

Figura 09: Localização das nascentes em relação à orientação das encostas em Barra de Guaratiba, RJ.

4 Conclusões

- Os fatores morfométricos das microbacias indicaram baixa capacidade de armazenamento da água, sugerindo que a mesma se dê em pontos específicos da encosta com características propícias ao armazenamento;
- Existem 28 nascentes perenes em 11 das 88 microbacias instáveis da região;
- Das 28 nascentes, 11 encontram-se em seis microbacias e são responsáveis por abastecer cerca de 150 famílias, cujo consumo estimado remonta a um volume de 168 m³/dia;
- A área de captação que abastecem as nascentes perenes totalizam 18,5 ha, ou 13 % da área total das microbacias;
- A presença de nascentes se deve a parâmetros geomorfológicos específicos que garantem o armazenamento da água nas microbacias, eles determinaram a identificação e descrição de três tipos de nascentes: a) *Calha entulhada* com 24 unidades; b) *Encosta* com 3 unidades; e c) *Poço* com 1 unidade;
- O maior número de nascentes (21) nas vertentes voltadas para o Sul, Sudeste e Leste, sugerem que o fator orientação propiciou melhores condições de umidade para estas vertentes, tornando-as mais resilientes, auxiliando nos processos de formação das nascentes;
- A declividade das áreas de captação teve forte influência na formação das nascentes de *calha entulhada*, determinando os principais pontos de acúmulo de sedimentos no talvegue, formando áreas de redução do fluxo subsuperficial e acúmulo de água, gerando o afloramento do lençol freático e formação da nascente.

CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA NASCENTE

Resumo

CAPÍTULO II – Caracterização hidrológica da nascente

Neste capítulo foi feita a caracterização de uma nascente de *encosta* perene, situada numa microbacia com 16,4 ha, declividade média de 26,4%, orientação predominante Oeste, área de influência direta de 0,03 ha, situada entre 221 e 237 m. A base cartográfica foi montada com estação total modelo ELTAR R 3305 e gps Ashtech Promark II com os quais foram obtidas curvas de nível de 0,5m. Os parâmetros edáficos de umidade e textura do solo foram levantados segundo os métodos gravimétricos e de pipetas respectivamente. A regeneração espontânea foi definida em 6 parcelas amostrais onde se levantou todos os indivíduos maiores que 10 cm e em três linhas de amostragem estabelecidas a partir do ponto de afloramento da nascente. A capacidade de recarga média da nascente foi de 147 l/dia, sendo a vazão mínima nas épocas de seca de 5,00 l/h (Abril/2007) e máxima na época de chuva de 7,32 l/h (Novembro/2007). A área próxima a nascente (menos de 5 m), apresenta níveis de saturação de umidade descontínuos, sendo que predomina textura arenosa garantindo a permeabilidade. Os pontos de maior umidade encontraram-se distribuídos de forma fragmentada dentro da AID e foram indicados com eficiência pelas espécies higrófilas, como a *Tibouchinia* sp, *Curcuma domestica*, *Calathea* sp, *Commelina diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Tradescantia zanonii* e *Centella asiatica*. O ponto de maior umidade dentro da AID se deu a 17 metros de distância e desnível de oito metros da nascente, sinalizando que existem vários controles estruturais que acumulam água. Nestes locais o índice de Shannon da regeneração chegou a 4,7 e a umidade do solo máxima amostrada foi de 90,6% na época de chuva e 47,9% na seca. Não existe adensamento até profundidade média de 12 cm, chegando a 20 cm em alguns pontos. Estas zonas captam 100% das chuvas abastecendo as camadas menos permeáveis, onde predominam as forças que garantem a retenção dos excedentes que vão garantir a perenização da nascente. No entanto, em algumas áreas o adensamento do solo se deu desde a camada superficial, a 3 cm de profundidade, mostrando que a zona de saturação de água, pode ocupar amplitudes diferentes no perfil do solo. Concluiu-se que os parâmetros texturais do solo foram relevantes na determinação dos fluxos hidrológicos predominantes. As espécies consideradas higrófilas foram importantes indicadoras das zonas de abastecimento e recarga da nascente.

Palavras chave: Lençol freático, toposequência, processos hidrológicos.

Abstract

CHAPTER II – A spring hydrological characterization

In this chapter it was characterized a perennial *encosta* spring, situated at a small catchment of 16,4 ha, mean declivity of 26,4%, West predominant orientation, direct influence area of 0,03 ha, located between 221 and 237 meters high. Cartographic basis were achieved with Total Station model ELTAR R 3305 and gps Ashtech Pro Mark II, which provided curve levels at each 0,5 m. Edaphic parameters as soil humidity and texture were surveyed respectively by gravimetric and pipet methodology. Spontaneous regeneration was measured on 6 plots where all individuals higher than 10 cm were measured and also on three surveying lines established from water emerging point to the topographic divisor. Mean recharge capacity for the spring was 5,00 l/h on dry season (April/ 2007) and reached maximum value on rainy season with 7,32 l/h (November/ 2007). The area near the spring (less than 5 meters) presented discontinuous saturation levels, with predominance of sandy texture which guarantee permeability. Points with greater humidity were displaced spread inside AID and were efficiently indicated by hygrophilous plants as *Tibouchinia* sp, *Curcuma domestica*, *Calathea* sp, *Commelina diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Tradescantia zanoniana* e *Centella asiatica*. The area with higher humidity levels were located 17 meters distant from spring and on a topographic high difference of 8 meters, indicating that are some structural controls that accumulates water. At this places Shannon index achieved 4,7 and maximum humidity level was of 90,6 % on rainy period and 47,9 % at dry period. The soil has low density at the depth of 12 cm in the hollow area, achieving 20 cm at some points. This zones capture 100% of rain, filling up with water the less permeable layers, where it predominates the forces that retain surplus of water which will guarantee a perennial spring. At some points a more dense soil occurred at the surface, at 3 cm depth, showing that saturation zones can be displaced at different soil depths in the soil profile. We conclude that textural parameters were relevant on determining predominant hydrologic fluxes. Hygrophilous species were important indicators of the springs recharge and supply zones.

Key words: water bed, toposequence, hydrological process.

1 Introdução

A água no ciclo hidrológico encontra-se em permanente movimento, passando da atmosfera para a litosfera através dos sub-sistemas vegetação – solo das encostas de microbacias e desembocando nos rios até chegar aos oceanos. É nesta fase que o homem pode induzir um retardo na velocidade de escoamento (manejo) em direção ao mar, influenciando nas interações entre os sub-sistemas solo-água-plantas, através de diferentes tipos de atividades.

A caracterização do meio físico das microbacias, principalmente das partes que influenciam as áreas de recarga do lençol freático visando à manutenção da água nas microbacias, são condições básicas para o sucesso do manejo e conservação dos recursos hídricos (LIMA, 1986). O uso adequado da terra e medidas conservacionistas do solo nas áreas de recarga aumentam a interceptação das águas das chuvas, reduzindo o escoamento superficial, aumentando a infiltração e recarga do lençol freático que é responsável pela alimentação das nascentes (PINTO et al., 2004).

