

BACIA EXPERIMENTAL DE SANTANA DO IPANEMA, ALAGOAS: IMPLANTAÇÃO E PRIMEIROS RESULTADOS

*Vladimir Caramori Borges de Souza¹, Cleuda Custódio Freire¹, Rosangela Sampaio Reis¹,
Leonardo Lopes de Azevedo Vieira², Sebastião Coelho Marinho Falcão³, Magaly Vieira Costa dos
Santos³, Sérgio Renato Ávila Glasherster da Rocha³*

RESUMO – A bacia experimental de Santana do Ipanema encontra-se instalada na bacia hidrográfica do riacho Gravatá, afluente do rio Ipanema, localizada no município de Santana do Ipanema, estado de Alagoas, apresentando características físicas e climáticas representativas de regiões semi-áridas. O presente estudo vem apresentar as atividades desenvolvidas nestes primeiros anos do projeto BEER na região, que consistiram na escolha e exploração do local de estudo para implantação da bacia, caracterização física, construção de estruturas, aquisição e instalação de equipamentos para monitoramento do comportamento da área de estudo, coleta e avaliação estatísticas dos dados coletados e avaliação dos resultados obtidos.

ABSTRACT – The Experimental Basin of Santana do Ipanema is installed in the basin of Gravatá stream, a tributary of the river Ipanema, located in Santana do Ipanema city, in the state of Alagoas, showing representative physical and climatic characteristics of semi-arid area. The objective of this paper is to present the activities developed on those first years of project BEER in the region, that consisted in the choice and exploration of the study area, physical characterization, construction of structures, installation and evaluation of the equipments operation for accompaniment of the behavior at the study area, statistical treatment of the collected data; and evaluation of the results already obtained.

Palavras-chave: Bacia Experimental, Semi-árido, Alagoas.

1)Professor(a) adjunto da Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, BR 104 – Norte, km 97, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, CEP 57072-970. E-mail: caramori@ctec.ufal.br, ccf@ctec.ufal.br, rosangelareis_al@pq.cnpq.br

2)Mestrando do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Campus A. C. Simões, BR 104 – Norte, km 97, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, CEP 57072-970. E-mail: leolav@uol.com.br

3)Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Campus A. C. Simões, BR 104 – Norte, km 97, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, CEP 57072-970. E-mail: sebastiaofalcao@hotmail.com, magalyvieira@hotmail.com, sergio_renato@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O semi-árido nordestino ocupa uma área de quase um milhão de quilômetros quadrados (BRASIL, 2005) e apresenta uma distribuição temporal e espacial de precipitação bastante irregular, assim como solos rasos e altas taxas de evaporação. Estes fatores são determinantes para que grande parte dos seus rios seja intermitente e os recursos hídricos sejam escassos.

Essa escassez limita o desenvolvimento da região, e para suprir as demandas durante o período de estiagem são necessárias técnicas de gestão que envolvam um detalhado conhecimento dos seus processos hidrológicos. A escassez de dados hidrológicos pode ser atenuada pela regionalização das informações disponíveis, sendo esta, uma ferramenta muito utilizada para suprir essa deficiência em uma determinada área que se quer avaliar.

Neste contexto da regionalização das informações, os estudos realizados em bacias hidrográficas experimentais como meio de caracterizar com maior precisão as relações entre solo, água, vegetação e atmosfera e transpor esse conhecimento para regiões hidroclimatologicamente semelhantes sem monitoramento dessas relações se caracterizam como instrumentos eficientes para a estimativa do comportamento hidroclimatológico característico de bacias do semi-árido desprovidas de equipamentos que possibilitem esse conhecimento.

Essas bacias experimentais podem subsidiar os processos de regionalização de informações, preenchendo a lacuna da falta de monitoramento das variáveis que são de suma importância para a gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, dos estudos realizados com a implantação de bacias experimentais, pode-se extrair diretrizes de gestão para aplicação em locais desprovidos de informações e que não possui recursos financeiros para reverter esse quadro.

Desta forma, com o objetivo de gerar informações sobre o comportamento hidrológico de bacias hidrográficas localizadas na região semi-árida, escopo do Projeto Integrado de Implantação de Bacia Experimental no Semi-árido (IBESA). Esse Projeto é realizado de forma conjunta com as seis universidades integrantes da Rede de Hidrologia do Semi-Árido (REHISA).

As primeiras bacias experimentais no Nordeste Brasileiro foram instaladas na década de 80, com destaque para as bacias de Sumé, na Paraíba, e Tauá no Ceará. Conforme destaca Cadier (1984), a operação de tais bacias só foi possível graças a um esforço conjunto da SUDENE, e Universidades locais. O Projeto REHISA busca retomar os estudos anteriores de modo integrado, adaptando e homogeneizando metodologias que permitam uma regionalização das informações.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivos: apresentar o processo de implantação da bacia experimental de Santana do Ipanema, desde a escolha do local de implementação até a análise dos dados iniciais oriundos do monitoramento na área de estudo.

2. LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS

A área objeto proposta para implantação da bacia hidrográfica experimental de Santana do Ipanema (BESI) está localizada no trecho médio da bacia hidrográfica do riacho Gravatá, sub-bacia do rio Ipanema, dentro da zona rural do município de Santana do Ipanema – Alagoas, distante 207 km da capital do Estado Maceió, em uma área de aproximadamente 126 km², entre as coordenadas 9° 25' 10'' e 9° 14' 25'' de latitude sul, e 37° 12' 45'' e 37° 8' 16'' de longitude oeste.

A localização da bacia hidrográfica onde foi implantada a BESI em relação ao Estado da Alagoas e a bacia hidrográfica do rio Ipanema está apresentada na Figura 1.

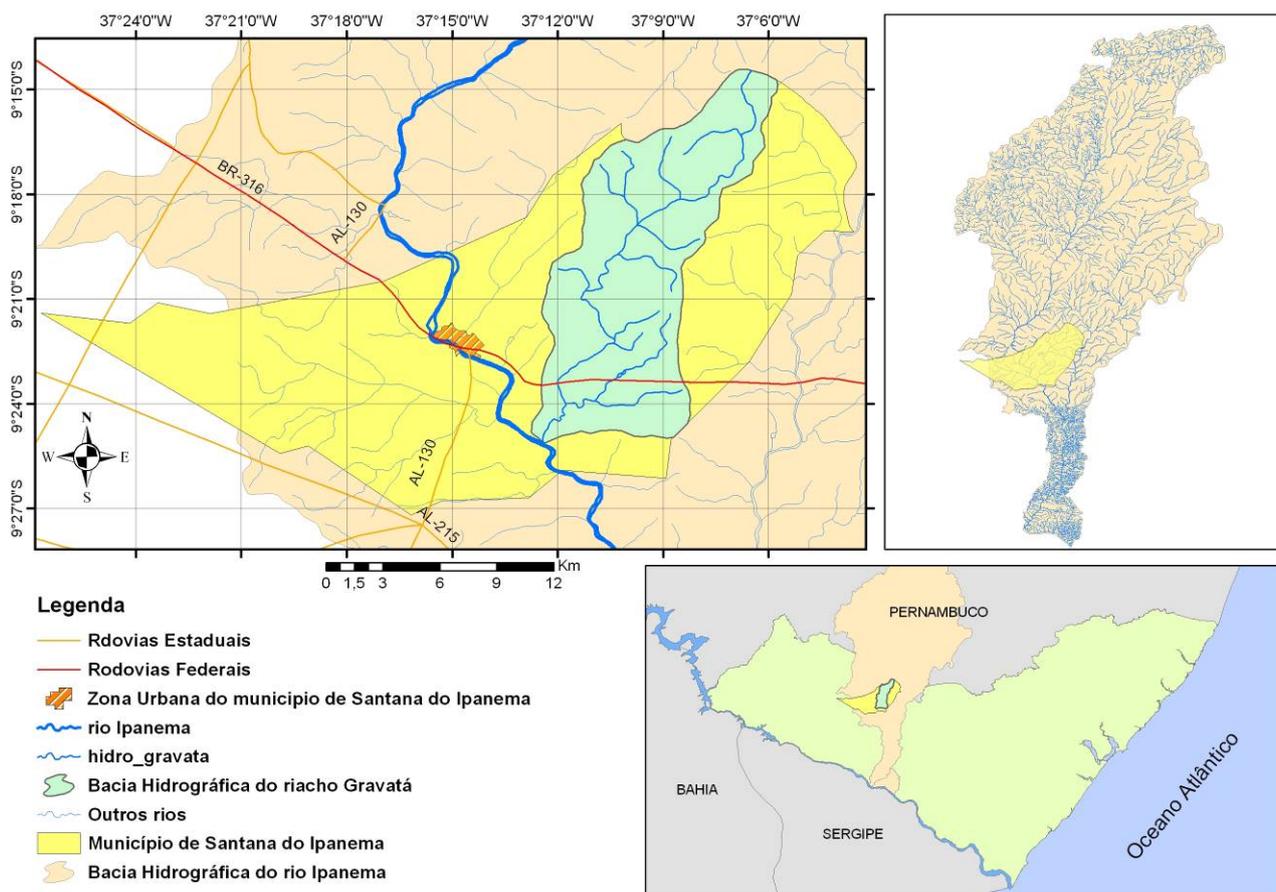


Figura 1 – Localização da BESI.

