		Situação	Latitude	Longitude
				Início	Fim			
Escola	Manual	Escola Municipal Rio das Pedras	Rio das Pedras	01/12/09	-	Ativa	-22,8664	-44,2031
Guandu Ruth	Automático	Sítio Alto da Serra (Ruth de Sá Afonso)	Rio Papudos	13/12/14	-	Ativa	-22,8947	-44,2205
	Manual	Sítio Alto da Serra (Ruth de Sá Afonso)	Rio Papudos	01/02/10	-	Ativa	-22,8947	-44,2205
Gonzalo	Manual	Sítio Montanhês (Gonzalo)	Rio das Pedras	01/12/09	30/06/13	Inativa	-	-
Orlando Marques	Automático	Sítio Suinã (Carlos Alberto Marques)	Rio das Pedras	10/12/14	-	Ativa	-22,8922	-44,1905
	Manual	Sítio Suinã (Carlos Alberto Marques)	Rio das Pedras	13/11/2013	-	Ativa	-22,8922	-44,1905
Sambaíba	Automático	RPPN Sambaíba	Rio dos Coutinhos	11/12/14	-	Ativa	-22,8417	-44,2222

Quadro 2 - Localização e características das estações fluviométricas em estudo.

Nome	Instrumentos	Método	Local	Corpo Hídrico	Data		Situação	Latitude	Longitude
					Início	Fim			
Gonzalo	Sensor de nível Barômetro	Automático	Sítio Montanhês (Gonzalo)	Rio das Pedras	16/10/2014	-	Ativa	-22,8967	-44,1896
Marcia Mendes	Sensor de nível Barômetro	Automático	Sítio Pampa Linda (Márcia Mendes)	Rio das Pedras	17/10/2014	-	Ativa	-22,8699	-44,1983
Ponte Papudos	Sensor de nível	Automático	Ponte do rio Papudos	Rio Papudos	17/10/2014	-	Ativa	-22,8709	-44,2086
Sambaíba	Sensor de nível Barômetro	Automático	RPPN Sambaíba	Rio dos Coutinhos	17/10/2014	-	Ativa	-22,8432	-44,2222

2.2.1 Levantamento das Seções Transversais

No período compreendido entre julho e dezembro de 2015, foram levantadas quatro seções transversais, em períodos distintos, em cada uma das estações fluviométricas instaladas, totalizando 16 seções transversais.

Equipamentos e Software Utilizados:

Foram utilizados nos levantamentos das seções transversais os seguintes equipamentos:

- Estação Total da marca TOPCON modelo 102 N (**Figura 5**), cuja precisão angular é de 2", precisão linear de 2 mm + 2ppm e alcance de 2.000 m com um prima.



Figura 5 - Estação Total.

- Sistema RTK modelo JAVAD (**Figura 6**), cujo alcance do radio interno é de até 5.000 m e a precisão é de 10 mm + 1ppm.



Figura 6 - Sistema RTK modelo JAVAD.

- Software Topográfico DataGeosis.

As seções foram posicionadas a partir de marcos referenciais definidos previamente, no momento da instalação dos sensores das estações. O Referencial de Nível Inicial (RN01) da estação Gonzalo encontra-se ao lado da estrada, na margem esquerda do rio a montante da ponte (**Figura 7a**), consistindo em um marco de concreto e PVC posicionado previamente. O RN01 da estação Marcia Mendes foi posicionado ao lado da cerca, a aproximadamente 16 metros de distância da margem direita do rio (agosto), onde encontra-se posicionado o sensor de nível (**Figura 7b**). O RN01 da estação Ponte Papudos foi definido por uma barra de ferro na parede de pedra da ponte (**Figura 7c**). E o RN01 da estação Sambaíba foi posicionado no marco de concreto e PVC localizado próximo à cerca (**Figura 7d**).

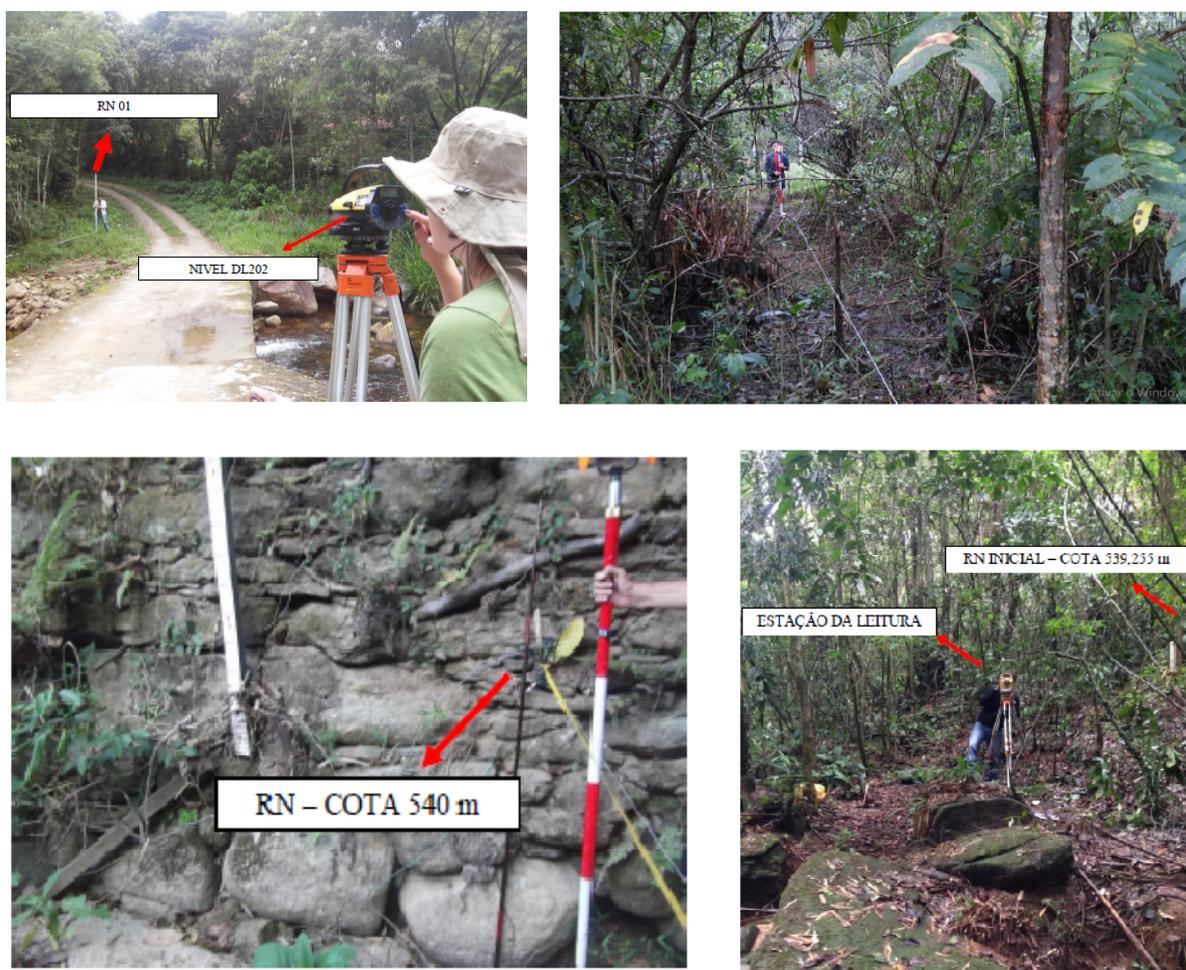


Figura 7 – Posição da RN01 das estações (a) Gonzalo (superior esquerda), (b) Márcia Mendes (sup. Direita), (c) Ponte Papudos (inferior esq.) e (d) Sambaíba (inf. dir.).

Quadro 3 - Localiação e altitude dos Referenciais de Nível (RN) das seções.

SEÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS MÉTRICAS		COTA (m)	COTA ORTOMÉTRICA (m)
Marcia Mendes	22°52'12,9934" S	44°11'53,2834' O	7,470,616.638 N	582256.696 E	562.255	574.27
Gonzalo	22°53'47,97658" S	44°11'22,79391' O	7,467,691.014 N	583109.486 E	797.000	813.87
Sambaíba	22°50'36,06671" S	44°13'36,99393' O	7,473,613.050 N	579316.971 E	559.350	566.578
Ponte Papudos	22°52'15,11522" S	44°12'31,02455' O	7,470,557.201 N	581180.868 E	539.175	556.304

Datum: SIRGAS2000; Sistema de projeção: UTM Zona 23° Sul; Altitude ortométrica: MapGeo 2010 (IBGE)

Foram ainda instalados marcos de concreto com uma chapa de alumínio nos pontos finais de cada seção (RN02) (**Figura 8**).



Figura 8 – Marco de concreto com chapa de alumínio instalado nos pontos finais de cada seção (RN02).

2.2.2 Medições de Vazão

No período compreendido entre julho e dezembro de 2015, foram realizadas 16 medições de descarga líquida em 4 estações fluviométricas na área em estudo, sendo 4 medições em cada estação.

