

CÂMARA MUNICIPAL DE TERRAS DE BOURO

**DEFINIÇÃO DOS PERÍMETROS DE PROTECÇÃO
DAS CAPTAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

RELATÓRIO FINAL

Eduardo Gonçalves

MAIO 2008

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	2
2. FRACTURAÇÃO GRANÍTICA	4
2. 1. FRACTURAÇÃO MACROSCÓPICA	4
2. 2. FRACTURAÇÃO MESOSCÓPICA	4
3. AVALIAÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE	7
4. AVALIAÇÃO DO GRAU DE HETEROGENEIDADE	9
5. SOLO E VEGETAÇÃO	9
6. FLUXO SUPERFICIAL	11
7. FACTOR DE PROTECÇÃO FINAL	15
8. PERÍMETROS DE PROTECÇÃO	19
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	22
BIBLIOGRAFIAS	24
ANEXOS	25

1. INTRODUÇÃO

Entre os meses de Maio de 2007 e Fevereiro de 2008, decorreram os trabalhos com o objectivo de elaboração dos perímetros de protecção às captações da Câmara Municipal de Terras de Bouro. Estes trabalhos tiveram por base observações e recolhas de informações do terreno, relativos às variáveis naturais, necessárias para o efeito.

O método acordado para a definição dos perímetros de protecção é o método *DISCO*, o qual requer a recolha e a sistematização de dados referentes às discontinuidades dos maciços graníticos, cobertura protectora de superfície e fluxo hídrico superficial. Corresponde a um método suíço, cuja sigla *DISCO* resulta da designação *Discontinuités – Couverture Protectrice*. Este método natural tem como principal vantagem, em relação aos demais métodos (analíticos, numéricos ou de raio fixo arbitrário), o facto de criar modelos centrados na realidade, ou seja, baseiam-se nas especificidades geológicas e hidrológicas da região.

Algumas recolhas de dados foram efectuadas com o objectivo de avaliar a viabilidade da aplicação do método *DISCO*, isto é, avaliar se as condições geológicas da região propiciam a existência de meios hidrogeológicos vulneráveis à poluição, e fortemente heterogéneos.

Num meio hidrogeológico, típico da região de Terras de Bouro, a vulnerabilidade e a heterogeneidade podem resultar de factores variados, como a fracturação granítica, a existência de filões, o desgaste físico-químico, a existência de solos permeáveis, etc. Neste sentido, a avaliação dos graus de vulnerabilidade e heterogeneidade das áreas de influência das captações, foi possível graças à recolha de informações de campo como fracturação, propriedades físicas de solos, distribuição da vegetação e de parâmetros físico-químicos (pH, temperatura e condutividade).

Uma das etapas indispensáveis para a definição dos perímetros de protecção correspondeu à recolha e selecção de informação cartográfica e topográfica de base, das áreas onde se localizam as captações. Esta etapa tornou-se particularmente importante, na medida em que o tratamento da informação recolhida para os locais onde estão implantadas as captações, permitiu definir importantes indicadores hidrológicos.

Esses indicadores foram os limites das bacias de contribuição hídrica das captações, e a distribuição das eventuais linhas de água (permanentes ou estivais) no seio dessas mesmas bacias.

Efectivamente, após a definição das bacias de contribuição hídrica, e das linhas de água (nelas contidas), foi possível avançar com as etapas que conduzem à definição dos perímetros de protecção às captações da Câmara Municipal de Terras de Bouro.

2. FRACTURAÇÃO GRANÍTICA

O estudo da fracturação dos maciços graníticos teve por base a análise regional das principais falhas e filões das áreas do Concelho de Terras de Bouro, principalmente ao longo das zonas de contribuição e áreas contíguas das captações.

Esta análise regional foi facultada pela análise das cartas geológicas de Ponte da Barca e do Parque Nacional da Peneda-Gerês. No entanto, no terreno foi possível inferir a existência de falhas ao longo das linhas de água mais definidas e pronunciadas.

2. 1. FRACTURAÇÃO MACROSCÓPICA

Os filões ocorrentes ao longo das áreas estudadas são normalmente mais extensos do que as falhas. Podem também ser de natureza variada: aplíticos, pegmatíticos, aplito-pegmatíticos, de quartzo, de caulino ou de rocha básica. De todos estes exemplos, os filões de caulino são os que tendem a ser menos extensos, e juntamente com os filões de rocha básica, evidenciam baixos teores de permeabilidade, com consequentemente reduzida condutividade hidráulica. Neste sentido, contrariamente aos demais filões constituem (em teoria) fracos indicadores hidráulicos.

As falhas e os filões ocorrentes na região de Terras de Bouro possuem orientações principais de aproximadamente noroeste – sudeste e nordeste – sudoeste. Ao longo das freguesias de Covide, Rio Caldo e Vilar da Veiga além destas orientações destacam-se também orientações aproximadas de norte – sul e este – oeste.

Estas estruturas correspondem a grandes descontinuidades que, quando analisadas em pormenor, proporcionam informações importantes no âmbito da interpretação do condicionamento do fluxo hídrico subterrâneo que preside no seio dos grandes maciços graníticos da região. No entanto, estas não são as únicas estruturas a ter em conta.

2. 2. FRACTURAÇÃO MESOSCÓPICA

A uma escala mais localizada (ao nível de afloramento), merecem também especial realce as estruturas mesoscópicas, como pequenos filonetes, pequenas falhas, e principalmente, as diaclases (ou juntas) graníticas.

As diaclases, ou juntas graníticas, correspondem a sistemas de pequenas fracturas que se repetem nos sucessivos afloramentos graníticos, e variam em termos de tamanho, rugosidade dos planos de fractura, abertura, preenchimento argiloso, etc.

A extensão destas fracturas pode ser muito diversa, a qual pode variar entre alguns centímetros, até alguns (poucos) metros. Normalmente as diaclases são menos extensas do que as diaclases, no entanto, a principal diferenciação entre elas faz-se mediante análises de indícios de possíveis movimentos significativos entre os planos de fractura. Sempre que esses indícios (estrias de deslizamento) existirem, pode dizer-se que são falhas, se esses indícios não existirem, está-se na presença de diaclases.

Ao longo das áreas de contribuição das captações, foram observados inúmeros afloramentos graníticos, alguns dos quais com evidentes sistemas ou famílias de diaclases, que se distinguem fundamentalmente pela orientação. A grande generalidade destas diaclases evidencia alguma abertura entre os planos de fractura, sendo que raramente apresentam preenchimento argiloso.

Nas freguesias de Vilar da Veiga, Rio Caldo, Covide, Campo do Gerês e Chamoim foram efectuadas determinações de orientações de famílias de diaclases, de modo a obter-se uma amostra minimamente representativa do Concelho de Terras de Bouro. Com base nessas determinações, foram efectuados diagramas de roseta, que projectam as orientações preferenciais dessas famílias.

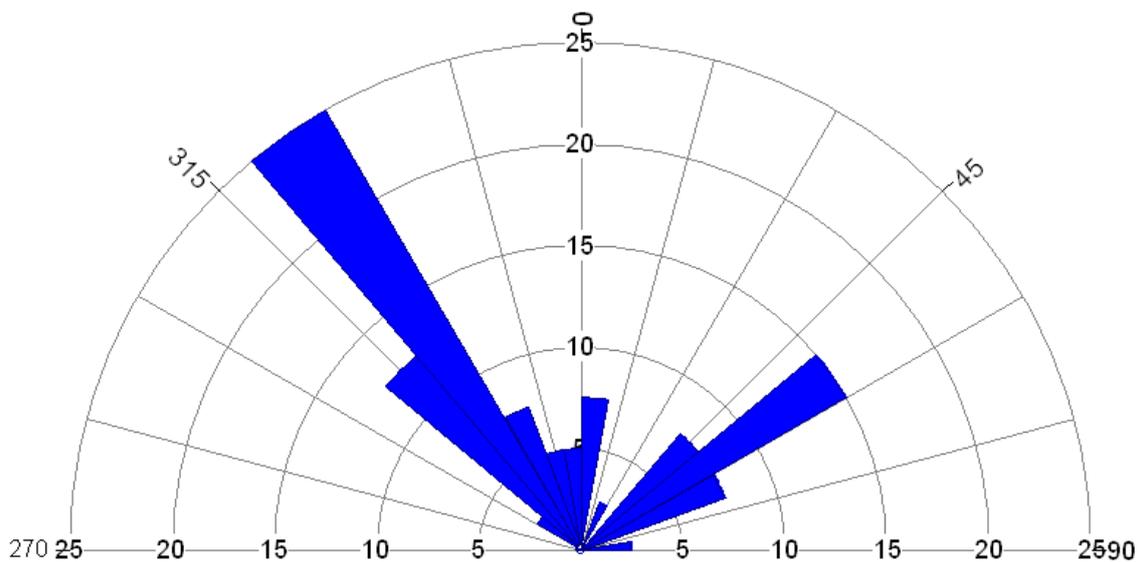


Figura 2. 1. Diagrama de roseta representativo da orientação preferencial das principais famílias de diaclases graníticas na Freguesia de Chamoim.

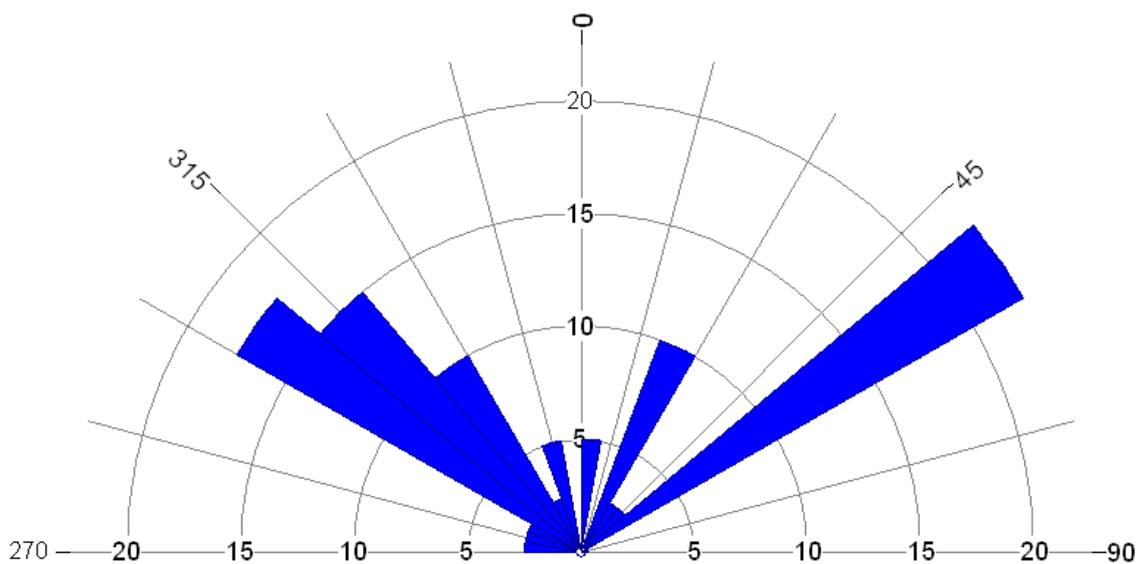


Figura 2. 2. Diagrama de roseta representativo da orientação preferencial das principais famílias de diaclases graníticas nas Freguesias de Covide e Campo do Gerês.

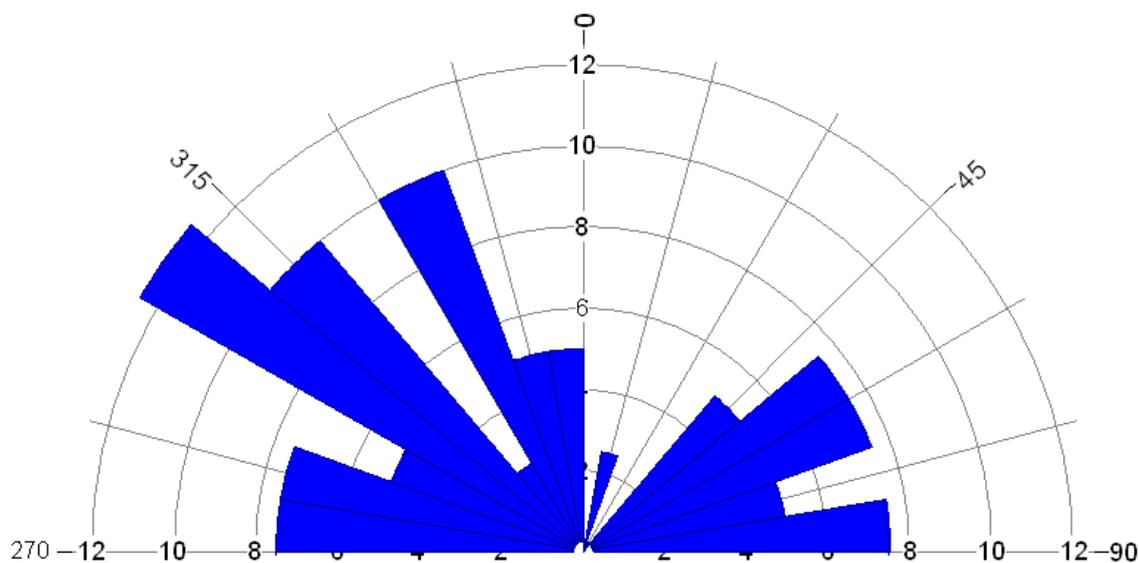


Figura 2. 3. Diagrama de roseta representativo da orientação preferencial das principais famílias de diaclases graníticas nas Freguesias de Rio Caldo e Vilar da Veiga.

A partir da análise dos diagramas podem interpretar-se duas direcções preferências de planos de fractura nordeste – sudoeste e noroeste – sudeste. Esta constatação, sugere que as orientações preferenciais das diaclases são aproximadamente as mesmas das principais orientações das grandes falhas e filões regionais.

3. AVALIAÇÃO DO GRAU DE VULNERABILIDADE

A fracturação macroscópica (grandes falhas e filões), em conjunto com os variados sistemas de diaclases, ocorrentes um pouco por todo o Concelho de Terras de Bouro, mais concretamente na vizinhança das captações estudadas, permitem inferir a possibilidade forte de se estar na presença de meios hidrogeológicos vulneráveis à poluição. Ora se os meios hidrogeológicos são vulneráveis, as captações implantadas nestes meios são por consequência também vulneráveis.

A este nível, torna-se pertinente fazer a distinção entre vulnerabilidade e risco de poluição pois existe a tendência de se confundir as duas noções, ou mesmo achar-se que são a mesma coisa.

Vulnerabilidade:

Usualmente, o termo vulnerabilidade em hidrogeologia refere-se, essencialmente, à maior ou menor predisposição, de uma formação hidrogeológica, a ser alvo de contaminação. A avaliação da vulnerabilidade é sustentada nas características do terreno, onde se destacam: a litologia, o grau de alteração e fracturação, e o tipo de poluente em causa.

Risco de poluição:

O risco de poluição, em estudos hidrogeológicos, é normalmente assumido como um conceito mais abrangente, pois envolve a vulnerabilidade e a existência de focos poluidores. Esses focos poluidores podem ser de origem e natureza bastante diversas.

A elevada vulnerabilidade dos meios onde estão implantadas as captações de Terras de Bouro, a confirmar-se, reflectir-se-á em termos de hidráulica subterrânea, ou seja, em termos da infiltração, circulação, recarga e descarga de águas subterrâneas.

Um método bastante objectivo que permite avaliar o maior ou menor grau de vulnerabilidade de um meio hidrogeológico, baseia-se a recolha e análise das variações mensais dos parâmetros físico-químicos (pH, temperatura, condutividade, etc.) da água subterrânea extraída de uma dada captação, durante um certo período de tempo.

Neste processo, o registo de grandes oscilações periódicas dos parâmetros físico-químicos sugere com grande fiabilidade a existência de um meio hidrogeológico

bastante vulnerável a processos de poluição. Se pelo contrário, forem registadas pequenas oscilações nos mesmos parâmetros, então conclui-se que o meio hidrogeológico é pouco ou nada vulnerável aos processos de poluição de aquíferos.

Em todas as captações de Terras de Bouro, entre os meses de Maio de 2007 e Fevereiro de 2008, foram efectuadas recolhas periódicas no terreno de parâmetros físico-químicos, mais concretamente o pH, a Temperatura e a condutividade.

Pela a análise dos gráficos representativos das oscilações destes parâmetros (Anexo 1), é possível constatar pronunciadas oscilações em todas as captações. Estas constatações permitem concluir que a totalidade das captações de Terras de Bouro se encontram em meios hidrogeológicos vulneráveis.

4. AVALIAÇÃO DO GRAU DE HETEROGENIDADE

Mediante a análise e caracterização das fracturas e outras descontinuidades tectónicas à escala dos afloramentos, da identificação de zonas preferenciais à infiltração (no âmbito da definição das bacias de contribuição das captações), foi possível tirar algumas conclusões sobre a heterogeneidade dos meios hidrogeológicos onde se encontram as captações de Terras de Bouro.

Estas conclusões foram reforçadas mediante a interpretação de flutuações consideráveis (consideradas acima de um padrão médio) dos valores finais dos parâmetros físico-químicos recolhidos, em períodos de tempo inferiores a 48 horas, após episódios de grande precipitação.

Efectivamente, os dados referentes às descontinuidades tectónicas e às respostas dos parâmetros físico-químicos após períodos de elevada precipitação fazem constatar, com grande índice de certeza, a existência de meios heterogéneos, nos quais estão implantados aquíferos fissurais fortemente heterogéneos.

Ora esta constatação corresponde à condição essencial para que seja possível implantar o método DISCO (*Discontinuités – Couverture Protectrice*), no âmbito da definição de protecção das captações da Câmara de Terras de Bouro.

5. SOLO E VEGETAÇÃO

A presença de solo e de vegetação em áreas de contribuição de captações de Terras de Bouro pode constituir um factor de protecção contra eventuais focos de contaminação superficiais. Efectivamente, o solo, por si só, graças à sua capacidade de retenção de óxidos orgânicos e inorgânicos, assume um papel autodepurador, e inibidor da acção de substâncias potencialmente tóxicas.

Esta característica varia consoante a tipologia, heterogeneidade e granulometria do solo. Desse modo quanto mais espesso, estratificado e fino (em termos de granulometria da fracção mineral), e mais rico em matéria orgânica decomposta, mais eficiente é a acção purificadora do solo. Uma consequência directa de uma boa acção purificadora do solo é a existência de recursos hídricos subterrâneos menos vulneráveis a processos de poluição.

A acção purificadora da vegetação presente, embora assuma menor relevância do que o solo, é também um factor a ter em consideração, na medida em que as plantas,

ao nível radicular, possuem capacidade de absorção de substâncias de diversa natureza. Neste sentido, algumas substâncias potenciadoras da contaminação de águas subterrâneas podem ficar retidas reduzindo os efeitos da poluição. Existem mesmo casos típicos de plantas com grande capacidade de retenção de substâncias nocivas para o ambiente, e potencialmente promotoras da poluição de aquíferos.

O efeito conjugado da purificação de águas superficiais, empreendido pelo solo e pela vegetação é tecnicamente designado por – cobertura protectora que deriva do termo original – *Couverture Protectrice*.

O concelho de Terras de Bouro, tal como a grande generalidade dos concelhos do norte montanhoso português, é caracterizado por apresentar solos húmicos, com forte presença de matéria orgânica decomposta, e fracção mineral marcadamente arenosa. Neste sentido, são solos consideravelmente permeáveis, propícios a boa circulação e drenagem de águas.

Na região do Gerês, mais concretamente em Vilar da Veiga, são identificados solos com valores de permeabilidade muito elevados, por vezes com velocidades de transmissão de águas acima da dezena de metros por dia (Gonçalves, 2005).

Além de elevados valores de permeabilidade, estes solos, quando não açoreados são também muito pouco espessos, e distribuem-se segundo fracções esqueléticas, isto é, raramente ultrapassam um a dois metros de espessura. Deste modo, o factor – cobertura protectora não tem expressão na região. O mesmo será dizer que o solo e a vegetação não assumem especial relevância no âmbito da diminuição do grau de vulnerabilidade das captações de Terras de Bouro, pelo que não serão factores considerados na definição dos perímetros de protecção.

6. FLUXO SUPERFICIAL

O fluxo hídrico de superfície, ou em níveis próximos da superfície, corresponde a um factor de extrema importância no funcionamento hídrico subterrâneo de uma determinada região. Efectivamente uma grande percentagem das águas de circulação superficial é alvo do processo de infiltração (devido à acção gravítica) por entre os poros intersticiais do solo e meio fracturado granítico, abastecendo os aquíferos.

Efectivamente, quando água consegue ultrapassar os níveis mais profundos radiculares, encontra-se em condições de abastecer os reservatórios naturais subterrâneos. Este processo é frequentemente designado por drenância.

As águas ao longo do seu percurso superficial, difuso ou linear, entram em contacto com substâncias (químicas ou bacteriológicas) transportando-as consigo. É certo que se estas águas ao sofrerem infiltração e se acumularem em reservatórios hídricos subterrâneos, ao longo do seu percurso, terão tendência a ser alvo de processos de purificação. Efectivamente, muitas das substâncias poluentes são retidas no solo e nos interstícios rochosos. No entanto, este poder purificador raramente é total, ainda mais quando se está na presença de solos pouco espessos e com fracção mineral arenosa, como os encontrados no Concelho de Terras de Bouro.

As áreas de superfície propícias ao fluxo linear são as áreas onde a infiltração é mais eficaz. Estas áreas correspondem às zonas principais de confluência de águas, que no terreno são identificadas como linhas de água permanentes ou estivais. O facto de muitas destas linhas de água estarem em “encaixadas” em zonas prováveis de falha ou de elevada fracturação, reforça a sua predisposição para a infiltração subterrânea.

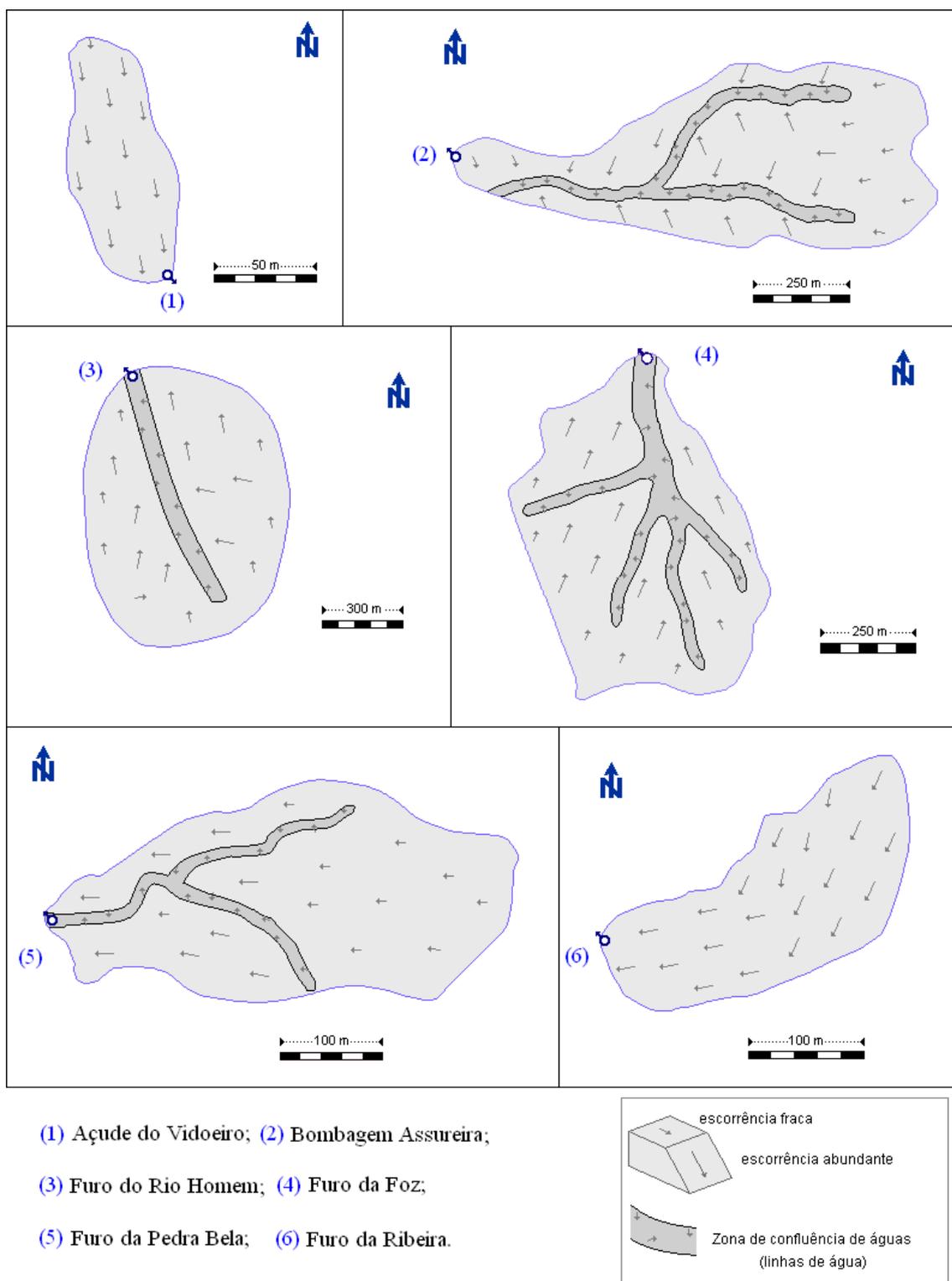
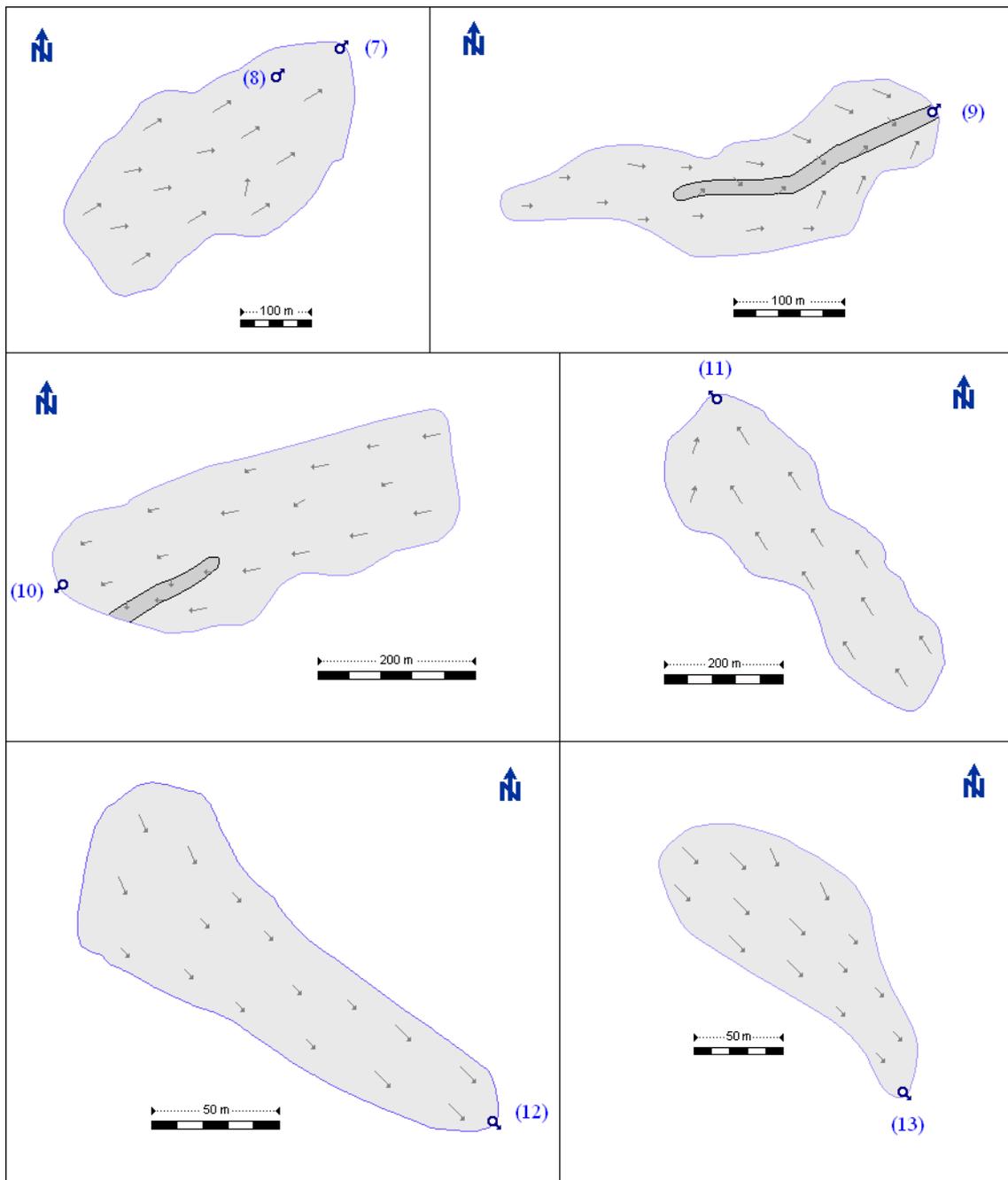