Em microbacias estáveis com solos homogêneos e bem estruturados a infiltração e armazenagem de água seguem padrão hidrológico orientado pelas vocações de cada uma das zonas hidrogenéticas. Estas zonas funcionam na captação/recarga, transmissão/erosão e afloramento/reforço de umidade (VALCARCEL, 2003).

Nos ecossistemas instáveis, as altas declividades, baixa profundidade de solo, presença de afloramentos rochosos e matacões, conferem uma baixa capacidade de armazenagem de água nas encostas. Mesmo assim, na região de Barra de Guaratiba observou-se 28 nascentes perenes em 88 microbacias instáveis (Capítulo I), onde as nascentes foram enquadradas em 3 tipos: a) as originadas a partir reservatórios oriundos das calhas entulhadas sobre remansos do talvegue; b) as oriundas de retirada direta do lençol freático (poços); e c) as oriundas de lençol freático superficial (de encosta).

Nas nascentes de encosta, o movimento da água pelo solo é controlado pela força de atração das moléculas e tensão superficial. A tensão superficial tem efeito nos poros pequenos, nos quais a água fica fortemente adsorvida (água higroscópica). Quando a água sofre ação da tensão superficial e se movimenta lentamente é chamada de capilar e quando está livre nos poros maiores e, portanto movimenta-se livremente e com mais velocidade, é denominada de gravitacional (HEWLETT & NUTTER, 1969; LIMA, 1986; KARMAN, 2001).

A textura e estrutura dos solos influem na forma como a água ingressa e se movimenta no perfil do solo. Os sedimentos argilosos, por exemplo, apesar de conterem muitos poros, possuem baixa permeabilidade. A permeabilidade está diretamente ligada ao tamanho dos poros (SILVA et al., 2003). Assim, um dos fatores que determinam a disponibilidade de água no subsolo não é a quantidade de água que eles armazenam, mas a capacidade de permitir que os fluxos se movimentem através dos poros (KARMAN, 2001).

Este capítulo levanta e analisa os parâmetros que conferem perenidade às nascentes de encosta em microbacias instáveis, onde a capacidade de armazenagem está condicionada ao comportamento dos fluxos em seus pequenos trechos hidrológicos.

2 Material e Métodos

A caracterização dos processos hidrológicos foi feita em uma nascente de encosta, localizada entre as altitudes de 222 a 237 m (Figura 01).

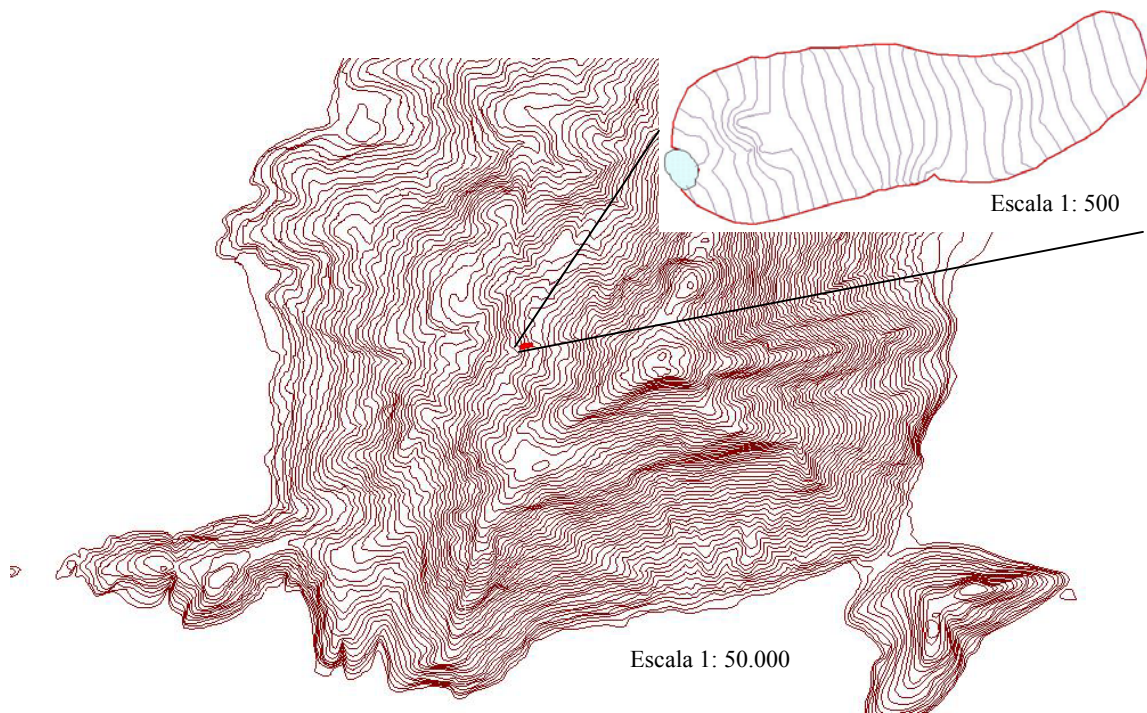


Figura 01: Localização da nascente de encosta utilizada para o levantamento dos processos hidrológicos em uma microbacia instável de Barra de Guaratiba, RJ.

O levantamento topográfico da área de influência da nascente envolveu o uso de Estação Total modelo ELTA R 3305 e GPS Ashtech Promark II à partir dos quais se obteve levantamento detalhado (escala 1: 500) com curvas de nível a cada 0,5 m.

A área de influência direta (AID) da nascente corresponde a um trecho da microbacia hidrográfica situado na encosta, fora da calha de drenagem principal, que influi diretamente na captação, transmissão, armazenamento da água e afloramento da nascente. Nesta área o lençol freático tem todos os processos hidrogeológicos condicionados pelos seguintes fatores: estrutura e textura do solo, teor de matéria orgânica, quantidade de raízes finas, presença de pedras, declividade, alternância da topografia e exposição. Estes fatores determinam a presença de nascentes em encostas (HEWLETT e NUTTER, 1969; WINTER, 1976; LIMA, 1986) e o tamanho de sua AID que no caso da nascente de encosta estudada é de 0,03 ha.

Já para as nascentes de calha entulhada, a área de captação é toda a área à montante que recebe, infiltra e esco a água da chuva, drenando-a para o ponto de afloramento que forma a nascente. Estas áreas de captação foram consideradas Áreas de Influência Indireta (AII) e possuem uma área relativamente maior quando comparadas as AID (Figura 02).

O manejo das AID pode representar benefícios hidrológicos substanciais para as bacias hidrográficas, pois possibilitam a oferta perene de água nas nascentes das encostas. Por processos hidrológicos considerou-se os fluxos hídricos responsáveis pelo provimento de água dos mananciais (HEWLETT & NUTTER, 1969; TOEBES & OURYVAEV, 1970; LIMA, 1986).

