

ANEXO -

**Atendimento às considerações e
recomendações do Parecer Técnico GT-
Empreendimentos nº 04/2014 dos Comitês
PCJ.**

Lais Spinnelli

De: Eduardo Cury <eduardo.cury@agenciapcj.org.br>
Enviado em: quarta-feira, 7 de outubro de 2015 10:57
Para: lais@agenciapcj.org.br
Assunto: ENC: Questionamento 3 - Proposta Técnica - PCJ - Concorrência 01/2015

De: Eduardo Cury [mailto:eduardo.cury@agenciapcj.org.br]
Enviada em: quarta-feira, 7 de outubro de 2015 10:56
Para: 'Juliana de Resende Fabião' <juliana.resende@aguaesolo.com>
Assunto: RES: Questionamento 3 - Proposta Técnica - PCJ - Concorrência 01/2015

Juliana de Resende Fabião,
O entendimento está correto, desde que o atestado ou a declaração atendam ao que está especificado no edital.
Atenciosamente,
Eduardo Massuh Cury
Presidente da Comissão de Licitações.

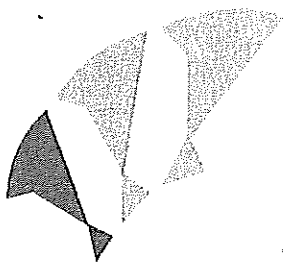
De: Juliana de Resende Fabião [mailto:juliana.resende@aguaesolo.com]
Enviada em: quarta-feira, 7 de outubro de 2015 10:18
Para: eduardo.cury@agenciapcj.org.br
CC: AGUA E SOLO-Lawson <lawson.beltrame@aguaesolo.com>; ENGEPLUS-Fernando <fernando.fagundes@engeplus.eng.br>
Assunto: Questionamento 3 - Proposta Técnica - PCJ - Concorrência 01/2015

Prezado Sr.

No nosso entendimento, e consoante com os diversos dicionários oficiais da língua portuguesa, os termos "atestado" e "declaração" são considerados sinônimos.
Esta correto nosso entendimento?
No aguardo.
Atenciosamente,

Geól. Juliana de Resende Fabião
CREA 93.639-D
Água e Solo Estudos e Projetos
Rua Baronesa do Gravataí, 137/406
Cidade Baixa – POA/RS
CEP 90.160-070
<http://www.aguaesolo.com>
(51) 3237-63-35 / 3237-63-39

estudos e projetos
água&solo



COMITÊS PCJ

Rua Alfredo Guedes, 1949
Edifício Racz Center | Sala | 604

19 3437.2100
13416.901 | Piracicaba - SP | Brasil
se.pcj@agenciapcj.org.br

www.comitepcj.sp.gov.br

187/2011
1453

Piracicaba, 02 de julho de 2014.

Ofício Comitês PCJ nº 156/2014

Assunto: Parecer Técnico – Análise de EIA/RIMA para o Licenciamento Ambiental Prévio para a implantação do Loteamento Residencial Kaloré (Processo CETESB nº 187/2011).

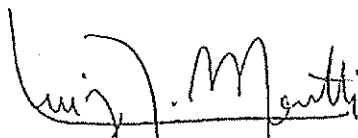
Prezado Senhor:

Informamos que foi realizada em 10/06/14, reunião do GT- Empreendimentos, na qual foram avaliadas as informações complementares, sobre o empreendimento acima referido, solicitadas por meio do Ofício da CETESB nº 488/14/IE.

Vimos, pelo presente, enviar a Vossa Senhoria o Parecer Técnico GT- Empreendimentos nº 04/2014 (anexo), referente ao Licenciamento Ambiental Prévio para a implantação do Loteamento Residencial Kaloré.

Sendo só o que se apresenta para o momento, aproveitamos a oportunidade para renovar nossos protestos de elevada estima e distinta consideração.

Atenciosamente,


Luiz Roberto Moretti
Secretário-executivo
Dos Comitês PCJ

Ilmo. Senhor
Alfredo Rocca
Gerente de Departamento de Avaliação Ambiental de Empreendimentos
SÃO PAULO - SP

Recebido PE
Data 08/07/14
Visto 

377
RECEBIDO
Nº
08/07/14
Visto 

Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



Parecer Técnico GT-Empreendimentos nº 04/2014

1454

Assunto: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA para Licenciamento Ambiental Prévio do Loteamento Residencial Kaloré, localizado em Jaguariúna, sob a responsabilidade da ACS Jaguariúna Empreendimentos Imobiliários Ltda. (Processo nº 187/2011).

Histórico da análise no âmbito dos Comitês PCJ

1. Por meio do Ofício CETESB nº 488/2014/IE, datado de 13 de maio de 2013, protocolado na Secretaria Executiva dos Comitês PCJ, em 19 de maio de 2014, o Departamento de Avaliação Ambiental de Empreendimentos informou que se encontrava em análise o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA referentes ao Loteamento Residencial Kaloré, localizado em Jaguariúna, sob responsabilidade da ACS Jaguariúna Empreendimentos Imobiliários S/A. e, considerando as intervenções em recursos hídricos nas Bacias PCJ, solicitou aos Comitês PCJ a manifestação quanto à viabilidade de implantação do empreendimento, encaminhando 1 (um) CD contendo cópia do EIA/RIMA em estudo;
2. Em 09 de junho de 2014, o GT-Empreendimentos realizou reunião na sede da Agência das Bacias PCJ, em Piracicaba, para análise do empreendimento em questão, bem como, para colher subsídios para a elaboração deste Parecer Técnico. Cabe ressaltar que representantes do empreendedor e de sua equipe técnica participaram da reunião, realizando a apresentação e prestando esclarecimentos sobre o empreendimento.

Considerações e recomendações:

O GT-Empreendimentos considerou que o empreendimento em análise apresenta impactos significativos nos recursos hídricos da região. Considerou, ainda, que esses impactos não estão devidamente tratados no EIA/RIMA apresentado. Desta forma, considera que, para esta fase de Licença Prévia (LP), o EIA/RIMA do empreendimento em questão deve ser complementado, conforme segue:

- a. Apresentar complemento aos estudos de alternativas do uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para o abastecimento do empreendimento durante o tempo de instalação e operação do empreendimento, para atender à demanda segundo as projeções de ocupação e flutuação populacional. Estes estudos precisarão conter, entre outras informações:
 - o detalhamento dos critérios utilizados para a locação dos quatro poços previstos para abastecer o empreendimento até o sétimo ano de ocupação. Sugere-se que sejam realizados estudos geofísicos nos aquíferos presentes na área do empreendimento, aplicando-se o método da eletrorresistividade com a técnica do encaminhamento elétrico, objetivando indicar as áreas mais indicadas para perfuração dos poços, em função da identificação de descontinuidades (zonas de fraqueza) da rocha;
 - os estudos sobre disponibilidade hídrica subterrânea, ressaltando cuidado com locais de recarga dos aquíferos, como forma de comprovar/garantir que através da sua captação será possível atender a demanda de 12,69 L/s prevista no EIA/RIMA para os 7 primeiros anos;
 - a análise da viabilidade de outras alternativas de abastecimento independentemente dos poços profundos localizados no aquífero cristalino;
 - o estudo de captação no Rio Jaguari, incluindo dados relacionados à implantação do sistema adutor, tratamento e distribuição, complementado com os reservatórios de água tratada.
- b. Apresentar estudos complementares ao EIA-RIMA quanto aos usos industriais da região do entorno do empreendimento, levando em consideração o zoneamento de uso do solo, a fim de identificar riscos, atuais ou futuros, na prospecção de águas superficiais ou subterrâneas, como prevenção a conflitos de uso na região.
- c. Apresentar informações sobre a capacidade da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que atenderá o empreendimento, indicando o sistema de esgotamento sanitário, a garantia do nível de tratamento e a capacidade de tratamento do acréscimo de carga orgânica à ETE, decorrente do empreendimento em

Comitês PCJ

Criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 (CBH-PCJ), a Lei Federal nº 9.433/97 (PCJ FEDERAL) e a Lei Estadual (MG) nº 13.199/99 (CBH-PJ)



análise, sem prejuízos ao sistema e ao meio ambiente, em consonância com as metas do Plano das Bacias PCJ 2010-2020, destacadamente quanto ao enquadramento dos corpos hídricos superficiais;

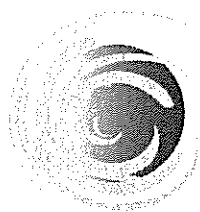
- d. Apresentar medidas de segurança visando a evitar que possíveis vazamentos de esgoto das redes e dos coletores/interceptores, das estações elevatórias de esgotos (EEE) e da ETE possam atingir os cursos d'água da área em questão;
- e. Apresentar medidas de proteção suplementares dos cursos d'água que contemplem a alocação de volumes de reserva extra de esgoto, prevenindo interrupção do funcionamento da EEE e da ETE, em casos de ausência (ou falha da fonte de alimentação) de energia ou paralisação emergencial ou para manutenção;
- f. Fazer verificações quanto ao revestimento dos canais previstos, tendo em vista adequá-lo à velocidade do escoamento, à inclinação dos taludes e a sua estabilidade para a vazão prevista;

Independente de outras considerações a serem realizadas sobre o EIA, após a apresentação das complementações acima relacionadas, o GT-Empreendimentos sugere como condicionantes para a emissão da Licença de Instalação (LI):

1. Apresentar programa de educação ambiental de caráter permanente, permeando todas as etapas da implantação do empreendimento, na forma de capacitação de moradores, funcionários e comunidade do entorno, que deverá ser aprovado pela Câmara Técnica de Educação Ambiental (CT-EA) dos Comitês PCJ, baseado na Política de Educação Ambiental dos Comitês PCJ e no Plano das Bacias PCJ. Este programa deverá conter:
 - a. estrutura: descrição da realidade socioambiental das áreas de influência direta e indireta do empreendimento, justificativa, objetivos, metas, público-alvo, metodologia (contemplando conceito pedagógico, práticas pedagógicas, materiais educativos, conteúdo e detalhamento das atividades), cronograma de execução, estratégias e indicadores de avaliação continuada, parcerias e descrição da equipe técnica;
 - b. dentre outros, devem ser abordados os seguintes temas: realidade socioambiental da região do empreendimento, uso racional da água, bacias hidrográficas e gestão participativa de recursos hídricos, cidadania e participação social, paisagismo ecológico, construções sustentáveis, resíduos e doenças de veiculação hídrica.

Comitês PCJ, 27 de junho de 2014.

Luiz Roberto Moretti
Secretário-executivo dos Comitês PCJ
e Coordenador do GT-Empreendimentos



GEASANEVITA



RESPOSTA COMITE DE BACIA PCJ

Requerente

ACS INCORPORADORA

Localização

Jaguariúna – SP

UGRHI 05

Piracicaba-Capivari-Jundiá

Outubro/2014



INDICE

1. APRESENTAÇÃO	3
2. ITEM A	4
3. ITEM B	6
4. ITEM C	8
5. ITEM D	9
5. ITEM E	10
6. ITEM F.....	11

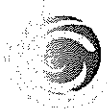


1. APRESENTAÇÃO

O documento apresenta a resposta ao parecer técnico:

Parecer Técnico GT-Empreendimentos nº 04/2014

Assunto: Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA para Licenciamento Ambiental Prévio do Loteamento Residencial Kaloré, localizado em Jaguariúna, sob a responsabilidade da ACS Jaguariúna Empreendimentos Imobiliários Ltda. (Processo nº 187/2011).



2. ITEM A

a. Apresentar complemento aos estudos de alternativas do uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para o abastecimento do empreendimento durante o tempo de instalação e operação do empreendimento, para atender à demanda segundo as projeções de ocupação e flutuação populacional. Estes estudos precisarão conter, entre outras informações:

O detalhamento dos critérios utilizados para a locação dos quatro poços previstos para abastecer o empreendimento até o sétimo ano de ocupação. Sugere-se que sejam realizados estudos geofísicos nos aquíferos presentes na área do empreendimento, aplicando-se o método da eletrorresistividade com a técnica do encaminhamento elétrico, objetivando indicar as áreas mais indicadas para perfuração dos poços, em função da identificação de descontinuidades (zonas de fraqueza) da rocha;

Os estudos sobre disponibilidade hídrica subterrânea, ressaltando cuidado com locais de recarga dos aquíferos, como forma de comprovar/garantir que através da sua captação será possível atender a demanda de 12,69 L/s prevista no EIA/RIMA para os 7 primeiros anos;

Inicialmente foram realizados levantamentos bibliográficos, cartográficos, bem como visitas ao campo, cadastramento de poços nas imediações e região do projeto para levantar as condições geológicas e hidrogeológicas presentes nas áreas disponibilizadas pelo empreendedor, quais sejam, a área de implantação do Residencial Kaloré e Fazenda Meia Lua.

A partir da elaboração de um mapa geológico preliminar da área, as relações estruturais das rochas em superfície foram detalhadas com serviços de Sensoriamento Remoto, utilizando fotografias aéreas e imagens de radar, de modo a construir um mapa de fraturas empregando a técnica de filtros direcionais do programa ERMapper. Na sequência, foram realizados estudos geofísicos, incluindo as técnicas de Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e caminhamentos de Imageamento Elétrico (IE), utilizando o arranjo Wenner, que possibilitaram investigações estratigráficas, estruturais e faciológicas das rochas sedimentares e cristalinas ocorrentes nas áreas em estudo. Ao todo, foram realizadas 9 SEV's e 6.410 metros de imageamento elétrico, sendo as SEV's posicionadas preferencialmente no centro dos IE's e, estes últimos, em 11 linhas com comprimentos entre 440 e 640 metros e espaçamento de 10 metros entre eletrodos, perpendiculares ou pouco



obíquas em relação às estruturas lineares previamente traçadas nos estudos de Sensoriamento Remoto.

A integração das informações obtidas em todos os trabalhos permitiu a definição de 16 pontos prioritários em zonas de fratura ou de litologia favorável para construção de poços, sendo 6 deles localizados na área do futuro empreendimento Kaloré e outros 10 pontos na área da Fazenda Meia Lua, com previsão de vazões explotáveis de 213 m³/hora, sendo cerca de 25 a 30% deste volume na área do Kaloré. Os cálculos de vazão foram baseados em informações cadastrais de poços tubulares profundos, bem como em dados de piezometria e vazão específica mínima média dos sistemas aquíferos na região do projeto, extraídos de trabalhos hidrogeológicos acadêmicos que analisaram dados de cerca de 1.000 poços na região.

Finalmente, foi realizado um balanço hídrico das áreas em questão para conhecer as reservas permanentes, reguladoras, exploráveis e disponíveis, considerando as superfícies de recarga das áreas remanescentes preservadas ou não edificadas do futuro loteamento, áreas ajardinadas, águas de escoamento meteórico direto aos Rios Atibaia e Jaguari, bem como as áreas de infiltração na área rural agriculturável da Fazenda Meia Lua. Os cálculos revelaram uma disponibilidade hídrica subterrânea explorável nas áreas em estudo de 426,62 m³/hora.

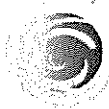
Isto posto, o volume explorável por meio dos poços programados é suficiente para abastecimento da média de vazão horária necessária até a fase final do empreendimento, calculada em 200 m³/hora.

A análise da viabilidade de outras alternativas de abastecimento independentemente dos poços profundos localizados no aquífero cristalino;

O estudo de captação no Rio Jaguari, incluindo dados relacionados à implantação do sistema adutor, tratamento e distribuição, complementado com os reservatórios de água tratada.

A outra alternativa estuda foi a captação no rio Jaguari. Vou desenvolvido o estudo hidrológico de capacidade do rio (EM ANEXO) e solicitada a outorga para o DAEE (EM ANEXO).

Foi feito o pré-dimensionamento da alternativa de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição da água para o empreendimento (EM ANEXO).



3. ITEM B

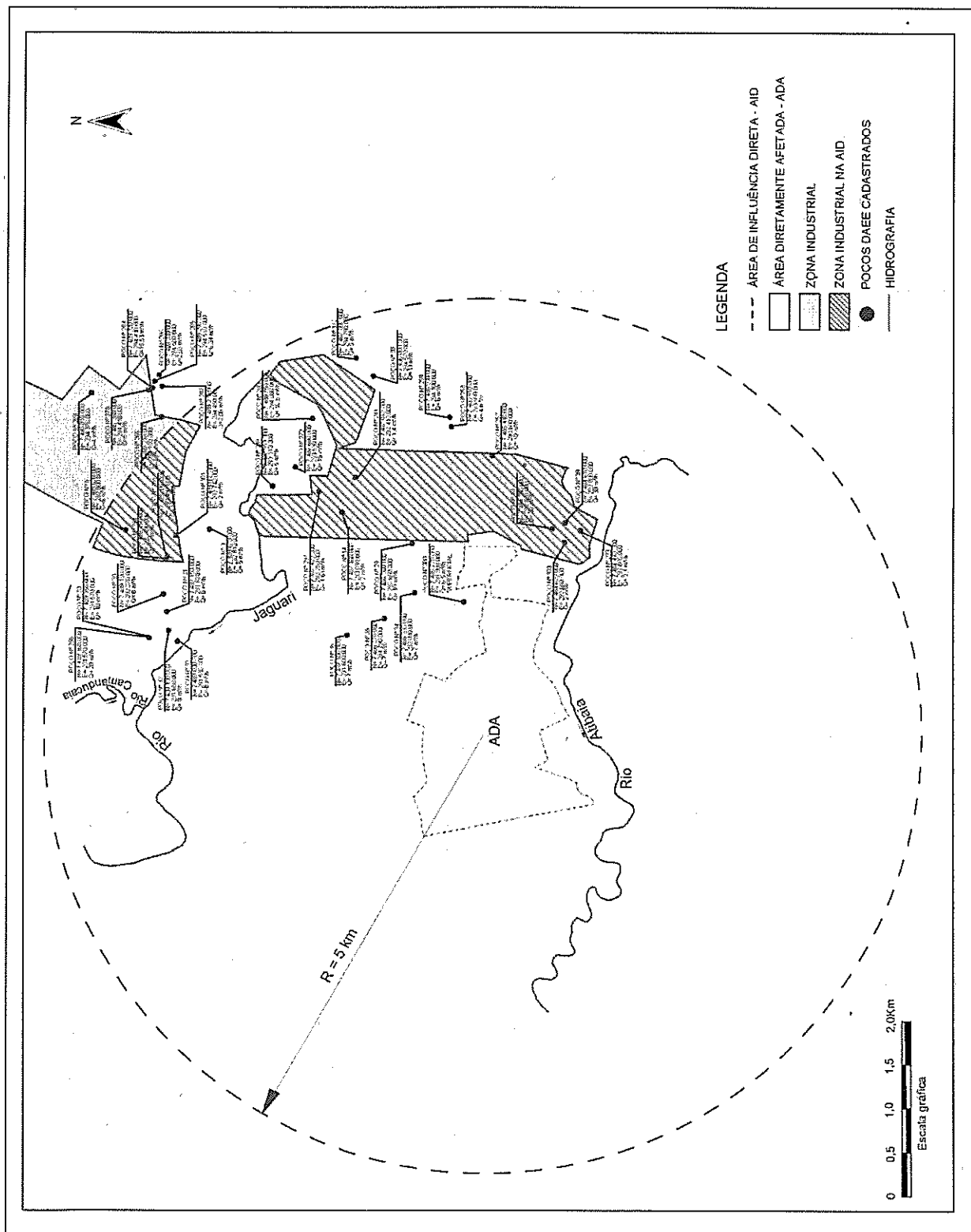
b. Apresentar estudos complementares ao EIA-RIMA quanto aos usos industriais da região do entorno do empreendimento, levando em consideração o zoneamento de uso do solo, a fim de identificar riscos, atuais ou futuros, na prospecção de águas superficiais ou subterrâneas, como prevenção a conflitos de uso na região.

A figura a seguir mostra os poços outorgados no entorno direto da gleba. Observa-se que atualmente há uma situação relativamente estável quanto a captação de água subterrânea, pois os empreendimentos do entorno encontram-se em operação e com seus poços outorgados pelo DAEE.

Por outro lado, os estudos apresentados demonstram que a captação de água subterrânea para o empreendimento não se constitui em extração predatória.

Quanto aos riscos de futuras explorações, entende-se que a outorga de novos poços deverão ser autorizados pelo mesmo órgão.

Quanto aos riscos de contaminação, observa-se que as indústrias do entorno não constituem em indústrias poluentes. Nesse sentido a Resolução SS 65, de 12 de Abril de 2005, exige o monitoramento sistemáticos dos poços em atividade, tornando esse tipo de impacto ausente.





4. ITEM C

C. Apresentar informações sobre a capacidade da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que atenderá o empreendimento, indicando o sistema de esgotamento sanitário, a garantia do nível de tratamento e a capacidade de tratamento do acréscimo de carga orgânica à ETE, decorrente do empreendimento em análise, sem prejuízos ao sistema e ao meio ambiente, em consonância com as metas do Plano de Bacias PCJ 2010-2020, destacadamente quanto ao enquadramento dos corpos hídricos superficiais;

Foi desenvolvido o projeto da ETE para o empreendimento e feito o estudo de autodepuração (EM ANEXO)



5. ITEM D

d. Apresentar medidas de segurança visando a evitar que possíveis vazamentos de esgoto das redes e dos coletores/interceptores, das estações elevatórias de esgotos (EEE) e da ETE possam atingir os cursos d'água da área em questão;



5. ITEM E

e. Apresentar medidas de proteção suplementares dos cursos d'água que contemplem a alocação de volumes de reservação extra de esgoto, prevendo interrupção do funcionamento da EEE e da ETE, em casos de ausência (ou falha da fonte de alimentação) de energia ou paralisação emergencial ou para manutenção;



6. ITEM F

f. Fazer verificações quanto ao revestimento dos canais previstos, tendo em vista adequá-lo à velocidade do escoamento, à inclinação dos taludes e a sua estabilidade para a vazão prevista;

Na Modelagem Hidráulica já foi previsto o coeficiente de manning para o revestimento utilizado. Assim, a velocidade está abaixo da máxima prevista para o revestimento.

Os Estudos de Macrodrenagem indicam que, para os canais 01 e 02, a adoção de geometrias mistas, com a base retangular em concreto e o restante com seção trapezoidal em terra (talude 1,5H:1V), com as dimensões apresentadas para os canais 1 e 2 serão suficientes para suportar a chuva com tempo de retorno de 100 anos sem que ocorra extravasamento do canal. A base retangular em concreto visa adequá-lo às velocidades de até 4,0 m/s (conforme DAEE).



GEASANEVITA



ACS Incorporadora

**Estudos do Sistema de Saneamento para o
Empreendimento ACS, localizado em
Jaguariúna/SP**

ESTUDO DE CONCEPÇÃO

GE-14-025-CP-GER-001-R0

Outubro/14



GEASANEVITA

ACS Incorporadora

**Estudos do Sistema de Saneamento para o
Empreendimento ACS, localizado em
Jaguariúna/SP**

ESTUDO DE CONCEPÇÃO

GE-14-025-CP-GER-001-R0

Outubro/14



GEASANEVITA

Título do Trabalho				Nº do Trabalho		
Elaboração de Estudo de Concepção do Empreendimento ACS, Localizado em Jaguariúna / SP				GE-14-025		
Título do documento				Código do documento		
ESTUDO DE CONCEPÇÃO				GE-14-025-CP-GER-001		
Revisão	Data	Nome do Arquivo	GE-14-025-CP-GER-001-R0.doc			
R0	07/10/14	Descrição	Emissão inicial			
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome	BBR/ACJ	RTF	BVBC	BVBC
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição	Revisão geral			
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	5
2	OBJETIVO	6
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	7
3.1	RECURSOS HÍDRICOS.....	7
3.2	POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO	13
3.3	USO E OCUPAÇÃO.....	13
3.4	SISTEMAS EXISTENTES	16
4	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	18
4.1	LOCALIZAÇÃO	18
4.2	USO E OCUPAÇÃO.....	20
4.3	ESTUDO POPULACIONAL.....	21
5	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	25
5.1	CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO.....	25
5.2	VAZÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	35
5.3	CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	38
5.4	RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	46
6	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	47
6.1	CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO.....	47
6.2	VAZÕES DE ESGOTO.....	47
6.3	CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	51
6.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	53
6.5	RESUMO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	63
7	RELAÇÃO DE DOCUMENTOS	64
	ANEXO I – MAPA DAS BACIAS PRINCIPAIS	65
	ANEXO II – PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – ESTAÇÃO JAGR02400	66
	ANEXO III – ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO	67
	ANEXO IV – ART	68

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório, denominado Estudo de Concepção, é parte integrante do contrato "Elaboração de Estudo de Concepção para o Empreendimento Localizado em Jaguariúna / SP", conforme contrato de N° GE-13-022 firmado entre as empresas GEASANEVITA e ACS INCORPORADORA.

O contrato abrange diversas áreas do Saneamento. A seguir estão apresentados os documentos que são parte integrante desse contrato.

- o GE-13-022-EP-MAC-001 - Estudo Hidrológico e Hidráulico do Empreendimento ACS Jaguariúna;
- o GE-13-022-CP-GER-001 - Estudo de Concepção dos Sistemas de Saneamento do Empreendimento ACS Jaguariúna; e

Para elaboração deste estudo, foram utilizadas as seguintes normas:

- o NBR 12.211 – Estudo de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água;
- o NBR 12.218 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público;
- o NBR 12.266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- o NBR 9.648 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;
- o NBR 9.649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário;
- o NBR 12.208 – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário;
- o NBR 12.209 – Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário

2 OBJETIVO

Objetivo deste relatório é apresentar a Concepção dos Sistemas de Saneamento – Água, Esgoto e Microdrenagem, referente ao empreendimento ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré, a ser implantado no Município de Jaguariúna – SP, sob a coordenação do ACS INCORPORADORA.

O corpo principal do relatório é composto dos seguintes itens:

- **Caracterização do Área** – apresenta as descrições e condições de contorno do empreendimento, tais como: recursos hídricos; população do município; uso e ocupação, além dos sistemas existentes;
- **Caracterização do Empreendimento** – apresenta as descrições do empreendimento e o estudo populacional;
- **Sistema de Abastecimento de Água de População** – apresenta os critérios e parâmetros de projeto, vazões de abastecimento de água e a concepção do sistema de abastecimento de água;;
- **Sistema de Esgotamento Sanitário** – apresenta os critérios e parâmetros de projeto, vazões de esgoto e a concepção do sistema de esgotamento sanitário e estação de tratamento de esgoto;
- **Sistema de Microdrenagem** – apresenta os critérios e parâmetros de projeto, vazões dos lançamentos e a concepção do sistema de microdrenagem;
- **Estimativa de Custos** – apresenta a estimativa de custos de implantação dos sistemas de saneamento.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

O empreendimento localiza-se dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº5 (UGRHI-5) que corresponde às bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ. A área total da bacia é de 15.303 km², sendo 92% dentro do Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais. Em termos hidrográficos, há sete sub-bacias principais, sendo cinco pertencentes ao Piracicaba (Atibaia, Camanducaia, Corumbataí, Jaguari, Piracicaba), além do Capivari e Jundiá.

O Quadro 3.1 apresenta as extensões territoriais distribuídas pelas sub-bacias e o Anexo I apresenta o mapa das mesmas.

Quadro 3.1 - Área das Sub-bacias

SUB-BACIAS	ÁREA - SP	ÁREA - MG	ÁREA TOTAL
	Km ²	Km ²	Km ²
Piracicaba	3.700,79	-	3.700,79
Camanducaia	870,68	159,32	1.030,00
Jaguari	2.323,42	966,58	3.290,00
Atibaia	2.828,76	39,98	2.868,74
Corumbataí	1.679,19	-	1.679,19
Capivari	1.620,92	-	1.620,92
Jundiá	1.114,03	-	1.114,03

Fonte: Relatório Síntese PCJ, 2010/2020.

O empreendimento está compreendido nas sub-bacias do Atibaia e Jaguari. Segundo levantamento planialtimétrico fornecido, existem 05 cursos d'água ou nascentes no interior da área a ser loteada, além de uma área extensa de brejo.

3.1.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

As bacias PCJ dispõem de águas subterrâneas e superficiais para o provimento das demandas de água das diversas atividades sociais e econômicas desenvolvidas nas áreas rurais e urbanas dos estados e municípios por elas abrangidos.

Os recursos hídricos subterrâneos são pouco relevantes para o atendimento de demandas urbanas de maior magnitude. A grande exceção é o Aquífero Guarani, principal aquífero regional da Bacia do Paraná em termos de reserva e produtividade, localiza-se na porção oeste (extensão de 2.136 km², ou 15% das Bacias PCJ), onde não estão situadas as grandes demandas. O Aquífero Cristalino é a unidade de maior extensão, com cerca de 6.037 km² (43%), sendo 4.717 km² na Bacia do Piracicaba, 310 km² na Bacia do Capivari e 1.009 km² na Bacia do Jundiá. Esta formação possui um potencial de oferta de água subterrânea para demandas localizadas e de menor expressão. Possibilidades e limitações semelhantes são encontradas no Aquífero Tubarão; sua presença alcança cerca de 3.790 km² (27% das Bacias PCJ), totalmente em São Paulo, ocorrendo principalmente nas bacias do Piracicaba (2.435 km²) e do Capivari (1.227 km²).

Os Aquíferos Aquiclude Passa Dois, Diabásio e Serra Geral – este com pequena presença nas Bacias, o equivalente a 2% de seu território, mas com maior potencial para a sua exploração.

O Anexo II apresenta a localização dos aquíferos, com as indicações das faixas de produtibilidades, que normalmente podem ser obtidas nas diversas regiões.

A vazão Q7,10 foi definida como a vazão de referência para a determinação da disponibilidade hídrica superficial para as Bacias PCJ. Trata-se de um valor referencial de natureza cautelosa, que tem a finalidade – sem prejuízo de medidas vinculadas ao uso racional da água e ao controle de perdas nos sistemas públicos de abastecimento – de proporcionar segurança maior às avaliações e projeções, reduzindo as possibilidades de risco e de impactos de situações hidrológicas adversas.

3.1.1.1 VAZÃO DISPONÍVEL

No município de Jaguariúna são encontrados três tipos de aquíferos, sendo eles: Tubarão, Cristalino e o Diabásio com faixas de produtividade de 0 a 13 m³/h, 3 a 23 m³/h e 1 a 12 m³/h respectivamente (Relatório Síntese PCJ, 2010/2020).

Para o cálculo da disponibilidade hídrica real nas sub-bacias foram consideradas as transposições e as vazões descarregadas pelos reservatórios pertencentes ao Sistema Cantareira presentes ao longo dos cursos d'água. A sub-bacia do rio Jaguari recebe a vazão referente à um terço do reservatório Jaguari-Jacareí, isto é 1,67 m³/s. O Quadro 3.2 apresenta a disponibilidade hídrica para as Bacias PCJ.

Quadro 3.2-- Disponibilidade hídrica superficial por Bacias PCJ

SUB-BACIAS	Q7,10 (m³/s)	Q disponível (m³/s)
Camanducaia	3,60	3,50
Jaguari	10,29	7,20
Atibaia	9,01	8,54
Corumbataí	4,70	4,70
Piracicaba	8,16	8,16
Capivari	2,38	2,38
Jundiá	2,30	3,50

Fonte: Relatório Síntese PCJ, 2010/2020.

3.1.2 QUALIDADE

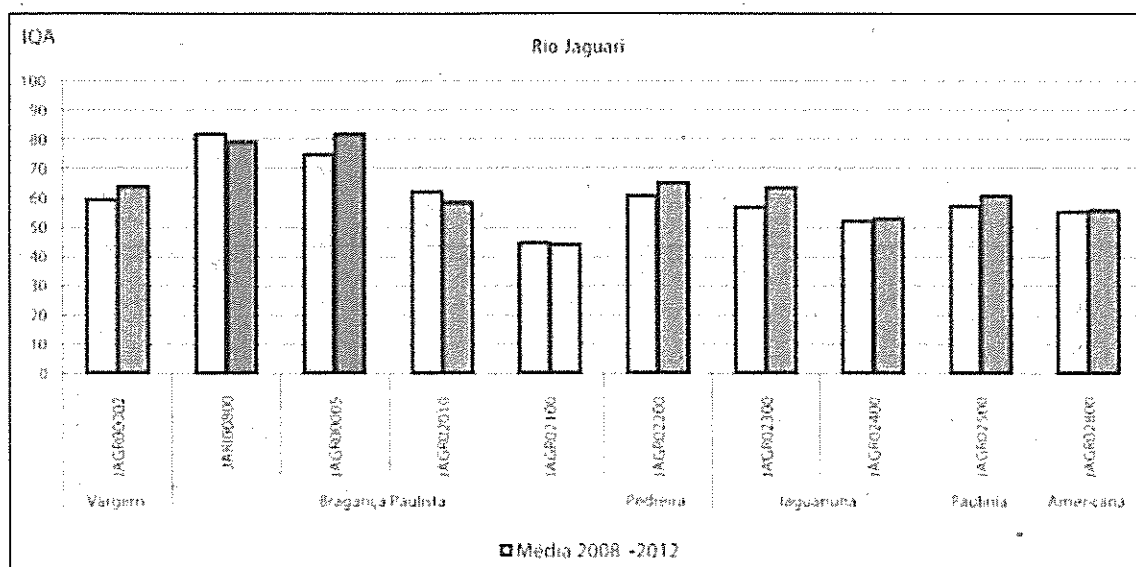
A qualidade dos corpos hídricos pode ser observada através de medidas indiretas, a CETESB utiliza o Índice de Qualidade das Águas – IQA que fornece uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais indicando o impacto do lançamento de esgotos predominantemente doméstico no corpo d'água e o Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática – IVA que indica a possibilidade de sobrevivência da vida aquática através de variáveis essenciais para a vida aquática como o oxigênio dissolvido, pH e toxicidade.

O rio Jaguari ao longo de seu curso possui 10 estações de monitoramento e no município de Jaguariúna 02 estações. A estação mais próxima do ponto de captação é a de número JAGR02400, cujas características gerais estão apresentadas no Quadro 3.3. No Anexo III estão apresentados os parâmetros e indicadores de qualidade das águas para o ponto em questão que serão utilizados para o dimensionamento da Estação de Tratamento de Água do empreendimento.

Quadro 3.3 – Características da estação JAGR02400.

CÓDIGO ANA	62615500
CÓDIGO ADICIONAL	JAGR02400
NOME	Ponte Rodovia SP-340
BACIA	Rio Paraná
SUB-BACIA	Rios Paraná, Tietê e outros
RIO	Rio Jaguari
ESTADO	São Paulo
MUNICÍPIO	Jaguariúna
RESPONSÁVEL	CETESB
OPERADORA	CETESB
LATITUDE	-22°42'15"
LONGITUDE	-47°0'51"
ÁREA DE DRENAGEM (km²)	2.200

O Rio Jaguari apresenta boa qualidade em quase todo trecho monitorado pela CETESB, conforme Figura 3.1. No entanto, na saída de Bragança Paulista apresentou IQA regular (IQA médio de 45). O município de Jaguariúna ambos os pontos apresentaram IQA bom (IQA médio de 64 e 53). Para o IVA, o corpo hídrico apresenta maior variação, nos pontos analisados, em Bragança Paulista, o índice varia de regular à ruim, respectivamente. Nos municípios mais a jusante, Pedreira e Jaguariúna ocorre aumento na concentração de oxigênio dissolvido e o índice passa a ser ótimo e posteriormente no município de Paulínia cai para bom e em Americana passa a ser regular, conforme Figura 3.2


Figura 3.1 – Perfil do IQA ao longo do Rio Jaguari em 2013.



Fonte: Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2013)

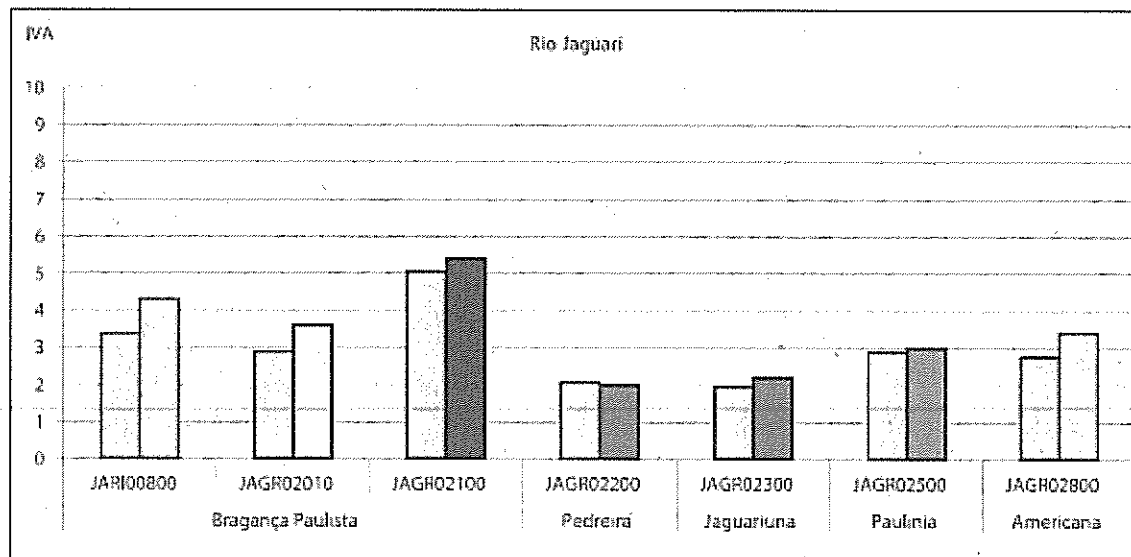


Figura 3.2 – Perfil do IVA ao longo do Rio Jaguari em 2013.

Fonte: Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2013)

O Rio Atibaia apresenta IQA bom em toda extensão, apenas com um ponto em Paulínia apresentando valor regular, conforme Figura 3.3. Para o IVA o curso d'água inicia com a oscilação entre qualidade boa e ótima. O pior trecho encontra-se em Paulínia e Americana, trecho que ainda recebe contribuições importantes de esgotos domésticos e, também de efluentes industriais, resultando em valores altos de Fósforo Total e ocorrência de Toxicidade, conforme Figura 3.4.

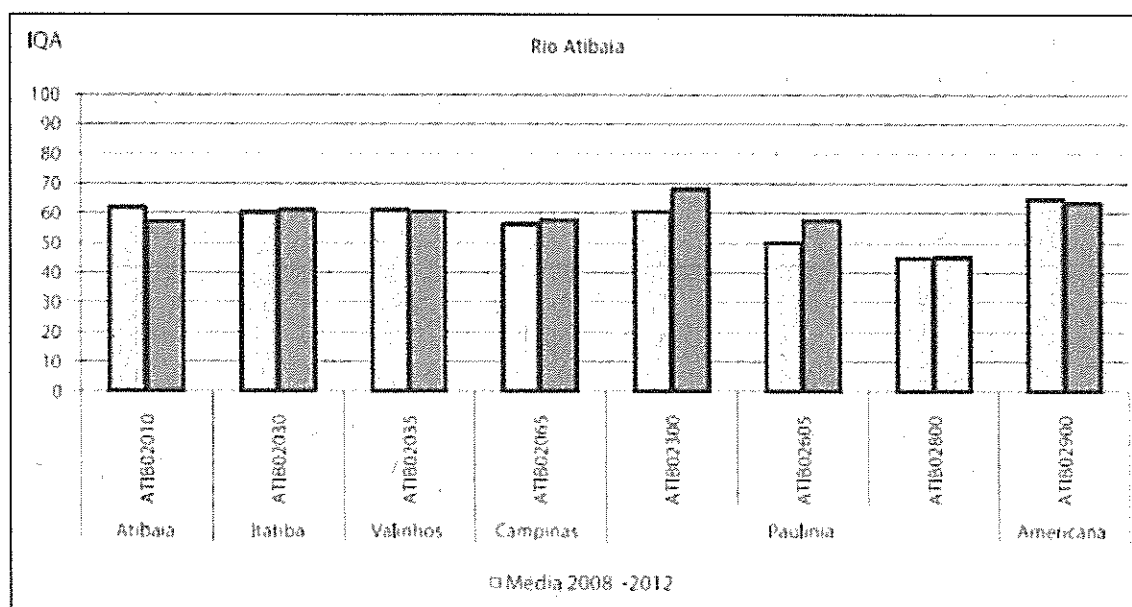


Figura 3.3 – Perfil do IQA ao longo do Rio Atibaia em 2013.

Fonte: Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2013)

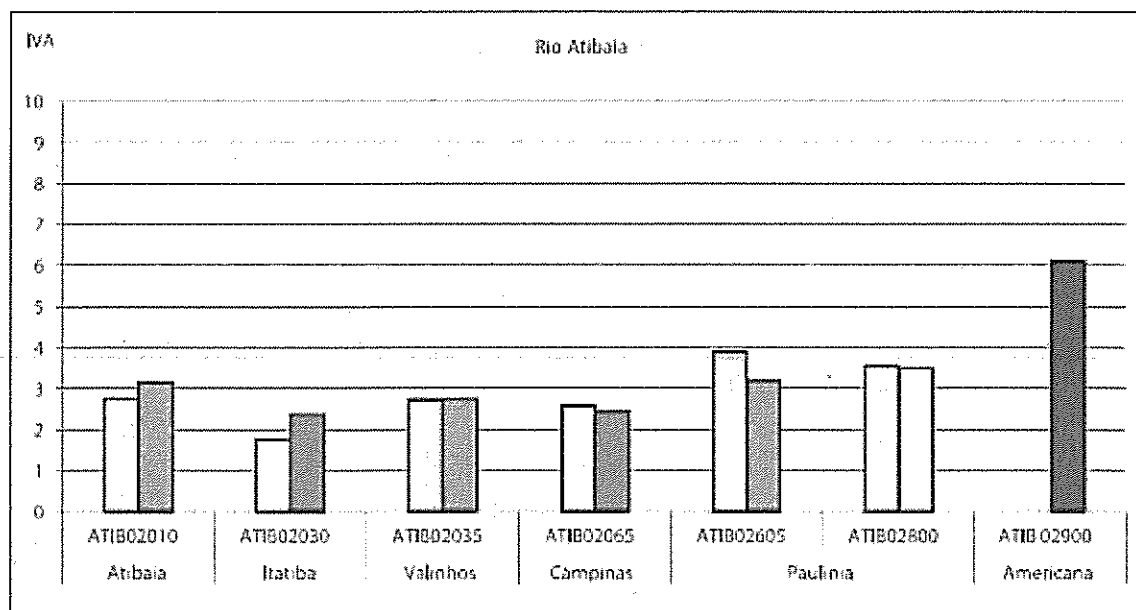


Figura 3.4 – Perfil do IVA ao longo do Rio Atibaia em 2013.

Fonte: Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2013)

A qualidade da água subterrânea no município é boa, sendo que o abastecimento de 2,79 % dos habitantes é realizado através de captação do Aquífero Cristalino e passa apenas por tratamento simples por apresentar qualidade excelente. De acordo com a relação de áreas contaminadas cadastradas pela CETESB até o ano de 2012, foram constatados 8 pontos de contaminação de água subterrânea no município de Jaguariúna, no entanto nenhum próximo ao local do empreendimento, conforme Quadro 3.4.

Quadro 3.4– Relação de áreas contaminadas do município de Jaguariúna

PROPRIETÁRIO	ENDEREÇO	COORDENADAS		FUSO
		UTM N (m)	UTM E (m)	
Auto Posto Cred Campo Limpo Paulista LTDA.	Rua Cândido Bueno 1091	7.487.23,30	296.173,98	23
Auto Posto KM. 141 LTDA.	Estrada JGR s/n Trevo de Holambra	7.496.520,00	293.590,00	23
Auto Posto São João de Jaguariúna LTDA.	Rua José Alves Guedes 1281	7.488.570,00	295.770,00	23
Centro Automotivo Jaguar LTDA.	Rua Capitão Ulisses Massoti 1091	7.487.657,00	296.710,00	23
Fernando Pereira	Rodovia SP 340 km 130	7.486.017,17	293.211,91	23
Krmai Indústria e Comércio de Rodas LTDA.	Rua Maranhão 1400	7.489.221,37	296.577,20	23
Moacyr José Mantovani	Praça Umbelina Bueno 201	7.487.603,00	296.043,00	23
Regenera Flex LTDA.	Rua Gaono 150	7.488.996,52	293.393,76	23

3.2 POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

A população de Jaguariúna, segundo estimativa de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, atingiu cerca de 44.311 habitantes. A densidade demográfica nesse ano foi de 312,56 hab/km². Para o ano de 2012 o IBGE estimou uma população de 46.533 habitantes, sendo 45.185 moradores da área urbana e 1.348 na área rural.

Quadro 3.5 – Dados de população do município de Jaguariúna

Dados Censitários	1991	1996	2000	2007	2010	2012
População Total	24.,999	25.287	29.,597	36.804	44.311	46.533

Fonte IBGE - <http://www.ibge.gov.br>

3.3 USO E OCUPAÇÃO

De acordo com o Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá a distribuição das classes de uso e ocupação do solo para a bacia segue as características apresentadas no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Distribuição das classes de uso e ocupação do solo

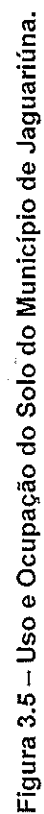
uso e cobertura da terra	ÁREA	%
	(ha)	
Água	22.098,90	1,47
Área urbana	90.378,46	6
Cana-de-açúcar	506.488,21	33,61
Cultura anual	88.962,77	5,9
Cultura perene	14.313,07	0,95
Outros	4.747,10	0,31
Pastagem	588.625,73	39,06
Reflorestamento	60.397,68	4,01
Solo exposto	11.538,98	0,77
Vegetação nativa	119.528,67	7,93

Fonte: Relatório Síntese PCJ, 2010/2020.

A partir do mapa de uso do solo e ocupação do solo elaborado pela PCJ, observa-se que o município de Jaguariúna com exceção da mancha urbana é formado

GE-14-025-CP-GER-001-R0 - ESTUDO DE CONCEPÇÃO - ACS JAGUARIÚNA

predominantemente pelo cultivo da cana-de-açúcar, com alguma áreas de solo exposto e outros cultivos. Dentro dos limites do município não há nenhuma mancha de vegetação nativa ou reflorestamento e não há ocorrência de pastagem, conforme pode ser observado na Figura 3.5.



3.4 SISTEMAS EXISTENTES

Os sistemas de saneamento do município de Jaguariúna estão sob concessão da Prefeitura Municipal. Abaixo segue os panoramas da situação atual.

3.4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

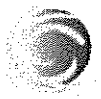
O sistema de Abastecimento atende 100% da população urbana, ele é feito por três sistemas, sendo eles: Central, Ana Helena e Santo Antonio do Jardim.

O Sistema Central realiza a captação a partir das águas superficiais do Rio Jaguari e utiliza o processo de tratamento convencional de Estação de Tratamento Aberta, conforme etapas a seguir: mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. O Sistema Ana Helena realiza captação a partir das águas superficiais do Rio Mirim-Camanducaia e utiliza o processo de Estação de Tratamento de Água Compacta Pressurizada, com as seguintes etapas: mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. O Sistema Santo Antonio do Jardim realiza a captação a partir das águas subterrâneas do Aquífero Cristalino e por sua água apresentar qualidade excelente, não há necessidade de processos de tratamento complexos sendo efetuado apenas a desinfecção e fluoretação. No entanto, o município sinalizou que não terá capacidade de atender o empreendimento.

Quadro 3.7 – Panorama do Sistema de Abastecimento de Água

Sistema de abastecimento	Captação	Abastecimento	
		(%)	Nº de Habitantes
Central	Rio Jaguari	94,1	38.681
Ana Helena	Rio Mirim-Camanducaia	3,11	1.280
Santo Antonio do Jardim	Aquífero Cristalino	2,79	1.146

Fonte: Informativo anual do controle de qualidade da água de abastecimento, Jaguariúna 2010.



3.4.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Tendo por base o ano de 2012, o atendimento de coleta de esgoto atingiu 95% da população, sendo a parcela de tratamento de 35% e a eficiência de remoção de 98,3%. O Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município – ICTEM é de 4.57, este indicador relaciona o investimento feito em saneamento e a porcentagem de coleta e tratamento de esgoto, associada à eficiência de remoção da carga orgânica.

O esgoto doméstico é tratado pelo processo aeróbio, por lodo ativado, um tratamento biológico realizado através da reprodução artificial do mecanismo de biodegradação, o mesmo que ocorre nos rios. Trata-se de um processo fermentativo aeróbico contínuo, com reciclo de biomassa.

O tratamento é realizado por meio da Estação de Tratamento de Esgoto Camanducaia, localizada no bairro Guedes, que possui uma estrutura composta de seis gradeamentos, seis caixas de areia, tanque de recalque, três lagoas de aeração, três decantadores, tanques de contato, tanque do lodo, decanter (para desaguamento de lodo) e laboratórios para controle de qualidade da água, para que esta seja devolvida ao rio de forma tratada. No entanto, o município sinalizou que terá capacidade de atender o empreendimento.

4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

4.1 LOCALIZAÇÃO

O empreendimento ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré está localizado no município de Jaguariúna, região Metropolitana de Campinas, no Estado de São Paulo. A cidade possui área municipal de 141,401 km². Os acessos principais ao município são pela rodovia SP – 340 e rodovia SP-095.

A área do empreendimento está situada na porção sudoeste do município, tendo o Rio Atibaia ao Sul, a Rodovia Adhemar de Barros (SP-340) e a Estrada Municipal JGR-171 a leste, a Estrada Municipal JGR-254 e JGR-325 ao norte, o município de Campinas ao Sul, Paulínia a oeste e Holambra ao norte. Ainda a porção noroeste é cortada pela Estrada de Ferro – Ferrobán – Ferrovia Bandeirantes e a linha de Alta Tensão que atravessa a área de NO para SE.