Após visitas de reconhecimento na região a primeira equipe participante deste projeto definiu três áreas experimentais para implantar a BESI: duas sub-bacias, onde a pretensão era de se realizar estudos com bacias aninhadas, e uma microbacia. Todas as áreas estão localizadas em propriedade privada, inseridas em duas fazendas da região. A Figura 2 e a Tabela 1 apresentam a localização das unidades de estudo.

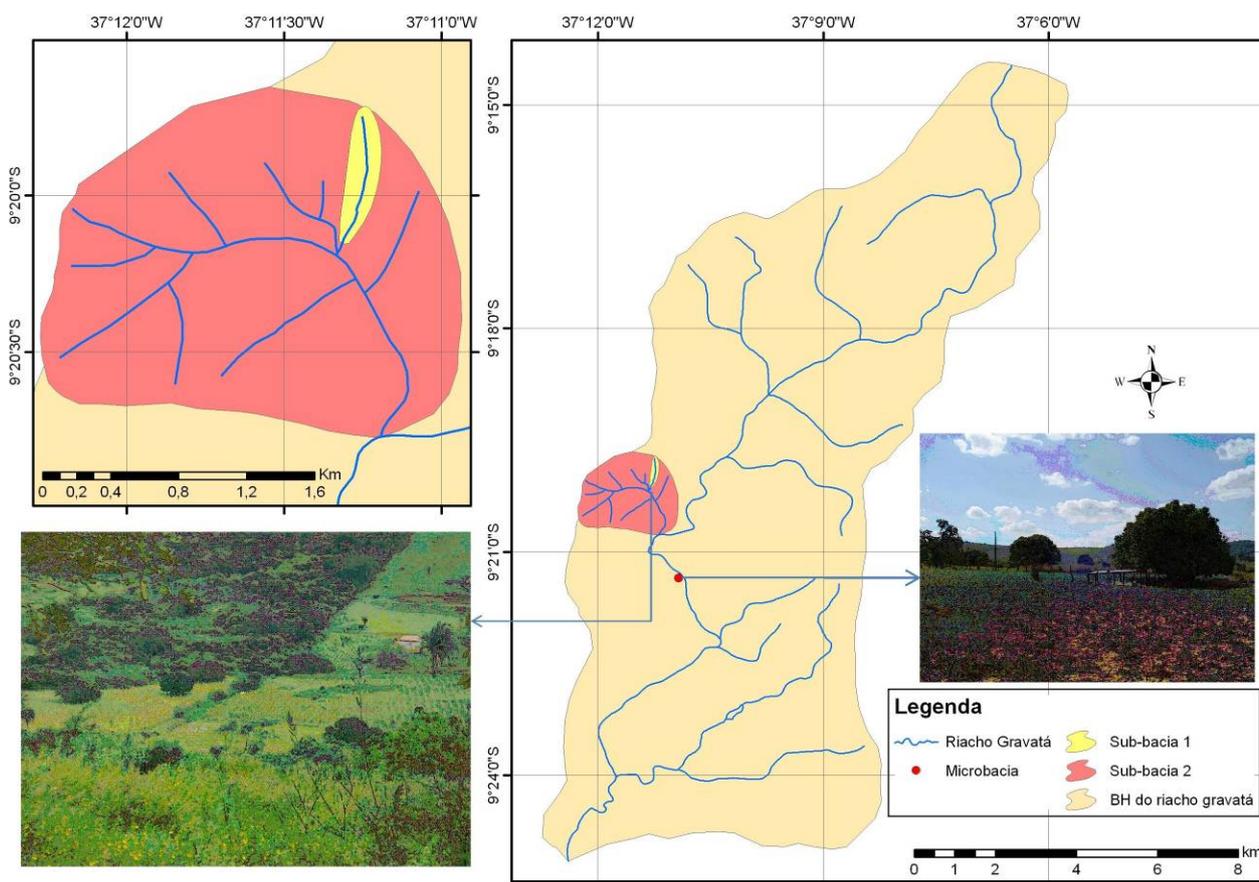


Figura 2 – Localização das sub-bacias e microbacia.

Tabela 1 – Coordenadas das áreas de estudo.

Unidade Experimental	Latitude	Longitude
Microbacia	-37° 10' 56,14''	-9° 21' 21,12''
Sub-bacia 1	-37° 11' 18,9''	-9° 20' 9,18''
Sub-bacia 2	-37° 11' 2,6''	-9° 20' 31,2''

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MORFOLÓGICAS DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS

Para caracterização do relevo das unidades experimentais da BESI foram utilizados os dados do SRTM adquiridos diretamente da internet na página oficial da USGS <<http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html>>. O arquivo original, em formato HEIGHT (hgt) foi transformado em formato ASCII no programa ArcInfo e depois em formato x, y e z no programa ArcView. Este modelo tem resolução espacial de 90 m x 90 m (3").

A partir do conjunto de pontos com coordenadas 3D (x, y e z) na forma de variações contínuas do relevo foi gerado através do ArcView o Modelo Digital do Terreno – MDT, que é a representação digital de um modelo numérico da superfície da terra, através da utilização do método de redes irregulares triangulares (TIN).

Valeriano (2004) recomendou que para uma boa delimitação da rede de drenagem, deve-se utilizar a interpolação da carta topográfica como dado primário e os dados do SRTM como complementares, mas, neste trabalho ficou inviável a utilização de tal metodologia, já que a carta topográfica obtida foi de qualidade muito inferior a esperada, portanto, foram utilizados apenas os dados do SRTM para o refinamento do MDT.

No MDT as altitudes do terreno são expressas por cores definidas pelo usuário. As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, os MDTs gerados para a bacia hidrográfica do riacho Gravatá e as sub-bacias 1 e 2.

