

GRUPO SILDA

**DETERMINAÇÃO DO CAUDAL DE ÁGUAS DA NASCENTE – CONCESSÃO
MINEIRA 4762C, DISTRITO DE NAMUNO – CABO DELGADO**

Relatório preliminar

(Versão I)

Pemba, Maio de 2017

GRUPO SILDA**DETERMINAÇÃO DO CAUDAL DE ÁGUAS DA NASCENTE – CONCESSÃO
MINEIRA 4762C, DISTRITO DE NAMUNO – CABO DELGADO**

Relatório preliminar de
actividades a ser apresentado
a Direcção Nacional de Minas.

Assessor Científico

PCA

(MSc.Eng^o. Didácio Salema)

(Agostinho Ntauali)

Pemba, Maio de 2017

Índice

Conteúdos	Págs.
1. Introdução.....	4
2. Caracterização do Distrito de Namuno.....	5
2.1. Localização	5
2.2. Características gerais do clima.....	6
2.3. Topografia da área de estudo.....	6
2.4. Geologia, Hidrologia e Falhas do local	9
3. Estimativa do caudal da nascente.....	10
4. Hidroquímica das águas da nascente	12
Conclusões e recomendações.....	17

1. Introdução

O presente estudo refere-se a uma faixa de terreno com forma aproximadamente quadrangular com cerca de 89.03 hectares correspondente a uma concessão mineira para exploração de água mineral.

O estudo realizado nesta fase, teve como objectivo a determinação do caudal de água da nascente, a interpretação dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos da água analisada pelo Laboratório Provincial de Águas de Cabo Delgado – Pemba e a apresentação de propostas de actividades a serem realizadas no sentido de estimar o caudal médio anual assim como a evolução dos parâmetros de controlo da qualidade de água.

Nesta memória, descrevem-se os trabalhos realizados, faz-se a caracterização climática, geológica, hidrológica e topográfica da área de estudo e, faz-se a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas.

Quanto aos aspectos metodológicos, o estudo foi conduzido à base do trabalho de gabinete (revisão bibliográfica) e do trabalho de campo.

O estudo de gabinete consistiu em fazer o levantamento de informações relevantes para a caracterização da área de estudo. Nesta fase foram utilizados os seguintes materiais: carta geológica de distrito de Namuno, Shapefiles de rios, entre outros.

O trabalho de campo foi realizado em três fases. Na primeira fase fez-se a recolha de amostras de água para análise laboratorial. Estas amostras foram analisadas no Laboratório Provincial de Águas de Cabo Delgado no dia da recolha, 05/05/2017.

Na segunda fase do trabalho de campo, realizado no dia 13/05/2017, estimou-se o caudal da nascente pelo método directo. Este método consistiu em colocar um recipiente de volume conhecido no canal de água da nascente, em seguida fez o registo da variação do tempo. O caudal médio equivalente a 1,5L/s resulta do razão entre volume e a variação do tempo.

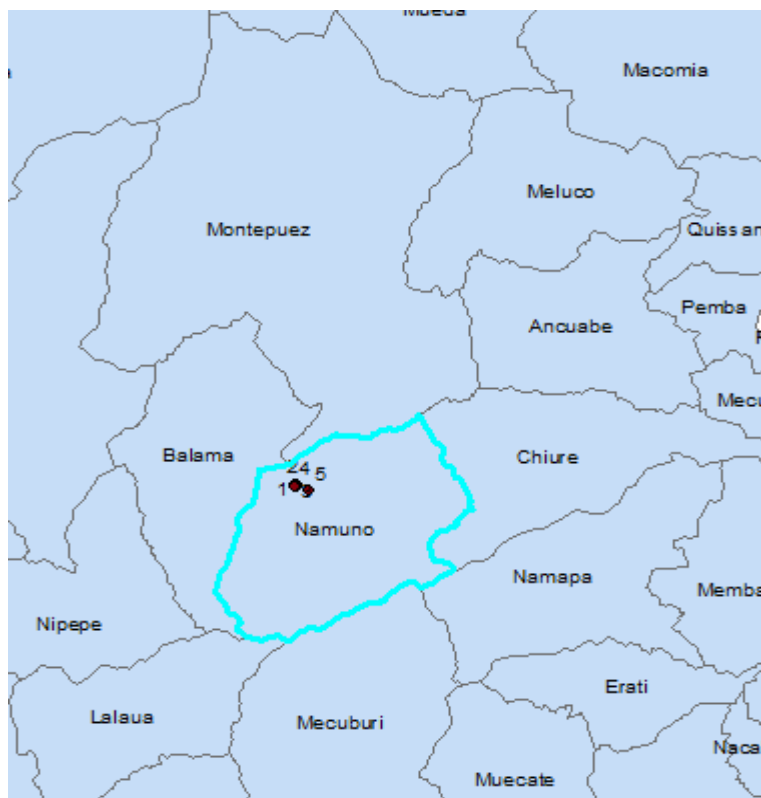
Finalmente, a terceira fase do trabalho foi realizado no dia 29/05/2017 com o objectivo de fazer o reconhecimento da área concessionada junto com a comissão dos potenciais investidores do projecto. Após a visita de reconhecimento realizou-se um debate no dia 30/05/2017 com vista a operacionalização do projecto de exploração das águas de nascente, da qual ficou previsto o seu arranque para um futuro muito próximo.