As coletas foram realizadas a partir do olho d'água da nascente até o divisor topográfico da AID em três linhas amostrais (A, B e C) e seis parcelas de vegetação. Todas as pedras na superfície do terreno foram medidas e espacializadas assim como as árvores plantadas pelo PMR (Figura 03).

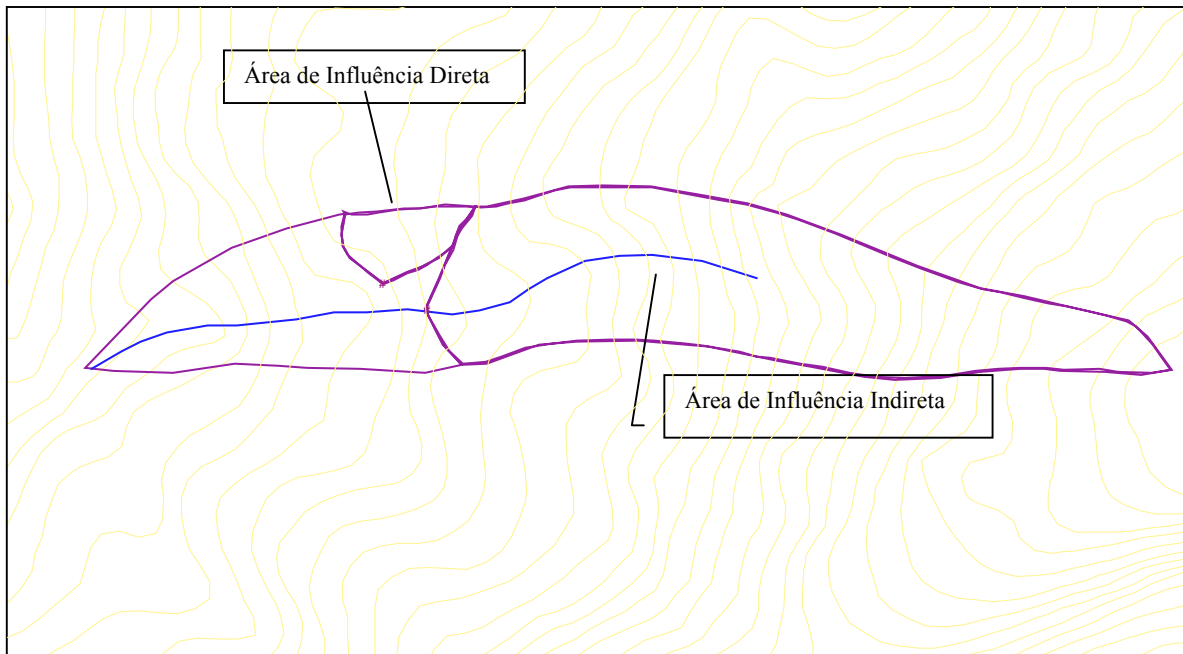


Figura 02: Zoneamento das Áreas de Influência Direta e Indireta de nascentes.

2.1 Meio Edáfico

A umidade do solo foi determinada a partir de método gravimétrico, onde as amostras foram retiradas com trado de rosca nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas três linhas amostrais (Figura 04), numa distância de 0,5 m nos primeiros cinco metros e de 1 m no restante da linha. As amostras foram prontamente pesadas em balança de precisão 0,01g (modelo Ohaus Compact Scales CS 200 da Ashworth), para a determinação de seu peso úmido (PU). Este material foi levado ao laboratório, seco em estufa a 105° C, até estabilização do peso pela ausência de umidade, determinando-se o peso seco (PS). Para determinar a umidade relativa foi utilizada a fórmula $100 \times \frac{\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}}{\text{peso seco}}$ (NASCIMENTO, 1998).

Após o cálculo do teor de umidade, foi feita a análise textural utilizando tamisador automático (Agitador Bertel) com 3-5 vibrações por minuto, durante 10 minutos, utilizando-se as peneiras com diâmetros de: 4,00mm/µm (ABNT/ASTM – nº 5), 3,35mm/µm (ABNT/ASTM – nº 6), 2,80mm/µm (ABNT/ASTM – nº 7), 2,00mm/µm (ABNT/ASTM – nº 10) e 1,00mm/µm (ABNT/ASTM – nº 18). A metodologia adotada para a análise da textura foi a do Método de Pipetas descrita no Manual da Embrapa (1979).

A resistência à penetração do solo foi realizada com penetrômetro de impacto, modelo IAA / Planalsucar- Stolf até a profundidade de 40 cm, distribuídas nas linhas de amostragens com equidistância de um metro.