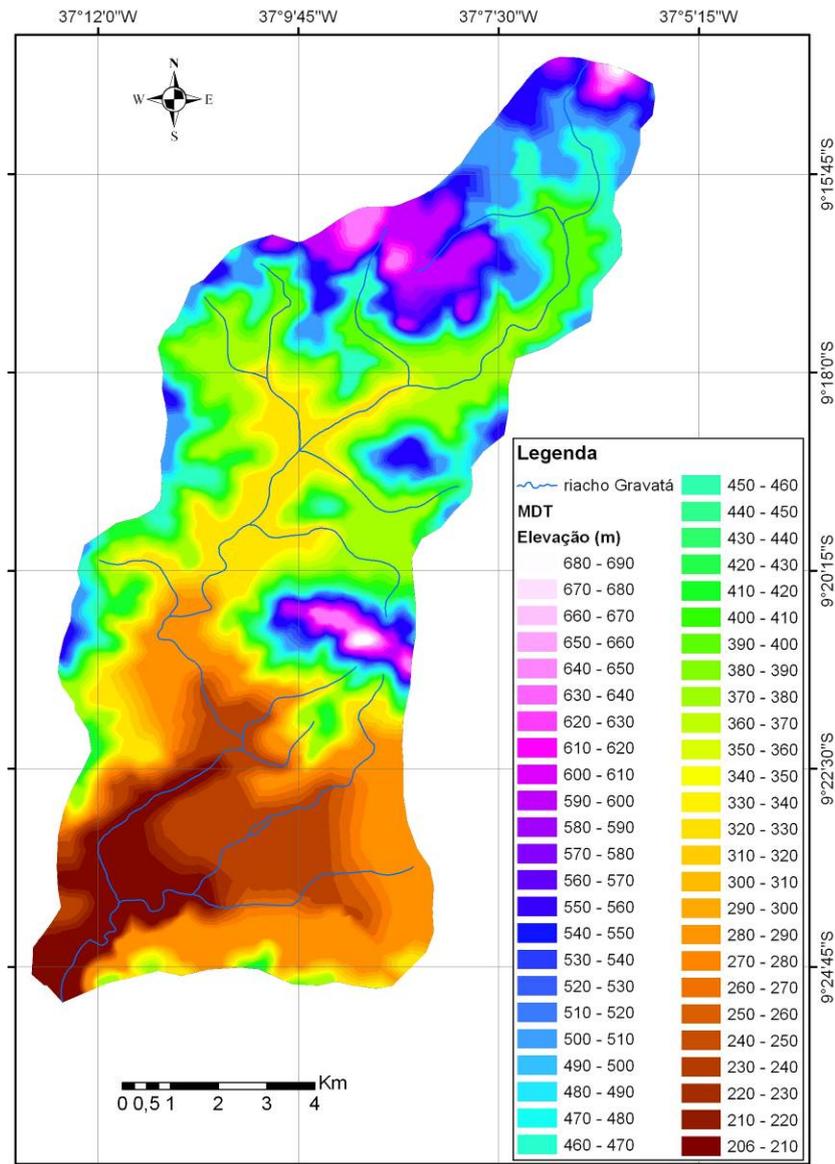
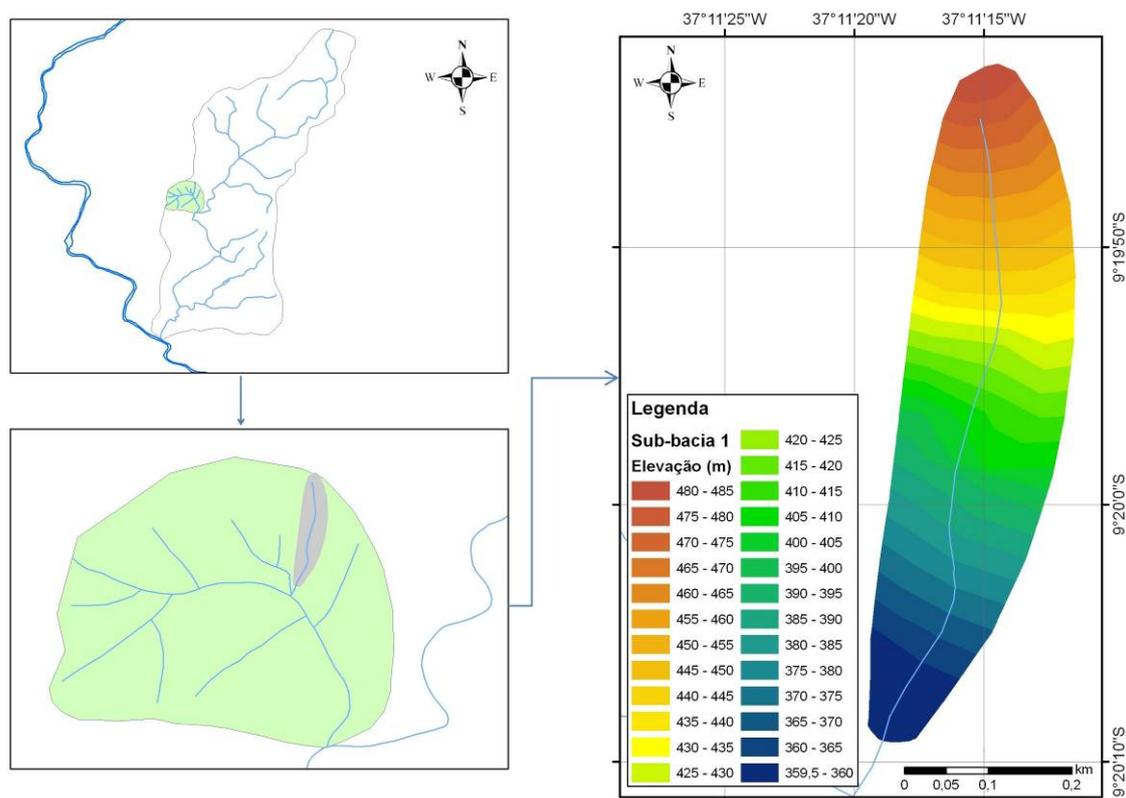
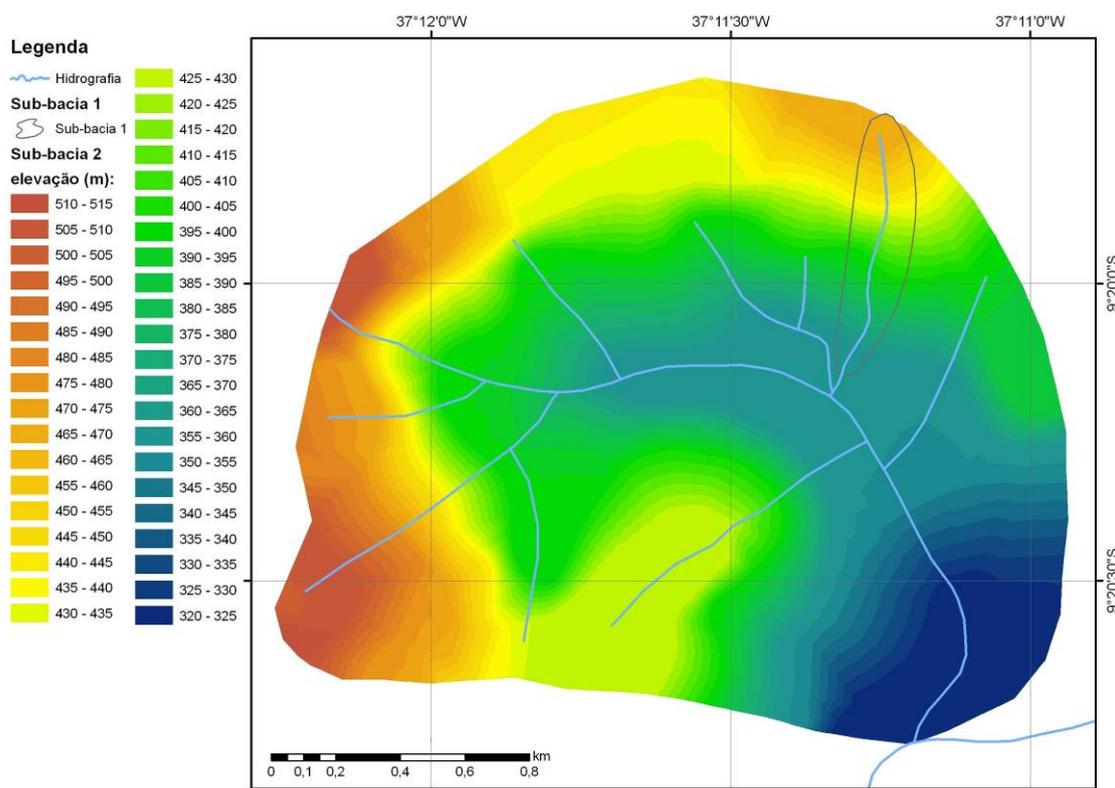


Figura 3 – MDT da bacia hidrográfica do riacho Gravatá.



(a)



(b)

Figura 4 – (a) MDT da sub-bacia 1; (b) MDT da sub-bacia 2.

3.1. Sub-bacia 1

A sub-bacia 1 possui uma área de drenagem de 0,127 km² aproximadamente, estando aninhada com a sub-bacia 2. Em sua foz tem instalada uma estação climatológica, dois linígrafos e construída uma Calha Parshall (Figura 5), estrutura utilizada para medição de vazões.

Esta sub-bacia tem uma declividade média 15,8%, tal declividade corresponde a áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é rápido. Não são apropriadas para culturas perenes, sendo próprias para pastagens ou reflorestamento. Apresenta problemas de erosão e impedimento ao uso de máquinas agrícolas. Embora seja uma região propícia para reflorestamento o que se nota com o passar dos anos é que a caatinga natural vem sendo substituída por pastagens e agricultura familiar.



(a)



(b)

Figura 5 – (a) Estação climatológica; (b) Calha Parshall.

As altitudes nesta sub-bacia variam de 360 a 481 metros, tendo seu talvegue uma declividade de 0,36 m/m, calculada através do método da média harmônica. Embora a declividade média desta sub-bacia e a declividade de seu talvegue sejam consideradas altas quando comparadas com as respectivas declividades da bacia do riacho Gravatá, à montante da Calha Parshall, seu trecho inicial pode ser considerado plano, sendo este, totalmente desmatado para a pecuária e agricultura.

Em sua região central existem simultaneamente áreas de caatinga preservada e áreas utilizadas para pastagem. Na região mais alta da sub-bacia predomina o cultivo de pastagem.

Outra característica importante desta sub-bacia são as grandes variações no regime foliar da caatinga durante todo o ano, como demonstrado na Figura 6, cujas fotos foram tiradas praticamente da mesma posição, só que em períodos diferentes do ano.



(a)



(b)

Figura 6 – Regime foliar da caatinga: período seco x período chuvoso.

A tabela 2 traz um resumo das principais características morfológicas da sub-bacia 1.

Tabela 2 – Características morfológicas da sub-bacia 1.