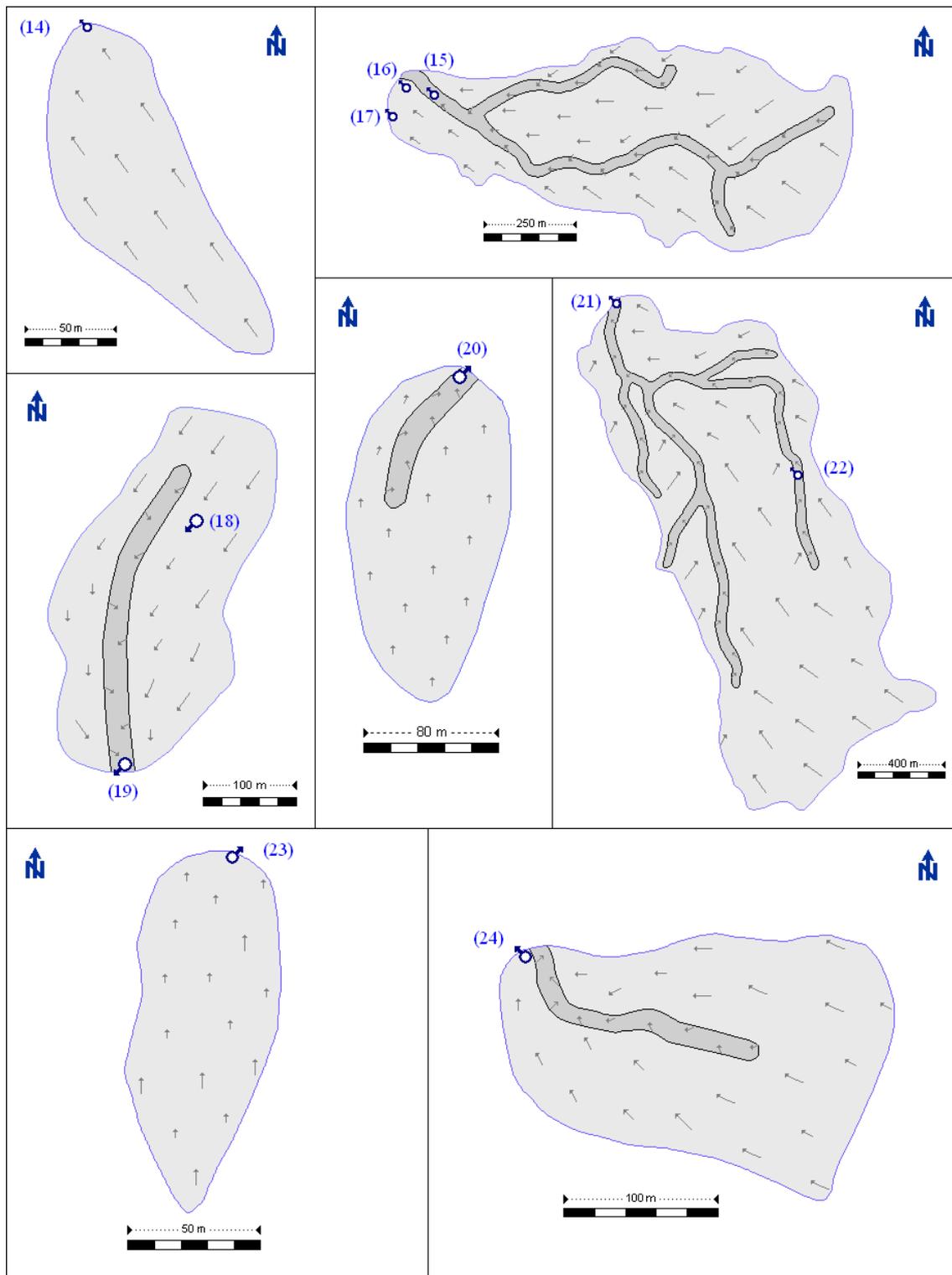
Figura 6. 1. Mapas representativos do tipo de fluxo superficial para as áreas de contribuição das captações: Açude do Vidoeiro, Bombagem da Assureira, Furo do Rio Homem, Furo da Foz e Furo da Pedra Bela.



- (7) Furo de S. Bento; (8) Furo de Seara; (9) Furo de Bouças;
 (10) Furo de Cabaninhas; (11) Furo de Chamoin;
 (12) Furo de Matavacas; (13) Furo de Paradela.



Figura 6. 2. Mapas representativos do tipo de fluxo superficial para as áreas de contribuição das captações: Furo de S. Bento, Furo de Seara, Furo de Bouças, Furo de Cabaninhas, Furo de Chamoin, Furo de Matavacas e Furo de Paradela.



- (14) Furo de S. Sebastião; (15), (16) e (17) Furos da Preguiça;
 (18) e (19) Furos do Assento; (20) Poço da Devesa; (21) Furo de Carrazedo;
 (22) Furo do Barral; (23) Furo de Sá; (24) Furo do Museu.



Figura 6. 3. Mapas representativos do tipo de fluxo superficial para as áreas de contribuição das captações: Furo de S. Sebastião, Furos da Preguiça, Furos do Assento, Poço da Devesa, Furo de Carrazedo, Furo do Barral, Furo de Sá e Furo do Museu.

7. FACTOR DE PROTECÇÃO FINAL

Uma vez que as linhas de água correspondem a zonas preferenciais à infiltração, constituem também zonas mais potenciadoras de poluição de aquíferos. O mesmo é dizer que correspondem a zonas com maior grau de vulnerabilidade à poluição.

Deste modo, as áreas delimitadas pelos leitos de linhas de água, no seio das bacias de contribuição das captações, são as primeiras a ser tidas em consideração no âmbito definição do Factor de Protecção Final, as quais são identificadas como zonas de factor de protecção muito baixo.

A definição de zonas de muito baixa protecção é também efectuada com base em dados tectónicos, que não sigam especificamente o traçado das linhas de água, mais concretamente grandes descontinuidades (macroscópicas), locais ou regionais, como falhas e filões.

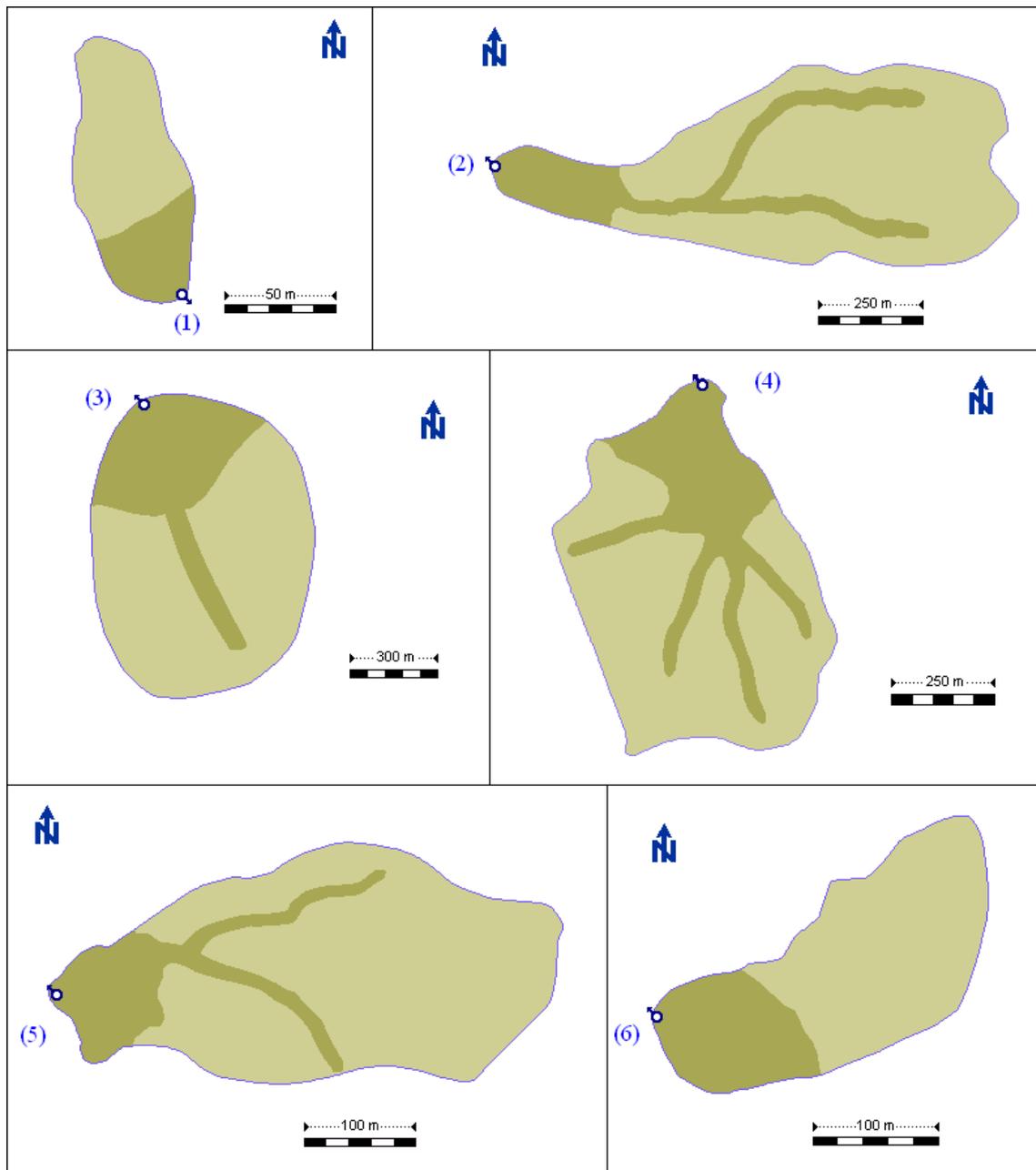
Esta tarefa, que foi realizada ao nível das áreas de contribuição das captações, foi possível mediante a análise das cartas geológicas da região (realizadas à escala 1/50000), mais concretamente a Carta Geológica de Ponte da Barca e a Carta Geológica do Parque Nacional da Peneda-Gerês.

Nalgumas das áreas de contribuição das captações de Terras de Bouro, foram efectivamente encontradas descontinuidades tectónicas passíveis de serem consideradas (tal como os leitos de linhas de água) como zonas de factor de protecção muito baixo. Essas áreas corresponderam às bacias de contribuição das captações da Preguiça, Ribeira e Cabaninhas.

As zonas de muito baixo factor de protecção foram também definidas com base em valores médios de permeabilidade intersticial/fissural, determinados na região: aproximadamente 5,8 metros por dia (Gonçalves, 2005). Deste modo, com o recurso a dados de natureza topográfica, foram efectuadas delimitações (na envolvência das captações), que marcam o tempo de percurso máximo de 48 horas de drenância subterrânea das águas até atingir as áreas de influência das captações.

Nalgumas das áreas de contribuição hídrica das captações, as zonas de factor de protecção definidas partir deste processo, sobrepuseram-se parcialmente às zonas definidas pelos leitos de linhas de água e/ou pelas descontinuidades tectónicas. Esta situação, que não induz qualquer contradição, ocorreu nas seguintes captações: Bombagem da Assureira, Furo do Rio Homem, Furo da Foz, Furo da Pedra Bela, Furo

de Bouças, Furo de Cabaninhas, Furos da Preguiça, Furos do Assento, Poço da Devesa, Furo de Carrazedo, Furo do Barral e Furo do Museu.



- (1) Açude do Vidoeiro; (2) Bombagem Assureira;
 (3) Furo do Rio Homem; (4) Furo da Foz;
 (5) Furo da Pedra Bela; (6) Furo da Ribeira.

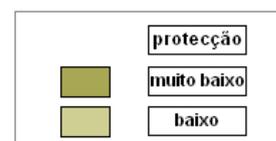
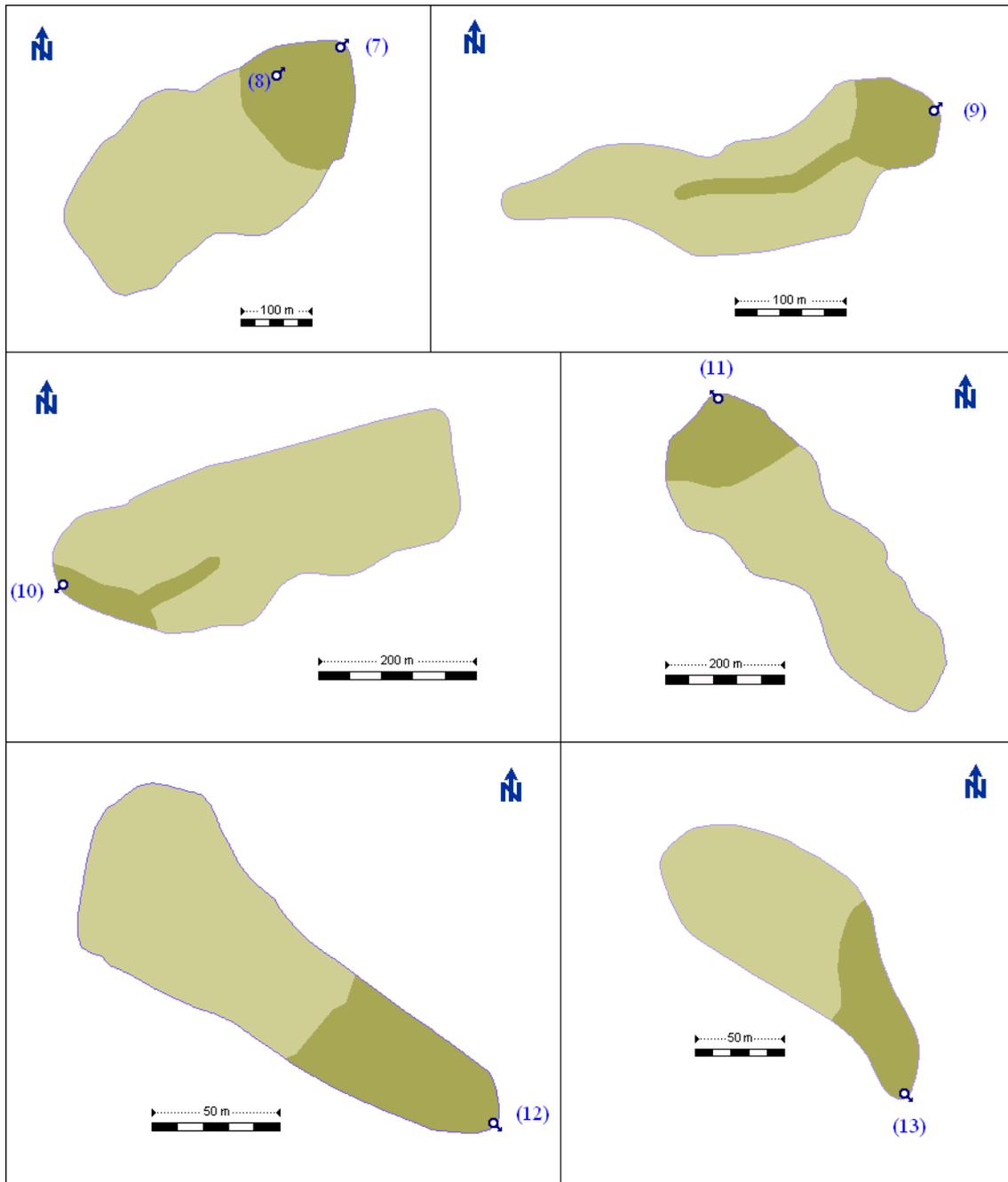


Figura 6. 4. Mapas representativos do factor de protecção final das áreas de contribuição das captações: Açude do Vidoeiro, Bombagem da Assureira, Furo do Rio Homem, Furo da Foz e Furo da Pedra Bela.



- (7) Furo de S. Bento; (8) Furo de Seara; (9) Furo de Bouças;
 (10) Furo de Cabaninhas; (11) Furo de Chamoim;
 (12) Furo de Matavacas; (13) Furo de Paradela.

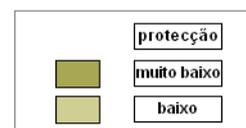
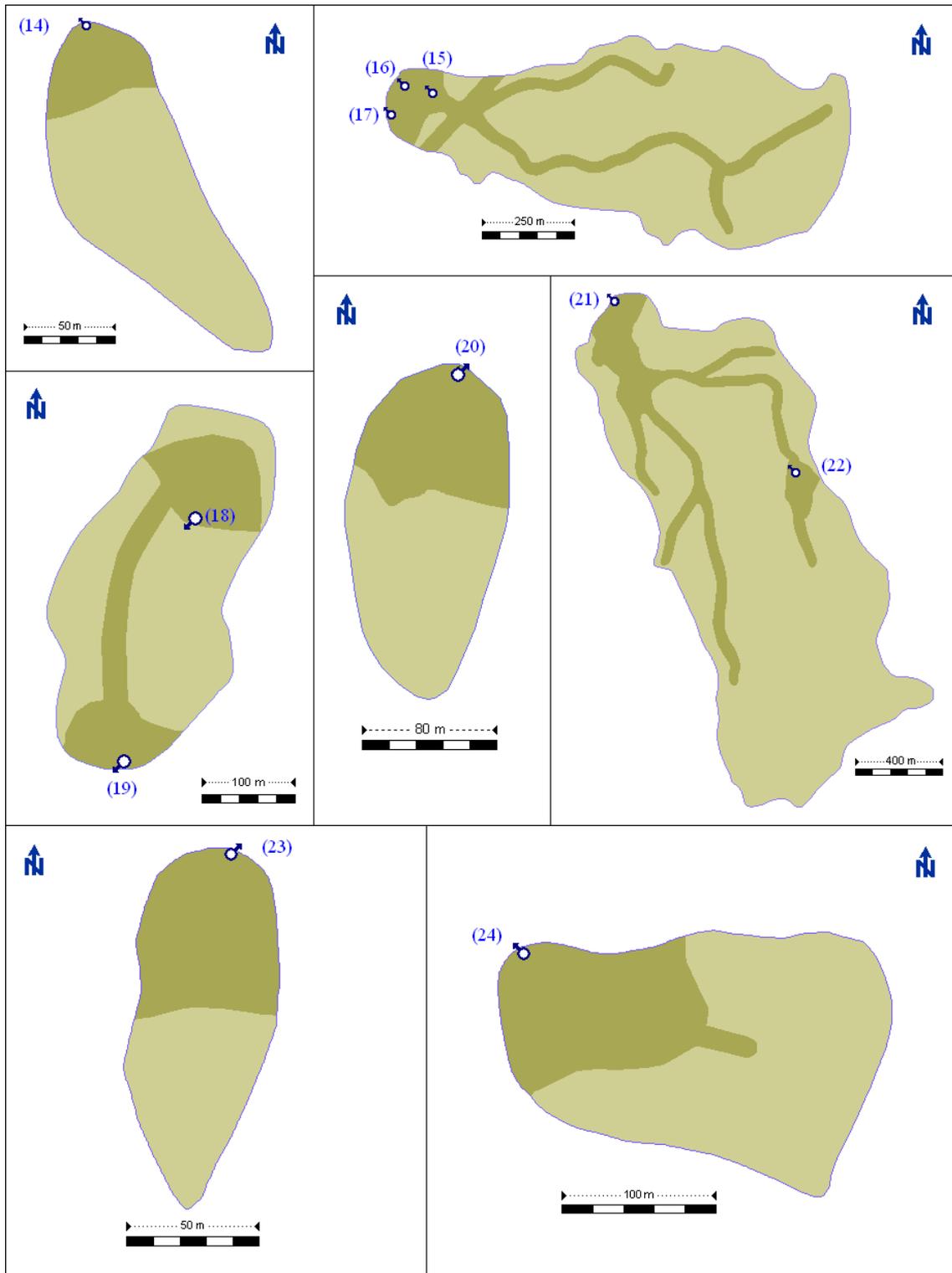


Figura 6. 5. Mapas representativos do factor de protecção final das áreas de contribuição das captações: Furo de S. Bento, Furo de Seara, Furo de Bouças, Furo de Cabaninhas, Furo de Chamoim, Furo de Matavacas e Furo de Paradela.



(14) Furo de S. Sebastião; (15), (16) e (17) Furos da Preguiça;

(18) e (19) Furos do Assento; (20) Poço da Devesa; (21) Furo de Carrazedo;

(22) Furo do Barral; (23) Furo de Sá; (24) Furo do Museu.



Figura 6. 6. Mapas representativos do factor de protecção final das áreas de contribuição das captações: Furo de S. Sebastião, Furos da Preguiça, Furos do Assento, Poço da Devesa, Furo de Carrazedo, Furo do Barral, Furo de Sá e Furo do Museu.

8. PERÍMETROS DE PROTECÇÃO

Após a obtenção do Factor de Protecção Final, resultante de informações sobre a cobertura protectora, descontinuidades e fluxo hídrico superficial, ficam satisfeitas as condições necessárias para se passar à fase final de implantação das diferentes zonas de protecção das captações estudadas:

- Zona de protecção imediata (S1);
- Zona de protecção intermédia (S2);
- Zona de protecção alargada (S3).

Numa primeira análise, as zonas de protecção alargada (S3) e as zonas de protecção intermédia (S2), resultam directamente da informação disponibilizada pelo factor de protecção final. Assim sendo, as zonas de protecção intermédia (S2) são definidas a partir das áreas de factor de protecção final muito baixo, enquanto que as zonas de protecção alargada (S3) são definidas pelas áreas de factor de protecção final baixo. O mesmo será dizer que as zonas de protecção alargada (S3), são definidas pelas demais áreas a montante, desde que integradas nos limites da bacia de contribuição das captações.

Na aplicação do método DISCO, nem sempre as zonas de protecção alargada (S3) são prolongadas até aos limites (situados a montante) da bacia de contribuição de uma determinada captação. Esta situação ocorre quando as bacias de contribuição definidas apresentam vários quilómetros de extensão.

Na região de Terras de Bouro, embora tenham sido identificadas algumas bacias de contribuição consideravelmente extensas, não houve a necessidade da definição de limitações das extensões de zonas de protecção alargada, no seio de bacias de contribuição.

No método DISCO, as zonas de protecção imediata (S1), que correspondem às zonas de máxima protecção de uma dada captação, são definidas ao longo das áreas imediatamente contíguas a essa mesma captação. Estas áreas devem prolongar-se numa distância até trinta metros a montante da captação. Distância a partir da qual inicia a zona de protecção intermédia (S2).

A jusante de cada captação, ou seja nas áreas situadas em cotas inferiores a esta, que consequentemente não fazem parte da bacia de contribuição, as zonas de protecção alargadas (S3) e zonas de protecção intermédias (S2) não são definidas. Neste caso

definem-se somente as zonas de protecção imediatas com extensões que podem ir de um a três metros.

Tabela Áreas englobadas num perímetro de protecção e suas especificidades (Adaptado de: Decreto – Lei n.º 382/99 de 22 de Setembro).