2. Caracterização do Distrito de Namuno

2.1. Localização

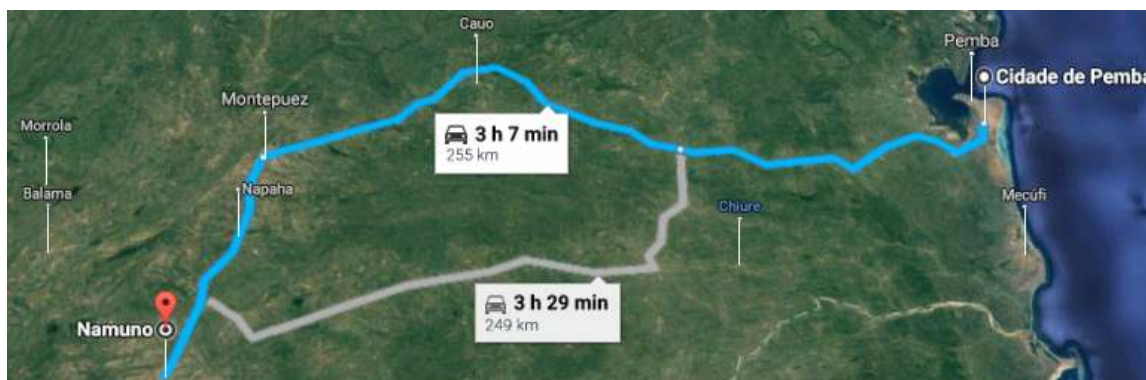
O distrito de Namuno limita-se a Norte com o distrito de Montepuez, a sul com a província de Nampula (Lalaua, Mecuburi e Erati), a Este com o distrito de Chiure e a Oeste com o distrito de Balama (INE, 2013). Este distrito, dista a aproximadamente 255km da capital provincial – Cidade de Pemba (figura 2).

Figura 1: Localização geográfica do distrito de Namuno



Fonte do autor, 2017 (Adaptado)

Figura 2: distância percorrida entre a cidade de Pemba e a Vila e Mamuno



Fonte: Google earth (acedido em 30/05/2017)

2.2. Características gerais do clima

De acordo com INE, 2013 a temperatura média anual no período de 2008 a 2012 foi de 24,5°C e, a precipitação média mensal foi de 122,9mm (tabela 1)

Tabela 1: Temperatura média anual (2008 a 2012)

	2008	2009	2010	2011	2012
Temperatura Média °C	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
Temperatura Máxima Absoluta °C	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5
Temperatura Mínima Absoluta °C	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
Humidade Relativa (%)	86.5	86.5	86.5	86.5	86.5
Precipitação Média Mensal mm	122.9	122.9	122.9	122.9	122.9

INE, 2013 apud INM

2.3. Topografia da área de estudo

Nas figuras que se seguem abaixo, apresentamos o perfil topográfico de cada coordenada, sendo a coordenada primeira situada a 478m de elevação, segunda a 456m, terceira a 464m, quarta a 475m e a quinta a 477m respectivamente. Todos os pontos encontram-se nos planos inclinados dos perfis topográficos. Relativamente a fonte de afloramento de água, pode-se dizer que a posição topográfica o torna menos vulnerável a contaminação uma vez que a corrente de águas que resultam da precipitação atmosférica que funciona de veículo de transporte de impurezas depositadas na superfície, tendem a concentrar-se nas regiões baixas da respectiva área.