As medições de vazão foram realizadas nas estações: Ponte Papudos, localizada no rio Papudos; Sambaíba, localizada no rio dos Coutinhos; Gonzalo; e Marcia Mendes, ambas localizadas no rio das Pedras.

Para medição de vazão nas seções utilizou-se uma trena de 30 m, devidamente graduada. A trena, acoplada a pessoa que está realizando a medição, determina a distância entre a mesma e o ponto inicial (PI) da seção. A esta distância é dada o nome de abscissa. Com o micromolinete acoplado a uma haste de metal milimetrada, mede-se a profundidade da vertical, que possibilita o cálculo das posições do micromolinete (profundidade de submersão), para cada tomada de velocidade.

Normalmente as velocidades são maiores no centro do rio do que junto às margens. Da mesma forma, a velocidade é mais alta próximo à superfície do que do fundo da calha do rio. Em função desta variação de velocidade na seção transversal do rio, é necessário que a velocidade média seja medida em várias verticais, e, às vezes, em diferentes pontos ao longo das verticais (**Fig. 9**).

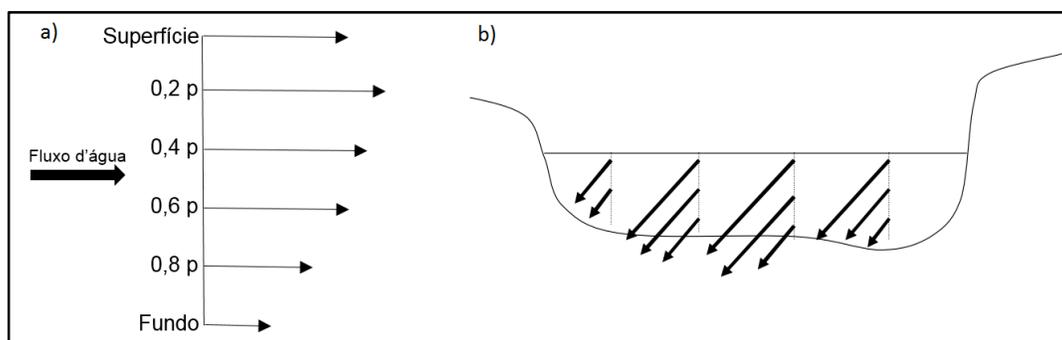


Figura 9 - a) Perfil típico de Velocidade e pontos de medição recomendado; b) Seção transversal com indicação de verticais onde é medida a velocidade. Fonte: Santos *et al.* (2001).

As tomadas de velocidade com o micromolinete é feita em um tempo de 40 segundos em cada ponto da vertical. Nestes 40 segundos, são computados a quantidade de giros da hélice. A equação do micromolinete relaciona a quantidade de rotações medidas pelo contador com a velocidade (SANTOS, *et al.*, 2001).

Os **Quadros 3 e 4** apresentam, respectivamente, o número de verticais recomendado para medição de vazão de acordo com a largura do rio e o número de pontos de medição em um vertical de acordo com a profundidade do rio.

Quadro 4 - Distância recomendada entre as verticais de acordo com a largura do rio.

Largura do Rio (m)	Distância entre Verticais (m)
< 3	0,3
3 a 6	0,5
6 a 15	1,0
15 a 30	2,0
30 a 50	3,0
50 a 80	4,0
80 a 150	6,0
150 a 250	8,0
> 250	12,0

Fonte: Santos *et al.* (2001)

Quadro 5 - Número e posição de pontos para medição na vertical recomendados de acordo com a profundidade do rio.

Profundidade (m)	Nº de Pontos	Posição dos Pontos	Cálculo da Velocidade Média na Vertical (V_m) (m/s)
0,15 a 0,60	1	0,6 p	$= V_{0,6}$
0,60 a 1,20	2	0,2 e 0,8 p	$= (V_{0,2} + V_{0,8})/2$
1,20 a 2,00	3	0,2; 0,6 e 0,8 p	$= (V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/4$
2,00 a 4,00	4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 p	$= (V_{0,2} + 2V_{0,4} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/6$
> 4,00	6	S; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 p e F	$= [V_S + 2(V_{0,2} + V_{0,4} + V_{0,6} + V_{0,8}) + V_F]/10$

Observações: S – Superfície e F – Fundo. Fonte: Santos *et al.* (2001) e ANA (2014)

Assim, a medição de vazão é obtida por meio da medição de velocidade em um grande número de pontos. Os pontos estão em linhas verticais espaçados com distâncias conhecidas da margem (**Figura 10**). O somatório do produto da velocidade pela área é a vazão líquida do rio. Ressalta-se que a velocidade média calculada em uma vertical é válida em uma área próxima a esta vertical, conforme ilustrado na **Figura 11**.

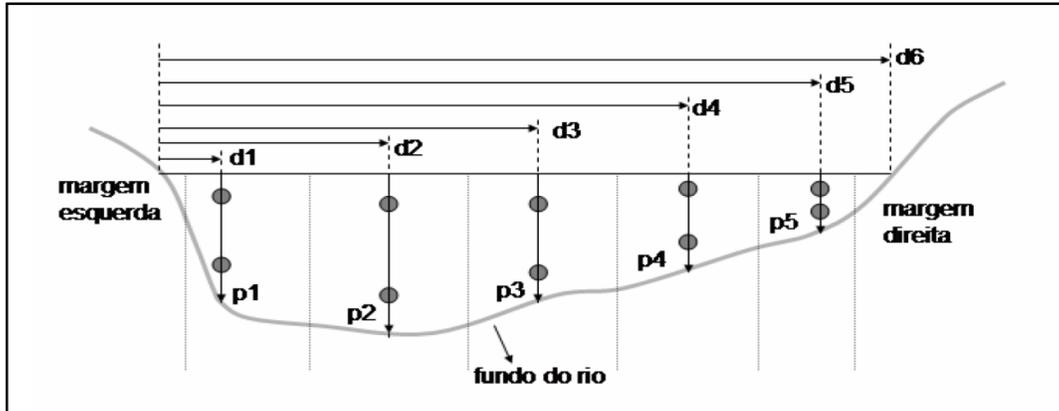


Figura 10 - Exemplo de medição de vazão em uma seção de um rio. Fonte: Santos *et al.* (2001).

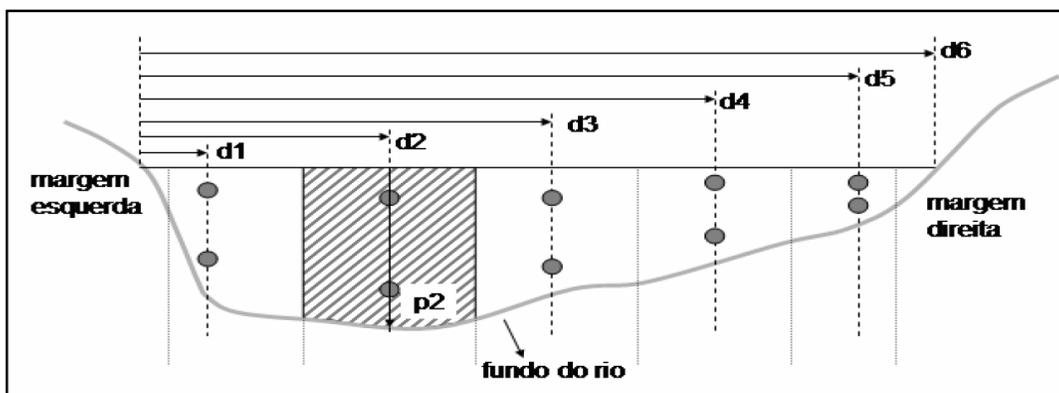


Figura 11 - Exemplo da área utilizada no cálculo da vazão para a velocidade média da vertical de número 2. Fonte: Santos *et al.* (2001).

Segundo SANTOS *et al.*, 2001, a área de uma seção transversal e a vazão líquida são calculadas pelas Equações 1 e 2, respectivamente.

$$A_i = p_i * \left(\frac{(d_i + d_{i+1})}{2} - \frac{(d_{i-1} + d_i)}{2} \right) = p_i * \left(\frac{(d_{i+1} + d_{i-1})}{2} \right) \quad 1$$

$$Q = \sum_{i=1}^N v_i * A_i \quad 2$$

Onde:

i é o índice que indica a vertical que está sendo considerada;

p é a profundidade (m);

d é a distância da vertical até a margem.

v_i é a velocidade média da vertical (m/s);

N é o número de verticais.

Para o presente projeto, as medições de vazão foram realizadas pelo método área-velocidade. No processo de medição de velocidades foi empregado micromolinete hidrométrico (**Figura 12**).



Figura 12 - Micromolinete hidrométrico.

