

2016

# ESTUDO HIDROGEOLÓGICO



**OLIMPO**  
ENGENHARIA & SERVIÇOS

Estudo complementar em Resposta ao  
Parecer Técnico GT-Empreendimentos  
nº 09/2015

Residencial "Quinta das Águas"  
Valinhos / SP  
Abril/2016

## FICHA TÉCNICA

### Trabalho

Estudo Complementar em atendimento ao Parecer Técnico GT-Empreendimentos nº 09/2015, emitido pelos Comitês PCJ.

### Empreendedor

01 FS Empreendimentos Imobiliários SPE Ltda.

#### Endereço

Rua Barão de Jaguará, nº 707, 13º andar, sala 132, Bloco Mozart.

#### CEP:

13.015-926

#### Bairro

Centro

#### Município

Campinas

#### Estado

SP

#### CNPJ

20.512.614/0001-60

### Empresa Responsável Técnica

Olimpo Consultoria Ambiental e Empresarial Ltda.

#### Endereço

Rua Joaquim Bicudo de Almeida, nº 09

#### CEP

13.190-000

#### Bairro

Jd. Planalto

#### Município

Monte Mor

#### Estado

SP

#### CNPJ

15.821.688/0001-48

### Responsável técnico

Thiago Brandão Favaro

#### Título do Profissional

Geólogo

#### CREA/SP

5069276488

### Profissionais envolvidos no Trabalho

Bernardo Guimarães

#### Título Profissional

Geólogo



## SUMÁRIO

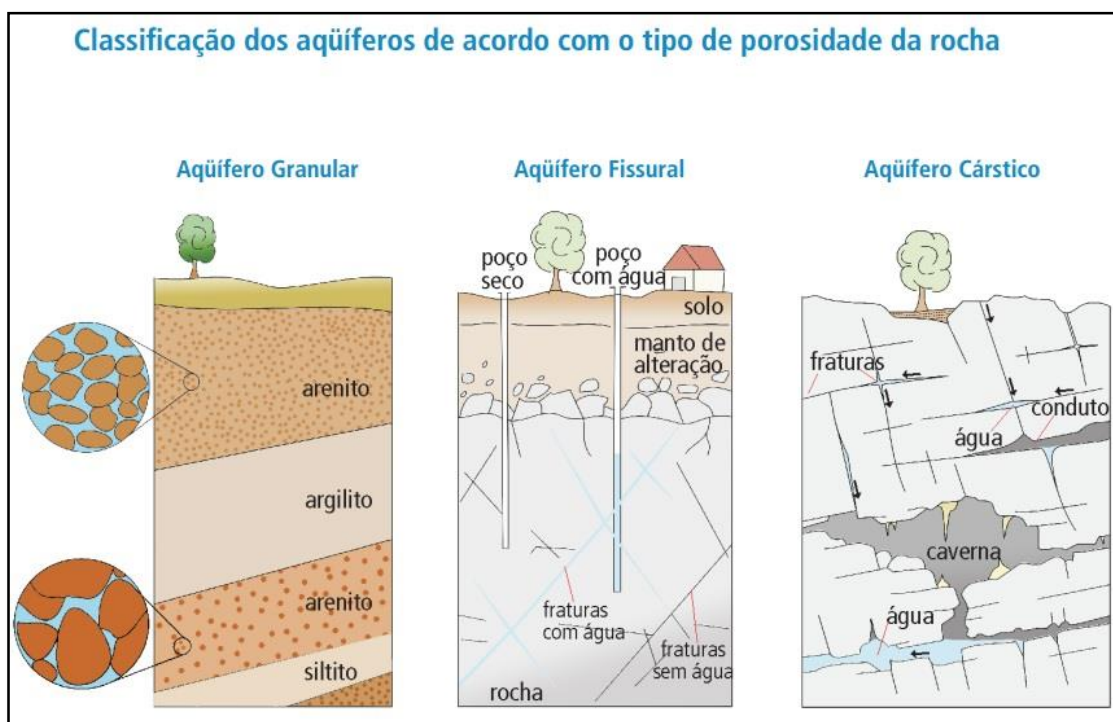
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	5
3. MÉTODOS .....	6
4. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA.....	6
5. AVALIAÇÃO DE IMPACTO HIDROGEOLÓGICO.....	11
6. DISCUSSÕES E MAPAS GERADOS.....	12
7. CONCLUSÕES.....	14
8. BIBLIOGRAFIA .....	15
9. RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	15
ANEXO 1 – MAPA DE FLUXO D'ÁGUA .....	16
ANEXO 2 - MAPA DE DRENAGENS E LINEAMENTOS DA ÁREA.....	17

## 1. INTRODUÇÃO

Existem diversos processos que controlam a dinâmica da água, encontrada no nosso planeta nas formas sólida, líquida e gasosa. A água proveniente das chuvas é produto da precipitação, que incide na superfície resultando na infiltração vertical da mesma pelo solo e no escoamento de água superficial para porções mais baixas em forma de rios e lagos. Através da energia solar, uma parte desta volta à atmosfera através da evaporação e novamente é incorporada pelas nuvens. Estes processos estão conectados entre si e representam o Ciclo da Água.

No processo de infiltração, responsável pela origem dos aquíferos, a água da superfície percorre os vazios do solo através da gravidade, se acumulando em zonas saturadas determinadas pelo nível freático. O processo de infiltração permite que a água da chuva ou degelo seja transferida para subsuperfície, atingindo camadas de rochas mais profundas. A água desce através da porosidade dos solos, dentro da zona de aeração ou zona não-saturada. O lençol freático representa o limite das zonas saturada e não-saturada, sendo que sua profundidade pode variar ao longo do ano de acordo com variações do clima. Em épocas chuvosas, o nível do lençol freático pode se elevar devido à maior infiltração da água no solo. Parte da água infiltrada no solo é absorvida por seres vivos, outra sofre evaporação e o restante se acumula em zonas de maior profundidade (saturada). Em climas mais áridos, a evaporação da água no solo prejudica sua infiltração, impossibilitando a geração de aquíferos.