Figura 3: Perfil topográfico da coordenada C1



Fonte: Google earth (acedido em 30/05/2017)

Figura 4: Perfil topográfico da coordenada C2



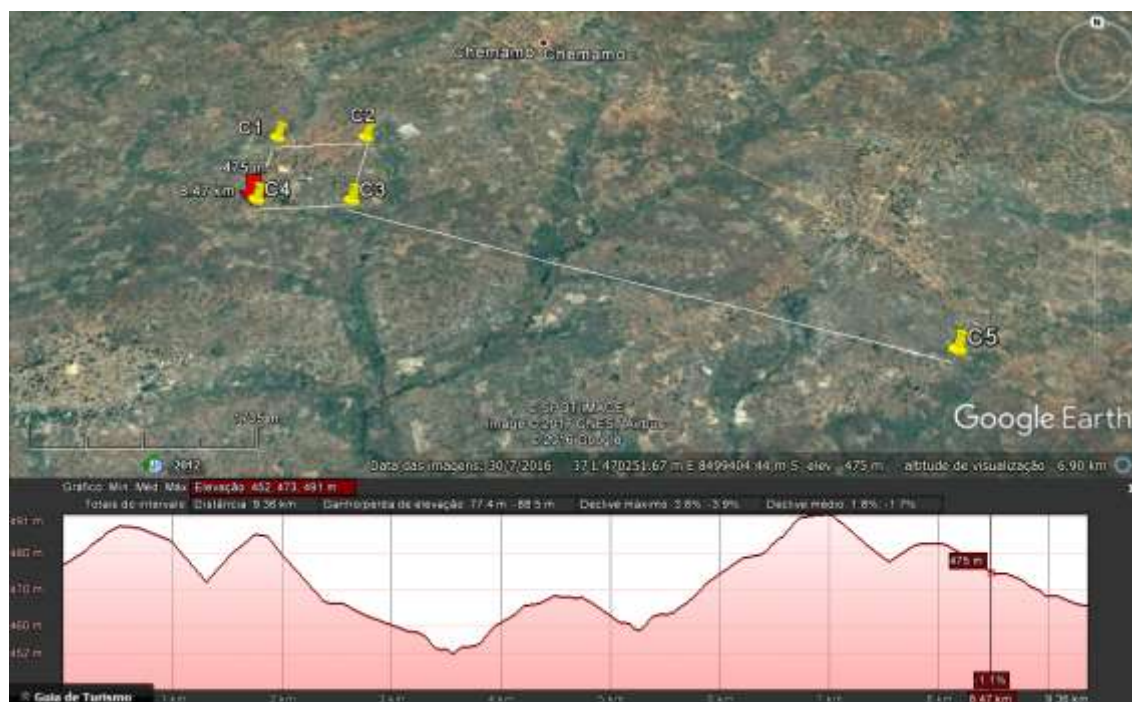
Fonte: Google earth (acedido em 30/05/2017)

Figura 5: Perfil topográfico da coordenada C3



Fonte: Google earth (acedido em 30/05/2017)

Figura 6: Perfil topográfico da coordenada C4



Fonte: Google earth (acedido em 30/05/2017)