Áreas englobadas num perímetro de protecção	
Zona de protecção imediata (S1)	Área da superfície do terreno contígua à captação em que, para a protecção directa das instalações da captação e das águas captadas, todas as actividades são, por princípio, interditas.
Zona de protecção intermédia (S2)	Área da superfície do terreno contígua exterior à zona de protecção imediata, de extensão variável, tendo em conta as condições geológicas e estruturais do sistema aquífero, definida por forma a eliminar ou reduzir a poluição das águas subterrâneas, onde são interditas ou condicionadas as actividades e as instalações susceptíveis de poluírem aquelas águas, quer por infiltração de poluentes, quer por poderem modificar o fluxo da captação ou favorecer a infiltração na zona próxima da captação.
Zona de protecção alargada (S3)	Área da superfície do terreno contígua exterior à zona de protecção intermédia, destinada a proteger as águas subterrâneas de poluentes persistentes, tais como compostos orgânicos, substâncias radioactivas, metais pesados, hidrocarbonetos e nitratos, onde as actividades e instalações são interditas ou condicionadas em função do risco de poluição das águas, tendo em atenção a natureza dos terrenos atravessados, bem como o modo de emissão desses poluentes.

Após a realização de todas as etapas intervenientes no âmbito da implantação das três zonas de protecção (S1, S2 e S3), deve ter-se o cuidado em verificar, se em todas as situações, o distanciamento entre os limites das zonas de protecção imediata (S1) e o início da zona de protecção alargada (S3). Efectivamente, dentro dos limites da bacia da contribuição da captação, é necessário garantir que esse distanciamento nunca seja inferior a cem metros. Se tal acontecer, então deverão ser prolongados, para montante, os limites da zona de protecção intermédia (S2), até que este requisito seja garantido.

Nas captações da Câmara Municipal de Terras de Bouro, em quase todos os perímetros de protecção foi necessário recorrer a este reajuste final. As duas únicas excepções foram a Bombagem da Assureira e o Furo da Foz.

Nestes dois casos os limites entre as áreas classificadas com factor de protecção respectivamente, muito baixo e baixo, estão em todas as direcções, bastante afastadas para montante da captação. Deste modo, na definição das áreas de protecção final destas duas captações, não foi necessário proceder ao deslocamento (para montante) dos limites da zona de protecção intermédia.

Nos perímetros de protecção onde foi necessário efectuar um prolongamento dos limites entre a zona de protecção intermédia e a zona de protecção alargada, houve situações em que esse prolongamento foi total, isto é, foi realizado em todas as direcções situadas a montante.

Essas situações ocorreram na definição dos perímetros de protecção das captações: Açude do Videiro, Furo da Seara, Furo de S. Bento, Furo de Chamoim, Furo de Matavacas, Furo de Paradela, Furo de S. Sebastião, Furo do Assento 1, Poço da Devesa e Furo de Sá.

Nas restantes captações, o prolongamento das zonas de protecção intermédias não foi total. Nestes casos, as áreas de influência de linhas de água, as discontinuidades tectónicas (falhas e filões), ou as áreas de rápida infiltração subterrânea (que correspondem a áreas de factor de protecção muito baixo), proporcionam a delimitação prévia de zonas de protecção intermédia mais extensas.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Da análise final da distribuição geográfica das diferentes zonas de protecção finais (S1, S2 e S3) podem tecer-se algumas considerações comparativas sobre as diferentes captações. Uma delas tem a ver com a extensão total dos perímetros, que nalgumas situações podem ter poucas centenas de metros, mas que noutros casos podem estender-se para além dos mil metros. Estas variações de ordem de grandeza estão directamente relacionadas com as variáveis topográficas.

Efectivamente são as variáveis topográficas que controlam a grande generalidade dos processos hidrológicos de superfície, e assumem também grande influência na dinâmica hidrológica subterrânea. Neste sentido, uma das primeiras etapas para a definição de perímetros de protecção com o recurso ao método DISCO e outros métodos que assentam em factores naturais, é a definição de bacias de contribuição hidráulica para captações de água subterrânea. Esta definição baseia-se em elementos topográficos, como linhas de água, como linhas de cume, domos, depressões, etc.

Outra consideração que se pode retirar a partir da análise dos perímetros de protecção tem a ver com as áreas das zonas de protecção alargada (S3). A este nível, é possível verificar que nalgumas captações, a zona de protecção alargada (S3), é muito reduzida. Num dos casos chega mesmo a nem estar representada no seio da bacia de contribuição.

No entanto, na grande generalidade das captações as zonas de protecção alargadas estão bastante desenvolvidas, chegando mesmo a ser muito mais extensas do que as restantes zonas de protecção (S1 e S2).

Estas variações, mais uma vez, são resultantes das condicionantes topográficas, as quais, ao definirem os limites das bacias de contribuição, também acabam por definir os limites finais das zonas de protecção.

No âmbito da instituição dos perímetros de protecção, por parte da Câmara Municipal de Terras de Bouro, recomenda-se que sejam implantadas fielmente as diferentes zonas de protecção definidas neste estudo.

No caso de haver a necessidade da transposição para outro papel, ou para ficheiros com outro formato, que em muitos casos poderá envolver um ligeiro factor de erro ou distorção, na dúvida deve beneficiar-se a zona de maior protecção. Por exemplo,

quando existir dúvida sobre os limites de uma zona S1 e de uma zona S2, deve proceder-se em benefício da primeira.

Neste trabalho foram definidos modelos digitais do terreno (Anexo 2), em perspectiva tridimensional. Estes modelos, para além de fornecerem informação referente aos limites das bacias de contribuição das captações, podem ter utilidade no auxílio a interpretações (no terreno) da distribuição das diferentes zonas ou perímetros de protecção.

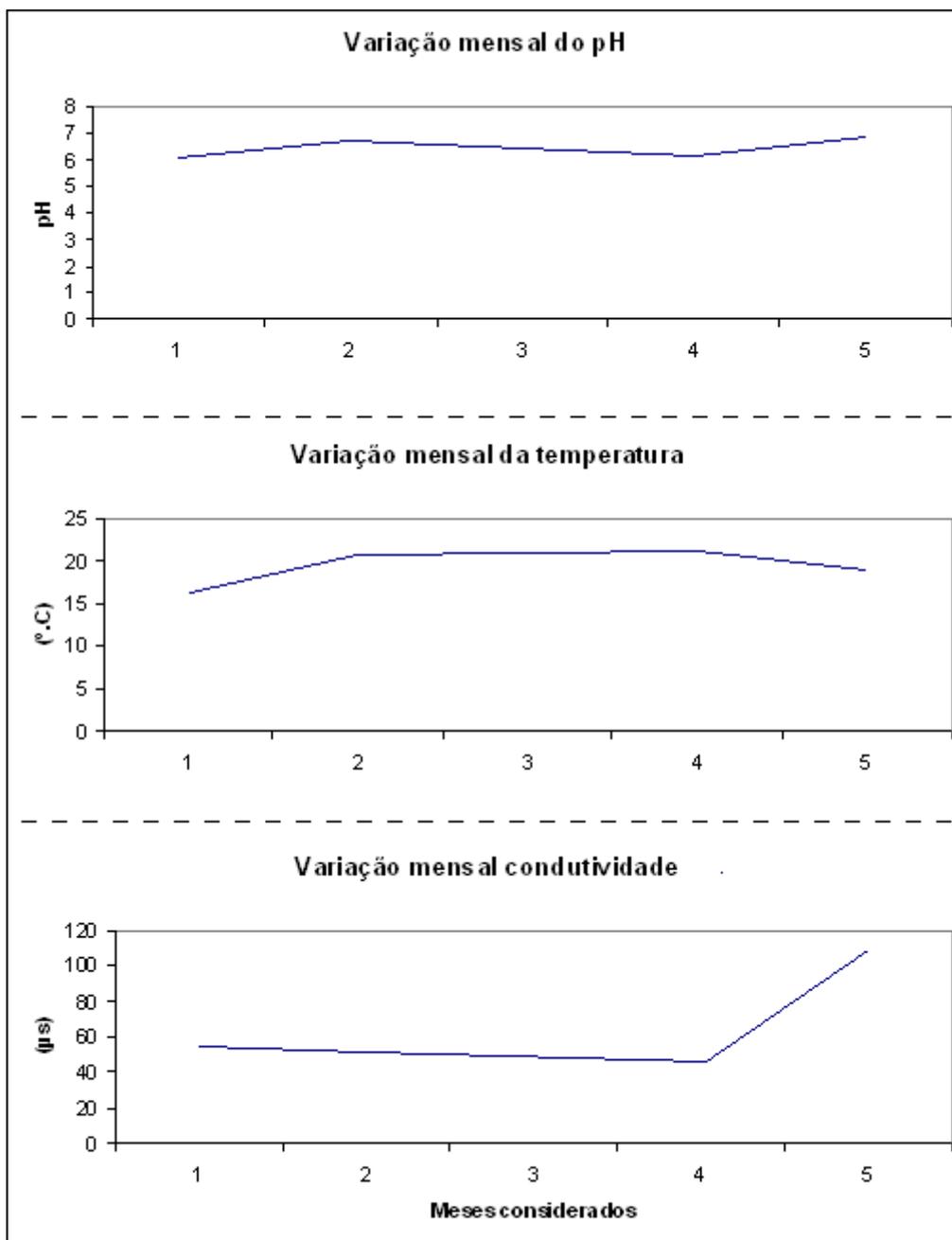
Algumas das zonas de protecção estão definidas em áreas habitadas, pelo que inúmeras das restrições, em termos de actividades humanas, são impossíveis de implementar. Nessas situações, a Câmara Municipal deve procurar sensibilizar os habitantes para terem o máximo cuidado na forma como tratam os seus resíduos e efluentes domésticos, de forma a minimizar o risco de poluição das águas das captações contíguas.

BIBLIOGRAFIA

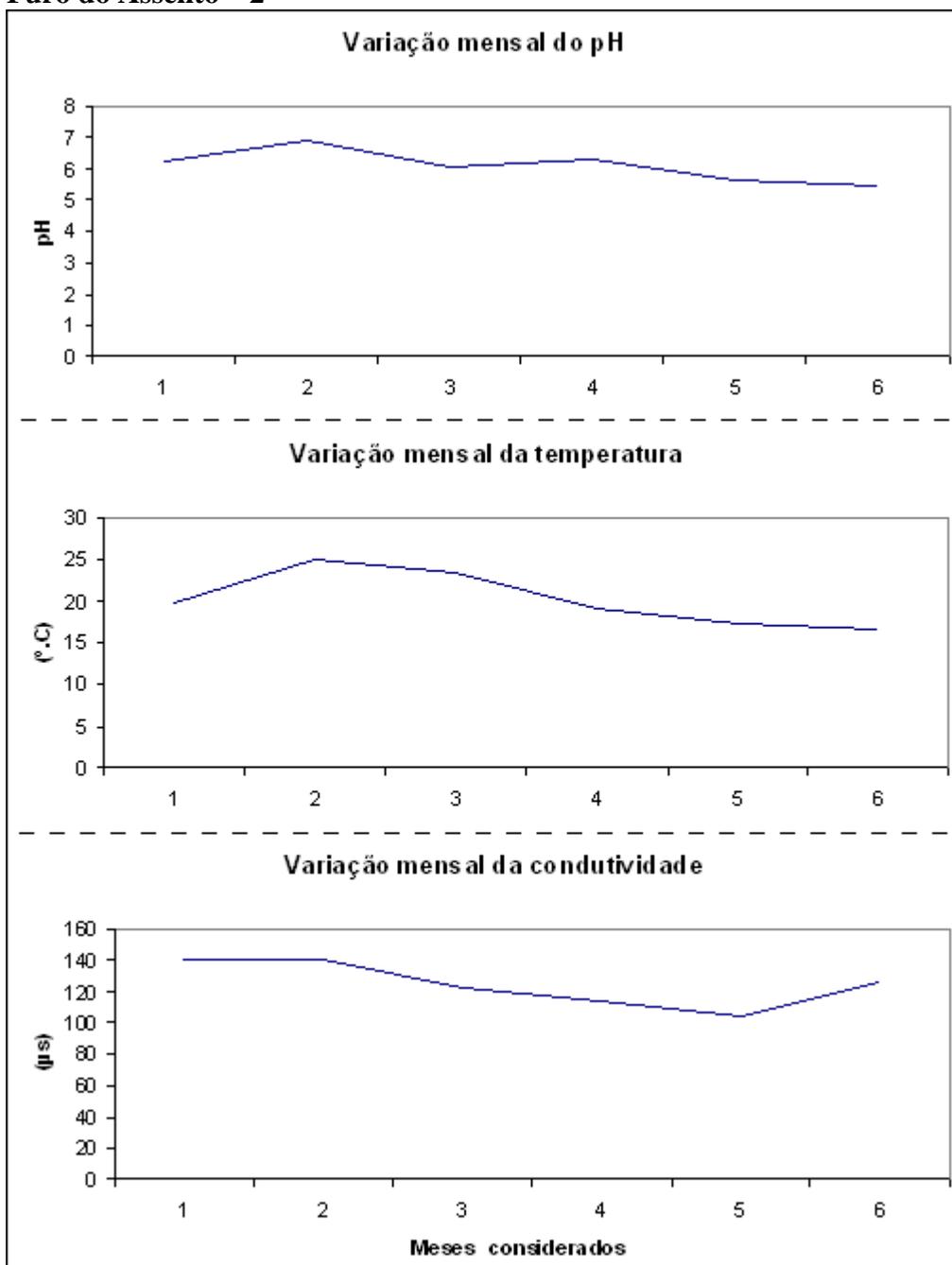
- COSTA, J. B. (1999) *Caracterização e Constituição do Solo* (6ª Edição). Serviços de Educação, Fundação Calouste Gulbenkian. pp. 527. Lisboa.
- GONÇALVES, E. (2005) *Caracterização Hidrogeológica e Definição de Perímetros de Protecção às Captações de Ermida (Vilar da Veiga – Gerês)*. Dissertação apresentada à Universidade do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Prospecção e Avaliação de Recursos Geológicos. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto – Departamento de Geologia. Porto.
- MOREIRA, A. & RIBEIRO, M. L. (1991) *Carta Geológica do Parque Nacional da Peneda-Gerês na escala 1:50000*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza. Parque Nacional da Peneda-Gerês.
- NORONHA, F. & RIBEIRO, M. L. (1983) *Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000. Notícia Explicativa da folha 6 – A (Montalegre)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- POCHON, A. & ZWAHLEN, F. (2002) *Guide Pratique: Délimitation des zones de protection des eaux souterraines en milieu fissuré. Version provisoire du 28 mars 2002*. pp. 80. Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage (OFEPF). L'environnement pratique.
- TEIXEIRA, C., MEDEIROS, A. C. & LOPES, J. T. (1974) *Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000. Notícia Explicativa da folha 5 – B (Ponte da Barca)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

ANEXO 1 – GRÁFICOS COM VARIAÇÃO MENSAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