Os Aquíferos são formações geológicas que possibilitam o armazenamento de água em seu interior, podendo ser classificados de acordo com a porosidade da rocha armazenadora (Figura 1). Rochas sedimentares são constituídas basicamente por grãos, que deixam espaços vazios entre si onde a água se armazena. Neste caso, há formação de um aquífero granular ou sedimentar. Em maciços rochosos, de origem ígnea ou metamórfica por exemplo, a água é armazenada nas fraturas da rocha resultantes de esforços físicos e de acomodação da crosta terrestre. O aquífero formado nestas condições é denominado de fissural ou fraturado e seu potencial está diretamente proporcional com a quantidade de fraturas da rocha. Em rochas carbonáticas, os aquíferos são classificados como cársticos e são gerados a partir de dissolução da rocha por infiltração de águas de pH ácido, proveniente da atmosfera ou do próprio solo.



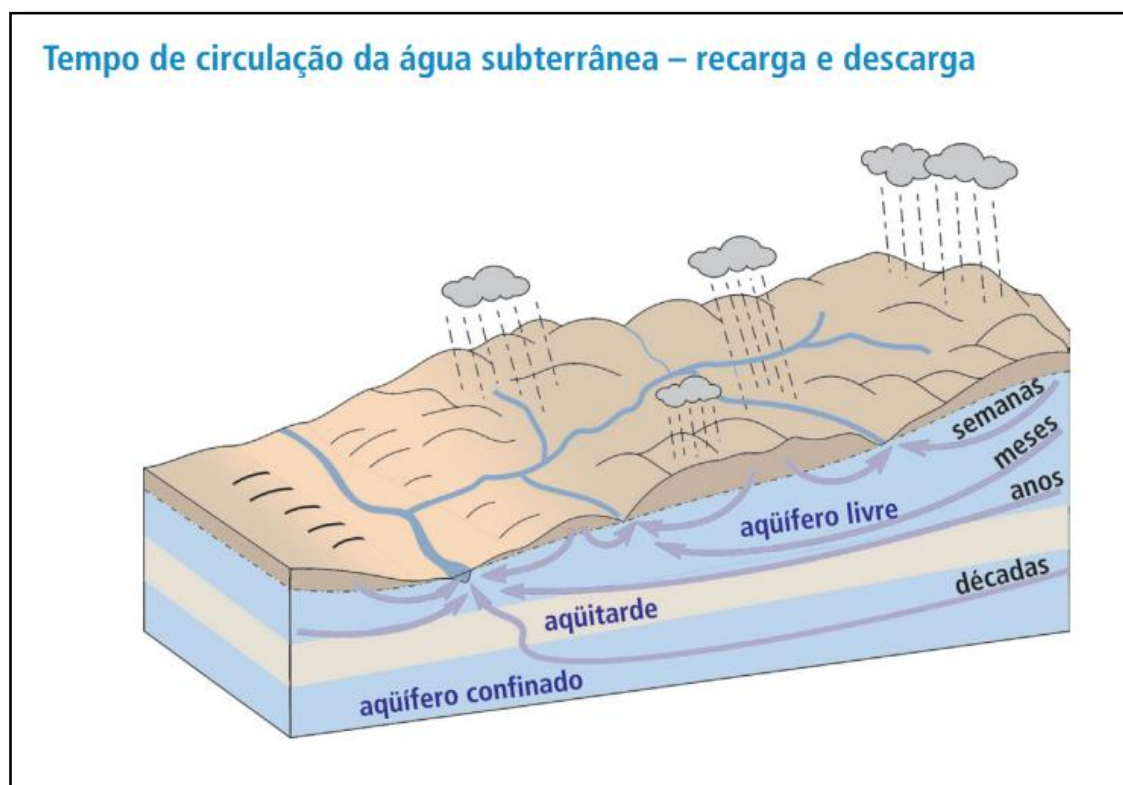
**Figura 1.** Classificação geral dos aquíferos.

Fonte: IG, 2009.

Além disso, os aquíferos também podem ser classificados de acordo com sua disposição hidráulica, como livre ou confinado:

- Aquíferos livres estão mais próximos da superfície e são submetidos à pressão atmosférica, tendo sua recarga facilitada pela infiltração da água no solo.
- Aquíferos confinados são limitados por rochas impermeáveis no topo e base, sendo submetido a uma pressão maior que a da atmosfera e resultando em uma maior pressão do fluido em direção ao topo. Em compensação, sua recarga pode ser extremamente lenta devido à presença de rochas impermeáveis em seu topo ou pode acontecer por infiltração em áreas onde o aquífero é livre, denominadas de áreas de recarga.

A água subterrânea possui uma dinâmica lenta, mas relevante no Ciclo da Água, pois é produto direto da infiltração da mesma no solo e pode influenciar um ou diversos aquíferos ao longo de dias, semanas, anos ou décadas (Figura 2).



**Figura 2.** Dinâmica e tempo de circulação de águas subterrâneas.

**Fonte:** IG, 2009.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho visa fazer uma avaliação hidrogeológica da área, levando em consideração parâmetros como impermeabilização do solo, dinâmica do fluxo de água em subsuperfície e possíveis impactos sobre a distribuição do recurso.

A área, conhecida como Fonte Sônia, na atual situação encontra-se com grandes áreas de pasto e remanescentes de vegetação. Pretende-se com este laudo gerar um mapa evidenciando características hidrogeológicas gerais da área.