Segundo a Lei Complementar n° 96/2004, alterada pela Lei Complementar 126/2007 o empreendimento encontra-se na Zona de Expansão Urbana (AEU 04) que possui área de 18,582 km². As zonas de Expansão Urbana compreendem as áreas remanescentes das bacias do: Rio Camanducaia, Rio Jaguari e Rio Atibaia.

A Figura 4.1 apresenta a localização do município de com destaque para a área do empreendimento.

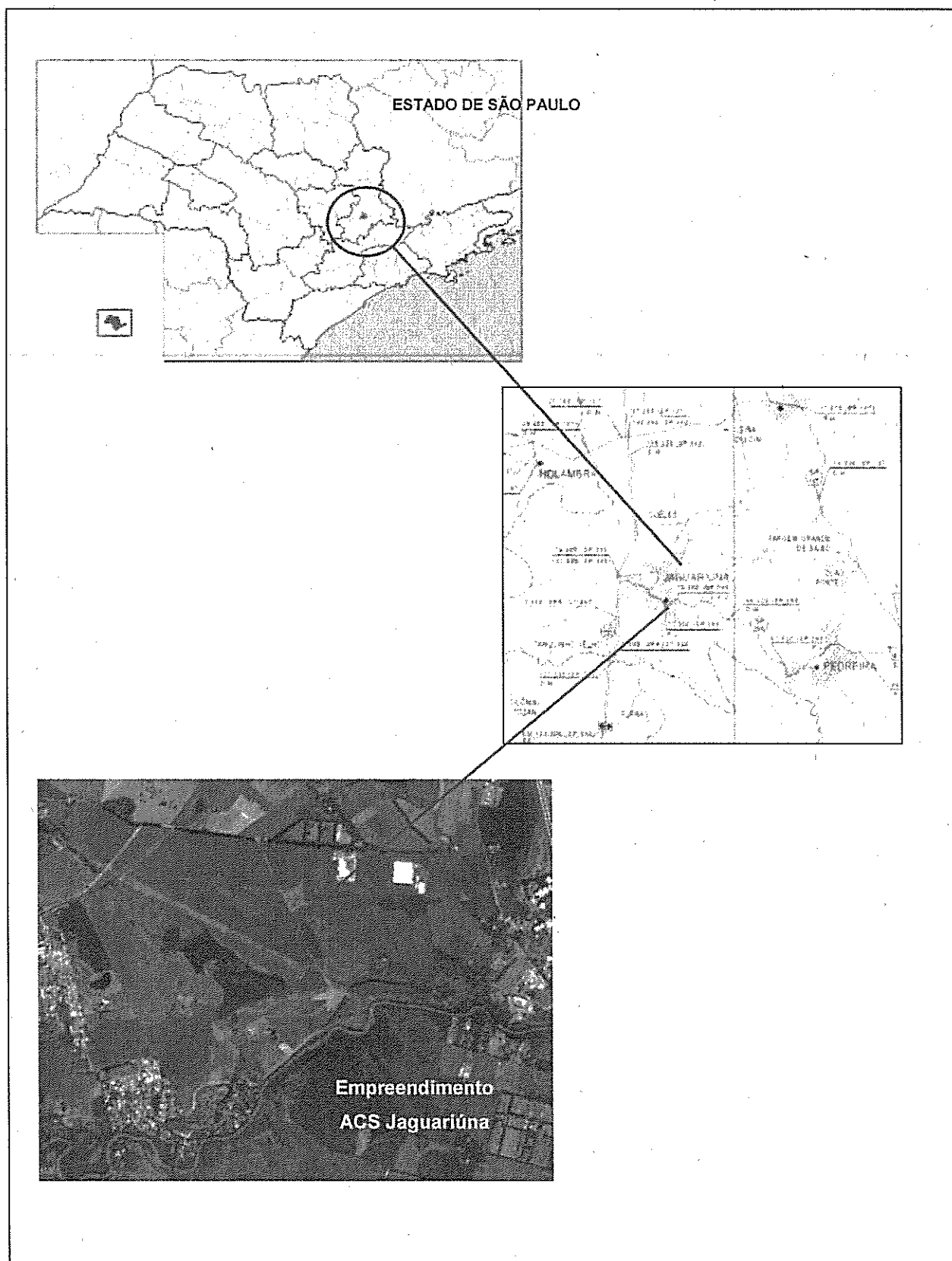


Figura 4.1 – Localização do empreendimento

4.2 USO E OCUPAÇÃO

O empreendimento ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré possui área total de 2.482.481,74 m², dividida em Residencial Unifamiliar, Residencial Multifamiliar, Comercial, Resort, Clube e Áreas de Uso Comum, conforme Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Quadro de Áreas do Empreendimento

Quadro de áreas			
	Especificação	Área (m ²)	Porcentagem %
1	Área dos Lotes	1.021.367,92	41,14
1.1	Residencial Unifamiliar	692.357,10	27,88
1.1.1	Residencial 01 (lote mínimo 450m ²)	118.984,88	4,79
1.1.2	Residencial 02 (lote mínimo 540m ²)	146.269,12	5,89
1.1.3	Residencial 03 (lote mínimo 360m ²)	193.498,25	7,79
1.1.4	Residencial 04 (lote mínimo 630m ²)	53.147,85	2,14
1.1.5	Residencial 05 (lote mínimo 360m ²)	158.188,12	6,37
1.1.6	Residencial 06 (lote mínimo 720m ²)	22.268,88	0,90
1.2	Multifamiliar (lote mínimo 1.000m ²)	28.507,53	1,15
1.3	Comercial (lote mínimo 2.000m ²)	244.996,76	9,87
1.4	Resort	34.675,89	1,40
1.5	Clube	19.318,96	0,78
1.6	Área de Uso Comum	1.511,68	0,06
2	Total de Áreas Públicas	1.387.331,81	55,88
2.1	Sistema Viário	624.976,52	25,17
2.1.1	Leito Carroçável / Passeio	563.442,19	22,70
2.1.2	Canalização Viária	49.840,35	2,01
2.1.3	Via Sanitária	11.693,98	0,47
2.2	Áreas Institucionais	18.273,05	0,74
2.3	Áreas Livres de Uso Público	744.082,24	29,97
2.3.1	Área Verde	538.316,94	21,68
2.3.1.1	Área de Preservação Permanente (APP)	247.797,49	9,98
2.3.1.2	Mata	290.519,45	11,70
2.3.2	Sistema de Lazer	204.102,61	8,22
2.3.3	Faixa Paisagística	1.662,69	0,07

Continua

Quadro 4.1 – Quadro de Áreas do Empreendimento - continuação

Quadro de áreas			
	Especificação	Área (m²)	Porcentagem %
3	Área da Linha de Alta Tensão	27.759,80	1,12
4	Área de Faixa Non Aedificandi da Linha Férrea	2.915,12	0,12
5	Área da Bacia de Detenção Artificial	43.107,09	1,74
6	Área Total do Empreendimento	2.482.481,74	100

O documento GE-13-022-CP-GER-001 apresenta a implantação geral do empreendimento ACS Jaguariúna, desenvolvido com base no documento U255_PU_03_R05 enviado pela Terra Urbanismo.

4.3 ESTUDO POPULACIONAL

Para o cálculo da população do projeto foram definidos números de habitantes por tipos de usos, seguindo as referências bibliográficas. A população total foi calculada em 36.171 habitantes. O Quadro 4.2 apresenta o número de habitantes e funcionários para cada fase de implantação do empreendimento. Para a área do comercial o número de pessoas poderá variar, sendo assim deve-se considerar uma população flutuante.

A cada dois anos está previsto o lançamento de uma fase do empreendimento. No total serão implantados nove fases.

Todas as informações de fases de implantação, ocupação, tamanho, tipo de lotes e setores predefinidos, são referentes ao documento U255_PU_03_R05 fornecido pela Terra Urbanismo.

Quadro 4.2 – Estudo Populacional do Empreendimento Residencial Kaloré.

Usos	Número de unidades	Habitantes	Funcionários/ usuários	Total (hab+func.)	Área (m²)
Fase 01					
Comercial	8		2.311	2.311	21.897,16
Residencial 01	264	1.056		1.056	118.984,88
Portaria 01	1	2		2	215,95
Total	273	1.058	2.311	3.369	
Fase 02					
Residencial 02	271	1.084		1.084	146.269,11
Portaria 02	1	2		2	215,95
Total	272	1.086		1.086	
Fase 03					
Residencial 03	538	2.152		2.152	193.498,25
Comercial	13		3.020	3.020	28.611,07
Portaria 03	1	2		2	215,95
Total	552	2.154	3.020	5.174	
Fase 04					
Residencial 04	84	336		336	53.147,85
Portaria 04	1	2		2	215,95
Total	85	338		338	
Fase 05					
Residencial 05	439	1.756		1.756	158.188,12
Comercial	8		2.106	2.106	19.951,35
Portaria 05	1	2		2	215,95
Total	448	1.758	2.106	3.864	
Fase 06					
Residencial 06	31	124		124	22.268,88
Portaria 06	1	2		2	215,96
Total	32	126		126	
Fase 07					
Resort	1		500	500	34.675,89
Comercial	4		10.468	10.468	99.171,07
Clube	1		39	39	19.318,96
Portaria 07	1	2		2	215,96
Total	7	2	11.007	11.009	

(Continua)

Quadro 4.2 – Estudo Populacional do Empreendimento Residencial Kaloré (Continuação)

Usos	Número de unidades	Habitantes	Funcionários/ usuários	Total (hab+func.)	Área (m²)
Fase 08					
Multifamiliar	22	3.250		3.250	28.507,53
Total	22	3.250		3.250	
Fase 09					
Comercial	3		7.955	7.955	75.366
Total	3		7.955	7.955	
Total do empreendimento	1.694	9.772	26.399	36.171	

Para o cálculo da população foram adotados os seguintes parâmetros:

- Residencial Unifamiliar: 4 habitantes por lote;
- Multifamiliar: 4 habitantes por unidade;
- Área Comercial: 9 m² para cada usuário;
- Resort: 2 habitantes por quarto, sendo 250 quartos;
- Clube: 20 habitantes por hectare;
- Área institucional: 20 habitantes por hectare; e
- Portarias: 2 funcionários por portaria.

Para realizar o estudo populacional, adotou-se um período de quatro anos para ocupação total de cada fase do empreendimento e que a implantação da Fase 1 do empreendimento iniciará no início do segundo ano de lançamento do empreendimento. O Quadro 4.3 apresenta a previsão em anos da ocupação populacional de todo o empreendimento Residencial Kaloré.



Quadro 4.3 – Previsão de Ocupação Populacional do Empreendimento Residencial Kaloré

PERÍODO DE OCUPAÇÃO (anos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
FASE 1 - Ocupação do empreendimento (%)			20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FASE 2 - Ocupação do empreendimento (%)					20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FASE 3 - Ocupação do empreendimento (%)							20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FASE 4 - Ocupação do empreendimento (%)									20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FASE 5 - Ocupação do empreendimento (%)											20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FASE 6 - Ocupação do empreendimento (%)													20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FASE 7 - Ocupação do empreendimento (%)																20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%
FASE 8 - Ocupação do empreendimento (%)																		20%	40%	60%	80%	100%
FASE 9 - Ocupação do empreendimento (%)																						
GERAL - Ocupação do empreendimento (%)			2%	4%	6%	13%	20%	24%	31%	36%	42%	47%	53%	58%	64%	69%	75%	81%	85%	89%	93%	100%

5 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os critérios e parâmetros de projeto foram definidos de acordo com as normas da ABNT e com as referências bibliográficas.

A seguir estão apresentados os parâmetros adotados para o sistema de abastecimento de água.

5.1 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

A seguir estão apresentados os critérios de projeto utilizado para o cálculo das vazões, capacidade de captação e adutora de água bruta.

5.1.1 CONSUMO "PER CAPITA"

Para a composição dos consumos per capita, foram utilizados os dados disponíveis em literatura, desta forma, fez-se possível a obtenção da estimativa do uso diário de água por atividade, conforme Quadro 5.1.

Quadro 5.1 – Consumos "per capita" de abastecimento (L/hab.dia)

Usos	Consumo per capita
Residencial Unifamiliar	275
Resort	100
Clube	100
Portaria	70
Comercial	70
Residencial Multifamiliar	275
Área Institucional	70

5.1.2 COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE VAZÕES

Para o cálculo das vazões de abastecimento foram utilizados os coeficientes a seguir apresentados:



- Coeficiente do dia de maior consumo: $k_1 = 1,20$;
- Coeficiente da hora de maior consumo: $k_2 = 1,50$; e
- Coeficiente da vazão mínima horária: $k_3 = 0,50$.

5.1.3 DEMANDAS DE ABASTECIMENTO

Para cálculo das demandas de abastecimento foram utilizados os consumos per capita multiplicados pela população total por uso.

$$Q_{abast} = \sum \text{consumo per capita}_i \times \text{população total}_i$$

Onde:

Q_{abast} = Demanda de Abastecimento (L/dia);

Consumo per capita $_i$ = consumo por habitante por uso (L/hab.dia);

População total $_i$ = habitantes/usuários por uso.

O Quadro 5.2 apresenta as demandas de abastecimento.

Quadro 5.2 – Demandas de abastecimento

Usos	População/ usuários	Consumo per capta (l/hab.dia)	Vazão de abastecimento	
			(l/dia)	(l/s)
Fase 01				
Comercial	2.311	70	161.770	1,87
Residencial 01	1.056	275	290.400	3,36
Portaria 01	2	70	140	0,00
Total	3.369		452.310	5,24
Fase 02				
Residencial 02	1.084	275	298.100	3,45
Portaria 02	2	70	140	0,00
Total	1.086		298.240	3,45
Fase 03				
Residencial 03	2.152	275	591.800	6,85
Comercial	3.020	70	211.400	2,45
Portaria 03	2	70	140	0,00
Total	5.174		803.340	9,30
Fase 04				
Residencial 04	336	275	92.400	1,07
Portaria 04	2	70	140	0,00
Total	338		92.540	1,07
Fase 05				
Residencial 05	1.756	275	482.900	5,59
Comercial	2.106	70	147.420	1,71
Portaria 05	2	70	140	0,00
Total	3.864		630.460	7,30
Fase 06				
Residencial 06	124	275	34.100	0,39
Portaria 06	2	70	140	0,00
Total	126		34.240	0,40
Fase 07				
Resort	500	100	50.000	0,58
Comercial	10.468	70	732.760	8,48
Clube	39	100	3.900	0,05
Portaria 07	2	70	140	0,00
Total	11.009		786.800	9,11

(continua)

Quadro 5.2 – Demandas de abastecimento (continuação)

Usos	População/ usuários	Consumo per capta (l/hab.dia)	Vazão de abastecimento	
			(l/dia)	(l/s)
Fase 08				
Multifamiliar	3.250	275	893.750	10,34
Total	3.250		893.750	10,34
Fase 09				
Comercial	7.955	70	556.850	6,45
Total	7.955		556.850	6,45
Total do empreendimento	36.171		4.548.530	52,65

5.1.4 DEMANDAS DE IRRIGAÇÃO

Para determinar a demanda de água para irrigação foram utilizadas as seguintes informações:

- Área a ser irrigada;
- Tipo de planta a ser cultivada; e
- Dados de precipitação do local.

5.1.5 ÁREAS IRRIGÁVEIS

As áreas irrigáveis foram calculadas utilizando uma porcentagem de área permeável, que estão apresentadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 – Áreas Irrigáveis

Usos	Unidades	Área total	Área não edificada		Área irrigável	
		(m²)	(%)	(m²)	(%)	(m²)
Fase 01						
Comercial	.8	21.897	30%	6.569	60%	3.941
Residencial 01	264	118.985	30%	35.695	60%	21.417
Portaria 01	1	216	30%	65	10%	6
Total	273	141.098		42.329		25.365
Fase 02						
Residencial 02	271	146.269	30%	43.881	60%	26.328
Portaria 02	1	216	30%	65	10%	6
Total	272	146.485		43.946		26.335
Fase 03						
Residencial 03	538	193.498	30%	58.049	60%	34.830
Comercial	13	28.611	30%	8.583	60%	5.150
Portaria 03	1	216	30%	65	10%	6
Total	552	222.325		66.698		39.986
Fase 04						
Residencial 04	84	53.148	30%	15.944	60%	9.567
Portaria 04	1	216	30%	65	10%	6
Total	85	53.364		16.009		9.573
Fase 05						
Residencial 05	439	158.188	30%	47.456	60%	28.474
Comercial	8	19.951	30%	5.985	60%	3.591
Portaria 05	1	216	30%	65	10%	6
Total	448	178.355		53.507		32.072
Fase 06						
Residencial 06	31	22.269	30%	6.681	60%	4.008
Portaria 06	1	216	30%	65	10%	6
Total	32	22.485		6.745		4.015
Fase 07						
Resort	1	34.676	70%	24.273	20%	4.855
Comercial	4	99.171	30%	29.751	60%	17.851
Clube	1	19.319	70%	13.523	20%	2.705
Portaria 07	1	216	30%	65	10%	6
Total	7	153.382		67.613		25.417

(contínua)

Quadro 5.3 – Áreas Irrigáveis (continuação)

Usos	Unidades	Área total	Área não edificada		Área irrigável	
		(m²)	(%)	(m²)	(%)	(m²)
Fase 08						
Multifamiliar	22	28.508	30%	8.552	60%	5.131
Total	22	28.508		8.552		5.131
Fase 09						
Comercial	3	75.366	30%	22.610	60%	13.566
Total	3	75.366		22.610		13.566
Total do empreendimento	1.694	1.021.368		328.008		181.460

5.1.6 PRECIPITAÇÃO EFETIVA (PE) E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET₀)

Precipitação efetiva é a porção da chuva que fica armazenada no solo até a profundidade das raízes e que fica disponível para as plantas. É a parcela da água de chuva que não escoar superficialmente e nem percola abaixo da raiz da planta.

A evapotranspiração de referência é um parâmetro usado para definir a água que é evapotranspirada em uma superfície de solo coberta por vegetação com características específicas. Será utilizada uma vegetação rasteira (gramíneas), cobrindo uniformemente todo o solo, com altura entre 8 e 15 cm, em fase de crescimento ativo e sem restrição hídrica.

Os dados de precipitação efetiva (PE) e evapotranspiração de referência (ET₀) na região onde o condomínio será implantado estão apresentados no Quadro 5.4.

Pode-se observar que a evapotranspiração é maior que a precipitação efetiva, sendo necessária a irrigação durante algumas épocas do ano.

Quadro 5.4 – Dados de precipitação efetiva e evapotranspiração de referência para Jaguariúna

Vazão mm/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Evapotranspiração(ET₀)	141,9	117,3	123,5	103,4	83,9	72,1	80,2	98,0	101,4	119,4	130,4	130,8
Precipitação efetiva(PE)	122,0	107,9	79,6	23,7	13,7	16,1	7,4	6,5	21,4	66,4	75,4	107,4

5.1.7 COEFICIENTE DE PAISAGISMO

O coeficiente de paisagismo corresponde à porcentagem da água consumida pela planta. Consideramos o coeficiente de paisagismo K_L que é obtido multiplicando os coeficientes a seguir apresentados. Foram utilizados os coeficientes relativos à grama.

$$k_L = K_s \cdot K_d \cdot K_{mc}$$

Onde:

K_L = coeficiente de paisagismo;

K_s = fator das espécies, adotado 0,75;

K_{mc} = fator de microclima, adotado 1; e

K_d = fator de densidade da planta, adotado 1.

Obtemos:

$$k_L = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 = 0,75$$

5.1.8 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA (ETC)

A evapotranspiração da cultura ETC é obtida multiplicando o valor de ETO local pelo coeficiente de paisagismo K_L .

$$ET_C = k_L \cdot ET_O$$

Onde:

K_L = coeficiente de Paisagismo = 0,75;

ET_c = evapotranspiração da cultura; e

ET_o = evapotranspiração.

No Quadro 5.5 são apresentados os valores de evapotranspiração da cultura (ETC) ao longo do ano.

Quadro 5.5 – Dados evapotranspiração da cultura

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Evapotranspiração	106,4	88,0	92,6	77,6	62,9	54,1	60,2	73,5	76,1	89,6	97,8	98,1

5.1.9 NECESSIDADE LÍQUIDA DE IRRIGAÇÃO

A necessidade líquida de irrigação (NL) está apresentada a seguir:

$$NL = ET_c - Pe$$

Onde:

NL = necessidade líquida de irrigação;

ET_c = evaporação da cultura; e

Pe = precipitação efetiva.

Considerando a eficiência de aspersão de 75% podemos ter:

$$NL = \frac{ET_c - Pe}{0,75}$$

No Quadro 5.6 e Figura 5.1 apresentamos a necessidade líquida de irrigação unitária (mm/mês). Foram consideradas as perdas causadas pela irrigação no valor de NL.

Quadro 5.6 – Necessidade líquida de irrigação ao longo do ano

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Necessidade de líquida de irrigação (mm)	0,0	0,0	17,4	71,8	65,6	50,6	70,3	89,3	72,9	30,9	29,9	0,0

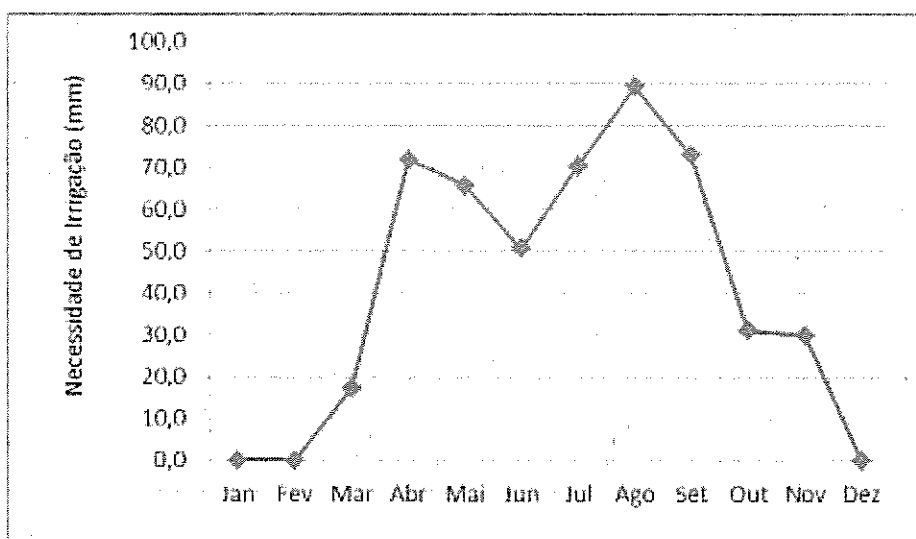


Figura 5.1 – Necessidade de Irrigação ao longo do ano

Os valores apresentados são médias mensais e mesmo em períodos favoráveis de chuva é possível que não ocorra precipitação por dias sucessivos, sendo necessário fazer a irrigação. Para os cálculos da vazão de irrigação será multiplicada a NL pela área a ser irrigada:

$$Q_{irrigação} = \frac{NL * A_{irrigável}}{30 * 86400}$$

Onde:

$Q_{irrigação}$ = vazão de irrigação;

NL = necessidade líquida de irrigação; e

$A_{irrigável}$ = área a ser irrigável.

No Quadro 5.7 estão apresentados as vazões de irrigação ao longo do ano.

Quadro 5.7 - Vazão de irrigação ao longo do ano de todo o empreendimento (L/s)

Unidades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media	Máxima
Fase 01														
comercial	0,00	0,00	0,03	0,11	0,10	0,08	0,11	0,14	0,11	0,05	0,05	0,00	0,063	0,136
residencial 01	0,00	0,00	0,14	0,59	0,54	0,42	0,58	0,74	0,60	0,26	0,25	0,00	0,343	0,738
portaria 01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,17	0,70	0,64	0,50	0,69	0,87	0,71	0,30	0,29	0,00	0,41	0,87
Fase 02														
residencial 02	0,00	0,00	0,18	0,73	0,67	0,51	0,71	0,91	0,74	0,31	0,30	0,00	0,422	0,907
portaria 02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,18	0,73	0,67	0,51	0,71	0,91	0,74	0,31	0,30	0,00	0,42	0,91
Fase 03														
residencial 03	0,00	0,00	0,23	0,96	0,88	0,68	0,95	1,20	0,98	0,41	0,40	0,00	0,558	1,200
comercial	0,00	0,00	0,03	0,14	0,13	0,10	0,14	0,18	0,14	0,06	0,06	0,00	0,083	0,177
portaria 03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,27	1,11	1,01	0,78	1,09	1,38	1,12	0,48	0,46	0,00	0,64	1,38
Fase 04														
residencial 04	0,00	0,00	0,06	0,27	0,24	0,19	0,26	0,33	0,27	0,11	0,11	0,00	0,153	0,330
portaria 04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,06	0,27	0,24	0,19	0,26	0,33	0,27	0,11	0,11	0,00	0,15	0,33
Fase 05														
residencial 05	0,00	0,00	0,19	0,79	0,72	0,56	0,77	0,98	0,80	0,34	0,33	0,00	0,457	0,981
comercial	0,00	0,00	0,02	0,10	0,09	0,07	0,10	0,12	0,10	0,04	0,04	0,00	0,058	0,124
portaria 05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,21	0,89	0,81	0,63	0,87	1,11	0,90	0,38	0,37	0,00	0,51	1,11
Fase 06														
residencial 06	0,00	0,00	0,03	0,11	0,10	0,08	0,11	0,14	0,11	0,05	0,05	0,00	0,064	0,138
portaria 06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,03	0,11	0,10	0,08	0,11	0,14	0,11	0,05	0,05	0,00	0,06	0,14
Fase 07														
resort	0,00	0,00	0,03	0,13	0,12	0,09	0,13	0,17	0,14	0,06	0,06	0,00	0,078	0,167
comercial	0,00	0,00	0,12	0,49	0,45	0,35	0,48	0,62	0,50	0,21	0,21	0,00	0,286	0,615
clube	0,00	0,00	0,02	0,07	0,07	0,05	0,07	0,09	0,08	0,03	0,03	0,00	0,043	0,093
portaria 07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
total	0,00	0,00	0,17	0,70	0,64	0,50	0,69	0,88	0,71	0,30	0,29	0,00	0,41	0,88

(continua)



Quadro 5.7 - Vazão de irrigação ao longo do ano de todo o empreendimento (L/s) (continuação)

Unidades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Media	Máxima
Fase 08														
multifamiliar	0,00	0,00	0,03	0,14	0,13	0,10	0,14	0,18	0,14	0,06	0,06	0,00	0,082	0,177
total	0,00	0,00	0,03	0,14	0,13	0,10	0,14	0,18	0,14	0,06	0,06	0,00	0,08	0,18
Fase 09														
comercial	0,00	0,00	0,09	0,38	0,34	0,27	0,37	0,47	0,38	0,16	0,16	0,00	0,218	0,468
total	0,00	0,00	0,09	0,38	0,34	0,27	0,37	0,47	0,38	0,16	0,16	0,00	0,22	0,47
total do empreendimento	0,00	0,00	1,22	5,03	4,59	3,54	4,92	6,25	5,10	2,16	2,09	0,00	2,91	6,25

5.2 VAZÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A seguir são apresentados os cálculos das vazões para o dimensionamento do sistema de abastecimento de água.

5.2.1 VAZÃO MÉDIA

A vazão média de abastecimento foi calculada através da seguinte fórmula.

$$Q_{\text{média}} = Q_{\text{abast}} + Q_{\text{irrigação média}}$$

$$Q_{\text{média}} = 52,65 + 2,91 = 55,55 \text{ L/s}$$

Onde:

$Q_{\text{média}}$ = Vazão média (L/s);

Q_{abast} = Demanda de abastecimento (L/s); e

$Q_{\text{irrigação média}}$ = Vazão média de irrigação (L/s)

5.2.2 VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA DE ABASTECIMENTO

A vazão máxima diária é utilizada para determinar o volume do reservatório, para esse cálculo foi utilizada a fórmula apresentada a seguir.

$$Q_{\text{máxima diária}} = Q_{\text{abast}} \times k_1 + Q_{\text{máxima irrigação}}$$

$$Q_{\text{média}} = 52,6543,66 \times 1,20 + 6,25 = 69,43 \text{ L/s}$$

Onde:

$Q_{\text{máxima diária}}$ = Vazão máxima diária de abastecimento (L/s);

Q_{abast} = Demanda de abastecimento potável (L/s);

k_1 = Coeficiente do dia de maior consumo – 1,20; e

$Q_{irrigaçomáxima}$ = Vazão máxima de irrigação (L/s).

5.2.3 VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA DE ABASTECIMENTO

A vazão máxima horária foi calculada aplicando o coeficiente da hora de maior consumo e do dia de maior consumo, sobre a demanda de abastecimento, conforme apresenta a fórmula a seguir.

$$Q_{máxima\ horária} = Q_{abast} \times k_1 \times k_2 + Q_{máxima\ irrigação}$$

$$Q_{média} = 52,65 \times 1,20 \times 1,50 + 6,25 = 101,02 \text{ L/s}$$

onde:

$Q_{máxima\ horária}$ = Vazão horária máxima de abastecimento (L/s);

Q_{abast} = Demanda de abastecimento potável (L/s);

k_1 = coeficiente do dia de maior consumo = 1,20;

k_2 = coeficiente da hora de maior consumo = 1,5; e

$Q_{irrigaçomáxima}$ = Vazão máxima de irrigação (L/s).

No Quadro 5.8 são apresentadas as vazões de abastecimento médias, máximas diárias e máximas horárias.



Quadro 5.8 – Vazões de Abastecimento

Usos	Vazão média (l/s)	Vazão máxima diária (l/s)	Vazão máxima horária (l/s)
Fase 01			
Comercial	1,94	2,38	3,51
Residencial 01	3,70	4,77	6,79
Portaria 01	0,00	0,00	0,00
Total	5,64	7,16	10,30
Fase 02			
Residencial 02	3,87	5,05	7,12
Portaria 02	0,00	0,00	0,00
Total	3,87	5,05	7,12
Fase 03			
Residencial 03	7,41	9,42	13,53
Comercial	2,53	3,11	4,58
Portaria 03	0,00	0,00	0,00
Total	9,94	12,54	18,11
Fase 04			
Residencial 04	1,22	1,61	2,25
Portaria 04	0,00	0,00	0,00
Total	1,22	1,62	2,26
Fase 05			
Residencial 05	6,05	7,69	11,04
Comercial	1,76	2,17	3,20
Portaria 05	0,00	0,00	0,00
Total	7,81	9,86	14,24
Fase 06			
Residencial 06	0,46	0,61	0,85
Portaria 06	0,00	0,00	0,00
Total	0,46	0,61	0,85
Fase 07			
Resort	0,66	0,86	1,21
Comercial	8,77	10,79	15,88
Clube	0,09	0,15	0,17
Portaria 07	0,00	0,00	0,00
Total	9,51	11,80	17,27

(continua)

Quadro 5.8 – Vazões de Abastecimento (continuação)

Usos	Vazão média (l/s)	Vazão máxima diária (l/s)	Vazão máxima horária (l/s)
Fase 08			
Multifamiliar	10,43	12,59	18,80
Total	10,43	12,59	18,80
Fase 09			
Comercial	6,66	8,20	12,07
Total	6,66	8,20	12,07
Total do empreendimento	55,55	69,43	101,02

5.2.4 RESUMO DE VAZÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O Quadro 5.9 apresenta o resumo das vazões de água.

Quadro 5.9 – Resumo das vazões de abastecimento de água.

Usos	Vazão média (l/s)	Vazão máxima diária (l/s)	Vazão máxima horária (l/s)
Fase 01	5,64	7,16	10,30
Fase 02	3,87	5,05	7,12
Fase 03	9,94	12,54	18,11
Fase 04	1,22	1,62	2,26
Fase 05	7,81	9,86	14,24
Fase 06	0,46	0,61	0,85
Fase 07	9,51	11,80	17,27
Fase 08	10,43	12,59	18,80
Fase 09	6,66	8,20	12,07
Total	55,55	69,43	101,02

5.3 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Para o desenvolvimento do estudo de concepção do sistema de abastecimento de água, foram estudadas alternativas de captação, reservação e distribuição para o empreendimento.

A concepção do sistema de abastecimento de água foi definida com base no projeto urbanístico, na topografia do terreno e nas condicionantes do sistema público do PMJ/DAE.

5.3.1 CAPTAÇÃO

Devido ao grande volume de água necessário para o atendimento do empreendimento a melhor alternativa para abastecimento de água do empreendimento ACS Jaguariúna - Residencial Kaloré, é a captação superficial do Rio Jaguari.

O local escolhido para a captação é após a confluência do Rio Camanducaia, de forma que a vazão disponível seja maior do que a antes desse ponto. A água bruta captada será recalçada até a Estação de Tratamento de Água, após o tratamento será encaminhada para o centro de reservação do empreendimento.

A captação ocorrerá durante 24hs e para o calculo da vazão necessária para o atendimento do empreendimento foi considerada a vazão máxima diária. A adutora terá aproximadamente 3.900 m de extensão, para definição do seu diâmetro foi utilizada a fórmula a seguir apresentada.

$$Q = \pi \cdot r^2 \cdot V$$

Sendo:

Q = Vazão (m^3/s)

R = Raio do tubo (m);

V = Velocidade (m/s)

Utilizou-se a velocidade mínima de 0,6 m/s para estimar os diâmetros das tubulações para diminuir a perda de carga ao longo da adutora.

No Quadro 5.10 está apresentado os dados de entrada da Formula 01 e o diâmetro adotado.

Quadro 5.10 –Entrada de dados da adutora de água bruta e diâmetro da tubulação adotado

Adutora de água bruta	
Vazão (m^3/s)	0,069
Raio (m)	0,192
Diâmetro Calculado (m)	0,384
Diâmetro Calculado (mm)	383,84
Diâmetro adotado (mm)	350

Adotado o diâmetro foi feita a verificação da velocidade na tubulação, conforme Quadros 5.11.

Quadro 5.11 – Verificação da velocidade da adutora de água bruta

Adutora De Água Bruta	
Raio (m)	0,175
Q (m³/s)	0,069
V (m/s)	0,722

Utilizando o software Watercad para pré-dimensionar a bomba de captação, verificou-se as características necessárias da bomba. A captação será composta de três conjuntos moto bombas, sendo 2 atuando e uma reserva. O quadro a seguir apresenta as principais características dos conjuntos moto bombas.

Quadro 5.12 – Características da Captação

Conjunto Moto Bombas	3 (2+1R)
Vazão por bomba (L/s)	34,71
Altura Manométrica (mca)	72

5.3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A seguir estão apresentadas as características da água bruta a ser tratada e do tratamento a ser implantado.

○ Característica da Água Bruta

A qualidade dos corpos hídricos pode ser observada através de medidas indiretas, a CETESB utiliza o Índice de Qualidade das Águas – IQA que fornece uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais indicando o impacto do lançamento de esgotos predominantemente doméstico no corpo d'água e o Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática – IVA que indica a possibilidade de sobrevivência da vida aquática através de variáveis essenciais para a vida aquática como o oxigênio dissolvido, pH e toxicidade.



O rio Jaguari ao longo de seu curso possui 10 estações de monitoramento e no município de Jaguariúna 02 estações. A estação mais próxima do ponto de captação é a de número JAGR02400, cujas características gerais estão apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 5.13 – Características da estação JAGR02400.

CÓDIGO ANA	62615500
CÓDIGO ADICIONAL	JAGR02400
NOME	Ponte Rodovia SP-340
BACIA	Rio Paraná
SUB-BACIA	Rios Paraná, Tietê e outros
RIO	Rio Jaguari
ESTADO	São Paulo
MUNICÍPIO	Jaguariúna
RESPONSÁVEL	CETESB
OPERADORA	CETESB
LATITUDE	-22°42'15"
LONGITUDE	-47°0'51"
ÁREA DE DRENAGEM (km²)	2.200

O Rio Jaguari apresenta boa qualidade em quase todo trecho monitorado pela CETESB, conforme Figura 3.1. No entanto, na saída de Bragança Paulista apresentou IQA regular (IQA médio de 45). O município de Jaguariúna ambos os pontos apresentaram IQA bom (IQA médio de 64 e 53). Para o IVA, o corpo hídrico apresenta maior variação, nos pontos analisados, em Bragança Paulista, o índice varia de regular à ruim, respectivamente. Nos municípios mais a jusante, Pedreira e Jaguariúna ocorre aumento na concentração de oxigênio dissolvido e o índice passa a ser ótimo e posteriormente no município de Paulínia cai para bom e em Americana passa a ser regular, conforme Figura 3.2

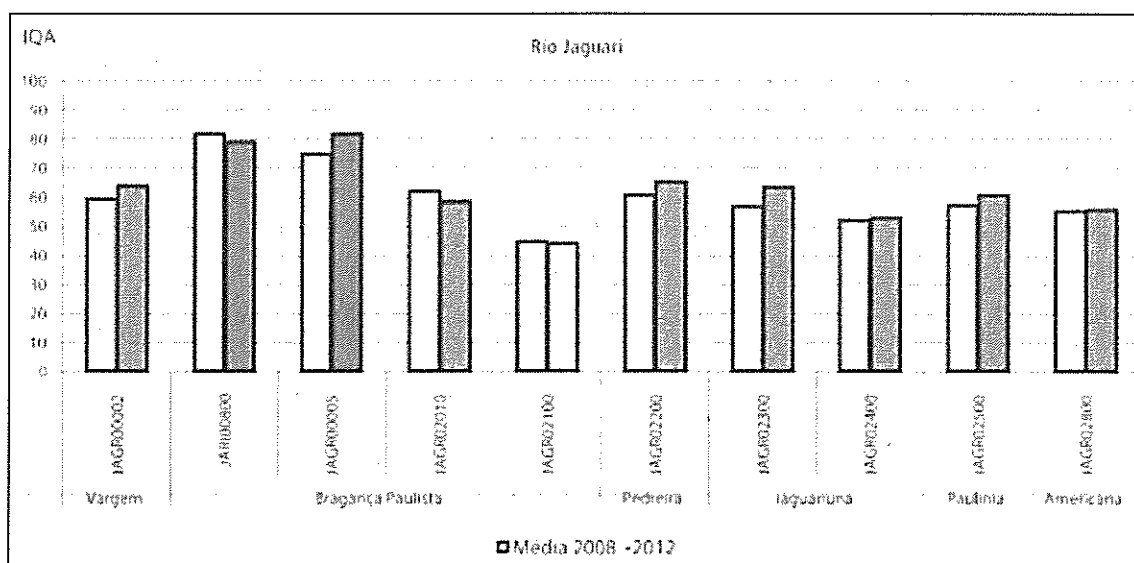


Figura 5.2 – Perfil do IQA ao longo do Rio Jaguari em 2013.
 Fonte: Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2013)

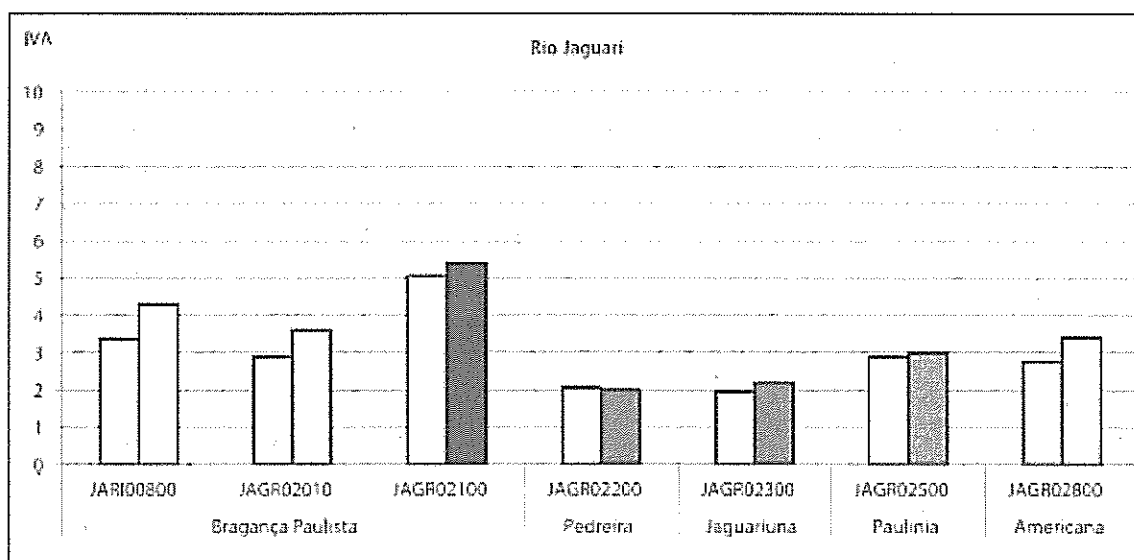


Figura 5.3 – Perfil do IVA ao longo do Rio Jaguari em 2013.
 Fonte: Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo (CETESB, 2013)

○ Característica da estação de tratamento de água

A estação de tratamento de água a ser implantada é tipo convencional de ciclo completo, dotada dos processos unitários de coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção final de pH. A vazão nominal da ETA será de 69,43 L/s, podendo a mesma ser operada com vazões inferiores em caso de menor consumo de água bruta.



A Figura 5.4 apresenta um fluxograma da estação de tratamento de água sendo apresentados os produtos químicos a serem aplicados no processo de tratamento e respectivo ponto de aplicação.

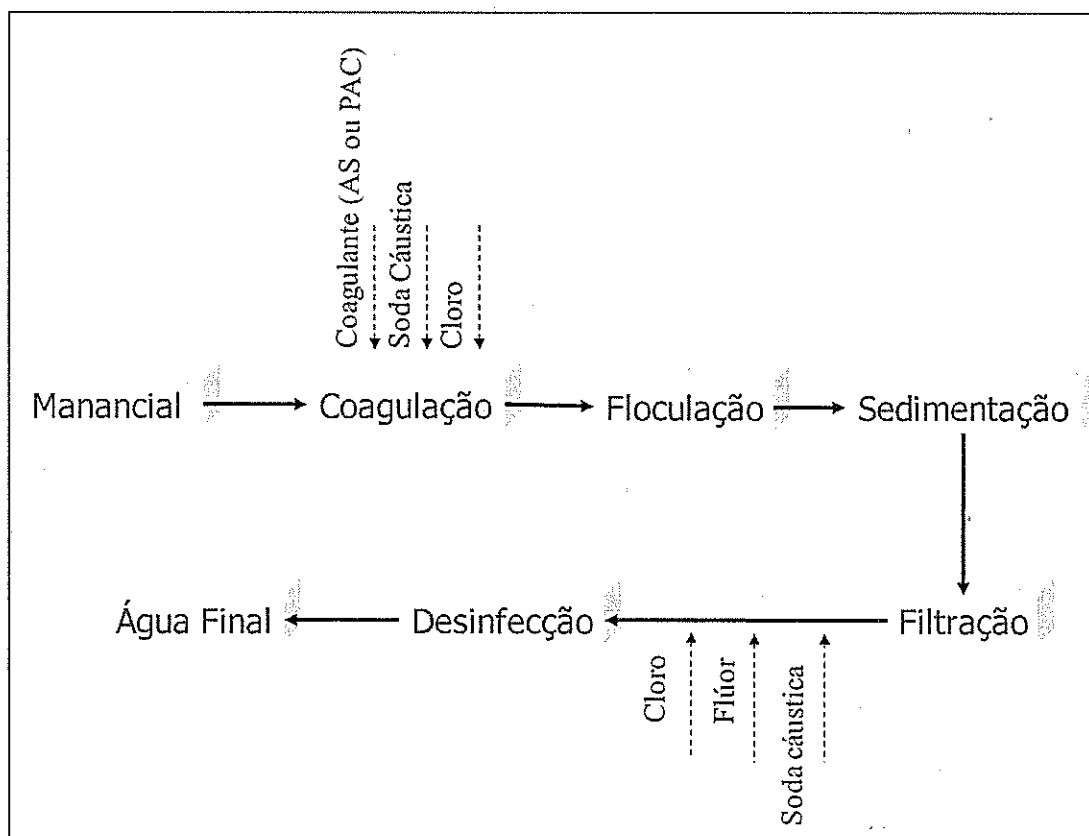


Figura 5.4 – Fluxograma da ETA Vitória do Xingu e pontos de aplicação de produtos químicos

A água será bombeada a partir da captação e a adutora deverá descarregar a água bruta em uma caixa de chegada e a partir desta a água verterá através de um vertedor retangular para posterior envio da água ao canal de água bruta.

A estrutura de chegada de água bruta deverá ser dotada de uma Calha Parshall com capacidade de medição de vazão com escoamento livre entre 2,5 l/s e 252,0 l/s. Na garganta do vertedor será promovida a mistura rápida e aplicada à solução de coagulante para coagulação. A partir da estrutura de chegada de água bruta, a água coagulada será enviada por gravidade aos respectivos módulos de floculação e sedimentação.

A ETA deverá ser dotada de conjuntos de floculação e sedimentação contíguos e independentes entre si. O sistema de floculação deverá ser do tipo mecanizado e

dotado de floculação, sendo duas em paralelo e mais duas em série. Cada câmara de floculação será dotada de um sistema de agitação do tipo turbina de fluxo axial com motor associado à inversor de frequência, de modo que seja possível a variação do gradiente de velocidade.

Os decantadores deverão ser do tipo laminar e dotados com módulos de escoamento. A velocidade de escoamento nos módulos laminares não deverá ser superior a 15 cm/min, o que deverá oferecer condições de produção de uma água decantada com turbidez inferior a 2,0 UNT. A admissão de água floculada aos decantadores será efetuada por intermédio de tubulações, sendo estas distribuídas ao longo da área inferior dos módulos tubulares.

Os decantadores terão o seu regime de operação com respeito ao descarte de lodo deverá ser em batelada, isto é, prevê-se que cada unidade trabalhe de 20 a 30 dias e, após este período de tempo, a unidade deverá ser esgotada e colocada novamente em operação.

A água decantada deverá ser coletada e enviada a um canal comum de água decantada para posterior distribuição ao sistema de filtração. A ETA deverá ser dotada de unidades de filtração independentes entre si, do tipo dupla camada areia e antracito, de fluxo descendente e trabalhando hidraulicamente com taxa de filtração constante e variação de nível.

A lavagem dos filtros será do tipo lavagem contra-corrente, sendo esta oriunda do reservatório de água tratada e enviada a cada filtro por sistema de bombeamento. O fundo falso e sistema de drenagem das unidades de filtração será do tipo bloco Leopold. Uma vez filtrada, a água deverá ser enviada ao reservatório de água tratada para posterior envio por bombeamento aos centros de reservação do município de Vitória do Xingu.

A água de lavagem dos filtros deverá ser recebida em tanques de equalização para posterior envio integral ao início do processo de tratamento, ao passo que o lodo dos decantadores também deverá ser enviado diretamente a rede coletora de esgotos sanitários para o seu posterior tratamento na estação de tratamento de esgotos.



5.3.3 ZONAS DE PRESSÃO

A fim de tornar possível a distribuição de água, de forma adequada, mediante as características locais e de projeto dividiu-se o empreendimento em duas zonas de pressão, definida em função do posicionamento do reservatório.

As zonas de pressão são apresentadas, a seguir.

Quadro 5.14– Zonas de Pressão

Descrição da zona	Variação de cota	Abastecimento
Zona Alta	> 597	Booster
Zona Média	597 - 557	Gravidade

O documento GE-13-022-CP-SAA-006 apresenta as zonas de pressão do empreendimento.

5.3.4 RESERVAÇÃO

O centro de reservação será composto por uma unidade, sendo um reservatório semi-enterrado, para atendimento do empreendimento. A reservação foi calculada para 1/3 (um terço) do consumo diário do dia de maior consumo.

O Quadro 5.15 apresenta as principais características dos reservatórios.

Quadro 5.15 – Características do Reservatório

Reservatório	Cota de Terreno (m)	Cota de Base (m)	NA Mínimo (m)	NA Máximo (m)	Volume (m³)
RSE - Retangular	609,00	607,00	609,00	611,00	2.000

O documento GE-13-022-CP-SAA-005 apresenta a implantação preliminar do centro de reservação.



5.3.5 BOOSTER

No reservatório, será implantado um conjunto de booster, com duas bombas (1+R), um para atender a zona alta do empreendimento e outro como reserva.

5.3.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição será de PVC e dupla, implantada preferencialmente no passeio. O diâmetro mínimo da rede de abastecimento será de 50 mm.

A extensão total estimada da rede do empreendimento Residencial Kaloré é de 38.040,51 m.

Conforme NBR 12.218/1.994, a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kpa (50 mca), e a pressão dinâmica mínima, de 100 kpa (10 mca). Para atender aos limites de pressão, a rede foi subdividida em zonas de pressão (alta e baixa).

O documento GE-13-022-CP-SAA-007 apresenta a planta de caminhamento da rede de água proposto para o empreendimento.

5.4 RESUMO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A concepção do sistema de abastecimento de água do empreendimento ACS Jaguariúna - Residencial Kaloré será composta de um reservatório semi-enterrado com duas bombas hidráulicas na configuração 1 + R e pela rede de distribuição.

A alimentação do residencial será proveniente da captação superficial no rio Jaguari. Será construída uma adutora de água bruta que será recalçada até a Estação de Tratamento de Água e posteriormente até o reservatório do empreendimento.

O Reservatório abastecerá por gravidade a Zona Média. A Zona Alta será abastecida por booster que será implantado na área do reservatório.