O micromolinete converte o fluxo da água em rotação da hélice, e com o auxílio do contador é possível contabilizar o número de rotações em um intervalo conhecido. Assim, por meio da equação do micromolinete, que é fornecida pelo fabricante do equipamento, é possível determinar a velocidade do fluxo da água. A equação do micromolinete utilizado é apresentada a seguir.

$$V = 0,26748133 * n + 0,04219445 \quad \text{para } n \leq 0,4927$$

$$V = 0,28236201 * n + 0,03486249 \quad \text{para } n > 0,4927$$

Onde:

n é o número de rotações que a hélice do molinete completa durante um segundo;

No presente projeto, as larguras dos rios foram maiores do que 3 e menores do que 15 metros e as profundidades menores do que 0,60 m (**Quadro 6**), sendo assim as medições de vazão se procederam da seguinte forma em todos os rios: 0,5 m de distancia entre as verticais e o micromolinete ficou posicionado a 60% de profundidade em cada vertical, conforme recomendado pela Agência Nacional de Águas – ANA (**Quadros 4 e 5**).

Quadro 6 - Largura e profundidade máxima

	Sambaíba	Gonzalo	Marcia Mendes	Ponte Papudos
Largura Máxima (m)	7,50	4,50	12,50	7,50
Prof. Máxima (m)	0,60	0,44	0,30	0,48

3. RESULTADOS

3.1 Pluviometria

A partir dos dados diários coletados nos pluviômetros manuais e dos dados coletados nos pluviômetros automáticos a cada 15 minutos, foi calculada a pluviosidade diária (**Anexo 2**) e o total acumulado mensal para as quatro estações (**Quadro 7**). Para aproximar a equivalência com os dados coletados manualmente, os dados dos pluviômetros automáticos foram acumulados no período entre 9:00:00h do dia de referência e 9:00:01h do dia anterior, já que os dados manuais são coletados às 9:00h de cada dia. Ressaltasse que nem sempre o protocolo é seguido à risca pelos operadores, havendo dados coletados com atraso.

Os dados coletados tanto manual quanto automaticamente apresentaram muitas inconsistências (destacadas em vermelho no **Quadro 7**) devido à ausência de registros e a dados registrados acumuladamente. No **Anexo 2** constam todos os registros das estações manuais e automáticas com o status dos registros diários.

Os status dos registros foram classificados como: **branco**, quando não foi feito nenhum registro; **acumulado**, quando o valor registrado corresponde à precipitação de mais de um dia; **estimado**, quando o valor foi estimado com base nos demais registros da própria estação ou de outras estações; **duvidoso**, quando o dado possui registro(s) no referido dia e este apresenta-se incoerente com os demais dados coletados; e **real**, quando o dado possui registro(s) no referido dia e este apresenta-se coerente com os demais dados coletados.

Os dados classificados como duvidoso foram somente aqueles muito discrepantes como no caso da estação automática Guandu Ruth. Esta, ressalta-se, não apresentou nenhum dado consistente ao longo de todo o período de observação, devido à ausência de registros e a diversos dados registrados como 0 mm, havendo dois meses com registros acumulados indicando 0 mm de precipitação, o que pôde ser invalidado pelo registro do pluviômetro manual.

O mês de janeiro de 2013 foi o que registrou maior precipitação acumulada nas três estações, sendo 834,8, 844,4 e 848 mm nas estações de Escola, Guandu Ruth e Orlando Marques, respectivamente. O mês de agosto de 2015 foi o que registrou menor precipitação

acumulada das estações Escola, 13,6 mm, e Orlando Marques, com 13,8 mm, e na estação Escola o mês de menor pluviosidade registrado foi julho de 2011 com 25,6 mm (**Quadro 7 e Figura 13**).

Quadro 7 - Precipitação total mensal (mm) e dias chuva referentes ao período entre dez/2009 e dez/2015 das estações Escola, Guandu Ruth, Orlando Marques e Sambaíba (pluviômetros manuais e automáticos). (dados em vermelho apresentam inconsistências)

ANO	MÊS	ESCOLA		GUANDU RUTH				ORLANDO MARQUES				SAMBAÍBA	
		Manual		Manual		Auto		Manual		Auto		Auto	
		pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias
2009	12	501.8	26	-	-	-	-	675.4	22	-	-	-	-
2010	1	406.25	25	-	-	-	-	367.1	17	-	-	-	-
	2	305.9	12	146.61	13	-	-	233.2	14	-	-	-	-
	3	489.3	25	470.2	24	-	-	495.6	19	-	-	-	-
	4	346.4	17	449.5	13	-	-	401.9	16	-	-	-	-
	5	36.7	27	62.8	11	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	49.1	30	115.5	13	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	83.9	31	1.3	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	43.1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	96.7	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	103.6	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	207.3	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	442.06	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	1	314.1	30	298.2	22	-	-	310.4	21	-	-	-	-
	2	65.2	14	98.4	11	-	-	146.9	10	-	-	-	-
	3	420.5	29	417.9	24	-	-	405	25	-	-	-	-
	4	340.7	30	216.3	18	-	-	238.2	16	-	-	-	-
	5	86.2	31	115.4	20	-	-	120.6	14	-	-	-	-
	6	48.5	30	88.8	17	-	-	68.2	7	-	-	-	-
	7	22.2	31	25.6	13	-	-	20.8	6	-	-	-	-
	8	19.2	31	46.3	18	-	-	78.2	9	-	-	-	-
	9	31.8	30	43.7	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	142.31	31	129.4	16	-	-	69.6	7	-	-	-	-
	11	259.2	30	104.8	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	293.8	31	219.1	18	-	-	221.6	16	-	-	-	-
2012	1	402.4	31	399.3	22	-	-	355	19	-	-	-	-
	2	167.6	8	75.6	5	-	-	124.1	4	-	-	-	-
	3	220.9	22	208.1	21	-	-	205.7	17	-	-	-	-
	4	167.5	30	156.5	23	-	-	132.3	14	-	-	-	-
	5	60.3	8	62.8	17	-	-	95.7	11	-	-	-	-
	6	89.6	7	122.3	18	-	-	98.4	13	-	-	-	-
	7	32	4	57.8	17	-	-	55.1	9	-	-	-	-
	8	23.4	10	38	10	-	-	36	3	-	-	-	-
	9	95.6	16	151.4	14	-	-	97.3	10	-	-	-	-

ANO	MÊS	ESCOLA		GUANDU RUTH				ORLANDO MARQUES				SAMBAÍBA	
		Manual		Manual		Auto		Manual		Auto		Auto	
		pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias	pluv.	dias
	10	149.1	14	124.1	14	-	-	74.6	5	-	-	-	-
	11	100.21	30	102.5	22	-	-	72.8	14	-	-	-	-
	12	139.1	21	128.4	16	-	-	145.6	13	-	-	-	-
2013	1	834.8	26	844.4	31	-	-	848	28	-	-	-	-
	2	279.3	23	242	17	-	-	281.2	18	-	-	-	-
	3	327.9	30	369.2	31	-	-	397.7	22	-	-	-	-
	4	180.6	24	232	22	-	-	172.1	13	-	-	-	-
	5	126.1	16	165.4	18	-	-	98.1	14	-	-	-	-
	6	29.3	14	38.8	17	-	-	27.5	8	-	-	-	-
	7	126.1	29	130.4	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	23.6	11	29.5	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	82.7	16	81.5	14	-	-	47.8	-	-	-	-	-
	10	127.4	26	131.2	22	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	424.6	28	380.3	20	-	-	183.6	13	-	-	-	-
	12	152.9	26	132	18	-	-	80.3	14	-	-	-	-
2014	1	189	15	194.7	13	-	-	202	12	-	-	-	-
	2	93.2	8	96.2	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	221.1	19	243.2	16	-	-	149	6	-	-	-	-
	4	252.8	22	228.9	18	-	-	163.11	17	-	-	-	-
	5	26.5	1	88	12	-	-	87.14	20	-	-	-	-
	6	6.8	1	54.3	9	-	-	38.9	6	-	-	-	-
	7	0	-	48	6	-	-	62.4	11	-	-	-	-
	8	49.9	6	78	14	-	-	56.1	6	-	-	-	-
	9	29.2	6	74	11	-	-	91.7	10	-	-	-	-
	10	50.9	8	80.9	9	-	-	53.4	9	-	-	-	-
	11	114.2	7	171.1	15	-	-	149.5	15	-	-	-	-
	12	74.9	4	148.1	13	-	-	131.3	12	-	-	-	-
2015	1	159.19	4	160.5	15	48.0	8	148.6	9	171.2	13	94.4	9
	2	139.84	6	307.6	21	0.0	0	373.7	22	262.8	22	212	22
	3	212.8	9	279.8	22	32.2	3	323	17	516.4	21	326	19
	4	126.4	12	201.4	17	0.0	0	111.8	6	115	13	208.8	19
	5	64.1	11	69.6	17	7.8	1	67.9	12	69.4	22	20	4
	6	76.5	8	121.8	12	14.4	4	90.2	8	139	23	3.8	1
	7	25.7	3	26.6	11	15.6	3	15.2	6	18.4	14	47.4	10
	8	13.6	2	38.9	6	0.0	0	13.8	4	19.6	11	16.4	5
	9	117.3	10	97.8	19	-	-	87.9	13	46.4	11	104	19
	10	95.4	7	102.8	18	-	-	63.6	11	25.2	12	145	20
	11	186.9	16	193.9	26	127.6	10	148.6	18	48.6	15	194.8	24
	12	-	-	-	-	257.6	21	-	-	3.4	4	245.2	23