### 3. MÉTODOS

O trabalho consistiu em três diferentes etapas:

- A primeira consistiu em um levantamento geral da área e suas condições hidrogeológicas locais, tentando dessa forma situa-la em escala regional.
- Na segunda etapa foram gerados mapas para melhor entendimento da dinâmica dos fluxos superficiais e subterrâneos (Sistema de coordenadas SIRGAS 2000 e software utilizado Qgis).
- A última etapa consistiu na análise do mapa e conclusão dos possíveis impactos relacionados a impermeabilização e considerações relacionadas a alterações nos níveis de água subterrânea.

### 4. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA

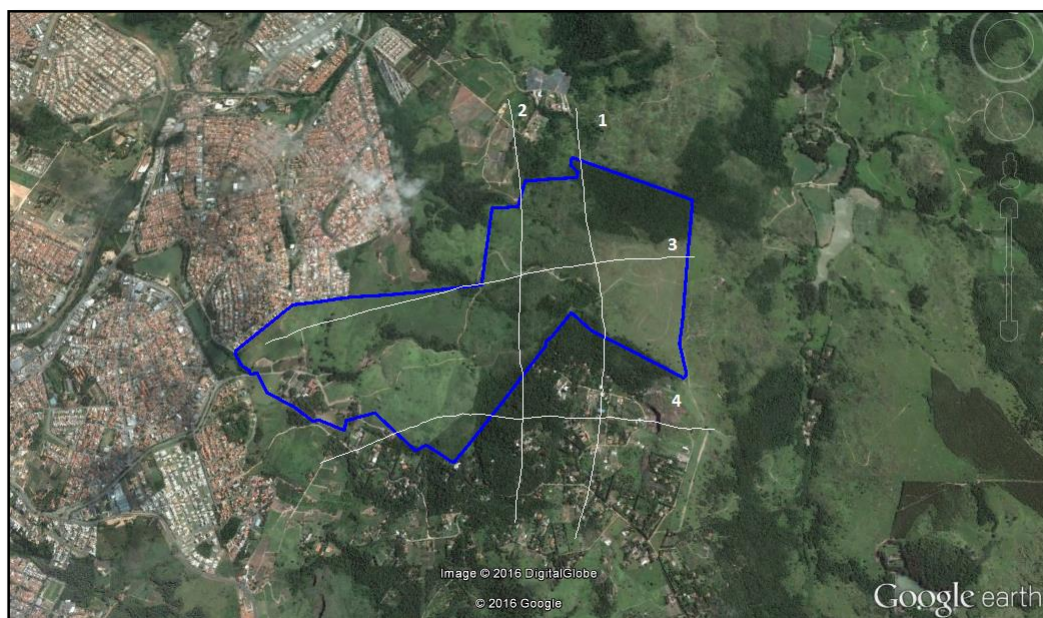
A área está localizada na porção leste em relação aos perímetros urbanos da cidade de Valinhos. Parte dela ocupa uma região alta composta em seu embasamento rochoso por granitos. Ao sul está localizado o bairro Chácara Alpinas em um local de maior elevação em relação ao nível do mar.



**Figura 3.** Área do empreendimento em relação ao entorno.

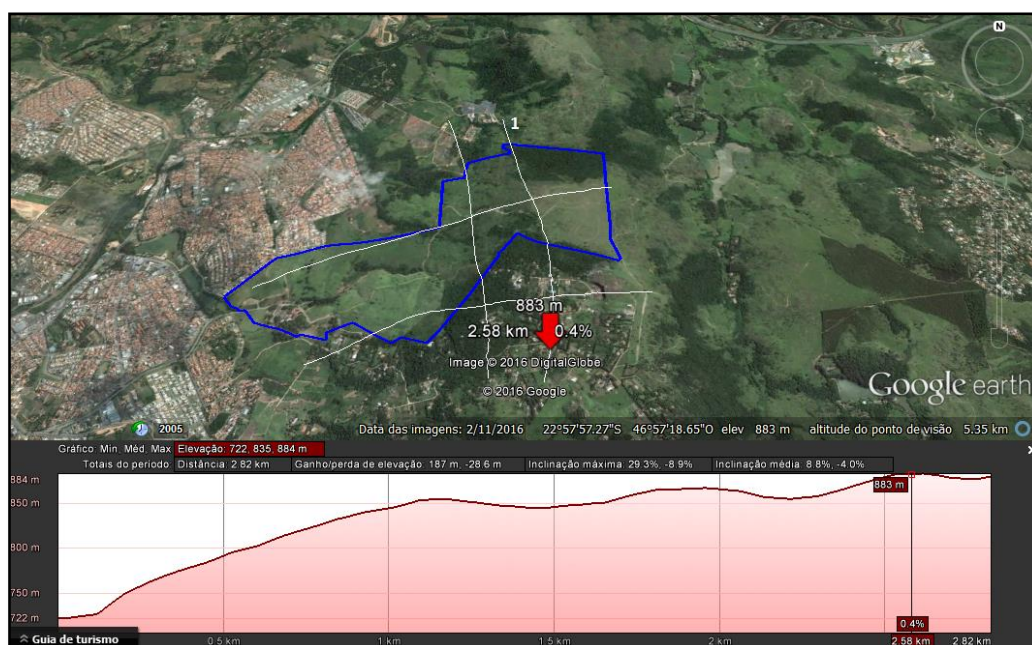
**Fonte:** Alterado de imagem do Google Earth, 2016.

Abaixo será apresentada uma imagem com a declividade da área em perfis, para considerações sobre a dinâmica das águas superficiais e subsuperficiais.