Área	0,127 km ²
Perímetro	1,78 km
Comprimento do rio principal	0,77 km
Extensão da rede de drenagem	0,77 km
Densidade de drenagem	6,06 km/km ²
Fator de forma	0,19
Índice de compacidade	1,41

3.2. Sub-bacia 2

A sub-bacia 2, em sua região mais baixa (também é a região mais plana), é predominantemente utilizada para criação bovina, e agricultura de subsistência. Nas regiões mais elevadas e ao longo de alguns cursos d'água ainda se encontram áreas de caatinga preservada. Além disso, possui também uma região aluvionar perto de seu exutório, onde inclusive foi feito um estudo do comportamento do aquífero subterrâneo por Santos (2009), através de uma bateria de piezômetros.

As altitudes na área variam de 320 a 510 metros, como representado nas curvas de nível da Figura 7.

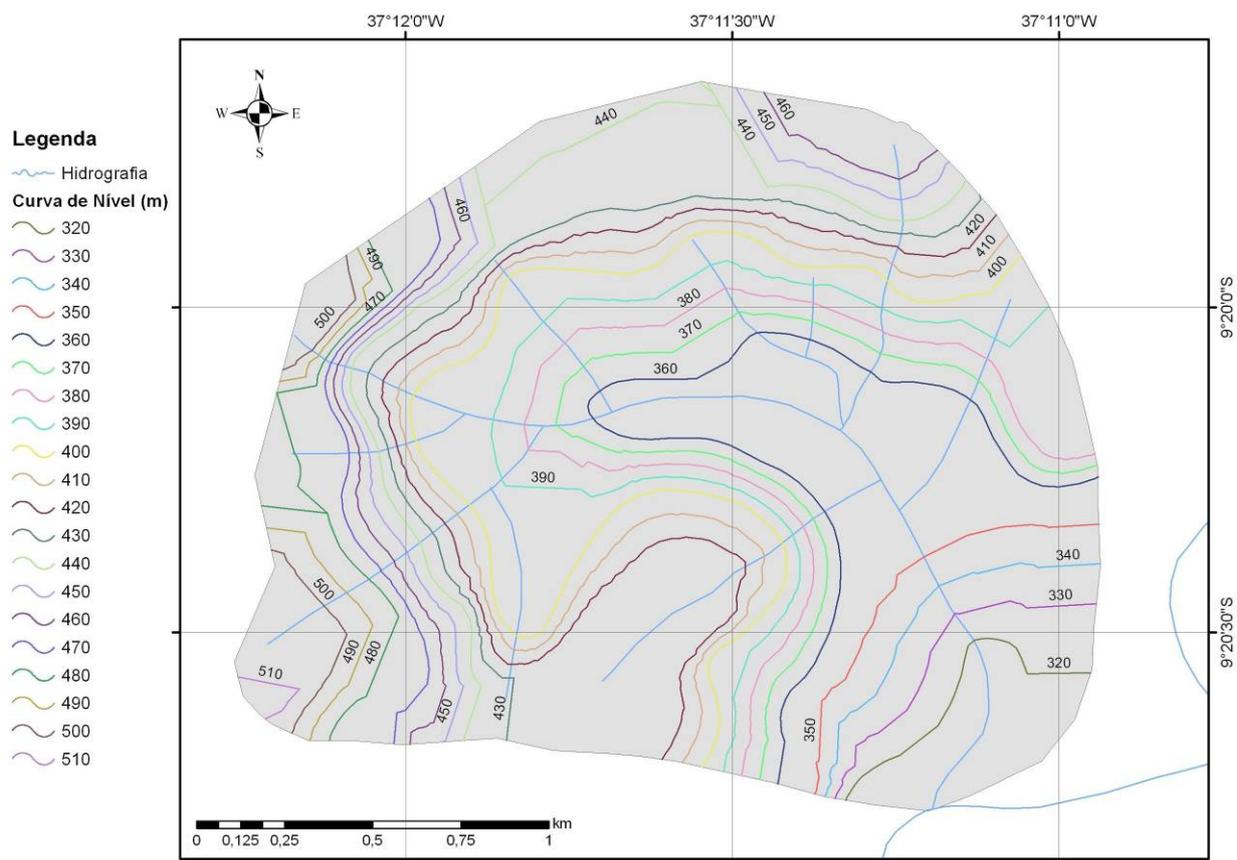


Figura 7 – Curvas de nível da sub-bacia 2.

As Figuras 8 e 9 representam a curva hipsométrica e o perfil longitudinal do rio principal da sub-bacia 2, respectivamente. A Tabela 3 apresenta um resumo das características morfológicas desta mesma sub-bacia.

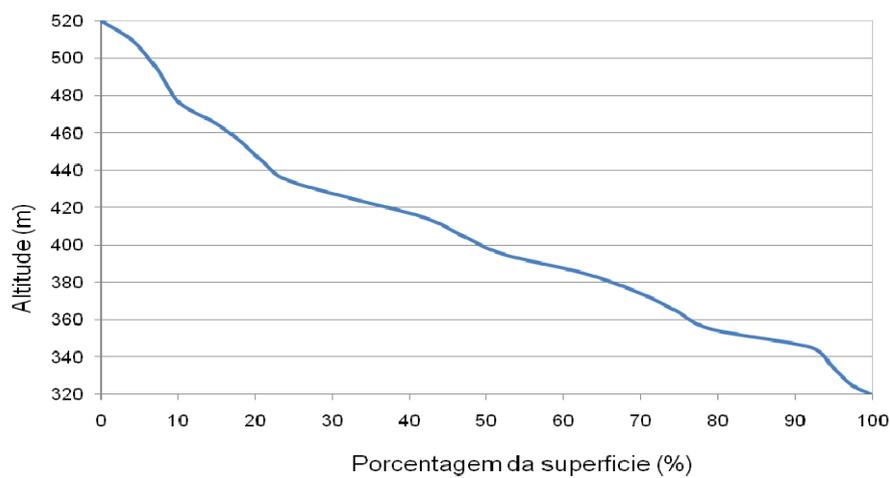


Figura 8 – Curva hipsométrica da sub-bacia 2.

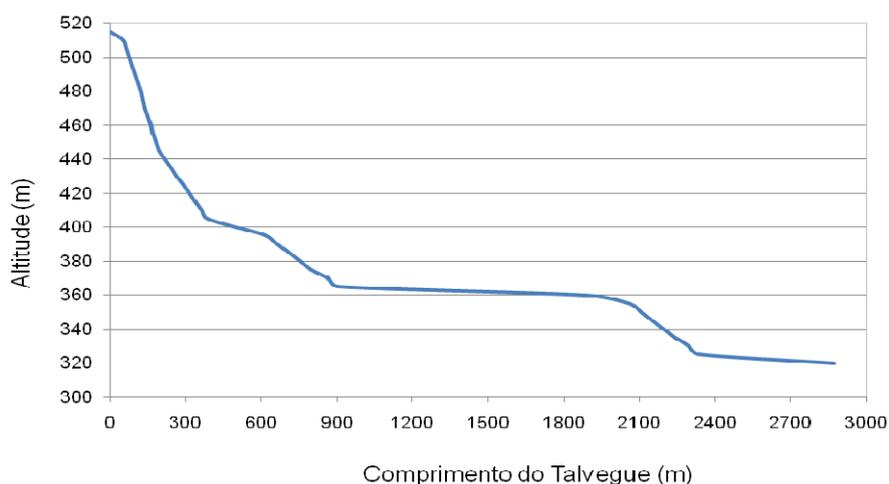


Figura 9 – Perfil longitudinal do rio principal da sub-bacia 2.

Tabela 3 – Resumo das características morfológicas da sub-bacia 2.

Área	3,90 km ²
Perímetro	7,45 km
Comprimento do rio principal	2,87 km
Extensão da rede de drenagem	9,02 km
Densidade de drenagem	2,31 km/km ²
Fator de forma	0,73
Índice de compacidade	1,06

3.3. Microbacia

A microbacia está localizada na Fazenda Gravatá, propriedade do Sr. Amâncio Leobino, e tem uma área de 0,5 ha. Nessa unidade de estudo existe uma fossa coletora de sedimentos, utilizada para o monitoramento hidrossedimentológico, utilizada no trabalho de Falcão (2009), Figura 10.



Figura 10 – Fossa de sedimentos da microbacia: (a) visão traseira; (b) visão dianteira.

Esta sub-bacia é utilizada para agricultura de subsistência, na qual duas espécies de diferentes ciclos e arquiteturas vegetais são exploradas ao mesmo tempo e no mesmo local, não sendo,

necessariamente, semeadas ao mesmo tempo, mas que durante apreciável parte de seus períodos de desenvolvimento haja simultaneidade de convivência, forçando a uma interação entre elas.

4. INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO

A BESI foi instrumentada de modo a permitir o levantamento de informações hidrológicas experimentais relativas a dados climatológicos, distribuição de precipitação espacial e temporal, hidrogramas, níveis d'água de açude e corpos d'água. Assim, para o estudo do comportamento do ciclo hidrológico na área de estudo foram instalados e distribuídos entre a sub-bacia 1, sub-bacia 2 e a microbacia.

i. Uma estação climatológica compacta

A estação climatológica compacta, fabricada pela Campbell Scientific, foi instalada na BESI no mês de novembro de 2007, próximo à Calha Parshall construída na sub-bacia 01. Esta estação é composta por sensores de medição de temperatura do ar, chuva, velocidade direção do vento, umidade relativa do ar e radiação solar.

Os dados da estação climatológica são registrados a cada 10 segundos e armazenados de formas diferentes, dependendo do tipo da variável climatológica: a cada 2 minutos para dados de chuva; 60 minutos ou 24 horas para temperatura, pressão, radiação solar, velocidade e direção do vento, incluindo valores médios, máximos e mínimos; e 1 minuto ou 60 minutos para umidade relativa, incluindo valores médios máximos e mínimos. O equipamento usado para armazenar todos os dados é em um datalogger CR800. Os registros armazenados são coletados em campo mensalmente.

ii. Dois pluviógrafos e um pluviômetro

O projeto tem instalado na região dois pluviógrafos de balança, um da marca Global Water, próximo à microbacia, que registra cada basculada como 0,20 mm de lâmina precipitada, cuja instalação ocorreu em junho de 2007.

Junto a este pluviógrafo foi instalado um pluviômetro "alternativo" (Melo et al., 2006), com o intuito de comparar os valores diários de lâmina precipitada. Se confirmada uma relação coerente entre os dados observados em ambos os medidores, a idéia é instalar diversos pluviômetros do mesmo tipo em outras partes da bacia experimental, para estudar a espacialização da precipitação na região de forma mais confiável.

O outro pluviógrafo foi conectado a estação climatológica, próximo a calha Parshall, sub-bacia 1. Este é da marca Texas Electronics, modelo TE525MM-L e registra cada basculada como 0,10 mm de lâmina precipitada.

iii. Quatro linígrafos

Na região tem instalado quatro linígrafos para a medição do nível d'água, sendo um na calha Parshall da sub-bacia 1, um na fossa de sedimentos construída na microbacia, um no exutório da sub-bacia 1 e mais um medindo o nível de um açude próximo ao exutório da sub-bacia 2 . Ainda está prevista a instalação de mais um linígrafo a montante da calha Parshall, na sub-bacia 1. O sensor do linígrafo é da série KPSI 500, da marca Pressure System, com acurácia de 1% do nível d'água. Anteriormente, os registros eram feitos a cada 10 segundos e armazenados a cada 5 minutos, em um datalogger CR200, da marca Campbell Scientific.

iv. Dois tanques classe B

Está prevista ainda no projeto a instalação de dois tanques classe A, um na microbacia e um na sub-bacia 1. Já foram instalados dois tanques alternativos denominados “classe B” (Santos, 2004) nos mesmos locais.

v. Bateria de piezômetros

Os piezômetros foram utilizados por Santos (2009) a fim de monitorar o nível do lençol freático na região. Foram perfurados 15 poços de observação na sub-bacia 2 com a utilização de trado manual.

Os piezômetros foram revestidos com canos de PVC de 100 mm, com 1 a 2 metros de filtro na porção penetrante do lençol freático. Como proteção utilizou-se tampas do mesmo material, fixados por meio de simples encaixe. O comprimento dos canos de PVC variou em conformidade com a profundidade do nível do freático em cada poço.

vi. Três parcelas experimentais de erosão

As parcelas foram utilizadas por Falcão (2009) junto com um simulador de chuvas para estudo de sedimentos em uma plantação de milho controlada, onde o tamanho das parcelas usadas para os teste com o simulador de chuvas são de 3 x 1 metro devidamente limitadas por chapas de aço com 20 cm de altura, dos quais 10 cm foram cravados no solo. Esta metodologia foi proposta por Santos (2006).

vii. Uma Calha Parshall

viii. Uma fossa de sedimentos

A Figura 11 apresenta a distribuição espacial de cada um dos equipamentos instalados na BESI.

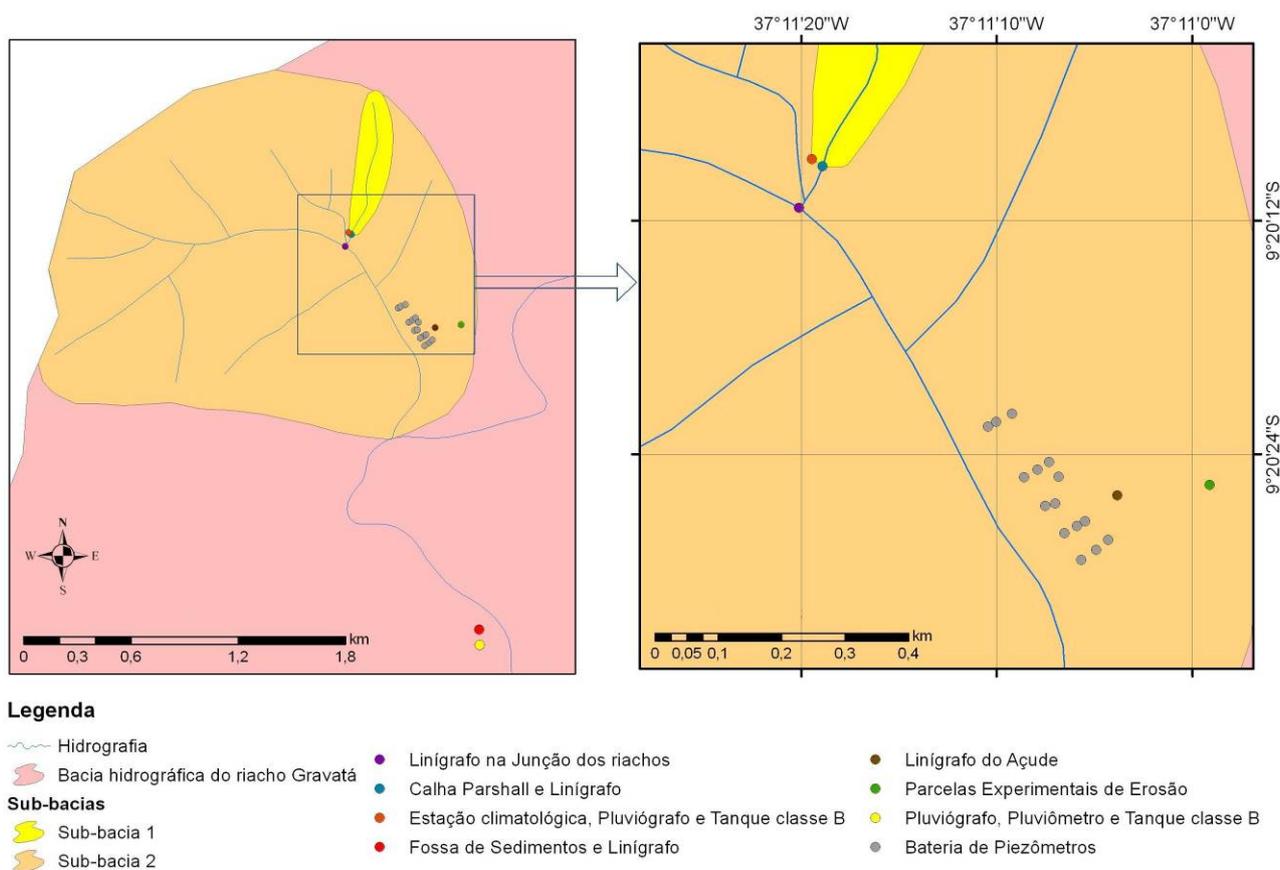


Figura 11 – Localização dos equipamentos na BESI.

5. PRIMEIROS RESULTADOS

Nesta seção é apresentada uma análise das variáveis climatológicas monitoradas na BESI, a partir dos dados coletados entre o período de junho de 2007 e Março de 2009, pelos equipamentos descritos na seção anterior.

5.1. Precipitação

O pluviógrafo na região da microbacia foi instalado aproximadamente seis meses antes da sub-bacia 1. Nesta seção serão feitas análises dos registros de precipitação acumulada mensal, número de dias chuvosos versus precipitação acumulada mensal, precipitação total diária, além de analisar a variação do nível d'água de um açude em relação ao total diário precipitado no local. Os resultados estão apresentados nas Figuras 12 a 17.