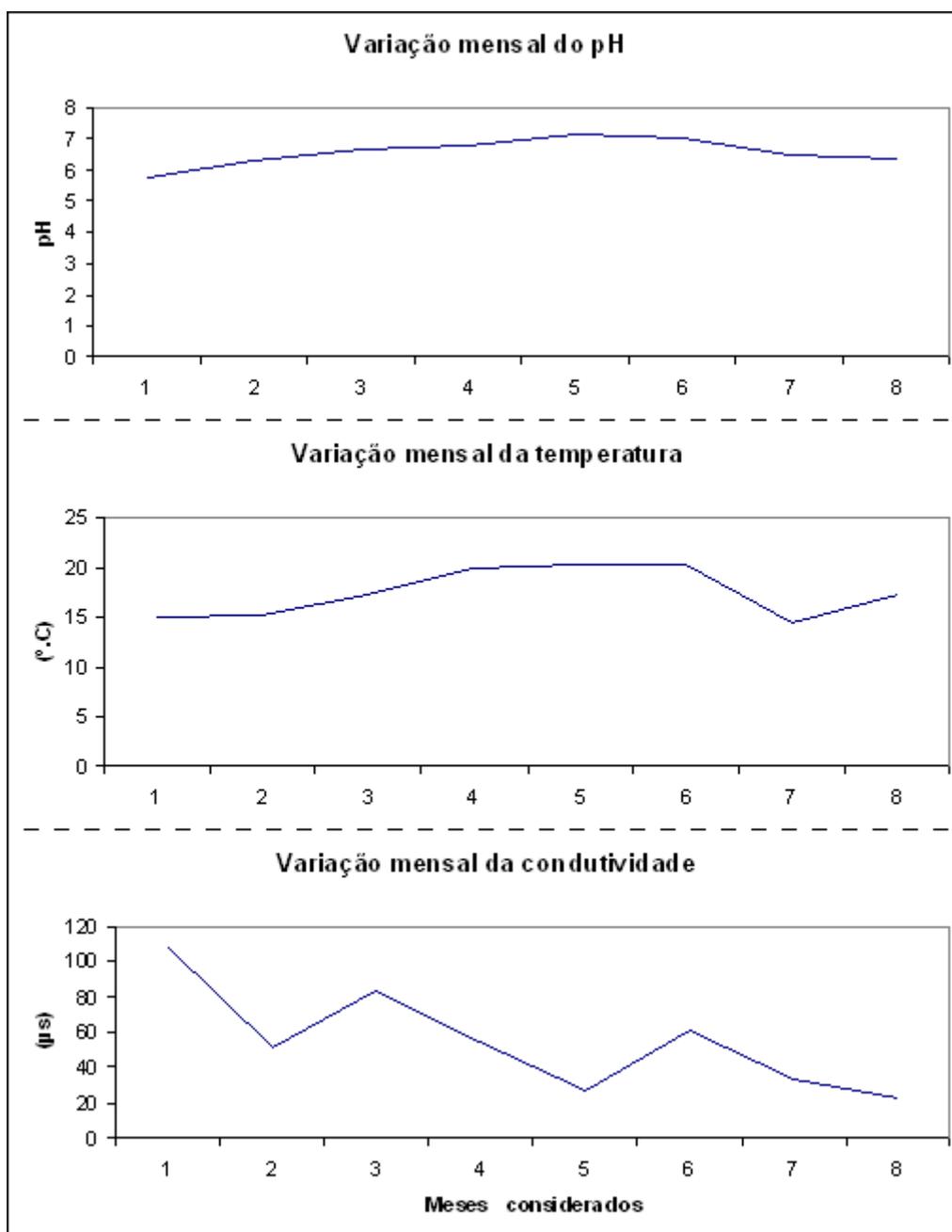
Furo do Assento - 1



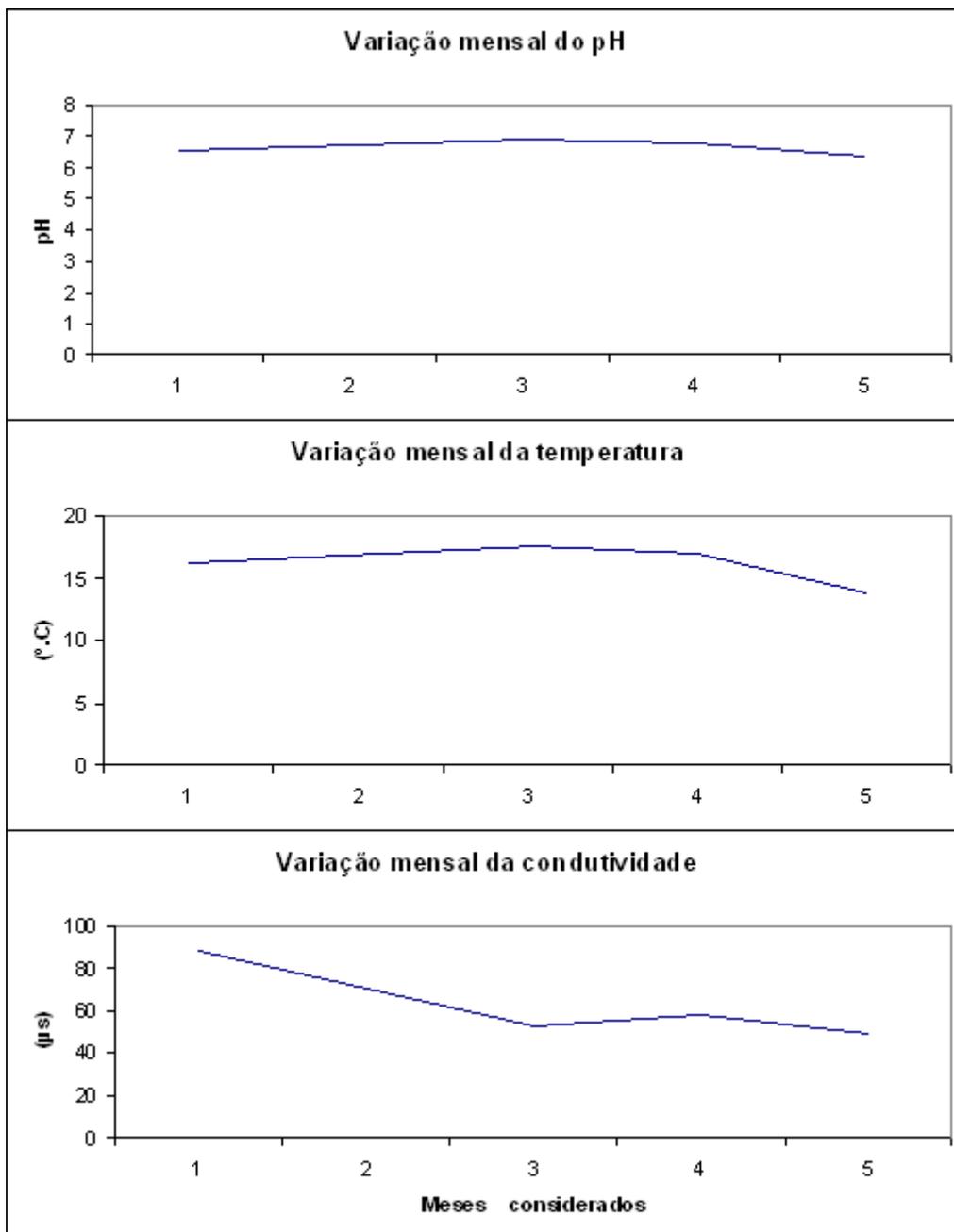
Furo do Assento – 2



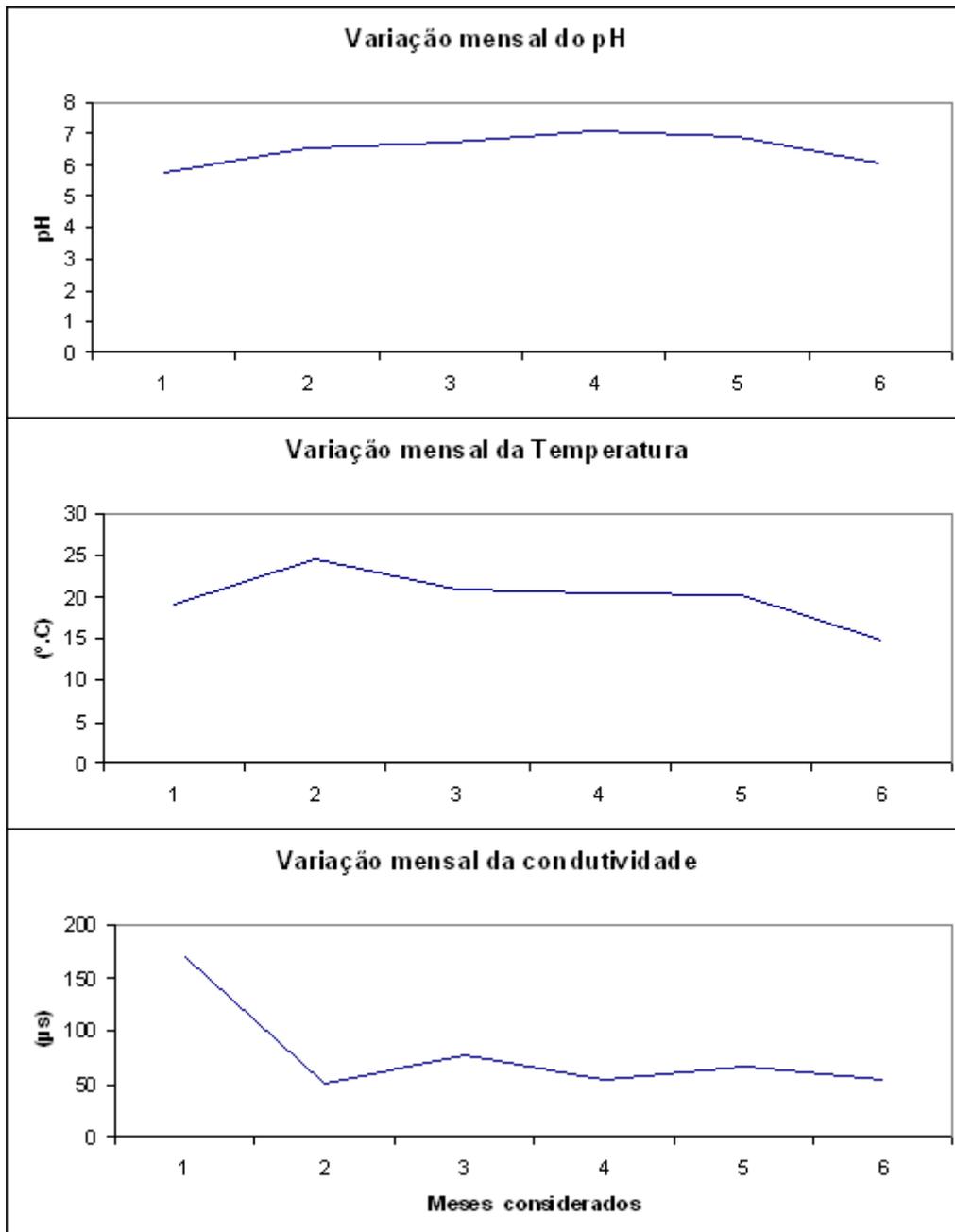
Furo de S. Bento



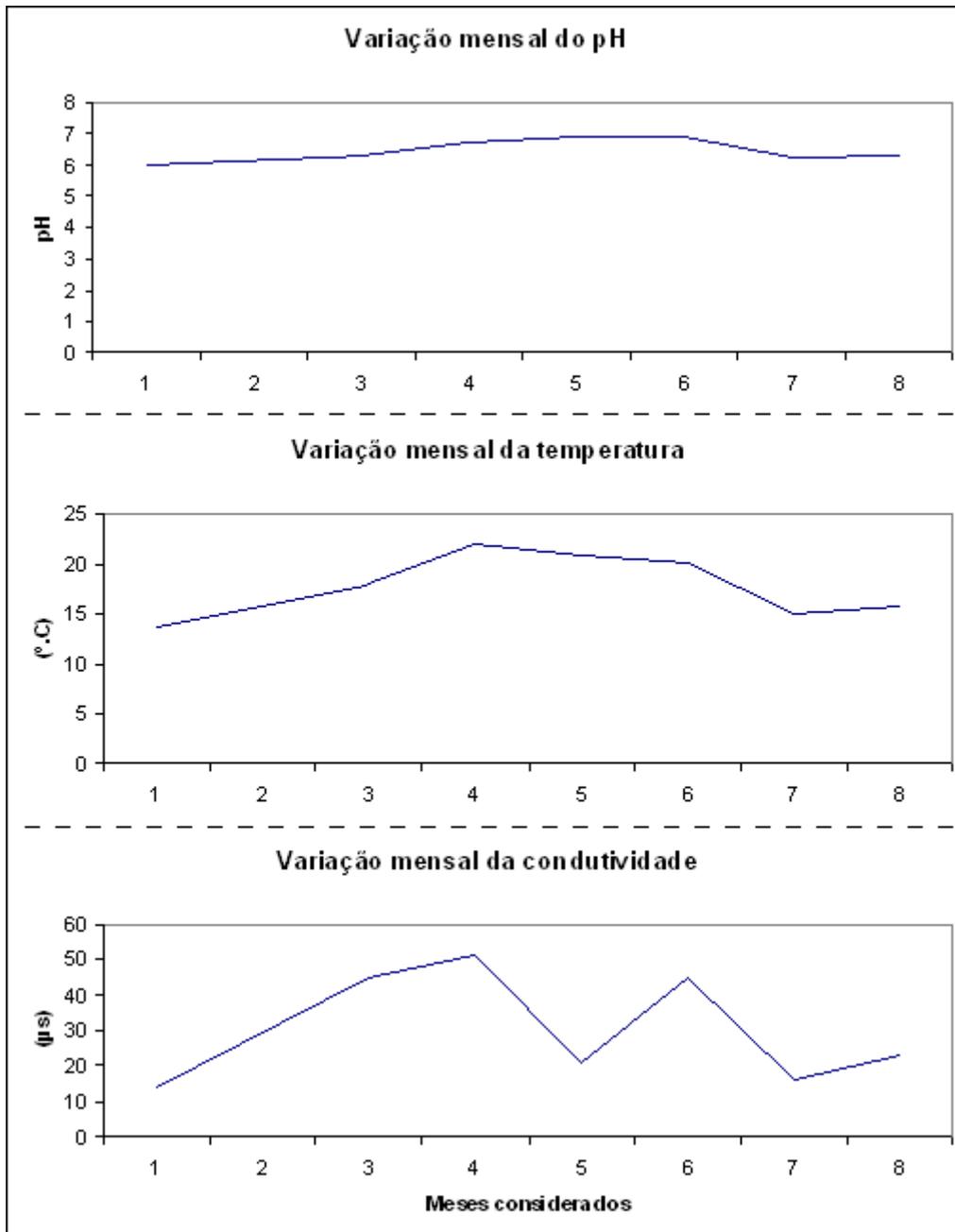
Furo de Matavacas



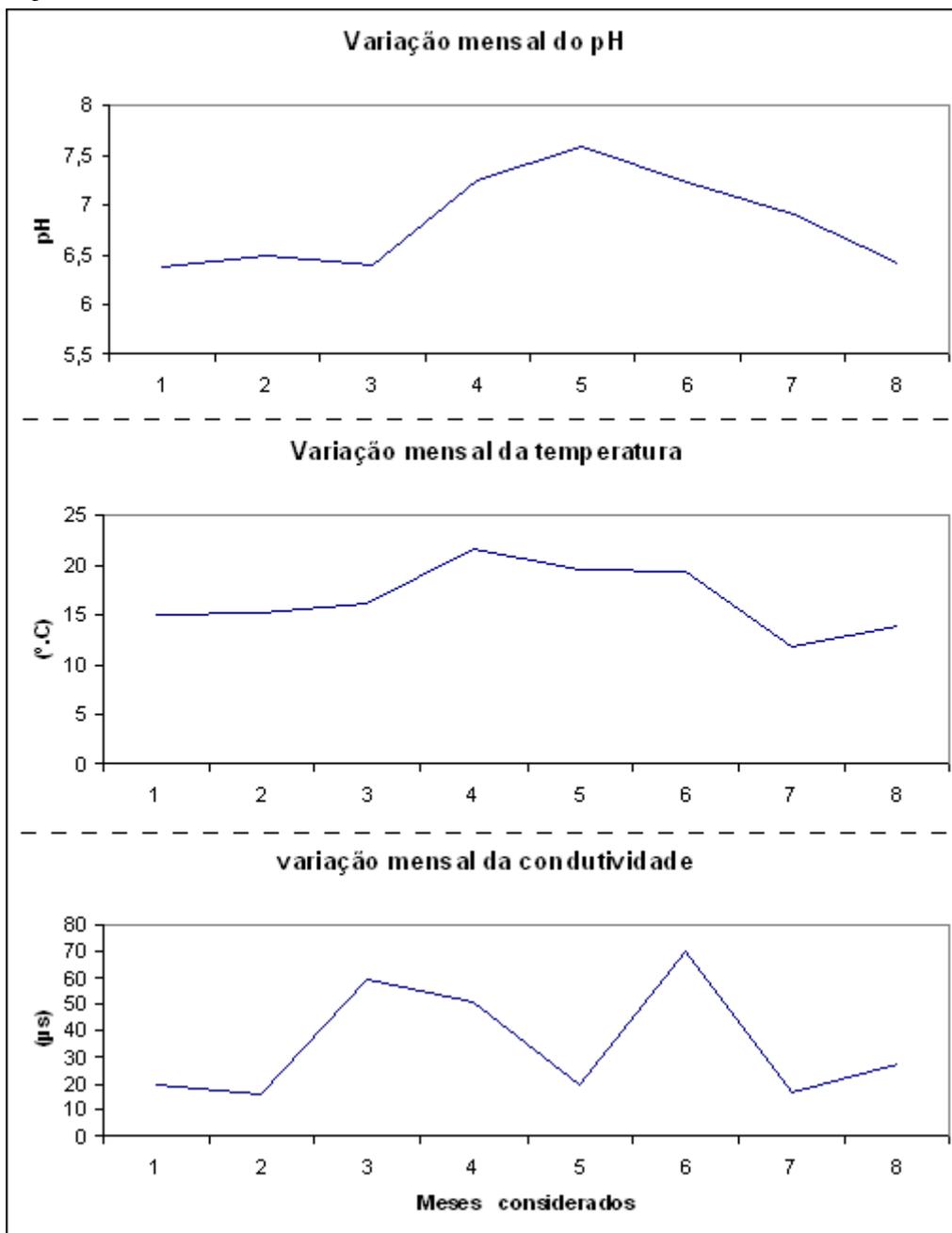
Furo de Paradela



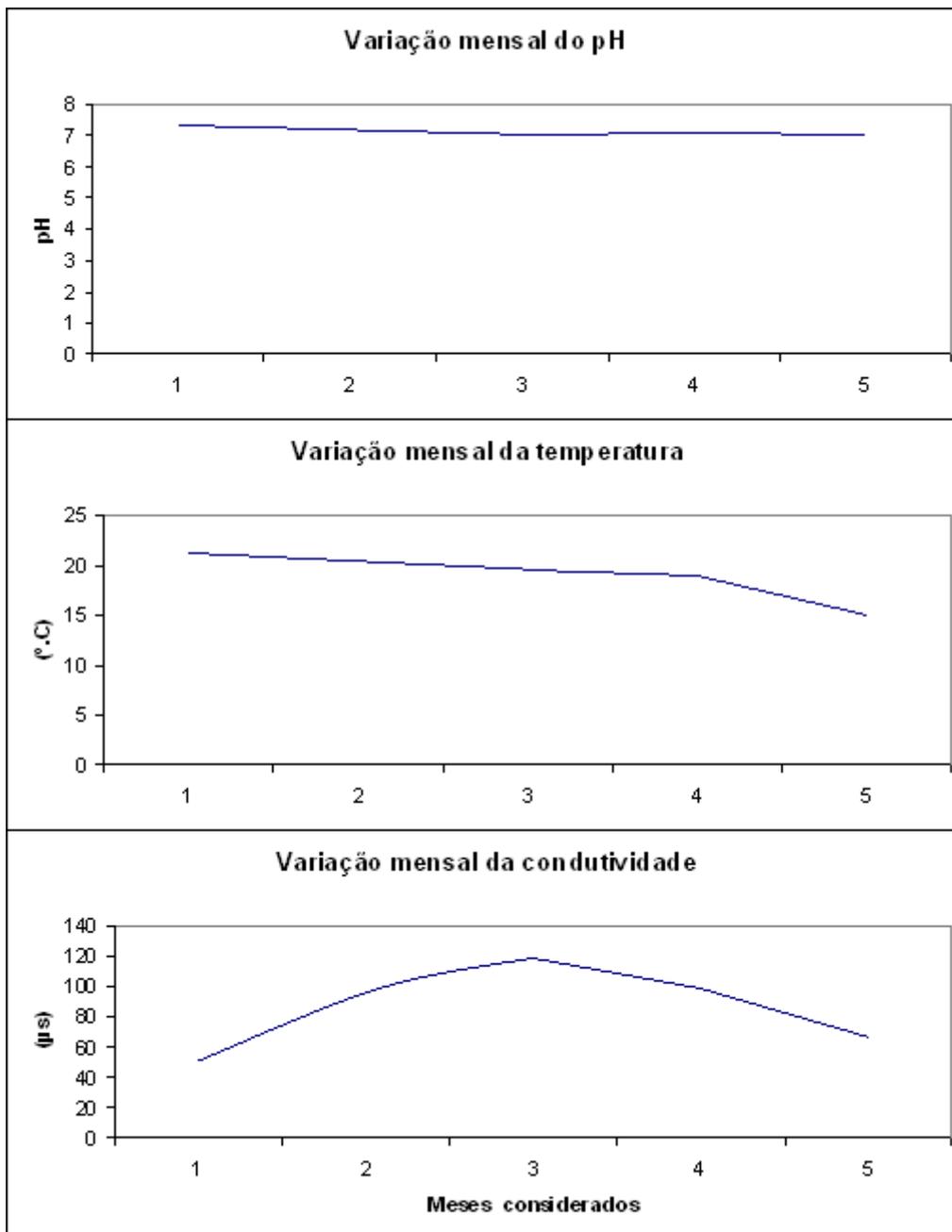
Furo da Preguiça



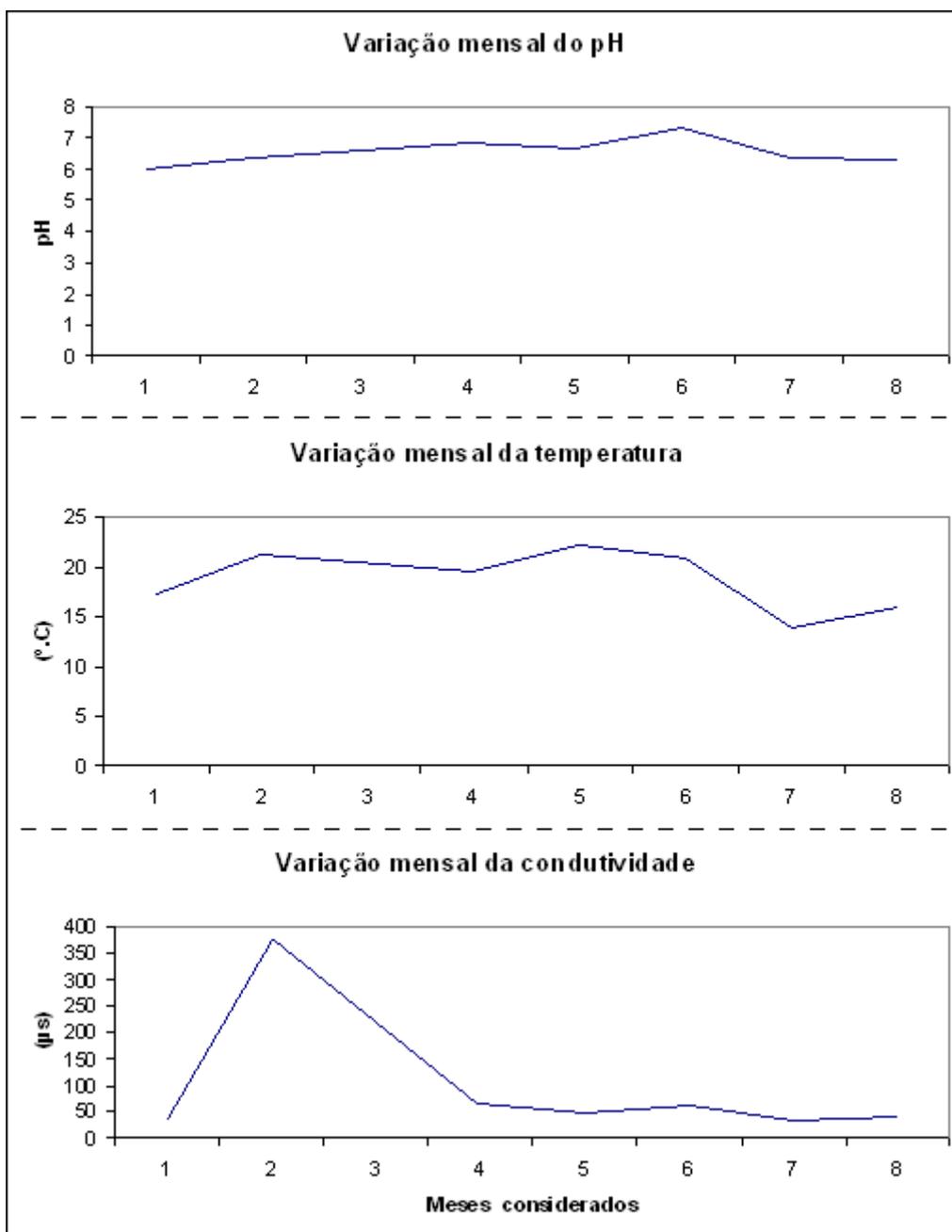
Açude do Videiro



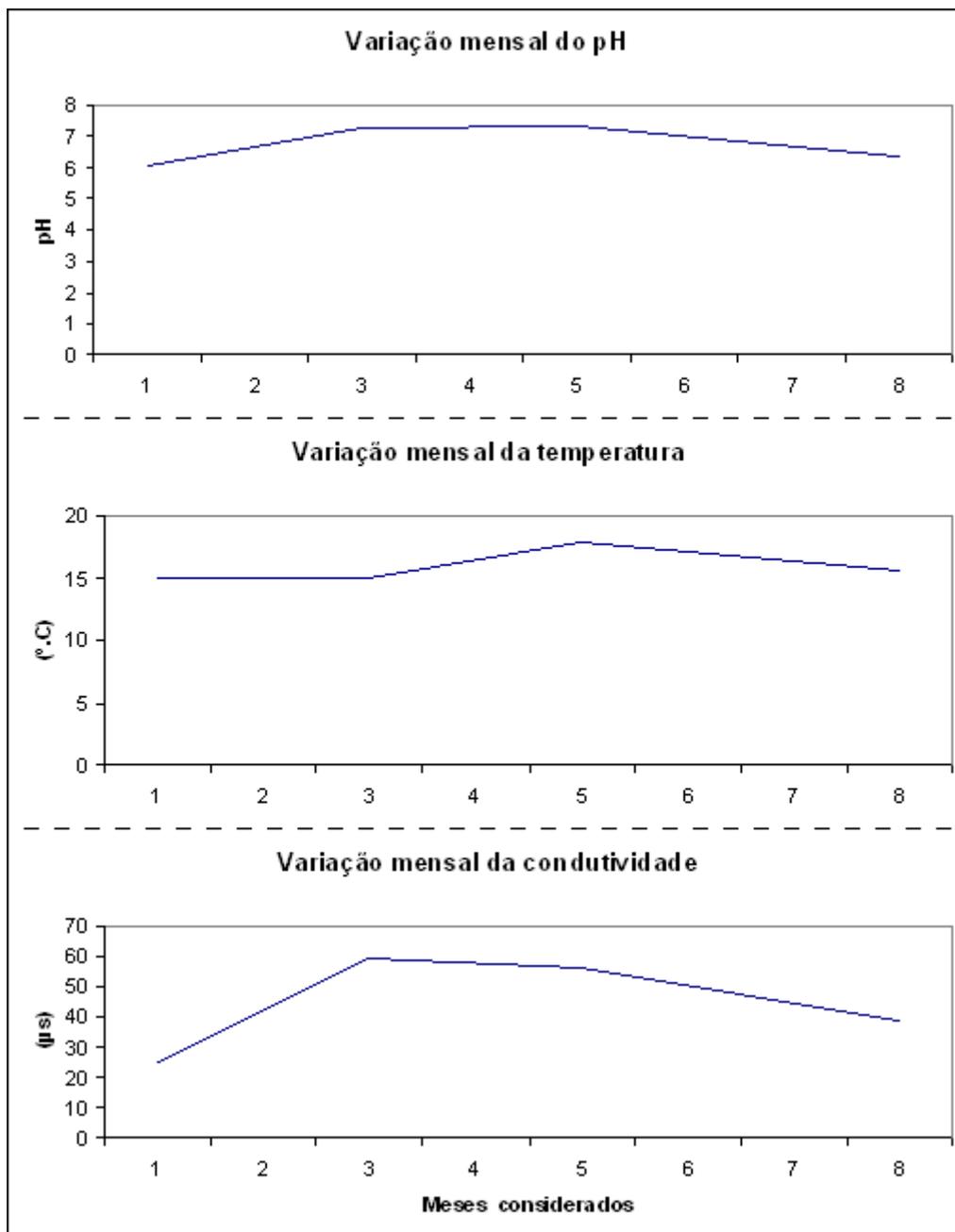
Bombagem da Assureira