**Figura 4.** Perfis de declividade que serão apresentados.

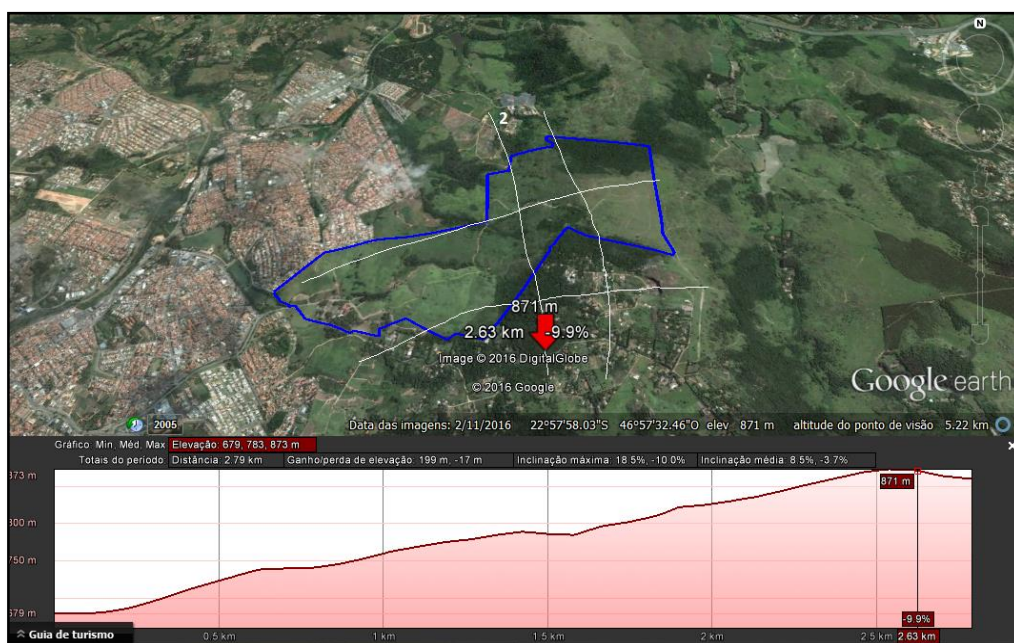
**Fonte** Alterado de imagem do Google Earth, 2016.



**Figura 5.** Perfil de elevação 1.

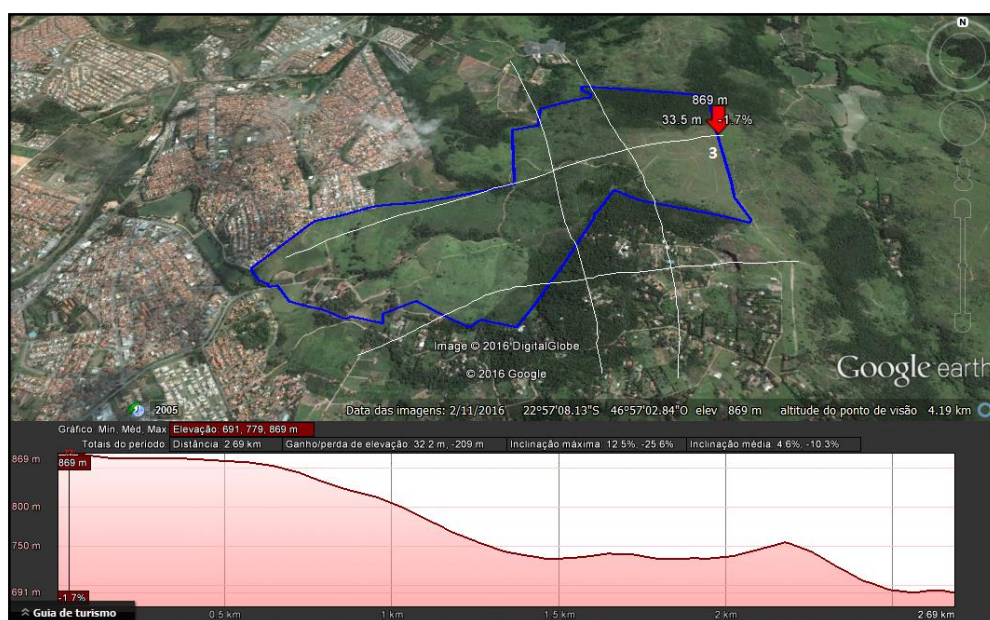
**Fonte** Alterado de imagem do Google Earth, 2016.





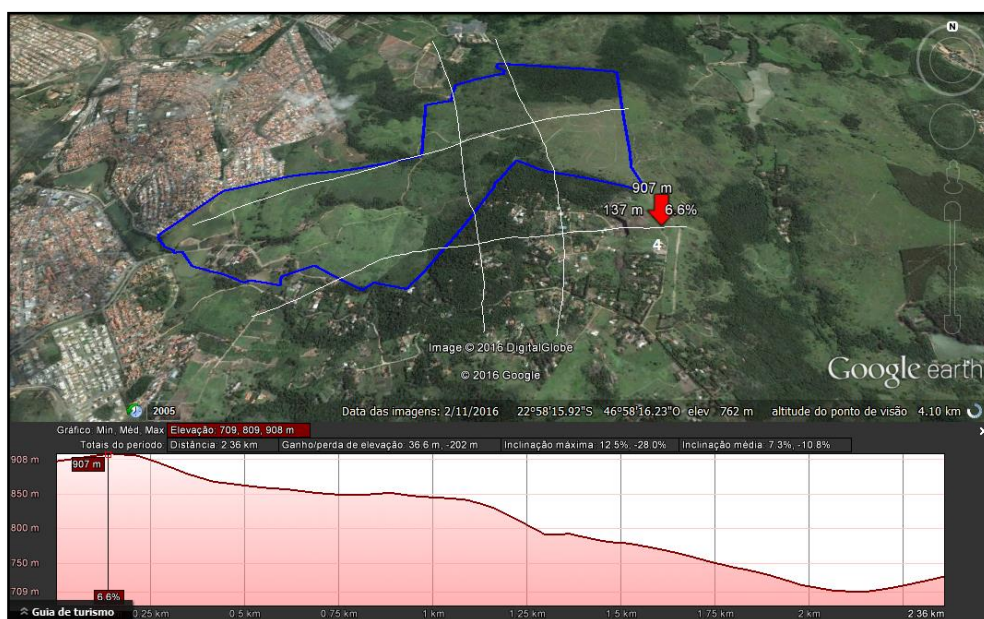
**Figura 6.** Perfil de elevação 2.

