

## **7.2.5 Recursos Hídricos**

### **7.2.5.1 Recursos Hídricos Superficiais**

O estudo dos recursos hídricos superficiais teve como objetivo caracterizar e delimitar os corpos d'água da região onde se pretende instalar o empreendimento, ou seja, os principais rios, córregos e ribeirões que estarão sob sua influência. As avaliações realizadas foram elaboradas analisando-se as principais características das bacias hidrográficas sob influência do empreendimento, com atenção aos aspectos quantitativos e qualitativos mais relevantes. O estudo foi dividido de acordo com as áreas de influência do empreendimento, partindo da análise regional para a análise local.

#### **A) Considerações Metodológicas**

Para elaboração do diagnóstico regional e da AII foram levantadas, primeiramente, as divisões hidrográficas do Estado de São Paulo. A partir desta regionalização, foram levantadas as informações sobre as bacias e sub-bacias (localização geográfica, identificação dos principais rios, afluentes, área da bacia, etc.). Na escala local, foi abordado o enquadramento dos corpos d'água da bacia e suas principais características físicas.

Para a caracterização regional e da AII foram consultados os relatórios de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas da UGRHI 5 (Comitês PCJ, 2013) e site do DAEE (DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica).

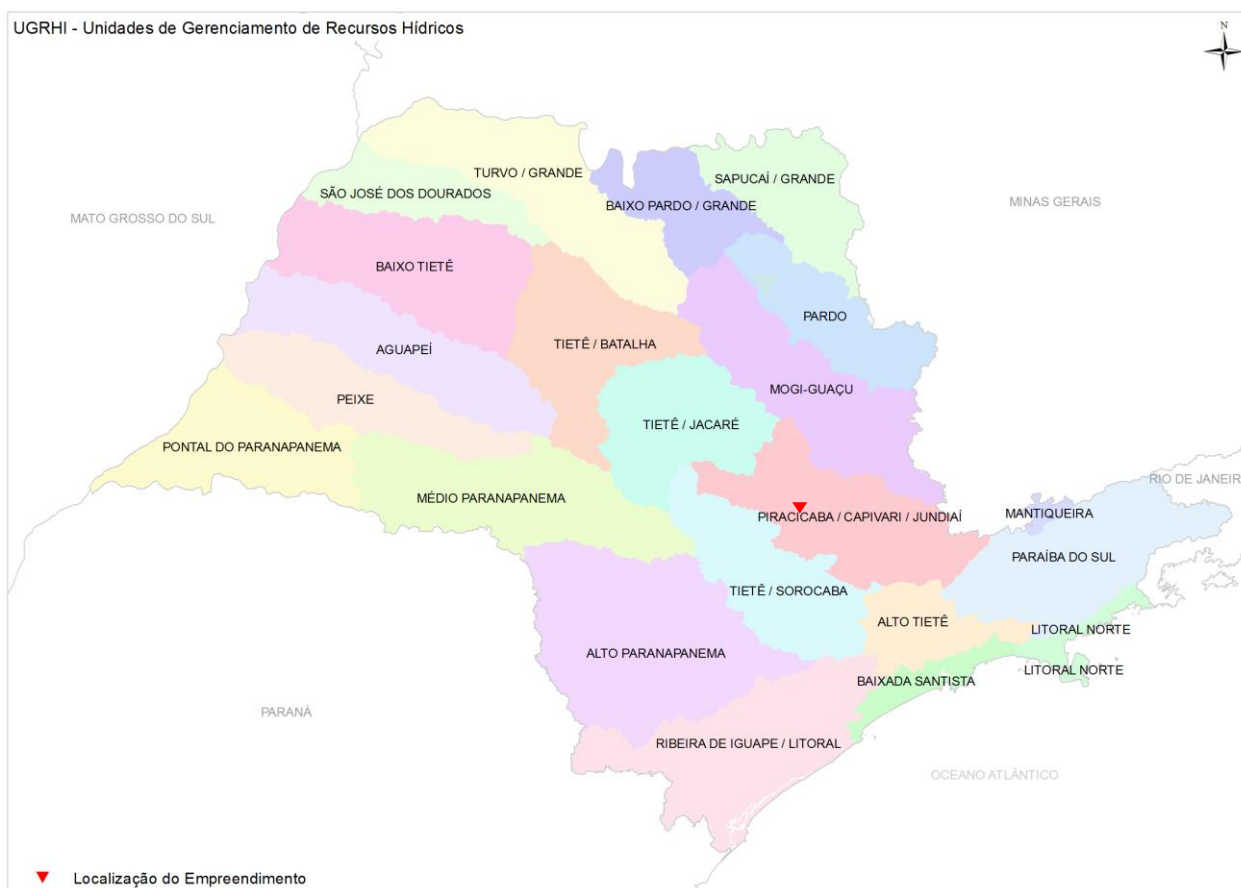
Além da compilação de dados secundários, para a caracterização da AID e a ADA foi realizado reconhecimento de campo nos meses de julho e agosto de 2014, onde foram visitados os pontos de interesse.