Os documentos GE-13-022-CP-SAA-001 ao GE-13-022-CP-SAA-007 apresentam o sistema de concepção de abastecimento de água e a implantação preliminar do centro de reservação do empreendimento.

6 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A seguir estão apresentados os parâmetros adotados para o sistema de esgotamento sanitário.

6.1 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

6.1.1 COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

Para o cálculo das vazões máximas foram considerados os seguintes coeficientes de variação:

- o Coeficiente do dia de maior consumo: $k_1 = 1,20$;
- o Coeficiente da hora de maior consumo: $k_2 = 1,50$; e
- o Coeficiente da vazão mínima horária: $k_3 = 0,50$.

6.1.2 COEFICIENTE DE RETORNO

Para o cálculo das vazões de esgoto foi utilizado o seguinte coeficiente:

- o Coeficiente de retorno: esgoto / água = 0,8 (80%).

6.1.3 TAXA DE INFILTRAÇÃO

De acordo com o texto dos professores Campos e Hanai, publicado no congresso da ABES, foi utilizado para o cálculo de vazão de infiltração o seguinte coeficiente:

- o Coeficiente de infiltração: 0,2 L/s x km

6.2 VAZÕES DE ESGOTO

As vazões para dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário foram calculadas com o retorno da água do abastecimento.

6.2.1 VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO

A vazão média de esgoto foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

$$Q_{\text{média_esgoto}} = \text{Demanda abastecimento} \times C + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{média_esgoto}} = 52,65 \times 0,80 + 6,74 = 48,86 \text{ L/s}$$

Onde:

$Q_{\text{média_esgoto}}$ = vazão média de esgoto (L/s);

Demanda abastecimento = vazão de abastecimento (L/s);

C = coeficiente de retorno esgoto/água; e

Q_{inf} = vazão de infiltração (L/s).

6.2.2 VAZÃO MÁXIMA FINAL DE ESGOTO

A vazão máxima de esgoto foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

$$Q_{\text{máxima_final}} = \text{Demanda abastecimento} \times C \times k_1 \times k_2 + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{máxima_final}} = 52,65 \times 0,80 \times 1,20 \times 1,50 + 6,74 = 82,55 \text{ L/s}$$

Onde:

$Q_{\text{máxima_final}}$ = vazão máxima de esgoto para final de plano (L/s);

Demanda abastecimento = vazão de abastecimento (L/s);

C = coeficiente de retorno esgoto/água;

Q_{inf} = vazão de infiltração (L/s);

k_1 = coeficiente do dia de maior consumo; e

k_2 = coeficiente da hora de maior consumo.

6.2.3 VAZÃO MÁXIMA INICIAL DE ESGOTO

A vazão mínima de esgoto foi calculada conforme a fórmula a seguir apresentada:

$$Q_{\text{máxima_inicial}} = 0,50 \times \text{Demanda abastecimento} \times C \times K_2 + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{máxima_inicial}} = 0,50 \times 52,65 \times 0,80 \times 1,50 + 6,74 = 38,33 \text{ L/s}$$

Onde:

$Q_{\text{máxima_inicial}}$ = vazão máxima de esgoto para início de plano (L/s);

Demanda abastecimento = vazão de abastecimento (L/s);

C = coeficiente de retorno esgoto/água;

K_2 = coeficiente da hora de maior consumo; e

Q_{inf} = vazão de infiltração (L/s).

No Quadro 6.1 estão apresentadas as vazões de esgotamento médias, máximas horárias e mínimas.

Quadro 6.1 –Vazões de esgoto

Usos	Q de abastecimento	Q infiltração	Q média	Q máxima	Q mínima
Fase 01					
Comercial	1,87	0,00	1,50	2,70	0,75
Residencial 01	3,36	1,01	3,70	5,85	2,36
Portaria 01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	5,24	1,01	5,20	8,55	3,11
Fase 02					
Residencial 02	3,45	1,28	4,04	6,25	2,66
Portaria 02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	3,45	1,28	4,04	6,25	2,66
Fase 03					
Residencial 03	6,85	1,15	6,63	11,01	3,89
Comercial	2,45	0,00	1,96	3,52	0,98
Portaria 03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	9,30	1,15	8,58	14,53	4,86
Fase 04					
Residencial 04	1,07	0,67	1,53	2,21	1,10
Portaria 04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,07	0,67	1,53	2,22	1,10
Fase 05					
Residencial 05	5,59	0,81	5,28	8,86	3,04
Comercial	1,71	0,00	1,37	2,46	0,68
Portaria 05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	7,30	0,81	6,65	11,32	3,73
Fase 06					
Residencial 06	0,39	0,74	1,06	1,31	0,90
Portaria 06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,40	0,74	1,06	1,31	0,90

(continua)

Quadro 6.1 – Vazões de esgoto (continuação)

Usos	Q de abastecimento	Q infiltração	Q média	Q máxima	Q mínima
Fase 07					
Resort	0,58	0,54	1,00	1,37	0,77
Comercial	8,48	0,00	6,78	12,21	3,39
Clube	0,05	0,00	0,04	0,07	0,02
Portaria 07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	9,11	0,54	7,82	13,65	4,18
Fase 08					
Multifamiliar	10,34	0,40	8,68	15,30	4,54
Total	10,34	0,40	8,68	15,30	4,54
Fase 09					
Comercial	6,45	0,13	5,29	9,42	2,71
Total	6,45	0,13	5,29	9,42	2,71
Total Do Empreendimento	52,65	6,74	48,86	82,55	27,80

6.2.4 RESUMO DAS VAZÕES DE ESGOTO

O Quadro 6.2 apresenta o resumo das vazões de esgoto

Quadro 6.2 – Resumo das vazões de esgoto

Fases	Q média	Q máxima	Q mínima
Fase 01	5,20	8,55	3,11
Fase 02	4,04	6,25	2,66
Fase 03	8,58	14,53	4,88
Fase 04	1,53	2,22	1,10
Fase 05	6,65	11,32	3,73
Fase 06	1,06	1,31	0,90
Fase 07	7,82	13,65	4,18
Fase 08	8,68	15,30	4,54
Fase 09	5,29	9,42	2,71
TOTAL	48,86	82,55	27,80



6.3 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A concepção do sistema de esgotamento sanitário foi definida com base no projeto urbanístico, na topografia do terreno e nas condicionantes do sistema público do DAE/PMJ.

6.3.1 BACIA DE ESGOTAMENTO

Em função da conformação topográfica e hidrográfica, a área do empreendimento é constituída de quatro sub-bacias. O Quadro 6.3 apresenta as áreas das bacias de esgotamento sanitário.

Quadro 6.3 – Bacias de esgotamento sanitário

Sub-Bacia	Área (ha)
Sub-Bacia 1	20,97
Sub-Bacia 2	83,77
Sub-Bacia 3	107,01

Ressalta-se que foi levada em consideração a adaptação dos greides para o encaminhamento da rede coletora em alguns pontos críticos.

O documento GE-13-022-CP-SES-001 apresenta as sub-bacias de esgotamento sanitário do empreendimento.

6.3.2 REDE COLETORA

A rede coletora será em PVC, com diâmetro mínimo de 150 mm e preve de singularidades (poço de visita e poço de inspeção) nas interligações. A extensão total da rede foi estimada em 33.700,00 m. O traçado da rede passará pelo passeio ou em vielas sanitárias.

O documento GE-13-022-CP-SES-003 apresenta o caminhamento da rede de esgotamento sanitário do empreendimento.



6.3.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E LINHAS DE RECALQUE

Em função das conformações topográficas e hidrográficas, a área do empreendimento é constituída três estações elevatórias de esgoto bruto.

A sub bacia 1 encaminha por gravidade o esgoto até a Estação Elevatória de Esgoto 1 (EEE1), recalcando esses esgotos até poço de visita localizada na sub bacia 3. A Estação Elevatório de Esgoto 2 (EEE 2), recalca o esgoto proveniente da sub-bacia 2 encaminhado por gravidade também.

O efluente coletado das sub bacias 1 e 2 juntamente com o efluente da sub bacia 3 são encaminhados até a Estação Elevatória de Esgoto 3 (EEE 3) e recalcados para a Estação de Tratamento de Esgoto do empreendimento (ETE).

Para otimização do sistema a ser implantado na Fase 1, será implantada a EEE-4 provisória para reversão de parte da sub-bacia 2 para a sub-bacia 1, evitando assim a necessidade de implantação do sistema completo loga na fase 1. Com a implantação da fase 5, a estação elevatória pode ser desativada.

Estas unidades deverão ser compostas de poço de armazenamento com conjuntos moto bombas instaladas e operadas automaticamente em função dos níveis máximo e mínimo para cada situação de vazão.

O empreendimento terá três linhas de recalque, para cada estação elevatória de esgoto. Na linha de recalque poderá ser utilizado Tubos em PVC DEF°F° ou PEAD.

Para operação, manutenção e proteção das linhas de recalque poderão ser previstos pontos de descarga dos volumes recalcados e pontos de ventosa para eliminação e admissão de ar nas operações de rotina.

O documento GE-13-022-CP-SES-002 apresenta a localização das EEEs e suas respectivas linhas de recalque.



6.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O Empreendimento ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré não será atendido pela rede pública, o que demandará a instalação de uma estação de tratamento de esgotos (ETE) que poderá ser modulada de forma a atender este empreendimento até fim de plano.

As características quantitativas e qualitativas descritas abaixo abrangem a ETE como um todo, ou seja, correspondem a todas as fases de implantação do empreendimento.

6.4.1 CARACTERÍSTICAS DOS ESGOTOS A SEREM TRATADOS

6.4.1.1 Características Quantitativas

- Vazão mínima: 27,8 l/s;
- Vazão média (com infiltração): 48,9 l/s;
- Vazão máxima diária (com infiltração): 57,3 l/s;
- Vazão máxima horária (com infiltração): 82,6 l/s;

6.4.1.2 Características Qualitativas

Tendo em vista a ocupação do loteamento ser predominante residencial, com a eventual presença de pequenos estabelecimentos de serviços locais, os esgotos a serem tratados são predominantemente sanitários e do tipo médio a forte em termos de concentração.

Portanto, para a determinação das concentrações dos principais parâmetros de dimensionamento do sistema de tratamento de esgotos em questão, são adotados os seguintes índices unitários para população fixa, habitantes dos residenciais e multifamiliares:

- DBO_{5,20}: 54 g / hab x dia;
- DQO: 100 g / hab x dia;

- N-NTK: 8 g/ hab x dia;
- Fósforo: 1 g/hab.dia;
- SST: 60 g / hab x dia.

Para população flutuante (usuários/ funcionários) foram adotados os índices unitários:

- DBO_{5,20}: 22 g / hab x dia;
- DQO: 40 g / hab x dia;
- N-NTK: 3,2 g/ hab x dia;
- Fósforo: 0,4 g/ hab x dia;
- SST: 24 g / hab x dia.

Considerando a população de máxima de ocupação do empreendimento e com base nos índices unitários adotados e demais características típicas observadas nos esgotos predominantemente sanitários, adotam-se os valores apresentados no quadro a seguir. Os cálculos efetuados podem ser visualizados na planilha dados preliminares do Anexo V.

Quadro 6.4 – Características Qualitativas dos Esgotos Brutos

Parâmetros	Unidade	Valor
DQO	mg/l	481
DBO _{5,20}	mg/l	260
Sólidos em Suspensão Totais	mg/l	289
Sólidos Sedimentáveis (*)	ml/l	15
Óleos e Graxas (*)	mg/l	120
NTK	mg/l	38,5
Nitrogênio amoniacal (*)	mg/l	34,7
Fósforo total	mg/L	5
Coliformes Fecais (*)	NMP/100 ml	10 ⁷

(*) Fonte: Metcalf & Eddy – *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. (Valores intermediários aos esgotos do tipo médio a forte).

6.4.2 ESTUDO DE ASSIMILAÇÃO DO CORPO RECEPTOR E DEFINIÇÃO DO GRAU DE TRATAMENTO NECESSÁRIO

O corpo receptor dos efluentes tratados é o Rio Atibaia, que é um dos principais corpos hídricos do município Jaguariúna e deságua no Rio Piracicaba. Esse corpo hídrico está enquadrado na classe 2.

Em termos de caudal para a assimilação dos efluentes tratados, observa-se que a área de drenagem da bacia do Rio Atibaia relativa ao ponto de lançamento dos efluentes é cerca de 2.522 km², o que resulta em uma vazão mínima crítica do período de estiagem (Q_{7,10}) da ordem de 7,88 m³/s.

Como apresentado no item anterior, a vazão média de efluente tratado, relativa à máxima capacidade de ocupação dos loteamentos, é igual a 49 L/s-ou 0,049 m³/s, que representa aproximadamente 0,6% da vazão mínima crítica do Rio Atibaia.

Portanto, observa-se que o Rio Atibaia possui boa capacidade de diluição dos efluentes lançados, sendo que, para o atendimento dos padrões de emissão e qualidade definidos pela Legislação Federal de Controle de Poluição Ambiental, são necessários os níveis de eficiência apresentados a seguir, que foram determinados nos memoriais de cálculo no Anexo V.

- Remoção de DBO_{5,20} > 80%;
- Remoção de nitrogênio amoniacal > 42%;
- Remoção de nitratos – não necessária;
- Remoção de fósforo total > 66 %; e
- Remoção de coliformes termotolerantes > 99,95%.

Dessa forma, existe a necessidade da implantação de um sistema de tratamento que proporcione elevada eficiência em termos de remoção de matéria orgânica carbonácea e uma remoção parcial de nitrogênio amoniacal, bem como de fósforo. Destaca-se, também, a necessidade de um estágio de tratamento complementar especialmente destinado à desinfecção dos efluentes para garantir seguras condições sanitárias ao corpo hídrico em questão.

Com relação ao impacto do lançamento dos efluentes em termos de concentração de oxigênio dissolvido nas águas do Rio Atibaia, a seguir são apresentadas a curva de concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) e perfil de DBO, determinadas no memorial de cálculo, no Anexo V:

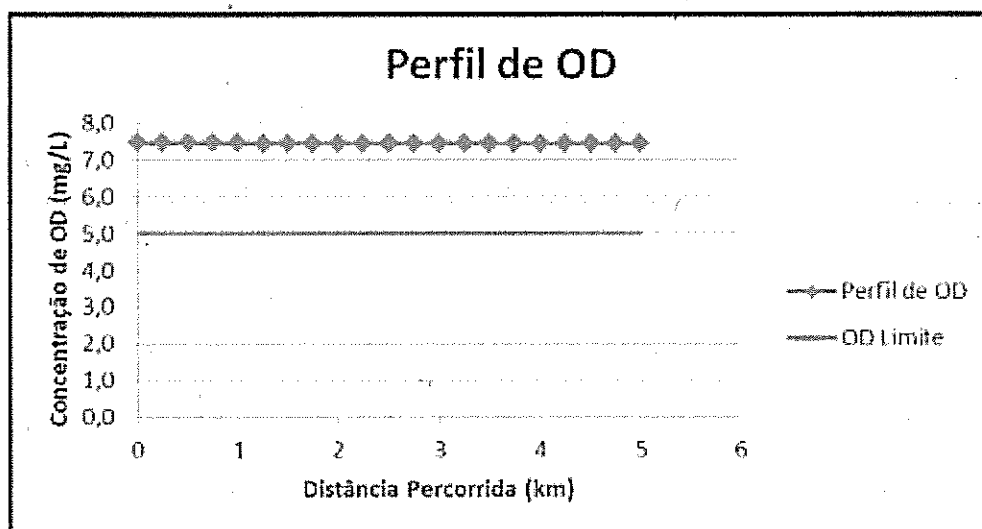


Figura 6.1 – Curva de OD das águas do Ri Atibaia após o lançamento dos efluentes tratados.

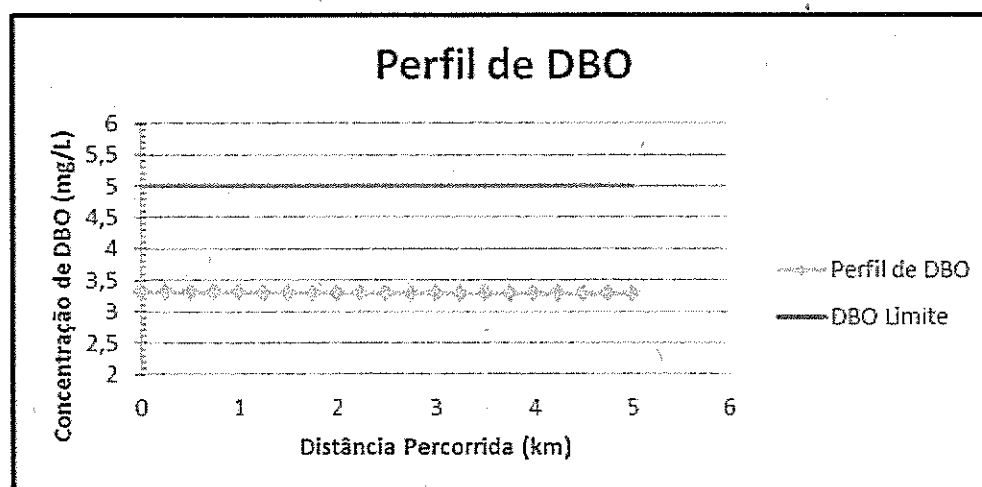


Figura 6.2 – Curva de OD das águas do Ri Atibaia após o lançamento dos efluentes tratados.

Conforme observado na Figura 6.1, o déficit crítico de OD ocorre a partir do ponto de lançamento, de forma haverá uma queda no oxigênio dissolvido, originando um déficit crítico superior ao inicial, porém, este é muito pequeno não ultrapassando 0,8



mgOD/L, mesmo admitindo uma postura de análise conservadora, onde o OD do efluente tratado foi considerado igual a zero.

Entretanto, tendo em vista a concentração de $DBO_{5,20}$ prevista para o efluente tratado (cerca de 52 mg/L, se considerar remoção de 80%), associada a boa capacidade de assimilação do rio Atibaia, mesmo no ponto crítico, a concentração de OD nas águas do rio permanece acima de 5,0 mg/L e tende a elevar gradualmente devido à natural reaeração do corpo hídrico. O mínimo OD encontrado seria de 7,4 mg/L. Portanto, para o caso em questão é dispensada a aeração do efluente tratado.

É importante observar que para permitir o estudo de assimilação do rio Atibaia e a definição dos níveis de eficiência necessários apresentado nesse capítulo, foi necessário adotar os resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas, obtidos por pontos de monitoramento da Agência Nacional de Águas – ANA. Foi utilizado um ponto de lançamento a montante (Ponto 83-00SP05244ATIB02065) e outro a jusante do ponto de lançamento (Ponto 84-00SP05513ATIB02300).

6.4.3 JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO DE TRATAMENTO ADOTADA

Vários são os aspectos a serem considerados para a definição da concepção do sistema de tratamento a ser implantado. Tendo em vista as características do empreendimento em questão, é necessária a adoção de um sistema de tratamento compacto e que possa ser facilmente modulado, devido à disponibilidade de espaço e faseamento para a sua implantação.

Em termos de condicionantes ambientais, observa-se à necessidade de implantação de um sistema de tratamento com bom desempenho e grande confiabilidade, para garantir a preservação do recurso hídrico local e, de forma mais ampla, a preservação das águas da bacia em questão, principalmente no que concerne aos nutrientes, reduzindo assim o potencial de eutrofização desse corpo lacustre.

Tendo em vista esses aspectos condicionantes, sugere-se a adoção do Sistema de Lodos Ativados segundo a modalidade de Aeração Prolongada, associado a estágios complementares de remoção físico-química de fósforo e desinfecção do efluente tratado.

A seguir são apresentadas as principais características dessa concepção de tratamento que justificam seu emprego para o caso em questão:

- **Elevado grau de compacidade.** Esse sistema de tratamento a ser adotado demanda uma área relativamente pequena, localizada no ponto mais adequado em termos de afastamento dos esgotos.
- **Elevado grau de tratamento.** O sistema de Lodos Ativados com Aeração prolongada, por si só, já apresenta elevado desempenho em termos de remoção de matéria orgânica carbonácea e amoniacal, devido à capacidade de nitrificação. Quando associado a um estágio intermediário de precipitação química com adição de cloreto férrico, os compostos insolúveis de fósforo são removidos no decantador secundário do sistema de lodos ativados, garantindo a remoção de fósforo e, finalmente, a desinfecção do efluente tratado, garante remoção dos coliformes termotolerantes, indicadores da presença de microorganismos patogênicos. Dessa forma, o desempenho global é elevado e certamente atenderá às restritivas demandas em termos ambientais.
- **Confiabilidade.** A concepção de tratamento baseada no processo de Lodos Ativados é consagrada pela sua ampla e antiga aplicação para o tratamento de esgotos sanitários, sendo que o conhecimento do processo e dos procedimentos operacionais é de domínio público entre os técnicos da área de saneamento básico, indicando, portanto, a grande confiabilidade dessa concepção de tratamento.
- **Flexibilidade Operacional.** O sistema de lodos ativados apresenta grande flexibilidade operacional, o que permite uma rápida e fácil adaptação às oscilações quantitativas e qualitativas dos esgotos afluentes, bem como permite a instalação de vários dispositivos de atuação e controle que permitem um elevado grau de automação do sistema de tratamento, caso seja necessário para reduzir a demanda operacional.
- **Minimização da Geração de Odores Ofensivos.** Ao contrário das concepções de tratamento que empregam processo biológico anaeróbio, o sistema de lodos ativados é estritamente aeróbio e, portanto, não apresenta risco de geração de odores ofensivos devido ao desprendimento de sulfetos para a atmosfera. Portanto, a possibilidade de geração de odores ofensivos fica



restrita apenas ao manuseio dos detritos grosseiros removidos na etapa de tratamento preliminar de desaguamento do lodo biológico e físico-químico que deve ser descartado periodicamente do sistema de tratamento. A possibilidade de geração de odores nessas etapas do tratamento é bastante reduzida através da adoção de simples procedimentos operacionais, tais como cobertura das caçambas de armazenamento dos resíduos bem como evitar que essas caçambas permaneçam no sítio da ETE por períodos superiores a três dias.

É importante observar que a associação de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com o sistema de lodos ativados foi considerada a princípio nesse estudo de concepção. Entretanto, a presença de unidade de tratamento biológico anaeróbio resulta em significativo potencial de geração de odores ofensivos, tendo em vista que além do metano, ocorre a produção de outros gases a base de enxofre que apresentam forte odor, mesmo quando presentes no meio ambiente em concentrações bem baixas.

A via biológica aeróbia não apresenta potencial de emissão de odores ofensivos devido ao produto final da oxidação, que basicamente se resume a gás carbônico e água. Entretanto, a via anaeróbia é baseada em duas etapas distintas e simultâneas:

- o **Acidificação:** Nessa etapa, as substâncias decompostas inicialmente por hidrólise são convertidas em acetatos e ácidos propiônicos, H_2 , CO_2 , etc, que serão a fonte energética para a produção de metano nas fases posteriores.
- o **Acetanização e Metanização:** Nessas etapas o acetato e demais substâncias produzidas na fase de acidificação são convertidas em metano que se constitui no resultado final e mais estabilizado do mecanismo anaeróbio.

Essas duas etapas são executadas por grupos de bactérias distintos e específicos para cada função, sendo que as condições ambientais favoráveis para um grupo não são adequadas para outro grupo, havendo, em casos críticos, a inibição de uma das etapas da digestão anaeróbia resultando na produção de um efluente pouco estabilizado e geração de maus odores. A produção de ácidos orgânicos (etapa de acidificação) é essencial para as bactérias metanogênicas (etapa de metanização),

no entanto, a redução de pH inerente à acidificação pode prejudicar as bactérias metanogênicas que são extremamente sensíveis e demandam pH próximo de 7,0.

Dessa forma, é necessário desenvolver um equilíbrio entre os grupos de bactérias responsáveis por essas duas etapas. O estabelecimento desse equilíbrio é lento e deve ser feito com cuidado, pois as bactérias formadoras de ácidos são mais robustas e proliferam mais rapidamente quando comparadas com as bactérias metanogênicas. Estas requerem meses para atingir uma biomassa dentro de padrões aceitáveis.

A adoção de reatores anaeróbios requer a implantação de sistemas de segurança para controlar a emissão de gases para a atmosfera, sendo que, além do tradicional queimador, é extremamente recomendada a implantação de sistemas de coleta e oxidação dos gases liberados na superfície do reator, bem como sistemas de correção de pH do esgoto afluente, de forma a evitar que haja desequilíbrio entre as fases acidogênica e metanogênica, características do mecanismo biológico anaeróbio, pois esse desequilíbrio certamente é o principal fator de emissão de gases em nível de grande impacto ao entorno do sistema de tratamento. Tendo em vista a necessidade de sistemas periféricos para o controle de emissão dos gases, bem como a complexidade das instalações hidráulicas dos reatores, os custos de implantação dessas unidades são elevados.

Evidentemente, a implantação de reatores anaeróbios a montante do sistema de lodos ativados pode resultar em relevante redução dos custos operacionais tendo em vista a redução do consumo de energia elétrica relativa ao sistema de aeração e a menor produção de lodo biológico que deve ser descartado periodicamente do sistema de tratamento. Entretanto, tendo em vista o pequeno porte do sistema de tratamento em questão, a redução dos custos operacionais não é significativa frente ao aumento do custo global de implantação do sistema de tratamento devidos aos reatores anaeróbios.

Portanto, os Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (UASB) não são recomendados para o caso em questão. O potencial de geração de odores é a principal justificativa, e o pequeno porte do sistema de tratamento a ser implantado torna o benefício da associação dos reatores UASB com o sistema de Lodos



Ativados pouco relevante, ou mesmo inexistente, devido ao fato de que os reatores anaeróbios apresentam custos de implantação elevados.

Evidentemente, no caso de sistemas de médio ou grande porte, o risco operacional (geração de odores) de implantar reatores anaeróbios é justificado, tendo em vista os relevantes benefícios econômicos devido aos maiores custos envolvidos.

Tendo em vista as considerações apresentadas nos parágrafos anteriores, é adotada a seguinte concepção para o tratamento dos esgotos gerados nos loteamentos em questão:

- o Tratamento preliminar destinado à remoção de sólidos grosseiros e areia;
- o Lodos Ativados com Aeração Prolongada, destinado à remoção de matéria orgânica carbonácea e amoniacal;
- o Estágio intermediário físico-químico, baseado em coagulação e floculação com aplicação de cloreto férrico, destinado à remoção de fósforo;
- o Desinfecção do efluente tratado com a aplicação de hipoclorito de sódio, destinada à remoção dos microrganismos patogênicos.
- o Desaguamento mecanizado do lodo, destinado ao condicionamento do lodo biológico estabilizado que é descartado do sistema de lodos ativados e, conseqüentemente, redução de seu volume e melhoria de suas condições de manuseio para o transporte e disposição final. Destaca-se que, tendo em vista as características dos esgotos sanitários a serem tratados, os lodos em excesso que serão gerados no sistema de tratamento em questão deverão ser enquadrados na Classe 2A segundo a NBR 10.004 de 2004 (resíduos não inertes) e, portanto, viáveis de serem dispostos em aterros sanitários em conjunto com resíduos sólidos urbanos.

O documento GE-13-022-CP-SES-005 apresenta a implantação preliminar da ETE para atender o empreendimento.

6.4.3.1 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE TRATADO

Considerando a concepção de tratamento adotada, estima-se um elevado desempenho do sistema de tratamento em termos de remoção de matéria orgânica

GE-14-025-CP-GER-001-R0 - ESTUDO DE CONCEPÇÃO - ACS JAGUARIÚNA



carbonácea e amoniacal, de fósforo, bem como de remoção de microrganismos patogênicos.

São previstas as seguintes características dos efluentes finais a serem lançados no corpo receptor:

- o $DBO_{5,20} \leq 25 \text{ mg/l}$;
- o $SST \leq 20 \text{ mg/l}$
- o $N \text{ amoniacal} \leq 5 \text{ mg/l}$
- o $Fósforo \leq 1,0 \text{ mg/l}$
- o $Coliformes \text{ fecais} \leq 1.000 \text{ NMP/100 ml}$

A qualidade prevista para os efluentes tratados certamente atende os padrões de emissão e de qualidade definidos para a Classe 2 de enquadramento do rio Atibaia.

6.4.4 REÚSO DO EFLUENTE TRATADO

Deseja-se também que uma parcela do efluente final seja utilizada como água de reuso. Para tanto, é necessário introduzir uma etapa de polimento do efluente ao final do processo. Isto será realizado com a implantação de um ou mais filtros. Estes, dotados de pequenos poros, agem como um retentor de sólidos presentes no esgoto afluente.

O efluente, desta forma, sai com uma qualidade bastante superior ao afluente, à custa de um aumento da perda de carga no filtro. Por este motivo, é importante que, periodicamente, seja realizada a limpeza desse equipamento. Essa limpeza poderá ocorrer de forma automática, mediante retrolavagem, quando a pressão interna torna-se superior a um valor pré-estabelecido.

Foram previstos três usos internos à ETE para a água de reuso, quais sejam:

- o Rega das Áreas Verdes
- o Lavagem das Ruas e Pátios
- o Lavagem de Instalações



Essa água também poderá ser utilizada para irrigação das áreas verdes do empreendimento.

6.5 RESUMO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário será composta por uma rede coletora de esgoto, estações elevatórias, linha de recalque, estação de tratamento de esgoto e lançamento final do efluente tratado.

Serão implantadas 3 estações elevatórias para o recalque de todo o esgoto do empreendimento.

A EEE 1 receberá o esgoto proveniente da sub-bacia 1, e a EEE 2 receberá o esgoto da sub-bacia 2.

A EEE 3 receberá o esgoto das sub-bacias 1, 2 e 3, encaminhando o efluente para a ETE do empreendimento.

Para atendimento da primeira fase de implantação do empreendimento prevê a implantação de uma EEE 4 provisória na sub-bacia 2 que encaminhará o parte do efluente desta sub-bacia para a sub-bacia 3.

A ETE será do tipo lodos ativados com aeração prolongada que proporciona uma melhor eficiência no tratamento, e seu efluente final será lançado no Rio Atibaia. A ETE após construída será doada ao DAE/PMJ para operação dos serviços e ficará a cargo da prefeitura a ampliação da mesma para atendimento da região.

Os documentos GE-13-022-CP-SES-001 ao GE-13-022-CP-SES-005 apresentam a concepção do Sistema de esgotamento sanitário e a implantação preliminar da ETE.

7 RELAÇÃO DE DOCUMENTOS

No Quadro 7.1 está apresentado a relação de documentos do Sistema de Saneamento do empreendimento ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré.

Quadro 7.1 – Relação de documentos

Nº DOCUMENTO	TÍTULO
GE-13-022-CP-GER-001	ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE SANEMANTO
GE-13-022-CP-GER-002	IMPLANTAÇÃO GERAL
GE-13-022-CP-SAA-003	LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E INTERLIGAÇÃO DA CAPTAÇÃO-ETA-RESERVATÓRIO
GE-13-022-CP-SAA-004	CAPTAÇÃO – IMPLANTAÇÃO E DETALHES
GE-13-022-CP-SAA-005	IMPLANTAÇÃO PRELIMINAR DA ETA
GE-13-022-CP-SAA-006	IMPLANTAÇÃO PRELIMINAR DO RESERVATÓRIO
GE-13-022-CP-SAA-007	ZONAS DE PRESSÃO
GE-13-022-CP-SAA-008	CAMINHAMENTO DA REDE DE ÁGUA FOLHA 01/05
GE-13-022-CP-SAA-009	CAMINHAMENTO DA REDE DE ÁGUA FOLHA 02/05
GE-13-022-CP-SAA-010	CAMINHAMENTO DA REDE DE ÁGUA FOLHA 03/05
GE-13-022-CP-SAA-011	CAMINHAMENTO DA REDE DE ÁGUA FOLHA 04/05
GE-13-022-CP-SAA-012	CAMINHAMENTO DA REDE DE ÁGUA FOLHA 05/05
GE-13-022-CP-SES-001-R1	PONTOS BAIXOS E BACIAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
GE-13-022-CP-SES-002-R1	LOCALIZAÇÃO DAS EEEs E LINHA DE RECALQUE
GE-13-022-CP-SES-003-R1	CAMINHAMENTO DA REDE DE ESGOTO FOLHA 01/05
GE-13-022-CP-SES-004-R1	CAMINHAMENTO DA REDE DE ESGOTO FOLHA 02/05
GE-13-022-CP-SES-005-R1	CAMINHAMENTO DA REDE DE ESGOTO FOLHA 03/05
GE-13-022-CP-SES-006-R1	CAMINHAMENTO DA REDE DE ESGOTO FOLHA 04/05
GE-13-022-CP-SES-007-R1	CAMINHAMENTO DA REDE DE ESGOTO FOLHA 05/05
GE-13-022-CP-SES-008-R1	LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO E ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO
GE-13-022-CP-SES-009-R1	IMPLANTAÇÃO PRELIMINAR DA ETE

ANEXO I – MAPA DAS BACIAS PRINCIPAIS

• Mapa 1 •





ANEXO II – PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – ESTAÇÃO JAGR02400

Resultado Os Parâmetros e Indicadores de Qualidade das águas

Código do Ponto: 84 - 0 0 SP 05 513 ATIB 02 300

Sistema Hídrico: Rio Atibaia

Localização: Na captação da Rhodia, em Paulínia. - PAULÍNIA - SP

Classe : 2

impresso em: 30/01/2012

Tipo de Parametro: Campo								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00
Chuvas nas últimas 24h	-		Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Coloração	-		Vermelha	Amarela	Amarela	Verde	Verde	Amarela
Condutividade	µS/cm	> 5	91	138	161	170	196	166
Oxigênio Dissolvido	mg/L		5,8	6,5	7,7	7,4	7,6	6
pH	U.pH	6 até 9	6,8	6,8	7,2	7	7,2	6,8
Temperatura da Água	°C		26,5	25,5	18,5	18,5	22	24
Temperatura do Ar	°C		31	29	23	23	23	28
Tipo de Parametro: Físico-Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00
Alumínio Dissolvido	mg/L	< 0,1	* 1		* 0,11	* 0,2		* 1
Alumínio Total	mg/L		29		0,62	0,78		2
Bário Total	mg/L	< 0,7	0,07		0,05	0,0284		0,1
Cádmio Total	mg/L	< 0,001	< 0,001		< 0,0002	< 0,0007		< 0,001
Carbono Orgânico Total	mg/L		5,12	4,68	6,7	3	5,01	4,36
Chumbo Total	mg/L	< 0,01	< 0,01		0,008	< 0,005		< 0,01
Cloreto Total	mg/L	< 250	4	11	11	13	14	14
Cobre Dissolvido	mg/L	< 0,009	< 0,001		0,001	< 0,004		0,005
Cobre Total	mg/L		< 0,001		0,001	0,005		0,007
Cor Verdadeira	mg Pt/L	< 75	26		* 82	9		35
Cromo Total	mg/L	< 0,05	< 0,007		< 0,02	0,001		< 0,03
DBO (5, 20)	mg/L	< 5	< 2	< 2	< 2	4	< 2	2

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Tipo de Parametro: Físico-Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00
DQO	mg/L		< 50	< 50	< 50	< 50	< 16	< 16
Dureza	mg/L					18,6		
Fenóis Totais	mg/L	< 0,003	< 0,002		* 0,004	0,003		< 0,002
Ferro Dissolvido	mg/L	< 0,3	* 7		0,03	0,186		0,2
Ferro Total	mg/L		31		1,31	0,864		1
Fósforo Total	mg/L	< 0,1	0,06	* 0,5	0,08	0,1	0,01	0,072
Manganês Total	mg/L	< 0,1	* 2		0,06	0,0332		0,06
Mercurio Total	mg/L	< 0,0002	< 0,0002		< 0,0002	< 0,0002		0,0002
Níquel Total	mg/L	< 0,025	< 0,01		< 0,02	0,007		< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	< 3,7	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L		1	0,6	0,6	1	0,7	0,4
Nitrogênio-Nitrato	mg/L	< 10	0,6	2	0,3	2	2	2
Nitrogênio-Nitrato	mg/L	< 1	0,05	0,1	0,08	0,04	0,2	0,1
Potássio	mg/L		3		3,58	11,3		3
Sódio	mg/L		7		20,1	53,7		63
Sólido Dissolvido Total	mg/L	< 500	89	96	102	134	108	120
Sólido Total	mg/L		124	115	124	153	146	129
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L	< 0,5	0,1		< 0,06	0,09		< 0,06
Turbidez	UNT	< 100	55	15	10	12	16	4
Zinco Total	mg/L	< 0,18	0,09		< 0,02	0,0189		0,02
Tipo de Parametro: Microbiológicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	< 1000	* 3300	* 3700	* 1100	660	317	725

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(†) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitted pelo EQAS - Setor de Águas Superficiais

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de Qualidade das Águas

Código do Ponto: 83 - 0 SP 05 244 ATIB 02 065

Sistema Hídrico: Rio Atibaia

Classe : 2

impresso em: 30/01/2012

Localização: Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos. - CAMPINAS - SP

Tipo de Parâmetro: Campo									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Chuvas nas últimas 24h	-		Sim	Não	Não	Não	Não	Não	
Coloração	-		Vermelha	Amarela	Verde	Verde	Verde	Amarela	
Condutividade	µS/cm		79	112	102	105	142	145	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5	6,8	7,3	8,2	7,7	8	6,4	
pH	U.pH	6 até 9	6,8	6,7	6,8	7	6,7	6,7	
Temperatura da Água	°C		25	25,5	18	17	21	22	
Temperatura do Ar	°C		30	31	26	18	28	31	
Tipo de Parâmetro: Ecotoxicológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Ens. Ecotoxic. C/ Ceriodaphnia dubia	-	Não Tóxico	Não Tóxico		Não Tóxico	* Crônico		Não Tóxico	
Tipo de Parâmetro: Físico-Químicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Alcalinidade Total	mg/L		25		22	19		24	
Alumínio Dissolvido	mg/L	< 0,1	* 0,2		< 0,1	* 0,26		* 1	
Alumínio Total	mg/L		2		0,9	0,85		2	
Arsênio Total	mg/L	< 0,01	< 0,002		< 0,005	< 0,005		< 0,005	
Bário Total	mg/L	< 0,7	0,06		0,05	0,0276		0,2	
Cádmio Total	mg/L	< 0,001	< 0,001		< 0,0002	< 0,0007		< 0,001	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05
 (i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais
 Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra
 Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico
 UFC - Unidade Formadora de Colônia
 Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Tipo de Parametro: Físico-Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L		5,64	3,78	4,73	4,54	4	4,89
Carbono Orgânico Total	mg/L		5,31	4,18	6,33	5,31	7,35	5,82
Chumbo Total	mg/L	< 0,01	< 0,01		< 0,005	0,006		< 0,01
Cloreto Total	mg/L	< 250	4	10	9	8	16	17
Cobre Dissolvido	mg/L		0,001		< 0,009	< 0,004		
Cobre Total	mg/L		0,001		0,001	< 0,004		
Cor Verdadeira	mg Pt/L	< 75	61		* 85	< 5		49
Cromo Total	mg/L	< 0,05	< 0,007		< 0,02	< 0,001		< 0,03
DBO (5, 20)	mg/L	< 5	3	3	< 2	3	4	4
DQO	mg/L		< 50	< 50	< 50	< 50	< 16	< 16
Dureza	mg/L		19			18		73
Fenóis Totais	mg/L	< 0,003	< 0,002		< 0,002	0,002		< 0,002
Ferro Dissolvido	mg/L	< 0,3	* 1		* 0,37	* 0,314		* 0,5
Ferro Total	mg/L		6		1,91	0,963		2
Fósforo Total	mg/L	< 0,1	< 0,02	* 1	0,05	0,08	* 0,101	* 0,113
Manganês Total	mg/L	< 0,1	* 0,3		* 0,19	0,0434		0,08
Mercurio Total	mg/L	< 0,0002	< 0,0002		< 0,0002	< 0,0002		0,0002
Níquel Total	mg/L	< 0,025	< 0,01		< 0,02	0,003		< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	< 3,7	0,3	0,7	0,7	0,7	1	0,7
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L		1	1	1	0,9	2	1
Nitrogênio-Nitrato	mg/L	< 10	0,4	1	0,3	0,2	1	1
Nitrogênio-Nitrito	mg/L	< 1	0,04	0,08	0,05	0,1	0,1	0,2
Potássio	mg/L		3		3,3	10,6		4
Potencial de Formação de THM	µg/L		324		289	167		314
Sódio	mg/L		3		8,35	27,9		27
Sólido Dissolvido Total	mg/L	< 500	66	72	68	68	88	106

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Tipo de Parametro: Físico-Químicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Sólido Total	mg/L		131	89	97	84	106	114	
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L	< 0,5	0,07		0,1	0,1		0,07	
Turbidez	UNT	< 100	45	18	19	13	12	14	
Zinco Total	mg/L	< 0,18	0,02		0,03	0,012		0,03	
Tipo de Parametro: Hidrobiológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Clorofila-a	µg/L	< 30	1,07		0,76	0,8		2	
Feofitina-a	µg/L		1,18		0,84	1,07		0,8	
Número de Células de Cianobactérias	N. Células	< 50000	266		310	233		1249	
Tipo de Parametro: Microbiológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	< 1000	* 31000	* 11000	* 4400	* 1900	* 1300	* 4200	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAS - Setor de Águas Superficiais

ANEXO III – ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO

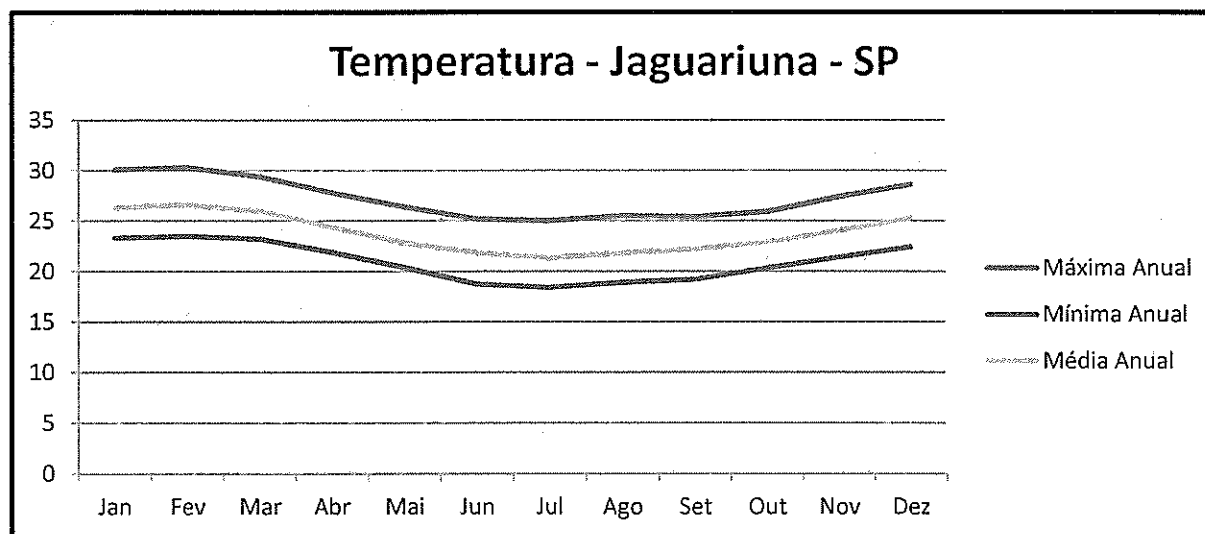
DADOS PRELIMINARES

Item	Parâmetro	Valor	Unidade
1	Dados Gerais		
1.1	<i>População Fixa - habitantes (residenciais e multifamiliar)</i>		
1.1.1	População	9.772	hab
1.1.2	Vazão de Consumo per capita	275	L/hab.dia
1.1.3	Carga Unitária de DBO	54	g/hab.dia
1.1.4	Carga Unitária de DQO	100	g/hab.dia
1.1.5	Carga Unitária de SST	60	g/hab.dia
1.1.6	Carga Unitária de NTK	8,0	g/hab.dia
1.1.7	Carga Unitária de P	1,0	g/hab.dia
1.1.8	Densidade de Coliformes	1,0E+07	col/100mL
1.2	<i>População Flutuante- funcionários/usuários</i>		
1.2.1	Usuários - Portaria	14	hab
1.2.2	Vazão de Consumo per capita	70	L/hab.dia
1.2.3	População - Clube	39	hab
1.2.4	Vazão de Consumo per capita	100	L/hab.dia
1.2.5	Funcionários/ usuários Comercial	25.860	hab
1.2.6	Vazão de Consumo per capita	70	L/hab.dia
1.2.7	População -Resort	500	hab
1.2.8	Vazão de Consumo per capita	100	L/hab.dia
1.2.9	Carga Unitária de DBO	22	g/hab.dia
1.2.10	Carga Unitária de DQO	40	g/hab.dia
1.2.11	Carga Unitária de SST	24	g/hab.dia
1.2.12	Carga Unitária de NTK	3,2	g/hab.dia
1.2.13	Carga Unitária de P	0,4	g/hab.dia
1.2.14	Densidade de Coliformes	1,0E+07	col/100mL
1.2	<i>Infiltração</i>		
1.2.1	Taxa de Infiltração	0,20	L/s.km
1.2.2	Extensão da Rede	33,7	km
1.3	<i>Coefficientes Comuns</i>		
1.3.1	K1	1,20	-
1.3.2	K2	1,50	-
1.3.3	K3	0,50	-
1.3.4	C	0,80	-

2	Cálculo de Vazões		
2.1	Vazão de Infiltração	6,74	L/s
2.2		0,007	m³/s
2.3		24,26	m³/h
2.4		582,34	m³/dia
2.5	Vazão Média	48,89	L/s
2.6		0,049	m³/s
2.7		176,01	m³/h
2.8		4.224,24	m³/dia
2.9	Vazão Máxima Diária	57,32	L/s
2.10		0,057	m³/s
2.11		206,36	m³/h
2.12		4.952,62	m³/dia
2.13	Vazão Máxima Horária	82,61	L/s
2.14		0,083	m³/s
2.15		297,41	m³/h
2.16		7.137,76	m³/dia
2.17	Vazão Mínima	27,82	L/s
2.18		0,028	m³/s
2.19		100,14	m³/h
2.20		2.403,29	m³/dia
3	Cálculo de Cargas Poluentes		
3.1	Carga de DBO	1.098,21	kg/dia
3.2	Concentração de DBO	260,0	mg/L
3.3	Carga de DQO	2.033,72	kg/dia
3.4	Concentração de DQO	481,4	mg/L
3.5	Carga de SST	1.220,23	kg/dia
3.6	Concentração de SST	289	mg/L
3.7	Carga de NTK	162,70	kg/dia
3.8	Concentração de NTK	38,5	mg/L
3.9	Carga de P	20,34	kg/dia
3.10	Concentração de P	4,8	mg/L

Variação da temperatura no município de Jaguariúna, conforme dados disponibilizados em Jaguariúna - CEPAGRI/ UNICAMP (http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_283.html).

	Máximas	Mínimas	Média
Jan	30	18,7	24,4
Fev	30,1	18,9	24,5
Mar	29,8	18,1	23,9
Abr	28	15,5	21,8
Mai	26	12,8	19,4
Jun	24,9	11,3	18,1
Jul	25,1	10,8	17,9
Ago	27,2	12,1	19,7
Set	28,2	14,1	21,2
Out	28,7	15,8	22,3
Nov	29,3	16,7	23
Dez	29,3	18	23,7
Média Aritmética	28,1	15,2	21,7
Mínima	24,9	10,8	17,9
Máxima	30,1	18,9	24,5



1. INTRODUÇÃO - ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO CORPO RECEPTOR

1.1. CONCEITUAÇÃO TEÓRICA

O Estudo de Autodepuração de um Corpo Receptor visa avaliar a eficiência necessária para o processo de tratamento de um efluente específico. Para isso, deve-se ter em mente que esses limites são estabelecidos de acordo com as características hidrológicas e qualitativas do corpo receptor, bem como com os usos planejados para ele. Considera-se, para tanto, que o próprio corpo possui uma capacidade natural de depuração dos poluentes e que, dentro de limites pré-estabelecidos, ele é capaz de alcançar um novo equilíbrio em termos físico-químicos e biológicos, condizentes com seus usos planejados.

1.2. ASPECTOS LEGAIS

Os limites relacionados ao Estudo de Autodepuração são definidos por dois principais tipos de legislação: os padrões de enquadramento de corpos receptores (representada principalmente pela Resolução CONAMA 357/05); e os padrões de lançamento dos efluentes (representada pela Resolução CONAMA 430/11 e, especificamente para o Estado de São Paulo há a Lei Estadual 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76.

Segundo von Sperling, "O real objetivo de ambos é a preservação da qualidade do corpo d'água. No entanto, os padrões de lançamento existem apenas por uma questão prática, já que é difícil se manter o controle efetivo das fontes poluidoras com base apenas na qualidade do corpo receptor. O inter-relacionamento entre os dois padrões se dá no sentido de que o atendimento aos padrões de lançamento deve garantir simultaneamente o atendimento aos padrões do corpo receptor. Duas situações podem ocorrer:

- Caso o efluente satisfaça os padrões de lançamento, mas não satisfaça os padrões de corpo receptor, as características do lançamento deverão ser tais 'que, necessariamente, atendam ao padrão do corpo receptor. Em outras palavras, nestas condições o lançamento deverá ter características mais restritivas do que as expressas pelo padrão de lançamento usual. Esta situação pode ocorrer no caso de corpos receptores com baixa capacidade de assimilação e diluição.
- Caso o efluente não satisfaça os padrões de lançamento, mas satisfaça os padrões do corpo receptor, o órgão ambiental poderá autorizar lançamentos com valores acima dos padrões de lançamento. No entanto, esta autorização deverá ocorrer em condições excepcionais, de relevante interesse público, fruto de estudos de impacto ambiental e permitindo o atendimento ao enquadramento. Esta situação pode ocorrer no caso de corpos receptores com boa capacidade de assimilação e diluição."