Fonte Alterado de imagem do Google Earth, 2016.



**Figura 7.** Perfil de elevação 3.

Fonte Alterado de imagem do Google Earth, 2016.



**Figura 8.** Perfil de elevação 4.

**Fonte** Alterado de imagem do Google Earth, 2016.

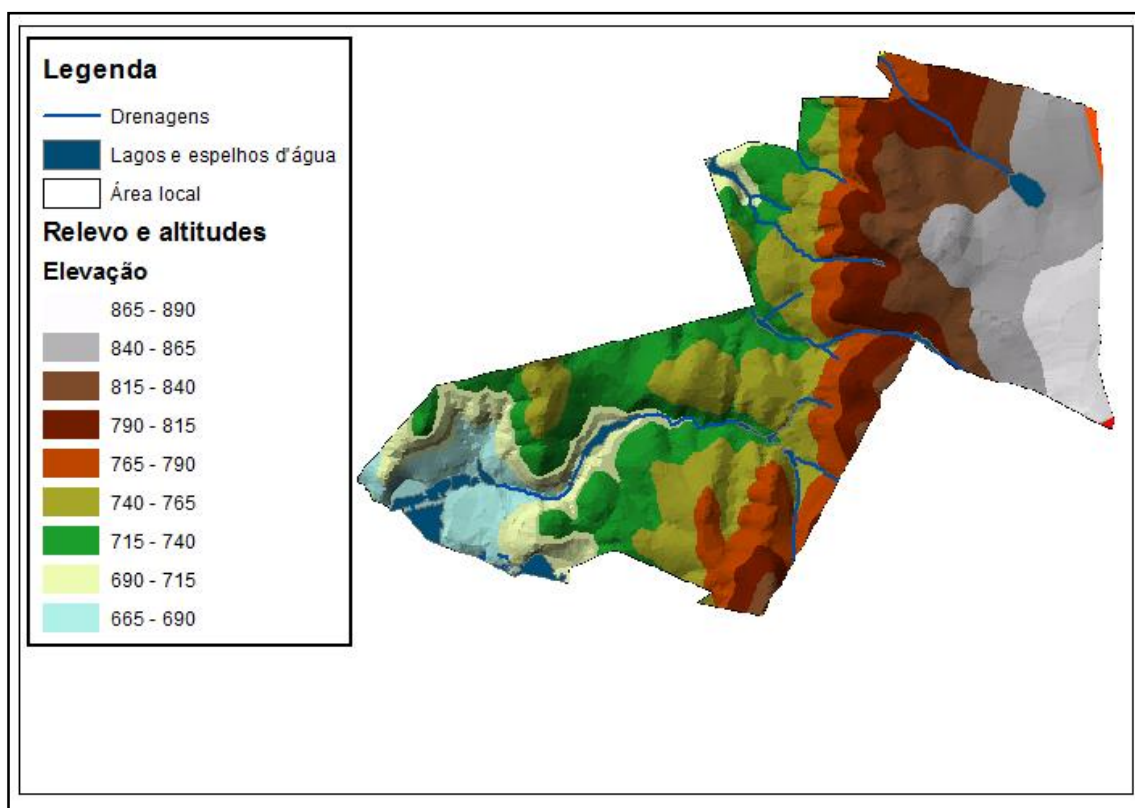
Em todos os perfis exibidos, a seta vermelha indica o traço indicado no perfil de elevação que indica a devida altitude.

Com tais perfis, é possível visualizar que a declividade diminui no sentido oeste/noroeste. Esse padrão pode ser observado inclusive pela disposição das drenagens na área, que obedecem tais sentidos.

Essa informação é relevante pelo fato de que assim como as águas superficiais, a água subterrânea do lençol freático que está inserida em um contexto de aquífero livre possui uma direção de fluxo semelhante as características do relevo no local. Desta forma, todo impacto que seja causado nesta tende a afetar regiões a jusante.

Abaixo será apresentado um mapa da área mostrando seu relevo e drenagens.





**Figura 9.** Drenagens e relevo da área.

**Fonte:** Arquivo pessoal, 2016.

Observa-se especificamente que o relevo da área tem sua porção mais alta a leste e porção mais baixa a oeste.

Um segundo aspecto relevante para os estudos são as rochas presentes na área. Superficialmente encontram-se solo, que varia em sua espessura de acordo com a localização em relação a vertentes e drenagens. De forma geral nos pontos mais altos as camadas de solo são menores, aumentando em locais mais baixos com potencial de acúmulo de sedimentos devido a ação de processos erosivos. Abaixo deste solo encontram-se rochas de natureza ígnea/metamórfica.

Os aquíferos que podem ser destacados como presentes na área são dois: aquífero granular e aquífero cristalino. Ambos possuem características diferentes tanto do ponto de vista de recarga quando no ponto de vista de abundância.

## 5. AVALIAÇÃO DE IMPACTO HIDROGEOLÓGICO

A impermeabilização do solo é uma consequência do processo de urbanização, sendo este inevitável do ponto de vista de expansão das cidades no atual panorama. Medidas vêm sendo propostas e tomadas para que esse impacto seja reduzido. A exigência de áreas de preservação permanente, áreas verdes e reservas legais são ferramentas hoje utilizadas para que se garanta que nascentes e áreas de recarga continuem presentes em concomitância com a expansão urbana. Na área de estudo, diversos pontos hoje impactados pela presença de gado e desmatamento serão revitalizadas segundo o projeto do Residencial Quinta das Águas. Tais medidas asseguram, ainda que não evitem por completo, que o processo de impermeabilização não cause danos de proporções maiores sobre a disposição dos recursos hídricos na área.