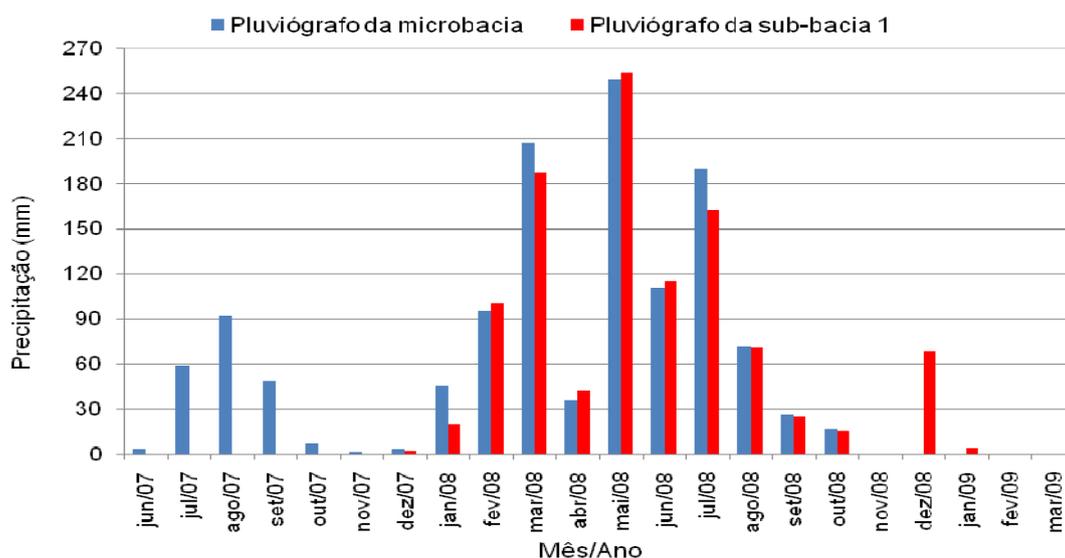


Figura 12 – Comparação entre os registros mensais nos dois pluviógrafos.

No que diz respeito à análise dos resultados obtidos com o monitoramento da precipitação, foi no mês de janeiro de 2008 que ocorreu a maior disparidade nos registros de chuva de um pluviógrafo para o outro, onde o total precipitado registrado no pluviógrafo da microbacia foi de aproximadamente 55,5% maior que o total computado no da sub-bacia 1. Agosto de 2008 foi o mesmo que os totais registrados em ambos os pluviógrafos mais se aproximaram, observando uma diferença de apenas 0,4%.

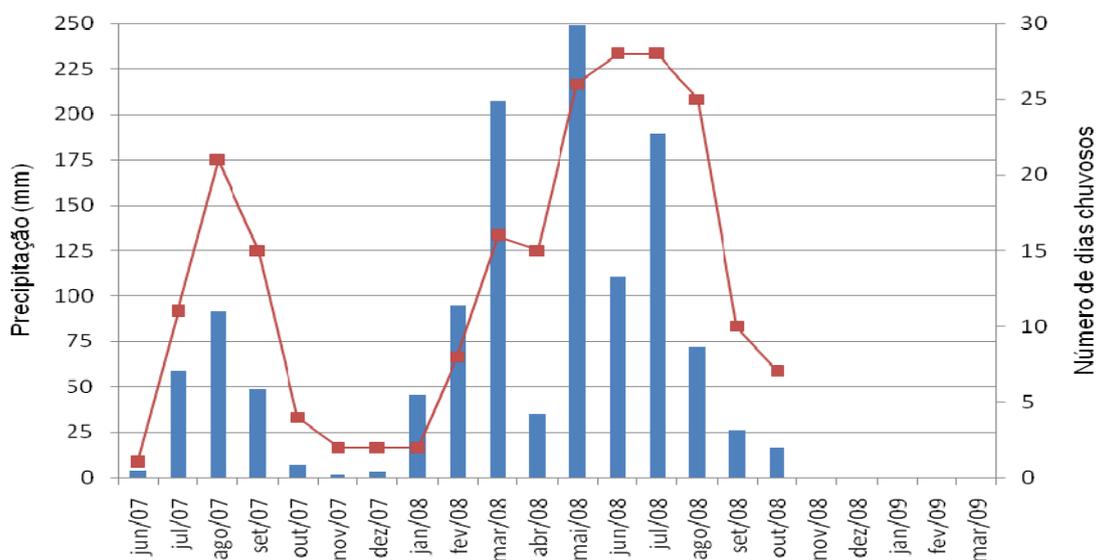


Figura 13 – Número de dias chuvosos X lâmina precipitada: pluviógrafo da microbacia.

Observa-se no gráfico acima, relacionado aos dados do pluviógrafo da microbacia, que embora os meses de junho e julho tenham sido os meses com maior número de dias chuvosos, foi o mês de maio o de maior lâmina precipitada. Este comportamento se repete para os dados do

pluviógrafo da sub-bacia 1.

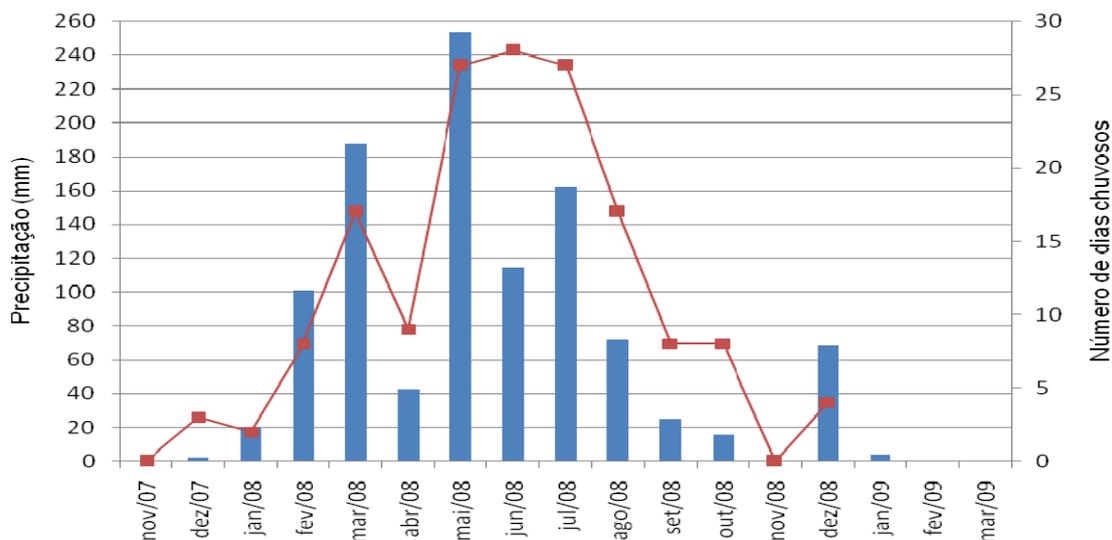


Figura 14 – Número de dias chuvosos X lâmina precipitada: pluviógrafo da sub-bacia 1.

Na região onde estão instalados os piezômetros utilizados por Santos (2009), sub-bacia 2, possui um açude no qual se monitorada o nível d’água desde 18 de maio de 2008, através da utilização de um dos linígrafos instalados na BESI. A Figura a seguir expõe a variação do nível d’água no açude em relação à precipitação na região da BESI. As discontinuidades percebidas na figura se devem a falha no monitoramento nesses intervalos de tempo.

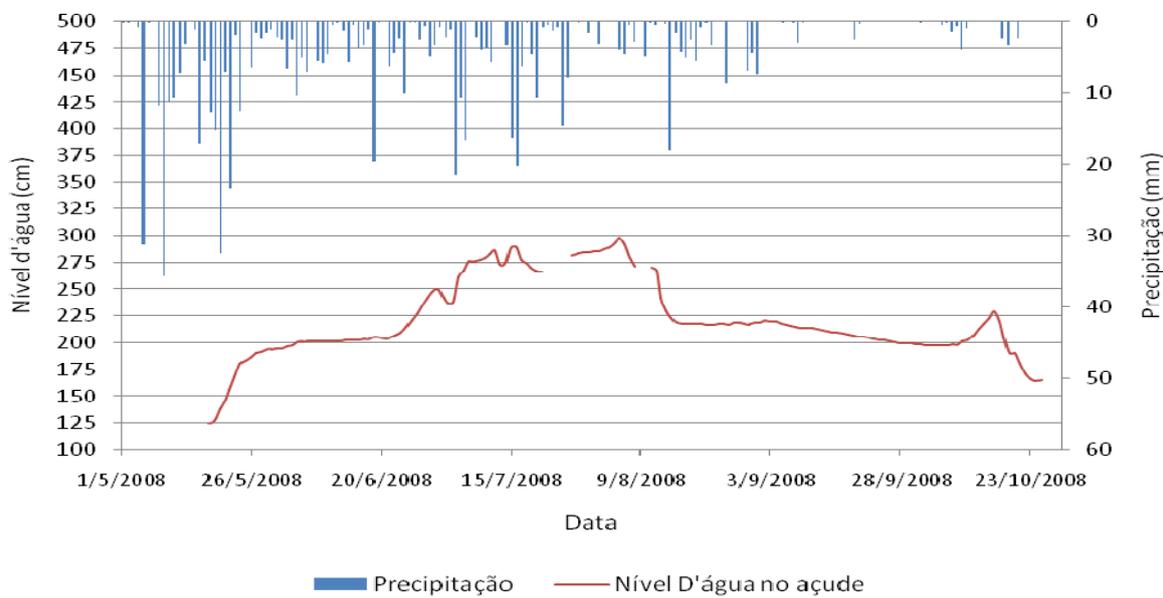


Figura 15 – Nível d’água X precipitação diária.