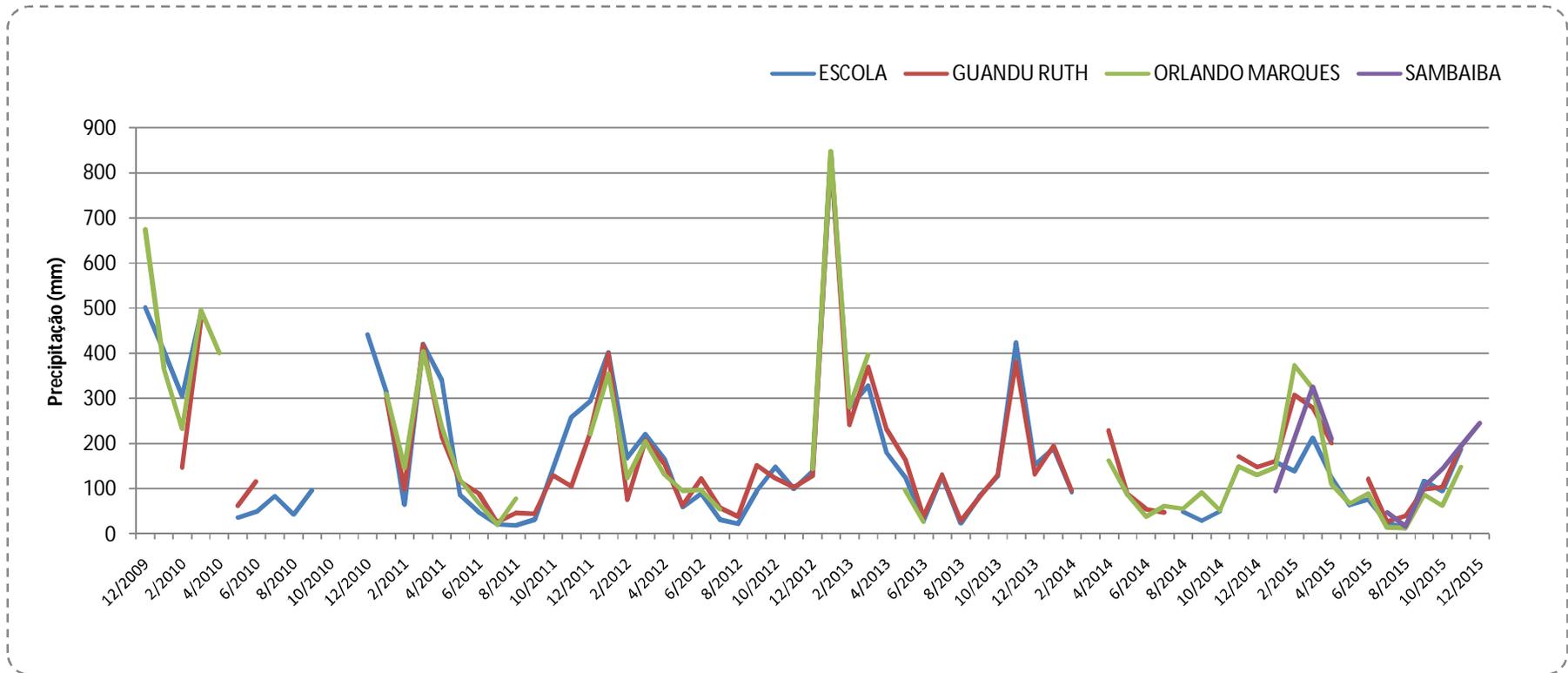


Figura 13 – Pluviosidade total mensal (mm) das estações Escola, Guandu Ruth, Orlando Marques (pluviômetros manuais) e Sambaiba (pluviômetro automático) referente ao período de dez/2009 a dez/2015. (Obs.: Valores apresentados correspondem somente aos dados consistentes.)

A partir da série de dados das estações com pluviômetros manuais, foi possível determinar a média e os valores máximos e mínimos mensais de precipitação (**Quadro 8**). Na **Figura 14** são aprestadas as precipitações médias mensais e os desvios padrão observados nas estações com pluviômetros manuais, referente ao período de 2010 a 2015. Para a estação Sambaíba não foi possível calcular as médias mensais pois esta apresenta somente um ano de registros, devido ao fato de não possuir pluviômetro manual como as demais.

De acordo com o “Relatório de Situação – Região Hidrográfica II – Guandu, 2011/2012”, da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP, o período de precipitação máxima na Região Hidrográfica Guandu vai de novembro a março e o de mínima de junho a agosto, fato que pode ser observado pelos dados pluviométricos das estações Escola, Orlando Marques e Guandu Ruth.

Quadro 8 - Precipitações médias, máximas e mínimas mensais (mm) e quantidades médias de dias de chuva por mês referente ao período de dez/2009 a dez/2015 das estações Escola, Guandu Ruth e Orlando Marques (pluviômetros manuais).

MÊS	ESCOLA				GUANDU RUTH				ORLANDO MARQUES			
	MÉDIA	MÁX.	MIN.	DIAS CHUVA	MÉDIA	MÁX.	MIN.	DIAS CHUVA	MÉDIA	MÁX.	MIN.	DIAS CHUVA
JAN	384.3	834.8	159.2	22	379.4	844.4	160.5	21	405.8	848.0	148.6	19
FEB	175.2	305.9	65.2	12	161.1	307.6	75.6	12	231.8	373.7	124.1	14
MAR	334.3	489.3	212.8	23	349.0	470.2	208.1	24	365.4	495.6	205.7	20
APR	213.6	340.7	126.4	24	207.0	232.0	156.5	20	209.5	401.9	111.8	14
MAY	74.7	126.1	36.7	19	98.9	165.4	62.8	16	93.9	120.6	67.9	14
JUN	58.6	89.6	29.3	18	90.3	122.3	38.8	14	64.6	98.4	27.5	8
JUL	58.0	126.1	22.2	20	57.7	130.4	25.6	13	38.4	62.4	15.2	8
AUG	28.8	49.9	13.6	14	38.2	46.3	29.5	10	49.4	78.2	13.8	6
SEP	75.6	117.3	29.2	17	89.7	151.4	43.7	14	92.3	97.3	87.9	11
OCT	113.0	149.1	50.9	17	121.9	131.2	102.8	18	58.5	63.6	53.4	10
NOV	242.7	424.6	100.2	26	190.5	380.3	102.5	20	149.1	149.5	148.6	17
DEC	305.9	501.8	139.1	27	156.9	219.1	128.4	16	250.8	675.4	80.3	15

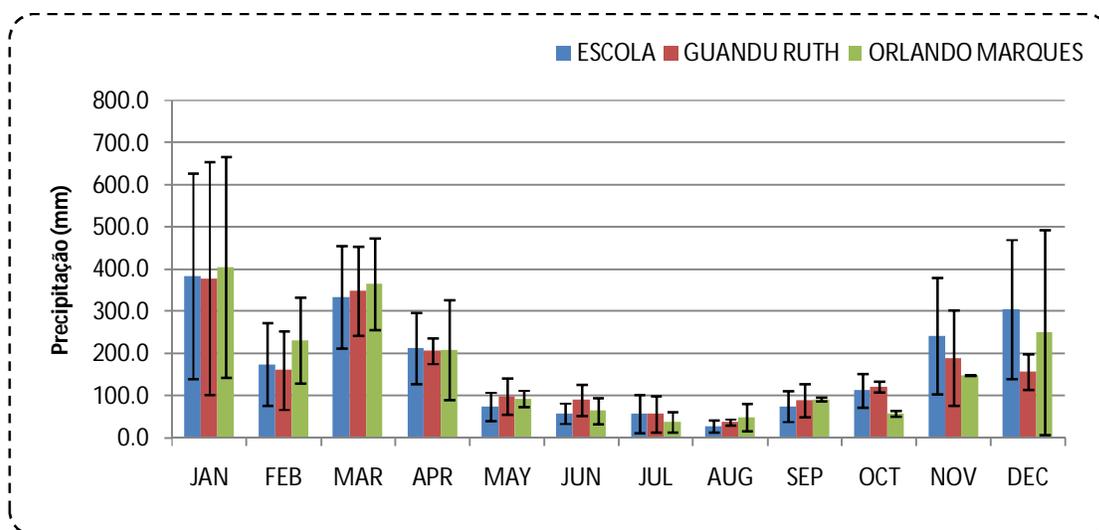


Figura 14 - Precipitação média mensal (mm) com desvio padrão das estações Escola, Orlando Marques e Guandu Ruth (pluviômetros manuais), referente ao período de dez/2009 a dez/2015.

O **Quadro 9** apresenta a precipitação total anual para as estações pluviométricas da região em estudo. Os valores em vermelho caracterizam dados inconsistentes conforme descrito anteriormente. Destaca-se que os valores calculados para o ano de 2015 referentes aos pluviômetros manuais não foram contabilizados devido a sua indisponibilidade até o presente momento.