Nos tópicos subsequentes, serão apresentados os cálculos da vazão de referência do corpo receptor ($Q_{7,10}$) e das eficiências necessárias para a ETE.

Esses valores serão confrontados com os valores médios de eficiência obtidos em processos de tratamento de esgotos. Desta forma, poderá ser avaliado o processo de tratamento a ser utilizado e a viabilidade de implantação da ETE, sob o prisma ambiental e legal.

ALTERNATIVA DE LANÇAMENTO

2. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE REFERÊNCIA - $Q_{7,10}$

A vazão $Q_{7,10}$ tem sido utilizada em diversas legislações ambientais de proteção da qualidade de corpos d'água. Seu valor pode ser entendido como o valor anual da menor média de 7 vazões diárias consecutivas que pode se repetir, em média, uma vez a cada 10 anos (período de retorno de 10 anos).

O corpo receptor dos efluentes tratados, no presente caso, é o Rio Atibaia, que é um dos principais corpos hídricos do município de Jaguariuna, localizada no Estado de São Paulo.

Para calcular a $Q_{7,10}$ foi utilizado o Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). A obtenção de vazões através desse estudo é efetuada através do conhecimento dos seguintes dados:

- Parâmetros de regionalização, definidos a partir da localização da seção; e
- Área de drenagem da seção.

A área de drenagem foi determinada com base nas cartas do IBGE (Folhas SF-23-Y-A-V-2, SF-23-Y-A-V-4, SF-23-Y-A-VI-1, SF-23-Y-A-VI-2, SF-23-Y-A-VI-3, SF-23-Y-A-VI-4, SF-23-Y-B-IV-1, SF-23-Y-B-IV-2, SF-23-Y-B-IV-3, SF-23-Y-B-IV-4, SF-23-Y-B-V-3, SF-23-Y-C-II-2, SF-23-Y-C-II-4, SF-23-Y-C-III-1, SF-23-Y-C-III-2, SF-23-Y-C-III-3, SF-23-Y-D-I-1, SF-23-Y-D-I-2, SF-23-Y-D-I-3, SF-23-Y-V-III-4, SF-23-Y-B-V-1, SF-23-Y-D-I-4, SF-23-Y-D-II-3, SF-23-Y-D-II-1), na escala 1:50.000, utilizando o software AutoCad, conforme ilustrado no desenho GE-13-022-CP-SES-004-R00, resultando o valor de 2.522 km². A seguir são apresentados todos os resultados gerados a partir do sistema SigRH. A vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno, $Q_{7,T}$ em m³/s. O estudo de autodepuração no rio Atibaia será elaborado para o lançamento do efluente de final de plano do empreendimento, ou seja, para o total das 8 fases previstas para implantação do mesmo, sendo que o rio Atibaia possui vazão estimada para $Q_{7,10}$ de 7,88 m³/s no ponto de lançamento dos efluentes.

Portal do Governo Cidadão SP Investe SP Destaques OK

**SigRH**Sistema de Informações para o
Gerenciamento de Recursos Hídricos
do Estado de São PauloGoverno do Estado de São Paulo
**Secretaria de Saneamento
e Recursos Hídricos**

O SigRH

Comitês de Bacias

Comitês de Rios da União

CRH

CORHI

FEHIDRO

Base Documental

Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo

Posicionar o ponto de saída da bacia hidrográfica por:

☒ Coordenadas Geográficas
 ☐ Coordenadas UTM
Dados de entrada:

Área da bacia hidrográfica (km ²):	2522
Longitude do Meridiano Central:	45

Coordenadas Geográficas:

Latitude:	22	43	58,57
Longitude:	47	2	4,89

Calcular**Resultados**

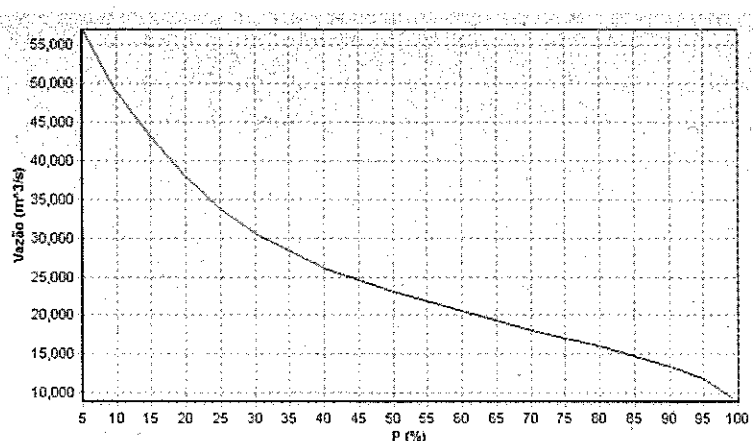
Precipitação anual média (mm):	1333,3
Região hidrográfica:	K
Região hidrográfica (parâmetro C):	Y
Latitude:	22° 43' 58"
Longitude:	47° 02' 04"
Werte (m):	7484600,752
Este (m):	291041,962

Recalcular**Resultado 1: Vazão média de longo termo**

Vazão média pluviométrica (m ³ /s):	27,327
--	--------

Resultado 2: Curva de PermanênciaVazão para "P (%)" de permanência (m³/s):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q (m ³ /s)	57,086	48,861	43,149	37,957	33,858	30,552	26,152	23,091	20,495	18,145	17,134	16,123	14,702	13,390	11,860	8,954

**Resultado 3: Volume de regularização**Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer (10⁶ m³):

Vazão firme "Qf" (m ³ /s):	13,664
---------------------------------------	--------

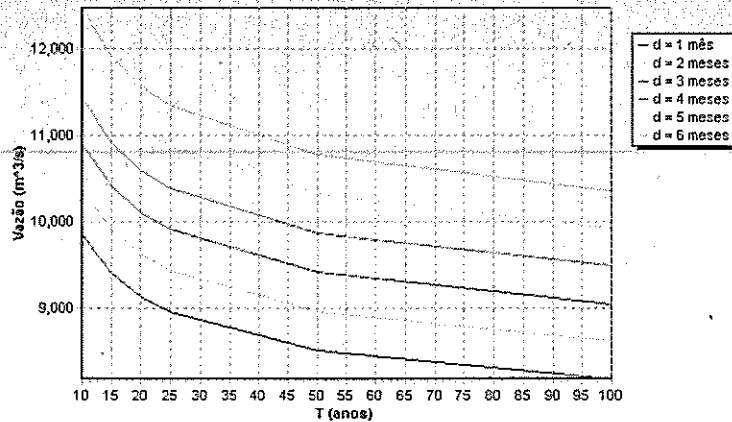
T (anos)	10	15	20	25	50	100
----------	----	----	----	----	----	-----

$n (\%) = 100 / T$	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume (10^6 m^3)	23,575	29,686	33,958	37,136	45,636	52,880
Dur. crítica (meses)	4,132	4,745	5,150	5,441	7,777	7,777

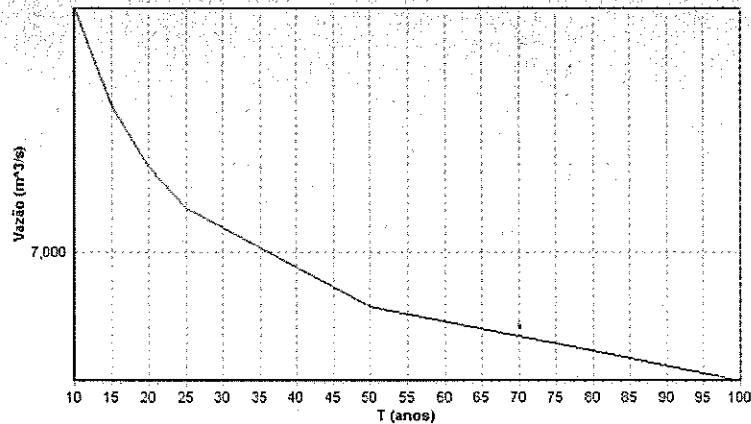
Recalcular

Resultado 4Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno (m^3/s):

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	9,847	10,373	10,898	11,423	11,948	12,474
15	9,404	9,906	10,408	10,909	11,411	11,913
20	9,133	9,620	10,107	10,594	11,081	11,569
25	8,947	9,424	9,901	10,379	10,856	11,333
50	8,504	8,957	9,411	9,865	10,318	10,772
100	8,175	8,611	9,047	9,483	9,919	10,356

**Resultado 5: Q_{7,T}**Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m^3/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m^3/s)	7,878	7,523	7,306	7,157	6,803	6,540



ALTERNATIVA DE LANÇAMENTO

3. DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE EFICIÊNCIA NECESSÁRIOS

A determinação da eficiência necessária para uma ETE é função das características hidrológicas e qualitativas do corpo receptor e do efluente daquele. A mistura decorrente da diluição entre os dois deve situar-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação, apresentados na página anterior.

Considerou-se que o corpo receptor em estudo é enquadrado na Classe 2.

A tabela abaixo apresenta a qualidade da água estimada* para o corpo receptor, exatamente a montante do local de lançamento dos efluentes da ETE:

Qualidade do Corpo Receptor :	
(*) Obtido por meio dos parâmetros e indicadores das qualidades das águas de pontos de monitoramento da Agência Nacional de Águas - ANA, pontos: 83-00SP05244ATIB02065 (a montante) e 84-00SP05513ATIB02300 (a jusante). Acesso em jun/2013.	
Corpo Receptor:	Rio Atibaia
DBO rio montante =	3 mg/L
N Amoniacal rio montante =	1 mg/L
Nitrato rio montante =	1 mg/L
P rio montante =	0,091 mg/L
Coliformes termotolerantes =	913 NMP/100 ml
Q _{7,10} Corpo Receptor =	7880 L/s

PADRÃO DE QUALIDADE:

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, um corpo d'água sem classe de enquadramento pelo Comitê da Bacia Hidrográfica correspondente deve ser considerado como Classe 2. A Tabela abaixo apresenta os limites de enquadramento para a classe citada, segundo a mesma resolução. Cabe citar que o Decreto Estadual 8.468/76 também estabelece limites de enquadramento, já compilados na tabela abaixo:

Limites de Enquadramento:	
Classe do Corpo d'Água: Classe 2	
DBO =	5 mg/L
N amoniacal =	0,5 mg/L
Nitratos =	10 mg/L
Fósforo total =	0,10 mg/L
Coliformes termotolerantes =	1000 NMP/100 ml

PADRÃO DE EMISSÃO:

As legislações que limitam as características do efluente final da ETE são: Resolução CONAMA 430/11 (nacional) e a Lei Estadual 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76:

- Resolução CONAMA 430/11 - concentração de DBO de, no máximo, 120 mg/L, ou eficiência mínima de 60% (caso esta seja mais restritiva); Nitrogênio amoniacal total de 20mg/L;
- Decreto 8468 de 08.09.76 (SP) - concentração de DBO de, no máximo, 60 mg/L, ou eficiência mínima de 80% (caso esta seja mais restritiva);

Seguem abaixo os limites definidos segundo o arcabouço legal descrito:

Padrões de Lançamento de Efluentes:		
DBO =	52,0 mg/L	
Nitrogênio Total =	Não definido	mg/L
N amoniacal =	20	mg/L
Fósforo Total =	Não definido	mg/L

O esgoto bruto, no presente caso, apresentará as seguintes características:

Características do Esgoto Bruto:		
DBO =	260,0 mg/L	
Nitrogênio Total =	38,5 mg/L	
N Amoniacal =	34,7 mg/L	(90% de NTK)
Fósforo Total =	4,8 mg/L	
Coliformes termotolerantes =	1,00E+07 NMP/100 ml	(adotado)

Visando atender aos limites de enquadramento para corpos d'água Classe 02, e sabendo-se as características do esgoto bruto, do corpo receptor e os limites máximos para o efluente final, apresentados acima, pode-se calcular os valores máximos permitidos para o efluente tratado:

Efluente tratado:	
Vazão média final de plano =	48,89 L/s
Valores máximos para o Efluente Tratado:	
DBO =	52,0 mg/L
N Amoniacal =	20 mg/L
Nitrato =	118,6 mg/L
Fósforo =	1,6 mg/L
Coliformes termotolerantes =	1,51E+04 NMP/100 ml

Portanto, sabendo-se as características relativas ao esgoto bruto e as características necessárias para o efluente tratado, calculam-se as eficiências decorrentes para cada parâmetro:

Eficiências Necessárias para a ETE:	
DBO =	80,0 %
N Amoniacal =	42,3 %
Nitrogênio Total =	0,0 %
Fósforo =	66,1 %
Coliformes termotolerantes =	99,849 %

Conclui-se, portanto, que a ETE deverá apresentar:

- Eficiência mínima de 80% na remoção de DBO.
- Nitrificação (remoção de Nitrogênio Amoniacal) parcial do efluente.
- Remoção de fósforo do esgoto.
- E elevada remoção de coliformes, implicando na introdução de uma etapa de desinfecção no processo.

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto: 84 - 0 0 SP 05 513 ATIB 02 300

impresso em: 30/01/2012

Sistema Hídrico: Rio Atibaia

Classe : 2

Localização: Na captação da Rhodia, em Paulínia. - PAULÍNIA - SP

Tipo de Parametro: Campo								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00
Chuvas nas últimas 24h	-		Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Coloração	-		Vermelha	Amarela	Amarela	Verde	Verde	Amarela
Condutividade	µS/cm	> 5	91	138	161	170	196	166
Oxigênio Dissolvido	mg/L		5,8	6,5	7,7	7,4	7,6	6
pH	U.pH	6 até 9	6,8	6,8	7,2	7	7,2	6,8
Temperatura da Água	°C		26,5	25,5	18,5	18,5	22	24
Temperatura do Ar	°C		31	29	23	23	23	28
Tipo de Parametro: Físico-Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00
Alumínio Dissolvido	mg/L	< 0,1	* 1		* 0,11	* 0,2		* 1
Alumínio Total	mg/L		29		0,62	0,78		2
Bário Total	mg/L	< 0,7	0,07		0,05	0,0284		0,1
Cádmio Total	mg/L	< 0,001	< 0,001		< 0,0002	< 0,0007		< 0,001
Carbono Orgânico Total	mg/L		5,12	4,68	6,7	3	5,01	4,36
Chumbo Total	mg/L	< 0,01	< 0,01		0,008	< 0,005		< 0,01
Cloreto Total	mg/L	< 250	4	11	11	13	14	14
Cobre Dissolvido	mg/L	< 0,009	< 0,001		0,001	< 0,004		0,005
Cobre Total	mg/L		< 0,001		0,001	0,005		0,007
Cor Verdadeira	mg Pt/L	< 75	26		* 82	9		35
Cromo Total	mg/L	< 0,05	< 0,007		< 0,02	0,001		< 0,03
DBO (5, 20)	mg/L	< 5	< 2	< 2	< 2	4	< 2	2

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Tipo de Parametro: Físico-Químicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00	
DQO	mg/L		< 50	< 50	< 50	< 50	< 16	< 16	
Dureza	mg/L					18,6			
Fenóis Totais	mg/L	< 0,003	< 0,002			0,003		< 0,002	
Ferro Dissolvido	mg/L	< 0,3	* 7			0,186		0,2	
Ferro Total	mg/L		31			0,864		1	
Fósforo Total	mg/L	< 0,1	0,06	* 0,5		0,1	0,01	0,072	
Manganês Total	mg/L	< 0,1	* 2			0,0332		0,06	
Mercurio Total	mg/L	< 0,0002	< 0,0002			< 0,0002		0,0002	
Níquel Total	mg/L	< 0,025	< 0,01			0,007		< 0,01	
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	< 3,7	0,2	0,2		0,3	0,3	0,4	
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L		1	0,6		1	0,7	0,4	
Nitrogênio-Nitrato	mg/L	< 10	0,6	2		2	2	2	
Nitrogênio-Nitrato	mg/L	< 1	0,05	0,1		0,04	0,2	0,1	
Potássio	mg/L		3			11,3		3	
Sódio	mg/L		7			53,7		63	
Sólido Dissolvido Total	mg/L	< 500	89	96		134	108	120	
Sólido Total	mg/L		124	115		153	146	129	
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L	< 0,5	0,1			0,09		< 0,06	
Turbidez	UNT	< 100	55	15		12	16	4	
Zinco Total	mg/L	< 0,18	0,09			0,0189		0,02	
Tipo de Parametro: Microbiológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	25/01/2011 11:25:00	29/03/2011 12:15:00	24/05/2011 12:00:00	05/07/2011 13:50:00	14/09/2011 11:35:00	08/11/2011 11:48:00	
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	< 1000	* 3300	* 3700	* 1100	660	317	725	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAS - Setor de Águas Superficiais

Resultado dos Parâmetros e Indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto: 83 - 0 0 SP 05 244 ATIB 02 065

Sistema Hídrico: Rio Atibaia

Localização: Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos. - CAMPINAS - SP

Classe : 2

impresso em: 30/01/2012

Tipo de Parametro: Campo									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Chuvas nas últimas 24h	-		Sim	Não	Não	Não	Não	Não	
Coloração	-		Vermelha	Amarela	Verde	Verde	Verde	Amarela	
Condutividade	µS/cm		79	112	102	105	142	145	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5	6,8	7,3	8,2	7,7	8	6,4	
pH	U.pH	6 até 9	6,8	6,7	6,8	7	6,7	6,7	
Temperatura da Água	°C		25	25,5	18	17	21	22	
Temperatura do Ar	°C		30	31	26	18	28	31	
Tipo de Parametro: Ecotoxicológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Ens. Ecotoxíc. C/ Ceriodaphnia dubia	-	Não Tóxico	Não Tóxico		Não Tóxico	* Crônico		Não Tóxico	
Tipo de Parametro: Físico-Químicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Alcalinidade Total	mg/L		25		22	19		24	
Alumínio Dissolvido	mg/L	< 0,1	* 0,2		< 0,1	* 0,26		* 1	
Alumínio Total	mg/L		2		0,9	0,85		2	
Arsênio Total	mg/L	< 0,01	< 0,002		< 0,005	< 0,005		< 0,005	
Bário Total	mg/L	< 0,7	0,06		0,05	0,0276		0,2	
Cádmio Total	mg/L	< 0,001	< 0,001		< 0,0002	< 0,0007		< 0,001	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(†) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amônia - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Tipo de Parametro: Físico-Químicos								
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L		5,64	3,78	4,73	4,54	4	4,89
Carbono Orgânico Total	mg/L		5,31	4,18	6,33	5,31	7,35	5,82
Chumbo Total	mg/L	< 0,01	< 0,01		< 0,005	0,006		< 0,01
Cloreto Total	mg/L	< 250	4	10	9	8	16	17
Cobre Dissolvido	mg/L		0,001		< 0,009	< 0,004		
Cobre Total	mg/L		0,001		0,001	< 0,004		
Cor Verdadeira	mg Pt/L	< 75	61		* 85	< 5		49
Cromo Total	mg/L	< 0,05	< 0,007		< 0,02	< 0,001		< 0,03
DBO (5, 20)	mg/L	< 5	3	3	< 2	3	4	4
DQO	mg/L		< 50	< 50	< 50	< 50	< 16	< 16
Dureza	mg/L		19			18		73
Fenóis Totais	mg/L	< 0,003	< 0,002		< 0,002	0,002		< 0,002
Ferro Dissolvido	mg/L	< 0,3	* 1		* 0,37	* 0,314		* 0,5
Ferro Total	mg/L		6		1,91	0,963		2
Fósforo Total	mg/L	< 0,1	< 0,02	* 1	0,05	0,08	* 0,101	* 0,113
Manganês Total	mg/L	< 0,1	* 0,3		* 0,19	0,0434		0,08
Mercúrio Total	mg/L	< 0,0002	< 0,0002		< 0,0002	< 0,0002		0,0002
Níquel Total	mg/L	< 0,025	< 0,01		< 0,02	0,003		< 0,01
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	< 3,7	0,3	0,7	0,7	0,7	1	0,7
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L		1	1	1	0,9	2	1
Nitrogênio-Nitrato	mg/L	< 10	0,4	1	0,3	0,2	1	1
Nitrogênio-Nitrito	mg/L	< 1	0,04	0,08	0,05	0,1	0,1	0,2
Potássio	mg/L		3		3,3	10,6		4
Potencial de Formação de THM	µg/L		324		289	167		314
Sódio	mg/L		3		8,35	27,9		27
Sólido Dissolvido Total	mg/L	< 500	66	72	68	68	88	106

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Tipo de Parametro: Físico-Químicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Sólido Total	mg/L		131	89	97	84	106	114	
Subst. Tensoat. reagem c/ Azul Metileno	mg/L	< 0,5	0,07		0,1	0,1		0,07	
Turbidez	UNT	< 100	45	18	19	13	12	14	
Zinco Total	mg/L	< 0,18	0,02		0,03	0,012		0,03	
Tipo de Parametro: Hidrobiológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Clorofila-a	µg/L	< 30	1,07		0,76	0,8		2	
Feofitina-a	µg/L		1,18		0,84	1,07		0,8	
Número de Células de Cianobactérias	N. Células	< 50000	266		310	233		1249	
Tipo de Parametro: Microbiológicos									
Descrição do Parâmetro	Und.	Padrão CONAMA	24/01/2011 10:30:00	28/03/2011 15:21:00	23/05/2011 15:30:00	04/07/2011 14:40:00	12/09/2011 15:51:00	07/11/2011 15:00:00	
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	< 1000	* 31000	* 11000	* 4400	* 1900	* 1300	* 4200	

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da Classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amontacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Pontos enquadrados na Classe especial (0) são comparados com os padrões de qualidade da Classe 1

Emitido pelo EQAS - Setor de Águas Superficiais

4. ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO - OD e DBO

Segundo von Sperling, "o principal efeito toxicológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido. Este decréscimo está associado à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)."

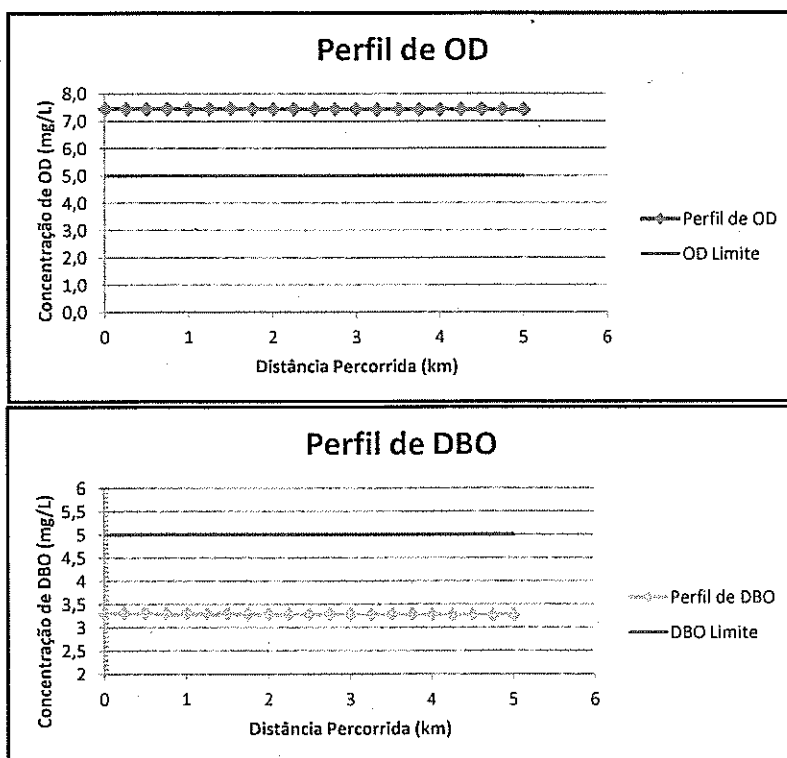
O modelo considera a ocorrência concomitante de dois processos relacionados ao equilíbrio do oxigênio: a taxa de degradação da matéria orgânica (pela biomassa suspensa e pela biomassa no lodo de fundo), representada pelo coeficiente K_d ; e taxa de reoxidação da água (devido à tendência natural de a natureza voltar a um estado de equilíbrio de concentrações entre duas fases), representada pelo coeficiente K_2 .

Segue abaixo a planilha de cálculo do perfil de OD e DBO até a seção de controle:

Item	Parâmetro	Valores	Unidades
1	Dados Gerais		
1.1	Altitude	580	m
1.2	Temperatura	22	°C
1.3	Concentração de Oxigênio Dissolvido Mínimo Permissível - OD_{min}	5,0	mg/L
1.4	Coefficiente de Temperatura 1 - θ_1	1,047	-
1.5	Coefficiente de Temperatura 2 - θ_2	1,024	-
2	Dados do Corpo Receptor		
2.1	Corpo Receptor	Rio Atibaia	-
2.2	Vazão do Rio, a montante do lançamento - Q_r	7880	L/s
2.3	Velocidade de Percurso do Rio - $v^{(1)}$	1,96	m/s
2.4	Profundidade do Rio - $h^{(1)}$	1,39	m
2.5	Profundidade Média	1,4	m
2.6	Qualidade da Água do Rio	Razoavelmente limpo	-
2.7	Concentração de DBO_5 no Rio, a montante do lançamento - DBO_r	3,0	mg/L
2.8	Concentração de Oxigênio Dissolvido no Rio, a montante do lançamento - OD_r	7,5	mg/L
2.9	Concentração de Saturação de OD - C_s	8,2	mg/L
3	Dados do Efluente Final		
3.1	Vazão de Esgoto - Q_e	48,89	L/s
3.2	DBO do Esgoto Bruto	260	mg/L
3.3	Eficiência da ETE	80,0%	-
3.4	Concentração de DBO_5 no Efluente, a montante do lançamento - DBO_e	52	mg/L
3.5	Concentração de Oxigênio Dissolvido no Efluente - OD_e	0,0	mg/L
4	Coefficientes Cinéticos		
4.1	Coefficiente de Desoxigenação - K_1 (a 20 °C)	0,16	dia ⁻¹
4.2	Coefficiente de Desoxigenação - K_1 (a temperatura real)	0,17	dia ⁻¹
4.3	Coefficiente de Decomposição - K_d (a 20 °C)	0,24	dia ⁻¹
4.4	Coefficiente de Decomposição - K_d (a temperatura real)	0,26	dia ⁻¹
4.5	Coefficiente de Reaeração - K_2 (a 20 °C)	0,5	dia ⁻¹
4.6	Coefficiente de Reaeração - K_2 (a temperatura real)	0,52	dia ⁻¹
4.7	Constante de Conversão de DBO_5 em DBO_u - K_T	1,73	-

5	Estudo de Autodepuração		
5.1	Concentração Inicial de Oxigênio, logo após a mistura - C_0	7,5	mg/L
5.2	Déficit Inicial de Oxigênio, logo após a mistura - D_0	0,7	mg/L
5.3	Concentração de DBO_5 , logo após a mistura - $DBO_{5,0}$	3	mg/L
5.4	DBO última de mistura - L_0	6	mg/L
5.5	Tempo Crítico - t_c	2,1	dias
5.6	Relação L_0/D_0	7,7	-
5.7	Conclusão	O tempo crítico é positivo. A partir do ponto de lançamento haverá uma queda no oxigênio dissolvido, originando um déficit crítico superior ao inicial.	
5.8	Déficit Crítico de Oxigênio - D_c	1,64	mg/L
5.9	Concentração Crítica de Oxigênio - C_c	6,56	mg/L
5.10	OD Mínimo	7,4	mg/L
5.11	Déficit Máximo	0,8	mg/L

Seguem abaixo os gráficos com os perfis de concentrações dos dois parâmetros avaliados:



Pode-se perceber, pelo estudo, que as concentrações de DBO e OD na seção de controle (desaguamento no Rio citado) encontram-se dentro dos limites de enquadramento pré-estipulados pela Resolução CONAMA 357/05).

⁽¹⁾ Dissertação: SOLIZ NAKAMURA, M. (2010). Modelación y análisis de calidad del Río Atibaia en el tramo entre el punto de captación de la ciudad de Atibaia y el punto de vertido de la ciudad de Paulínia (São Paulo-Brasil). Paredes Arquiola, J. dir. 139 p. Disponível em: <http://riunet.upv.es/handle/10251/14086>

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A planilha abaixo resume as informações apresentadas nas páginas anteriores. Inserem-se aqui as eficiências exigidas segundo a legislação, considerando-se tanto os Padrões de Lançamento dos Efluentes quanto os Padrões de Enquadramento do Corpo Receptor:

Parâmetro		Unidade	Valores
População Fixa		hab	9.772
População Flutuante		hab	26.413
Vazão Média		L/s	48,89
Eficiência Necessária - Enquadramento do Corpo Receptor	DBO	-	0,00%
	N-Amoniacal	-	33,10%
	Nitrogênio Total	-	0,00%
	Fósforo Total	-	66,12%
	Coliformes	-	99,85%
Eficiência Necessária - Padrões de Lançamento dos Efluentes	DBO	-	80,00%
	Nitrogênio Total	-	Não definido
	Nitrogênio Amoniacal	-	42,30%
	Fósforo Total	-	Não definido

Na tabela abaixo são compiladas as eficiências obtidas por diferentes processos de tratamento, utilizando-se, como base, índices, retirados da Coletânea de livros do Marcos von Sperling (chamada "Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias"), de artigos do Prof. Pedro Alêm Sobrinho e da bagagem técnica da equipe.

As células na cor rosa indicam o não atendimento à legislação vigente.

Parâmetro		Unidade	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação + Desinfecção	UASB + Filtro Biológico Percolador + Desinfecção	Lodos Ativados c/ Aeração Prolongada + Desinfecção	Lodos Ativados em Batelada + Desinfecção
Eficiência Obtida	DBO	-	90,00%	86,00%	95,00%	90,00%
	N-Amoniacal	-	0,00%	50,00%	93,00%	93,00%
	Nitrogênio	-	30,00%	60,00%	20,00%	30,00%
	Fósforo	-	35,00%	35,00%	15,00%	35,00%
	Coliformes	-	99,9900%	99,9900%	99,9900%	99,9900%

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir, portanto, que todos os sistemas citados são passíveis de serem utilizados, no que concerne à remoção da demanda carbonácea. No caso do sistema australiano, é interessante que os reatores (as lagoas, no caso) sejam construídas de forma a possibilitar um fluxo em pistão, para que a eficiência seja maior.

O grande entrave à escolha do processo de tratamento encontra-se no parâmetro nitrogênio amoniacal (N-Amoniacal), que implica na necessidade obrigatória de nitrificação. Isso pode ser facilmente obtido com processos aeróbios de tratamento com grandes tempos de retenção celular (idade do lodo). Essa limitação dificulta significativamente a adoção de lagoas no processo (sejam de estabilização ou aeradas). No caso dos processos que conjugam UASB e filtros biológicos, isso pode ser alcançado mediante adoção de tempos de detenção bastante superiores ao usual, o que encarece muito o projeto.

No que se refere à remoção de fósforo, nenhum dos processos citados remove-o de forma adequada. Este fato não constitui um grande problema, já que uma remoção mais elevada pode ser obtida com a introdução de uma etapa de remoção físico-química de fósforo (aplicação de cloreto férrico no fluido e passagem por equipamento de mistura rápida e floculadores).

Por fim, a etapa de desinfecção química é necessária em qualquer processo de tratamento adotado, a não ser que se introduzam lagoas de maturação no processo, o que demandaria grandes áreas de implantação.



ANEXO IV - ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

ART de Obra ou Serviço
92221220130791617

1. Responsável Técnico

BEATRIZ VILLELA BENITEZ CODAS

Título Profissional: Engenheira Civil

Empresa Contratada: GEASANEVITA ENGENHARIA LTDA

RNP: 2604022982

Registro: 5060356568-SP

Registro: 0587935-SP

2. Dados do Contrato

Contratante: ACS JAGUARIUNA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA

CPF/CNPJ: 11.836.243/0001-80

Endereço: Avenida JOSÉ DE SOUZA CAMPOS

Nº: 753

Complemento: - LADO ÍMPAR

Bairro: CAMBUÍ

Cidade: Campinas

UF: SP

CEP: 13025-320

Contrato: IPCP-13-005

Celebrado em: 15/05/2013

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ 220.000,00

Tipo de Contratante: Pessoa jurídica de direito privado

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: Avenida BRIGADEIRO FARIA LIMA

Nº: 2894

Complemento: 11º ANDAR

Bairro: JARDIM PAULISTANO

Cidade: São Paulo

UF: SP

CEP: 01451-000

Data de Início: 15/05/2013

Previsão de Término: 15/11/2013

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: Saneamento básico

Código:

Proprietário:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

				Quantidade	Unidade
Elaboração 4	Projeto	Sistemas	Esgoto	1,00	unidade
	Projeto	Saneamento e gestão ambiental	Sistema de saneamento	1,00	unidade
	Estudo	Previsão de Enchentes e Inundações	Drenagem	1,00	unidade
	Projeto	Sistema de Abastecimento de Água	Água	1,00	unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estudos de concepção do sistema de saneamento para o empreendimento ACS, localizado em Jaguariúna / SP.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade da Classe

68 - SEESP - SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DE SÃO PAULO - SEESP

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

São Paulo 28 de junho de 2013

Local

data

Beatriz Villéla Benitez Codas

BEATRIZ VILLÉLA BENITEZ CODAS - CPF: 152.462.358-07

ACS JAGUARIUNA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA -
CPF/CNPJ: 11.836.243/0001-80

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo *Nosso Número*.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confea.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br
tel: 0800-17-18-11

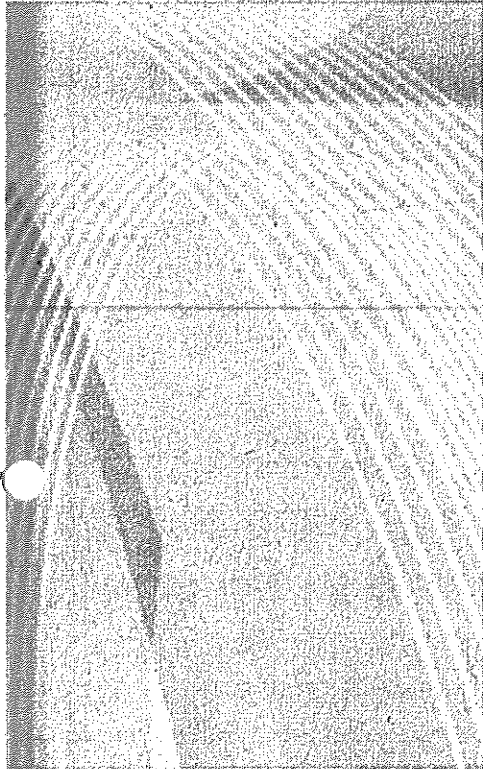


Valor ART R\$ 158,08

Registrada em: 25/06/2013

Valor Pago R\$ 158,08

Nosso Número: 92221220130791617 - Versão do sistema



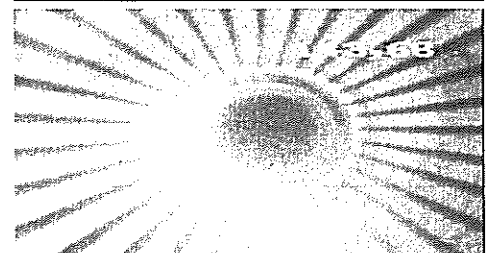
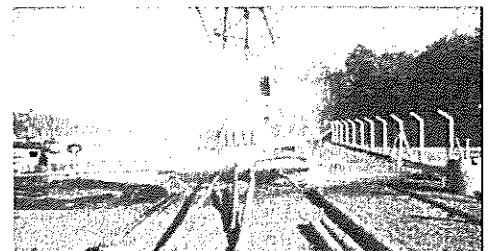
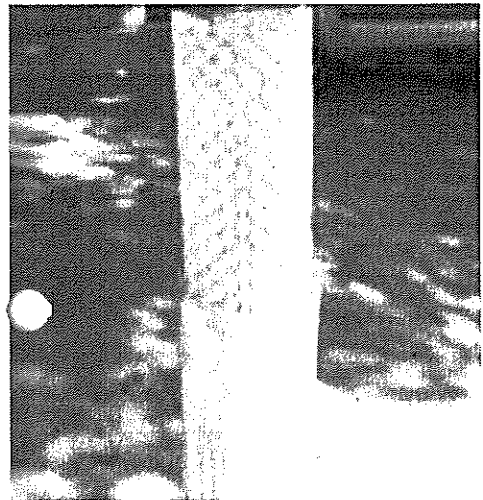
DH PERFURAÇÃO DE POÇOS LTDA.

“ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS”

LOCAL: MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA
ESTADO DE SÃO PAULO

INTERESSADO: ACS - JAGUARIÚNA
EMPREENHIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA.

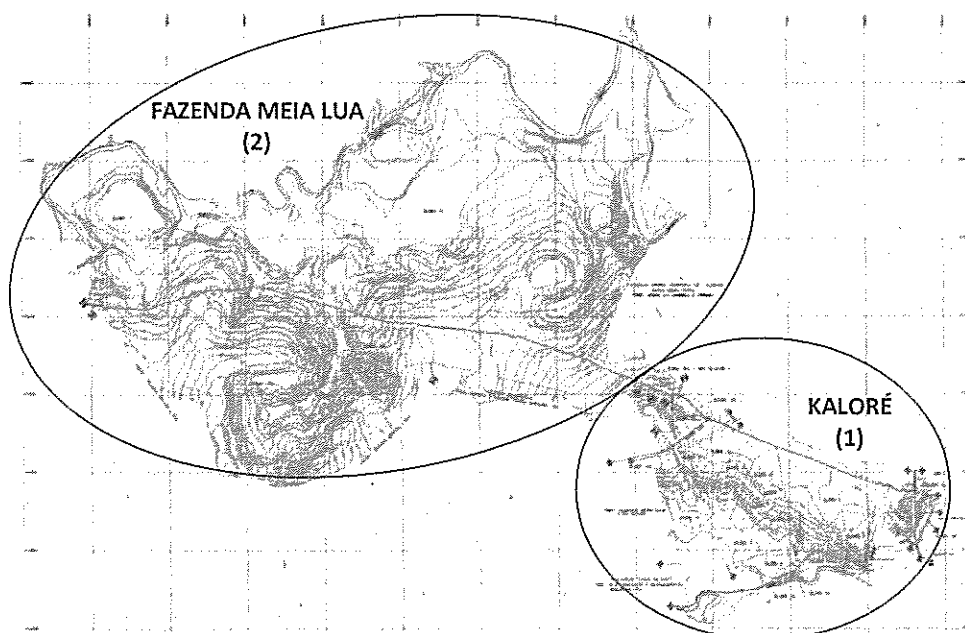
SETEMBRO DE 2014



RELATÓRIO DE ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS



Vista oeste da área destinada à implantação do Residencial Kaloré nas proximidades da sede da Fazenda Nossa Senhora das Graças



Área de implantação do Residencial (1) e área adicional disponibilizada pelo empreendedor (2) para construção de poços tubulares profundos objetivando o abastecimento do futuro empreendimento até sua fase final.

SUMÁRIO

	Página
I. INTRODUÇÃO E OBJETIVO DOS TRABALHOS.....	4
II. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	4
III. GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA.....	5
IV. GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL.....	9
V. SENSORIAMENTO REMOTO.....	12
VI. ESTUDOS GEOFÍSICOS.....	19
VII. BALANÇO HÍDRICO.....	45
VIII. HIDROGEOLOGIA.....	57
IX. LOCAÇÃO DE POÇOS.....	60
X. HIDROGEOQUÍMICA.....	60
XI. CONCLUSÕES.....	62
XII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXO I.....	67

PROJETOS TÉCNICO-CONSTRUTIVOS DE POÇOS TUBULARES E PLANILHAS DE QUANTIDADES

POÇO TIPO 1 – AQUÍFERO FISSURAL

POÇO TIPO 3 – AQUÍFERO MISTO

I. INTRODUÇÃO E OBJETIVO DOS TRABALHOS

O empreendimento ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré será implantado em uma área de 435 ha, localizada no Bairro Tanquinho Velho, Fazenda Nossa Senhora das Graças, Jaguariúna-SP, composta por conjuntos Residenciais, Comerciais, Resort, Clube e Áreas de Uso Comum. O loteamento situa-se em zona de expansão urbana do município e será desenvolvido em nove fases, estando previsto o lançamento de uma a cada dois anos. Ao término do projeto, está previsto uma população residente e flutuante de 36.000 pessoas ocupando o local e um consumo médio de água potável equivalente a 250 m³/hora x 24 hora/dia, para utilização sanitária, irrigação e outros.

O presente estudo foi elaborado, tomando como base os trabalhos já realizados na área do Kaloré, objetivando detalhar as condições hidrogeológicas e estruturais dominantes tanto no local do empreendimento como nos domínios da Fazenda Meia Lua, em área complementar de 2.265 ha, localizada na divisa noroeste do futuro residencial. Os trabalhos envolveram sensoriamento remoto, utilizando imagens de satélite, de modo a orientar as linhas e pontos de investigação geofísica de subsuperfície e, finalmente, o balanço hídrico da bacia hidrográfica onde está situada a área de interesse, de modo a determinar o potencial aquífero subterrâneo passível de exploração por meio da construção de poços tubulares profundos.

II. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Jaguariúna situa-se na Região Metropolitana de Campinas, distando 125 km da capital, tendo como acesso as Rodovias SP-340 e SP-95. Compreende área de aproximadamente 142 km², com população de 44.331 habitantes pelo censo IBGE de 2010. Seus municípios limítrofes são Campinas, Pedreira, Holambra, Santo Antônio de Posse, Paulínia e Amparo. A altitude do município encontra-se a cerca de 570 metros e a sua hidrografia é composta pelos Rios Jaguari, Atibaia e Camanducaia.

A área de interesse está localizada na porção sudoeste do centro municipal de Jaguariúna, sendo parcialmente banhada pelos Rios Atibaia ao sul e Jaguari ao norte.

O acesso ao local a partir de Campinas ou de Jaguariúna é feito pela rodovia Dr. Governador Adhemar Pereira de Barros (SP-340), com entrada à direita pela Estrada Municipal JGR 171 (Rodovia Porto Velho) e direita na Estrada Municipal JGR 254, para quem segue de Jaguariúna a Campinas, há cerca de 2 km do trevo de Jaguariúna. Vindo de Campinas, o acesso é feito pela Estrada Municipal JGR 171 e esquerda na JGR 254, com entrada no trevo de retorno e acesso a EMBRAPA-Tanquinho Velho (Figura 1).

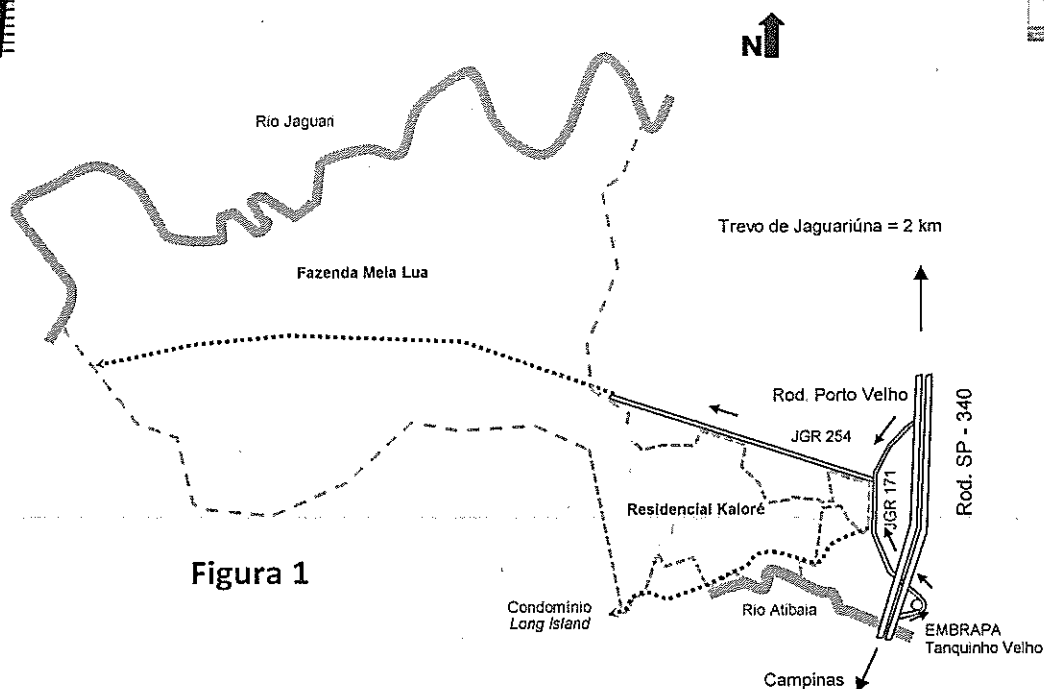


Figura 1

III. GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA

CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO MUNICIPAL

O Município de Jaguaríuna está inserido no compartimento geomorfológico da denominada Depressão Periférica Paulista, formada por rochas sedimentares e expressivas áreas de intrusões basálticas, com topografia predominante colinosa e de morrotes (**Figura 2**). O relevo colinoso é caracterizado pela predominância de baixas declividades, de até 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 m. Neste contexto, as colinas são amplas, com interflúvios em áreas superiores a 4 km², topos extensos e aplainados, e vertentes com perfis convexos a retilíneos. O sistema de drenagem apresenta baixa densidade, com padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas e presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes; no domínio das Colinas Médias, predominam interflúvios de 1 a 4 km², topos aplainados e vertentes com perfis convexos a retilíneos, sistema de drenagem de média a baixa densidade de padrão sub-retangular, com vales abertos a fechados e planícies aluviais interiores restritas.

O relevo de Morrotes é representado pelos morros alongados, paralelos, com topos arredondados e vertentes com perfis retilíneos a convexos. O sistema de drenagem apresenta alta densidade, com padrão paralelo a treliça em vales fechados.

O relevo Montanhoso é representado pelas Serras Alongadas que apresentam topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptos. O sistema de drenagem apresenta alta densidade, padrão paralelo pinulado e vales fechados. São encontrados relevos de agradação continentais, representados por Planícies Aluviais constituídas por terrenos baixos e mais ou menos planos que ocorrem junto às margens dos rios e estão sujeitos a inundações periódicas.

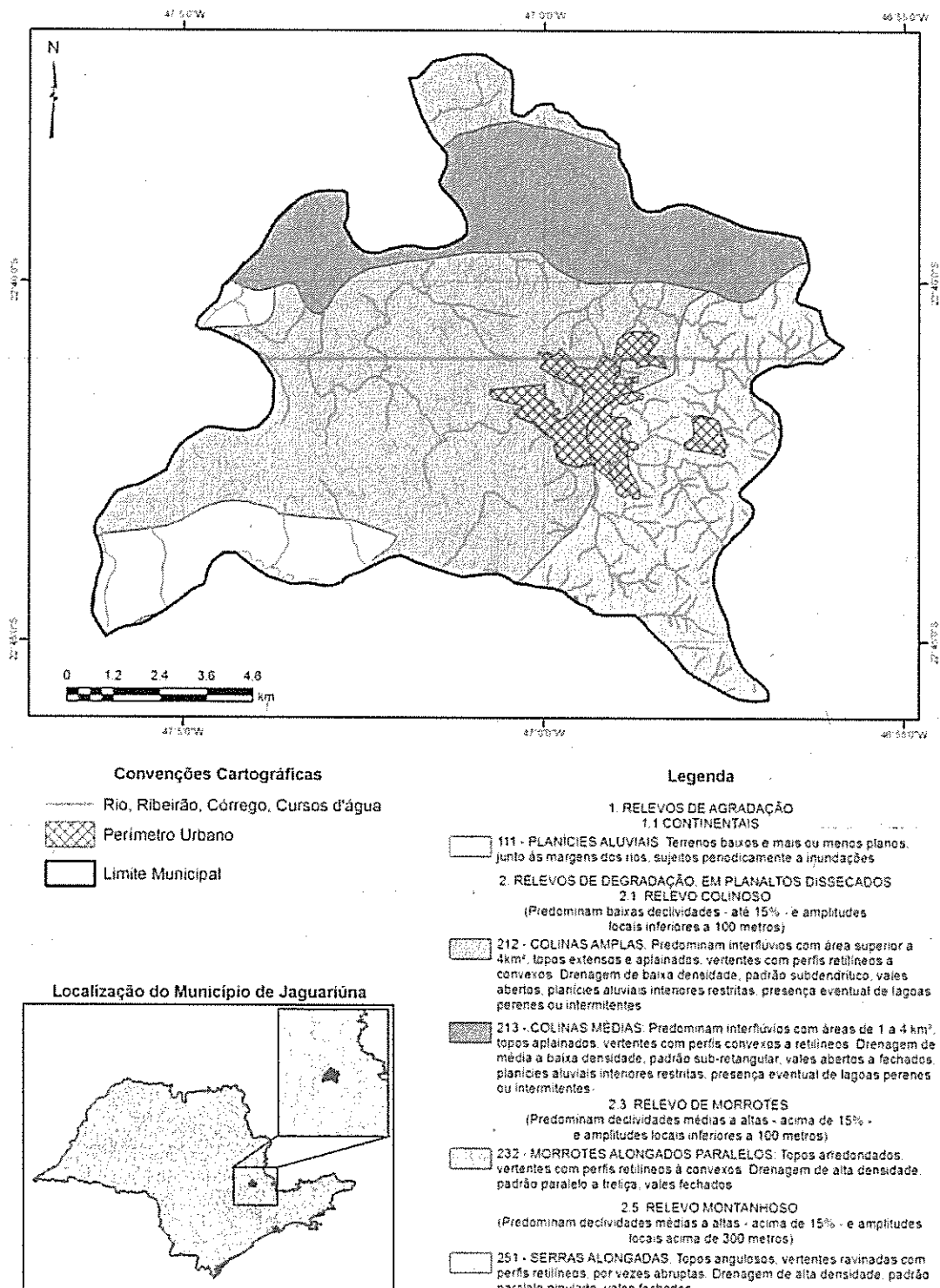


Figura 2: Mapa geomorfológico ampliado do município de Jaguariúna

CONTEXTO PEDOLÓGICO MUNICIPAL

O Mapa Pedológico do município, elaborado a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999) é apresentado na **Figura 3**.