A variação máxima de cota desde o começo do monitoramento do nível d’água até a última data utilizada para construir a figura acima foi de 173,26 cm, sendo a menor cota registrada no dia

18 de maio, e maior em 05 de agosto de 2008, com valores iguais a 124,78 e 298,03 cm, respectivamente.

Os totais diários precipitados registrados em ambos pluviógrafos são observados nas Figuras 16 e 17.

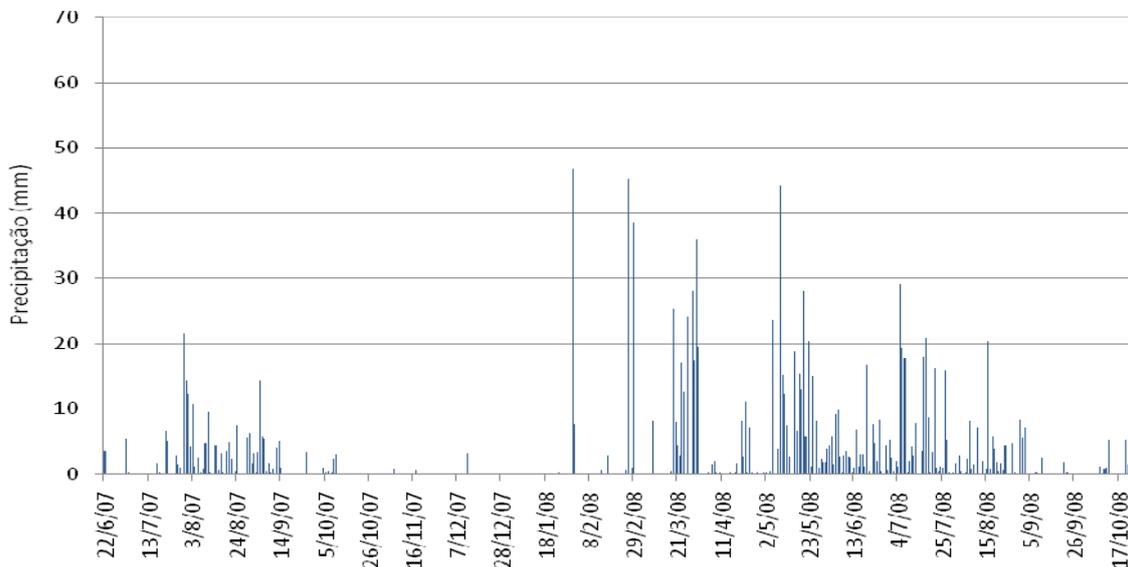


Figura 16 – Precipitação diária no pluviógrafo da microbacia.

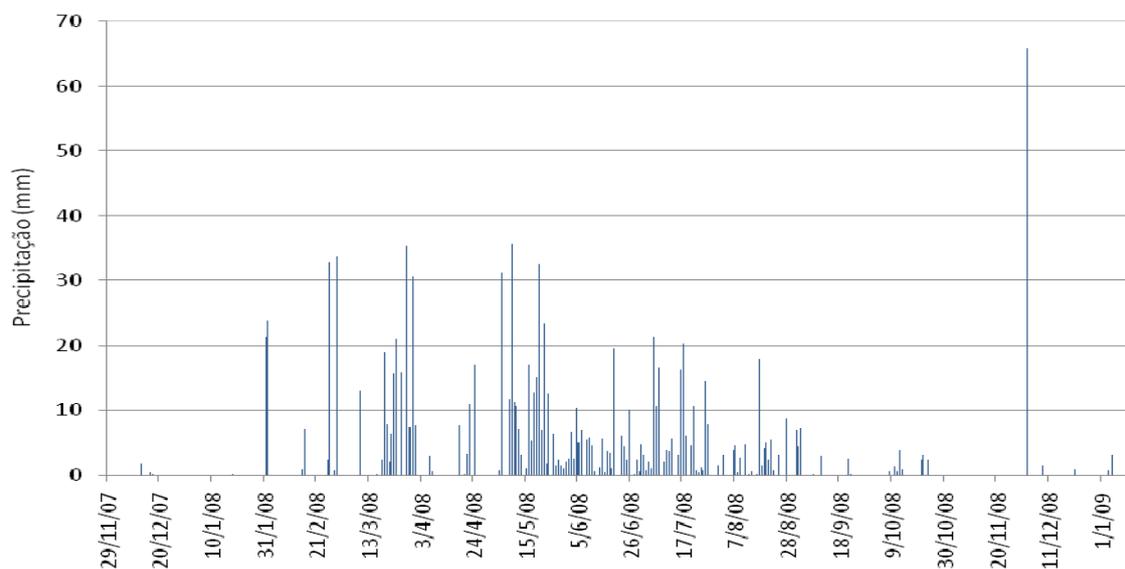


Figura 17 – Precipitação diária no pluviógrafo da sub-bacia 1.

5.2. Temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento

Os registros de Temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento foram feitos na estação climatológica instalada na sub-bacia 1, no período compreendido entre o mês de dezembro de 2007 e março de 2009. Cabe ressaltar que o mês de novembro de 2007 foi excluído da análise

porque a estação climatológica foi instalada no final deste mês, logo os dados coletados não tinham representatividade para diagnosticar o comportamento destas variáveis em todo mês.

A temperatura média, assim como a média das temperaturas máximas e mínimas mensais, estão apresentadas na Tabela 4 e na Figura 18.

Tabela 4 – Temperatura média do ar.

Mês/Ano	Médias	Máximas	Mínimas
dez/07	25,82	26,89	24,88
jan/08	25,84	26,80	25,04
fev/08	26,17	26,94	25,64
mar/08	25,04	25,72	24,65
abr/08	24,67	25,25	23,84
mai/08	23,00	23,43	22,48
jun/08	21,19	21,66	20,65
jul/08	20,53	20,95	20,04
ago/08	21,02	21,67	20,55
set/08	22,51	23,30	21,79
out/08	23,82	24,74	23,01
nov/08	26,20	27,21	25,29
dez/08	26,17	27,04	25,32
jan/09	26,61	27,62	26,00
fev/09	25,97	26,77	25,55
mar/09	27,19	27,91	26,68
abr/09	25,96	26,72	25,36

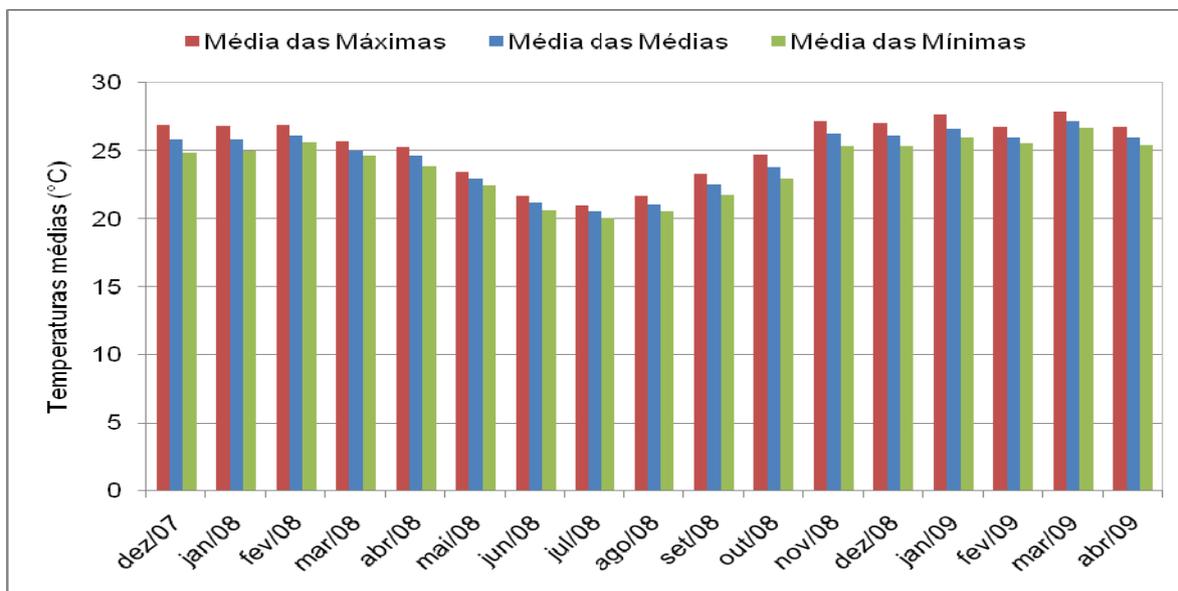


Figura 18 – Temperatura do ar média mensal.