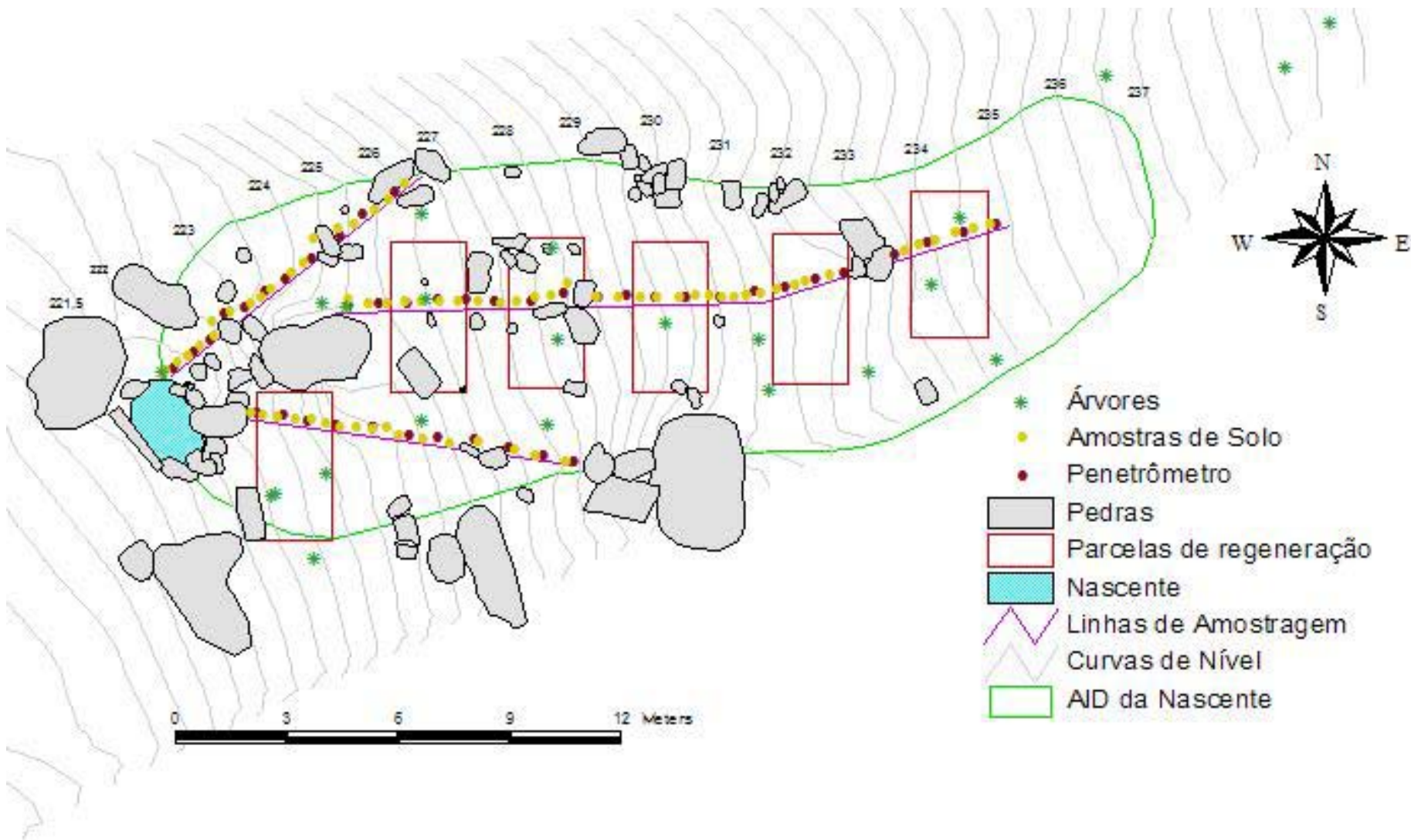


Figura 03: Levantamento das características ambientais da Área de Influência Direta de uma nascente de Encosta de Barra de Guaratiba, RJ.

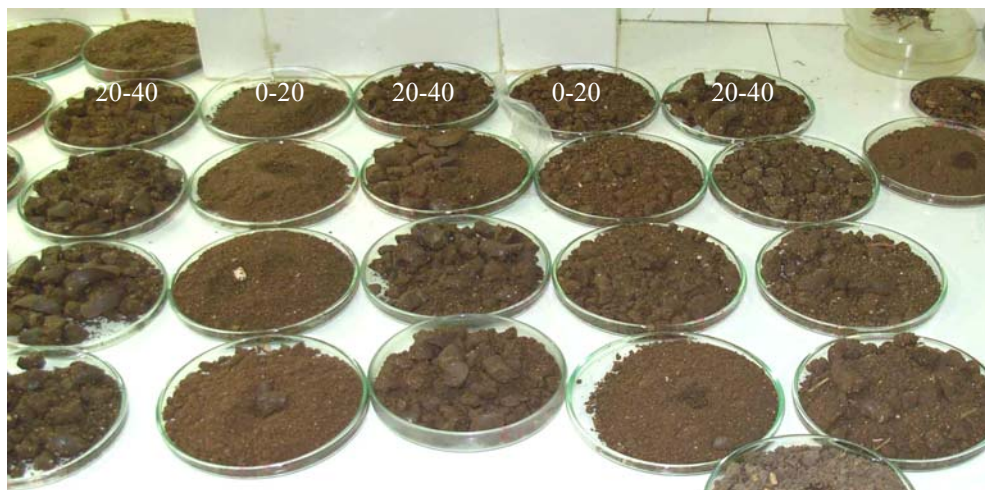


Figura 04: Amostras de solo coletadas na profundidade de 0-20 e 20-40 cm na linha B, evidenciando maior acúmulo de argila nas maiores profundidades, na AID da nascente de encosta em Barra de Guaratiba, RJ.

2.2 Vegetação

2.2.1 Regeneração espontânea

O levantamento da regeneração espontânea teve o intuito de avaliar o comportamento da vegetação de acordo com a oferta diferenciada de umidade dentro da AID da nascente, servindo como possíveis bioindicadores das zonas hidrogenéticas e do fluxo hídrico sub-superficial e escoamento básico.

Foram alocadas na AID seis parcelas de 4 x 2 m distanciando-se do ponto de afloramento da nascente para montante até o divisor de águas (ver Figura 3). Dentro destas parcelas foram medidos e contabilizados todos os indivíduos de regeneração espontânea maiores que 10 cm. Os levantamentos foram realizados nos períodos de Abril e Agosto de 2007. As espécies encontradas foram coletadas, secas em estufa e levadas para identificação junto ao herbário do Instituto de Biologia da UFRuralRJ (RBR) e com auxílio de literatura especializada.

Para fins comparativos da presença de vegetação regenerante com os parâmetros de umidade e textura do solo, foi realizado o levantamento da regeneração espontânea ao longo das mesmas linhas de amostragem utilizadas para coleta das amostras de solo. Nestas três linhas, a regeneração foi avaliada a cada 0,5 m onde foram anotados o código da espécie e o número de indivíduos presentes naquele ponto.

2.2.2 Cobertura de Copa

Segundo Greig- Smith (1983 *apud* MELO et al., 2007) a cobertura de copa é definida como “a proporção do solo ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos da população ou comunidade em análise”.

A cobertura de copa da AID foi medida em porcentagem utilizando-se um tripé, câmera Nikon Coolpix L1 e um quadrat de 0,5m². A máquina foi posicionada no tripé, com a lente virada para cima, a 1,5m do solo em 24 pontos escolhidos aleatoriamente dentro da AID. Nestes pontos o quadrat era segurado a uma mesma altura por cima da câmera digital que então disparava a foto. Cada fotografia teve a área do quadrat recortada, para homogeneização do tamanho da área de contagem dos pixels e foi transformada para preto e branco e salva no formato Bitmap (BMP), como exigido pelo programa que conta os pixels (Figura 05). Assim, utilizando-se o software Area Measure 2.1, obteve-se a % de cobertura média da vegetação que encobre a AID, correspondente ao número de pixels pretos (sombra)

e brancos (luz) da foto. Os dados foram apresentados em porcentagem de cobertura de copa por ponto.

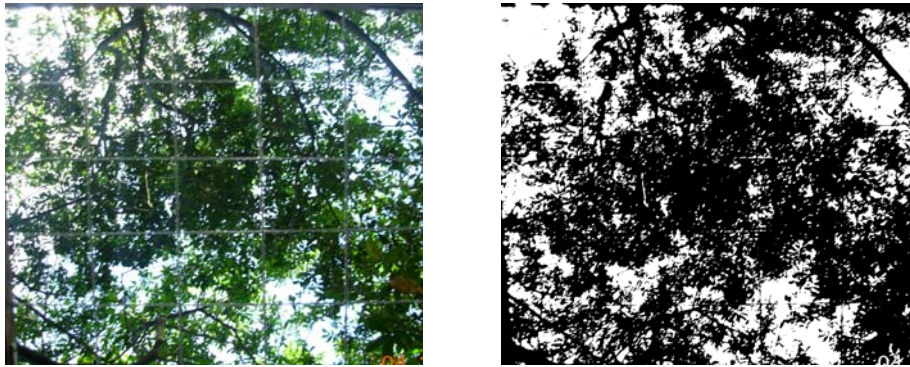


Figura 05: Fotografia colorida e preto e branco usadas para avaliar a cobertura de copa na AID da nascente.