No Município de Jaguariúna são observados seis tipos de solo, sendo:

PVA – 8: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos, ambos com horizonte A moderado, de textura média/argilosa e argilosa em relevo forte ondulado e montanhoso.

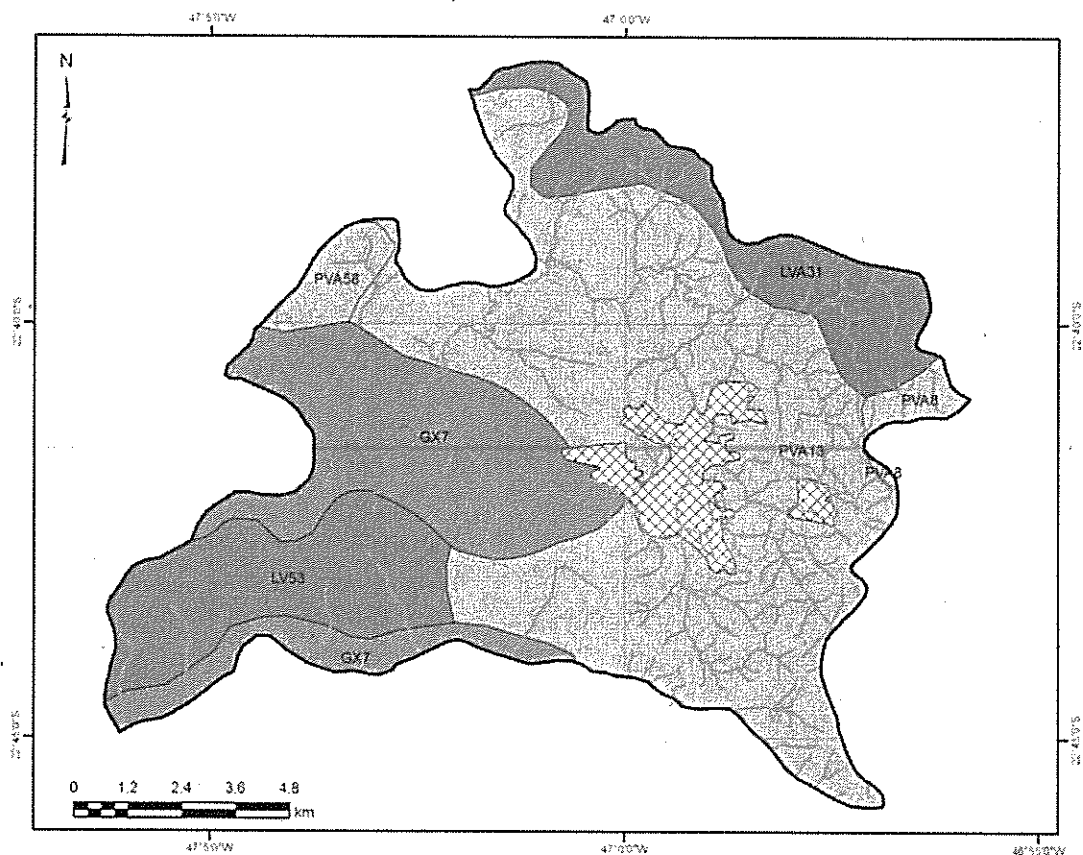
PVA - 13 – Argissolos Vermelho Amarelos Distróficos, com horizonte A moderado e textura arenosa/média, em relevo ondulado.

PVA - 58 – Argissolos Vermelho Amarelos Distróficos com textura média + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos abrupáticos, de textura arenosa média e média, ambos com horizonte A moderado e proeminente em relevo suave ondulado.

LV - 53 – Latossolos Vermelhos Distróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, ambos com horizonte A moderado e textura argilosa, em relevo suave ondulado.

LVA 31 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos de horizonte A moderado a proeminente com textura média + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos com horizonte A moderado em textura média argilosa, ambos em relevo suave ondulado.

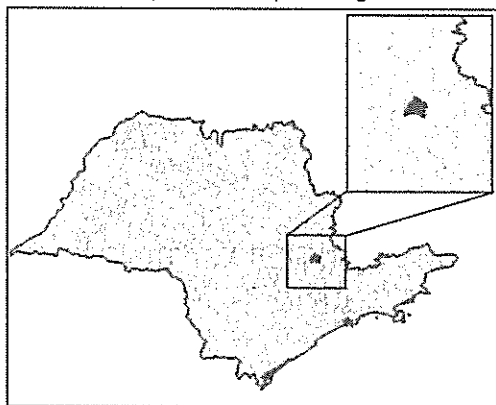
GX - 7 – Gleissolos Háplicos Distróficos + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS eutróficos de textura médio/argilosa + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos, ambos de horizonte A moderado, todos em relevo de várzea.



Convenções Cartográficas

- Rio, Ribeirão, Córrego, Cursos d'água
- Perímetro Urbano
- Limite Municipal

Localização do Município de Jaguariúna



Legenda

Argissolos

Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA)

- PVA-8: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Argissolos Vermelhos Eutróficos ambos com horizonte A moderado textura média/argilosa e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso
- PVA-13: Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos de horizonte A moderado com textura arenosa/média em relevo ondulado.
- PVA-58: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos de textura média + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS distróficos abruptos de textura arenosa média e média, ambos de horizonte A moderado e proeminente em relevo ondulado.

Latossolos

Latossolos Vermelhos (LV)

- LV-53: Latossolos Vermelhos Distróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos, ambos com horizonte A moderado, textura argilosa, em relevo suave ondulado

Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA)

- LVA-31: Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos de horizonte A moderado e proeminente, com textura média + Latossolos Vermelhos Distróficos com horizonte A moderado, de textura média argilosa, ambos em relevo suave ondulado

Gleissolos

Gleissolos Hápticos (GX)

- GX-7: Gleissolos Hápticos distróficos + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS eutróficos de textura média/argilosa + CAMBISSELOS HÁPTICOS Tb distróficos, ambos de horizonte A moderado, todos em relevo de várzea

Figura 3: Mapa pedológico ampliado de Jaguariúna.

IV. GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

A região está situada no contato de duas zonas geomorfológicas: o Planalto Atlântico, na parte oriental e a Depressão Periférica (Bacia do Paraná) na parte ocidental.

As litologias do município de Jaguariúna pertencem à Província Paraná, sendo constituídas por rochas paleozóicas dos Grupos Itararé e São Bento, e pelas rochas proterozóicas da Província Tocantins. O Grupo Itararé é constituído por arenitos, tilitos, siltitos, folhelhos, ritmitos, conglomerados e raras camadas de carvão, provenientes de ambiente glácio-marinho. Essas rochas são cortadas por rochas intrusivas básicas tabulares do período mesozoico, pertencentes ao Grupo São Bento - Formação Serra Geral, representadas por soleiras e diques de diabásio, diorito pórfiro, microdiorito pórfiro, lamprófito, andesito, monzonito pórfiro e traquiandesito. As rochas da Província Tocantins estão representadas pelo magmatismo relacionado ao Orógeno Socorro-Guaxupé, compostas por Granitos foliados e ortognaisses calcialcalinos e tonalito-gnaisses. Subordinadamente são encontrados depósitos aluvionares constituídos por areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e, localmente, turfa, e depósitos sedimentares da Formação Rio Claro, provenientes de ambiente continental fluvial meandrante, como: cascalho, areia, argila e lamitos.

As Zonas de Cisalhamento Campinas e Valinhos constituem-se das estruturas mais notáveis na região: possuem direção NE e largas faixas de rochas milonitizadas. As mudanças abruptas das trajetórias dos rios Jaguari e Atibaia, praticamente, denunciam o fenômeno de movimentação dessas zonas. Secundariamente, ocorrem falhas normais de direção NE e NS e falhas transcorrentes e de cavalgamento de sentido NW e EW. A região é subdividida em diversos blocos estruturais e, em geral, o Sistema Aquífero Cristalino apresenta-se bastante fraturado: praticamente todas as drenagens estão condicionadas às estruturas do terreno. Nas áreas de ocorrência das zonas de cisalhamento e na área entre elas, a direção predominante (aproximada) N40E de foto-lineamentos são concordantes a essas estruturas (IG, 1993).

O Bloco Jaguariúna situa-se entre a Zona de Cisalhamento Campinas a leste e o Lineamento Cerquilho-Santo Antonio de Posse a oeste, no contato do embasamento cristalino e, em parte, da Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 4).

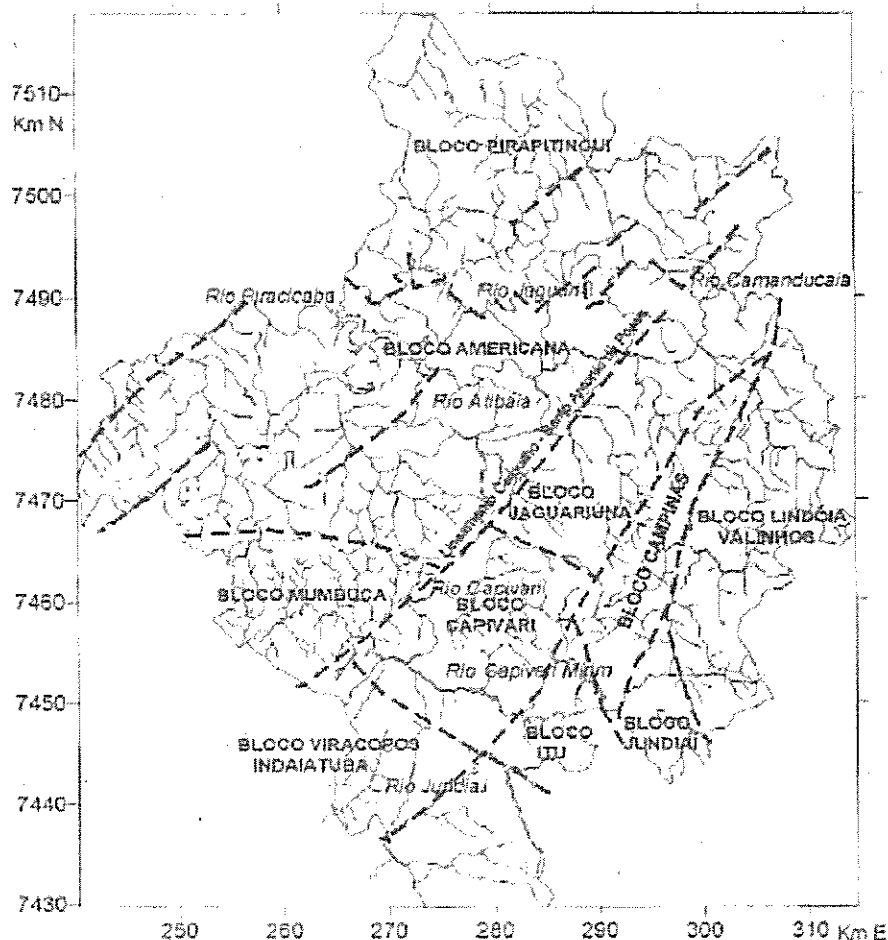


Figura 4: Condicionamento da Rede de drenagem e delimitação de blocos estruturais (Pires Neto, 1996)

A Figura 5 mostra o mapa geológico da microrregião estudada.

Na área do projeto predominam sedimentos permo-carboníferos do Grupo Itararé (C2P1i) e rochas intrusivas tabulares (K1Ysg) relacionadas ao Grupo São Bento, de idade cretácea. Nos leitos dos rios Jaguari e Atibaia são encontrados sedimentos aluvionares (Q2a). No bordo sudeste ocorre rochas pertencentes ao Complexo Granitoide de Jaguariúna, tipo granito biotita foliado (NP3sYjg).

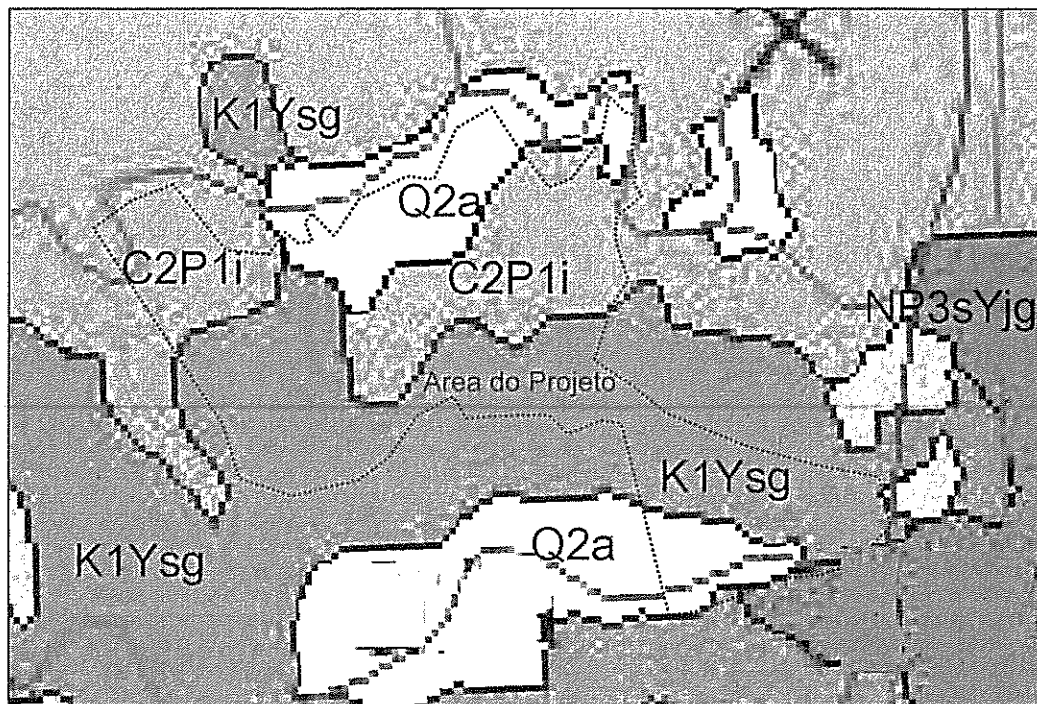


Figura 5

LEGENDA

- Quaternário (Holoceno)**
- Depósitos aluvionares : areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e, localmente, turfa
- Terciário-Quaternário (Plio-Pleistoceno)**
- Formação Rio Claro : Cascalho, areia, argila, lamito; ambiente continental fluvial meandrante

Província Paraná

Grupo São Bento

- Rochas intrusivas básicas tabulares : soleiras e diques de diabásio

Grupo Itararé

- Arenito, tilito, siltito, folhelho, ritmito, conglomerado e raras camadas de carvão; ambiente glácio-marinho

Província Tocantins

Magmatismo relacionado ao Orógeno Socorro-Guaxupé

- Granitos foliados, ortognaisses calcálicos e Complexo Itapira

V. SENSORIAMENTO REMOTO

Segundo Feitosa, F.A.C. e Manoel, J. Fº. (1997) “todos os critérios de locação de poços são baseados em informações e aspectos morfológicos superficiais observados em fotografias aéreas, imagens de satélite e no campo, que refletem a ocorrência e circulação de água no subsolo”. As fraturas apresentam traços superficiais que podem ser observados em fotos aéreas e/ou nos levantamentos de campo.

AQUISIÇÃO DE INFORMAÇÕES BÁSICAS

Para o estudo foram levantadas as bases cartográficas no IBGE na escala 1: 50.000, planimétrico municipal na escala 1: 25.000 e topográficos na escala 1: 10.000- IGC-SP;

As imagens de satélite foram obtidas no Google Earth e no INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, onde foram selecionadas as imagens Landsat TM-7;

Para os estudos de lineamentos foi utilizada a banda 8 pancromática do Landsat TM-7, por apresentar maior resolução que as demais bandas;

Foram levantados também, mapas geológicos e hidrogeológicos disponíveis em escala regional para servirem de apoio à interpretação das imagens de satélite.

TRAÇADO DA DRENAGEM E MAPA GEOLOGICO LOCAL INTEGRADO

No estudo hidrogeológico de aquíferos fissurados a hidrografia tem um papel importante para a locação de poços tubulares em função do conceito riacho-fenda (Siqueira, 1963) que corresponde à coincidência da drenagem superficial com zonas fraturadas do embasamento rochoso.

Tendo por base os mapas topográficos do IGC – SP e IBGE referenciados, foi traçada uma drenagem do entorno da área de interesse, com o objetivo de saber se a mesma refletiria os lineamentos a serem levantados nas imagens de satélite.

FOTOINTERPRETAÇÃO E PROCESSAMENTO DIGITAL

Os trabalhos se iniciaram com o georeferenciamento da fotografia aérea digital do Google Earth e de imagens digitais de satélites IRS- e 7.

Nestas imagens foram aplicadas várias de técnicas de realce na imagem para a interpretação geológica e estrutural tais como a ampliação de contraste, composição de bandas RGB, transformação por principais componentes, para ressaltar as estruturas geológicas tais lineamentos (fraturas e falhas).

A fotointerpretação foi feita diretamente sobre as imagens processadas digitalmente, sendo traçadas as feições relacionadas às fraturas e falhas. Em seguida foram lançadas as feições estruturais associadas notadamente aos cursos d'água, principalmente aos condicionamentos observados e mudanças de curso.

Foi utilizada uma série de variações na composição colorida RGB (falsa cor) da imagem para tentar visualizar feições geológicas relacionadas às unidades mapeadas anteriormente.

Para auxiliar na definição das estruturas geológicas e gerar o mapa de fraturas foi empregada a técnica de filtros direcionais do programa ERMMapper.

A presença expressiva de atividades antrópicas e de áreas urbanizadas foi um fator limitante para a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto com objetivo de mapear unidades litológicas.

COMPOSIÇÃO DE BANDAS ESPECTRAIS

O estudo de composição digital de bandas trouxe pouca contribuição, não tendo sido possível determinar com clareza as unidades geológicas. Estas composições discriminaram as zonas de ocupação urbana, vegetação, áreas com solos expostos e corpos d'água.

Geologicamente, pode-se apenas mapear as áreas aluvionares que acompanham o rio Jaguari na porção norte da propriedade e que apresentam uma tonalidade mais escura (Fotoimagens 1 e 2).



Fotoimagem 1: Landsat TM-7 - composição RGB bandas 431; a seta indica depósitos aluvionares do rio Jaguari.



Fotoimagem 2: Landsat TM-7 - composição de bandas 345

ESTUDO DOS LINEAMENTOS

Para o estudo dos lineamentos foi utilizada a banda 8, imagem pancromática do satélite Landsat TM-7.

IMAGEM PANCROMÁTICA DO LANDSAT TM-7

O processamento da imagem pancromática foi feita inicialmente com o georeferenciamento da mesma, aumento de realce e lançamento da drenagem levantada.

Sobre a imagem foram lançadas todas as feições lineares que se sobressaíam, sendo descartadas aquelas relacionadas aos traçados relacionados à ocupação antrópica tais como ruas, estradas, avenidas e canalizações de córregos, procurando-se sempre verificar se esses lineamentos atingiam a área de interesse.

Na Fotoimagem 3, pode-se observar as feições estruturais detectadas a partir dos traçados de drenagem levantados na base cartográfica IGC, na escala 1: 10.000 e nas imagens de satélite:

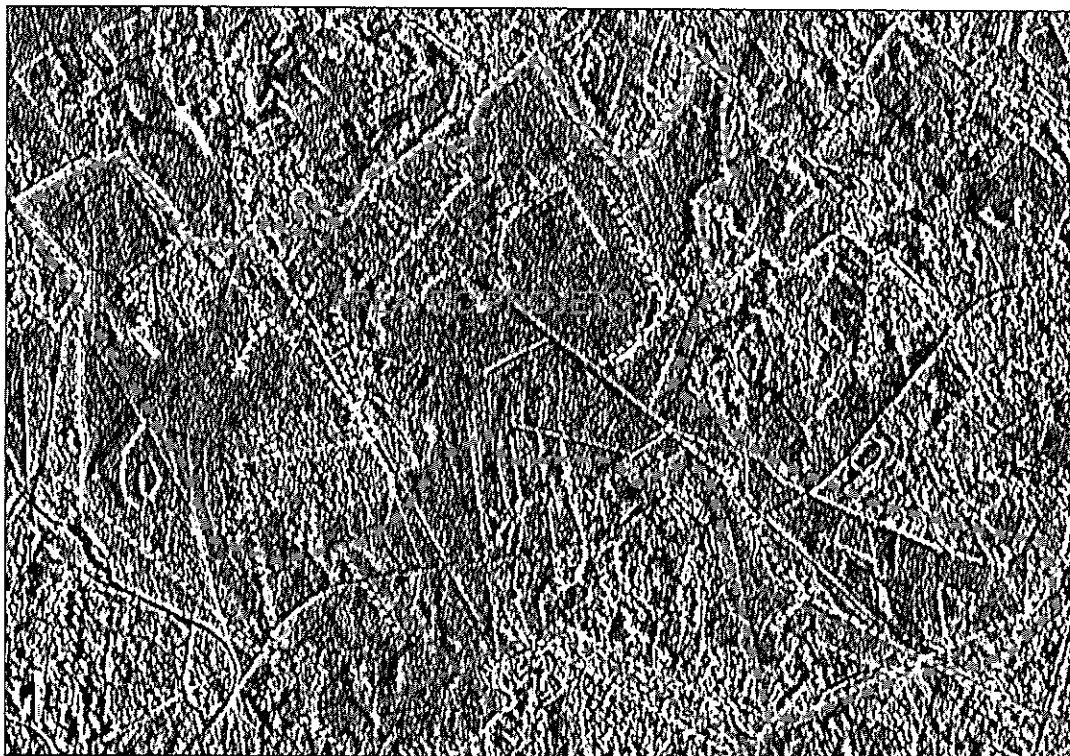


Fotoimagem 3: feições estruturais observadas na banda pancromática TM-7

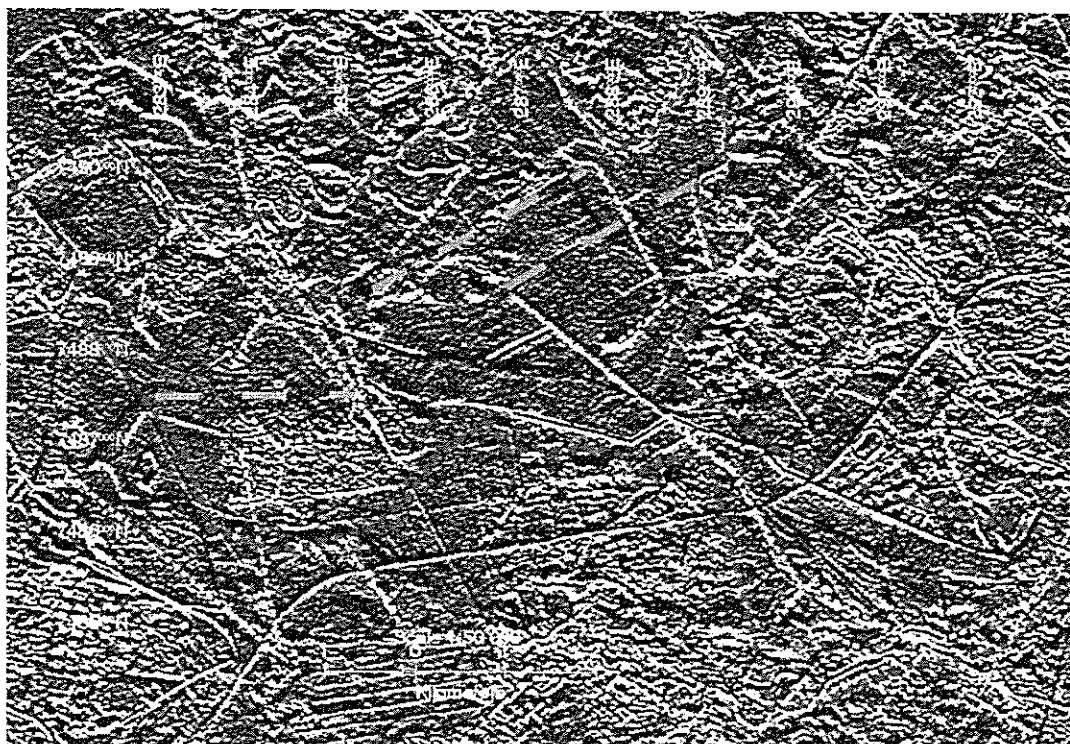
APLICAÇÃO DE FILTROS DIRECIONAIS

Com o objetivo de realçar os lineamentos foi aplicada a técnica de filtros direcionais na imagem pancromática TM-7 com o filtro tipo ângulo solar. Duas direções foram adotadas: E-W e N-S. A primeira serviu para realçar as estruturas com direção N_S, NW e NE (**Fotoimagem 4**) e a segunda, de direção N-S, (**Fotoimagem 5**) para ressaltar os lineamentos com direção E-W e NE-SW.

Nesta técnica devem ser desconsiderados os lineamentos decorrentes de atividades antrópicas tais como estradas, acessos secundários, loteamentos, etc. Para isto são lançados sobre a imagem a ser tratada com filtro, todos os lineamentos detectados anteriormente e que retratam as possíveis feições estruturais e são assinalados em cores nas **Fotoimagens 4 e 5**.



Fotoimagem 4: Imagem obtida com aplicação do filtro ângulo E-W; observar o realce das estruturas NW-SE assinaladas em vermelho.



Fotoimagem 5: Imagem obtida com aplicação do filtro ângulo N-S; observar o realce das estruturas NE-SW (cor laranja).

A observação e interpretação das imagens de satélite permitiu a construção de um mapa de fraturas (**Figura 6**) complementado com as observações geológicas.

Na área do projeto foram identificados 2 lineamentos importantes: N40°W e N40°E e que se cruzam em vários locais, principalmente na porção noroeste. Estas feições são marcantes e são retratadas nas mudanças ao longo do curso do rio Jaguari.

Na porção sudeste observam-se lineamentos N70°E e N70°W que se cruzam e que podem apresentar bom potencial para a locação de poços tubulares em face da presença de rochas graníticas/gnáissicas do aquífero cristalino. Soma-se a isto a existência, nas redondezas, de poços produtores dentro deste aquífero.

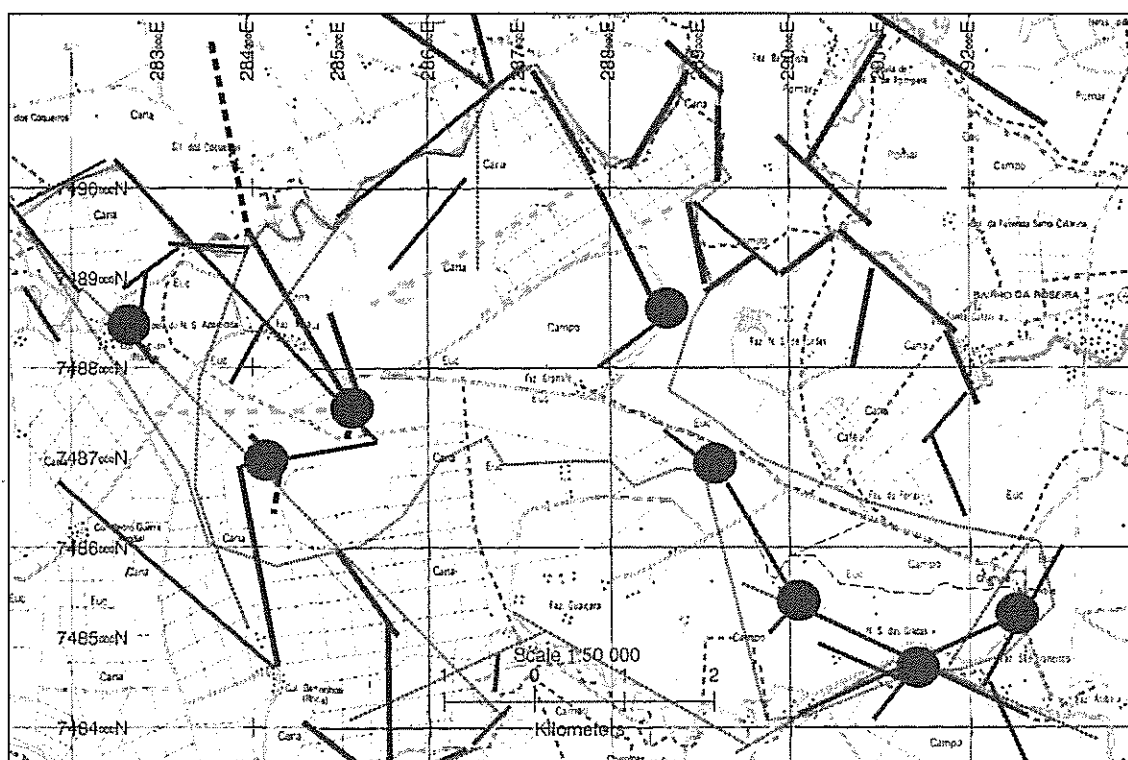


Figura 6: Mapa de fraturas detectadas nas imagens com a locação dos poços sugeridos.

A locação sugerida de futuros poços tubulares a construir pode ser também visualizada na Fotoimagem 6.



Fotoimagem 6: Imagem pancromática do Landsat 7 com a os locais sugeridos para construção de poços tubulares profundos.

Com base na integração de dados e interpretação de imagens, foi elaborado um mapa geológico preliminar (Figura 7) para orientação dos trabalhos de geofísica, sendo também lançados os locais preliminarmente sugeridos para implantação de poços tubulares.

O mapa geológico (figura 3), mostra que uma expressiva área do Projeto está associada a um ambiente de rochas básicas da Formação Serra Geral, na forma de diques e sills. Estas rochas são caracterizadas por apresentarem um tipo de solo argiloso e bem avermelhado e que devido ao seu conteúdo de ferro se refletem nas imagens de satélite.

Nas imagens podem-se observar tonalidades diferentes de cores mais claras que indicam a presença de solos arenosos e de coloração branca o que os diferenciava dos solos originados de rochas básicas. Assim as rochas intrusivas básicas ficaram restritas na porção sudeste e a um corpo mais alongado, tipo dique, na porção oeste com cerca de 3 km de comprimento por 600 m de largura.

Na parte central da área há uma extensa cobertura arenosa terciária-quaternária, correlacionável à Formação Rio Claro. As demais partes são ocupadas por sedimentos arenosos do Grupo Itararé (CPI). No extremo sudeste afloram rochas do complexo cristalino, representadas pelo Granitoide Jaguariúna.

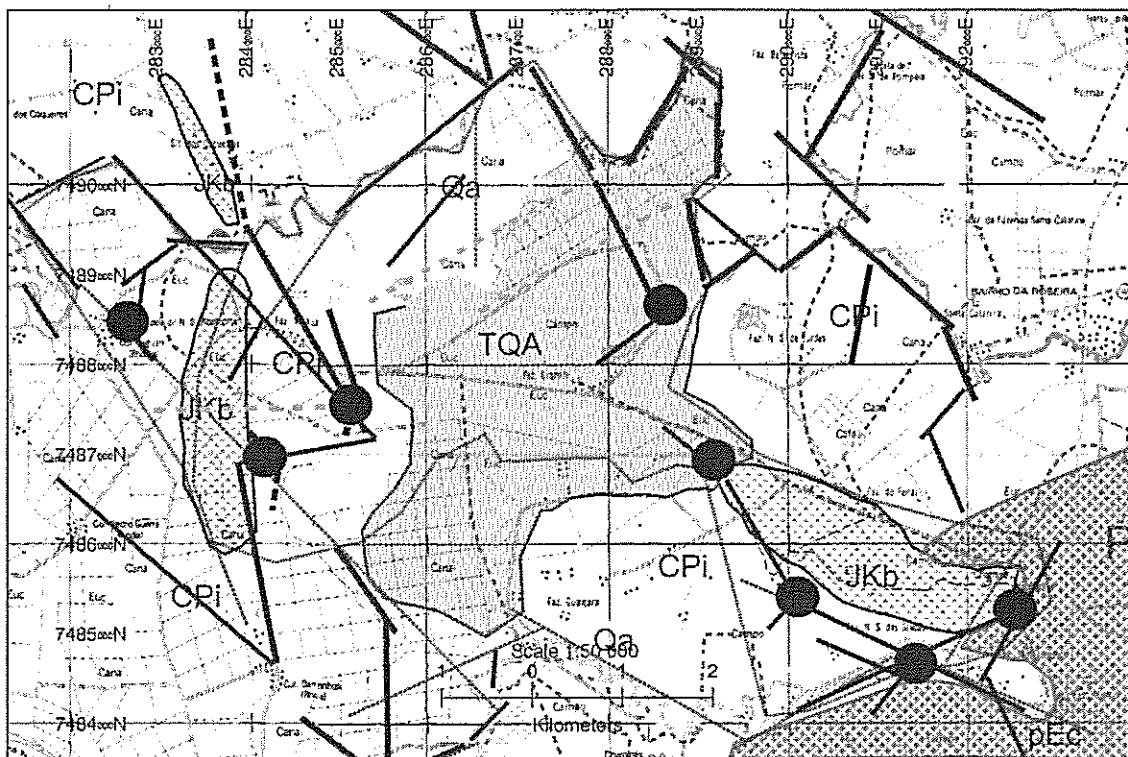


Figura 7: Mapa geológico preliminar integrado da área do Projeto.

Os dados levantados permitem concluir que as áreas mais favoráveis para a locação de poços são aquelas situadas na porção sudeste da área, nas proximidades de afloramentos de rochas do complexo cristalino, e na porção noroeste, em sedimentos do Grupo Itararé, onde há um lineamento de direção N40°W expressivo, cortado por fraturas de direção NE.

VI. ESTUDOS GEOFÍSICOS

A geofísica é uma ciência baseada no estudo de propriedades físicas intrínsecas aos materiais geológicos, por meio de equipamentos analíticos de campo e laboratório, que permitem investigações a centenas de metros de profundidade, de forma indireta, a partir de medidas de parâmetros como campo gravitacional, radioatividade, campo elétrico, dentre outros. O análogo da geofísica em termos mais práticos é a radiologia, que utiliza na medicina princípios e parâmetros físicos semelhantes, em equipamentos para exames de ressonância, tomografia, eletroencefalograma, ultrassonografia, dentre outros, fundamentais para um diagnóstico preciso e o planejamento de atos cirúrgicos pouco invasivos.

Devido ao contraste da condução de corrente elétrica pela variação de umidade em solos e rochas, o uso de métodos geofísicos Elétricos proporciona resultados satisfatórios em estudos hidrogeológicos. A Eletorresistividade é método de maior aplicação neste trabalho, devido aos resultados, rapidez, versatilidade em termos de profundidade de investigação e resolução, além do baixo custo em relação a outros estudos geofísicos.

A possibilidade de estimativa de locais favoráveis à captação de águas subterrâneas a centenas de metros de profundidade de forma indireta e não invasiva, proporciona a otimização de furos e a redução global de custos de projeto, com a minimização de poços secos ou de vazão incipiente.

Neste sentido, o presente relatório apresenta o resultado de estudo geofísico realizado na zona rural do município de Jaguariúna (SP), desenvolvido entre os dias 17 e 23 de agosto de 2014, com o objetivo de localização de pontos de maior favorabilidade a perfuração e captação de águas subterrâneas.

Neste trabalho foi aplicado o método da Eletrorresistividade, por meio das técnicas de sondagem elétrica vertical (SEV) e imageamento elétrico (IE), que possibilitaram investigações estratigráficas, estruturais e faciológicas em rochas sedimentares e cristalinas de elevada complexidade hidrogeológica.

TRABALHOS REALIZADOS

Foram realizados ensaios de sondagem elétrica vertical e imageamento elétrico, a partir do método geofísico da eletrorresistividade, com pequenas alterações em pontos e dimensões de linhas em relação à proposta inicial. Tais alterações foram necessárias diante de impedimentos encontrados durante a aquisição de dados, como linhas de alta tensão, áreas ocupadas por cana-de-açúcar próximo do ponto de colheita ou mata fechada. Outra questão recorrente em alguns pontos foi a existência de solo arado recentemente, que reduz a coesão dos grãos minerais e impede um aterramento elétrico adequado às necessidades dos ensaios e prejudica a qualidade dos resultados.

Abaixo são detalhados e quantificados os ensaios realizados, conforme localização indicada na **Figura 8**:

- Sondagens elétricas verticais: 9 (nove unidades), realizados a partir do arranjo Wenner, com abertura máxima de 640m ou 320m a partir do centro do arranjo (AB/2), com espaçamento inicial de 10m entre eletrodos e aberturas constantes de 10m.

- Imageamento elétrico: 6.410m (seis mil, quatrocentos e dez metros), dispostos em linhas com comprimento de 640m, 520m e 440m, realizadas a partir do arranjo Wenner, com espaçamento de 10m entre eletrodos.

A disposição do conjunto de cabos para aquisição de dados foi feita de forma retilínea e contínua em campo, preferencialmente em estradas de terra para aterramento galvânico adequado de eletrodos, provocou a realocação de alguns pontos de sondagem elétrica e sua coincidência com o centro das linhas de imageamento elétrico. Este artifício foi adotado também para uma análise e interpretação conjunta dos resultados e indicação dos locais mais favoráveis à perfuração de poços.

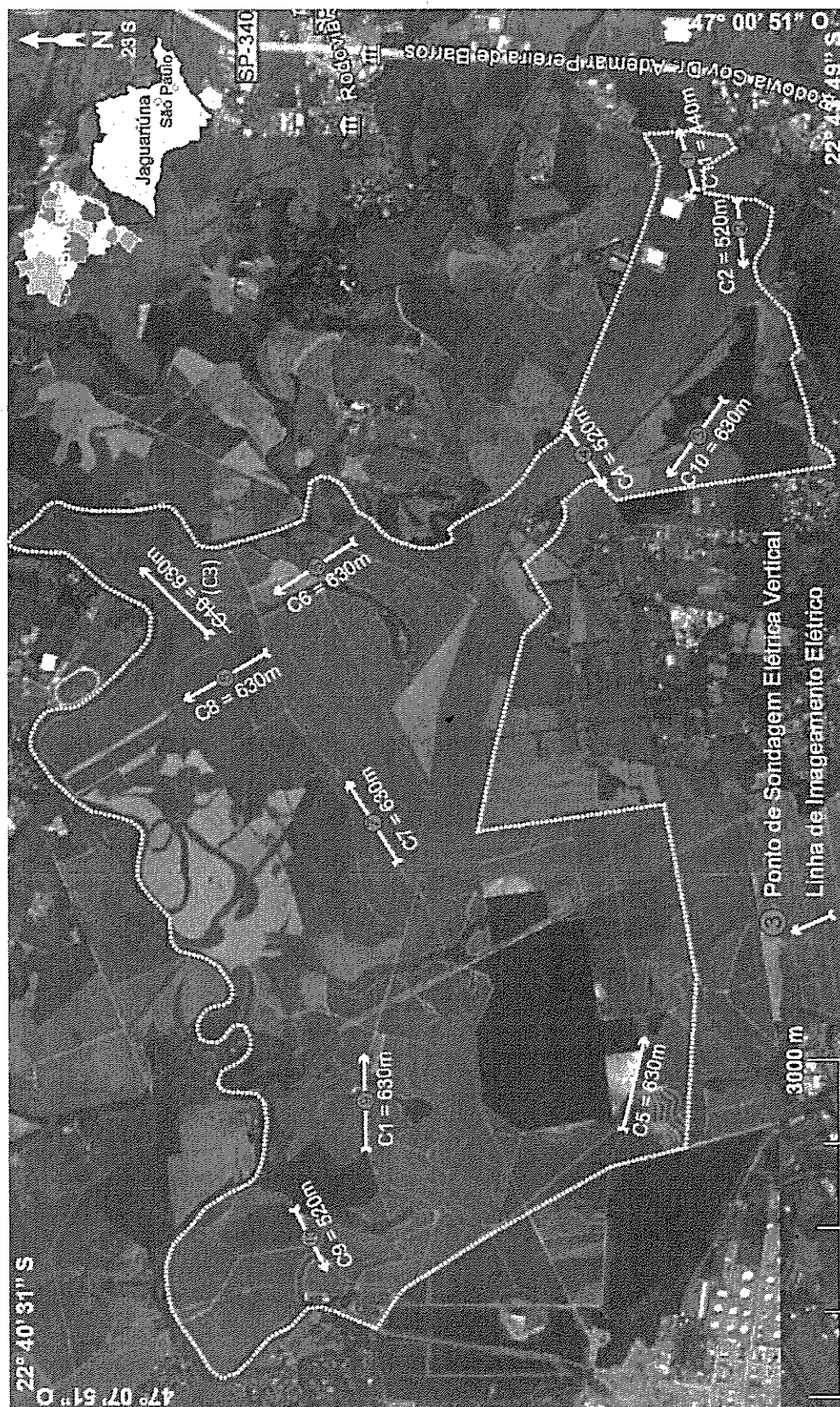


Figura 8 : Localização da área, contendo o detalhamento de pontos, linhas e dimensões de aquisição de dados geofísicos.

PRINCÍPIOS TEÓRICOS DO MÉTODO GEOFÍSICO DA ELETRORRESISTIVIDADE

A Eletrorresistividade é um método geofísico baseado no fato de que diferentes materiais geológicos apresentam diferentes valores de resistividade elétrica. De acordo com o material a ser estudado, sua natureza e estado físico, diferentes valores do parâmetro resistividade elétrica (ρ) são encontrados dependendo da dificuldade encontrada por uma corrente elétrica para se propagar por este material. Fatores como textura, forma e distribuição dos poros no solo e na rocha, composição mineralógica, umidade, porosidade, líquidos e gases que preenchem os poros do solo e da rocha e processos que ocorrem na estrutura do solo e da rocha condicionam a resistividade dos materiais geológicos (MILSON, 2003).

O método da eletrorresistividade emprega uma fonte artificial de corrente, que é introduzida no solo por meio de eletrodos (denominados A e B), e a diferença de potencial medida por outro par de eletrodos (M e N). Como a corrente é medida também, é possível determinar uma resistividade efetiva ou aparente do subsolo (Figura 9).

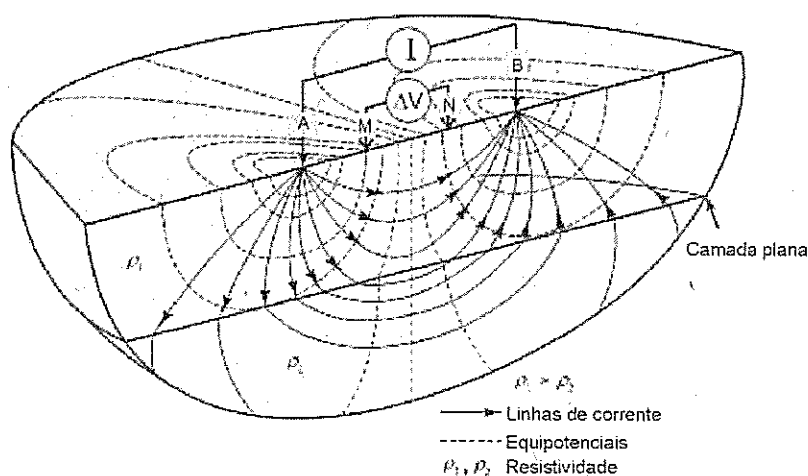


Figura 9 : Princípio da Eletrorresistividade medida com uma matriz de quatro eletrodos (KNODEL, et al. 2007).

O arranjo Wenner utiliza quatro eletrodos dispostos em linha com espaçamento constante entre dipolos, sendo um par de eletrodos de corrente e o outro de potencial. A principal vantagem deste arranjo é a elevada razão sinal/ruído que o mesmo proporciona ao mesmo que uma das principais desvantagens é a perda rápida da cobertura em profundidade, assim sendo, à medida que aumenta o espaçamento entre os eletrodos a cobertura horizontal em subsuperfície diminui.

A corrente que flui num condutor é proporcional à voltagem que passa por ele, isto é,

$$V = IR \text{ (Eq. 1)}$$

A constante de proporcionalidade, R, é conhecida como a resistência e é medida em ohms quando a corrente (I) está em amperes e tensão (V) é em volts. (MILSON, 2003).

A resistividade de um material é a propriedade física que determina a facilidade com que correntes elétricas passam através deste. Estudos sobre condutores diferentes do mesmo material mostraram que um condutor longo tem uma resistência maior do que um fio de curto, e um condutor fino tem uma maior resistência que um fio grosso, assim pode-se concluir que a resistividade de determinado material é proporcional ao comprimento L e inversamente proporcional à área transversal A deste condutor. Considerando um cilindro condutor de resistência R , comprimento L e área de seção transversal A , a resistividade pode ser dada por (LOWRIE, 2007):

$$\rho = RA/L \text{ (Eq. 2).}$$

Devido à heterogeneidade do meio geológico as medidas de resistividade obtidas em um levantamento são uma média de todas as resistividades presentes no meio, chamada resistividade aparente e pode ser calculada conhecendo a intensidade de corrente (I) introduzida pelos eletrodos A e B, a diferença de potencial (ΔV) medida pelos eletrodos receptores M e N, e o fator geométrico (K): (KEAREY et al, 2002).

$$\rho_a = K \Delta V / I \text{ (Eq. 3)}$$

O fator K pode ser calculado da seguinte forma:

$$K = 2\pi / (1/AM - 1/BM - 1/AN + 1/BN) \text{ (Eq. 4)}$$

A resistividade do solo e das rochas é afetada principalmente por quatro fatores: composição mineralógica, porosidade, saturação e teor de sais dissolvidos no líquido intersticial. Dentre esses fatores, os mais importantes são, sem dúvida, a quantidade de água contida e a salinidade dessa água. O aumento nesses valores leva a uma diminuição da resistividade.

Certos minerais, como metais nativos e grafite, presentes na matriz da rocha, conduzem eletricidade por meio da passagem de elétrons, o que é denominado condutividade eletrônica. Já para os minerais isolantes, que são a maioria dos formadores das rochas, a corrente elétrica é conduzida através do deslocamento de íons dissolvidos na água contida nos poros e fissuras, o que é denominado condutividade eletrolítica.

Assim, a condutividade elétrica nas rochas é conduzida na sua maior parte por processos eletrolíticos mais do que processos eletrônicos, pois apenas em casos específicos os minerais condutores ocorrem nas rochas em quantidade suficiente para aumentar sua condutividade global. Portanto, a porosidade é o principal controle da resistividade de rochas e a resistividade geralmente aumenta com a diminuição da porosidade (KEAREY et al. 2002).

A condutividade em rochas sedimentares ocorre devido a sua porosidade ser geralmente intergranular, consistindo de vazios ainda remanescentes do processo de compactação. Em rochas ígneas a porosidade da própria rocha é extremamente pequena, no entanto as moléculas de água podem circular através de pequenas fraturas na rocha que são resultado da ruptura mecânica. Estas fraturas são chamadas juntas e podem ser suficientemente grandes e / ou numerosos para que a sua presença modifique a condutividade

elétrica da rocha. Essas juntas também desempenham um papel importante na condutividade das rochas sedimentares mais impermeáveis (McNEILL, 1980). Quando grandes juntas estão presentes a condutividade local deverá variar fortemente.

Uma terceira forma de porosidade existente que também contribui para variação da condutividade é a porosidade secundária, mais comum em rochas calcárias. É constituída por pequenos poros interligados que armazenam líquidos e podem tornar a rocha mais condutiva (McNEILL, 1980).

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados de sondagem elétrica vertical foram processados no programa IX1D (Interpex-USA). Fundamentado em critérios pré-determinados, verificados em campo, o processamento das sondagens foi baseado num modelo correlacionado aos dados de imageamento elétrico.

Foram obtidos níveis geoeletricos e seus respectivos valores de resistividade, além da espessura de cada camada, ajuste entre a curva de campo e curva teórica do programa.

Os dados de imageamento elétrico foram tabelados em um editor de planilhas, juntamente com as coordenadas geográficas e altitude em cada ponto, posteriormente processados no programa RES2DINV (Geotomo - Malásia).

Este programa determina um modelo bidimensional da subsuperfície, a partir de dados de imageamento elétrico desenvolvido para interpolar grandes conjuntos de dados. O modelo 2D usado pelo programa de inversão consiste em uma série de blocos retangulares relacionados à distribuição de pontos dos dados da pseudosseção.

A distribuição e tamanho dos blocos são gerados automaticamente pelo programa conforme a distribuição dos pontos de dados. A profundidade da linha inferior dos blocos é aproximadamente igual à profundidade equivalente de investigação dos pontos com o maior espaçamento entre eletrodos (EDWARDS, 1977).

A sub-rotina de modelagem direta é usada para calcular os valores de resistividade aparente, por meio da técnica de otimização não linear por mínimos quadrados (DEGROOT-HEDLIN & CONSTABLE 1990, LOKE & BARKER, 1996). O resultado é apresentado sob a forma de seção com distância *versus* profundidade.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados são apresentados e analisados de forma integrada, ou seja, linha de imageamento elétrico e respectiva sondagem elétrica vertical, devidamente posicionada ao longo de cada seção de imageamento elétrico.