Figura 7: Perfil topográfico da coordenada C5



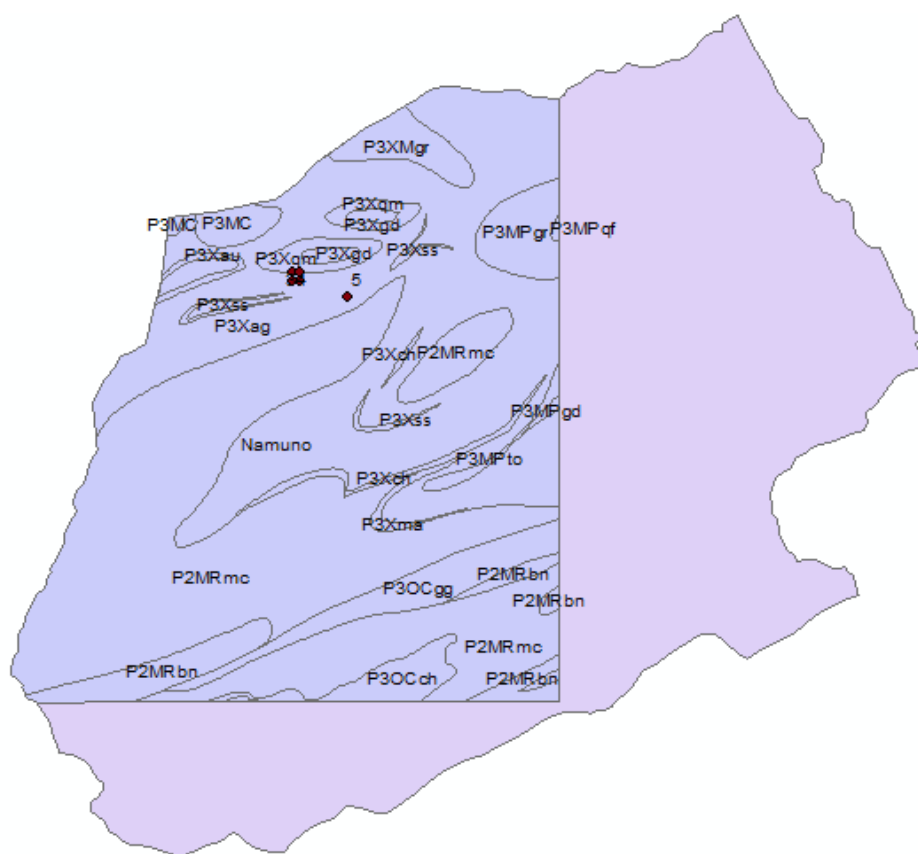
Fonte: Google earth (acedido em 30/05/2017)

2.4. Geologia, Hidrologia e Falhas do local

Localmente a área de estudo compreende rochas de idade Neoproterozóico, que enquadram-se no Complexo de Xixano, geralmente, gnaiss anfibolítico, rochas chamoquíticas, micáceo com quartzo e localmente com grafite (figura 9).

A área de estudo encontra-se entre os rios Namiculo e Mecuburi. Ambos desaguardam sobre o rio Muataze, que é afluente do rio Lúrio (figura 10). Para além destes rios, a zona é atravessada por três falhas localizadas a norte (N), Sudeste (SE) e Sudoeste (SW) da área de estudo (figura 10). Com base nesta constatação pode-se dizer que existe um número considerável de fontes de recarga que possa abastecer o aquífero.

Figura 9: Geologia do local



Fonte do autor, 2017 (Adaptado)

De acordo com as características granulométricas do material que compõem as anilhas, levantam-se as hipóteses de as águas de nascente estarem a atravessar uma provável falha na superfície de contacto entre duas anilhas como consequência de um deslizamento pouco acentuado a moderadamente acentuado de uma delas, associado a um provável assentamento dos estratos terrosos subjacentes ao poço ou, uma provável fractura na parede do poço associada a desagregação das partículas grosseiras (britas) que compõem as anilhas.

A taxa média de descarga (caudal médio) foi determinada pelo método directo. Este método consistiu em colocar um recipiente de volume conhecido (Capacidade de 5Litros) num declive localizado ao longo do canal e que dista a 29,75 metros do ponto de afloramento da água. Em seguida, fez-se o registo a variação do tempo para lotação do recipiente.

Foram realizados 3 ensaios, o que resultou no cálculo do caudal médio equivalente a 1,5L/s (tabela 2). Este resultado permitiu classificar a nascente como sendo de 5ª magnitude, visto que a taxa média de descarga para esta magnitude varia entre 1 a 10 L/s (tabela 3)

Tabela 3: Classificação de fontes baseadas na taxa média de descarga (Meinzer 1923 apud Davis e DeWiest 1966)

MAGNITUDE	DESCARGA	MAGNITUDE	DESCARGA
Primeira	$\geq 10\text{m}^3/\text{s}$	Quinta	1 a 10L/s
Segunda	1 a $10\text{m}^3/\text{s}$	Sexta	0,1 a 1L/s
Terceira	0,1 a $1\text{m}^3/\text{s}$	Sétima	10 a $100\text{cm}^3/\text{s}$
Quarta	10 a 100L/s	Oitava	$\leq 100\text{cm}^3/\text{s}$

Da entrevista não estruturada que a equipa teve com alguns agricultores (praticantes da agricultura familiar), estes deixaram o seu testemunho de que a águas afloram continuamente em todas as épocas do ano. De forma a estimar uma taxa de descarga segura que possa contribuir para o estudo de viabilidade técnico-económico do projecto, serão realizados sete ensaios de caudal no período seco do corrente ano. Estes, serão acompanhados dos respectivos testes laboratoriais de análise de qualidade de águas para o consumo humano.