Como complemento foi feito também o levantamento silvicultural das espécies plantadas, que envolveu as seguintes variáveis: a) Diâmetro a Altura do Peito (DAP); b) diâmetro de copa (DC); c) altura total; e d) altura da primeira bifurcação.

2.3 Hidrologia

2.3.1 Curva Chave e Hidrograma

O esgotamento da nascente foi feito utilizando-se mangueira de 1 polegada, galões graduados de 20 litros (l) e uma trena plástica. Primeiramente a trena foi presa em uma haste e fixada no ponto mais profundo do olho d'água, para que as medidas de altura do afloramento do lençol freático pudessem ser feitas. Após marcação na trena da altura inicial, com um alfinete de cabeça colorido, a nascente começou a ser esvaziada pela mangueira sendo sua água captada nos galões de 20 l. A cada 20 l retirados era feita uma nova marcação com alfinete na trena plástica até seu esvaziamento total. A curva chave foi feita a partir do registro das alturas trena, sendo a relação da altura com o volume em litros (Figura 06).

Com a nascente totalmente vazia, iniciou-se o monitoramento de sua recarga, onde foi medido o tempo necessário para a água atingir cada marca de 20 l e retornar ao seu volume total inicial. Os hidrogramas foram construídos para cada situação de monitoramento, e representam a curva de volume recarregado por hora de enchimento, representando o potencial de recarga da nascente nas diferentes épocas do ano.



Figura 06: Determinação da curva chave da nascente de encosta de Barra de Guaratiba, RJ.

3 Resultados e Discussão

3.1. Hidrologia

Segundo observações visuais realizadas em 2006 e medições registradas em 2007 se constatou que a nascente de encosta, situada em uma microbacia instável de 16,3 ha, sendo dos quais 0,03 ha considerada AID, declividade 26,4 %, orientação Oeste, permaneceu perene durante os dois anos de acompanhamento, mesmo no inverno de 2006, onde houve períodos prolongados de seca.

O volume médio esgotado da nascente foi de 147 l em 1:20 h. Foram efetuadas 4 medições em cada mês avaliado (Abril, Setembro, Novembro e Dezembro) do ano de 2007, envolvendo períodos considerados de seca e de chuva.

Os tempos gastos para esvaziar a nascente foram proporcionais aos seus volumes esgotados, onde quanto maior o tempo, maior o volume esgotado e vice-versa. Em Abril os 119 l foram esgotados em 1:04 h, em Dez os 152 l em 1:20 h, em Setembro os 153 l em 1:22 h e em Novembro os 162 l em 1:37 h. Assumindo que este valor seja o volume máximo de água livre disponível no olho d'água da nascente, pode-se concluir que em 1:37 h de operação, o sistema hídrico que abastece esta nascente ainda é capaz de recarregá-la, simultaneamente ao esgotamento.

O tempo de esgotamento da nascente indicou sua capacidade de reposição de água a partir da armazenagem em sua encosta. Este tempo está relacionado à capacidade de recarga desta nascente, pois ao mesmo tempo em que a água é retirada, ela é reabastecida pelo lençol freático. Nos meses sem chuva, o lençol freático encontra-se menos abastecido e a água pode estar vindo de pontos mais distantes da nascente. No verão, o lençol freático está saturado e a água leva muito pouco tempo para reabastecer a nascente, sendo o fluxo contínuo, aumentando assim o tempo de esgotamento.

A média geral do tempo de recarga da nascente foi de 26 h. A vazão média da nascente foi de 5,00 litros/hora em Abril totalizando 24 h para atingir seu volume máximo inicial, 5,46 l/h em Setembro totalizando 28 h, 7,36 l/h em Novembro totalizando 22 h e 5,06 l/h em Dezembro totalizando 30 h. A diferença de 43 litros entre o volume mínimo da nascente em Abril e o máximo em Novembro, e a diferença na velocidade de recarga entre estes meses de 2,36 l/h, indicam que o volume de água disponível na AID foi diferenciado no mês de Novembro influenciando diretamente a velocidade de recarga (Figura 07).

O volume de recarga da nascente apresentou redução contínua no tempo sendo as primeiras quatro horas responsáveis pelo abastecimento de 25,2% do volume em Abril, 26,1% em Setembro, 23,5% em Novembro e 32,9% em Dezembro. No geral a nascente apresentou uma média constante de abastecimento com enchimento de cerca de 28 % do volume total a cada seis horas. O mês de Novembro apresentou padrão de recarga diferenciado, cuja média foi 50% (80 litros) do volume total nas primeiras 6 h e de 86% (140 litros) em 12 h. Estes volumes foram reduzindo com o tempo transcorrido, onde no período entre 16 e 22 h o volume médio recarregado foi de 9,3% do volume total, o que no hidrograma é representado pela maior horizontalidade da curva nas últimas horas de enchimento.

A quantidade de água disponível no sistema parece ser a principal característica determinante da velocidade de recarga da nascente, onde o efeito cumulativo das chuvas nos meses antecedentes determina o nível de saturação do lençol e taxa de água livre disponível. Em Novembro, não chovia há quinze dias e a vazão apresentou nível máximo, e a maior velocidade de recarga, provavelmente devido às grandes chuvas nos meses antecedentes. A falta de chuva, aliada a altas temperaturas, elevadas taxas de transpiração e evaporação, podem ter causado a diminuição do volume da nascente no mês de Abril.