Quadro 9 - Precipitação total anual (mm) aferida nas estações Escola, Guandu Ruth, Orlando Marques e Sambaíba (pluviômetros manuais e automáticos) no período de 2010 a 2015.

ANO	ESCOLA	GUANDU RUTH		ORLANDO MARQUES		SAMBAÍBA
	Manual	Manual	Auto	Manual	Auto	Auto
2010	2610.31	1245.91	-	1497.8	-	-
2011	2043.71	1803.9	-	1679.5	-	-
2012	1647.71	1626.8	-	1492.6	-	-
2013	2715.3	2776.7	-	2136.3	-	-
2014	1108.5	1505.4	-	1184.55	-	-
2015	1217.73*	1606.7*	503.2	1437.8*	1435.4	1617.8

*Valores referentes ao mês de dez/2015 dos pluviômetros manuais não foram contabilizados.

Foram estabelecidas também séries de precipitação diária para as quatro estações, sendo que para as estações Escola, Guandu Ruth e Orlando Marques a série apresenta é referente ao período de 2010 a 2015 e para a estação Sambaíba somente do ano de 2015 (**Figuras 15, 16, 17 e 18**).

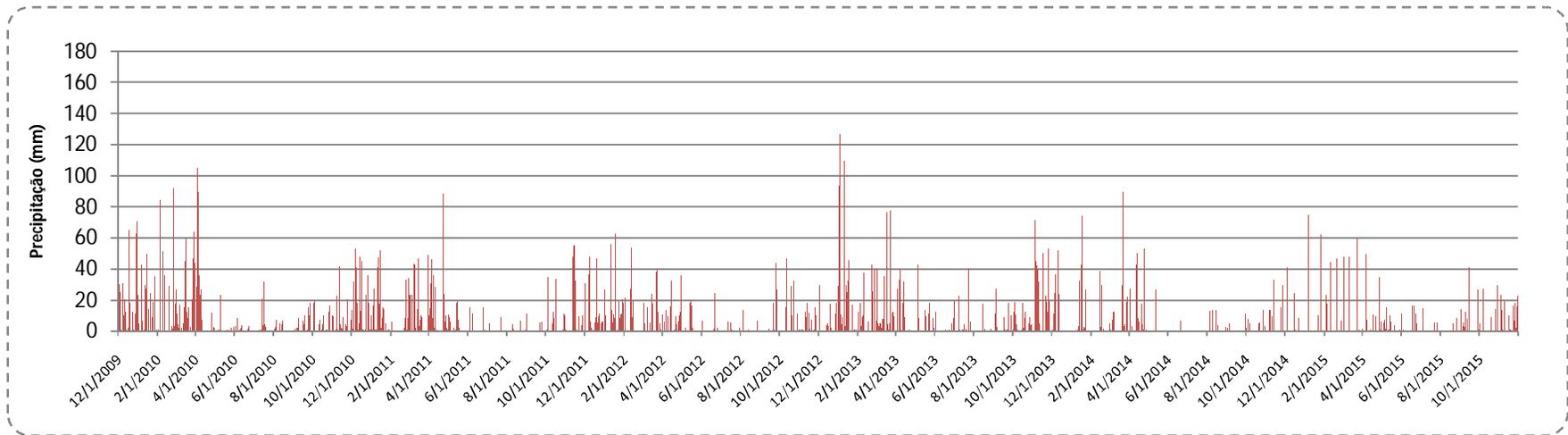


Figura 15 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Escola, no período de dez/2009 a nov/2015.

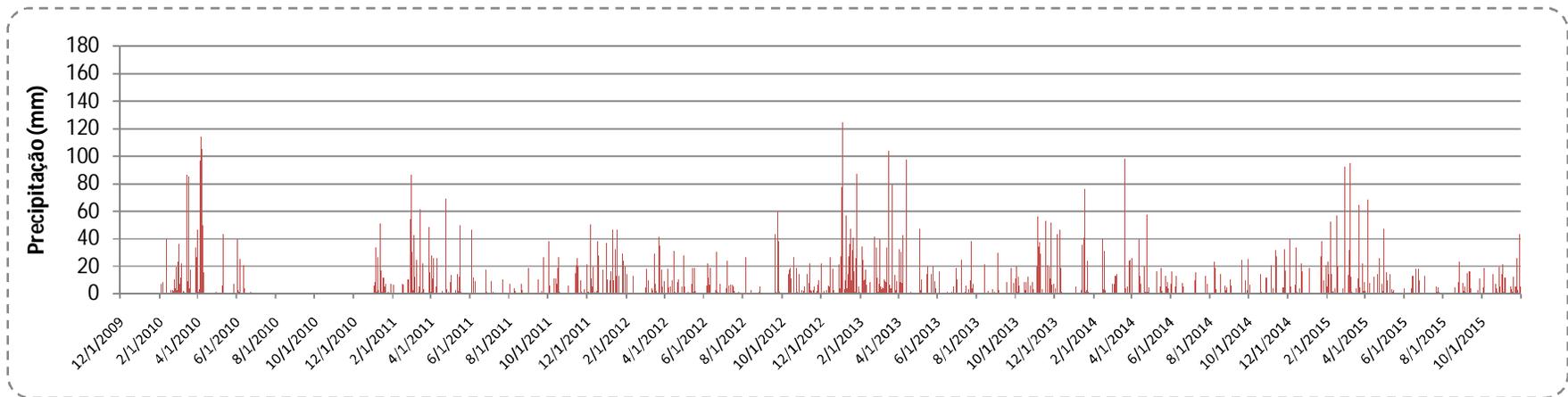


Figura 16 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Guandu Ruth, no período de dez/2009 a nov/2015.

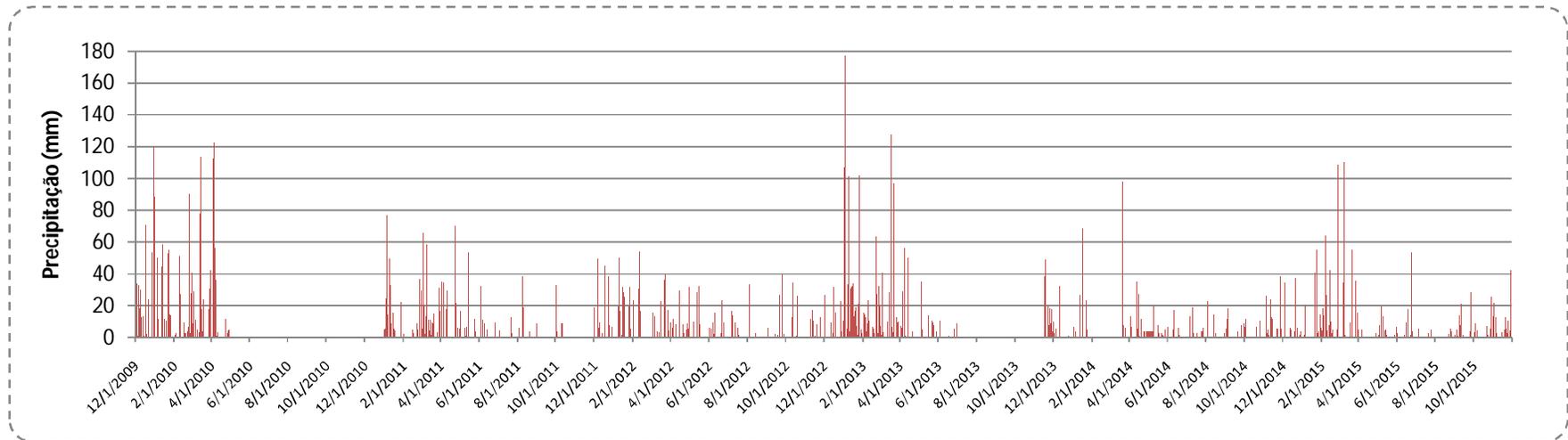


Figura 17 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Orlando Marques, no período de dez/2009 a nov/2015.

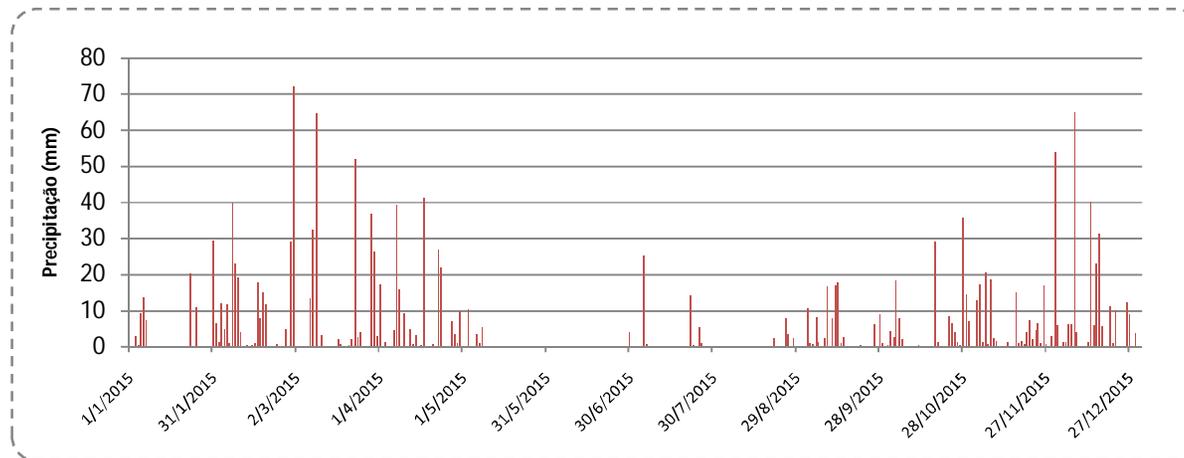


Figura 18 - Precipitação diária (mm) aferida com pluviômetro manual na estação Sambaíba, no período de dez/2009 a nov/2015.