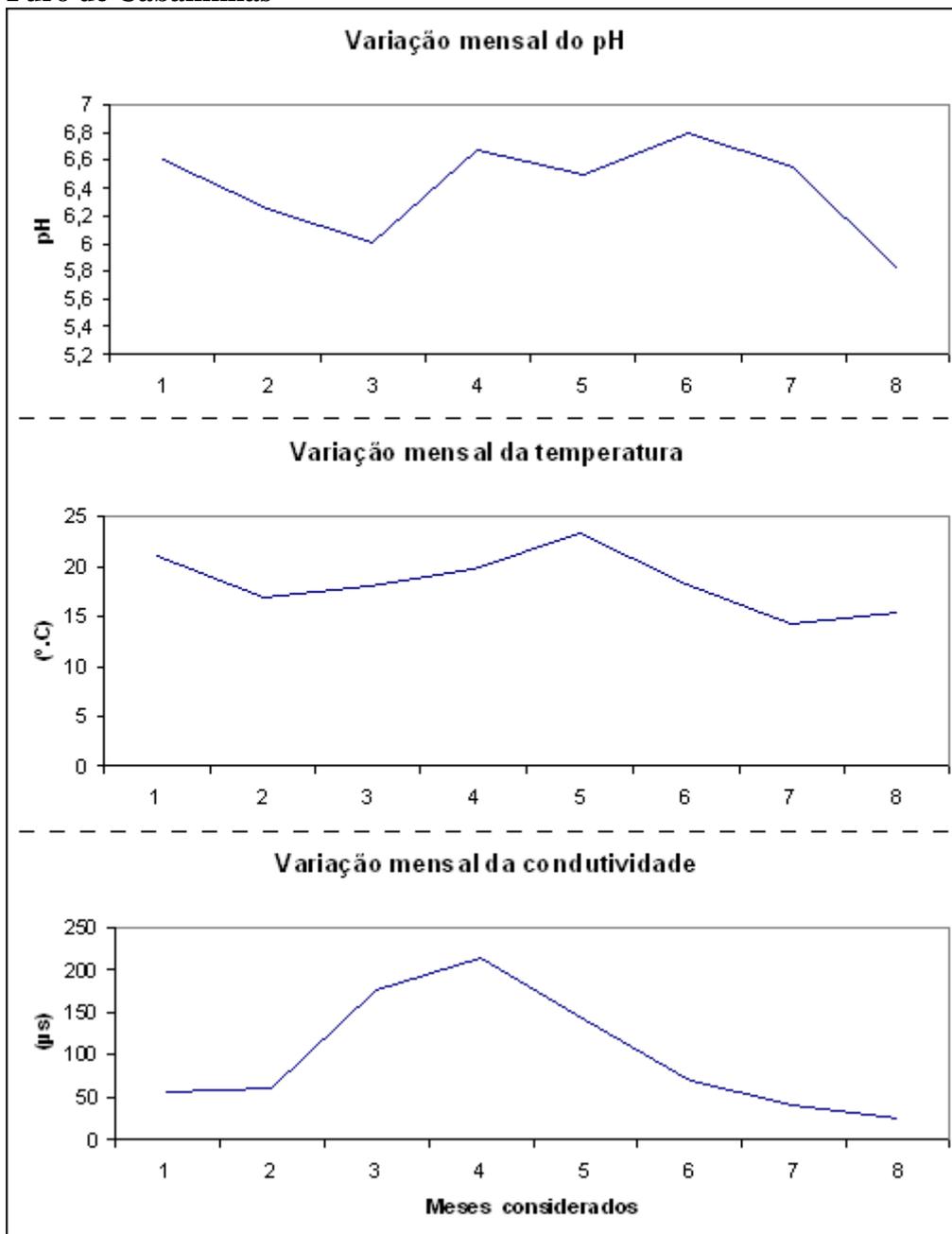
Furo da Pedra Bela



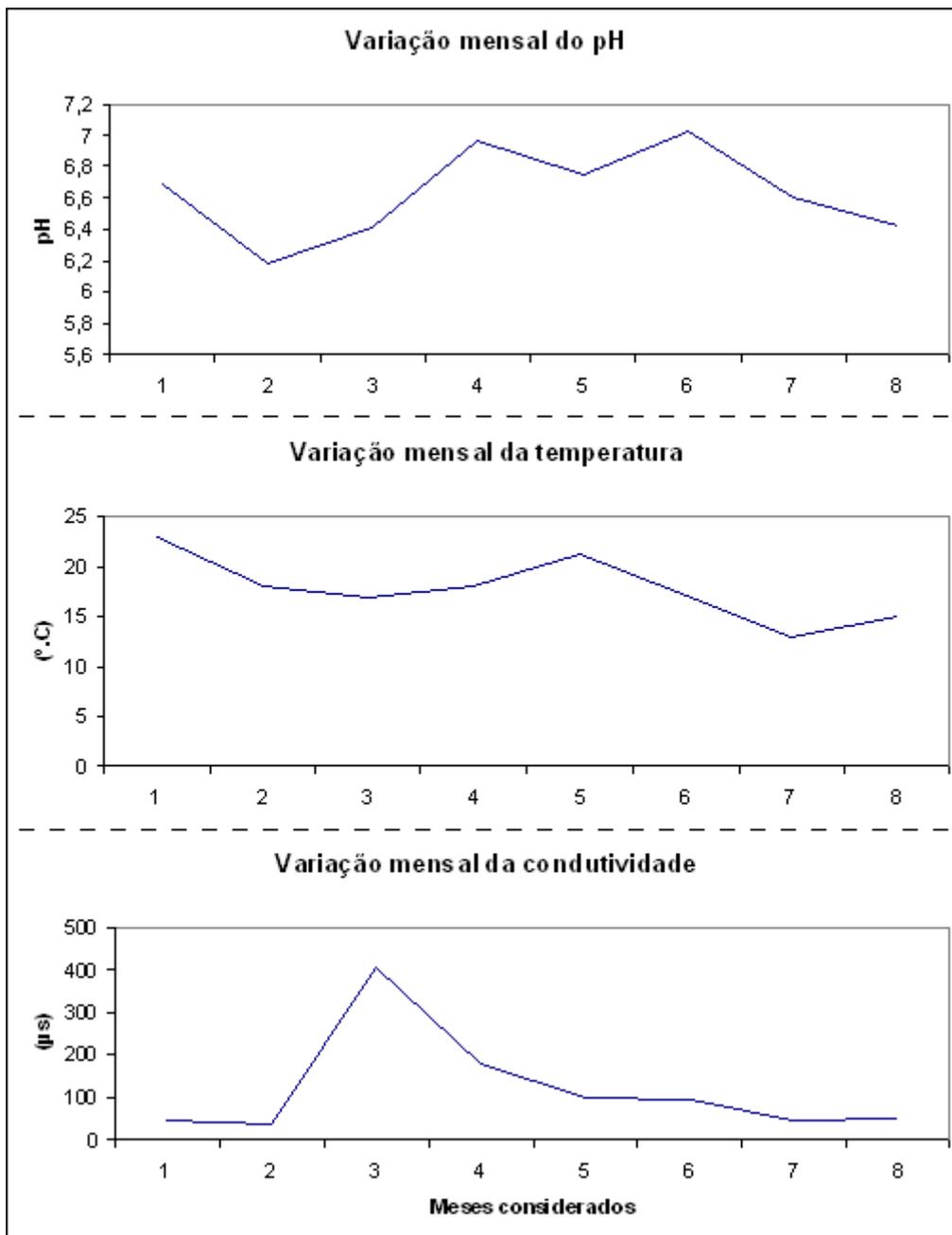
Furo da Seara



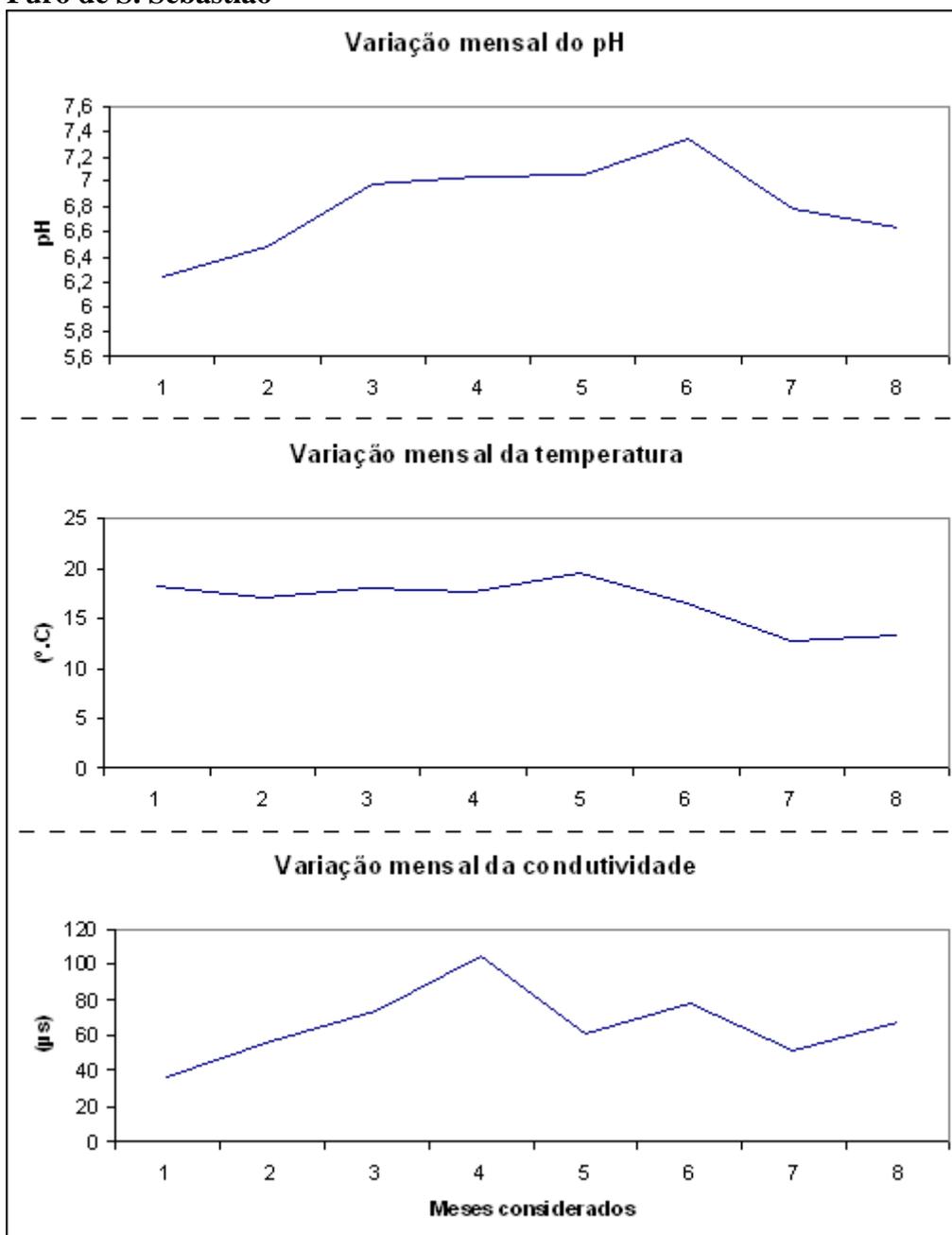
Furo de Cabaninhas



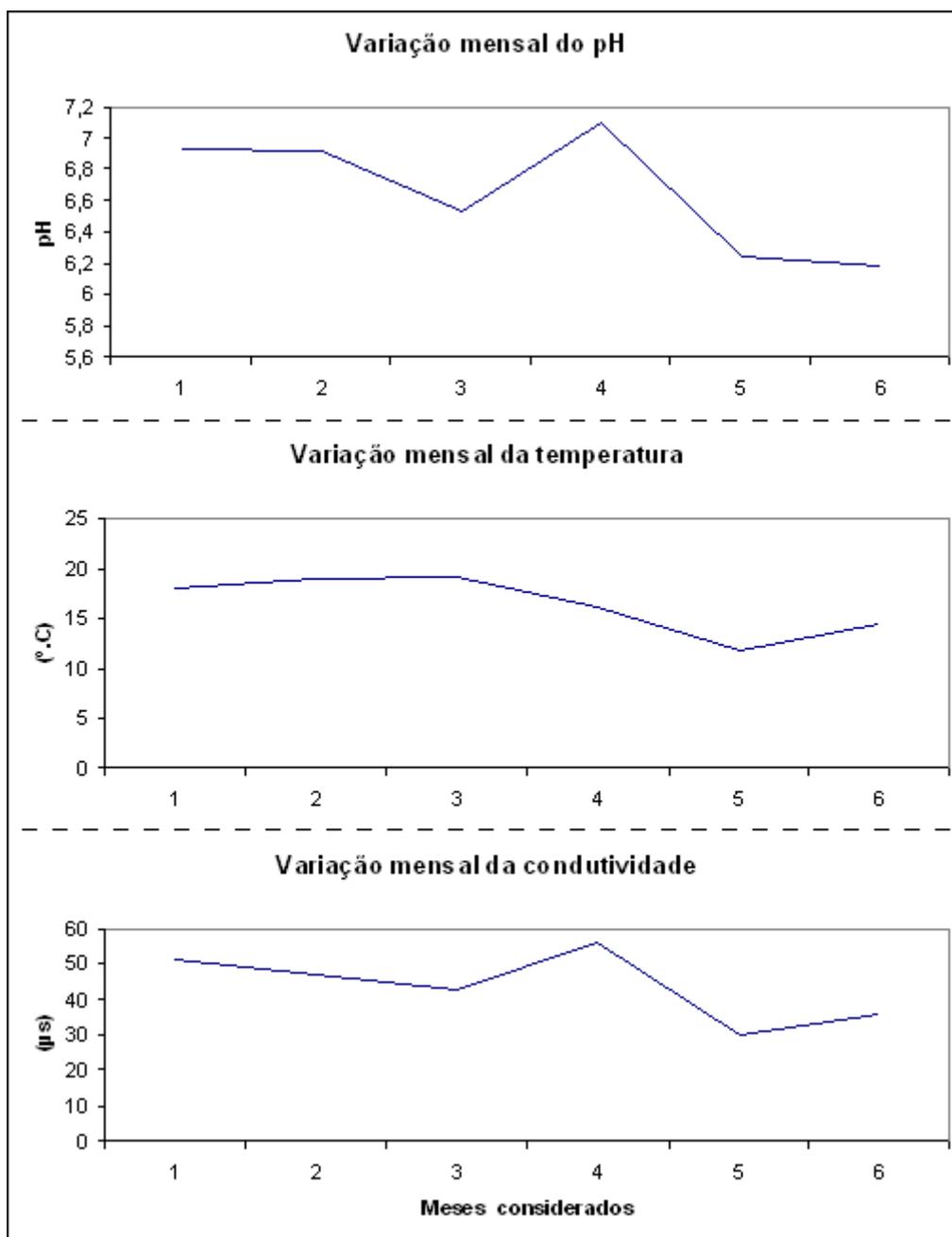
Furo de Chamoim



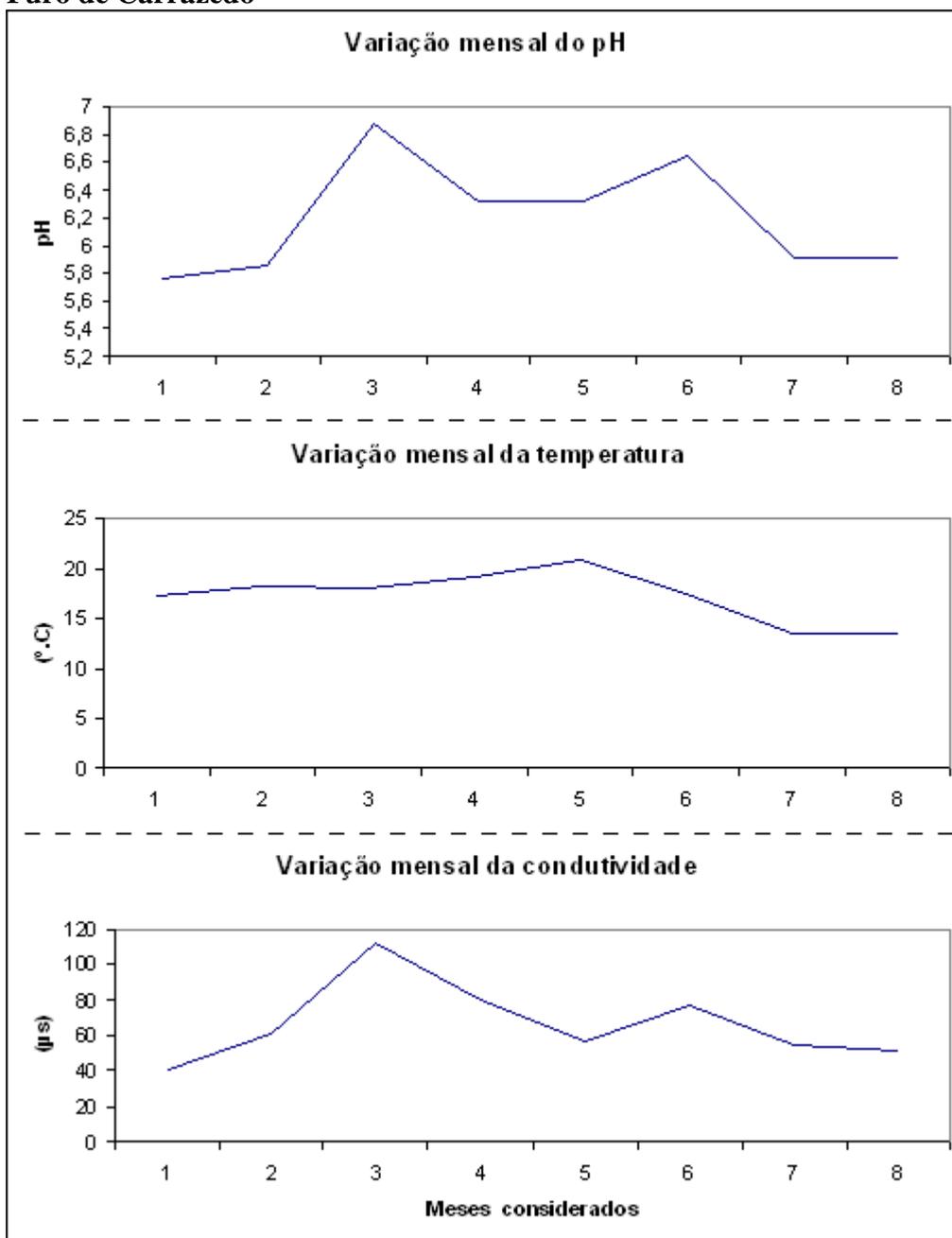
Furo de S. Sebastião



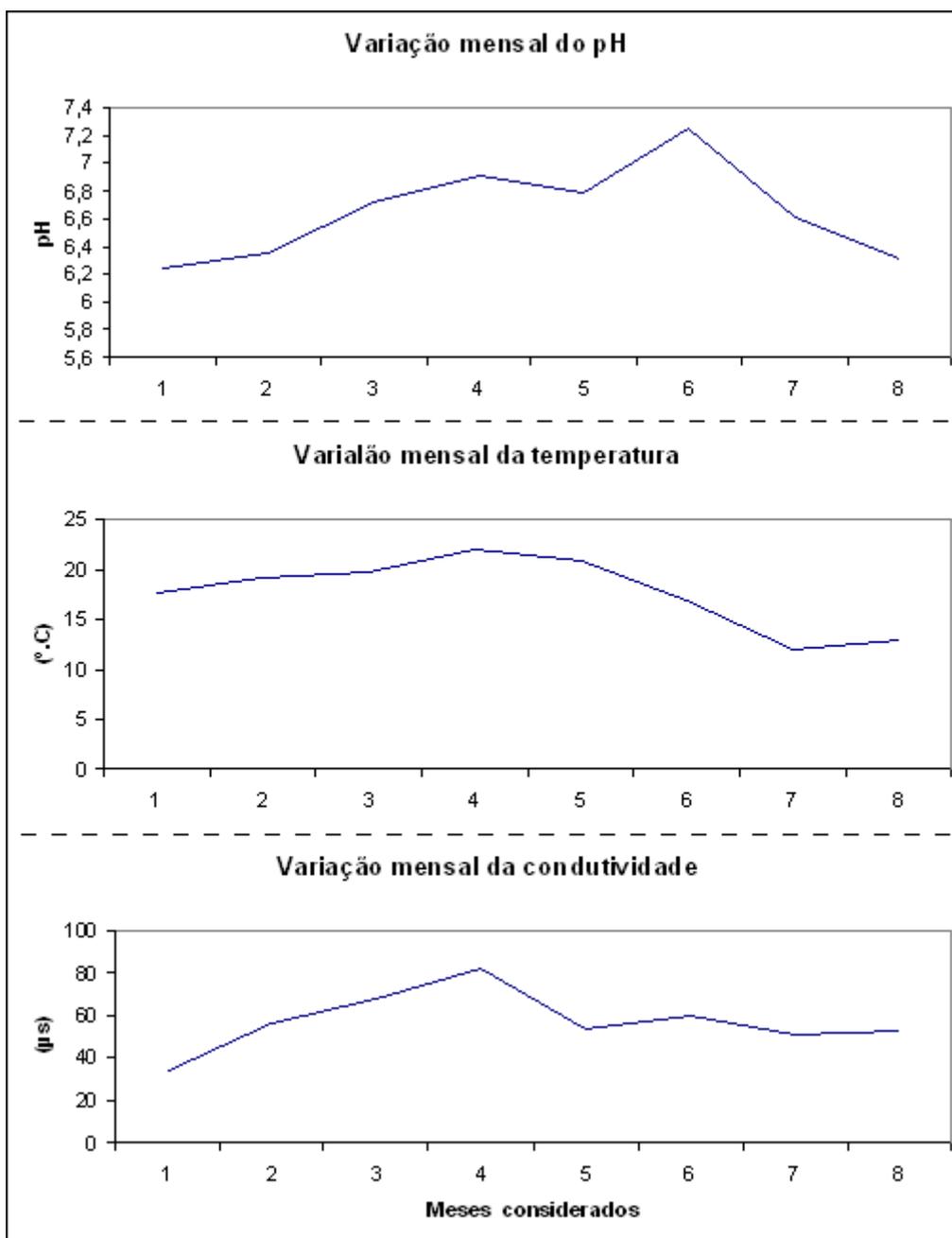
Furo de Sá



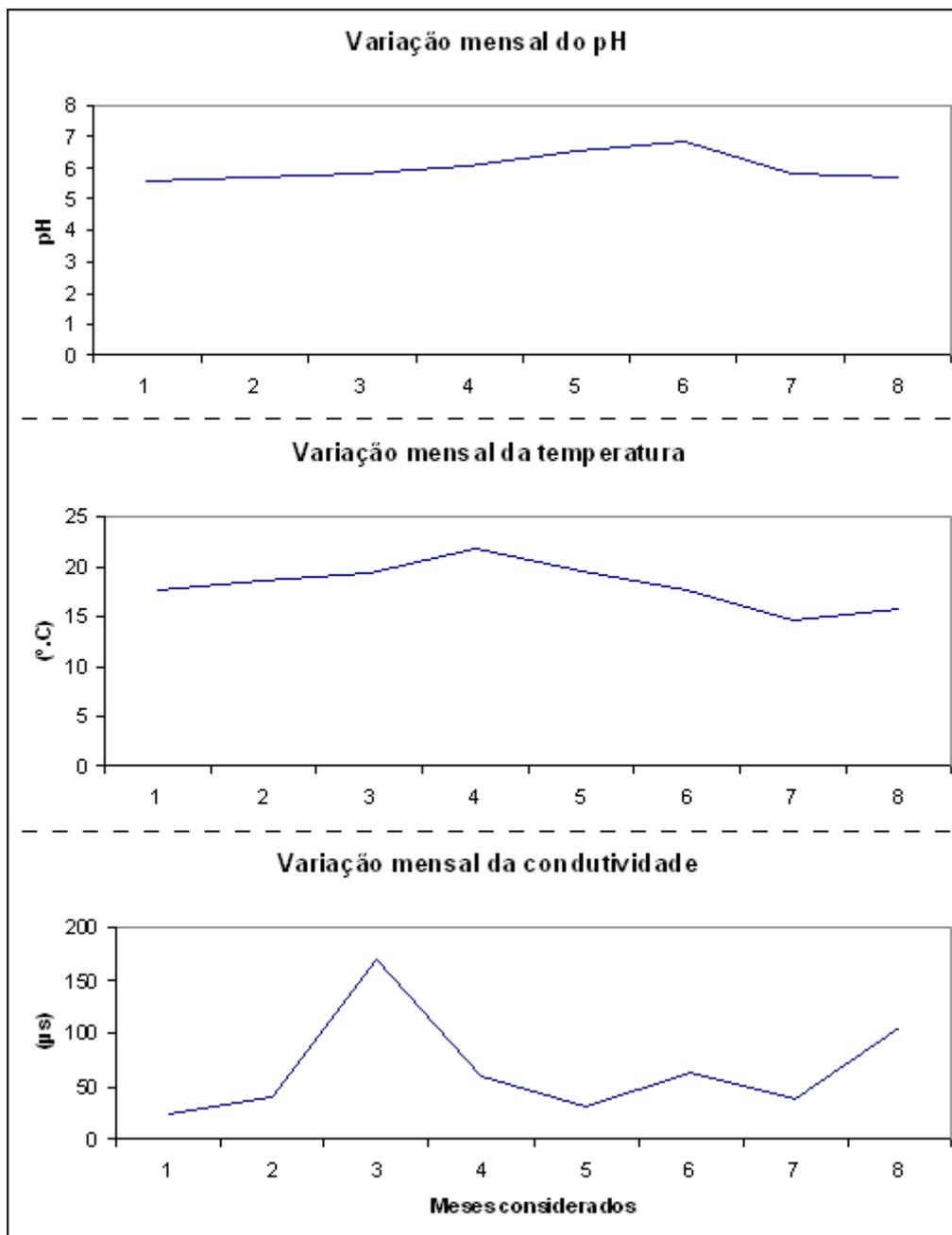
Furo de Carrazedo



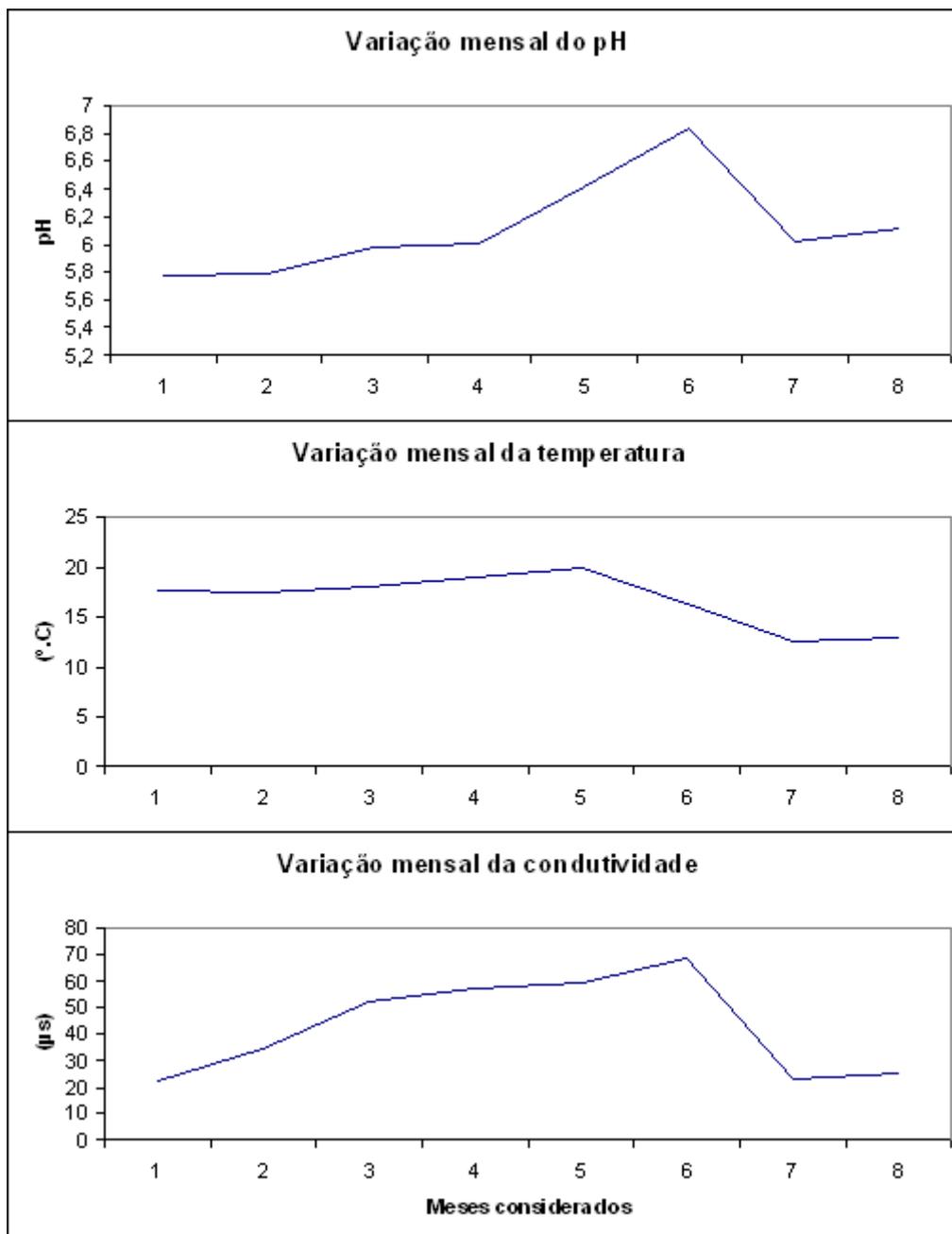
Furo do Barral