A interpretação dos resultados tomou por base gráficos que relacionam a resistividade elétrica obtida em sondagens elétricas verticais com a condutividade hidráulica para aquíferos porosos (Figura 10). Independente da espessura da camada aquífera, faixas de valores de resistividade elétrica entre 80Ω.m e 200Ω.m são ideais para fins de captação de águas subterrâneas, devido a relação direta de proporcionalidade entre parâmetros.

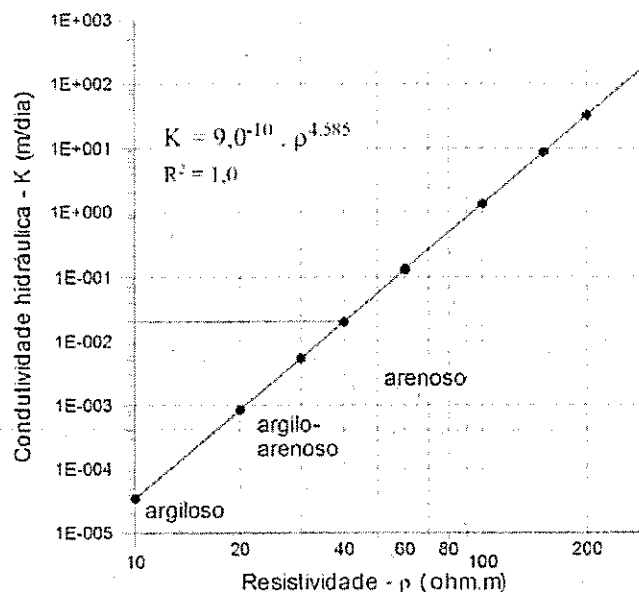


Figura 10 : Relação entre resistividade e condutividade hidráulica (Braga et al. 2008).

Tal relação foi demonstrada em Moreira *et al.* (2012), a partir de medidas de vazão diretamente em poços rasos em aquífero livre sustentado solo de alteração de granitos, cruzadas com medidas de resistividade elétrica obtidas em sondagens elétricas verticais realizadas ao lado dos poços. Os resultados comprovaram o elevado grau de correlação entre os parâmetros analisados (Figura 11).

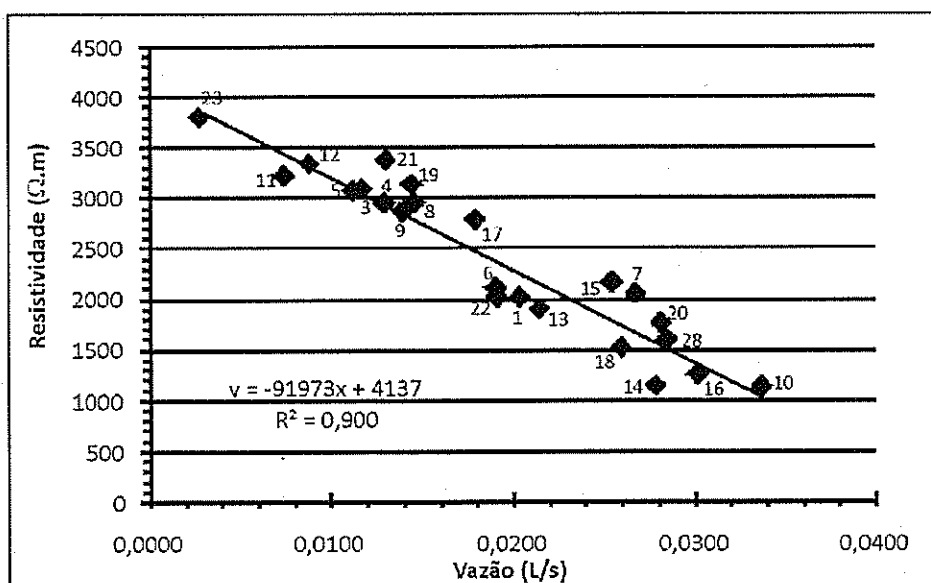


Figura 11: Relação entre Vazão versus resistividade, com linha de tendência, equação da reta, coeficiente de determinação R^2 (Moreira *et al.* 2013).

Embora valores de resistividade oriundos de sondagens elétricas sejam bastante precisos e considerem a continuidade lateral das camadas, são informações baseadas em ensaios 1D (unidimensionais), adequados para áreas de aquífero sedimentar e de pequena variação faciológica.

A área investigada apresenta alta complexidade, com uma diversidade em termos de rochas e tipos de aquíferos. Neste caso, investigações 2D (bidimensionais) são fundamentais para locação das sondagens elétricas e determinação de variações laterais. Assim, neste trabalho foram elencadas três faixas de valores baseados em sondagens elétricas correlacionadas aos modelos de inversão de imageamento elétrico, para determinação de áreas promissoras a construção de poços tubulares (**Figuras 12 a 22**).

As faixas de valores de resistividade definidas foram as seguintes:

Faixa 1: em torno de $180\Omega.m$ nas sondagens elétricas e coloração marrom nas seções de imageamento elétrico.

Faixa 2: entre $130\Omega.m$ nas sondagens elétricas e coloração amarela nas seções de imageamento elétrico.

Faixa 3: em torno de $80\Omega.m$ a $100\Omega.m$ nas sondagens elétricas e coloração verde nas seções de imageamento elétrico.

Valores acima desta faixa podem caracterizar desde rochas cristalinas não fraturadas ou sedimentos litificados, enquanto que valores abaixo desta faixa podem ser relacionados a sedimentos siltsos ou argilosos. Em termos hidrogeológicos, áreas de predomínio de aquíferos ou aquíclides.

A partir do acesso a informações de localização e vazão de poços disponibilizados junto ao site do DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica), foi verificado que nas proximidades do futuro residencial Kaloré existe um poço cadastrado com vazão de $16,9m^3/h$, construído na empresa *Fresh Strart Bakeries*, além de outro na empresa *Snelllog* com vazão de $6,5m^3/h$.

A linha 2 (C2) cruza um lineamento relacionado ao poço de maior vazão ($Q = 16,9m^3/h$), cuja projeção em linha coincide com a faixa 1 (marrom) na seção de imageamento elétrico e resistividade em torno de $180\Omega.m$. Toda a extensão desta linha cobriu solo de alteração com fragmentos de diabásio, pertencente à Formação Serra Geral do Grupo São Bento.

A linha 11 (C11) teve início próximo ao poço de menor vazão, cuja projeção na linha coincide com a faixa 3 (verde) na seção de imageamento elétrico e resistividade em torno de $100\Omega.m$ ($6,5m^3/h$). A metade inicial desta linha cobriu solo de alteração com fragmentos de diabásio, enquanto que a metade final solo com fragmentos de siltito derivado da alteração de litotipos do Grupo Itararé.

Diversos poços em condomínios localizados no limite NE da área de estudos apresentam vazões que variam de $0,45m^3/h$ a $4,8m^3/h$, perfurados em litotipos do Grupo Itararé. Coincidentemente, os resultados geofísicos obtidos neste domínio geológico apresentam valores em torno de $80\Omega.m$, faixa 3 (verde).

Estes resultados foram georeferenciados e integrados em tabela por linha de aquisição de dados. Este produto final define locais promissores para perfuração de poços, em três graus de prioridade (**Tabela 1**), conforme a metodologia adotada durante o relatório:

faixa 1 (marrom) - aquífero promissor; faixa 2 (amarelo) - aquífero com elevado potencial; faixa 3 (verde) - aquífero médio a pouco promissor.

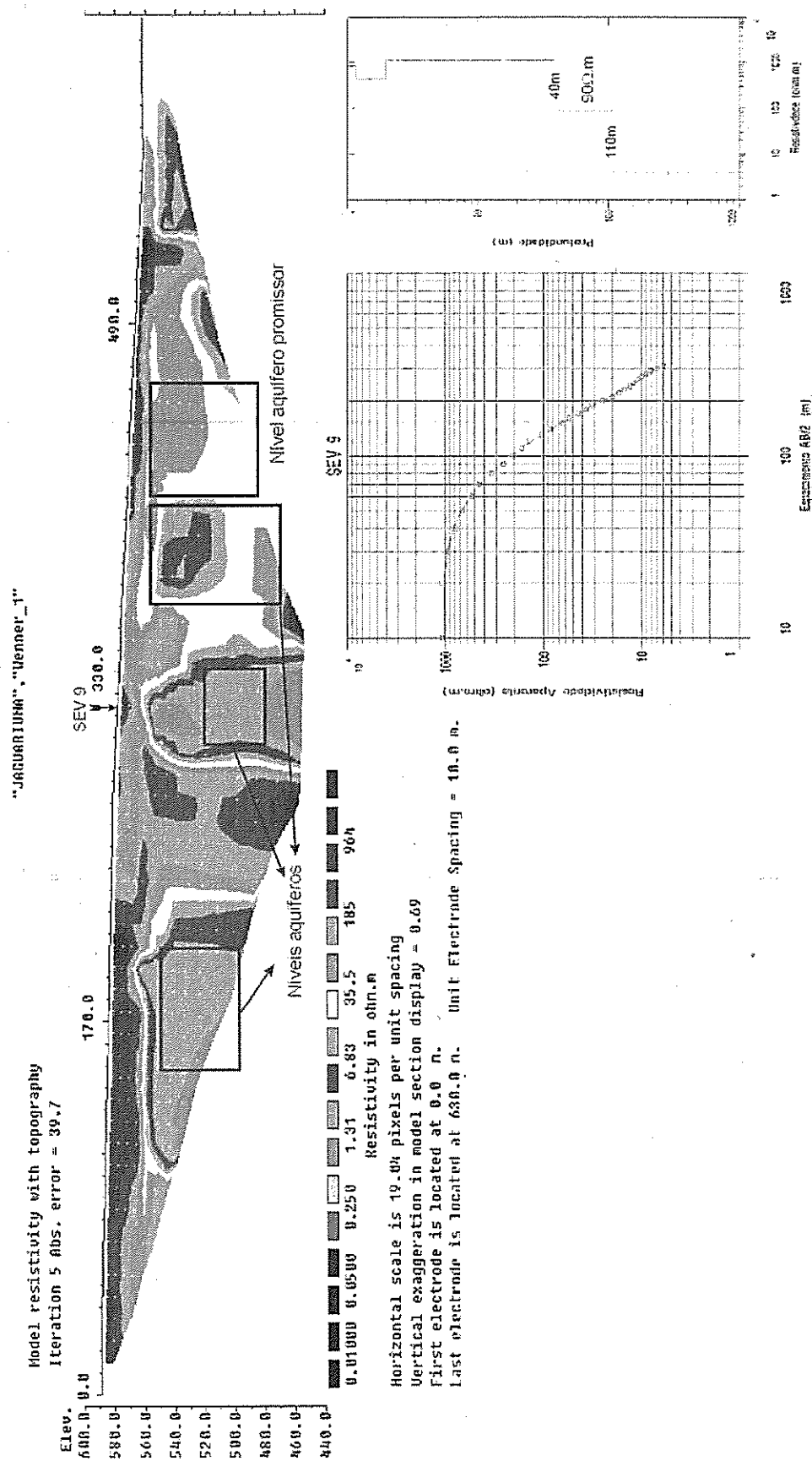


Figura 12: Linha 1 e SEV 9, com realce de intervalos aquíferos.

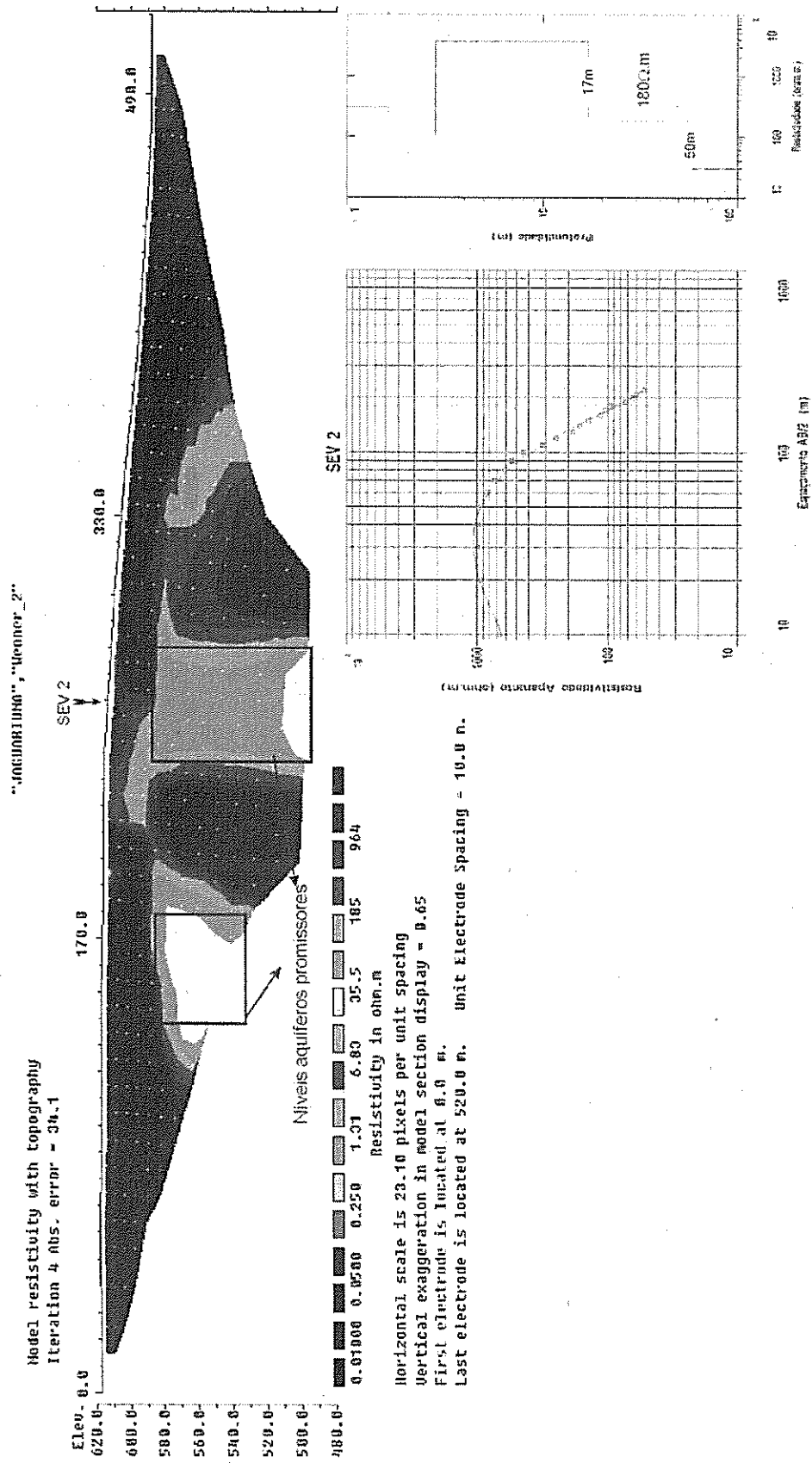


Figura 13: Linha 2 e SEV 2, com realce de intervalos aquíferos.

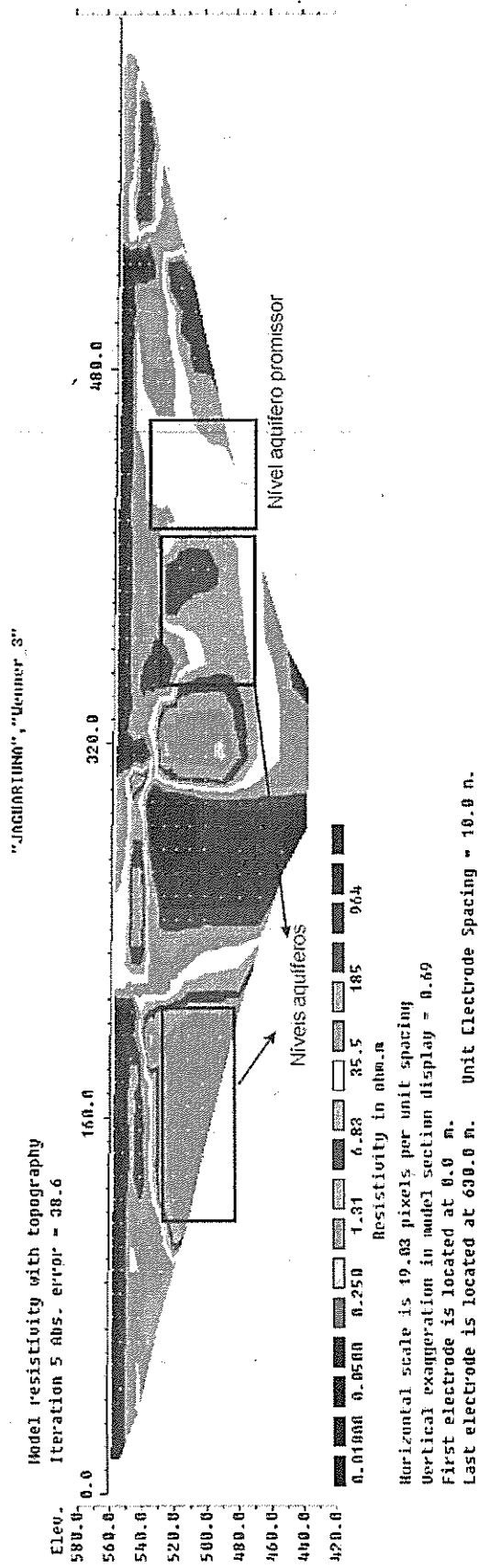


Figura 14: Linha 3, com realce de intervalos aquíferos.

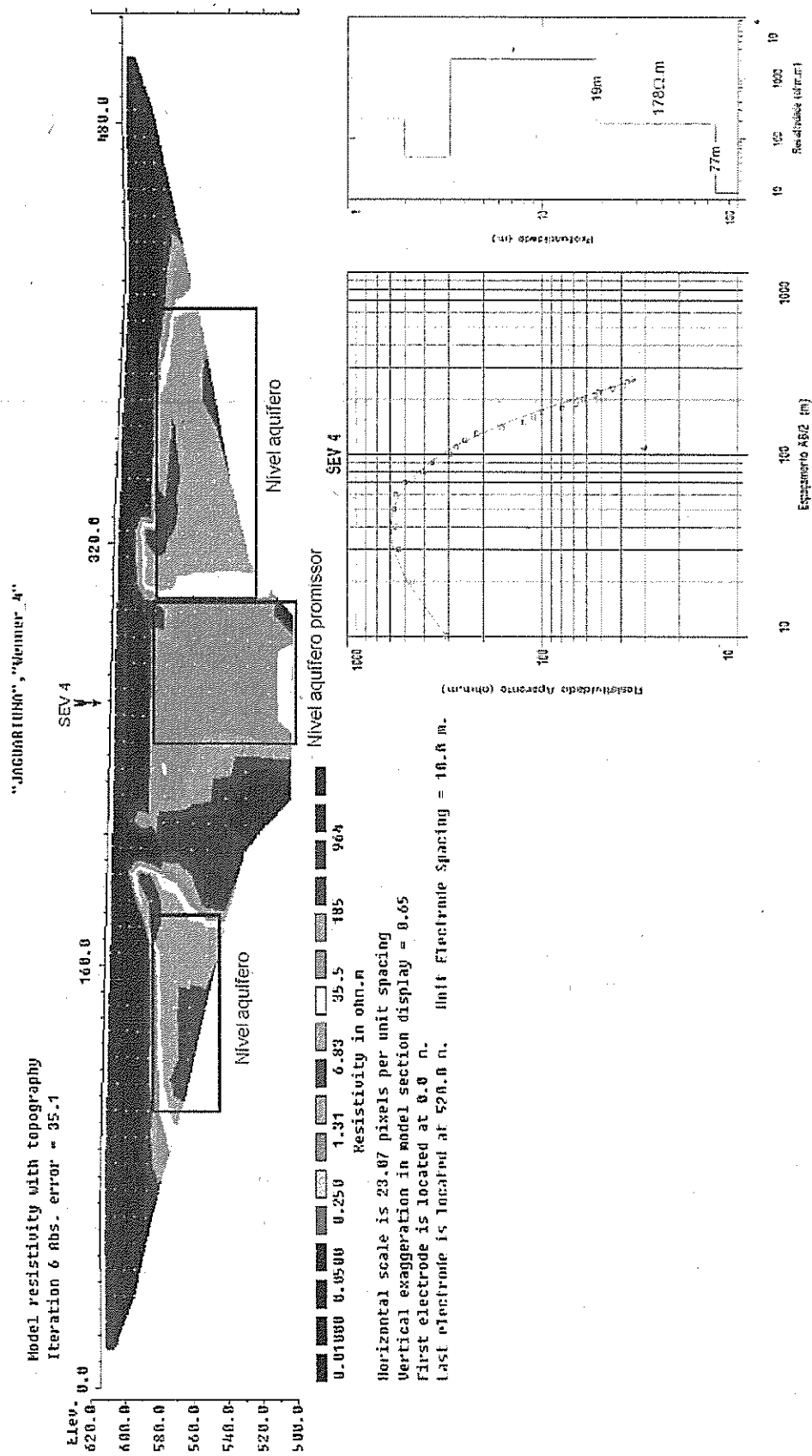


Figura 15: Linha 4 e SEV 4, com realce de intervalos aquíferos.

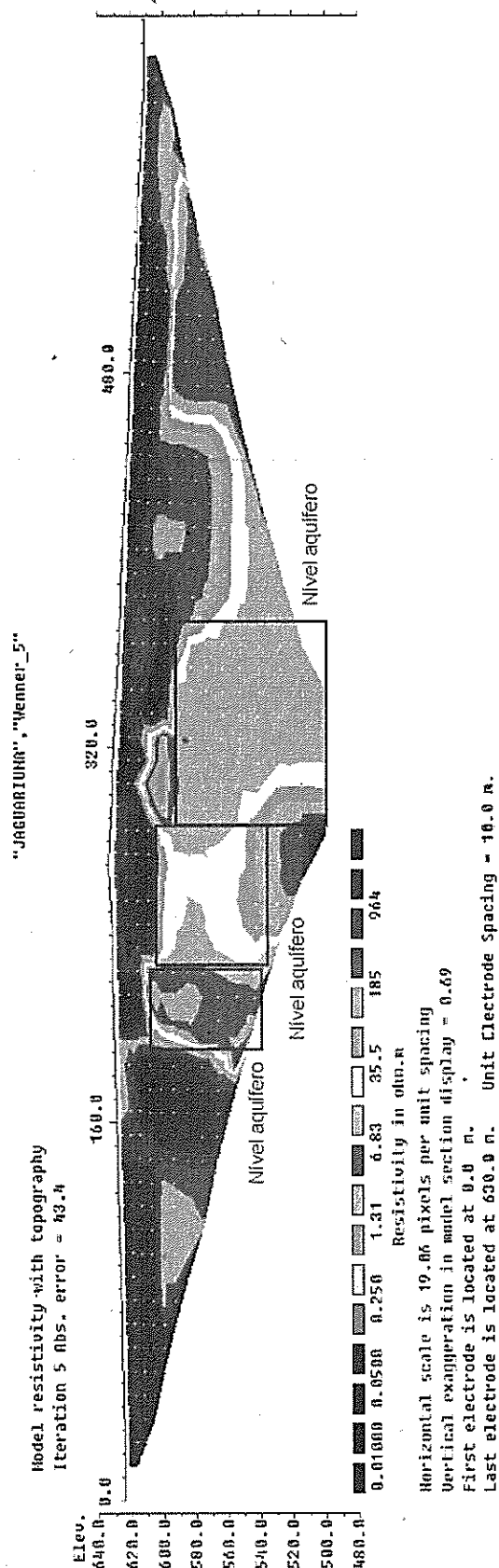


Figura 16: Linha 5, com realce de intervalos aquíferos.

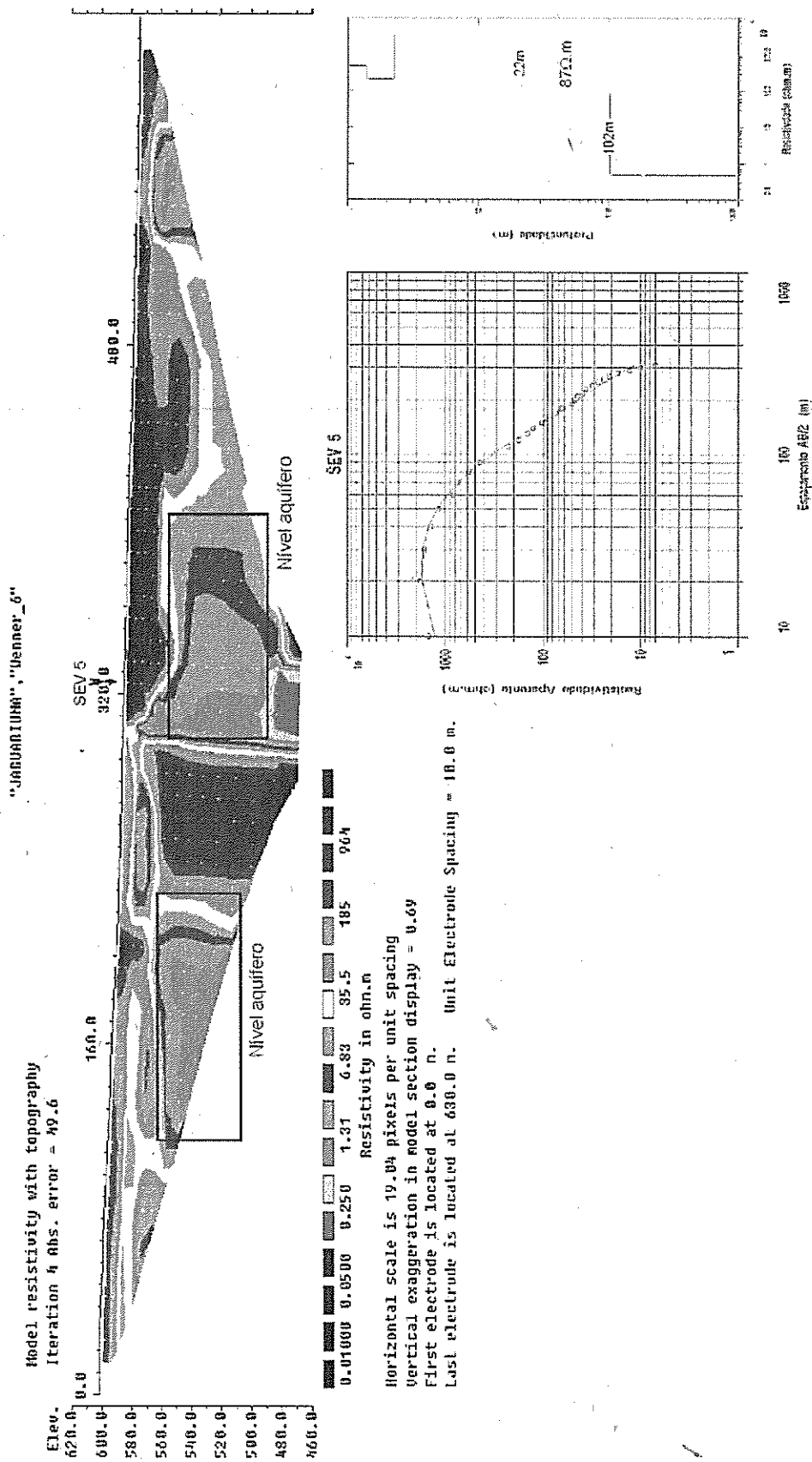


Figura 17: Linha 6 e SEV 5, com realce de intervalos aquíferos.

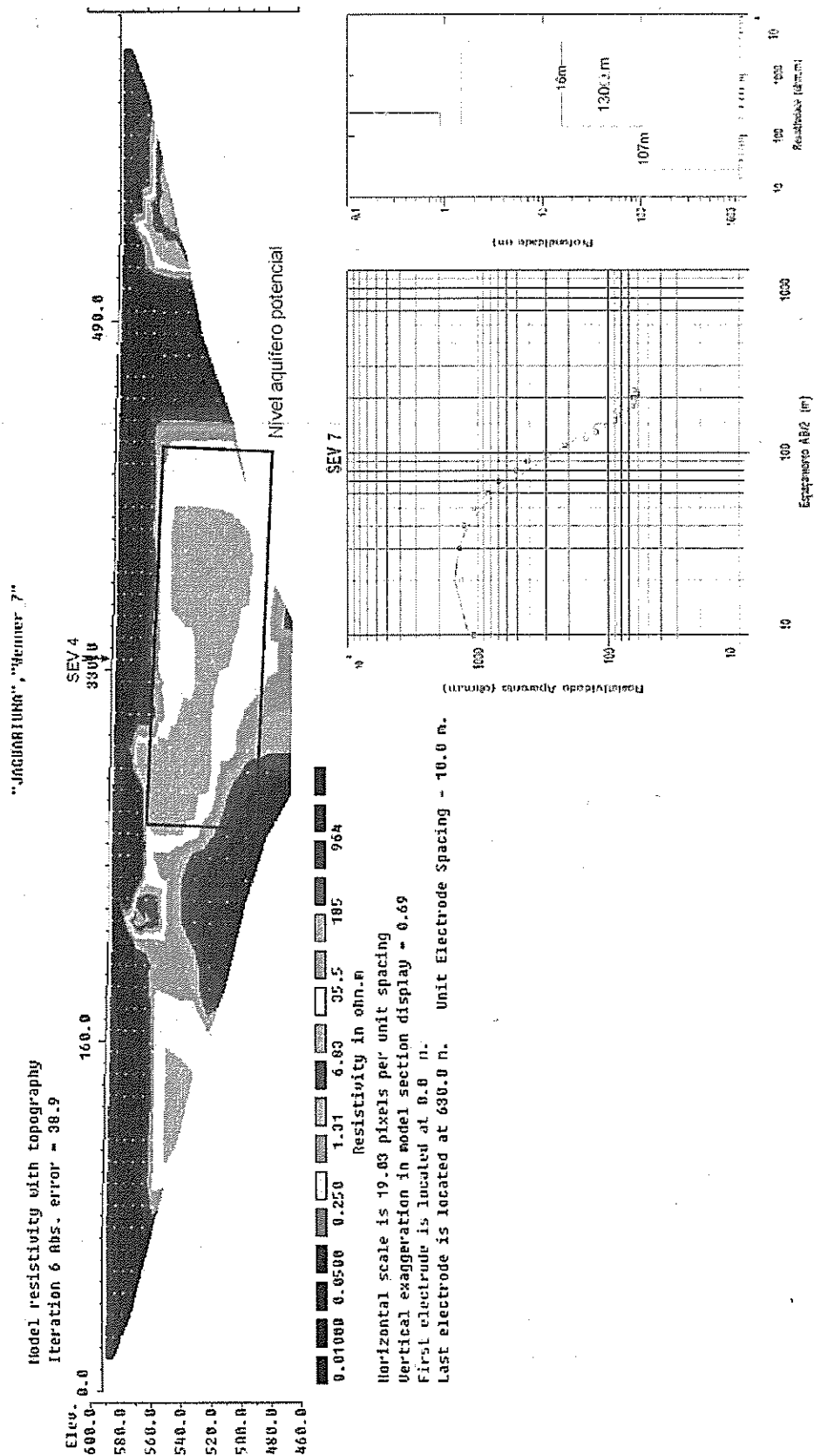


Figura 18: Linha 7 e SEV 7, com realce de intervalos aquíferos.

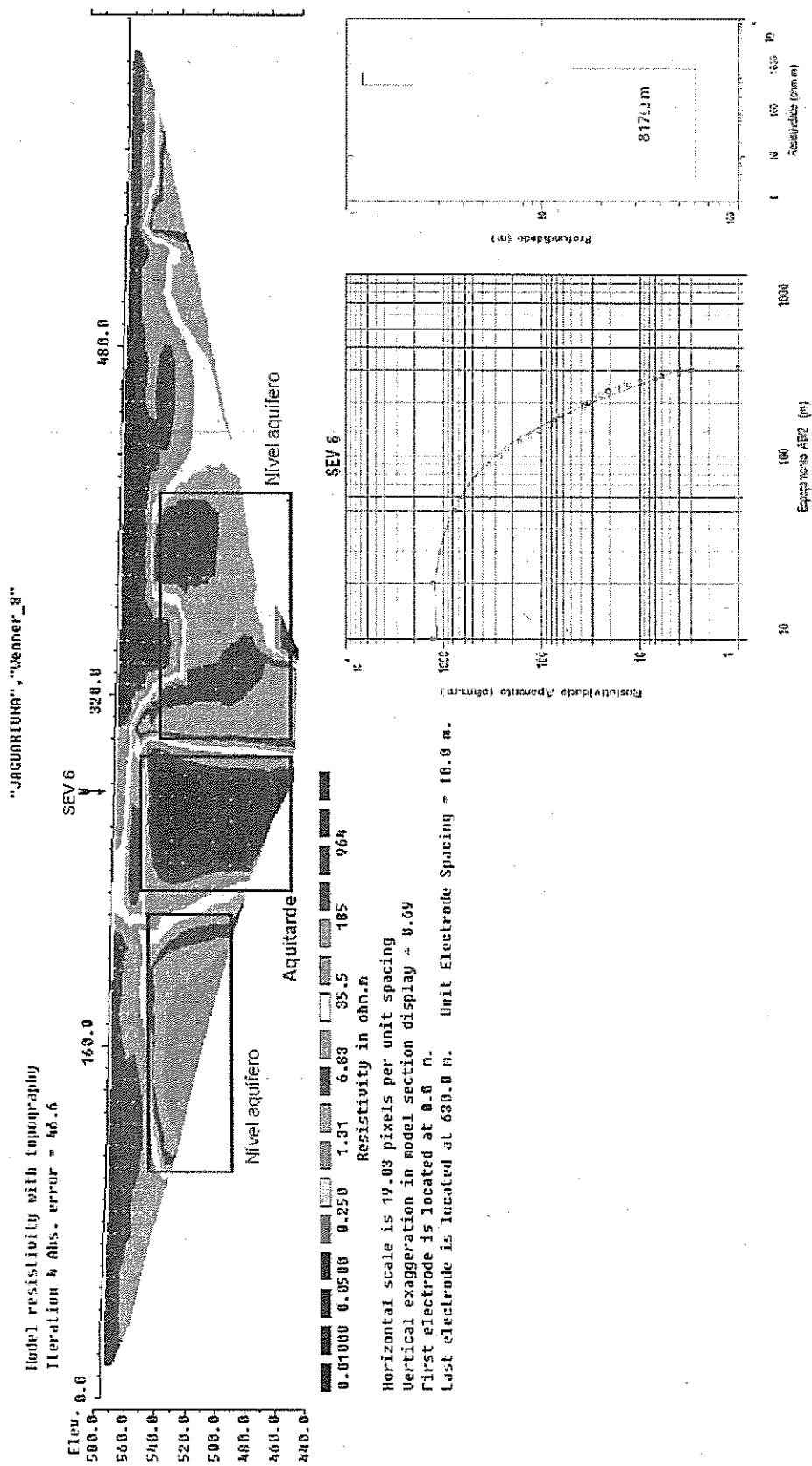
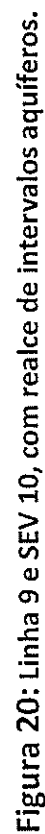


Figura 19: Linha 8 e SEV 6, com realce de intervalos aquíferos.



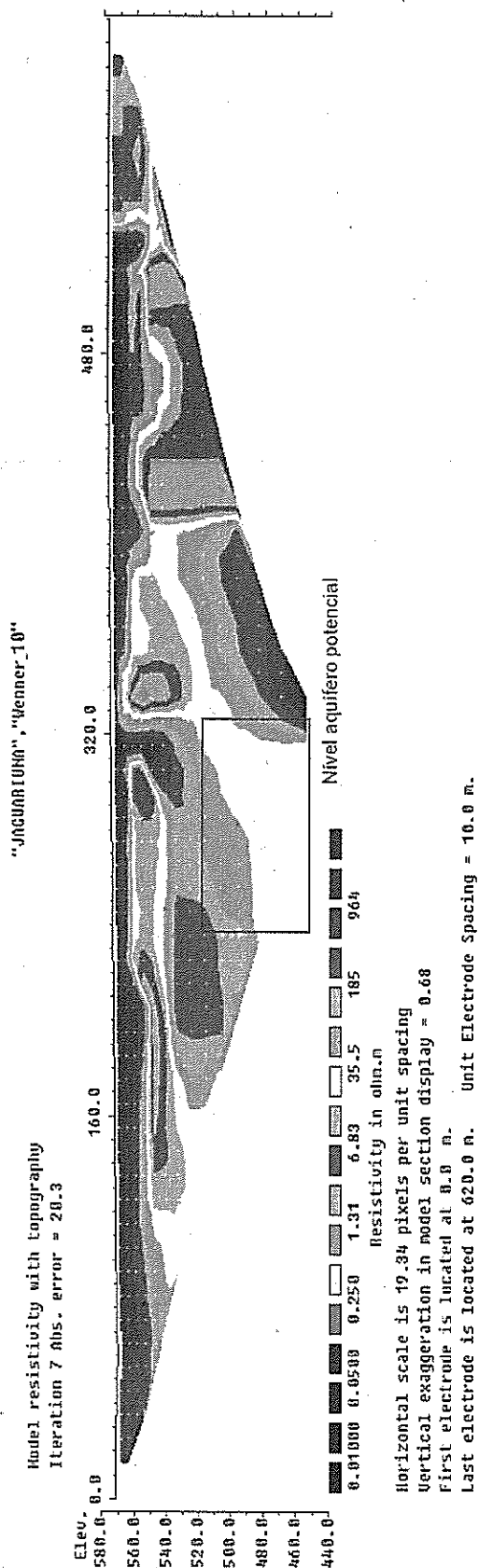


Figura 21: Linha 10 e SEV 3, com realce de intervalos aquíferos.

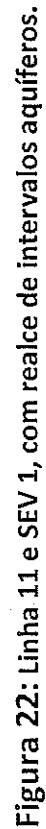


Tabela 1: Coordenadas geográficas com pontos recomendados para perfuração de poços, com grau de prioridade por cores.

Linha 1		
	Latitude	Longitude
1	22°41'55"	47°06'17"
2	22°41'55"	47°06'12"
3	22°41'55"	47°06'10"
4	22°41'54"	47°06'8"
Linha 2		
	Latitude	Longitude
1	22°43'43"	47°01'35"
2	22°43'43"	47°01'39"
Linha 3		
	Latitude	Longitude
1	22°41'05"	47°03'42"
2	22°41'00"	47°03'37"
3	22°40'58"	47°03'35"
Linha 4		
	Latitude	Longitude
1	22°42'55"	47°02'47"
2	22°42'58"	47°02'51"
3	22°42'59"	47°02'53"
Linha 5		
	Latitude	Longitude
1	22°43'12"	47°06'05"
2	22°43'12"	47°06'06"
3	22°43'12"	47°06'09"
Linha 6		
	Latitude	Longitude
1	22°41'46"	47°03'24"
2	22°41'42"	47°03'27"
Linha 7		
	Latitude	Longitude
1	22°41'52"	47°04'37"
Linha 8		
	Latitude	Longitude
1	22°41'05"	47°04'07"
3	22°41'00"	47°04'11"
Linha 10		
	Latitude	Longitude
1	22°43'30"	47°02'47"
Linha 11		
	Latitude	Longitude
1	22°43'31"	47°01'20"
2	22°43'31"	47°01'18"

As Figuras 23 a 32 mostram a localização dos pontos prioritários para construção de poços na propriedade, conforme as linhas de imageamento elétrico realizadas.

A linha 9 não detectou anomalias associadas à zonas aquíferas em profundidade.

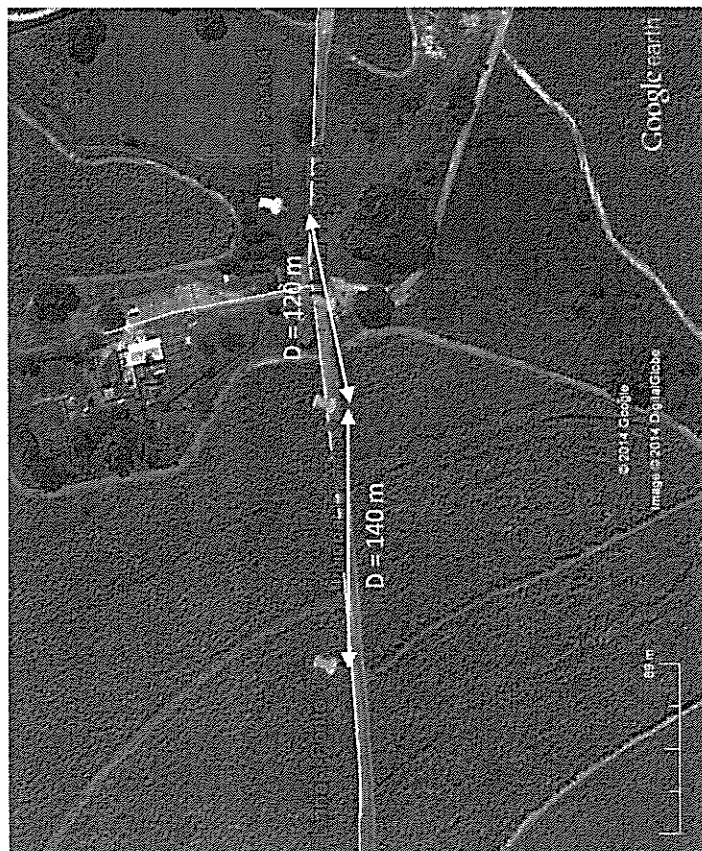


Figura 23: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 4 (ícone amarelo) e prioridade 2 para o ponto 1. Critério de seleção : distanciamento entre futuros poços; melhor potencial aquífero no ponto 4 e proximidade de provável zona de contato litológico no ponto 1.

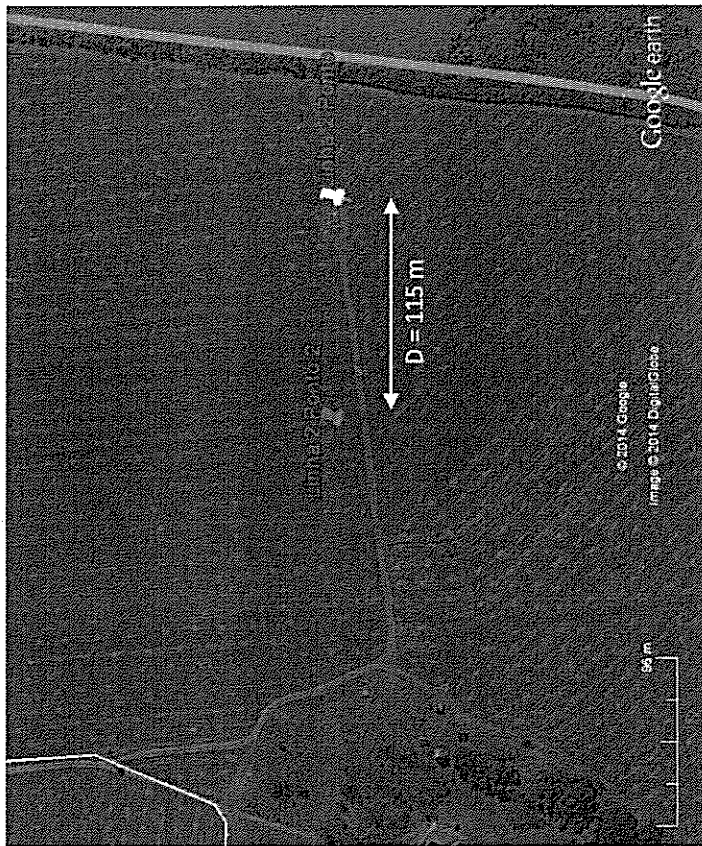


Figura 24: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 2 (ícone marrom) e prioridade 2 para o ponto 1. Critério de seleção : melhor potencial aquífero no ponto 2.

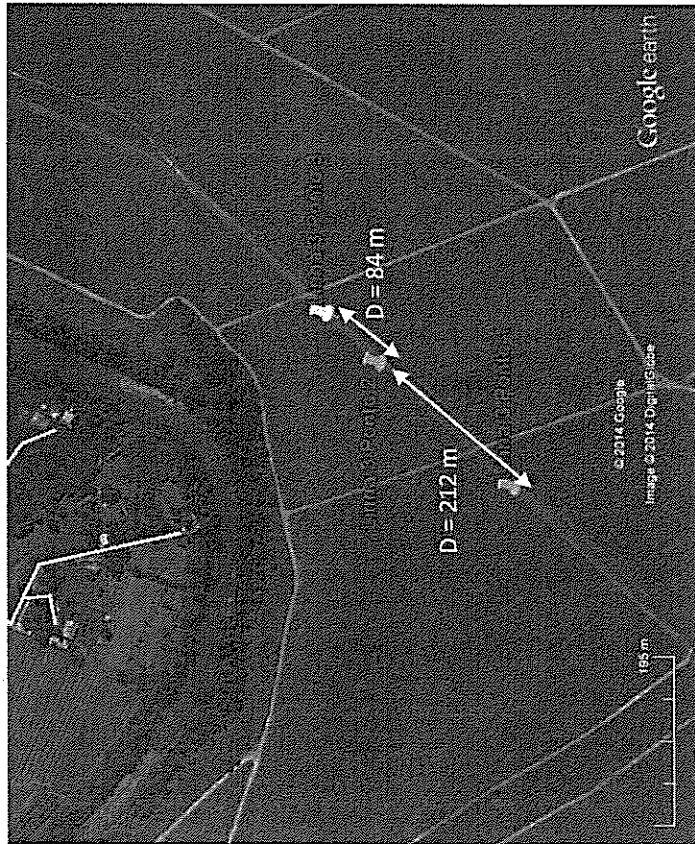


Figura 25: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 3 (ícone amarelo) e prioridade 2 para o ponto 1.
Critério de seleção : distanciamento entre futuros poços; melhor potencial aquífero no ponto 3 e proximidade de provável zona de contato litológico no ponto 1.

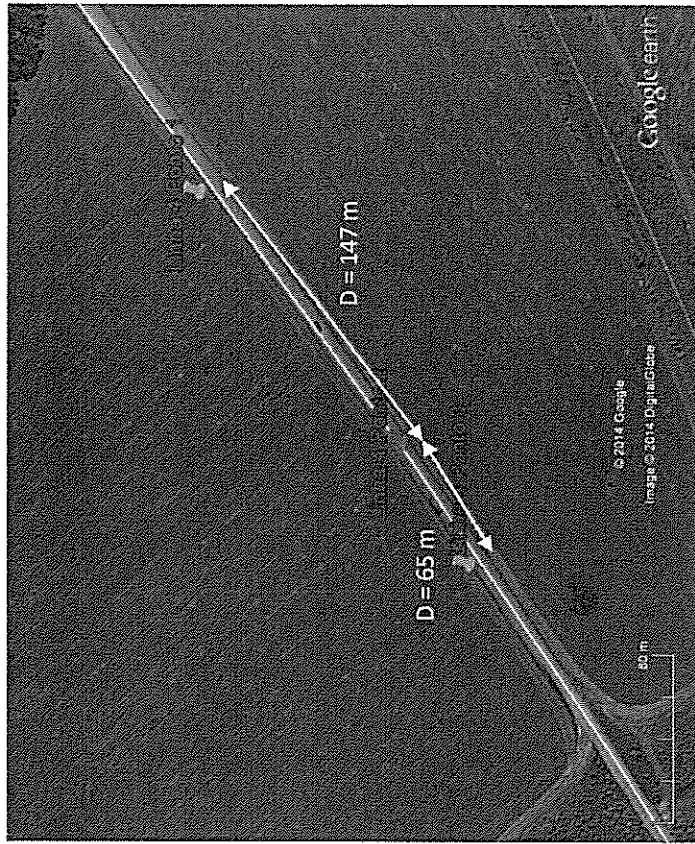


Figura 26: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 2 (ícone marrom) e prioridade 2 para o ponto 1.
Critério de seleção : distanciamento entre futuros poços e melhor potencial aquífero no ponto 2.



Figura 27: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 2 (ícone amarelo) e prioridade 2 para o ponto 3.
Critério de seleção : distanciamento entre futuros poços; melhor potencial aquífero no ponto 2 e possível zona de contato litológico no ponto 3.

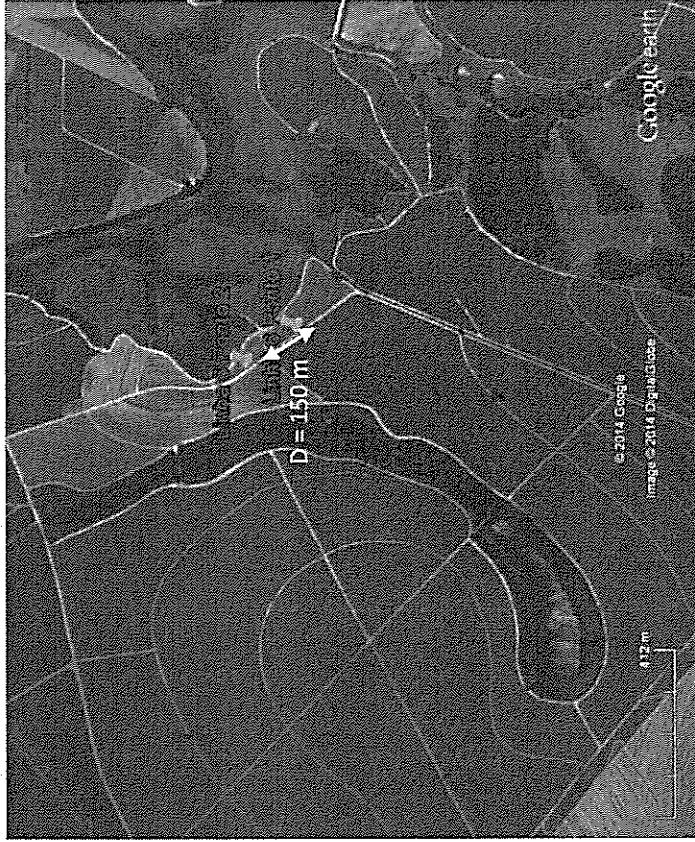


Figura 28: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 2.
Critério de seleção : proximidade de contato entre litologias com grande diferencial de resistividade.