Relativamente a vulnerabilidade de contaminação do aquífero, face as actividades antropogénicas, constatou-se que esta é desprezível, uma vez que não se verificam actividades potencialmente poluidoras. O facto de a nascente localizar-se num plano topográfico inclinado (figura 11) também o torna menos vulnerável a contaminação em relação aos casos em que se tem a nascente na base inferior da elevação, visto que, na época chuvosa, a corrente de água arrasta as impurezas depositadas na superfície terrestre para zonas de baixa elevação. Estes, por sua vez infiltram-se para os aquíferos, contaminando-os.

Figura 11: Posição da Nascente



4. Hidroquímica das águas da nascente

A caracterização hidroquímica das águas de nascente baseou-se na interpretação dos parâmetros físico-químicos, químico e microbiológicos da amostra de água analisada pelo Laboratório Provincial de Águas de Cabo Delgado.

Os parâmetros físicos e físico-químicos (pH, condutividade eléctrica, turvação, depósitos, sólidos totais dissolvidos sabor e alcalinidade) encontram-se dentro dos limites admissíveis por lei com excepção a cor que se apresenta ligeiramente leitosa. Admite-se a hipótese desta coloração estar associada ao transporte de material argiloso a que a água está sujeita a realizar no seu trajecto. Este facto é evidenciado pelo facto do poço estar saturado de estrato terroso podendo ser argilo-arenoso ou areno-argiloso. (Anexo I)

No geral, está-se perante águas pouco mineralizadas uma vez que o pH registado, o equivalente a 6,9 está entre 5,4 e 7,8. Este valor de pH, justifica o facto de a nascente não estar localizado em zonas de exploração ou em zonas de antigas explorações mineiras. Estas constatações que reflectem evidências de acções antropogénicas desprezáveis também justificam o facto da condutividade eléctrica estar próximo do limite mínimo admissível por lei.

O anião predominante é o cloreto Cl^- , com cerca de 55,4% seguido do ião hidrogenocarbonato HCO_3^- , com cerca de 44,6% (tabela 4). O nível percentual

do íão cloreto faz com que as águas fiquem com fáceis hidroquímica cloretada (figura 12). A presença do íão hidrogenocarbonato é controlada pela dissolução de minerais na água, como é o caso de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg).

O grupo catiónico é dominado por cálcio com 68,3% seguido de Magnésio com cerca de 31,7% (tabela 4). Assim sendo, as águas ficam com fáceis hidroquímica cálcica.

A nascente apresenta baixos valores de sulfato (SO_4^{2-}), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Estes valores evidenciam a ausência de contaminações mineiras e de actividades antropogénicas (como é o caso da agricultura) que possam ser consideradas potenciais fontes de contaminação.

O Ca^{2+} e o Mg^{2+} correlacionam-se fortemente com o íão HCO_3^- , podendo estar a indicar a percolação da água pelas rochas e o seu sucessivo enriquecimento em Ca^{2+} , Mg^{2+} e HCO_3^- (LNEG, 2014 apud Appelo e Postma, 1996).

O ferro aparece na análise química da água efectuada em concentrações inferiores ao limite legislativo. A mobilidade do ferro é em função do seu estado de valência e do potencial redóx do ambiente, o que faz com que a sua variabilidade nas águas subterrâneas seja por vezes muito grande.

De acordo com as fáceis hidroquímicas as águas da nascente são classificadas como sendo águas cloretadas cálcicas.

As fáceis hidroquímicas foram determinadas com recurso ao software Excel. De forma a garantir maior precisão dos resultados, as fáceis foram determinadas com recurso ao software hatarichem, o que permitiu esboçar os diagramas de piper, stiff e schoeller para a classificação das águas (figuras 13, 14 e 15).