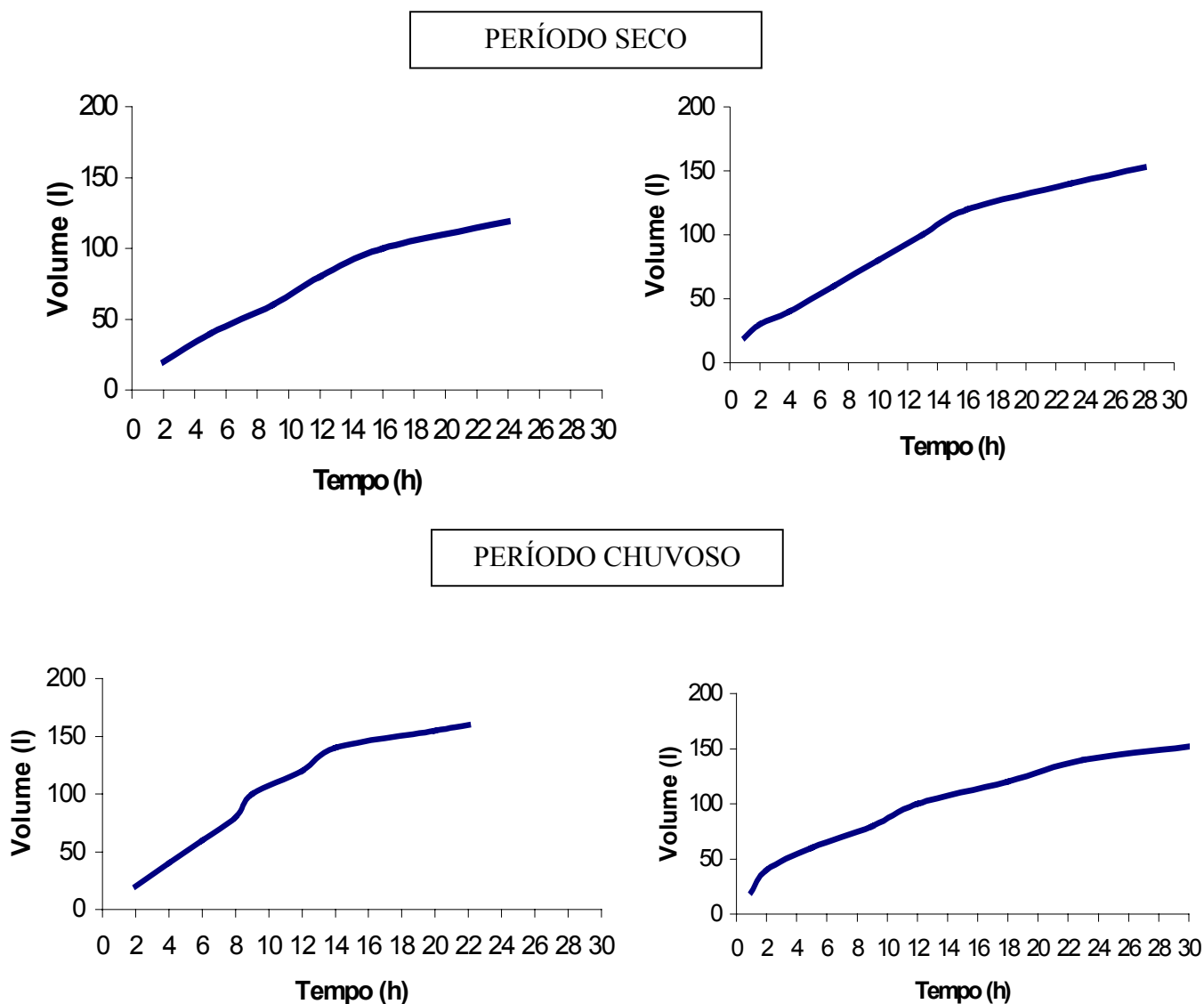


Figura: 07: Hidrograma de recarga da nascente de encosta em microbacias instáveis de Barra de Guaratiba, RJ.

Em uma microbacia estável, com solos profundos, forma de relevo homogêneo e declividades amenas, a estimativa da área necessária para recarregar as nascentes pode envolver a modelagem do tempo de escoamento da água da bacia - modelo de isócronas, que espacializa as áreas de recarga em função do tempo que a água que incide no solo leva para chegar ao exutório ou seção de controle estudada.

Em microbacias instáveis este comportamento é variável e depende da topografia, características edáficas e hidrológicas do ambiente, dificultando o estabelecimento de um padrão de recarga. No presente estudo, a microbacia instável com solo raso, altas declividades e baixa capacidade de armazenamento de água, contando com área de captação de 0,3 ha (AID da nascente estudada) provê deflúvio médio de 147 l, com água durante o ano todo.

Poderíamos ter uma estimativa do montante administrado pela AID da nascente considerando uma média anual de 1.500 mm, uma vazão média da nascente em 24 h de 131 litros, o deflúvio anual da nascente é de 47,7 m³, e uma perda por evapotranspiração de 3 m³,

o volume total, anual administrado pela AID é 4.500m³. Estes valores indicam que em microbacias instáveis áreas pequenas de captação podem prover água para uma nascente o ano todo.

O deflúvio anual da nascente porém, não representa o volume total de água disponível na AID. Parte da água do lençol freático aflora na nascente e parte passa por baixo ou pelas laterais do controle estrutural, encharcando também as áreas à jusante, formando uma área de movimento prioritário do fluxo da nascente, por onde há fuga de umidade (Figura 08).

3.2. Vegetação

A presença de vegetação higrófila em 30% da AID constitui evidência de regiões com maior umidade onde há variações de altura do lençol freático e maior umidade do solo. Neste caso pode-se assumir que a zona de afloramento de água da nascente encontra-se entre as cotas 222 e 227, alcançando maior largura na região próxima ao olho da nascente. Como a nascente é perene, havendo o contato permanente do lençol freático com o meio externo, esta região é a que apresenta maior frequência de umidade. No entanto, a presença de espécies higrófilas em outros pontos mais distantes do olho d'água indicam que há zonas de umidade distribuídas na AID (ver Figura 08).

A vegetação higrófila situada na AID tem função idêntica à das matas ciliares de margens de rios, contribuindo com as trocas de água da encosta com a calha, estabelecendo critérios naturais de administração de água nas bacias hidrográficas. Elas conferem estabilidade ao terreno para permitir movimentos de água de encharcamento nos períodos de chuvas intensas, retendo o maior volume de água dentro da AID. Nos períodos de estiagem o movimento de água é descendente, onde a água das zonas mais próximas são as primeiras a migrar para a nascente.

Os solos da região são bem estruturados e permitem que a água da chuva infiltre com facilidade, reduzindo o escoamento superficial. Nas visitas de campo, não se observou dentro da AID, nenhuma evidência de fluxos superficiais com força suficiente para causar formação de sulcos, carreamento de serrapilheira e/ou galhos. Estas evidências sugerem que a AID possui uma boa condição de drenagem e absorção das chuvas, que se acumulam em pontos com condições propícias denunciados pela vegetação.

Carvalho et al. (2005) encontraram uma forte relação entre a distribuição das espécies e as condições de drenagem e fertilidade do terreno, sendo a água um dos fatores determinantes da distribuição de espécies arbóreas em florestas ripárias do município de Três Marias, MG.

A espécie *Tibouchinia* sp (Melastomataceae) foi considerada como espécie-chave para indicação de regiões de maior umidade na AID da nascente. Na linha de amostragem "A" esta espécie ocorreu nos cinco primeiros metros de desnível onde há maior influência do lençol freático. Nas outras linhas ("B" e "C") esta espécie ocorreu apenas nos pontos de maior umidade.

Esta espécie pode ser utilizada como bioindicadoras de presença de umidade das zonas de afloramento das nascentes, pois elas constituem evidência de presença constante de alto teor de umidade na superfície no terreno. A identificação destas áreas pode ser ferramenta importante para aumentar a vocação destas áreas em armazenar e liberar água, aumentando a perenização das nascentes.