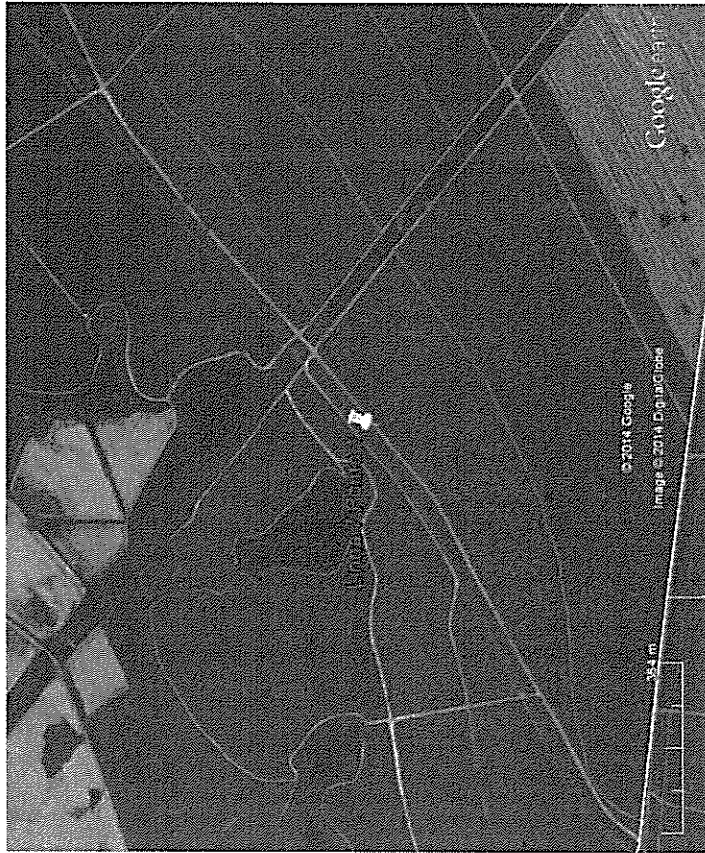


Figura 29: Prioridade única (ícone amarelo)

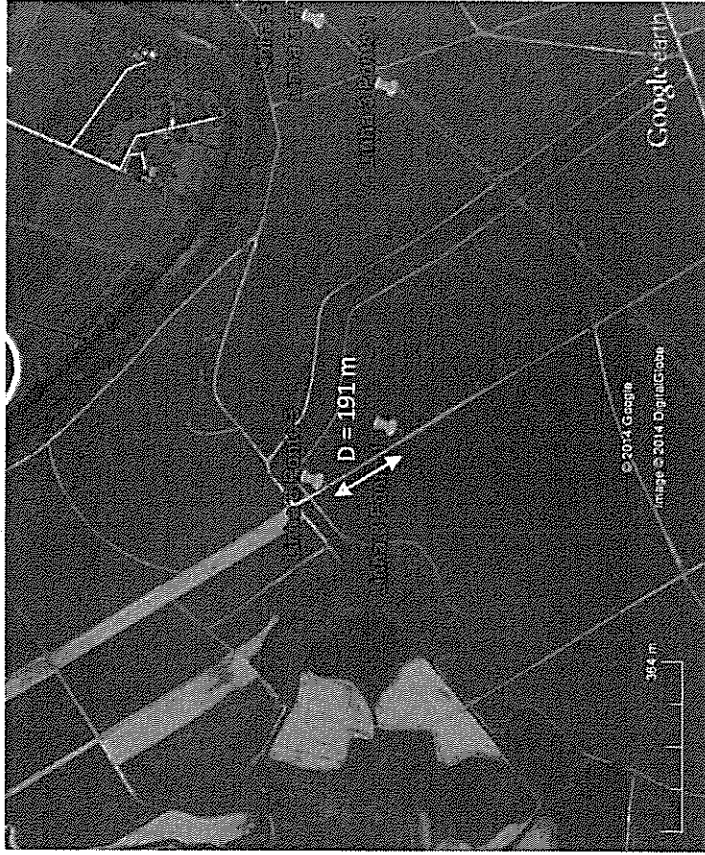


Figura 30: Prioridade 1 para construção de poço tubular no ponto 3 e prioridade 2 para o ponto 1.
Critério de seleção : distanciamento entre futuros poços; melhor potencial aquífero no ponto 3 em razão de zona de elevada resistividade muito próxima.



Figura 31: Prioridade única (ícone amarelo)

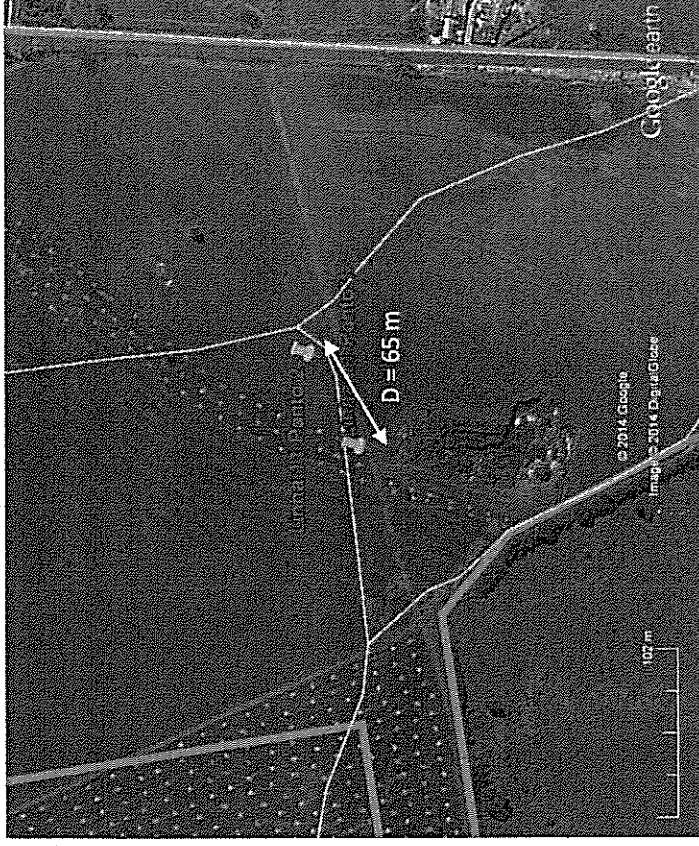


Figura 32: Prioridade idêntica para construção de poço tubular nos pontos 1 ou 2.

Critério de seleção : zonas de elevada resistividade muito próximas.

A Figura 33 mostra o mapa geológico-estrutural integrado da figura 7, contendo pontos sugeridos para construção de poços (SR_Pt_/ícones vermelhos), sobreposto às locações propostas no Estudo Hidrogeológico da área do Residencial Kaloré (EHK_Pt_/ícones cor marrom alaranjado) e às locações indicadas no estudo geofísico (L_Pt_/ícones verdes, amarelos e marrom escuro).

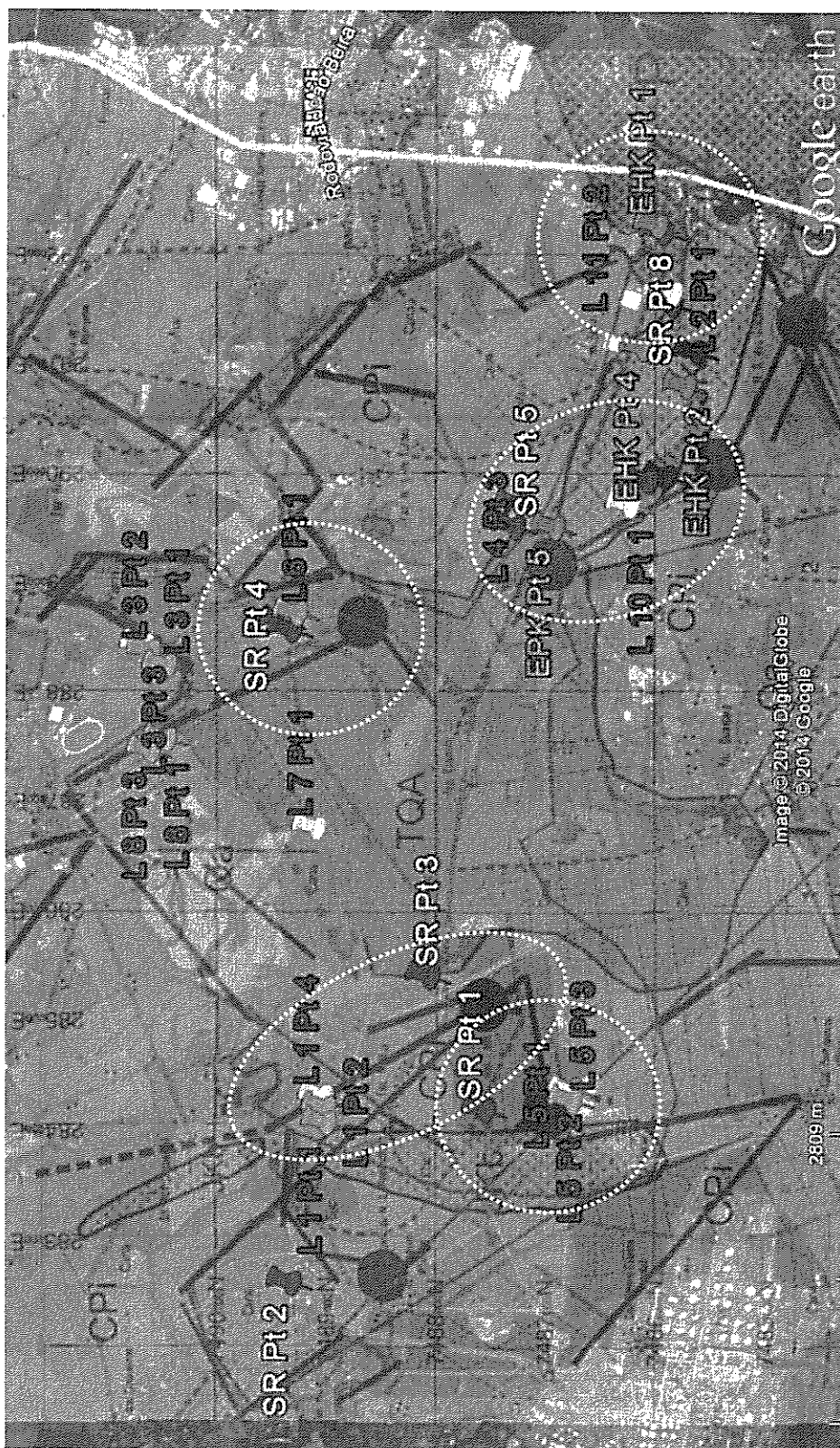


Figura 33: Figura de Sobreposição / Observar nas áreas circulares a coincidência de locações no prolongamento de lineamentos estruturais.

COMENTÁRIOS

- Por razões técnicas de interferências em campo ou zonas localizadas nos limites físicos da propriedade, o imageamento geofísico não cobriu a totalidade dos lineamentos traçados em fotos aéreas e imagens de satélite;
- Os pontos EHK Pt 4 e 2, indicados no Estudo Hidrogeológico da área do Residencial Kaloré, bem como o ponto SR Pt 8, indicado no Sensoriamento Remoto, não foram cobertos pela geofísica, porém, embora deslocados na figura de sobreposição, são locais também favoráveis à construção de poços;
- Uma grande parte das linhas estruturais indicadas nos estudos realizados foram confirmadas em campo com os trabalhos geofísicos, estando estas relacionadas à fraturas e/ou contatos litológicos das rochas em subsuperfície;
- O imageamento produz uma visão subsuperficial 2D ao longo das linhas de pesquisa, fornecendo uma boa precisão em relação a pontos indicados para construção de poços.
- Considerando a complexidade geológica da área do projeto, é recomendável que futuros poços sejam construídos nos locais das anomalias resistivas; no entanto, por razões logísticas do empreendedor, alguns pontos poderão ser deslocados uma a duas dezenas de metros, segundo a direção estrutural predominante no local. Salienta-se que alterações no posicionamento devem ser submetidas à apreciação prévia do projetista;
- A linha ou caminhamento 9 não cruzou os lineamentos estruturais traçados nas fotos e imagens e, portanto, não acusou anomalias resistivas em subsuperfície;
- As sondagens elétricas verticais forneceram informações da disposição dos estratos e composição das rochas em subsuperfície, tendo atingido profundidades de investigação da ordem de 120 metros nos pontos pesquisados.

VII. BALANÇO HÍDRICO

INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como objetivo a avaliação da disponibilidade de água subterrânea e a definição das condições de captação visando o abastecimento do empreendimento, com base na caracterização hidrogeológica e no balanço hídrico da área.

A área do projeto é composta por 29 glebas que totalizam 2.701,23 ha. As glebas de número 1 a 14, onde será implantado o Condomínio Residencial Kaloré totalizam 435,62 ha ().

gleba	área (ha)	gleba	área (ha)	gleba	área (ha)
1	120,84	6A	1,89	13A	7,13
1A	2,87	7	35,72	14A	0,41
1B	1,94	8	6,44	15	15,74
1C	13,10	9	4,84	15A	0,08
2	18,15	10	31,19	16	1.356,36
3	6,17	11	29,09	16A	320,97
3A	0,55	12	25,04	17	222,27
4	18,41	12A	1,18	17A	342,66
5	3,44	13	22,01	subtotal	2.265,61
5A	1,19	14	76,79	total	2.701,23
6	14,77	subtotal	435,62		

Tabela 2: Áreas das glebas do projeto

O projeto KALORÉ prevê a implantação de 1.694 lotes (residenciais, comerciais e institucionais), ocupando área de 248 ha, que deverá ser realizada no prazo de 2 anos e a projeção de ocupação gradual dos lotes prevê que ao final de um período de 23 anos a população total atinja 36.171 habitantes.

O sistema de manejo e de micro drenagem da água pluvial prevê que as edificações com área impermeável igual ou superior a 500m² deverão possuir uma caixa de retenção para amortecimento da chuva de uma hora, conforme Lei Estadual nº 12.526, de 2007. A água de chuva armazenada poderá ser infiltrada ou aproveitada pela própria edificação, preferencialmente para fins não potáveis. As enxurradas coletadas pelo sistema de drenagem serão direcionadas a cinco pontos de lançamento dotados de dissipadores de energia e tela de arame para evitar que os resíduos sólidos sejam carregados ao corpo d'água receptor. O dimensionamento do sistema de micro drenagem prevê a vazão total dos lançamentos de 84,22 m³/s para chuvas intensas com período de retorno de 25 anos, com intensidade 3,28 mm/min ou 196,93 mm/hora.

O sistema de macro drenagem da água pluvial prevê a construção de canais e travessias para os escoamentos superficiais gerados em 6 bacias de contribuição, nas condições pré e pós implantação do empreendimento, com totais previstos de 42,55 e 86,53 m³/s, respectivamente. Os excedentes de escoamento a serem gerados serão direcionados a 2 tanques de retenção, com área total de 4,2 ha e volume útil de 54.000 m³.

Os sistemas de controle de erosão e de proteção do solo envolvem o projeto e a monitoramento de terraplenagem para implantação do empreendimento, incluindo a construção de valetas e bacias de sedimentação provisórias e o plantio de gramados para proteção de taludes.

As possibilidades de abastecimento de água do empreendimento incluem: fornecimento de água pelo Departamento de Água e Esgoto do Município - DAE de Jaguariúna, prevendo-se para isso a construção de uma adutora de água tratada proveniente de futura ETA até o reservatório do empreendimento; abastecimento parcial por meio da captação e tratamento de água do Rio Jaguarí (cerca de 40% da demanda total do empreendimento), de forma autônoma pelo empreendedor, caso seja concedida autorização administrativa pelo Comitê das

Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e/ou a construção de poços tubulares profundos para suprir uma demanda média calculada em 55,55 L/s (200 m³/h), incluindo os consumos populacionais e de irrigação, e máxima de 101,02 L/s, ou seja, 364 m³/h.

POÇOS TUBULARES EXISTENTES

No banco de dados do DAAE existem 79 poços tubulares na região do projeto e imediações da área de interesse, cujos dados são apresentados na **Tabela 3** e com as localizações indicadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Salienta-se que, há cerca de 4 poços localizados dentro da área do projeto mas que, muito provavelmente, foram cadastrados em coordenadas equivocadas, a exemplo do poço tubular nº 22 da **Tabela 3** ou 8 da **Figura 35**, construído na propriedade da empresa Fresh Start Bakeries; os demais poços estão localizados nas propriedades vizinhas e pertencem a terceiros.

Os aquíferos captados estão assim distribuídos:

Aquífero	Qtde. de poços	%
Aluvião	20	25,3%
Cristalino	30	38,0%
Diabásio	4	5,1%
Tubarão	22	27,8%
Tubarão/Cristalino	3	3,8%
Total	79	100,0%

Tabela 3 – Poços na região

Nº	Norte (km)	Leste (km)	Proprietário	Município	Aquífero	Vazão	
						(m³/h)	(m³/d)
1	7.484,01	283,04	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,20	4,80
2	7.484,02	283,51	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,17	4,08
4	7.484,03	283,35	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,76	18,24
5	7.484,04	283,03	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,80	19,20
6	7.484,04	283,34	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,20	4,80
7	7.484,05	283,05	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,50	12,00
8	7.484,07	283,08	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,80	19,20
9	7.484,09	283,10	RHODIA POLIAMIDA E ESPECIALIDADES LTDA.	PAULINIA	Aluvião	0,80	19,20
10	7.484,20	281,12	EXXONMOBIL QUIMICA LTDA.	PAULINIA	Tubarão	1,50	27,00
12	7.484,27	289,18	TRANSPORTES DALCOQUIO LTDA.	PAULINIA	Tubarão	-	-
13	7.484,28	289,39	CHACARAS LONG ISLAND	JAGUARIUNA	Cristalino	12,30	221,40
14	7.484,29	290,15	FRANCISCO ZEFERINO IPPOLITO LAMBERT	JAGUARIUNA	Cristalino	-	-
16	7.484,44	292,80	COOPERATIVA CENTRAL DE LATIC. DO EST. DE SAO PAULO	JAGUARIUNA	Cristalino	3,10	55,80
17	7.484,61	289,41	CHRISTIE PEREIRA CORNELIO	JAGUARIUNA	Cristalino	1,00	2,00
18	7.484,61	292,89	COOPERATIVA CENTRAL DE LATIC. DO EST. DE SAO PAULO	JAGUARIUNA	Cristalino	30,00	600,00
19	7.484,62	292,66	INDUSTRIA CERAMICA GIOIA LTDA. - EPP	JAGUARIUNA	Cristalino	2,00	8,00
21	7.484,76	292,82	COOPERATIVA CENTRAL DE LATIC. DO EST. DE SAO PAULO	JAGUARIUNA	Cristalino	30,00	600,00
22	7.484,96	291,42	FRESH START BAKERIES INDUSTRIAL LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	16,90	185,90
24	7.485,49	288,15	IRMAOS TAQUEMASA LTDA. - ME	JAGUARIUNA	Aluvião	-	-
25	7.485,60	291,87	MOACYR DE FREITAS REIS & CIA LTDA - ME	VINHEDO	Cristalino	5,00	30,00
27	7.485,76	288,87	CARLOS EDUARDO GUIDA GASPAR	JAGUARIUNA	Aluvião	-	-
28	7.485,77	291,98	SNELLOG - ARMAZENS GERAIS E LOGISTICA LTDA	JAGUARIUNA	Cristalino	6,50	26,00
31	7.485,93	288,92	CARLOS EDUARDO GUIDA GASPAR	JAGUARIUNA	Aluvião	-	-
33	7.485,94	288,89	CARLOS EDUARDO GUIDA GASPAR	JAGUARIUNA	Aluvião	-	-
41	7.486,33	292,09	MARPI EMPREENDIMENTOS E PARTICIPACOES LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	7,00	140,00
42	7.486,37	292,95	INSTITUTO EDUCACIONAL JAGUARY LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	-	-
43	7.486,44	281,17	BRASKEM S.A.	PAULINIA	Tubarão	-	-
46	7.486,67	291,79	MARPI EMPREENDIMENTOS E PARTICIPACOES LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	7,00	140,00
47	7.486,72	281,30	BRASKEM S.A.	PAULINIA	Tubarão	-	-
56	7.486,99	288,67	AGRICOLA E PASTORIL FAZENDA GUAYCARA LTDA	JAGUARIUNA	Diabásio	10,00	180,00
60	7.487,03	288,69	AGRICOLA E PASTORIL FAZENDA GUAYCARA LTDA	JAGUARIUNA	Diabásio	10,00	180,00
62	7.487,06	288,72	AGRICOLA E PASTORIL FAZENDA GUAYCARA LTDA	JAGUARIUNA	Diabásio	10,00	180,00
63	7.487,08	288,77	AGRICOLA E PASTORIL FAZENDA GUAYCARA LTDA	JAGUARIUNA	Diabásio	10,00	180,00
64	7.487,10	291,60	MARPI EMPR. E PART. LTDA	JAGUARIUNA	Cristalino	7,00	140,00

Nº	Norte (km)	Leste (km)	Proprietário	Município	Aquífero	vazão	
						(m³/h)	(m³/d)
78	7.488,67	292,81	MINT. INC. INCORPORACOES E PARTICIPACOES LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	5,00	100,00
79	7.488,71	291,04	FLORICULTURA CAMPINEIRA LIMITADA	JAGUARIUNA	Aluvião	3,00	-
80	7.489,03	291,53	LOLLI & LOLLI EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	8,00	160,00
81	7.489,05	292,74	FRESENIUS MEDICAL CARE LTDA.	JAGUARIUNA	Tubarão/Cristalino	2,00	12,00
82	7.489,12	292,74	FRESENIUS MEDICAL CARE	JAGUARIUNA	Tubarão/Cristalino	-	-
83	7.489,13	291,65	LOLLI & LOLLI EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	8,00	160,00
84	7.489,15	291,87	LOLLI & LOLLI EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	8,00	160,00
85	7.489,15	292,49	FLEX PARQUE EMPRESARIAL SPE LTDA	JAGUARIUNA	Cristalino	12,00	240,00
86	7.489,15	292,49	SOLECTRON IND COM SERV E EXPORTADORA DO BRASIL LTD	JAGUARIUNA	Cristalino	12,00	240,00
88	7.489,19	292,07	LOLLI & LOLLI EMPR. IMOB.	JAGUARIUNA	Cristalino	8,00	160,00
94	7.489,35	291,57	FLEX PARQUE EMPRESARIAL SPE LTDA	JAGUARIUNA	Cristalino	20,00	360,00
95	7.489,35	291,57	SOLECTRON IND COM SERV E EXPORTADORA DO BRASIL LTD	JAGUARIUNA	Cristalino	10,00	160,00
98	7.489,54	291,74	ARMANDO PURCHO FILHO	JAGUARIUNA	Aluvião	2,00	2,00
99	7.489,62	292,80	UNICHARM DO BRASIL COM, IMP. EXP. PROD. HIG. LTDA.	JAGUARIUNA	Cristalino	1,00	3,00
107	7.490,24	283,95	PETRUS JACOBUS SWART	JAGUARIUNA	Aluvião	1,00	2,00
108	7.490,40	292,07	ANDRE MORAES SALLES MANARINI E OUTRO	JAGUARIUNA	Cristalino	3,00	3,00
109	7.490,48	290,50	CAMPO CAMANDUCAIA EMPREENDIMENTOS IMOB. LTDA.	JAGUARIUNA	Tubarão	7,00	140,00
110	7.490,48	291,20	CAMPO CAMANDUCAIA EMPREENDIMENTOS IMOB.	JAGUARIUNA	Tubarão	7,00	140,00
111	7.490,53	292,26	CAMPO CAMANDUCAIA EMPR. IMOB. LTDA.	JAGUARIUNA	Tubarão	7,00	140,00
112	7.490,84	286,32	STEFAN ADRIAAN COPPELMANS	HOLAMBRA	Aluvião	1,20	21,60
113	7.490,91	290,96	CAMPO CAMANDUCAIA EMPREENDIMENTO IMOBILIARIOLTD.	JAGUARIUNA	Tubarão	7,00	140,00
114	7.490,92	286,31	STEFAN ADRIAAN COPPELMANS	HOLAMBRA	Aluvião	1,80	9,00
117	7.491,25	284,06	PETRUS JACOBUS SWART	HOLAMBRA	Tubarão	1,00	12,00
118	7.491,27	284,10	PETRUS JACOBUS SWART	HOLAMBRA	Aluvião	1,00	2,00
119	7.491,49	287,40	PEDRO PAULO GRANCHELLIE	JAGUARIUNA	Tubarão	2,50	25,00
121	7.491,80	287,75	LUCIANA DOTTO	JAGUARIUNA	Cristalino	2,00	4,00
122	7.491,80	287,75	MARCEL ADRIAN FIGER JEDWABSKI	JAGUARIUNA	Cristalino	2,00	20,00
123	7.491,80	287,75	MARCEL ADRIAN FIGER JEDWABSKI	JAGUARIUNA	Cristalino	4,80	14,40
124	7.491,84	284,12	GRADUS JOANES ANTONIUS KORTSTEE E OUTRO	HOLAMBRA	Tubarão	5,00	35,00
125	7.491,95	284,43	GRADUS JOANES ANTONIUS KORTSTEE E OUTRO	HOLAMBRA	Tubarão	1,50	19,50
126	7.491,97	285,79	GINO JUM SHINKAWA	HOLAMBRA	Tubarão	2,00	38,00

Nº	Norte (km)	Leste (km)	Proprietário	Município	Aquífero	Vazão	
						(m³/h)	(m³/d)
127	7.492,00	286,99	JANINI APARECIDA DE ALMEIDA	HOLAMBRA	Aluvião	-	-
128	7.492,00	287,00	JANINI APARECIDA DE ALMEIDA	HOLAMBRA	Aluvião	-	-
131	7.492,10	284,14	ADRIANO ANTONIO GERVASIO VAN VLIET	HOLAMBRA	Tubarão	2,50	5,00
132	7.492,12	284,50	DANIEL BOERSEN E OUTRO	HOLAMBRA	Tubarão	-	-
133	7.492,27	285,89	CORNELIO MARIO FLIPSEN	HOLAMBRA	Tubarão	2,00	2,00
134	7.492,36	284,38	DANIEL BOERSEN E OUTRO	HOLAMBRA	Tubarão	4,00	4,00
135	7.492,36	287,61	PLAZZA VILLE EMPREENHIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA	JAGUARIUNA	Tubarão	8,00	160,00
136	7.492,57	287,94	FABIO DUTRA MONACO	JAGUARIUNA	Tubarão/Cristalino	2,00	4,00
137	7.492,78	284,72	CORNELIO ADRIANO VAN VLIET	HOLAMBRA	Tubarão	4,50	4,50
138	7.492,81	288,33	EDSON BUONO NAKANO	JAGUARIUNA	Cristalino	1,00	3,00
140	7.492,86	284,39	CORNELIO ADRIANO VAN VLIET	HOLAMBRA	Tubarão	5,00	20,00
141	7.492,90	291,48	RIZZO COELHO DE ALMEIDA FILHO	HOLAMBRA	Cristalino	1,00	3,00
142	7.492,95	288,70	ANDRE GOES FIGER	JAGUARIUNA	Tubarão	4,00	20,00
143	7.492,99	289,41	MARIA BEATRIZ LIMA FURLAN	JAGUARIUNA	Tubarão	1,20	4,80

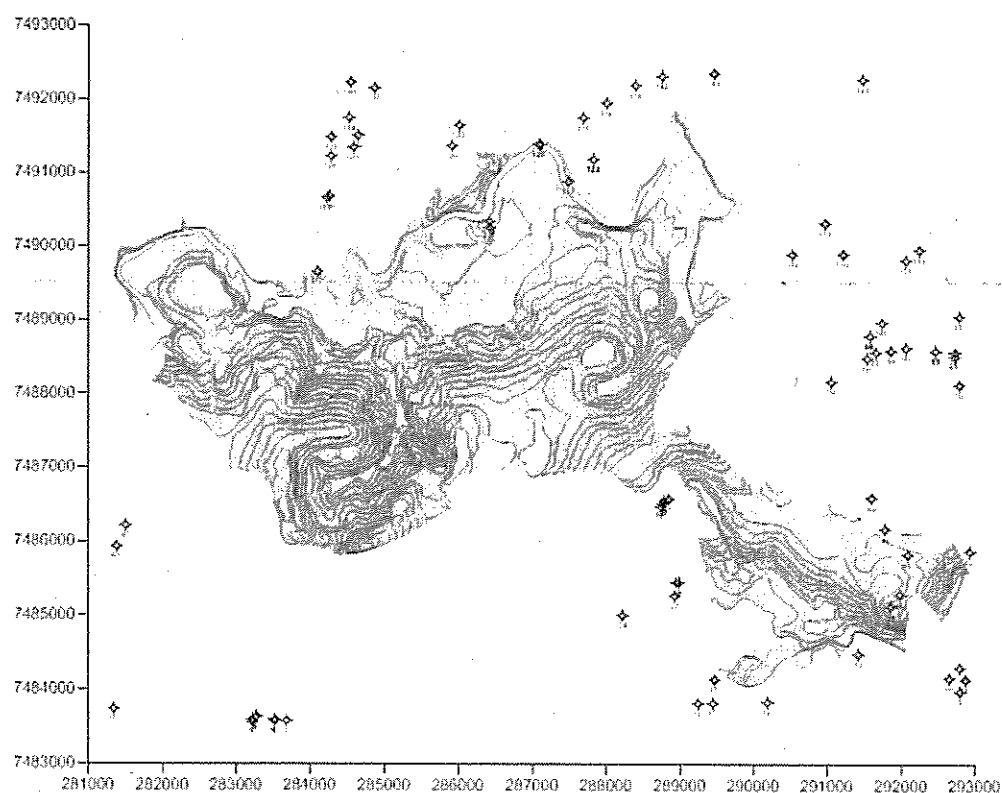


Figura 34: Mapa de localização dos poços das imediações da área do projeto

A Figura 35 apresenta uma planta das glebas destinadas a implantação do Kaloré com a localização de alguns poços existentes nas imediações da área de estudo e que compõem o banco de dados do DAEE, cujas características são apresentadas na Tabela 4.

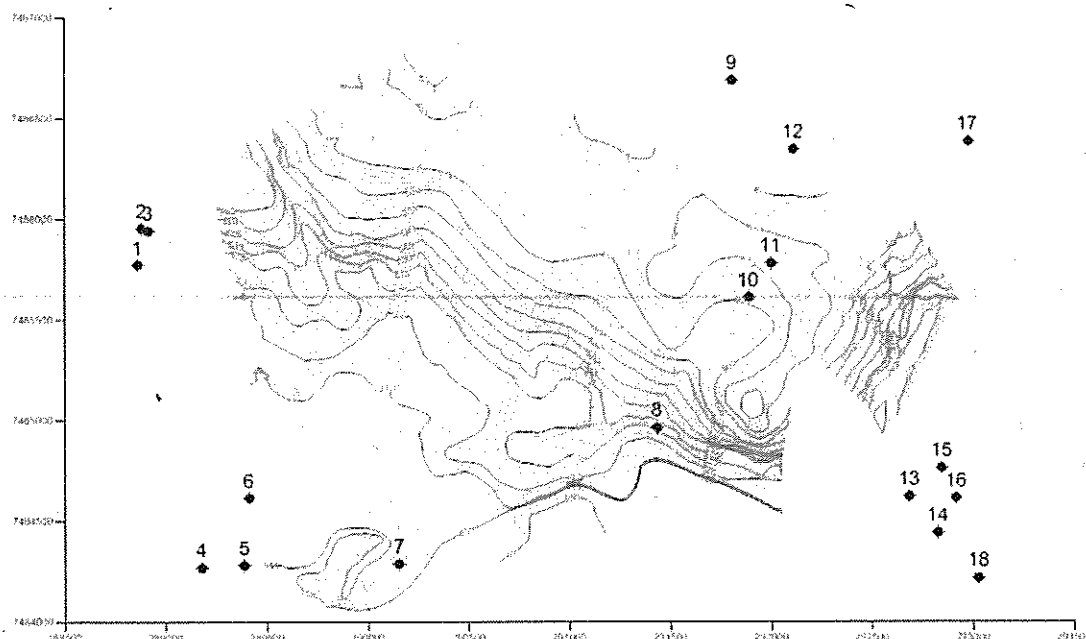


Figura 35: Localização de alguns poços tubulares existentes na região

ID	Norte (km)	Leste (km)	Q (m ³ /h)	h/d	Q (m ³ /dia)	Prof. NE (m)	Q/s (m ³ /h/m)	Aquífero/litologia
1	7.485,76	288,87						Cenozoico
2	7.485,94	288,89						Cenozoico
3	7.485,93	288,92						Cenozoico
4	7.484,27	289,18						Tubarão
5	7.484,28	289,39	12,30	18	221,40	31,62	0,21	Cristalino
6	7.484,61	289,41	1,00	2	2,00			Cristalino
7	7.484,29	290,15						Cristalino
8	7.484,96	291,42	16,90	11	185,90	53,62	5,15	0-34m, solo e argila avermelhada; 34-168m, granito cinza "
9	7.486,67	291,79	7,00	20	140,00			Cristalino
10	7.485,60	291,87	5,00	6	30,00			Cristalino
11	7.485,77	291,98	6,50	4	26,00	26,00	0,09	0-24m, solo e argila avermelhada; 24-31m, rocha

								alterada;	
								31-200m, gnaiss	
								cinza	
12	7.486,33	292,09	7,00	20	140,00			Cristalino	
13	7.484,62	292,66	2,00	4	8,00	15,10		Cristalino	
14	7.484,44	292,80	3,10	18	55,80	15,10	0,80	Cristalino	
15	7.484,76	292,82	30,00	20	600,00			Cristalino	
16	7.484,61	292,89	30,00	20	600,00			Cristalino	
17	7.486,37	292,95						Cristalino	
18	7.484,22	293,00	1,00	6	6,00			Cristalino	

Tabela 4: 1) Poços Outorgados dentro da Bacia Hidrográfica com influência na área do empreendimento - Poços de 1 a 8, 10 e 11 - TOTAL OUTORGADO = 465,30 m³/dia = 19,38 m³/h.

2) Poços Outorgados e com bom potencial de vazão em áreas próximas do empreendimento, porém sem influência na Bacia Hidrográfica em análise - Poços 8 e 12 a 18.

Os poços tubulares existentes captam isolada ou conjuntamente, os aquíferos Cenozoico e Cristalino, com profundidade de até 200 m e nível estático água variando de 15 até mais de 50 m de profundidade.

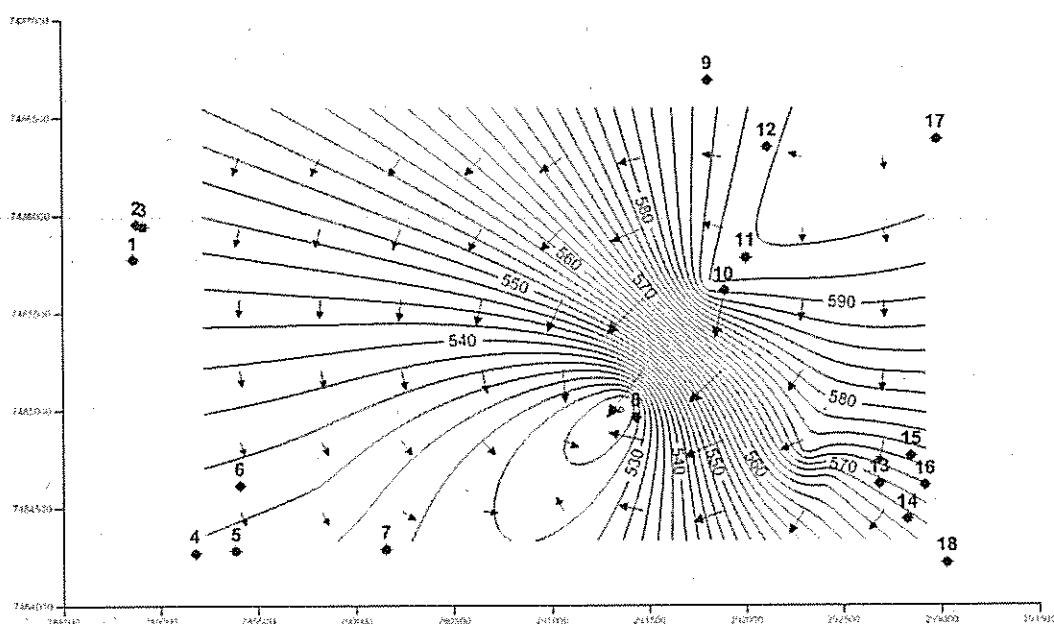
Os dados disponíveis indicam que o valor da capacidade específica dos poços varia de 0,09 a 5 m³/h/m.

Os dados disponíveis relativos ao poço nº 8 indicam condições favoráveis para captação de água subterrânea na área estudada, entretanto, salienta-se mais uma vez, que a sua localização geográfica é equivocada, não sendo este situado na área do projeto.

MAPA PIEZOMÉTRICO DO LENÇOL FREÁTICO

Os poucos dados disponíveis de profundidade de nível d'água possibilitaram a elaboração da superfície de tendência piezométrica apresentada na **Figura 36**, evidenciando a tendência do fluxo da água subterrânea no freático para Sudeste, acompanhando o sentido do Rio Atibaia.

Figura 36: Mapa piezométrico do freático



ESTIMATIVA DE RECARGA SUBTERRÂNEA

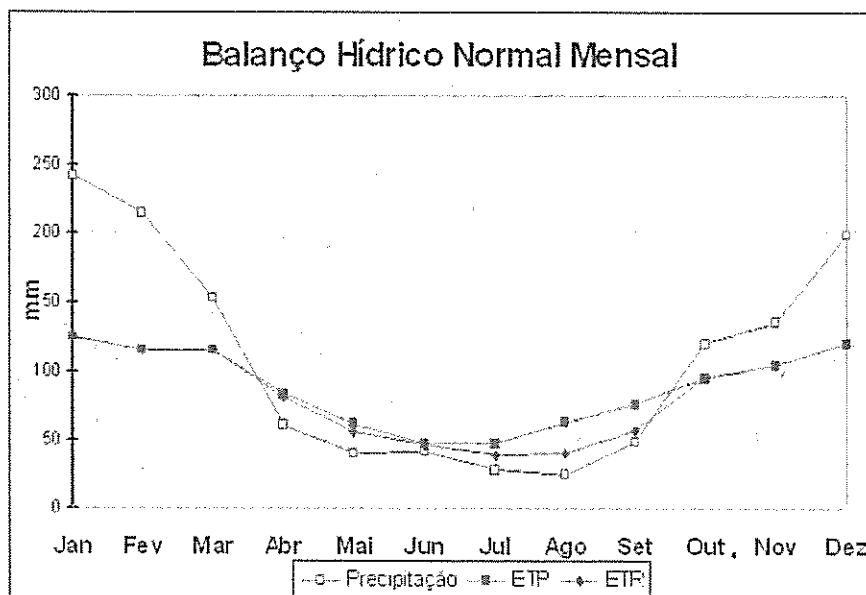
A estimativa da recarga subterrânea obtida pela aplicação da metodologia de balanço hídrico proposta por THORNTHWAITE & MATHER (1955) consta do Banco de Dados Climáticos do Brasil, conforme a **Figura 37**, onde se verifica que o valor médio excedente de água no solo e que propicia a recarga do aquífero é de 317 mm/ano, ou seja, 24,2% da precipitação média anual.

Figura 37: Balanço hídrico mensal de Jaguariúna (<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>)

Município: Jaguariúna - SP
Latitude: 22,66 S Longitude: 46,98 W Altitude: 570 m Período: 1941-1970

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,5	242	125	100	125	0	117
Fev	24,6	215	115	100	115	0	100
Mar	24,0	153	115	100	115	0	38
Abr	21,8	60	83	80	80	2	0
Mai	19,5	40	61	64	55	6	0
Jun	18,2	42	48	61	46	2	0
Jul	18,0	29	48	50	39	8	0
Ago	19,8	25	62	35	41	22	0
Set	21,2	49	76	26	57	18	0
Out	22,4	120	95	52	95	0	0
Nov	23,1	135	104	83	104	0	0
Dez	23,8	199	120	100	120	0	62
TOTAIS	260,9	1.309	1.051	851	992	59	317
MÉDIAS	21,7	109	88	71	83	5	26

Fonte: DAEE



ESTIMATIVA DAS RESERVAS HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

Para avaliar a disponibilidade de água subterrânea, ou seja, a quantidade de água armazenada passível de ser captada, mantendo-se as condições de sustentabilidade, é preciso determinar as reservas do aquífero: permanentes, reguladoras e exploráveis.

As **reservas permanentes** equivalem ao volume de água armazenado no aquífero abaixo do nível de base ou níveis potenciométricos mínimos da região. O volume armazenado é o produto da área de ocorrência, pela espessura saturada e pela porosidade eficaz ou coeficiente de armazenamento.

As **reservas reguladoras** equivalem ao volume de água que transita anualmente pelo aquífero, sendo responsável pela sustentação do escoamento de base dos corpos de água superficial. Pode ser originado por recarga induzida por ações antrópicas e pela recarga natural proveniente da infiltração da água da chuva no solo, descontadas a parcela retida no solo e as perdas por evapotranspiração.

As **reservas exploráveis** são usualmente determinadas como uma parcela equivalente a 50% das reservas reguladoras. Para aquíferos livres, com comunicação hidráulica com corpos de água superficiais, o volume disponível é determinado a partir da reserva explorável, deduzindo-se as vazões de exploração subterrâneas e superficiais outorgadas previamente na bacia.

Estimativa da Reserva Permanente

A reserva de água subterrânea permanente dentro da área do projeto foi estimada em cerca de **90.000.000 m³**, conforme resultados apresentados a seguir:

Aquífero	Área (m ²)	Espessura saturada (m)	Porosidade (%)	Reserva (m ³)
Aluvião	6.268.234	20	30	37.609.406
Diabásio	14.597.891	50	3	21.896.836
Tubarão	6.146.214	50	10	30.731.071
Total				90.237.313

Estimativa da Reserva Reguladora e Explorável

A recarga natural dos aquíferos pode ser influenciada positiva ou negativamente por diversos fatores, tais como:

- Presença e tipo de cobertura vegetal;
- Topografia (declividade, existência de bacias);
- Regime de chuvas;
- Regime de escoamento superficial;
- Evapotranspiração;
- Propriedades hidráulicas e espessura do solo e manto de intemperismo;
- Condições históricas de uso e manejo do solo.

A estimativa apresentada a seguir considera que na área rural equivalente às áreas remanescentes, o valor adotado da taxa de recarga do aquífero é de 24,2% da precipitação média anual que equivale ao valor médio excedente de água no solo de 317 mm/ano.

Na área do condomínio haverá a impermeabilização parcial do terreno e a água pluvial será direcionada para o sistema de drenagem e lançada nos cursos de água que atravessam o empreendimento. Assim sendo, os parâmetros adotados para estimativa do balanço hídrico do solo considera que metade, ou seja, 12,1% da precipitação média irá gerar a recarga natural do aquífero na área do empreendimento.

Os resultados apresentados a seguir indicam que a reserva reguladora total na área do projeto é de cerca de 8.000.000 m³/ano, que equivale a 933 m³/h e que a reserva explorável total na área do projeto é de cerca de 4.000.000 m³/ano, que equivale a 466 m³/h.

Setor	Área (m ²)	Infiltração (mm/ano)	Reserva reguladora		Reserva explorável	
			(m ³ /ano)	(m ³ /h)	(m ³ /ano)	(m ³ /h)
Condomínio	2.480.000	158,5	393.080	45	196.540	22
Remanescente das glebas 1 a 14	1.876.229	317,0	594.765	68	297.382	34
Remanescente das glebas 15 a 17	22.656.110	317,0	7.181.987	820	3.590.993	410
Total			8.169.831	933	4.084.916	466

Com base nos valores estimados de reserva permanente e reguladora, o tempo de residência da água seria de 11 anos.

Estimativa da Reserva Disponível

Para determinar a reserva disponível foi deduzido da reserva explorável as vazões outorgadas com influência na bacia onde está situado o empreendimento e a Fazenda Meia Lua, conforme abaixo:

Reserva explorável = 466 m³/hora

Soma das vazões outorgadas na bacia = 19,38 m³/h (Tabela 4)

Reserva disponível = Reserva Explorável - 19,38 m³/h = 426,62 m³/h, ou seja, volume suficiente para atender a demanda total máxima do empreendimento até a fase final nº 9, calculada em 364 m³/h.

AÇÕES MITIGADORAS RECOMENDADAS

O impacto negativo de redução da recarga subterrânea causada pela impermeabilização do terreno na área onde será implantado o condomínio poderá ser parcialmente mitigado adotando-se um sistema de manejo da água pluvial, que possibilite a infiltração da água, por meio de tubos perfurados e trincheiras de infiltração.

A viabilidade econômica dessa solução fica assegurada pela redução dos diâmetros dos tubos como consequência da redução da vazão de água a ser transportada pelo sistema de drenagem pluvial.

COMENTÁRIOS FINAIS

Segundo dados de balanço hídrico calculado segundo a metodologia proposta por THORNTON & MATHER (1955), o valor médio da recarga do aquífero é de 317 mm/ano, ou seja, 24,2% da precipitação média anual.

Os resultados apresentados a seguir indicam que a reserva reguladora total na área do projeto é de cerca de 8.000.000 m³/ano, que equivale a 933 m³/h e que a reserva explotável total na área do projeto é de cerca de 4.000.000 m³/ano, que equivale a 466 m³/h.

A reserva disponível calculada resultou em 426,62 m³/h, concluindo-se que os aquíferos existentes na área do projeto (Kaloré e Fazenda Meia Lua) têm potencial suficiente para atender a demanda total máxima do empreendimento, estimada em 364 m³/h, até a sua fase final de implantação.

VIII. HIDROGEOLOGIA

Na área investigada são reconhecidos dois tipos de aquíferos, quais sejam: o sedimentar e o cristalino e/ou diabásio fissurados.

O aquífero sedimentar, representado pelas rochas sedimentares permo-carboníferas e por depósitos aluviais quaternários, reserva e transmite água nos espaços vazios existentes entre os grãos dos diferentes materiais que os compõem. Os materiais arenosos, quando não preenchidos por matrizes argilosas ou caulínica, têm boa capacidade de armazenamento e transmissão de água, constituindo-se em importantes aquíferos. Os materiais argilosos e silticos, embora possam armazenar quantidades consideráveis de água em poros, impedem ou dificultam a sua transmissão e fluxo devido a força de coesão entre as partículas que retêm as moléculas de água em seu interior. A quantidade de água explorável em um sistema aquífero sedimentar é dependente, dentre outros, da espessura aproveitável, continuidade e distribuição geográfica, composição da rocha e poro-permeabilidade, bem como da disposição das camadas, suas conexões com as fontes de recarga e piezometria.

O aquífero fissurado armazena e transmite água através de meios porosos secundários, formados sob efeito de esforços tectônicos que resultaram em fendas, fraturas e fissuras do maciço rochoso compacto. A quantidade de água explorável é dependente do tipo e grau de fraturamento da rocha, interconexão hidráulica de fraturas ou fendas e conexão com fontes de recarga superficiais ou mesmo subterrâneas, além de outros fatores. Em vista da geologia local, os aquíferos foco para exploração de águas subterrâneas na área de interesse são o sedimentar multicamadas e/ou o cristalino fissurado.

Na região e imediações da área em estudo a produtividade dos poços é considerada média a alta, com vazões específicas oscilando entre 0,09 até 5,0 m³/hora por metro de rebaixamento.

De modo a ilustrar a anisotropia ou expressiva variação de resultados de vazões específicas no aquífero fissurado, vale ressaltar os dados dos poços 8 e 11 da tabela 2, que apresentaram vazões específicas de 5,15 e 0,091 m³/h/m, respectivamente. Ressalta-se que o poço 8, foi construído na empresa Fresh Start Bakeries e suas coordenadas constam equivocadamente na área do projeto.

Yoshinaga Pereira, S. & Kimmelman e Silva, A.A. (1997) analisaram as condições de ocorrência das águas subterrâneas e o potencial produtivo de 1008 poços dos sistemas aquíferos na região metropolitana de Campinas, obtendo os seguintes resultados individuais para cada sistema aquífero :

Sistema aquífero Cristalino : na caracterização hidrodinâmica de 312 poços que exploram somente esse aquífero, determinou-se uma capacidade específica mediana de $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$ por metro de rebaixamento (**média de $0,28 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$**) e vazão mediana de $5,2 \text{ m}^3/\text{h}$ (**média de $7,3 \text{ m}^3/\text{h}$**). A distribuição da capacidade específica e da vazão, onde os valores se concentram nos intervalos de $0,05$ a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ (principalmente no intervalo $0,05$ a $0,2$) e 1 a $10 \text{ m}^3/\text{h}$ (relevantemente no intervalo entre 1 a $6 \text{ m}^3/\text{h}$).