A amplitude térmica diária média é menor nos meses de maio a agosto. As maiores amplitudes térmicas diárias são encontradas nos meses de novembro a fevereiro, sempre ultrapassando os 13°C em média. A amplitude térmica média durante ano foi de 16,1°C.

Ao estudar os valores da figura acima se verifica que no período chuvoso do ano as

temperaturas médias das máximas, mínimas e médias temperaturas são mais baixas, ao passo que há aumento da umidade relativa nestes períodos.

Nas Figuras 19 e 20 observa-se que nos períodos chuvosos ocorre a queda gradual da temperatura média do ar, da radiação de onda curta e da velocidade do vento. A tendência contrária verifica-se no período seco.

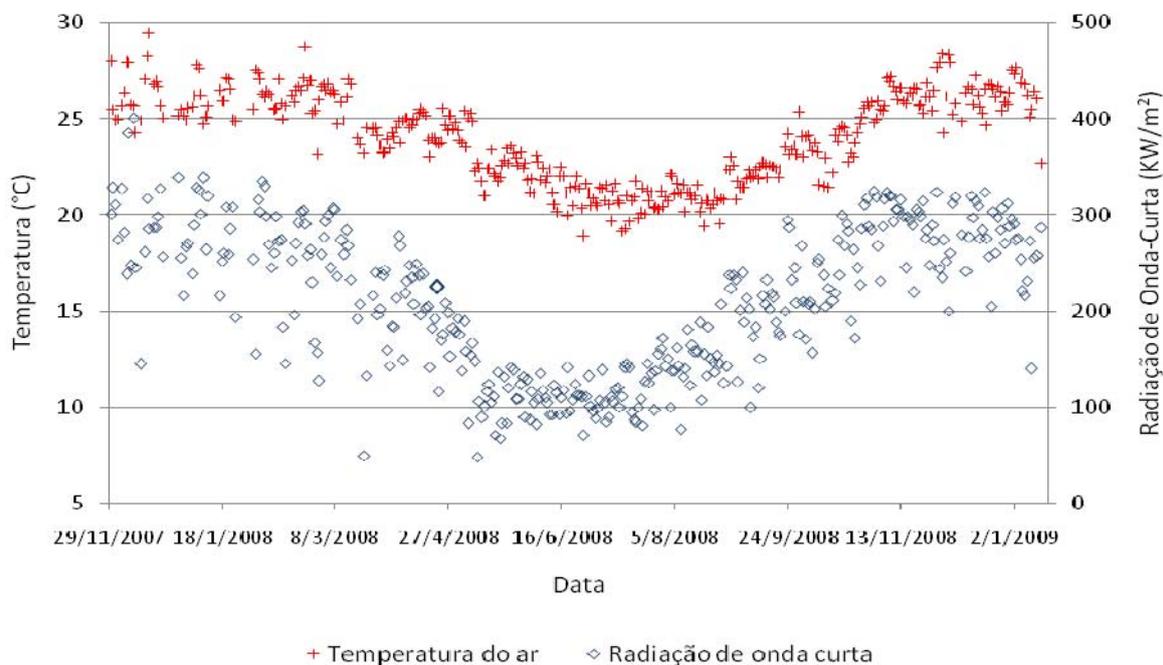


Figura 19 – Valores médios diários da temperatura do ar e radiação de onda curta.

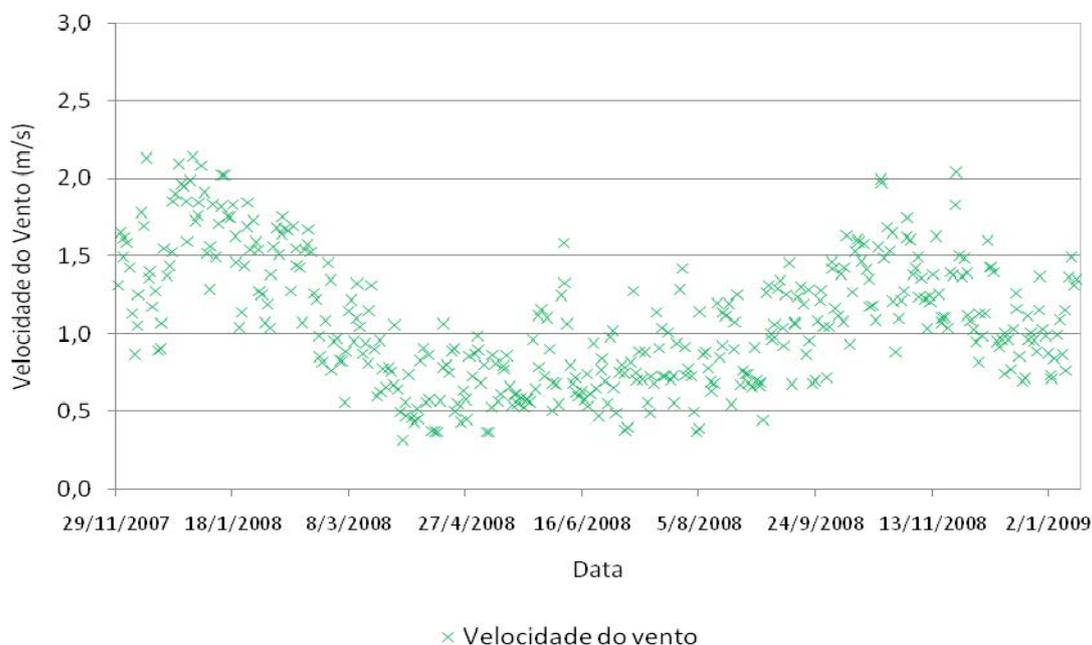


Figura 20 – Valores médios diários de velocidade do vento e umidade relativa do ar.

6. CONCLUSÕES

A aquisição das variáveis climatológicas medidas e monitoradas no semi-árido são de extrema importância para o estudo dos recursos hídricos nas regiões que enfrentam problemas de quantidade e qualidade das águas. Estudos em bacias experimentais configuram uma alternativa viável para realização de pesquisas que visem geração de informação para subsidiar o processo de gestão das águas dessa região.

A implantação de uma bacia experimental representa desafios e dificuldades, devendo ser garantida a continuidade do seu monitoramento por um período longo, que resulte em informações consistentes, com a confirmação das avaliações feitas.

Avalia-se os resultados obtidos como satisfatórios para os primeiros anos de implantação e monitoramento da bacia experimental de Santana do Ipanema, entretanto necessita-se da continuidade das medições para confirmação das análises realizadas e aquisição de dados mais consistentes e contínuos para que o projeto possa cumprir seus objetivos.

As medidas de nível d'água tanto no açude quando na calha Parshall são de grande interesse para a calibração de modelos hidrológicos quando para o desenvolvimento de pesquisas específicas como o da erosão e produção de sedimentos.

Os primeiros dados analisados de precipitação mostram a grande variabilidade espacial, principalmente para precipitações de curta duração. Resultados de simulação indicam uma forte influência desta variabilidade no hidrograma e a necessidade de uma rede pluviométrica bem distribuída para estudos hidrológicos na região.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. “*Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro*”. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. 32p.

CADIER, E. “*Hidrologia das Pequenas Bacias do Nordeste Semi-Árido*”. Recife: SUDENE, Série Hidrologia n. 31, 1994. 448p.

FALCÃO, S. C. M. (2009). “*Avaliação da produção de sedimentos em áreas de diferentes escalas na bacia experimental do riacho gravatá, semi-árido alagoano*”. Dissertação de Mestrado, 123p. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas.

MELO, M. R. S.; MOURA, R. F.; MOURA, A. E. S. S.; CORREA, M. M.; FIGUEIREDO, A. C. “*Análise Comparativa entre a Precipitação Medida no Pluviômetro Ville de Paris e Alternativo*”. In: Anais do XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2006, João Pessoa - PB.

SANTOS, M. V. C. (2009). “*Estudo do comportamento de um pequeno aquífero aluvial na bacia experimental de Santana do Ipanema: Semi-árido alagoano*”. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas.

USGS. United States Geological Survey. *Seamless Distribution Data*. 2007. Disponível em <<http://www.usgs.gov.br>>.

VALERIANO, M. M. (2004). “*Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul*”. São José dos Campos: INPE. 72 p. (Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais, INPE-10550-RPQ/756).