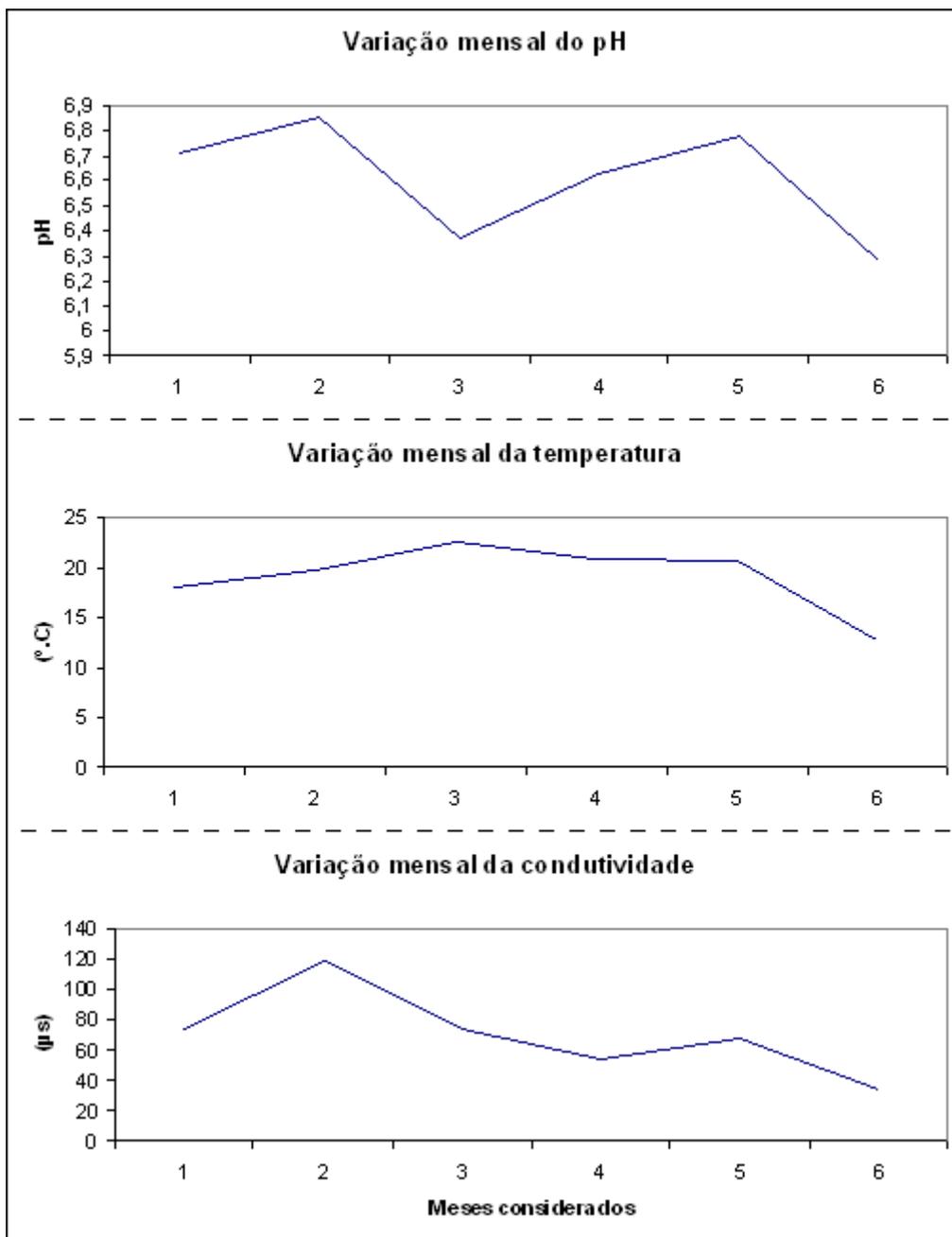
Poço da Devesa



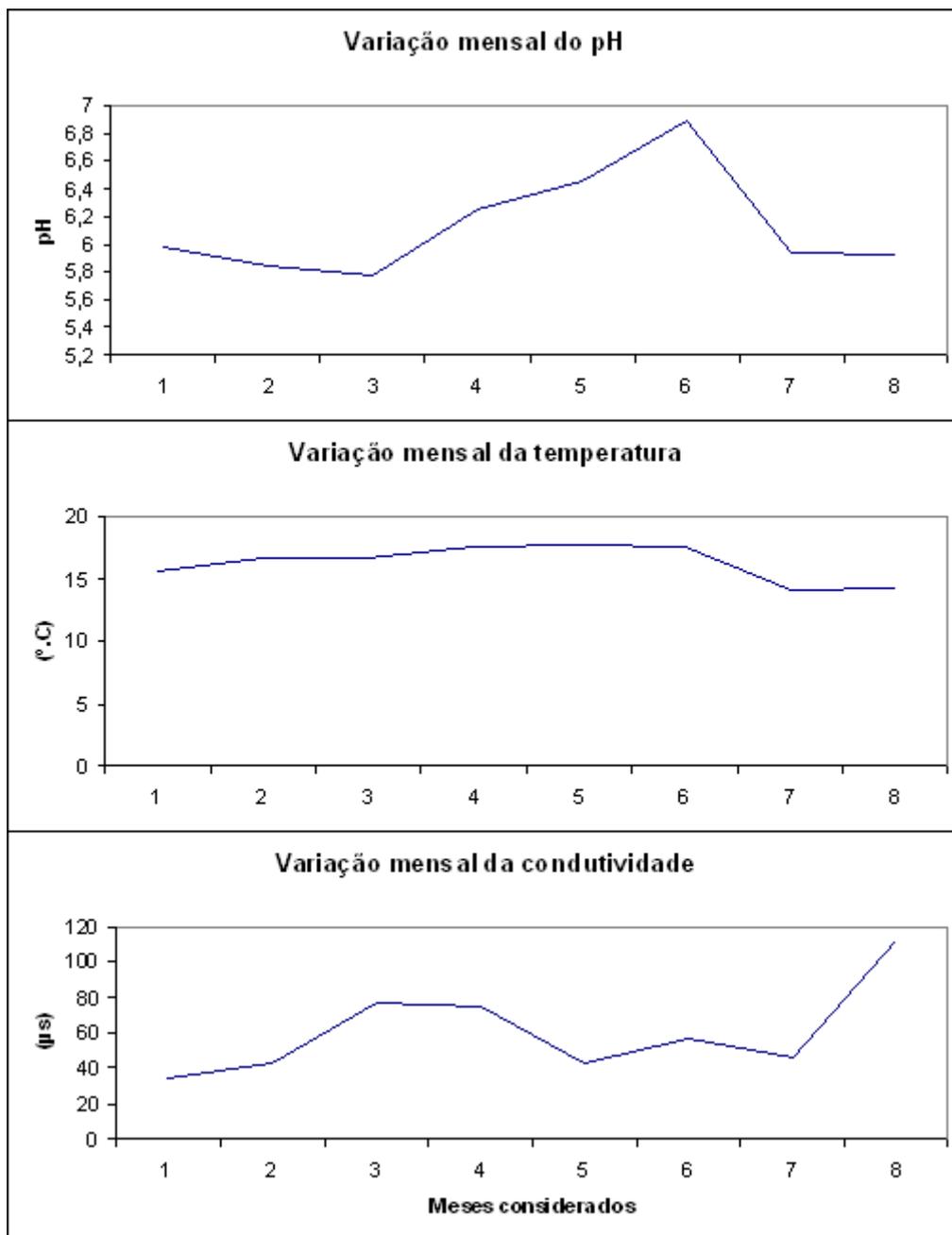
Furo do Museu



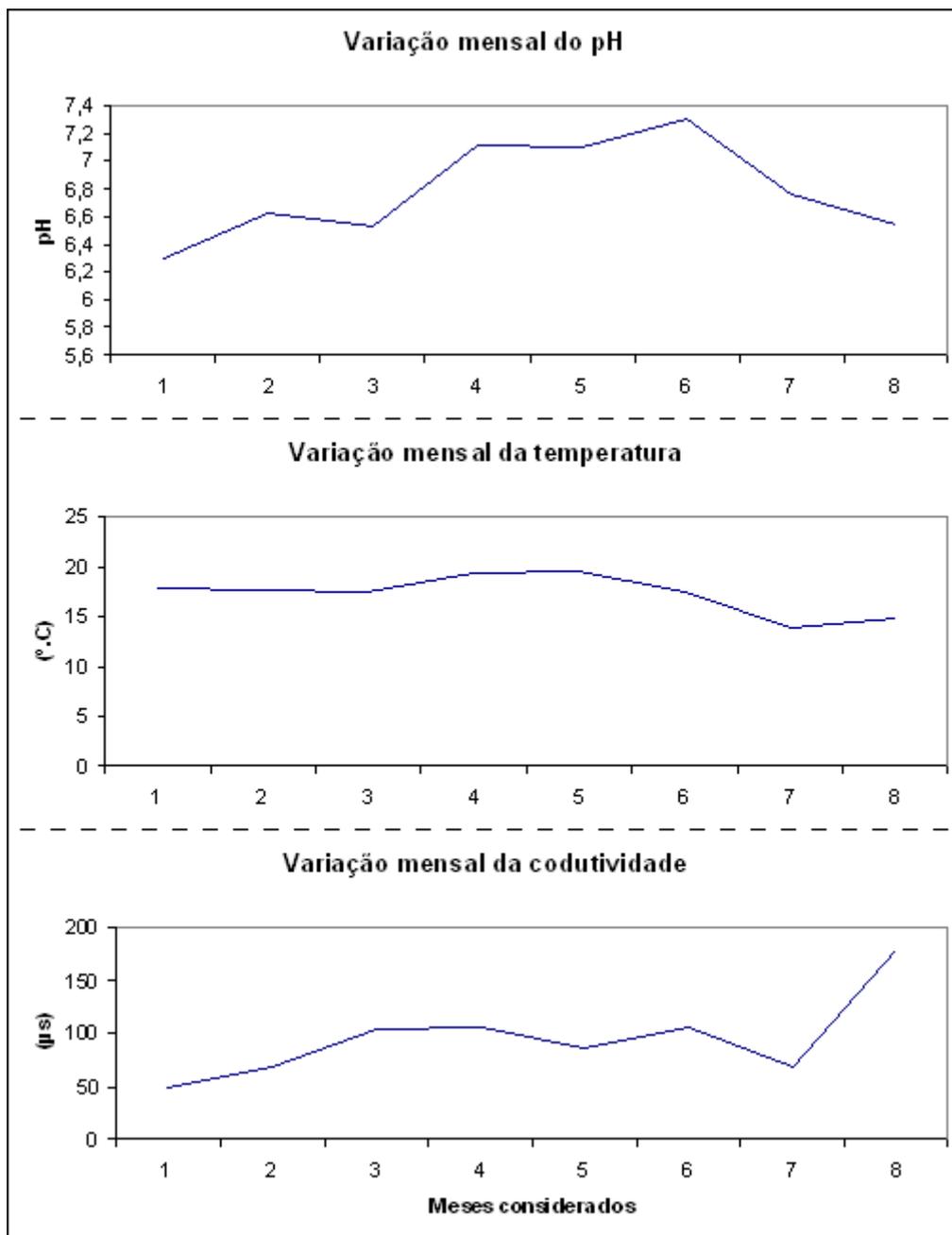
Furo do Rio Homem



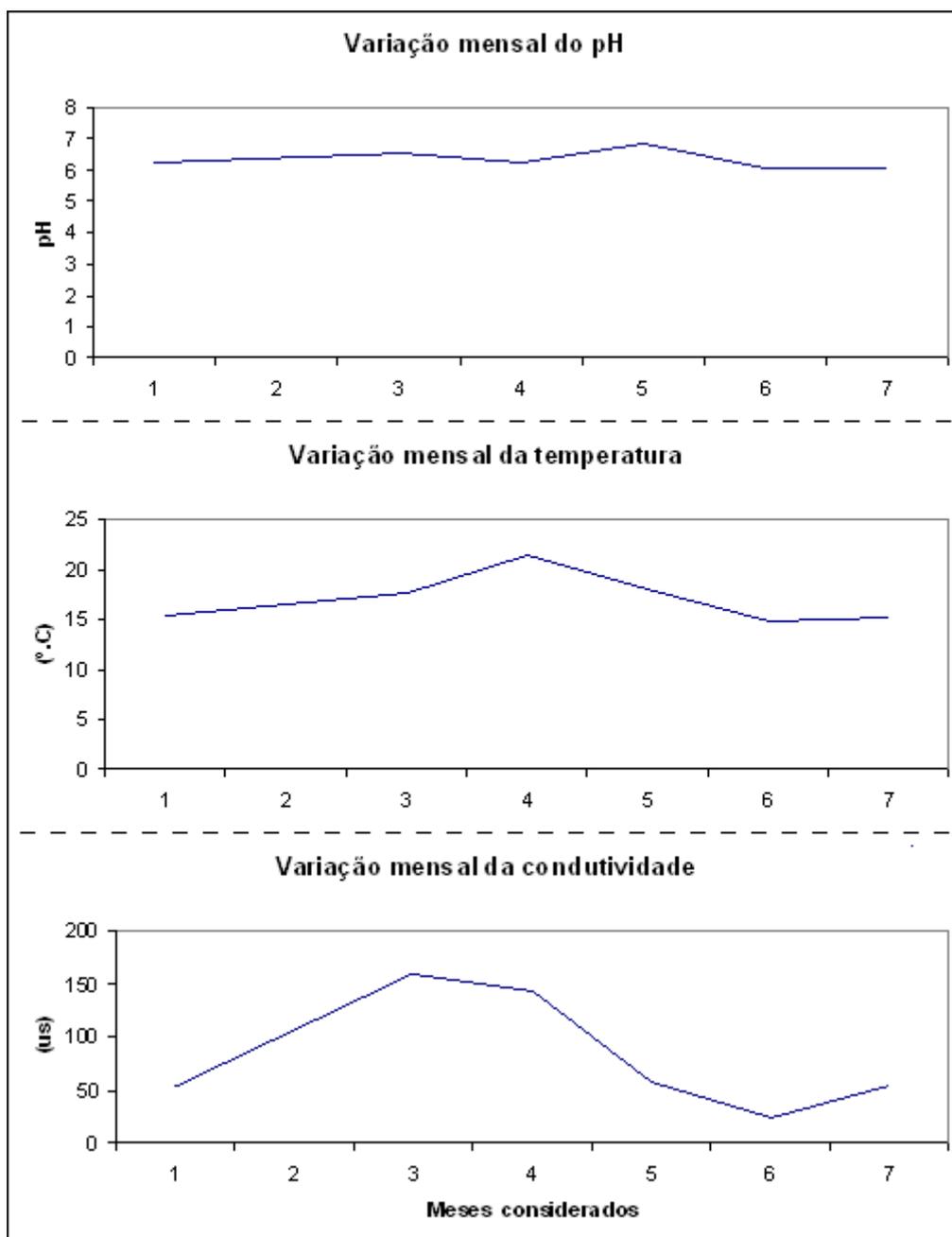
Furo da Foz



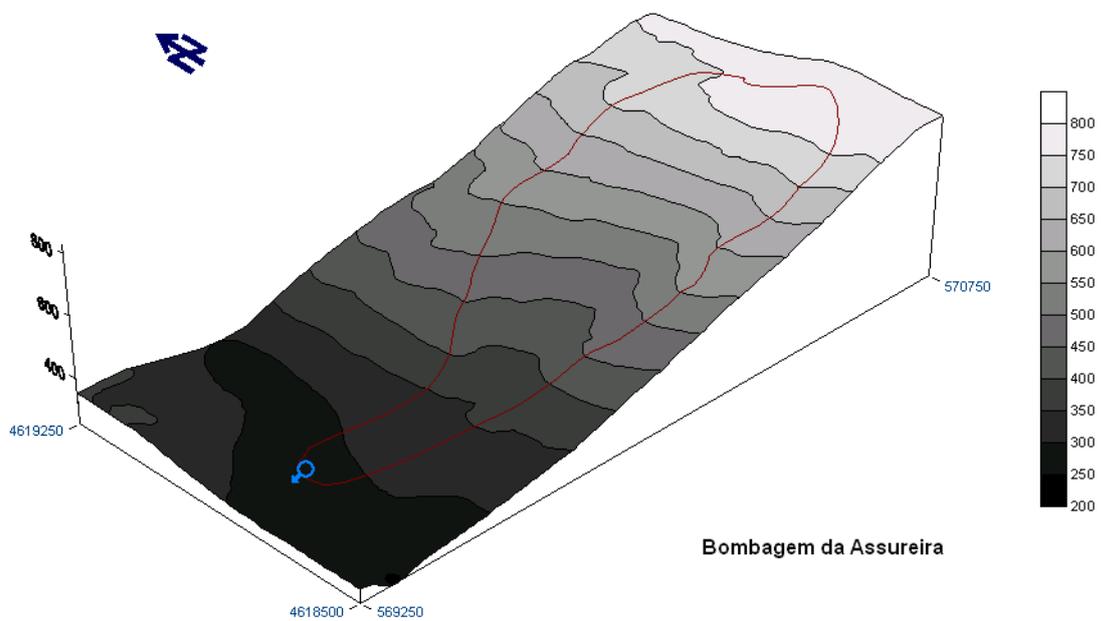
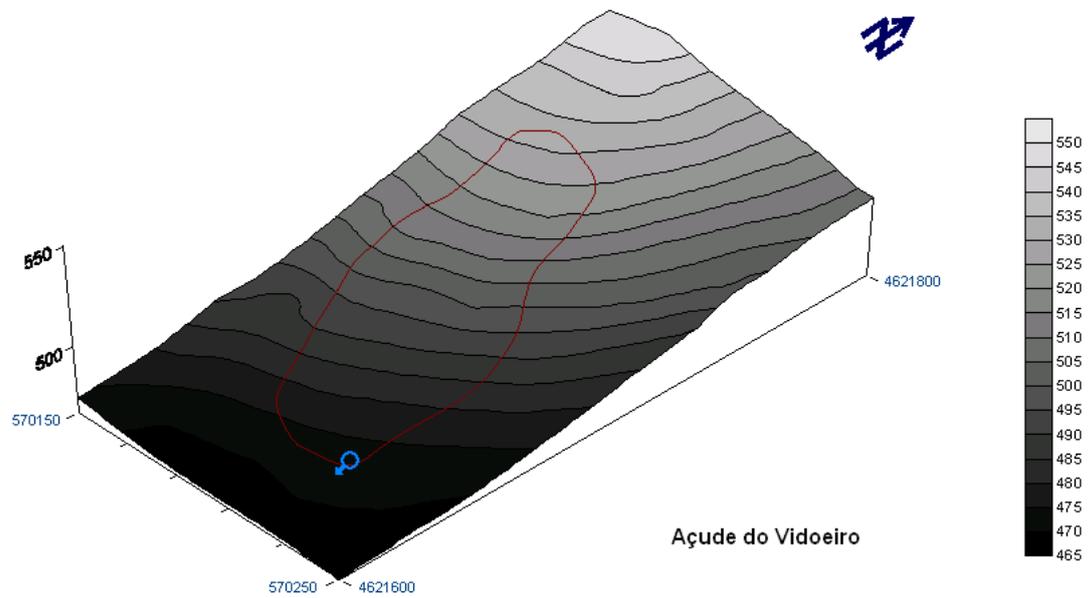
Furo da Ribeira

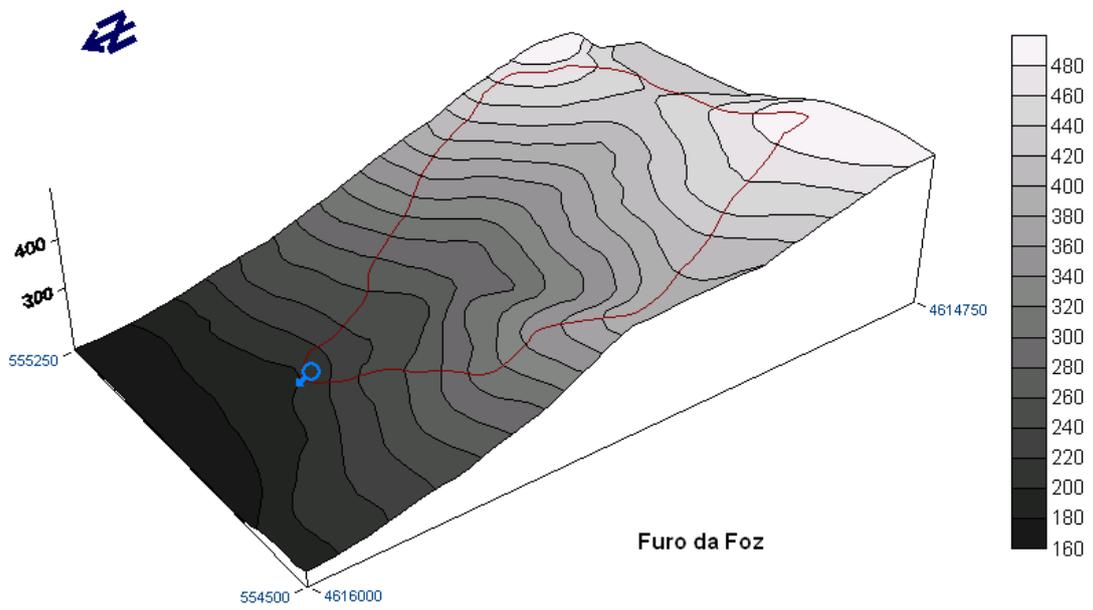
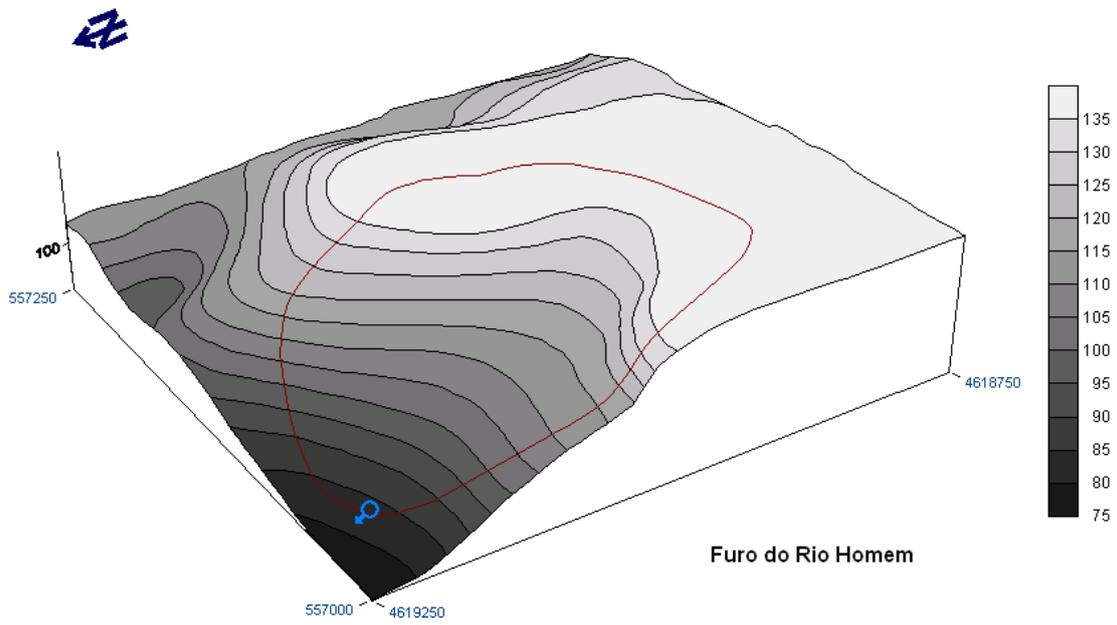


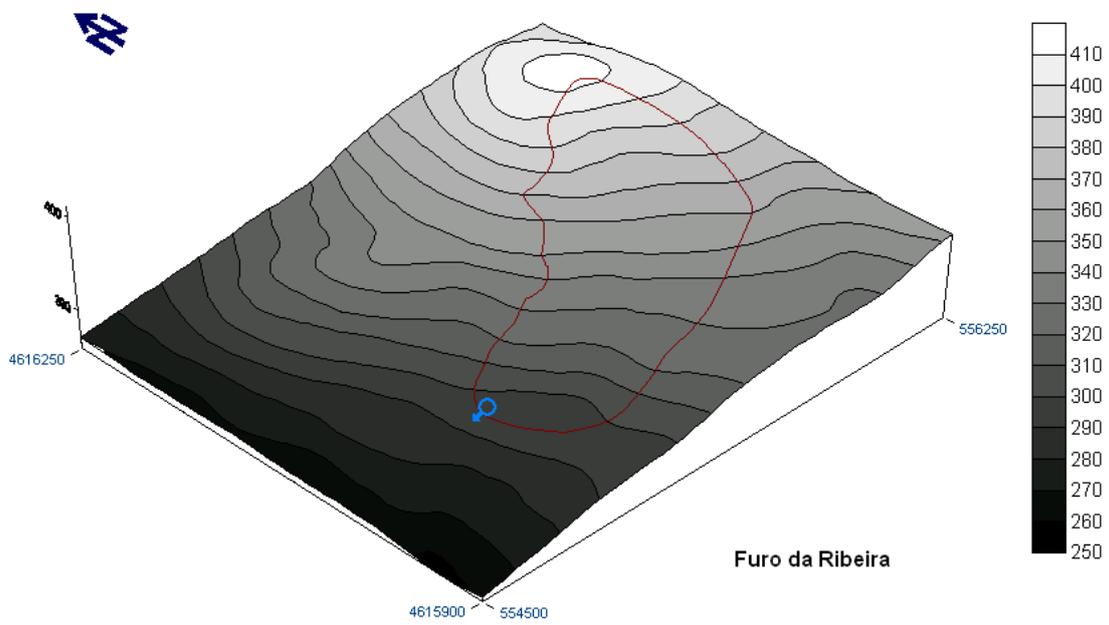
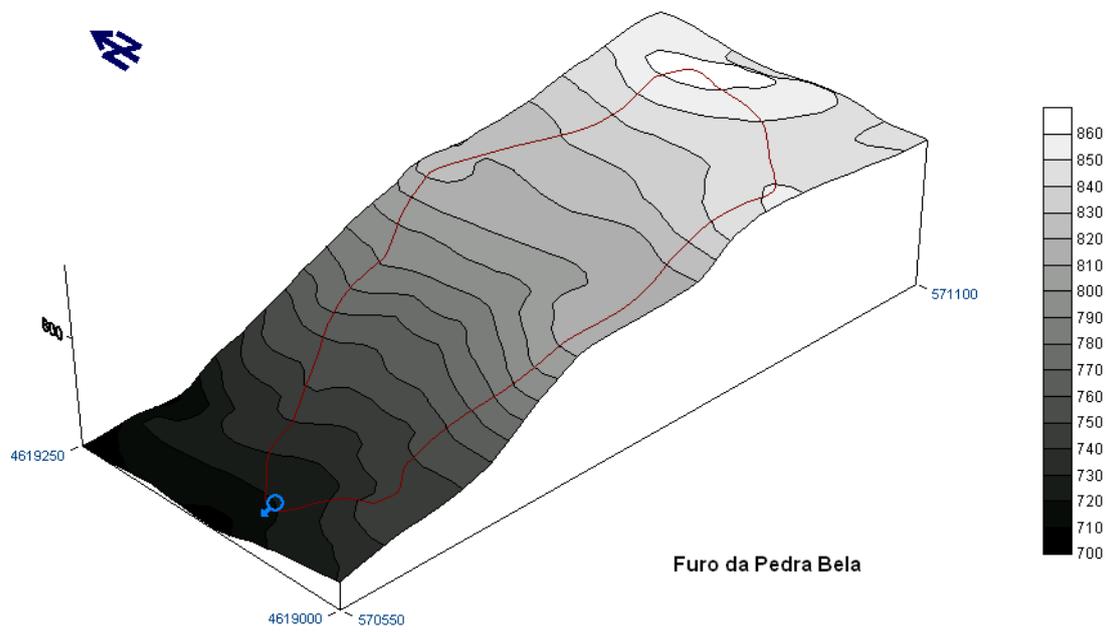
Furo de Bouças