Foram selecionados dois pontos de coleta para realização das análises físico-química da água superficial na ADA, visando caracterizar a qualidade atual das mesmas. Os corpos d'água existentes na ADA foram classificados como Classe 4 segundo o enquadramento do Decreto Estadual No. 10.755/1977 (São Paulo (Estado), 1997). Para efeitos comparativos foi utilizado o Valor Máximo Permitido (VMP) estabelecido pelo padrão de qualidade para corpos d'água da Classe 4 na Resolução CONAMA nº 430/11 que altera e complementa CONAMA nº 357/05, (CONAMA, 2011).

## B) Contexto Regional – Área de Influência Indireta (AI)

As unidades de planejamento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo se constituem pelas Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHs, que são formadas por partes de bacias hidrográficas ou por um conjunto delas. As UGRHs constituem unidades territoriais “com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos” (art.20 da Lei Estadual 7663 de 30/12/1991) e foram aprovadas pela Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994.

O Estado de São Paulo contempla 22 UGRHs e o município de Piracicaba, onde o empreendimento está inserido, integra totalmente a UGRHI 5 - Bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá (PCJ) conforme observa-se na Figura 7.2.5.1-1.



**Figura 7.2.5.1-1:** Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos do Governo do Estado de São Paulo, 2006.

A área de abrangência das Bacias PCJ compreende um recorte hidrográfico com área de 15.303,67 km<sup>2</sup>, sendo 92,6% no Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais. Situa-se entre os meridianos 46° e 49° O e latitudes 22° e 23,5° S, apresentando extensão aproximada de 300 km no sentido Leste-Oeste e 100 km no sentido Norte-Sul.

No Estado de São Paulo, as Bacias PCJ, todas afluentes do Rio Tietê, estendem-se por 14.137,79 km<sup>2</sup>, sendo 11.402,84 km<sup>2</sup> correspondentes à Bacia do Rio Piracicaba, 1.620,92 km<sup>2</sup> à Bacia do Rio Capivari e 1.114,03 km<sup>2</sup> à Bacia do Rio Jundiaí. Fonte: (Comitês PCJ, 2013).

A UGRHI 5 tem uma população total, no ano 2012, de 5.208.188 habitantes é a segunda mais populosa do Estado de São Paulo. Dez de seus municípios apresentavam, nesse ano, população superior a 150.000 habitantes, sendo que quatro municípios (Campinas, Piracicaba, Jundiaí e Limeira) concentravam aproximadamente 44% daquela população total.

O parque produtivo é diversificado, onde se destacam indústrias com acentuado conteúdo tecnológico, como as produtoras de componentes para os setores de telecomunicação e informática, além de montadoras de automóveis, refinaria de petróleo, fábricas de papel e celulose, indústrias alimentícias e usinas sucroalcooleiras.

A produção agrícola é bem variada; contudo, a cana-de-açúcar é a cultura que tem predominância na área, ocupando, principalmente, o meio rural dos municípios próximos a Piracicaba. A hortifruticultura e a citricultura são outros dois importantes segmentos relevantes da atividade primária dessa região.