Para essa avaliação é importante ressaltar alguns dados: o tempo de recarga de aquíferos livres e mais próximos a superfície é relativamente maior ao que diz respeito ao tempo de recarga em aquíferos confinados ou mais profundos. Na área observa-se a presença de dois principais grupos de aquíferos, sendo o granular mais superficial e por consequência mais impactados pela impermeabilização do solo, e o aquífero fissurado que, presente em maior profundidade, tem seu tempo de recarga maior.

A concepção da distribuição da água em subsuperfície deve ser devidamente entendida. Para isso, é necessário observar que aquíferos estão presentes em escala regional em grande parte das vezes, e sua relação com atividades superficiais ocorre de forma direta e indireta, dependendo da situação. Aquíferos granulares superficiais e não confinados tendem a sofrer mais com atividades exercidas no dia a dia, sendo estas relacionadas a recarga ou poluição. Isso faz com que a impermeabilização afete o aquífero de forma direta, porém deve ser devidamente proporcionada já que o nível do lençol freático regional depende não só da área impermeabilizada em questão, mas de todo contexto na qual a área está inserida. Os aquíferos fissurados mais profundos obedecem uma relação ainda mais complexa, onde o tempo de recarga pode variar de centenas a milhares de anos, além do fato de que por estarem alojados em estruturas preteritamente existentes nas rochas, as áreas de recarga de tais aquíferos podem estar localizadas distantes de onde o aquífero de fato se encontra, sendo levadas até ali por dutos subterrâneos gerados por fissuras nas rochas.

Com tais fatos levantados, uma avaliação hidrogeológica da área pode ser feita, levando em consideração os aspectos que indicam o sentido da movimentação das massas de água.

Superficialmente entende-se que o aquífero livre obedeça uma dinâmica semelhante aos recursos hídricos expostos em superfície. Por isso, se as drenagens da área tal como o relevo indicam um sentido oeste/noroeste, o lençol freático terá o mesmo comportamento nos parâmetros direcionais.

O aquífero fissurado possui um sistema mais complexo, onde para um melhor entendimento deve se observar a direção de estruturas na área e verificar a disposição da água nestas. Ainda com todos estes indícios, a determinação de áreas de recargas nestes aquíferos requer estudos de grande aprofundamento. Em muitos casos, impacto sobre tais aquíferos podem demorar anos para serem observados visto que a recarga é lenta, podendo se tornar escassa pelo uso indiscriminado de poços artesianos.

## **6. DISCUSSÕES E MAPAS GERADOS**

O primeiro mapa gerado diz respeito ao fluxo de águas superficiais e lençol freático regional (Anexo 1). Nele observa-se a divisão da Área de Influência Direta em quatro setores. Estes setores foram divididos através de microbacias delimitadas por divisores de água. A orientação do fluxo de água regional, como já destacado anteriormente, é oeste/noroeste predominantemente, com exceção de pontos onde há confluência devido a presença de drenagens. No mapa também foram destacados poços legalizados presente na plataforma SIAGAS (sistema de informações de águas subterrâneas) fornecido no site da CPRM (Serviço Geológico do Brasil).

A ocupação da área em que o empreendimento será construído, tem vínculo, portanto com essas quatro microbacias. Em uma avaliação preliminar já se destaca que a impermeabilização dos setores tem diferentes características.

O setor 1, mais ao norte, é o que possui menor ocupação de áreas impermeáveis, seguido pelo setor 2. O setor 3 e de mais abrangência em área, possui um nível intermediário, com diversas áreas já ocupadas e pequenos remanescente

de vegetação e pasto. O setor 4 é altamente urbanizado com uma densidade elevada de áreas impermeáveis.

O projeto do Residencial Quinta das Águas possui uma área verde que abrange todos setores, além de áreas de preservação permanente em todo perímetro de drenagens perenes e nascentes assegurando dessa forma que áreas de recarga estejam presentes e diminuindo consideravelmente o impacto causado pela impermeabilização do solo.

Embora ocorra a impermeabilização, a colocação do empreendimento não apresenta proporções as quais podem gerar uma diminuição regional do nível do freático. Isso devido ao fato de que o nível regional do freático tem uma relação direta com a situação atual da área total, sendo que novos focos de impermeabilização contribuem assim, como os já existentes, para uma mudança em maiores escalas mas não de forma isolada. Portanto, mesmo com a colocação do empreendimento, o nível do aquífero livre freático regional não deve sofrer alterações, podendo ocorrer modificações pontuais nas áreas recém impermeabilizadas.

Outro aspecto importante é identificar que alterações, sejam elas na dinâmica do fluxo superficial ou na qualidade das águas, tendem a gerar impactos a jusante. Por essa razão a preocupação com a preservação de canais de drenagem e áreas permeáveis é fundamental na permanência de aspectos hidrológicos e hidrogeológicos.

O Anexo 2 mostra o mapa de drenagens e lineamentos da área. Esse mapa foi gerado com o auxílio de imagens SRTM obtidas na plataforma GLOVIS (Global Visualization Viewer) presente no site da USGS (United States Geological Survey) e atividades de campo para determinação de mergulhos em rochas. Destacam-se dois principais tipos de estruturas nas rochas da região: Lineamentos regionais de direção aproximadamente norte/sul e lineamentos de menores dimensões no sentido noroeste/sudeste e oeste/leste. Um ponto apenas mostra uma mudança de sentido da drenagem tendo sentido nordeste/sudoeste. Essas feições podem dar indícios de prováveis estruturas relacionadas a existência do aquífero fissurado regional.

De forma geral, grande parte das vezes as drenagens parecem estar relacionadas com as estruturas noroeste/sudeste de maneira relativamente encaixada. Estas por sua vez podem ser contribuintes para dutos subterrâneos na geração do aquífero cristalino.

Os lineamentos de maior desenvolvimento e caráter regional apresentam sentido aproximado norte/sul e mergulhos obtidos na área confirmam o mesmo padrão. Verificações em campo no entanto mostraram que esses lineamentos estão associados a bandas gnaissicas ou camadas de rochas metamórficas de grande coesão geradas por tensões compressivas diferente das estruturas anteriormente citadas que mostram padrões de zonas de alívio.