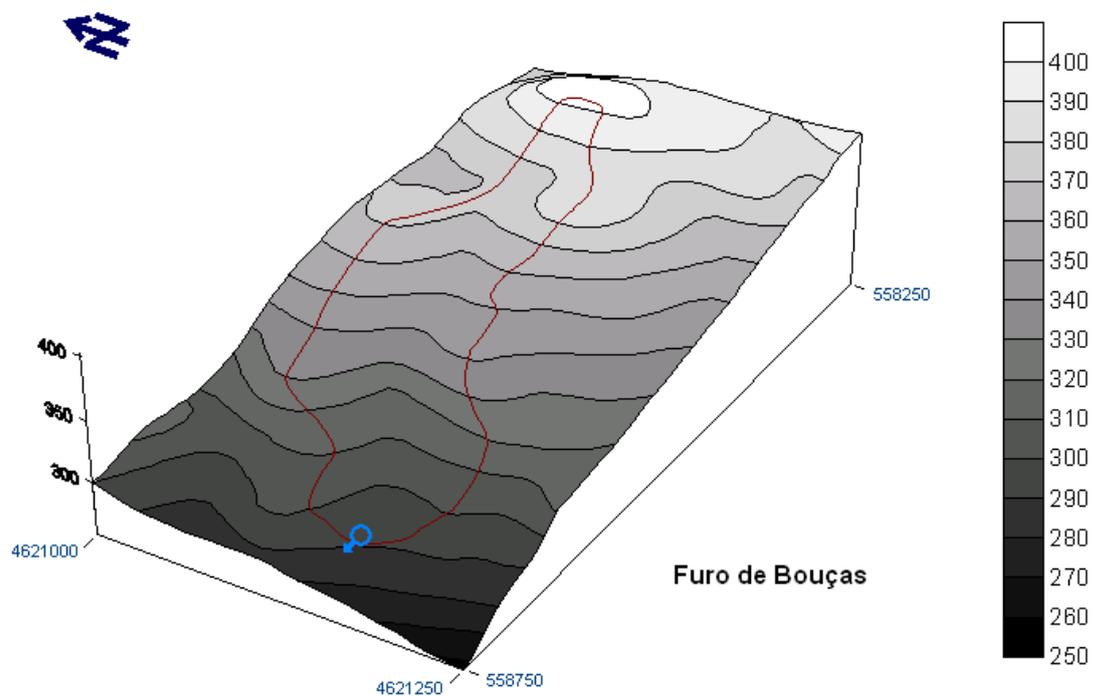
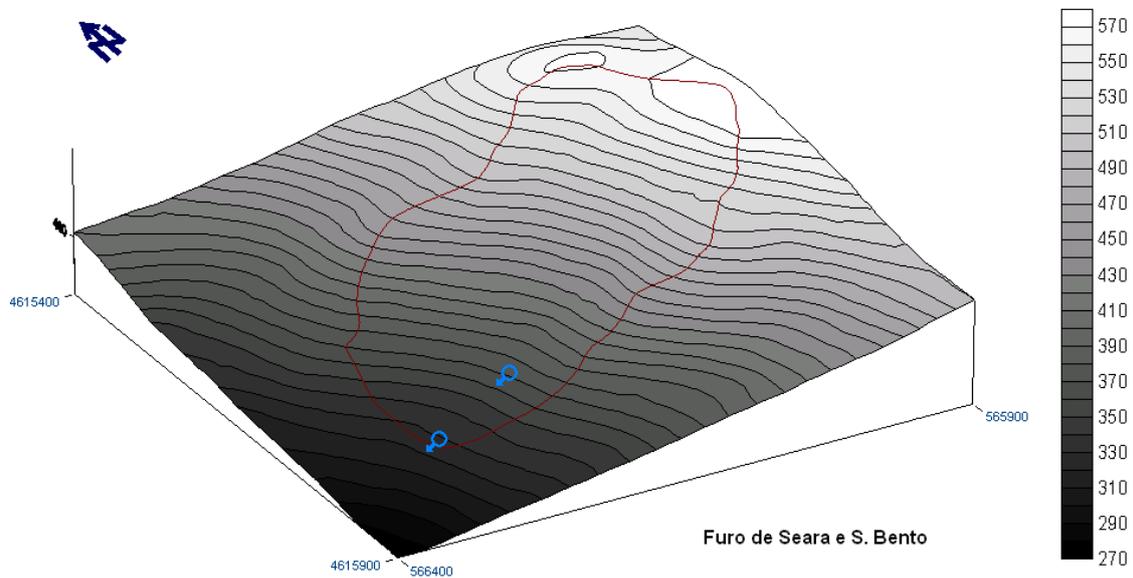


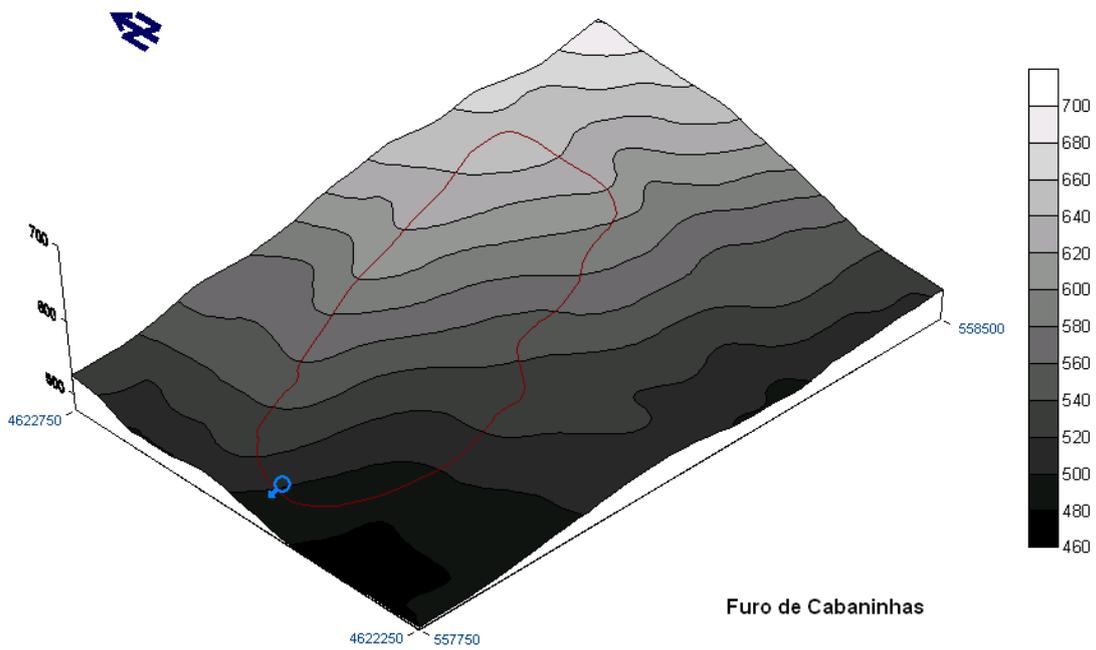
ANEXO 2 – MODELOS DIGITAIS DO TERRENO REFERENTES ÀS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS CAPTAÇÕES



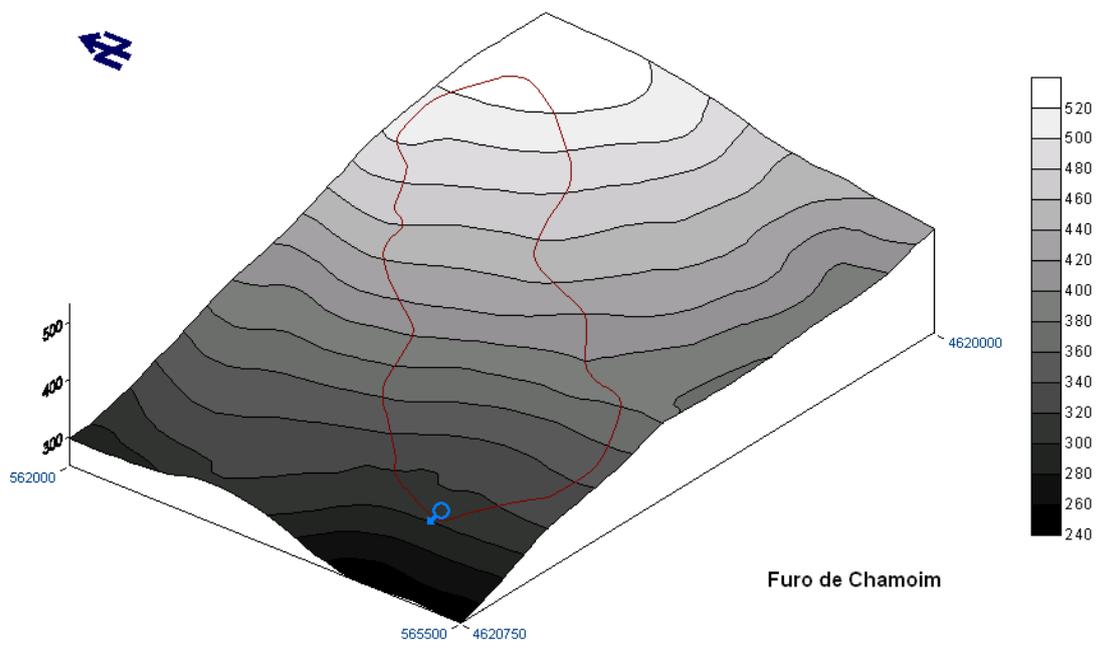




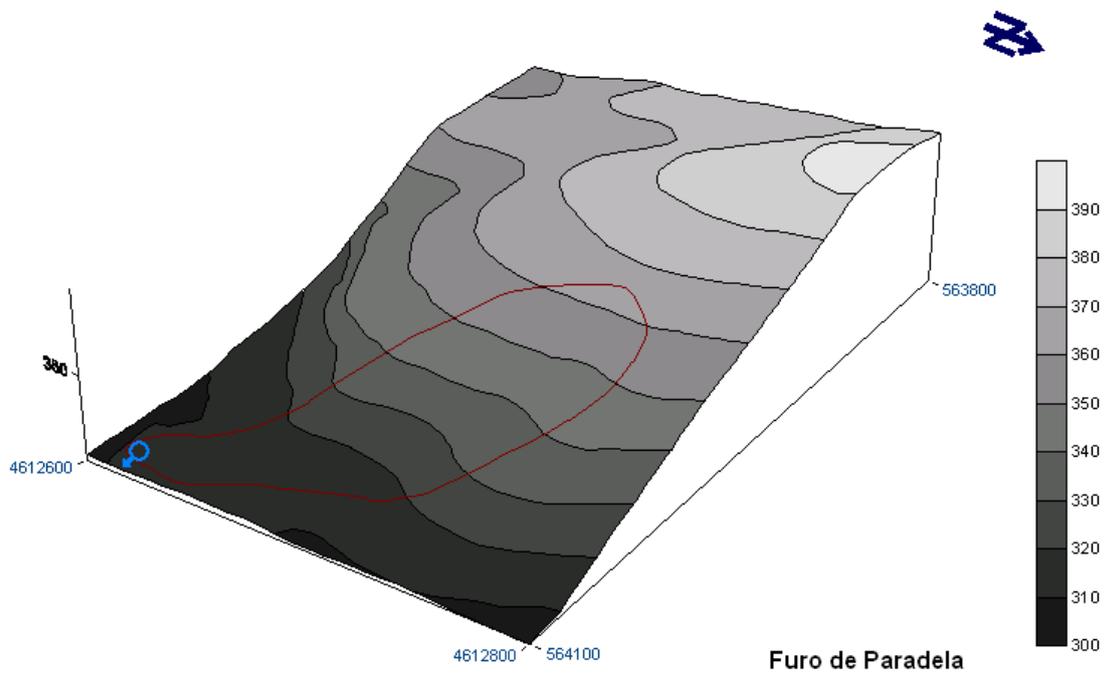
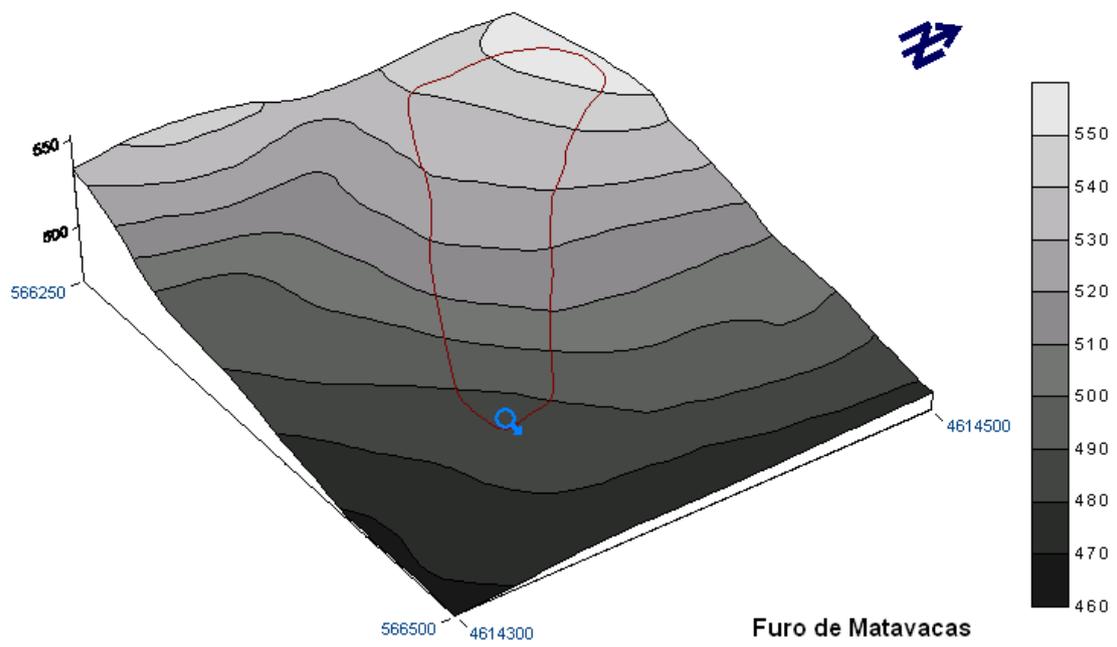


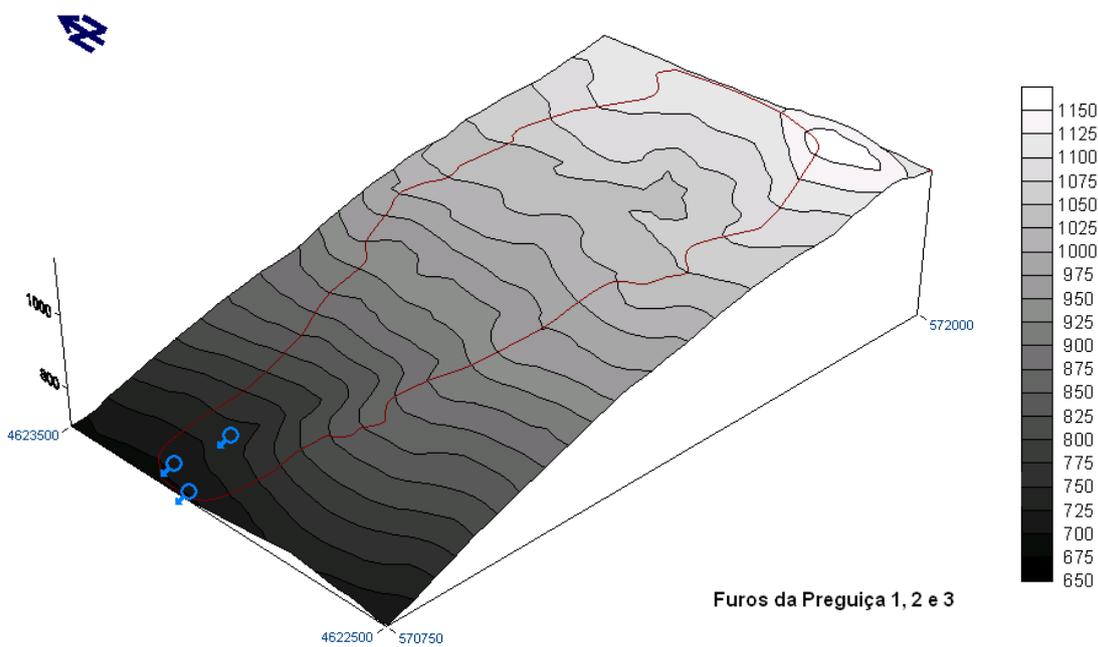
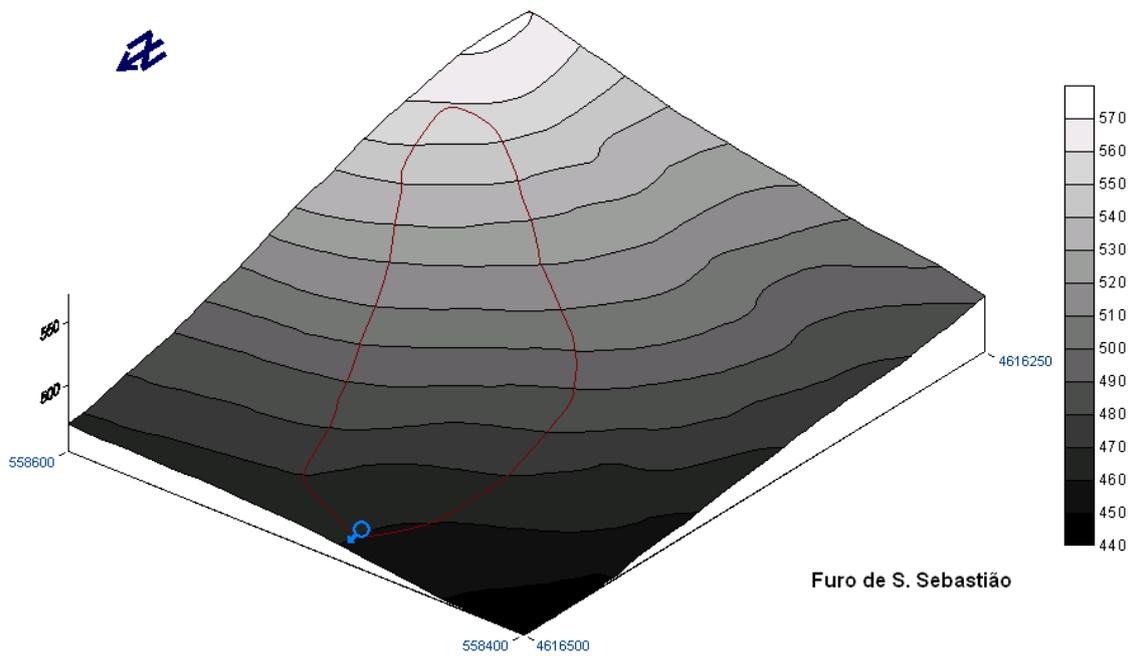


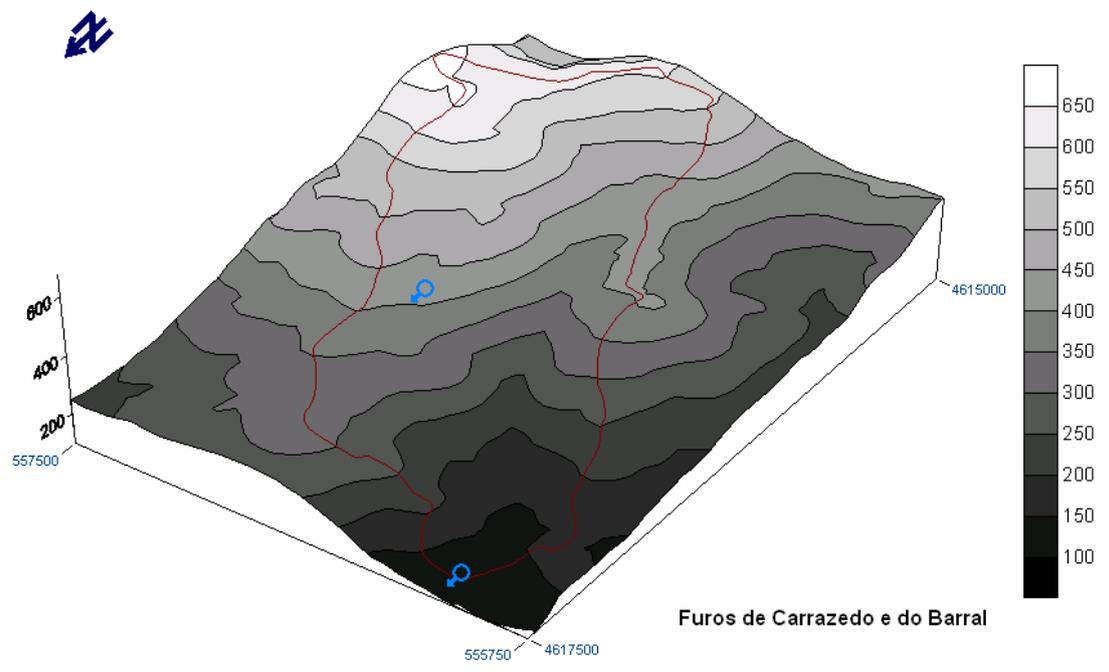
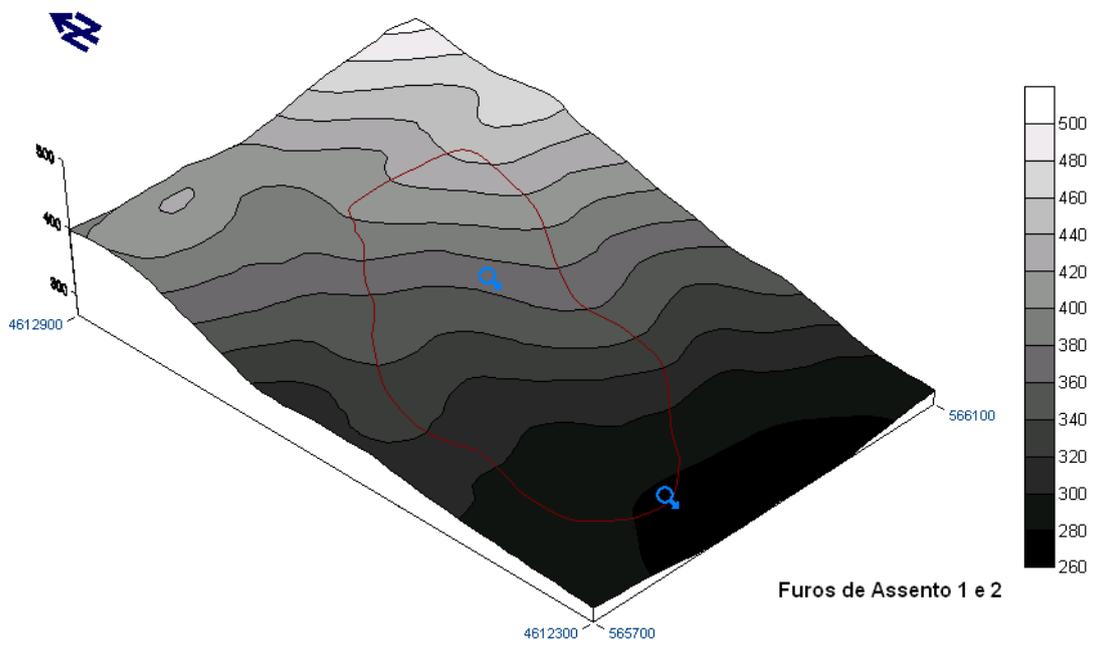
Furo de Cabaninhas

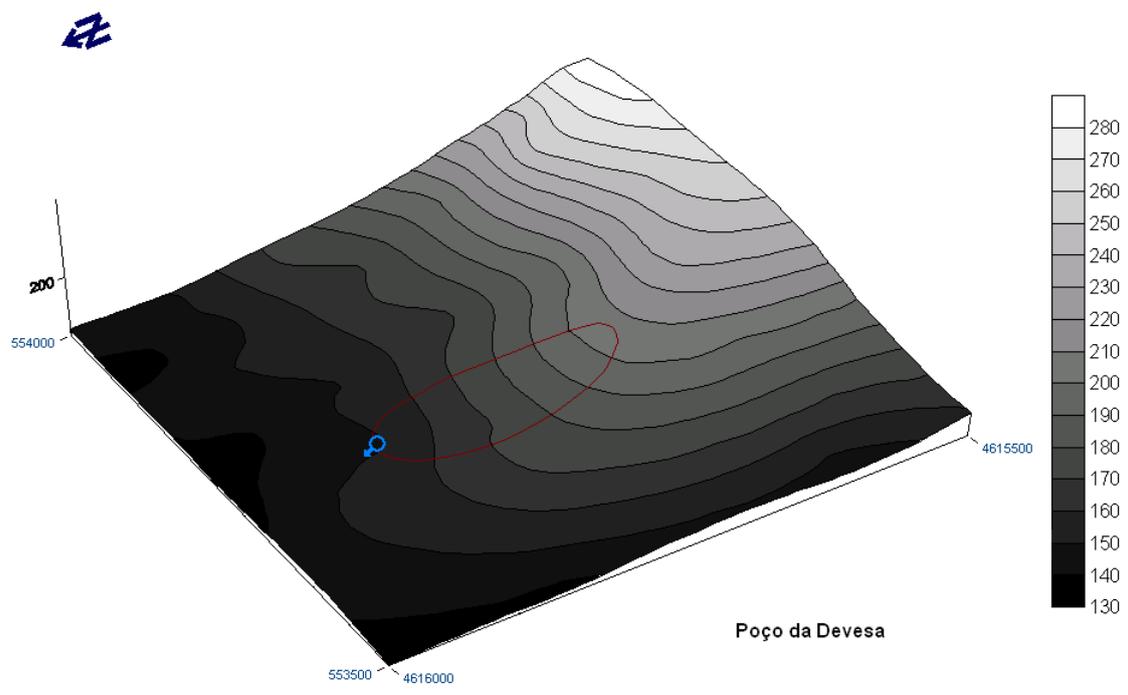
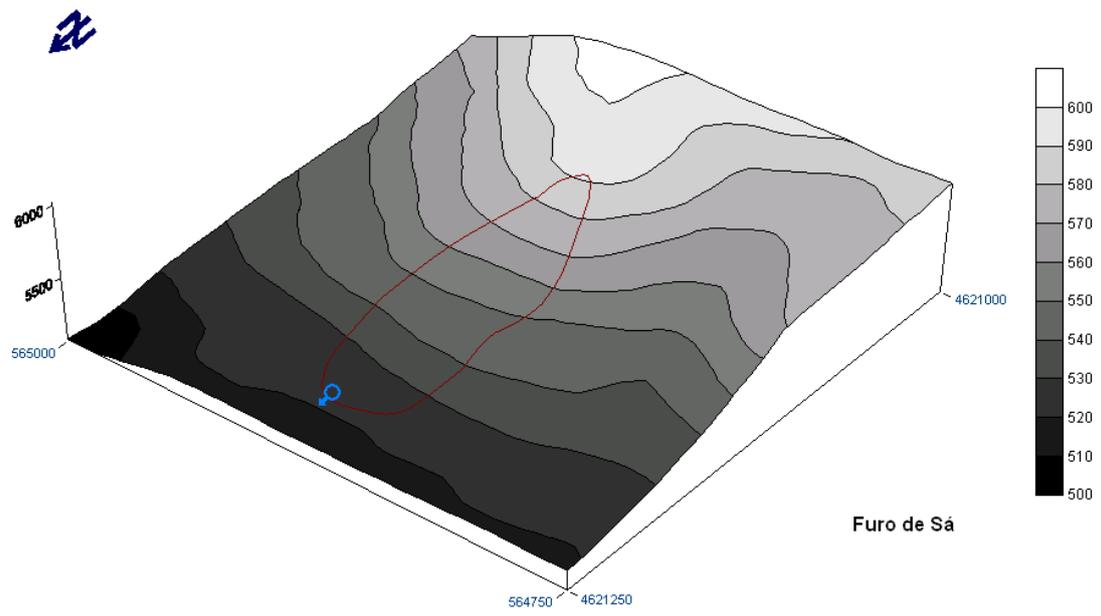