A análise dos pluviogramas diários permitiu identificar dois eventos chuvosos bastante intenso nos dias 03 e 10 de janeiro de 2013, com precipitações superiores a 100 mm em 1 dia nas estações Escola, Guandu Ruth e Orlando Marques.

3.2 Fluviometria

3.2.1 Dados de Nível das Estações Fluviométricas Automáticas

O monitoramento do nível nas estações fluviométricas de Ponte Papudos, Sambaíba, Gonzalo e Márcia Mendes de outubro de 2014 a janeiro de 2016 são apresentados no **Anexo 3**. No entanto, é possível observar que entre os dias 01/06/2015 à 04/08/2015 as estações fluviométricas não registraram os dados de nível, devido a uma falha do operador que, após baixar os dados das estações, não reprogramou a coleta dos dados.

Ressalta-se que a estação Gonzalo apresentou inconsistência nos dados de nível durante o período de 04/08/2015 à 02/10/2015, cujos valores medidos são muito inferiores ao observado em outros períodos, inclusive no momento imediatamente seguinte à reprogramação do sensor após a coleta dos dados no dia 02/10/2015.

As **Figuras 15, 16, 17 e 18** apresentam os cotogramas das estações fluviométricas para o período monitorado. Pode-se observar que as maiores cotas foram registradas nos dias 28/02/2015 e 09/03/2015 nas estações de Gonzalo, Marcia Mendes e Ponte Papudos. Na estação Sambaíba, as maiores cotas foram registradas nas datas de 09/03/2015 e 12/12/2015.

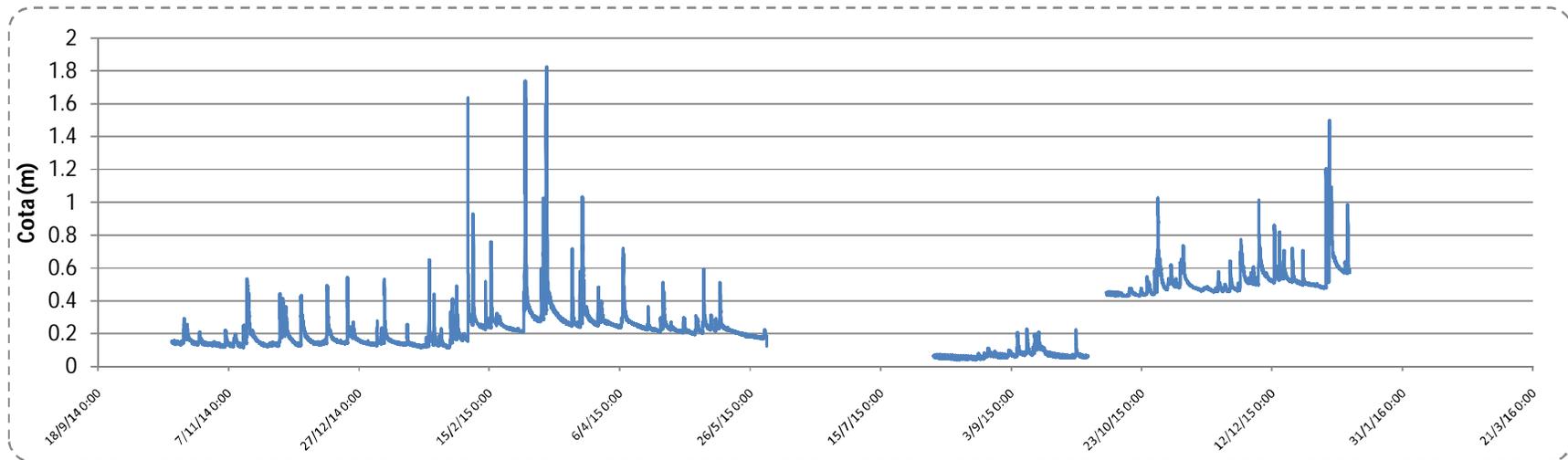


Figura 20 - Cotograma da estação Gonzalo, localizada no alto curso do rio das Pedras, registrados a cada 15 minutos nos sensores de nível automáticos no período de 16/10/2014 a 10/01/2016 (obs.: dados inconsistentes no período de 04/08/2015 à 02/10/2015).

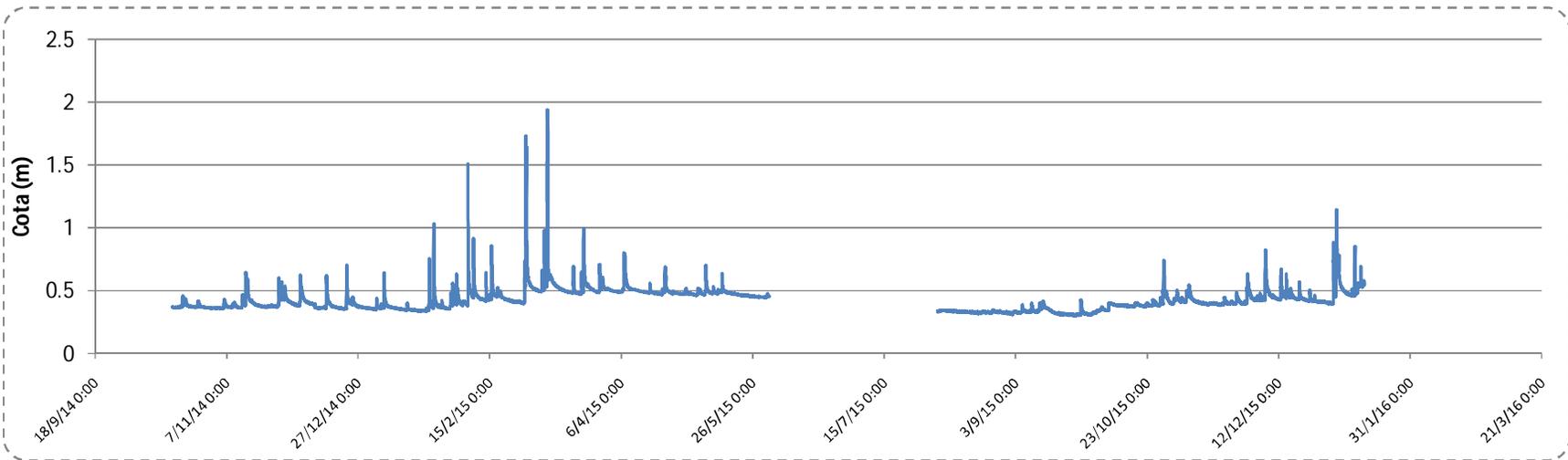


Figura 19 - Cotograma da estação Marcia Mendes, localizada no baixo curso do rio das Pedras, registrados a cada 15 minutos nos sensores de nível automáticos no período de 17/10/2014 a 13/01/2016.

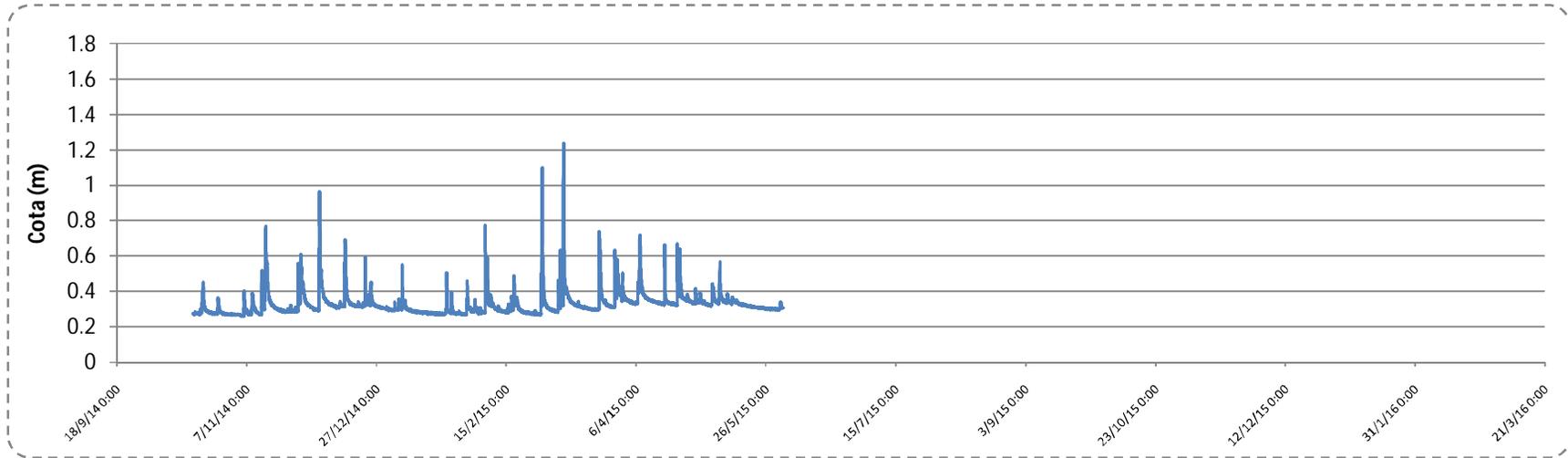


Figura 21 - Cotograma da estação Sambaíba, localizada no rio dos Coutinhos, registrados a cada 15 minutos nos sensores de nível automáticos no período de 17/10/2014 a 10/01/2016.