Com os dados acima citados, se pode observar um panorama no qual estruturas e lineamentos dão indícios de possíveis correlações com o aquífero cristalino. A recarga de tais aquíferos possui muitas vezes uma relação indireta com a superfície podendo demonstrar quaisquer sinais de problema apenas depois de muitas anos de exploração de água.

O empreendimento e sua posição na área não deve afetar diretamente a recarga desses aquíferos visto que as maiores zonas de lineamentos estão inseridas em APP's ou áreas verdes do projeto. Vale ressaltar que a situação atual desse recurso pode vir a sofrer impacto no futuro pelo seu uso indiscriminado e que o empreendimento não fará, a princípio, o uso de poços artesianos para abastecimento.

## **7. CONCLUSÕES**

Embora a impermeabilização seja um processo hoje inevitável devido a expansão urbana, diversas medidas já vêm sendo tomadas para que este impacto seja devidamente minimizado. A obrigação da existência de áreas permeáveis através de áreas verdes e áreas de proteção permanente faz com que sejam garantidos locais onde seja mantido um equilíbrio natural nos processos de evapotranspiração e infiltração.

Existem ainda outras medidas como recarga artificial do lençol freático que hoje são utilizadas em alguns locais mais críticos. O empreendimento e sua colocação no contexto hidrogeológico da área irá causar um impacto como já previsto no EIA (Estudo de Impacto Ambiental), porém as devidas medidas mitigadores serão tomadas e a impermeabilização não deverá causar mudanças críticas no cenário atual relacionado aos aquíferos. Isso se dá pelo fato de que nesse caso os aquíferos são corpos de dimensões regionais e sua correlação com a superfície obedece os mesmos padrões sendo que para mudanças drásticas em um cenário de menor

escala de detalhamento nas condições de disponibilidade hídrica exige uma alteração de grandes proporções.

A saída para esse processo hoje tem sido encontrada em ações onde se incentiva o uso de água de chuva, disponibilidade de áreas permeáveis no terreno e recuperação de nascentes e drenagens, todas estas presentes no projeto elaborado para o empreendimento.

Outra medida importante adotada pelo empreendimento se trata da implantação de tanques permeáveis de retenção das águas pluviais, fazendo com que parte das águas de chuva recolhidas pelo sistema de drenagem retornem ao solo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

CPRM - Serviço Geológico do Brasil - SIAGAS sistema de informações de águas subterrâneas - < [http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar\\_mapa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php)> (Acesso em abril de 2016).

Estudo Prévio de Impacto Ambiental – Residencial Quinta das Águas, 2014 - <[http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=545:eia-rima-resi-quinta-aguas&catid=62:eias-rima-na-area-do-pcj&Itemid=101](http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=545:eia-rima-resi-quinta-aguas&catid=62:eias-rima-na-area-do-pcj&Itemid=101)> (Acesso em março de 2016).

Google Earth – Mapas - < <https://www.google.com/earth/>> (Acesso em abril de 2016).

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2009 - 2a. edição.

USGS – United States Geological Survey – GLOVIS Global Visualization Viewer - <<http://glovis.usgs.gov/>> (Acesso em março de 2016).

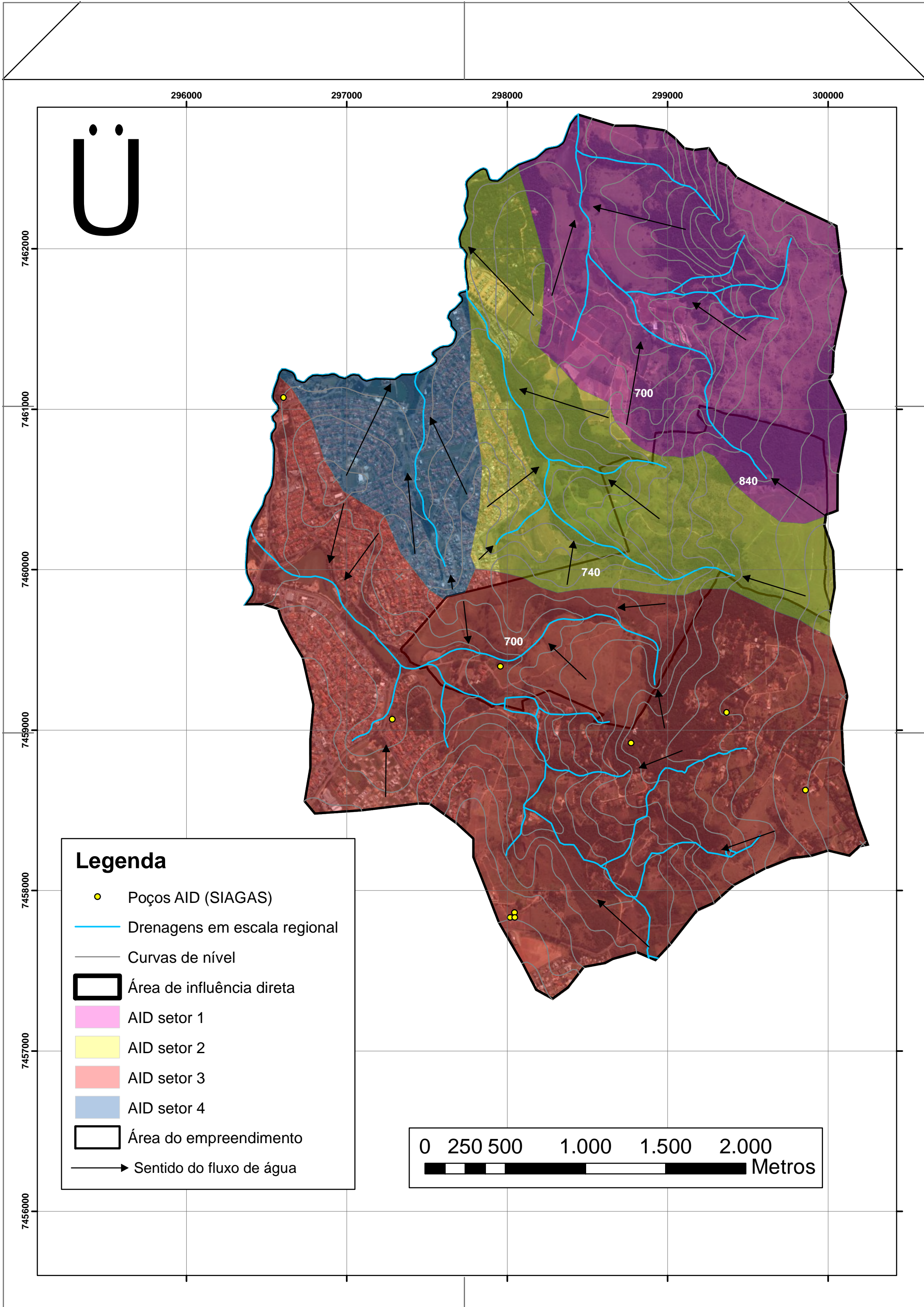
## 9. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