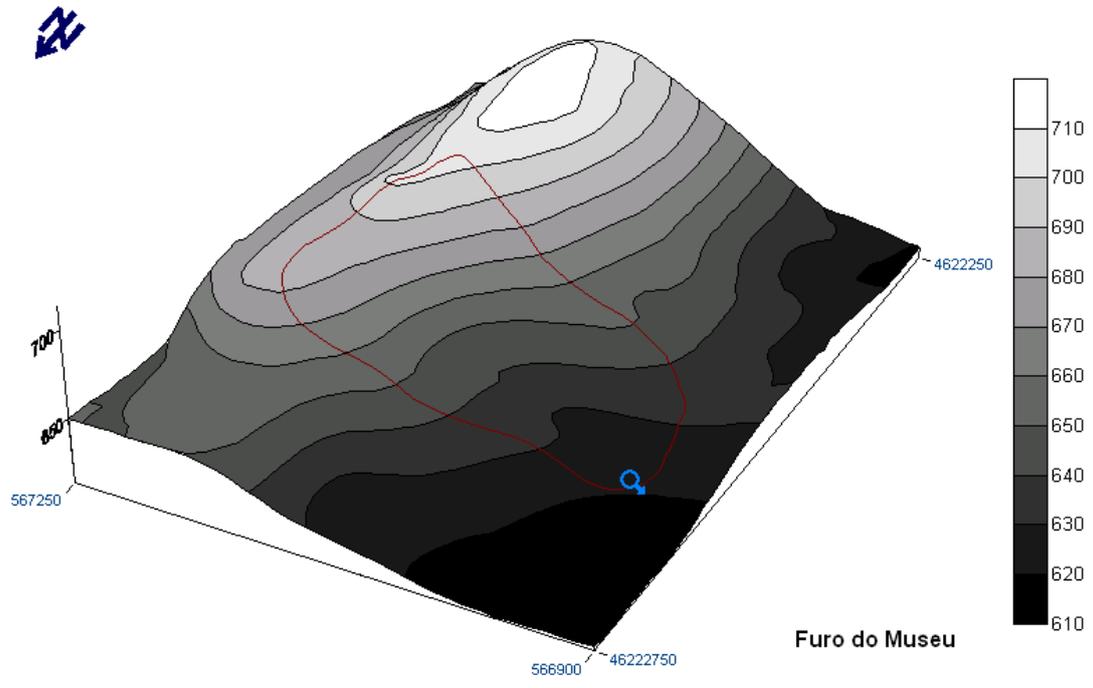
Furo de Chamoim



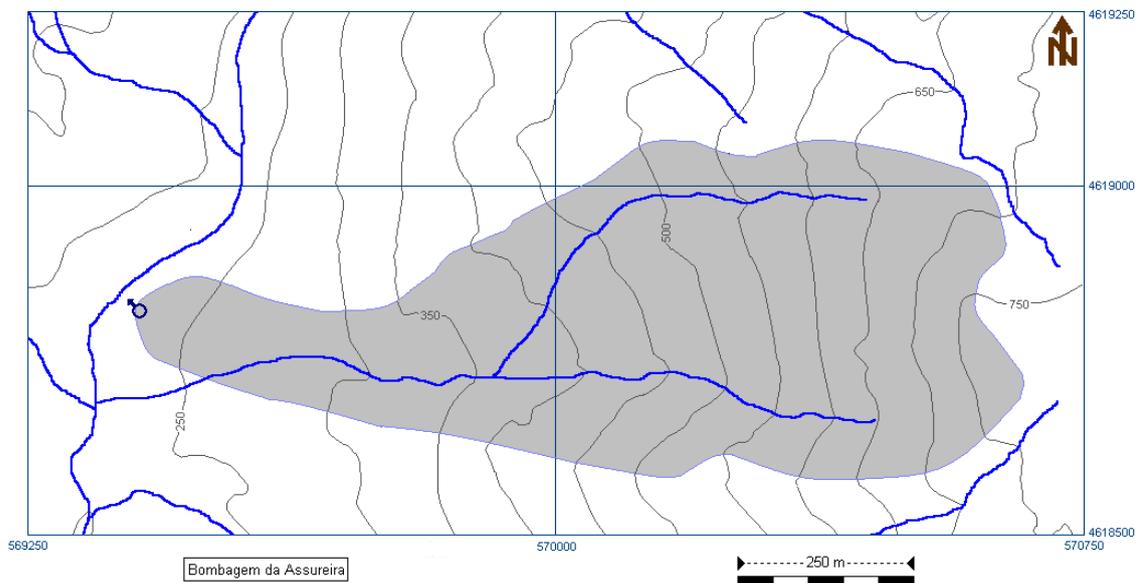
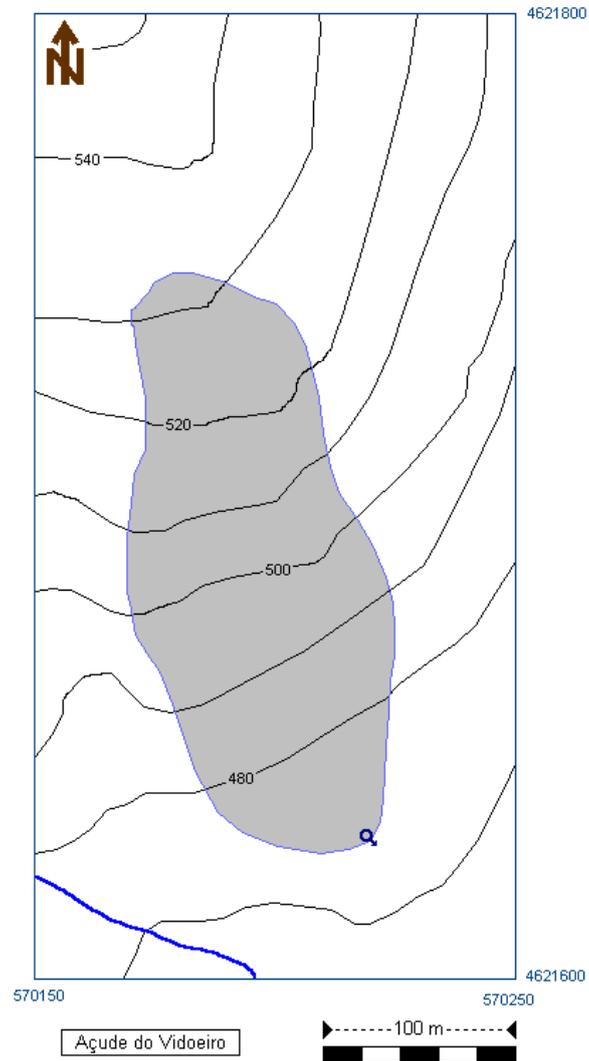


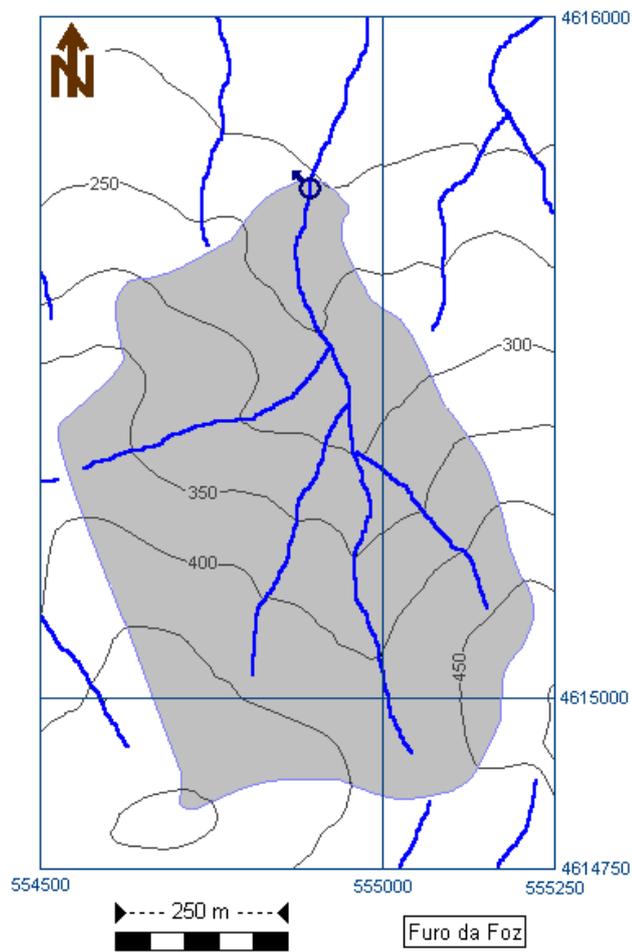
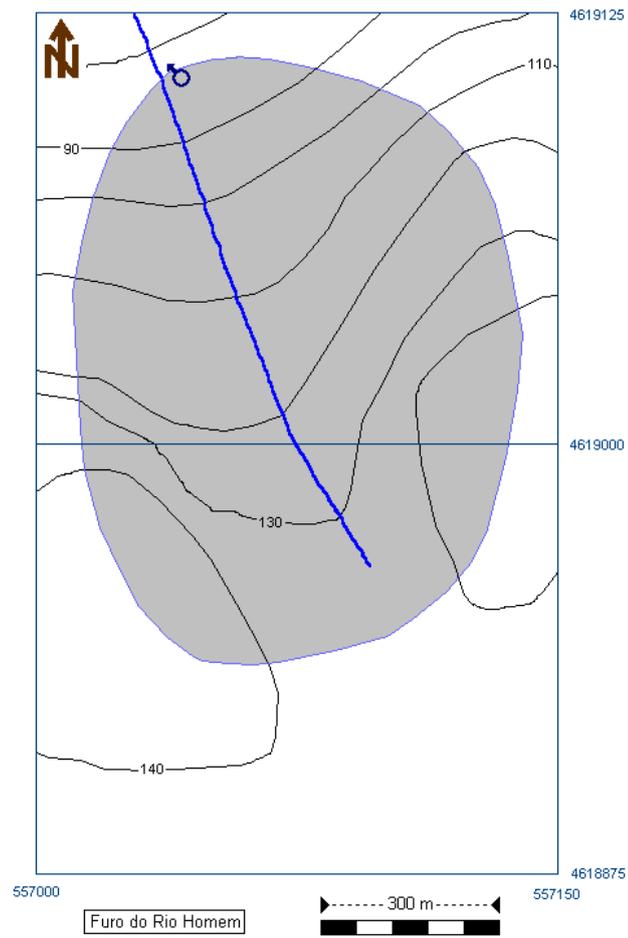


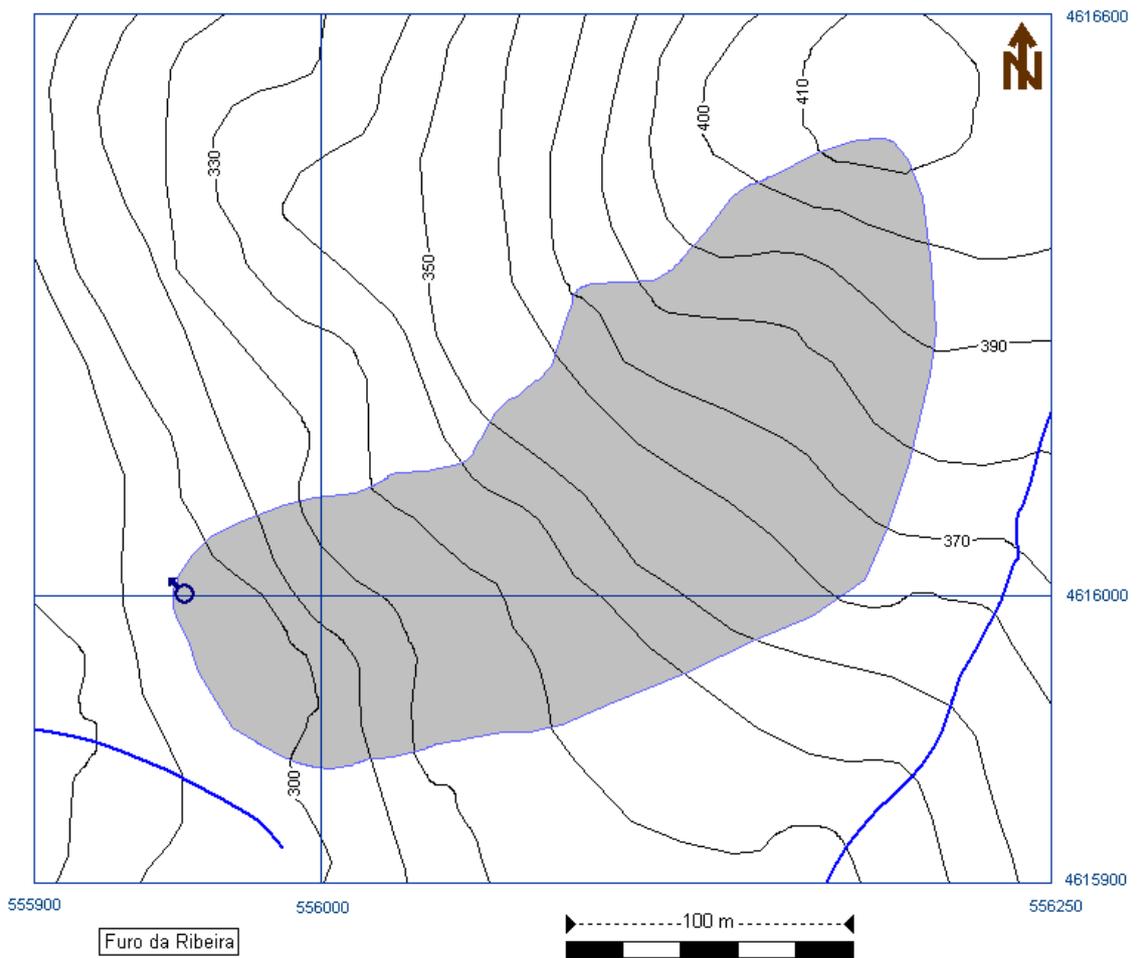
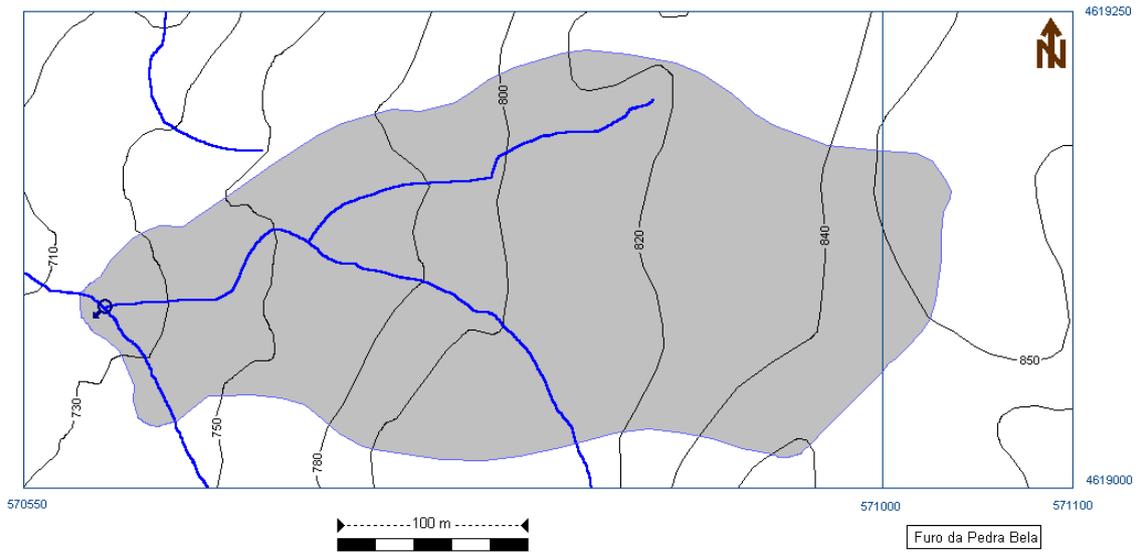


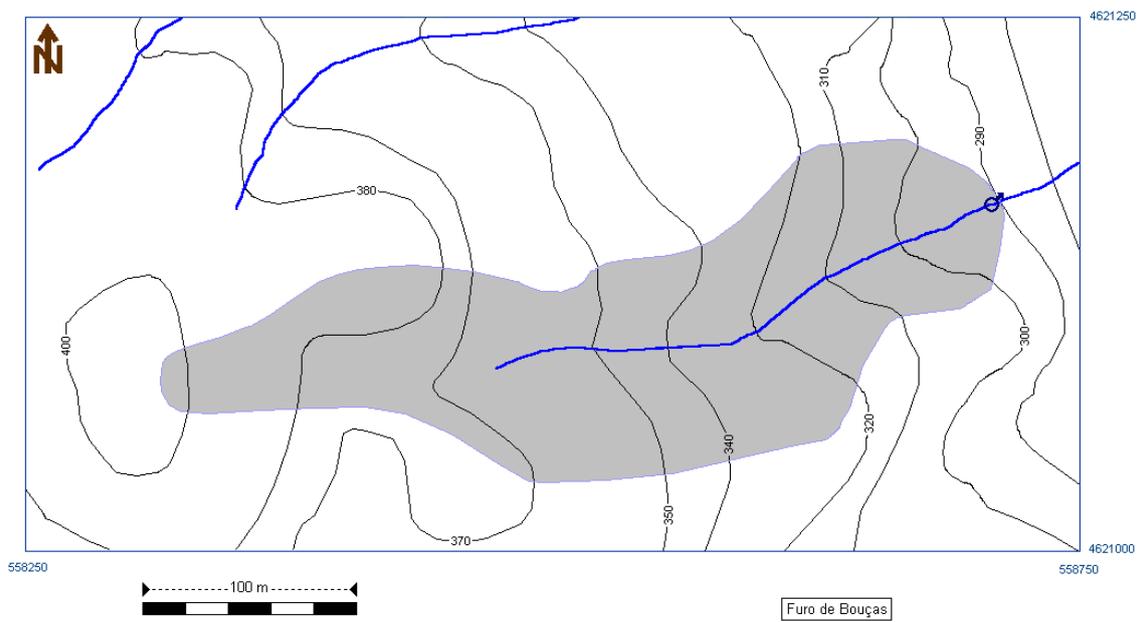
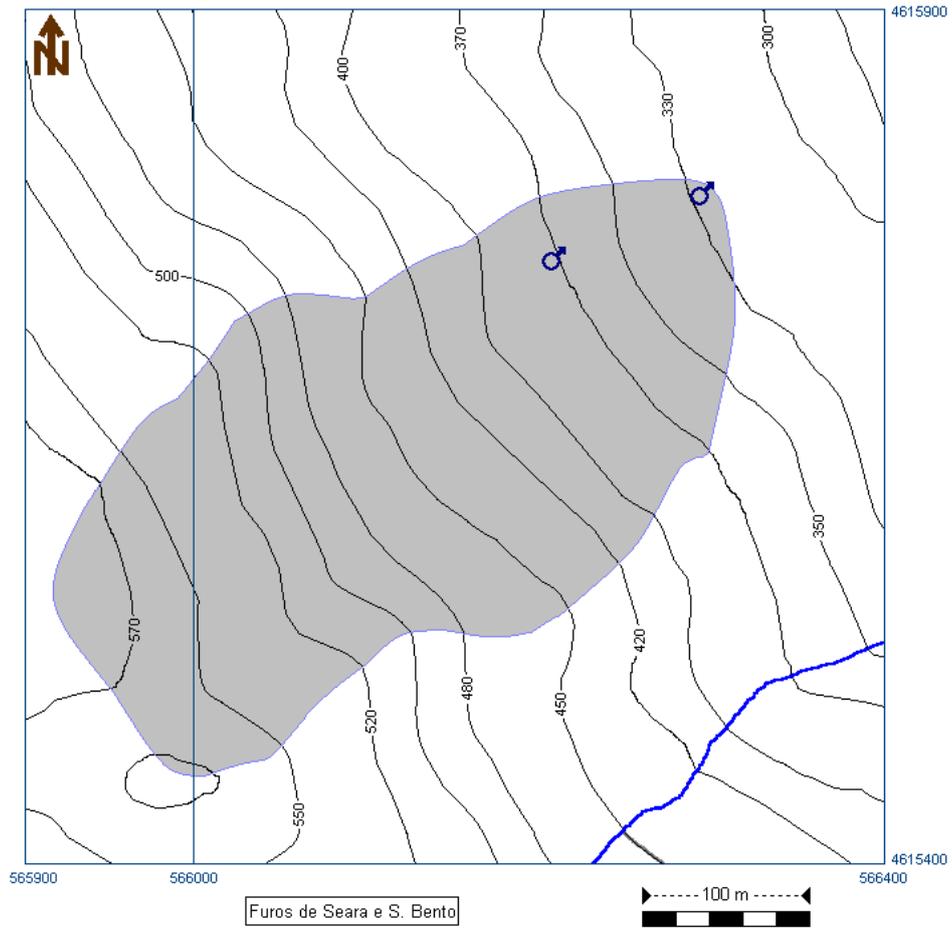


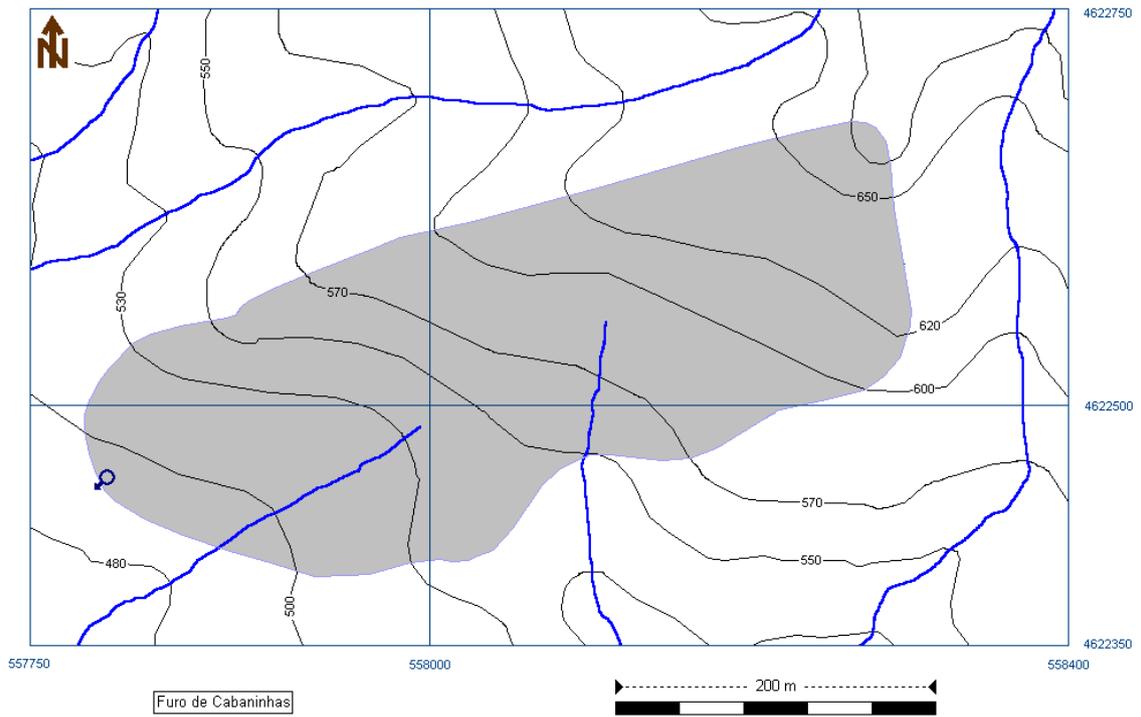
ANEXO 3 – LIMITES DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS CAPTAÇÕES



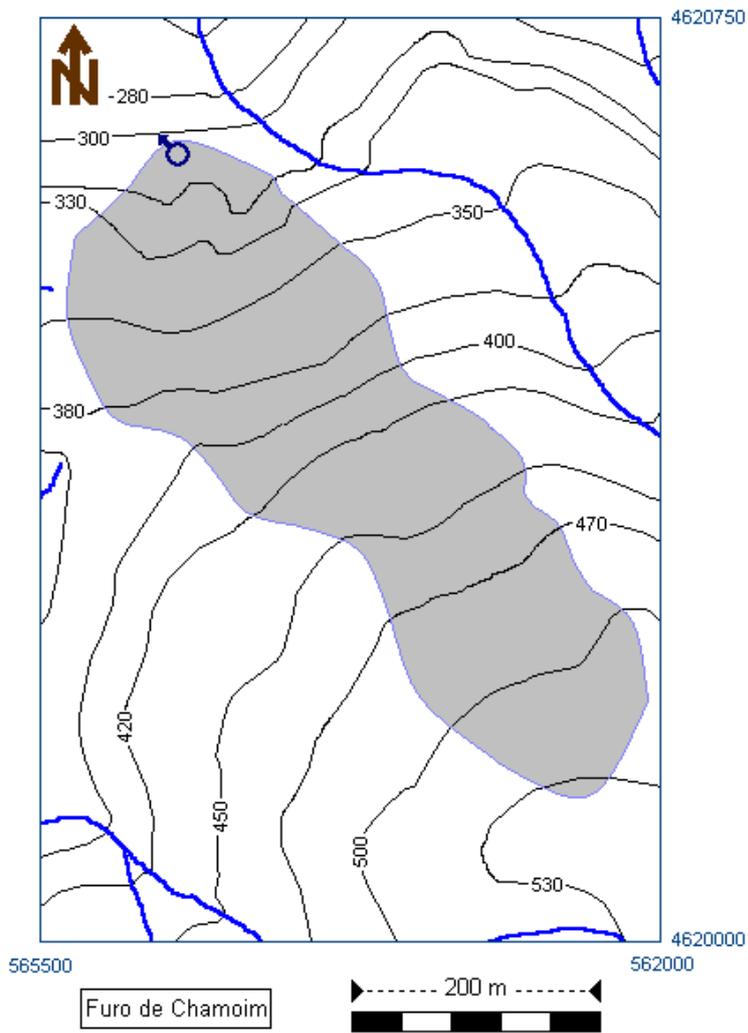








Furo de Cabaninhas



Furo de Chamoim