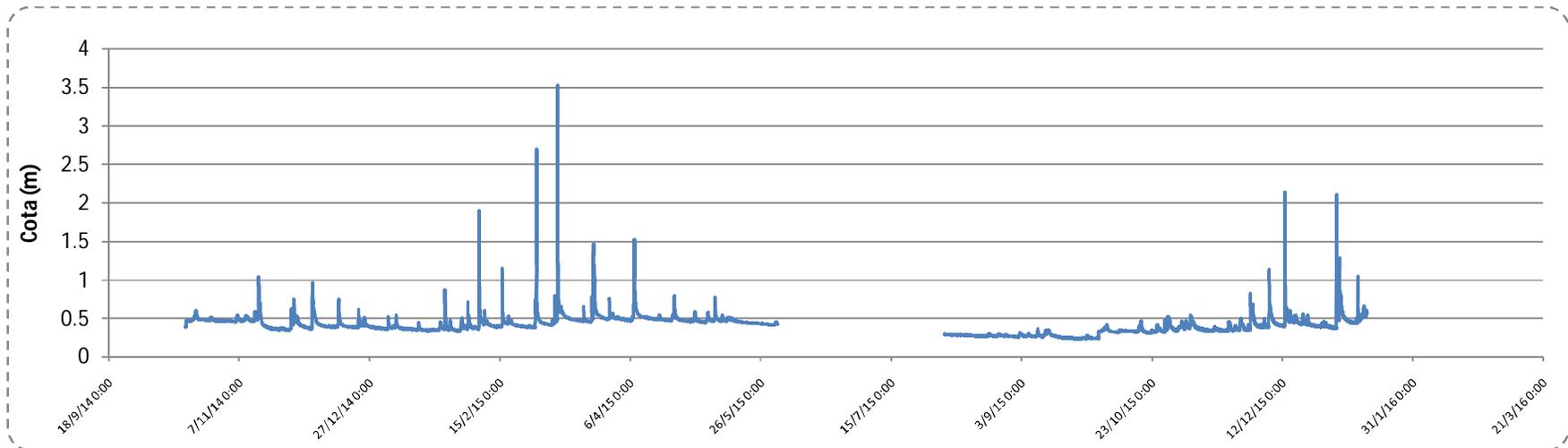


Figura 22 - Cotograma da estação Ponte Papudos, localizada no alto curso do rio das Pedras, registrados a cada 15 minutos nos sensores de nível automáticos no período de 17/10/2014 a 13/01/2016.

3.2.2 Levantamento das Seções Transversais

As plantas das 16 seções topobatimétricas referentes às estações fluviométricas Gonzalo, Márcia Mendes, Ponte Papudos e Sambaíba, levantadas em julho, agosto, outubro e dezembro de 2015, são apresentadas no **Anexo 4**.

Os levantamentos apresentaram uma diminuição do nível dos rios em todas as seções entre os meses de junho e outubro, sendo este o que apresentou os níveis mais baixos, e um aumento significativo no mês de dezembro (**Quadros 10, 11, 12 e 13**).

Quadro 10 – Nível d'água (NA) (metros), largura do espelho d'água (metros) e área da seção (m²) da estação Gonzalo (rio das Pedras) em cada levantamento.

DATA	NA (m)	LARGURA (m)	ÁREA SEÇÃO (m ²)
16/06/2015	795,2	4,5	1,90
11/08/2015	795,0	4,2	1,48
11/10/2015	795,0	4,4	0,69
01/12/2015	795,1	6,8	1,72

Quadro 11 - Nível d'água (NA) (metros), largura do espelho d'água (metros) e área da seção (m²) da estação Márcia Mendes (rio das Pedras) em cada levantamento.

DATA	NA (m)	LARGURA (m)	ÁREA SEÇÃO (m ²)
16/06/2015	559,9	11,9	3,18
11/08/2015	559,8	11,5	2,16
11/10/2015	559,8	11,4	1,83
01/12/2015	560,0	14,2	3,74

Quadro 12 - Nível d'água (NA) (metros), largura do espelho d'água (metros) e área da seção (m²) da estação Ponte Papudos (rio Papaudos) em cada levantamento.

DATA	NA (m)	LARGURA (m)	ÁREA SEÇÃO (m ²)
16/06/2015	539,0	8,9	3,49
11/08/2015	539,0	7,5	2,40
11/10/2015	538,8	7,5	2,18
01/12/2015	539,2	9,5	5,36

Quadro 13 - Nível d'água (NA) (metros), largura do espelho d'água (metros) e área da seção (m²) da estação Sambaíba (rio dos Coutinhos) em cada levantamento.

DATA	NA (m)	LARGURA (m)	ÁREA SEÇÃO (m ²)
16/06/2015	555,1	8,4	3,31
11/08/2015	555,0	8,0	2,67
11/10/2015	555,1	8,2	1,89
01/12/2015	555,3	9,3	3,83

Observou-se, no entanto, pouca variação na topografia das seções, indicando certa estabilidade do terreno nas seções analisadas, ao longo desse ano (**Figuras 23 a 26**).

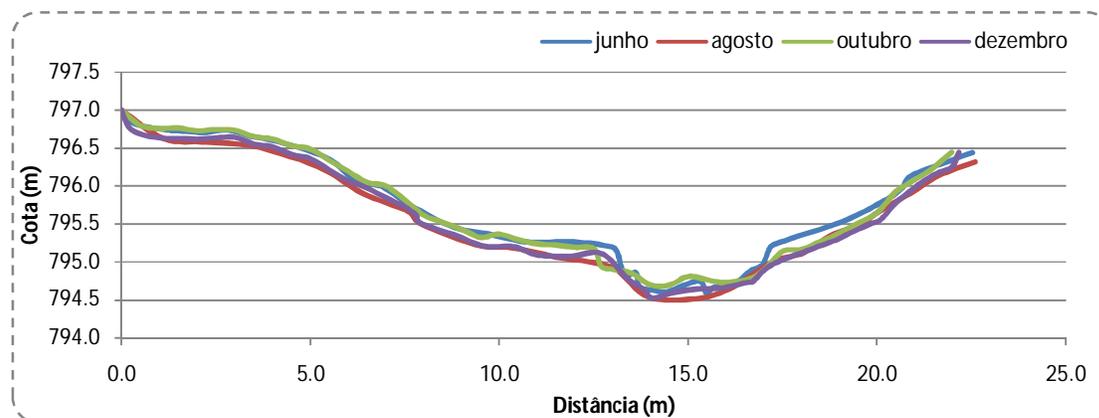


Figura 23 - Perfil altimétrico da seção transversal da estação Gonzalo, no curso alto do rio das Pedras, em junho/2015 (16/06/2015), agosto/2015 (11/08/2015), outubro/2015 (11/10/2015) e dezembro/2015 (01/12/2015).

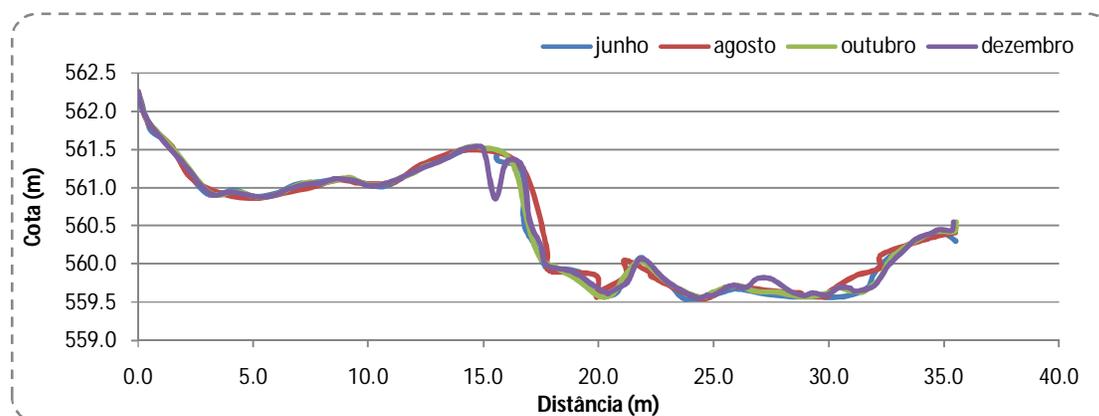


Figura 24 - Perfil altimétrico da seção transversal da estação Marcia Mendes, no curso baixo do rio das Pedras, em junho/2015 (16/06/2015), agosto/2015 (11/08/2015), outubro/2015 (11/10/2015) e dezembro/2015 (01/12/2015).