Sistema aquífero Tubarão: os poços localizados nesse sistema aquífero apresentam valores medianos de capacidade específica e vazão de $0,11 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$, respectivamente.

As autoras destacam a presença marcante de poços com valores no intervalo $0,1$ e $0,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e das vazões, entre os intervalos de 1 a $12 \text{ m}^3/\text{h}$, que podem ser considerados como limitações, quanto à produtividade desse sistema aquífero. A influência das estruturas das rochas na produtividade dos poços desse sistema também é importante. Os valores medianos de capacidade específica e vazão obtida em poços localizados em lineamentos de drenagens (**$0,14 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$** e **$12 \text{ m}^3/\text{h}$** , respectivamente) são maiores que $0,12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ de valores medianos desses parâmetros obtidos em poços situados fora dos lineamentos de drenagem.

Aquífero Diabásio : apresenta os mais baixos valores medianos de capacidade específica e vazão ($0,06 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$) encontrados na região metropolitana. A distribuição dos valores de capacidade específica e vazão indicam maiores concentrações nos intervalos mais baixos (0 a $0,01 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e entre 0 a $1 \text{ m}^3/\text{h}$, respectivamente). A produtividade desse aquífero está condicionada aos fraturamentos existentes na rocha, corroborada com a determinação de uma capacidade específica mediana de **$0,12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ em poços localizados dentro de lineamentos de drenagens**, em detrimento do valor conseguido de $0,05 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, mediana dos valores determinados em poços situados fora dos lineamentos.

A grande quantidade de poços que exploram mais de um sistema aquífero (cerca de 270 poços tubulares profundos) justificou uma análise distinta da hidrodinâmica e produtividade na área de estudo. Essa situação é decorrente da situação geológica da área: trata-se da borda da Bacia Sedimentar do Paraná, cujos sedimentos são ainda pouco espessos e por isso as rochas do embasamento cristalino são encontradas a baixas profundidades. Além disso, há as ocorrências de diabásio em superfície e subsuperfície, em corpos de extensão limitada, que aumenta ainda mais a complexidade dessa região de borda de bacia.

Em geral, a capacidade específica mediana obtida para essa área foi de $0,07 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ (mediana de vazão de $4,8 \text{ m}^3/\text{h}$). Na distribuição dos valores de capacidade específica por número de poços tubulares profundos, nota-se uma concentração de valores nos intervalos de **$0,05$ a $0,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$** , onde cerca de 108 valores de capacidade específica dos poços encontram-se nesse primeiro intervalo ($0,05 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$).

Na área de ocorrência das rochas do Complexo Itapira de composição granítica, observa-se boas produtividades nos poucos poços existentes (de intervalo de $0,35$ a $8,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$). A região

localizada entre os rios Atibaia e Jaguari apresenta-se bastante fraturada, haja vista a ocorrência de fortes estruturas de direções NW e NNE, visualizada pela alta densidade de drenagem local. As rochas aflorantes nesse local pertencem ao Granito Morungaba, de caráter homogêneo, e as rochas granitóides do Complexo Itapira. Essas características estruturais e litológicas sugerem um bom potencial de produtividade de poços, pois indicam grande número de juntas e fraturas por onde a água circula.

Assim, consideradas as necessidades média e máxima de abastecimento do empreendimento Kaloré até sua fase final, calculadas em 200 m³/h (55,55 L/s) e 364 m³/h (101,02 L/s), respectivamente, a quantidade de poços passíveis de serem construídos na área do projeto, ou seja, em primeira análise, 16 unidades, as profundidades previstas em projeto de 200 metros, as vazões específicas médias dos aquíferos na região, a locação de poços com critérios técnicos de sensoriamento remoto e geofísica em locais de comprovada descontinuidade e a presença de todas as unidades litológicas sob análise dos autores na área de interesse, estimou-se a seguinte possibilidade de abastecimento do loteamento com águas subterrâneas :

- Considerando níveis estáticos de poços na profundidade média de 30 metros e rebaixamentos de níveis d'água da ordem de 100 metros, temos :

Possibilidade de abastecimento por poços profundos

- 16 (poços locados no empreendimento) * 100 (metros de rebaixamento médio por poço) * 0,16 (específica média mínima ponderada em m³/h/m para os três sistemas aquíferos isolados e em situação mista) * 20/24 (regime máximo de operação permitido) = **213 m³/h**, ou seja, vazão suficiente para abastecimento da média de vazão horária necessária até a fase final do empreendimento. Salienta-se que, caso necessário, a área estudada comporta um número maior de poços tubulares profundos.

Os resultados mais expressivos observados na região do projeto estão associados a captação de águas nas rochas sedimentares e/ou em associação com faixas fraturadas das rochas cristalinas nas proximidades de lineamentos com implicação estrutural. As fraturas presentes no cristalino e em rochas diabásicas, geralmente, apresentam mergulho fortemente inclinado a sub-vertical, com tendência de mergulho para oeste.

De modo a atestar a capacidade aquífera na área por vias diretas, sugere-se a construção de 3 a 4 poços na área do projeto, localizados em posições estratégicas em relação à geologia e aos lineamentos de drenagem mapeados amplamente.

As investigações geológicas, complementadas com as sondagens elétricas verticais, permitiram distinguir três tipos possíveis de projetos construtivos de poços tubulares na área de interesse, quais sejam : projeto tipo 1 – aquífero fissural, tipo 2 – aquífero sedimentar multicamadas e tipo 3 – aquífero misto (sedimentar e fissural). A construção do terceiro tipo, tem sido alvo de impedimento de autorização de licença de perfuração, ao menos na Bacia do Alto Tietê, sob o argumento de se evitar a mistura de águas entre aquíferos distintos. Entretanto, essa alternativa poderá ser apresentada para consulta quando da elaboração do processo de licenciamento de poços na área e, em caso de negativa por parte do gestor da Bacia do Médio Tietê, será necessário a adequação do projeto previamente submetido a apreciação. Os projetos construtivos dos poços tipo 1 e 3 são apresentados no Anexo I do

presente relatório; o projeto tipo 2 (captação exclusiva sedimentar) resultará das quantidades previstas no projeto tipo 3, excluindo-se a parcela perfurada em rochas duras.

IX. LOCAÇÃO DE POÇOS

Os fatores que influenciam na locação de poços podem ser classificados como exógenos e endógenos. Os primeiros são de origem externa, tais como : clima, vegetação, relevo e hidrografia, ou seja, o conjunto que caracteriza a fisiografia de uma região. Os segundos referem-se às características interiores da superfície da terra, tais como : presença de estruturas geológicas, composição litológica das rochas cristalinas e outras. Os fatores exógenos observados na área são razoavelmente favoráveis e os fatores endógenos foram amplamente detalhados por meio dos trabalhos de campo, sensoriamento remoto e estudos geofísicos.

Com base nos levantamentos realizados e resultados obtidos, estabeleceu-se uma ordem de prioridades para construção de futuros poços utilizando os critérios de imageamento elétrico e de sensoriamento remoto em locais não cobertos pela geofísica, conforme indicados na Planta da **Figura 38**. Os locais apontados na figura seguem uma ordem numérica de prioridade de construção de 1 a 12, correspondendo a prioridade 1 ao nº 1 e assim sucessivamente, até completar a demanda do empreendimento. Também, as alternativas 4a, 6a, 8a e 10a, representam pontos viáveis para construção de poços adicionais, pois distanciam-se razoavelmente dos pontos principais locados nas linhas de imageamento, minimizando ou evitando efeitos de interferência hidráulica.

Não obstante as condições hidrogeológicas verificadas através das investigações feitas na área do Residencial Kaloré e da Fazenda Meia Lua tenham apresentado situação favorável à captação de águas subterrâneas, em razão da complexidade geológica da área e da anisotropia dos aquíferos cristalinos, relacionadas às suas interrelações espaciais tridimensionais com as possíveis fontes de recarga e permeabilidade dos meios porosos primários e secundários, não é possível prever antecipadamente volumes individuais de produção, mas sim estimar que poços construídos nos locais investigados, com profundidades da ordem de 200 metros, produzam vazões entre 8 e 10 m³/hora nos pontos 1, 2, 5 e 6 e vazões entre 4 e 6 m³/h nos demais pontos locados, podendo surpreender em volume em um ou outro caso. O regime máximo de exploração de aquíferos subterrâneos passíveis de outorga no Estado de São Paulo é de 20 horas por dia.

X. HIDROGEOQUÍMICA

A qualidade das águas subterrâneas é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percolados. Mas, ela pode sofrer a influência de outros fatores como composição da água de recarga, tempo de contato água/meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas.

Os sistemas aquíferos na região produzem águas de baixa salinização com composição química que as aproxima da bicarbonatada cálcica e magnésiana. A baixa salinização reflete um reduzido tempo de residência das águas e rápida circulação (IG 1991 e 1992).

Coordenadas UTM	
Local 1:	291.774m E x 7.485.098m S
Local 2:	289.701m E x 7.486.454m S
Local 3:	289.828m E x 7.485.471m S
Local 4:	292.312m E x 7.485.475m S
Local 4a:	292.530m E x 7.485.225m S
Local 5:	291.300m E x 7.484.840m S
Local 6:	288.394m E x 7.490.128m S
Local 6a:	288.197m E x 7.489.910m S
Local 7:	288.641m E x 7.488.778m S
Local 8:	287.367m E x 7.490.052m S
Local 8a:	287.483m E x 7.489.900m S
Local 9:	286.648m E x 7.488.443m S
Local 10:	284.051m E x 7.488.344m S
Local 10a:	283.794m E x 7.488.310m S
Local 11:	284.142m E x 7.485.950m S
Local 12:	282.285m E x 7.488.610m S

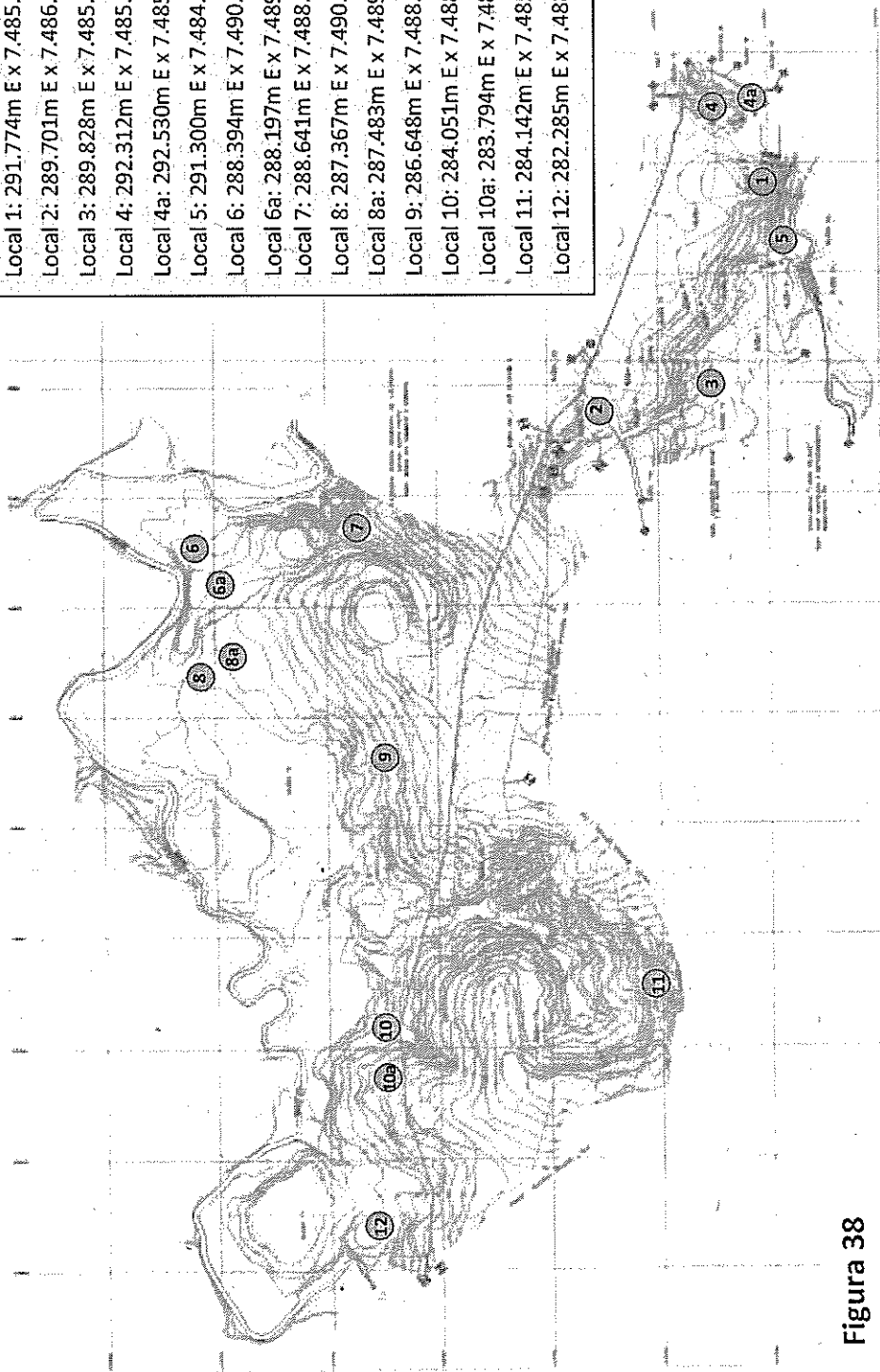


Figura 38

Locais indicados para abertura de futuros poços por ordem de prioridade

XI. CONCLUSÕES

- O presente estudo teve por finalidade de detalhar as condições hidrogeológicas ocorrentes na área do futuro empreendimento residencial Kaloré e na Fazenda Meia Lua, de modo a definir pontos de maior viabilidade para construção de poço(s) tubular(es) profundo(s), que será(ão) utilizado(s) para abastecimento de água potável do futuro loteamento;
- Na área de interesse afloram sedimentos aluviais e solos de alteração sobrepostos à rochas do embasamento cristalino, rochas intrusivas e sedimentos permianos, representadas por gnaisses do Complexo Itapira, diabásios da Formação Serra Geral e Formação Itararé, respectivamente;
- Os trabalhos, dentre outros, envolveram a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e aplicação de métodos geofísicos de superfície; os primeiros para definição dos pontos e linhas a investigar e o segundo, para detalhar estruturas e litologias em subsuperfície por meio de sondagens elétricas pontuais e imageamento elétrico 2D; a integração dos trabalhos realizados lograram bons resultados, tendo sido definidos 12 pontos prioritários à construção de poços na área disponibilizada para pesquisa;
- Os aquíferos foco de exploração de água subterrânea na área são o cristalino e/ou diabásio fissurados e o sedimentar ou ambos em situação mista;
- Não obstante as condições hidrogeológicas favoráveis à captação de águas subterrâneas no local, em razão da anisotropia do aquífero cristalino, não é possível prever antecipadamente volumes de produção, mas sim estimar que poços construídos nos locais indicados (Figura 37), com profundidades da ordem de 200 metros e 250 metros, produzam vazões entre 8 e 10 m³/h nos pontos 1, 2, 5 e 6 e vazões entre 4 e 6 m³/h nos demais pontos locados, podendo surpreender em volume em um ou outro caso;
- O Balanço Hídrico realizado na área do loteamento revelou uma disponibilidade hídrica subterrânea explotável nas bacias onde se situam o empreendimento Kaloré e a Fazenda Meia Lua de 426,62 m³/hora, ou seja, volume suficiente para abastecer o empreendimento até a sua fase final, conforme o volume máximo calculado de 364 m³/hora.
- O cálculo do volume passível de extração a partir de 16 poços criteriosamente locados na área do projeto e Fazenda Meia Lua, considerando médias ponderadas de capacidade específica dos aquíferos ocorrentes na área de interesse, piezometria e rebaixamento, a partir de informações contidas em trabalhos técnicos na região, revelou ser possível extrair vazão de 213 m³/h, ou seja, volume suficiente para abastecimento da média de vazão horária necessária até a fase final do empreendimento, calculada em 200 m³/hora. Salienta-se que, caso necessário, a área estudada comporta um número maior de poços tubulares profundos.

- A água subterrânea na região possui características físico-químicas e bacteriológicas que estão dentro dos padrões de potabilidade e atendem o consumo humano.

São Paulo, 25 de setembro de 2014.

Carlos Eduardo Quaglia Giampá
Geólogo - CREA nº 0600330507

XII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERTO, M.C & CHANG, H.K., 2003. Fluxo da água subterrânea em sistema de encosta-rio, município de Paulínia (SP): Caracterização e simulação numérica. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 22, N. Especial, p. 117-128.
2. ALMEIDA, F.F.M. et al. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. I.P.T.- Divisão de Minas e Geologia Aplicada (Série Monografias, 6), São Paulo, 1981, vol. 1
3. BRAGA, A.C.O. Estimativa da vulnerabilidade natural de aquíferos: uma contribuição a partir da resistividade e condutância longitudinal. Revista Brasileira de Geofísica, v. 26, n. 1, p. 61-8, 2008.
4. CAMARGO, A.P. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim Técnico, 116).
5. COMITE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS O PIRACICABA, CAPIVARI JUNDIAÍ, Plano da Bacia do PCJ. 2008 - 2011.
6. COSTA, W.D. 2006 - Locação de Poços. In: Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos. São Paulo: Signus Editora, pg. 163-184.
7. De GROOT-HEDLIN, C. & CONSTABLE, S. Occam's inversion to generate smooth, two-dimensional models form magnetotelluric data. Geophysics, n. 55, p. 1613- 1624. 1990.
8. EDWARDS, L.S. - A modified pseudosection for resistivity and induced polarization. Geophysics. v. 42, p. 1020 - 1036, 1977.
9. FRANÇA, A.B. & POTTER, P.E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatórios do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte I). Boletim de Geociências da Petrobras, v. 2, p. 147-191, 1988.
10. FREITAS, M. A. de. Determinação do potencial hidrogeológico de rochas cristalinas através de técnicas de geoprocessamento. In: I CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ABAS/ ALHSUD Fortaleza, 2000.
11. FEITOSA, F.A C & MANOEL, J.Fº., 1997 – in Hidrogeologia : Conceitos e Aplicações, CPRM, LABHID-UFPE, 1997, 412 p.
12. GIAMPÁ, C.E.Q. et al. 2006 - Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos – São Paulo : Signus Editora, 502p.

13. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981b. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1: 1.000.000.** São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 5. Publicação, 1 183).
14. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 2013. Relatório técnico nº 133015-205. **Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco de deslizamentos e inundações do Município de Jaguariúna – SP.**
15. INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA). Subsídios para o planejamento regional e urbano do meio físico na porção média da Bacia do Rio Piracicaba, SP. São Paulo. Relatório Técnico IG, 4 v., 1995.
16. INSTITUTO GEOLÓGICO – IG/SMA, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL– CETESB, DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE/SERH. **Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo /** Hirata, R.C.A.; Bastos, C. R. A.; Rocha, G. A. (Coord.). São Paulo, IG/CETESB/DAEE, 2 v., 1997.
17. INSTITUTO GEOLÓGICO. **Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do Município de Campinas (SP) –** São Paulo, 2009.
18. IRITANI, M. A.; EZAKI, S. - **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo:** Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2008. 104p.
19. KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. **An introduction to Geophysical Exploration.** Blackwell Science, London, 3ªed., 2002, 281p.
20. KNOEL, K.; LANGE, G.; VOIGT, H, J. **Environmental Geology - Handbook of Field Methods and Case Studies.** Springer-Verlag, Berlin, 2007, 1374 p.
21. LOKE, M. & BARKER, R. **Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method.** Geophysical Prospecting, n. 44, p. 131-152. 1996.
22. McNEILL, J.D. **Electrical conductivity of soils and rocks,** Tech. Note. TN-5 Geonics Ltd., 1980.
23. MELO, M.S; COIMBRA A. M e CUCHIERATO G. **Fácies Sedimentares da Formação Rio Claro Neocenoico da Depressão Periférica Paulista.** Revista Instituto Geológico, 18: 49-63. São Paulo, 1997.
24. MENDONÇA, P.V.E. **Sobre o novo método de balanço hídrico de Thornthwaite e Mather.** In: CONGRESSO LUSO-ESPANHOL PARA O PROGRESSO DAS CIÊNCIAS, 24., 1958, Madrid, Acta, Madrid, 1958. p.415-425.

25. MILSON, J. *Field Geophysics*. Wiley, England, 2003, 232 p.
26. MOREIRA, C.A.; CAVALHEIRO, M.L.D.; PEREIRA, A.M.; SARDINHA, D.S. *Análise das relações entre parâmetros geoeletricos e vazões para o aquífero livre de Caçapava do Sul (RS)*. *Águas Subterrâneas*, vol. 27, nº3, p. 45-59, 2013.
27. PEDRO JÚNIOR, M.J.; MELLO, M.H.A.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R.; SENTELHAS, P.C. *Estimativa das temperaturas médias mensais das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1991. 11p. (Boletim Técnico, 142).
28. PEREIRA, S.Y. *Proposta de representação cartográfica na avaliação hidrogeológica para o estudo de planejamento e meio ambiente, exemplo da região metropolitana de Campinas - SP*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 1996.
29. PFALTZGRAFF1, P.A. ET AL., 2002. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na Pesquisa de Água Subterrânea na Quadricula de Salgueiro-PE - XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*.
30. RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. *Evolução geológica do Rift continental do Brasil*. In: BARTORELLI, A.; BRITO NEVES B.B.; CARNEIRO, C.D.R.; MATESSO-NETO, V. (Orgs.), *Geologia do continente Sul-Americano - Evolução da obra de Fernando Flavio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, p. 383-406, 2004.
31. SUELI, Y. P. & SILVA, A. A. K. *Condições de Ocorrência das águas subterrâneas e do potencial produtivo dos sistemas aquífero na região metropolitana de Campinas – SP*. *Revista IG, São Paulo*, 18 (1/2), 23-40, jan/dez/1997.
32. THORNTHWAITE, C.W. *An approach toward a rational classification of climate*. *Geogr. Rev.*, v.38, p.55-94, 1948.
33. THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
34. YOSHINAGA PEREIRA, S. & KIMMELMANN E SILVA, A. A. *Condições de Ocorrência das Águas Subterrâneas e do Potencial Produtivo dos Sistemas Aquíferos na Região Metropolitana de Campinas – SP*. *Rev. IG São Paulo*, 18(1/2), 23-40, jan./dez./1997.
35. ZALAN P.V.; WOLFF S.; CONCEIÇÃO J.C.J.; ASTOLFI M.A.M.; VIEIRA I.S.; APPI V.T.; ZANATTO D.A. *Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná*. In: SBG, *SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 3, 1987, Atas..., Curitiba, p. 441-477.

ANEXO I

PROJETOS TÉCNICO-CONSTRUTIVOS DE POÇOS TUBULARES E PLANILHAS DE QUANTIDADES

TIPO 1 – AQUÍFERO FISSURAL

TIPO 3 – AQUÍFERO MISTO

PROJETO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO - TIPO 1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

1 DADOS

1/4

Município: Jaguariúna - SP	Bairro: Tanquinho Velho
Interessado: ACS JAGUARIÚNA	Tipo de Poço: Tubular profundo
Pontos de Perfuração: Ver localização na planta da figura 38	Cota (m): -

2 ELEMENTOS DE PROJETO: Situação prevista para os locais 1, 2, 3, 4, 4a, 5, 11 e 12

PERFIL GEOLÓGICO						
de (m)	a (m)	Formação	Aquífero Captado	N. Estático (m)	Vazão (m³/h)	Rebaix. (m)
0,00	25,00	Solo/sedimentos - Quaternário	-			
25,00	250,00	Serra Geral/Complexo Itapira	Fissural	30	8 a 10,0	100

3 ESPECIFICAÇÕES

Capacidade do equipamento (m): 400				Profundidade a ser perfurada (m): 250,00	
Perfuração:					
de (m)	a (m)	Método de Perfuração	Diam (pol)	Diam (mm)	Litologia
0,00	12,00	rotativo	20"	508,00	Solo/sedimentos
12,00	25,00	rotativo	12¼"	311,15	Sedimentos
25,00	30,00	rotativo	8½"	215,90	Diabásio/Gnaiss alterado
30,00	250,00	rotopneumático	6"	152,40	Diabásio/Gnaiss compacto

AMOSTRAGEM DURANTE A PERFURAÇÃO

Material Perfurado	Intervalo	Análises a serem efetuadas
Solo/Sedimentos e Rocha	A cada 2 metros	Litológicas
Água de Formação	Intervalo	Análises a serem efetuadas
Não		

PERFILAGEM ELÉTRICA

de (m)	a (m)	Perfil

TESTES PRELIMINARES DE BOMBEAMENTO

Profundidade do Poço (m)	Situação do Poço	Sistema de Bombeamento	Duração (hora)	Observações
-	Revestido	Compressor de ar/perfuração		

REVESTIMENTO - TUBOS LISOS

Tipo de Material	Tipo de União	Esp. (pol)	Esp. (mm)	Diam. (pol)	Diam. (mm)	Comprimento (m)
Tubos de aço galv. DIN 2440	Rosca	3/16	4,76	6	156,00	30,50
Tubos de Aço Chapa preto	Solda	3/16	4,76	14	355,60	12,00

REVESTIMENTO – FILTROS

Tipo de Material	Tipo de União	% de Área Aberta	Diam. (pol)	Diam. (mm)	Comprimento (m)

PRÉ – FILTRO

Granulometria	Tipo	Volume (ton)	Método de Injeção

DESENVOLVIMENTO

Método	Tipo de Equipamento	Produtos Químicos	Duração (horas)	Observações

TESTES DE BOMBEAMENTO

Tipo de Teste	Tipo de Equipamento	Duração (horas)	Produtos Químicos
Vazão máxima	Bomba submersa até 20 HP	24	
Recuperação		4	
Vazão escalonada	Bomba submersa até 20 HP	6	
Energia elétrica para o Ensaio	Gerador diesel 50 Kva	30	

CIMENTAÇÃO

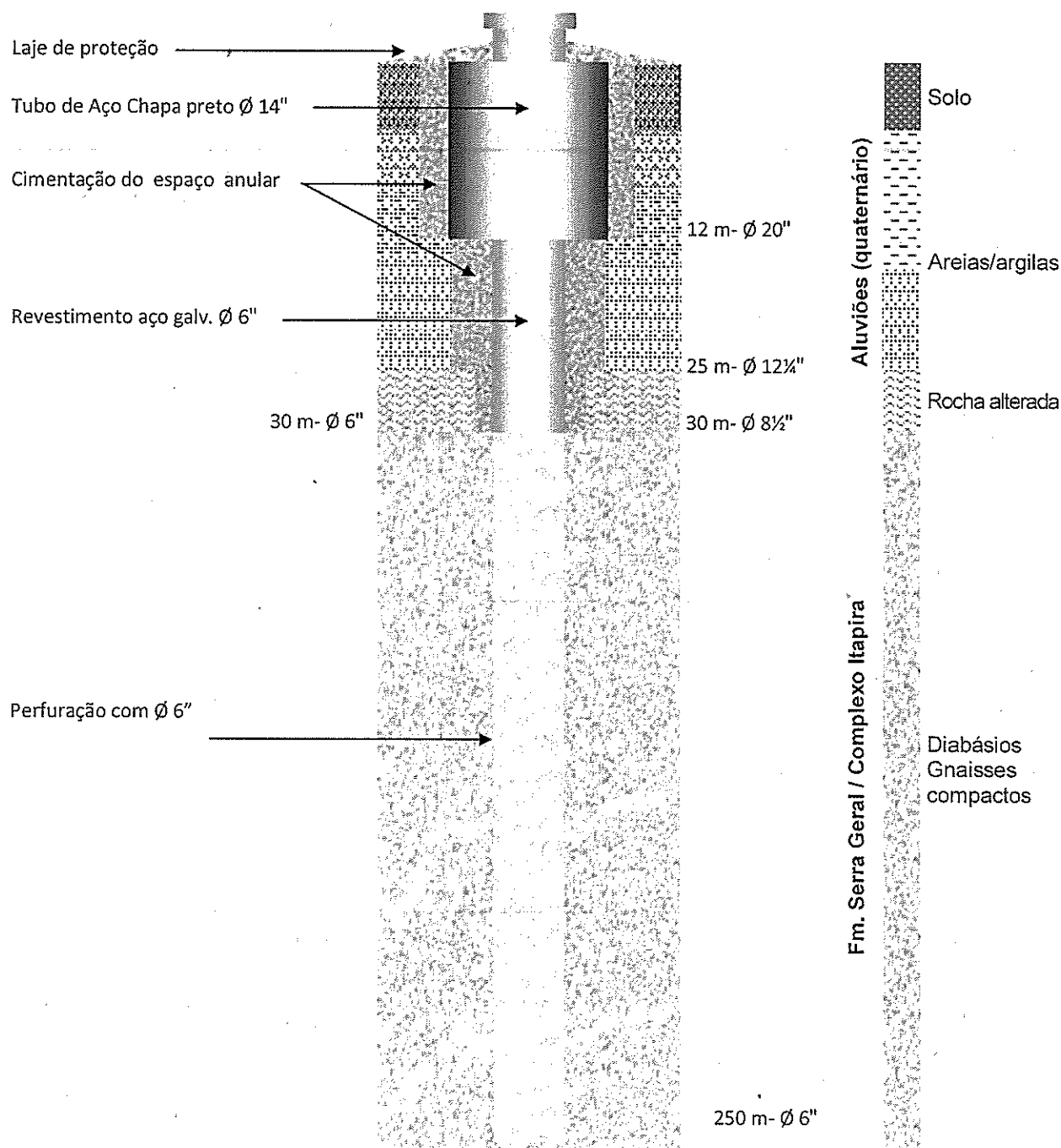
Intervalo (m)	Espaço anular (pol)	Volume (m³)	Método de Injeção
0,0 a 30,00	14" / 12 1/4" x 8 1/2" x 6"	2,00	Gravidade com tubos auxiliares
0,00 a 12,00	20" X 14"	1,50	Gravidade

ACABAMENTO

Limpeza: conforme norma	Laje de Proteção Sanitária: 1,80 x 1,80 x 0,15 m
Desinfecção: hipoclorito de sódio	Tampa: conforme norma

Obra.: Poço Tubular Profundo – Tipo 1
Local: Jaguariúna/SP.
Interessado: ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré

PROJETO CONSTRUTIVO



CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

A empresa perfuradora deverá indicar o nome do responsável técnico devidamente habilitado perante o CREA e que deverá acompanhar as seguintes etapas: perfuração, cimentações, descrição das amostras de calha, dimensionamento e instalação da coluna de revestimento, execução e interpretação do teste de bombeamento;

As amostras serão colhidas a cada dois metros e acondicionadas em sequência de visualização contínua durante a perfuração, após o que serão acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados;

O poço deverá ser executado de acordo com a "Norma de Construção de Poços Tubulares para captação de água subterrânea ABNT nº 12.244";

Após o teste de bombeamento, a empreiteira deverá providenciar a coleta de água para efetuar as análises físicas químicas e bacteriológicas, conforme a Portaria 2914 – MS;

Concluídos os trabalhos de perfuração e acabamentos, a empreiteira deverá elaborar o relatório final conforme a Portaria DAEE nº 717 de 12/12/96;

Também, o usuário deverá solicitar a Outorga de Direito de Uso, obedecendo aos prazos e condições estipuladas no documento de Licença de Perfuração.

O POÇO DEVERÁ SER EXECUTADO DE ACORDO COM AS "NORMAS DE CONSTRUÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA CAPTA-

ÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT".

PROJETO HIDROGEOLÓGICO: Carlos Eduardo Quaglia Giampá

HABILITAÇÃO: Geólogo

CREA Nº: 0600330507- SP

LOCAL: São Paulo – SP

ASSINATURA:

DATA: 25/09/2014

PERFURAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

PROPOSTA N° _____

CLIENTE: ACS JAGUARIÚNA

Local da obra: Residencial Kaloré e Fazenda Meia Lua - Jaguariúna/SP

DATA: ____/____/____

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - TIPO 1

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN.	QTD.	UNITÁRIO	TOTAL
1	DTM - Deslocamento, Trtansporte e Montagem dos Equipamentos				
1.1	Deslocamento e remoção dos equipamentos e materiais	vb	1,00		0,00
1.2	Instalação e Remoção do canteiro de obras.	vb	1,00		0,00
2	Perfuração				
2.1	Perfuração em solo/materiais inconsolidados Ø 12½" (0 - 25 m)	m	25,00		0,00
2.2	Alargamento - Ø 20" para instalação de tubo de proteção sanitária	m	12,00		0,00
2.3	Perfuração em rocha alterada Ø 8½" (25 a 30 m)	m	5,00		0,00
2.4	Perfuração em rocha sã Ø 6" (30 a 100 m)	m	70,00		0,00
2.5	Perfuração em rocha sã Ø 6" (100 a 150 m)	m	50,00		0,00
2.6	Perfuração em rocha sã Ø 6" (150 a 200 m)	m	50,00		0,00
2.7	Perfuração em rocha sã Ø 6" (200 a 250 m)	m	50,00		0,00
2.8	Perfuração em rocha sã Ø 6" (250 a 300 m)	m	50,00		0,00
3	Fornecimento e instalação coluna de revestimento				
3.1	Tubo de chapa de aço preto, Ø 14" x 3/16"	m	12,00		0,00
3.2	Tubo Aço galvanizado, diâmetro de 6" - esp. 4,76 mm - união rosca	m	30,50		0,00
3.3	Filtro Nold galvanizado Ø 6"	m	-		-
4	Fornecimento e colocação de pré-filtro				
4.1	Pré-filtro tipo semi arestado 1,5 a 3,0 mm	ton	-		-
5	Teste de bombeamento (vazão)				
5.1	Instalação/retirada dos equipamentos de bombeamento até 20HP	vb	1,00		0,00
5.2	Vazão máxima (24h) + recuperação de nível (4h)	h	28,00		0,00
5.3	Vazão escalonada (6 h) somente se a vazão for superior a 20m³/h	h	6,00		0,00
5.4	Utilização de conjunto gerador diesel 50 KVA	h	24,00		0,00
6	Serviços complementares				
6.1	Cimentação do espaço anelar	m³	3,50		0,00
6.2	Análise físico-química e bacteriológica da água - Port. 2914 do MS	vb	1,00		0,00
6.3	Desinfecção + tampa do poço	vb	1,00		0,00
6.4	Laje de proteção sanitária (1,80 m x 1,80 m x 0,15 m)	vb	1,00		0,00
7	Outros				
7.1	Licença de perfuração e EVI implantação DAEE (Emolumento incluso)	vb	1,00		0,00
7.2	Outorga de Uso - DAEE (Emolumento estadual incluso)	vb	1,00		0,00
7.3	Processo de cadastro na Vigilância Sanitária Municipal	vb	1,00		0,00
7.4	Parecer técnico Cetesb (se necessário)	vb	1,00		0,00
7.5	Fornecimento de água para a perfuração e limpeza	vb	1,00		0,00
7.6	Remoção e destinação de resíduos da perfuração	vb	1,00		0,00
7.7	Relatório final e ART	vb	1,00		0,00
A	TOTAL ESTIMADO PARA POÇO COM 250 METROS DE PROFUNDIDADE				0,00
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN.	QTD.	UNITÁRIO	TOTAL
8	Fornecimento e Instalação de Conjunto moto-bomba e acessórios para vazão de até 10,0 m³/h e altura manométrica de 150 metros (Inclui moto-bomba + reserva, quadro elétrico, tubos galvanizados e de PVC, cabos elétricos, componentes do cavalete, macro medidor, bomba dosadora de cloro e instalação do conjunto).	vb	1,00		0,00
B	CONJUNTO DE BOMBEAMENTO COMPLETO				
	VALOR TOTAL = A + B				0,00

PROJETO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO - TIPO 3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

1 DADOS

1/4

Município: Jaguariúna - SP	Bairro: Tanquinho Velho
Interessado: ACS JAGUARIÚNA	Tipo de Poço: Tubular profundo
Pontos de Perfuração: Ver localização na planta da figura 38	Cota (m): -

2 ELEMENTOS DE PROJETO: Situação prevista para os locais 6, 6a, 7, 8, 8a, 9, 10, 10a

PERFIL GEOLÓGICO						
de (m)	a (m)	Formação	Aquífero Captado	N. Estático (m)	Vazão (m³/h)	Rebaix. (m)
0,00	20,00	Solo e sedimentos – Grupo Itararé	-			
20,00	117,00	Sedimentos – Grupo Itararé	Sedimentar	20	6,0	80
117,00	200,00	Serra Geral/Complexo Itapira	Fissural			

3 ESPECIFICAÇÕES

Capacidade do equipamento (m): 400				Profundidade a ser perfurada (m): 200,00	
Perfuração:					
de (m)	a (m)	Método de Perfuração	Diam (pol)	Diam (mm)	Litologia
0,00	20,00	rotativo	20"	508,00	Solo/sedimentos
20,00	117,00	rotativo	12¼"	311,15	Sedimentos
117,00	120,00	rotativo	8½"	215,90	Diabásio/Gnaiss alterado
120,00	200,00	rotopneumático	6"	152,40	Diabásio/Gnaiss compacto

AMOSTRAGEM DURANTE A PERFURAÇÃO

Material Perfurado	Intervalo	Análises a serem efetuadas
Solo/Sedimentos e Rocha	A cada 2 metros	Litológicas
Água de Formação	Intervalo	Análises a serem efetuadas
Não		

PERFILAGEM ELÉTRICA

de (m)	a (m)	Perfil
0,00	120,00	Gama, resistividade, potencial espontâneo

TESTES PRELIMINARES DE BOMBEAMENTO

Profundidade do Poço (m)	Situação do Poço	Sistema de Bombeamento	Duração (hora)	Observações
120,00	Revestido	Compressor de ar	6	

2/4

73

REVESTIMENTO - TUBOS LISOS

Tipo de Material	Tipo de União	Esp. (pol)	Esp. (mm)	Diam. (pol)	Diam. (mm)	Comprimento (m)
Tubos de aço galv. DIN 2440	Rosca	3/16	4,76	6	156,00	96,50
Tubos de Aço Chapa preto	Solda	3/16	4,76	14	355,60	20,00

REVESTIMENTO - FILTROS

Tipo de Material	Tipo de União	% de Área Aberta	Diam. (pol)	Diam. (mm)	Comprimento (m)
Nold, galvanizado, ab. 0,75 mm	Rosca	7	6	156,00	24,00

PRÉ - FILTRO

Granulometria	Tipo	Volume (m3)	Método de Injeção
1,50 a 3,00	Semi-arestado	7,0	Contra fluxo

DESENVOLVIMENTO

Método	Tipo de Equipamento	Produtos Químicos	Duração (horas)	Observações
Bombeamento	Compressor de ar	Hexa-T	12	

TESTES DE BOMBEAMENTO

Tipo de Teste	Tipo de Equipamento	Duração (horas)	Produtos Químicos
Vazão máxima	Bomba submersa até 20 HP	24	
Recuperação		4	
Vazão escalonada	Bomba submersa até 20 HP	6	
Energia elétrica para o Ensaio	Gerador diesel 50 KVA	30	

CIMENTAÇÃO

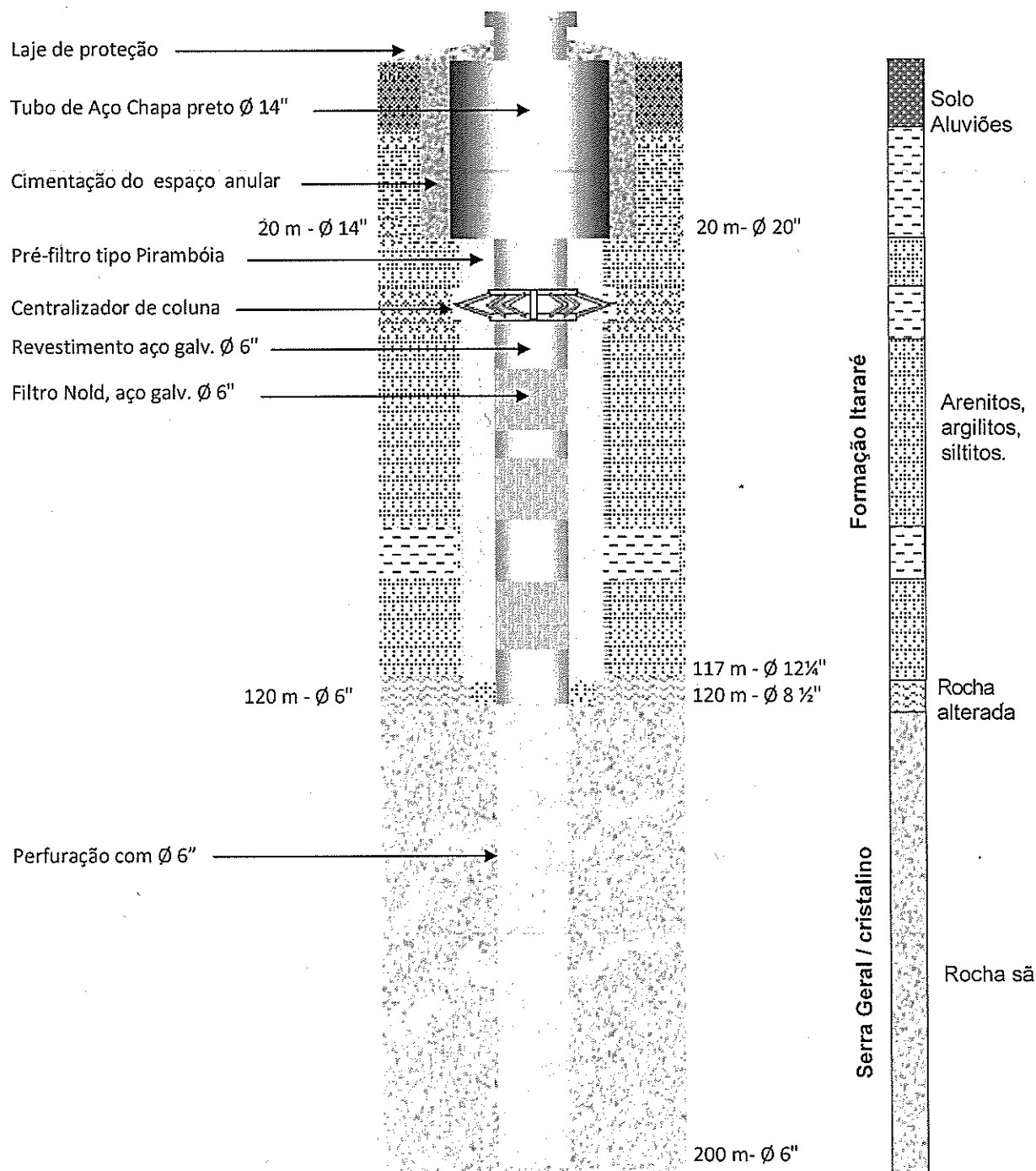
Intervalo (m)	Espaço anular (pol)	Volume (m³)	Método de Injeção
0,0 a 20,0	20 x 14"	2,00	Gravidade com tubos auxiliares

ACABAMENTO

Limpeza: conforme norma	Laje de Proteção Sanitária: 1,80 x 1,80 x 0,15 m
Desinfecção: hipoclorito de sódio	Tampa: conforme norma

Obra.: Poço Tubular Profundo – Tipo 3
Local: Jaguariúna/SP.
Interessado: ACS Jaguariúna – Residencial Kaloré

PROJETO CONSTRUTIVO



CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

A empresa perfuradora deverá indicar o nome do responsável técnico devidamente habilitado perante o CREA e que deverá acompanhar as seguintes etapas: perfuração, cimentações, descrição das amostras de calha, dimensionamento e instalação da coluna de revestimento, execução e interpretação do teste de bombeamento;

Os tanques de condicionamento de fluido deverão ter no mínimo 40% do volume total do furo da perfuração.

As amostras serão colhidas a cada dois metros e acondicionadas em sequência de visualização contínua durante a perfuração, após o que serão acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados;

O poço deverá ser executado de acordo com a "Norma de Construção de Poços Tubulares para captação de água subterrânea ABNT nº 12.244";

Após o teste de bombeamento, a empreiteira deverá providenciar a coleta de água para efetuar as análises físicas químicas e bacteriológicas, conforme a Portaria 2914 – MS;

Concluídos os trabalhos de perfuração e acabamentos, a empreiteira deverá elaborar o relatório final conforme a Portaria DAEE nº 717 de 12/12/98;

Também, o usuário deverá solicitar a Outorga de Direito de Uso, obedecendo aos prazos e condições estipuladas no documento de Licença de Perfuração.

O POÇO DEVERÁ SER EXECUTADO DE ACORDO COM AS "NORMAS DE CONSTRUÇÃO DE POÇOS TUBULARES PARA CAPTA-

ÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT".

PROJETO HIDROGEOLÓGICO: Carlos Eduardo Quaglia Giampá

HABILITAÇÃO: Geólogo

CREA Nº: 0600330507- SP

LOCAL: São Paulo – SP

ASSINATURA:

DATA: 25/09/2014

PERFURAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

PROPOSTA N° _____

CLIENTE: ACS JAGUARIÚNA

Local da obra: Residencial Kaloré e Fazenda Meia Lua - Jaguariúna/SP

DATA: ____/____/____

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - TIPO 3

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN.	QTD.	UNITÁRIO	TOTAL
1	DTM - Deslocamento, Transporte e Montagem dos Equipamentos				
1.1	Deslocamento e remoção dos equipamentos e materiais	vb	1,00		0,00
1.2	Instalação e Remoção do canteiro de obras	vb	1,00		0,00
2	Perfuração				
2.1	Perfuração em solo/materiais inconsolidados Ø 12½" (0 - 117 m)	m	117,00		0,00
2.2	Alargamento - Ø 20" p/instalação de tubo de proteção sanitária (0 a 20 m)	m	20,00		0,00
2.3	Perfuração em rocha alterada Ø 8½" (117 a 120 m)	m	3,00		0,00
2.4	Perfuração em rocha sã Ø 6" (120 a 150 m)	m	30,00		0,00
2.5	Perfuração em rocha sã Ø 6" (150 a 200 m)	m	50,00		0,00
2.6	Perfuração em rocha sã Ø 6" (200 a 250 m)	m			
2.7	Perfuração em rocha sã Ø 6" (250 a 300 m)	m			
3	Fornecimento e instalação coluna de revestimento				
3.1	Tubo de chapa de aço preto, Ø 14" x 3/16"	m	20,00		0,00
3.2	Tubo Aço galvanizado, diâmetro de 6" - esp. 4,76 mm - união rosca	m	96,50		0,00
3.3	Filtro Nold galvanizado, Ø 6", abertura 0,75 mm	m	24,00		0,00
4	Fluido de perfuração				
4.1	Bentonita	kg	500,00		0,00
4.2	CMC	kg	50,00		0,00
5	Perfilagem elétrica (gama, resistividade, potencial espontâneo)	m	120,00		0,00
6	Fornecimento e colocação de pré-filtro				
6.1	Pré-filtro tipo semi arestado 1,5 a 3,0 mm	m²	7,00		0,00
7	Desenvolvimento				
7.1	Instalação/retirada da coluna de tubos de ar/água	vb	1,00		0,00
7.2	Hexa-T	kg	20,00		0,00
7.3	Bombeamento/turbilhonamento c/compressor	h	12,00		0,00
8	Teste de bombeamento (vazão)				
8.1	Instalação/retirada dos equipamentos de bombeamento até 20HP	vb	1,00		0,00
8.2	Vazão máxima (24h) + recuperação de nível (4h)	h	28,00		0,00
8.3	Vazão escalonada (6 h) somente se a vazão for superior a 20m³/h	h	6,00		0,00
8.4	Utilização de conjunto gerador diesel 50 KVA	h	24,00		0,00
9	Serviços complementares				
9.1	Cimentação do espaço anelar	m³	2,00		0,00
9.2	Análise físico-química e bacteriológica da água - Port. 2914 do MS	vb	1,00		0,00
9.3	Desinfecção + tampa do poço	vb	1,00		0,00
9.4	Laje de proteção sanitária (1,80 m x 1,80 m x 0,15 m)	vb	1,00		0,00
10	Outros				
10.1	Licença de perfuração e EVI implantação DAEE (Emolumento incluso)	vb	1,00		0,00
10.2	Outorga de Uso - DAEE (Emolumento estadual incluso)	vb	1,00		0,00
10.3	Processo de cadastro na Vigilância Sanitária Municipal	vb	1,00		0,00
10.4	Parecer técnico Cetesb (se necessário)	vb	1,00		0,00
10.5	Fornecimento de água para a perfuração e limpeza	vb	1,00		0,00
10.6	Remoção e destinação de resíduos da perfuração	vb	1,00		0,00
10.7	Relatório final e ART	vb	1,00		0,00
A	TOTAL ESTIMADO PARA POÇO COM 200 METROS DE PROFUNDIDADE				0,00
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN.	QTD.	UNITÁRIO	TOTAL
11	Fornecimento e Instalação de Conjunto moto-bomba e acessórios para vazão de até 10,0 m³/h e altura manométrica de 150 metros (Inclui moto-bomba + reserva, quadro elétrico, tubos galvanizados e de PVC, cabos elétricos, componentes do cavalete, macro medidor, bomba dosadora de cloro e instalação do conjunto).	vb	1,00		0,00
B	CONJUNTO DE BOMBEAMENTO COMPLETO				
	VALOR TOTAL = A + B				0,00