A variação das condições do sítio como clima, regimes de umidade e de nutrientes do solo define a amplitude ecológica de cada espécie. Esta amplitude quando bem conhecida, pode ser indicadora das características do sítio, de acordo com suas especificidades ecológicas. Estes conhecimentos se tornam premissa básica para se utilizar uma espécie como indicadora, sendo que, quanto menor for a amplitude de ocorrência da espécie, melhor indicadora ela será (WANG, 2000).

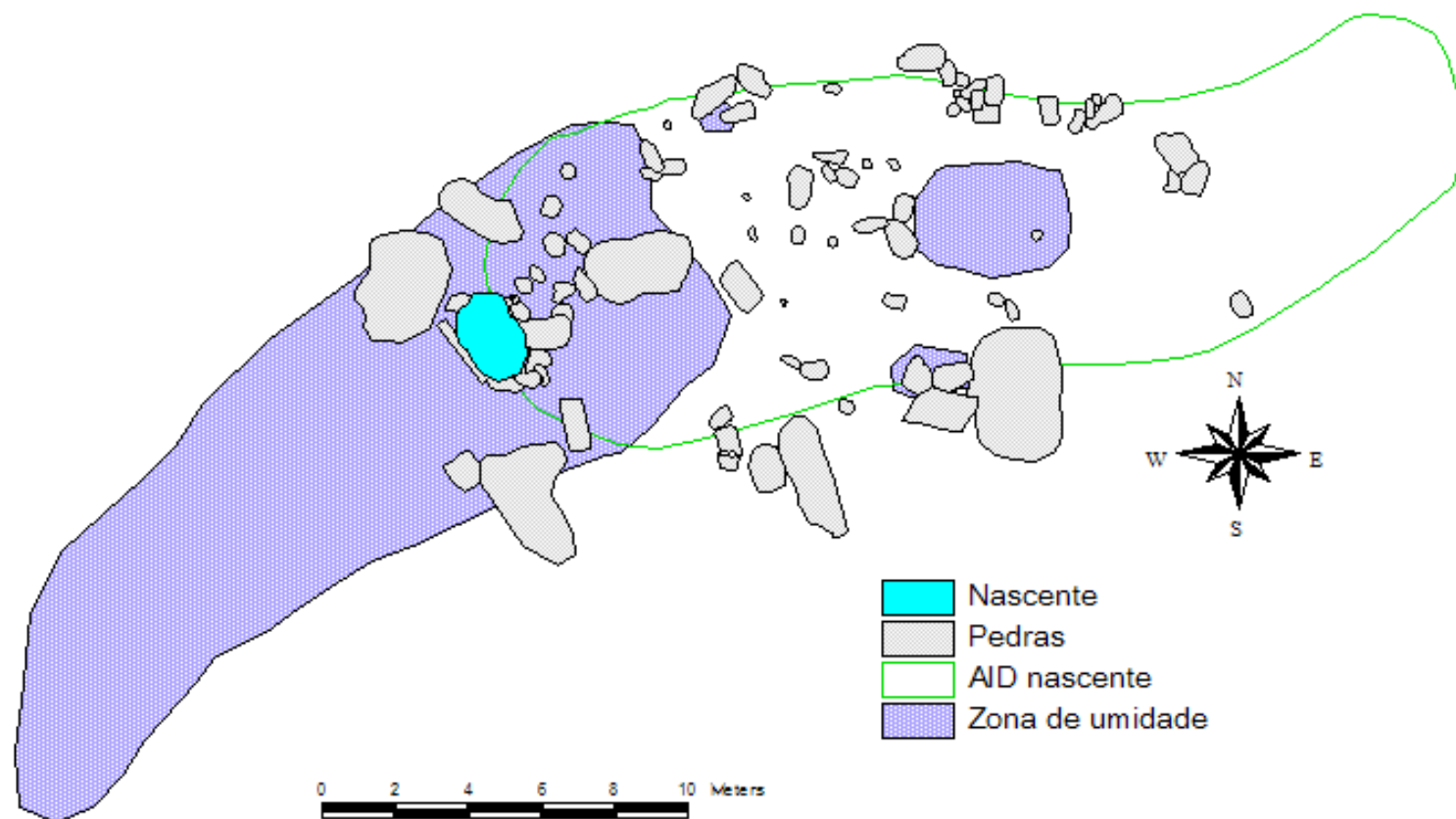


Figura 08: Área com diferencial de umidade devido à fuga lateral, onde vegetação higrófila se distribui.

A utilização da vegetação de sub-bosque na classificação dos regimes de umidade e nutrientes do solo vem sendo utilizada com sucesso e sugere que a utilização das plantas como indicadoras das características do solo é uma alternativa de manejo viável (WANG, 2000).

Em Barra de Guaratiba, outras espécies também foram consideradas indicadoras de umidade para a AID da nascente em Barra de Guaratiba, são elas: *Curcuma domestica* (Zingiberaceae), *Calathea* sp. (Marathaceae), *Commelina diffusa*, *Commelina benghalensis*, *Tradescantia zanonii* (Commelinaceae), *Centella asiatica* (Umbelliferae) (Anexo 4).

O levantamento da regeneração espontânea nas linhas de amostragem indicou que a presença destas espécies higrófilas se deu de forma fragmentada na AID, indicando que as zonas de umidade na AID não estão uniformemente distribuída no terreno, havendo além do gradiente de umidade em relação ao olho d'água, pontos de maior umidade distribuídos distantes da nascente.

Nas bacias instáveis estas zonas de umidade que abastecem os mananciais podem estar ligadas a outros fatores de controle. Segundo Rodrigues e Sheperd (2000) o mosaico vegetacional formado nas zonas ripárias dependem da diferenciação da umidade onde a topografia e os elementos físicos do solo são fatores determinantes. A vegetação ciliar tem sido freqüentemente relacionada a fatores como topografia, erosão, transporte e deposição de sedimentos, havendo um ajuste recíproco entre processos hidrogeomórficos, topografia e vegetação (STEIGER et al., 2005) denominado por Corenblit et al. (2007) como biogeomorfologia.

Nas microbacias instáveis, este ajuste da vegetação às características topográficas, se torna fundamental para a regulação hidrológica nas zonas de reforço de umidade espalhadas na paisagem. Segundo Zakia (1998) a vegetação ciliar é condição fundamental para a manutenção dos processos hidrológicos contribuindo para o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia e aumento da vazão na estação seca do ano (ELMORE & BRESCHTA, 1987).

Outros fatores que influem indiretamente na distribuição das espécies é o tipo de nascente, o grau de preservação da mesma e da vegetação do entorno, definida em função da posição no relevo e do tipo de solo (BOTELHO & DAVIDE, 2002).

O levantamento da regeneração nas parcelas de amostragem encontrou em 50 m², nas seis parcelas amostrais, 458 indivíduos de 91 espécies, pertencentes a pelo menos 35 famílias e 77 gêneros (Tabela 01).