Tabela 4: Determinação das fáceis hidroquímicas da água

lão	Peso atômico	lzl	fc
Ca ²⁺	40,08	2	0,0499
Mg ²⁺	24,312	2	0,082264
Na ⁺	22,9898	1	0,043498
K ⁺	39,098	1	0,025577
HCO ₃ ⁻	61,01732	1	0,016389
CO ₃ ²⁻	60,00935	2	0,033328
Cl ⁻	35,453	1	0,028206
SO ₄ ²⁻	96,0616	2	0,02082

Catião	Conc.(mg/l)	Conc.(meq/l)	%meq/l	Anião	Conc.(mg/l)	Conc.(meq/l)	%meq/l
Ca ²⁺	3,2	0,159680639	68,3	HCO ₃ ⁻	12,2	0,199943229	
Mg ²⁺	0,9	0,074037512	31,7	CO ₃ ²⁻	0	0	
Na ⁺	0	0		HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻		0,199943229	44,61433
K ⁺	0	0		Cl ⁻	8,8	0,248215948	55,38567
Na ⁺ +K ⁺		0	0	SO ₄ ²⁻	0	0	0
Σmeq/l		0,233718151	100	Σmeq/l		0,448159177	100
Equivalência (%)		100		Equivalência (%)		100	

FÁCEIS HIDROGEOQUÍMICAS	CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA MINERAL	COORDENADAS DA NASCENTE
6(B) – Águas Cálcicas	1 – Águas Cloretadas Cálcicas	S13°35'20.8''
11 (G) – Águas Cloretadas		E38°46'55.2''