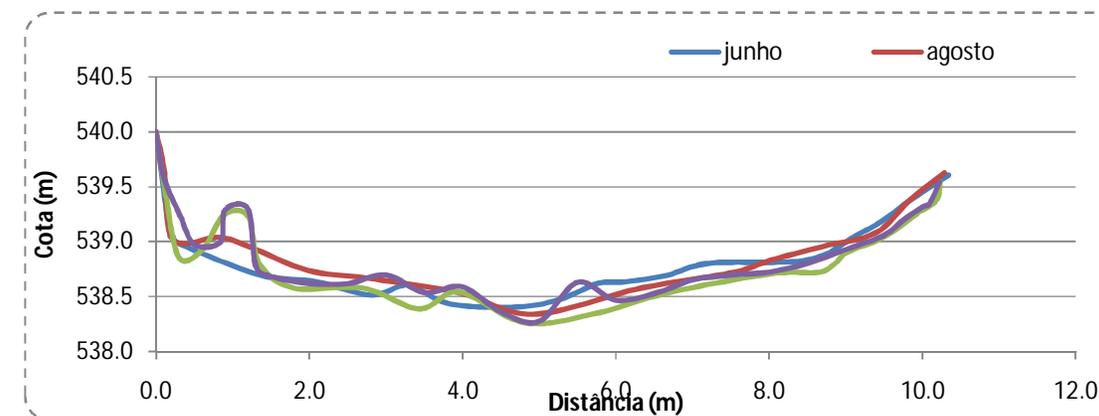


Figura 25 - Perfil altimétrico da seção transversal da estação Ponte Papudos, no rio Papudos, em junho/2015 (16/06/2015), agosto/2015 (11/08/2015), outubro/2015 (11/10/2015) e dezembro/2015 (01/12/2015).

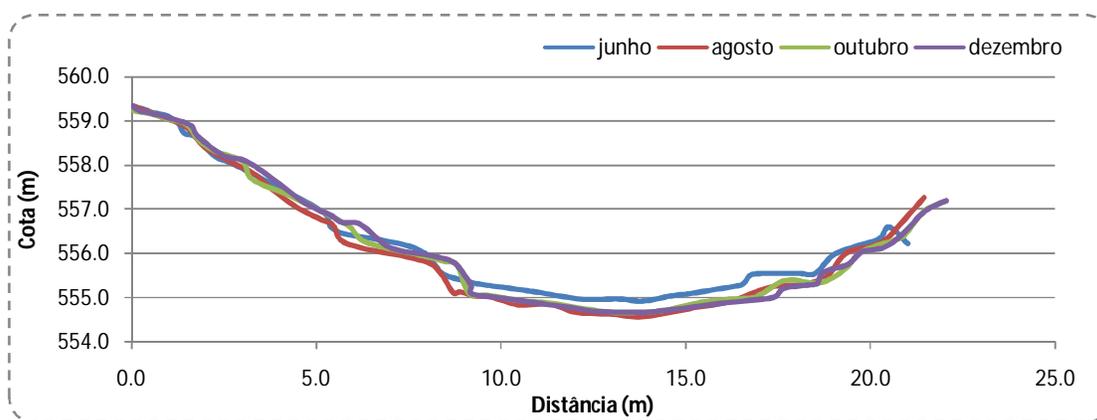


Figura 26 - Perfil altimétrico da seção transversal da estação Sambaíba, no rio dos Coutinhos, em junho/2015 (16/06/2015), agosto/2015 (11/08/2015), outubro/2015 (11/10/2015) e dezembro/2015 (01/12/2015).

3.2.3 Medições de Vazão

Foram realizadas quatro medições da vazão para as quatro estações do monitoramento fluviométrico. No **Anexo 5** é apresentado um relatório fotográfico das campanhas de medição da vazão.

Os resultados obtidos nas quatro campanhas de medição de vazão nas quatro estações fluviométricas estão apresentados no **Quadro 14** a seguir. Ressalta-se que os dados de nível apresentados no **Quadro 14** foram obtidos a partir dos sensores de nível automáticos, devido à ausência de régua limnimétrica (posicionada e calibrada) nas seções de medição. Dessa forma, não foi possível apresentar os dados de nível referente à primeira medição, pois não houve coleta de dados pelos sensores nesta data, conforme descrito anteriormente.

Quadro 14 – Vazões medidas e nível d'água dos quatro levantamentos em cada uma das quatro seções monitoradas

Estação	09/07/2015		11/08/2015		16/10/2015		27/11/2015	
	Vazão (m ³ /s)	Nível (m)						
Ponte Papudos	0,4751	-	0,5668	0,29	0,3716	0,33	0,5518	0,37
Sambaíba	0,3883	-	0,1995	0,27	0,1409	0,25	0,3410	0,33
Gonzalo	0,2195	-	0,2353	0,06*	0,1442	0,43	0,3320	0,48
Márcia Mendes	0,3452	-	0,4123	0,34	0,2307	0,38	0,5428	0,41

* valor de nível muito inferior à realidade local.

A quantidade de medições de vazão realizadas em cada uma das quatro seções não é suficiente para a elaboração de uma curva-chave correlacionando o nível e a vazão. Sendo assim, não foi possível gerar uma série de vazões, para cada seção, a partir dos dados de nível medidos nas estações automáticas. Contudo, estas medições poderão ser aproveitadas posteriormente para a elaboração da curva-chave, após a realização de medições adicionais. Sendo então possível a geração da série do histórico de vazões a partir dos dados de nível.

Desse modo, recomenda-se que sejam realizadas mais campanhas de medição de vazão nas estações em períodos distintos, de modo a caracterizar a relação cota x vazão para todo o período hidrológico das bacias em estudo.

Recomenda-se também a instalação de réguas limnimétricas em cada uma das seções das estações fluviométricas, possibilitando a aferição da calibragem do sensor de nível. E ainda havendo um observador local que possa realizar a leitura manual do nível do rio duas vezes ao dia, as 09 e 17 horas, permitiria uma análise da consistência dos dados coletados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, I., FILL, H. D., SUGAI, M. R. B., BUBA, H., KISHI, R. T. e LAUTERT, L. F. C. Hidrometria Aplicada, pp372, 2001.

AVILA, M. W., SILVA, C. D. A, SALOMÃO, M. S., MELLO, M. S., Implantação de redes hidrológicas em bacias com conflitos quanto ao uso de recursos hídricos. (Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio São João: Estado do Rio de Janeiro), Simpósio Nacional de Recursos Hídricos – ABRH, 2013.

COPPETEC, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, R3-A – Temas Técnicos Estratégicos, RT-02 – Avaliação da Rede Quali-quantitativa para Gestão das Águas no Estado do Rio de Janeiro e Proposição de Pontos de Controle em Bacias Estratégicas, 2014.

COHIDRO, Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes, Avaliação Quali-quantitativa da Rede de Monitoramento, 2013.

AGEVAP, Relatório Sobre a Situação da Bacia – Região Hidrográfica II – Guandu, 2011/2012.

Agência Nacional de Águas – ANA. Medição de Descarga Líquida em Grandes Rios – Manual Técnico. 2º Edição. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica, Brasília – DF, 2014.

ANEXO 1
– ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS –

MARCA: SOLAR INSTRUMENTAÇÃO

MODELO: SL2000 - METEOROLÓGICA

Data logger entradas para sensores de:

- Precipitação;
- Temperatura Externa;
- Umidade Relativa;
- Radiação Solar;
- Pressão Barométrica;
- Velocidade e Direção do vento;
- Temperatura Interna;
- Tensão da bateria;
- 1 Canal Analógico;



Caixa de proteção super resistente a prova de intempéries e com material (shield contra radiação solar)

Painel Solar: 5W

Bateria Selada: 12v 7Ah

Coleta de dados: Intervalo de amostragem de 40 seg. até dias.

Memória: Capacidade de armazenamento de 63.500 registros

Conexão: Cabo USB/serial

Softwares: SL2000-MET - Manager Software de Configuração, Conexão e Download dos dados armazenados.

Formato de arquivo de dados: formatação dos dados acumulados em arquivo texto compatível com Excel e outras planilhas.

Idioma Manual: português.

SENSORES INSTALADOS:**PRECIPITAÇÃO**

- Resolução: 0,2 mm;
- Intensidade Máxima 3mm/min.
- Área de coleta em aço: 200 mm;
- Cone do Sensor em Alumínio anodizado -Prata;
- Sistema de Dupla Basculante (tippingBucket);
- Alimentação do sensor: 3,3 a 5V (digital) ou 5 a 25 V;
- Cabo: Par trançado – 5 Metros Padrão;
- Suporte / Afixação: Topo de um poste de 48mm de diâmetro.