As famílias com maiores números de representantes foram Asteraceae, Fabaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Solanaceae e Commelinaceae com 11, 7, 5, 5, 4 e 3 espécies respectivamente.

As espécies mais freqüentes foram para as herbáceas e arbustivas, *Anemia* sp., *Spermacoce verticillata*, *Psychotria* sp., *Panicum maximum*, *Piper aduncum*, *Aciotis purpurascens*, Morfoespécie 25 e para as arbóreas, *Psidium guajava*, *Guarea guidonea*, *Inga sessilis*, *Nectandra* sp., *Alchornea triplinervia* e *Schinopisis* sp., que apareceram em pelo menos quatro das seis parcelas amostradas estando bem distribuídas na AID. Dentre estas espécies arbóreas a *Nectandra* sp. e *I. sessilis* foram as mais abundantes. A grande abundância dos indivíduos de *I. sessilis*, no entanto, está relacionado à época de amostragem pois a espécie havia acabado de frutificar e suas plântulas estavam recém germinadas. A parcela 2 foi a que obteve maior abundância de *I. sessilis* com 52 indivíduos que resistiram ao período de seca, pois permaneceram no ambiente até a amostragem de inverno em Agosto. O índice de Diversidade de Shannon indicou maior diversidade de espécies nas parcelas 4 e 5 (Figura 09).

Tabela 01: Lista das espécies da Área de Influência Direta de nascente, nas parcelas amostradas (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) em Barra de Guaratiba, RJ.

Nome científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Família	Porte
<i>Aciotis purpurascens</i> (Aubl.) Triana	x		x	x	x	x	Melastomataceae	H
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Mull. Arg.		x		x	x	x	Euphorbiaceae	A
<i>Anemia</i> sp.		x	x	x	x	x	Schizaceae	H
<i>Artocarpus integrifolia</i> L.f.		x					Moraceae	A
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	x						Asteraceae	H
<i>Bauhinia purpurea</i> L.		x	x				Fabaceae	A
<i>Blechnum occidentale</i>	x						Blechnaceae	H
<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) A. Robyns	x	x					Bombacaceae	A
<i>Calathea</i> sp.			x	x			Marantaceae	H
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul			x				Cecropiaceae	A
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.		x	x	x			Umbelliferae	H
<i>Chaptalia interregima</i> (Vell) Burkart		x				x	Asteraceae	H
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	x		x		x	x	Commelinaceae	H
<i>Commelina</i> sp.					x		Commelinaceae	H
<i>Croton urucurana</i> Baill.		x				x	Euphorbiaceae	A
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.							Sapindaceae	A
<i>Curcuma domestica</i> Valenton	x						Zingiberaceae	H
<i>Cyperus</i> sp.						x	Cyperaceae	H
<i>Dalechampia scandens</i> L.		x	x			x	Euphorbiaceae	T
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.					x	x	Fabaceae	T
<i>Desmodium incanum</i> DC.					x	x	Fabaceae	T
<i>Dryopteris</i> sp		x		x			Dryopteridaceae	H
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) Dc.	x						Asteraceae	H
<i>Eugenia jambolana</i>					x		Myrtaceae	A
<i>Eugenia uniflora</i> L.					x	x	Myrtaceae	A
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.		x		x			Asteraceae	H
<i>Eupatorium maximilianii</i> Schrad.		x					Asteraceae	H
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera							Asteraceae	A
<i>Guarea guidonea</i>		x	x	x		x	Meliaceae	A
<i>Hypoxis decumbens</i> L.				x			Cyperaceae	H
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	x	x	x	x		x	Fabaceae	A
<i>Lantana camara</i> L.				x		x	Verbenaceae	AR
<i>Macherium aculeatum</i> Raddi					x	x	Fabaceae	A
<i>Miconia prasina</i>						x	Melastomataceae	A
<i>Miconia</i> sp	x				x		Melastomataceae	AR
<i>Mimosa</i> sp						x	Fabaceae	T
<i>Musa paradisiaca</i>	x						Musaceae	A
<i>Nectandra</i> sp	x	x	x	x		x	Lauraceae	A
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	x	x	x	x	x	x	Poaceae	H
<i>Passiflora organensis</i> Gardn.					x		Passifloraceae	T
<i>Cucurbita</i> sp.				x			Cucurbitaceae	T
<i>Phyllanthus tenellus</i>				x			Euphorbiaceae	H
<i>Piper aduncum</i> L.	x	x	x	x	x		Piperaceae	H
<i>Psidium guajava</i> L.		x		x	x	x	Myrtaceae	A
<i>Psychotria alba</i>	x	x	x	x	x	x	Rubiaceae	AR
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	x	x	x		x		Fabaceae	A
<i>Schinopsis</i> sp		x	x	x			Anacardiaceae	A
<i>Schinus terebinthifolia</i>					x		Anacardiaceae	A
<i>Solanum pseudo-quina</i> A. St.-Hil.			x	x	x		Solanaceae	A
<i>Solanum</i> sp					x		Solanaceae	H
<i>Solanum</i> sp	x	x			x		Solanaceae	AR

Continua...

Continuação...

<i>Spermacoce verticillata</i>		x	x	x	x	Rubiaceae	H
<i>Tibouchina grandifolia</i> Cogn.					x	Melastomataceae	AR
<i>Tibouchinia sp</i>				x		Melastomataceae	AR
<i>Tradescantia zanoniana</i> Sw.		x				Commelinaceae	H
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume			x			Ulmaceae	A
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.)					x	Orchidaceae	H
Morfoespécie 1		x			x		H
Morfoespécie 2			x			Asteraceae	AR
Morfoespécie 3						Asteraceae	H
Morfoespécie 4		x	x	x		Asteraceae	H
Morfoespécie 5		x	x		x	Clusiaceae	A
Morfoespécie 6				x		Euphorbiaceae	T
Morfoespécie 7						Fabaceae	A
Morfoespécie 8			x	x		Liliaceae	H
Morfoespécie 9	x					Malvaceae	H
Morfoespécie 10			x			Malvaceae	H
Morfoespécie 11		x			x	Poaceae	H
Morfoespécie 12						Solanaceae	H
Morfoespécie 13						Turneraceae	H
Morfoespécie 14		x	x		x		
Morfoespécie 15		x					
Morfoespécie 16			x	x			
Morfoespécie 17		x					
Morfoespécie 18		x					
Morfoespécie 19		x	x		x		
Morfoespécie 20				x	x		
Morfoespécie 21	x						
Morfoespécie 22	x						
Morfoespécie 23	x						
Morfoespécie 24			x				
Morfoespécie 25		x	x		x		
Morfoespécie 26		x					
Morfoespécie 27		x					
Morfoespécie 28			x		x		
Morfoespécie 29			x	x	x	x	
Morfoespécie 30				x			
Morfoespécie 31				x			
Morfoespécie 32						x	A
Morfoespécie 33			x	x	x	x	Asteraceae
Total	14	27	27	34	24	28	