Figura 12: Diagrama de piper – Determinado em Excel

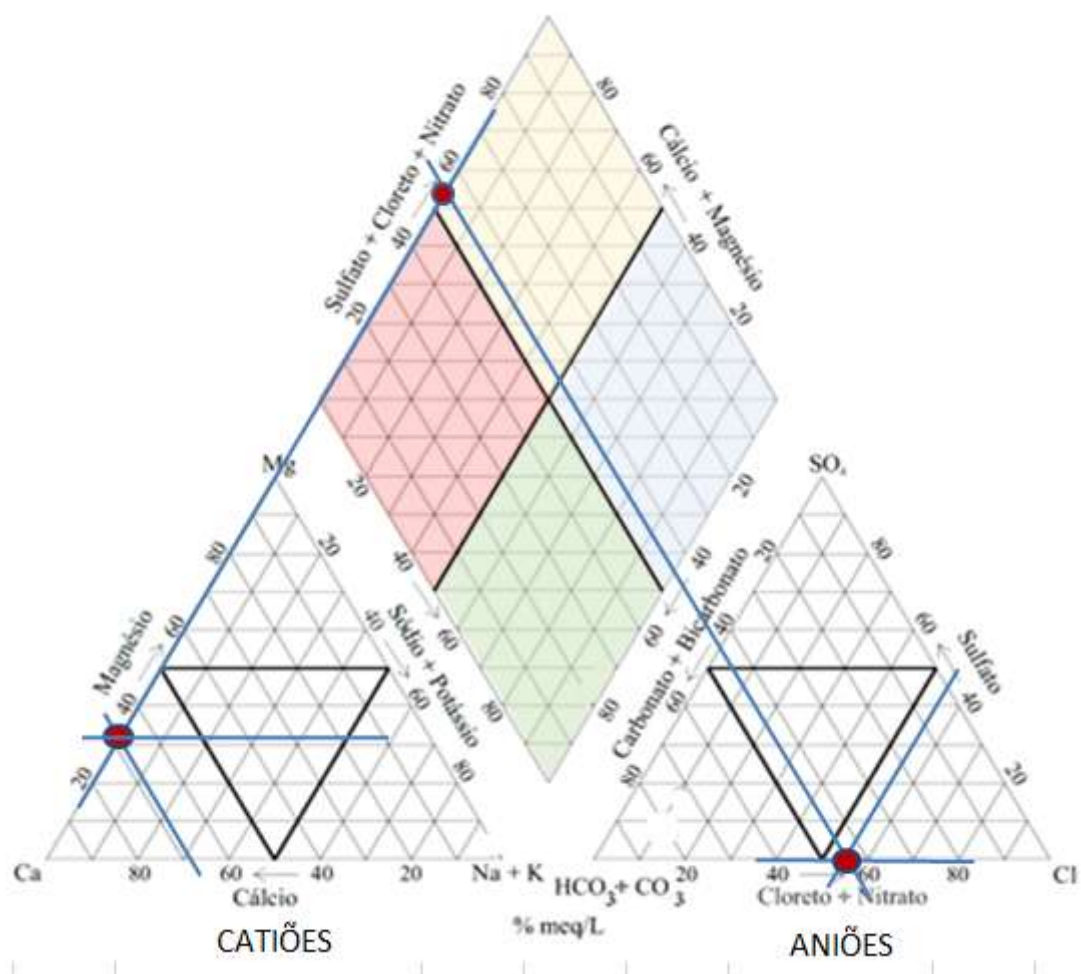


Figura 13: Diagrama de Piper – Com recurso ao software Hatarichem

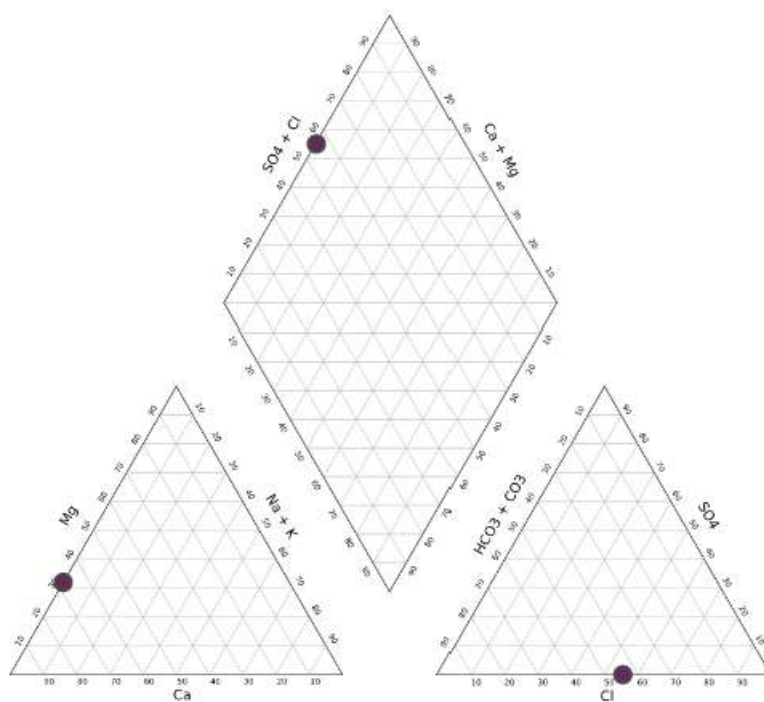


Figura 14: Diagrama de Stiff

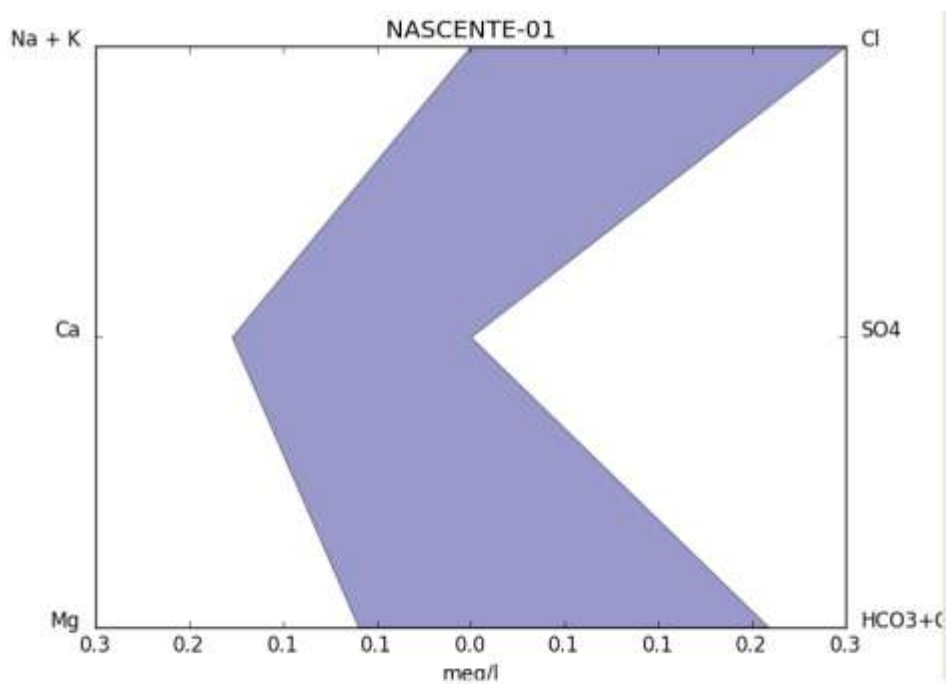
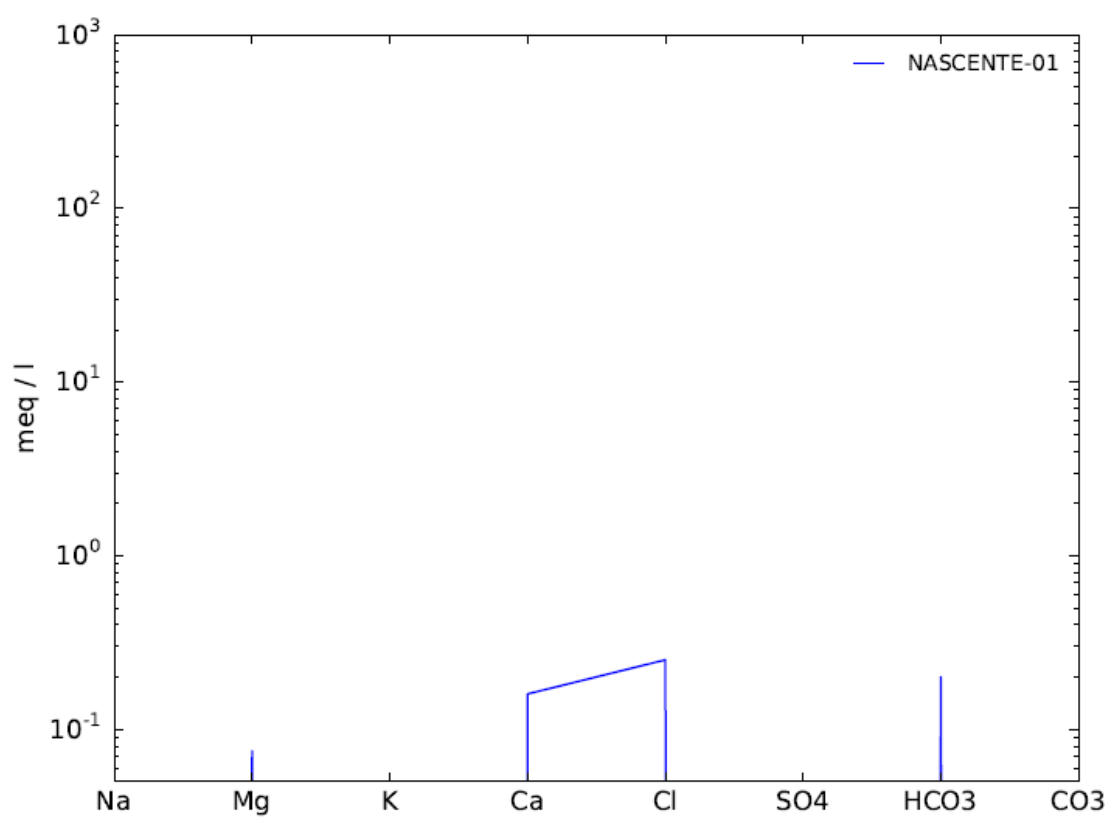


Figura 15: Diagrama de Schoeller



Conclusões e Recomendações

De acordo com a escala de classificação de fontes baseada na taxa de descarga, concluiu-se que o caudal de água estimado, o equivalente a 1,5L/s é de 5ª magnitude. Assim sendo, esta fonte revela-se muito promissora no que respeita à eventual captação e exploração de água mineral.

Embora os parâmetros físicos, físico-químicos e químicos estejam dentro dos limites admissíveis por lei (Diploma Ministerial nº 180/2004 de 15 de Setembro), recomenda-se a repetição de um mínimo de sete ensaios no sentido de se avaliar a evolução dos respectivos parâmetros em conformidade com as características geológicas do local de estudo. Recomenda-se também a realização de igual número de ensaios de caudal para se aferir o caudal médio na época seca e o caudal médio anual.

As águas da nascente são consideradas como sendo cloretadas cálcicas. Esta conclusão baseou-se na determinação das fáceis hidroquímicas da água subterrânea, sendo que para o grupo dos catiões o cálcio apresenta maior percentagem, 68,3% seguido de Magnésio com 31,7% e, para o grupo dos aniões o cloreto apresenta maior percentagem, 55,4% seguido de hidrogenocarbonato com 44,5%.