---

THIAGO BRANDÃO FAVARO  
CREA 5069276488

## ANEXO 1 – MAPA DE FLUXO D'ÁGUA

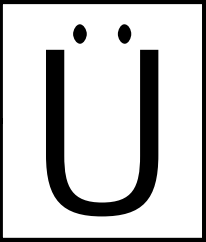
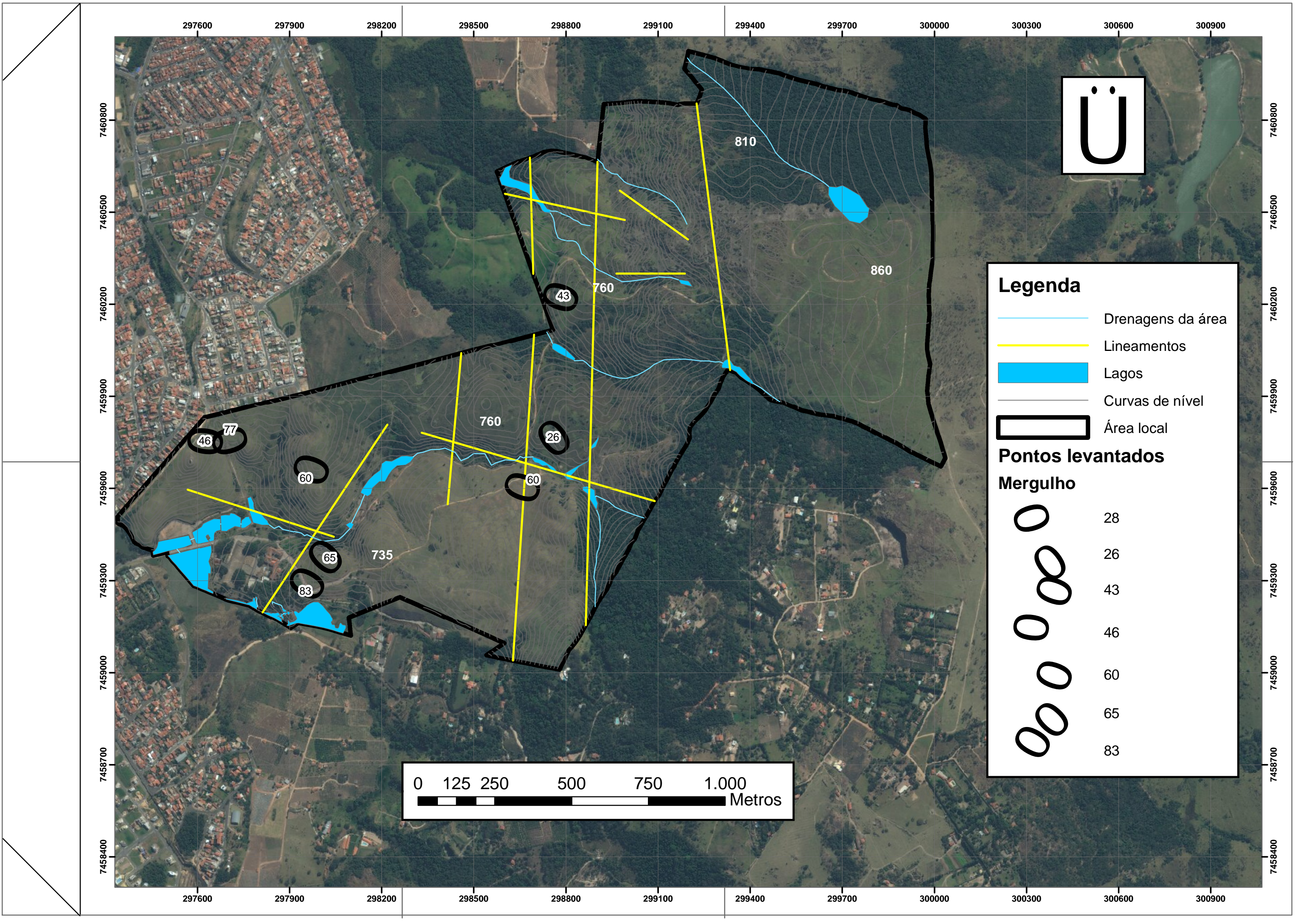






## ANEXO 2 - MAPA DE DRENAGENS E LINEAMENTOS DA ÁREA





### Legenda

- Drenagens da área
- Lineamentos
- Lagos
- Curvas de nível
- Área local

### Pontos levantados

#### Mergulho

0	28
0	26
0	43
0	46
0	60
0	65
0	83