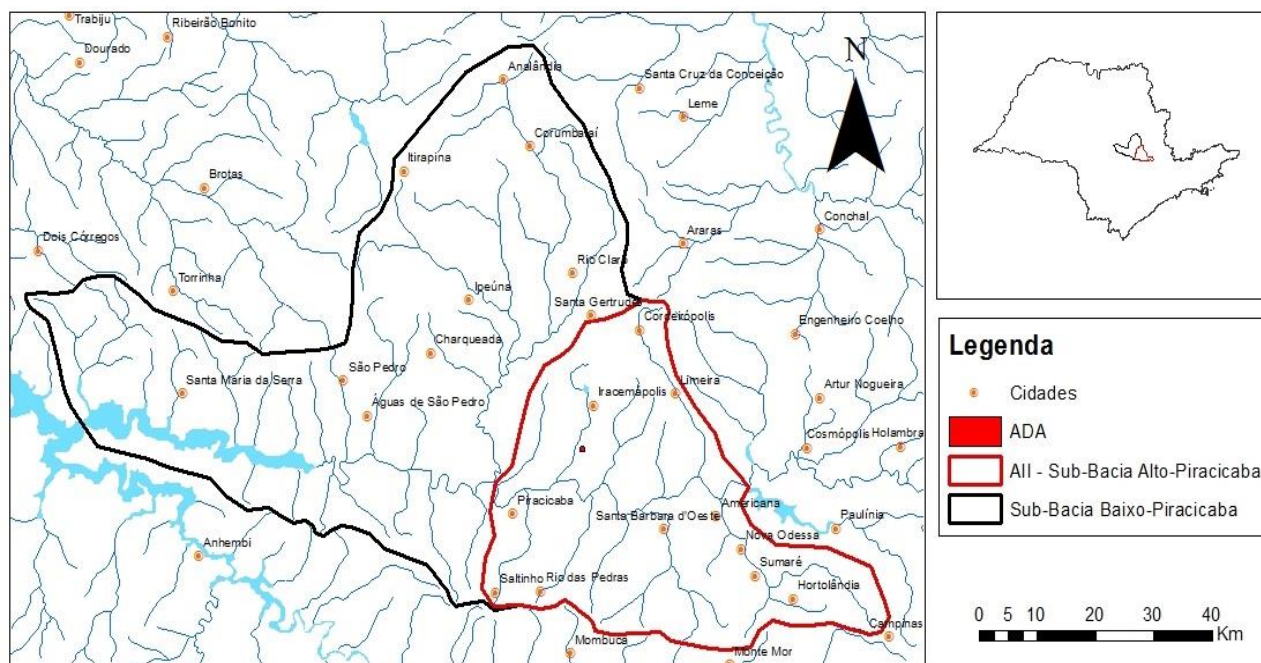
O empreendimento está inserido na Sub-Bacia do Rio Piracicaba, que é o maior afluente do Rio Tietê. O Rio Piracicaba nasce da junção dos rios Atibaia e Jaguari, no município de Americana. Após atravessar a cidade de Piracicaba, recebe as águas de seu principal afluente, o rio Corumbataí. As sub-bacias da UGRHI 05 podem ser observadas na figura 7.2.5.1-2



▼ Localização do Empreendimento

**Figura 7.2.5.1-2:** Sub-Bacias da UGRHI 05 – Fonte: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/>

Além da divisão mencionada, a Sub-Bacia do Piracicaba ainda pode ser sub-dividida entre Sub-bacia do Alto-Piracicaba, da confluência Jaguari/Atibaia até a foz do Rio Corumbataí com área de 1.780,53 Km<sup>2</sup> e Sub-Bacia do Baixo-Piracicaba, da Foz do Rio Corumbataí até o Rio Tietê com 1878,99 Km<sup>2</sup>, Figura 7.2.5.1-3.



**Figura 7.2.5.1-3: Sub-bacias do Alto e do Baixo Piracicaba**

Para a caracterização hidrológica superficial e subterrânea foi definido no Plano de Trabalho que a Área de Influência Indireta (AII) seria a Sub-Bacia do Alto Piracicaba.

### **Disponibilidade Hídrica e Usos das Águas**

De acordo com o Relatório da Situação dos Recursos Hídricos 2013 (Comitês PCJ, 2013), a disponibilidade *per capita* (Q médio em relação a população total) das bacias PCJ foi de 1.041 m<sup>3</sup>/hab.ano em 2012, já a disponibilidade *per capita* de água subterrânea é 133 m<sup>3</sup>/hab.ano. Há uma de redução progressiva da disponibilidade desde 2007, que era 143 m<sup>3</sup>/hab.ano, em função do crescimento populacional.

O potencial de recursos hídricos superficiais das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá não está, em sua totalidade, à disposição para uso na própria região, pois uma parcela substancial é revertida, através do Sistema Cantareira, para a bacia do Alto Tietê.



Esse sistema é o principal produtor de água potável da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), sendo responsável pelo abastecimento de aproximadamente 50% de sua população.

De acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2002/2003, a demanda de água para uso urbano na região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí é de 17,3 mil litros de água por segundo. Para uso industrial o volume é de 14,5 mil litros de água por segundo e para uso rural, 9,1 mil litros de água por segundo. Além disso, da região são revertidos cerca de 31 mil litros de água por segundo para abastecimento de 50% da Região Metropolitana de São Paulo, cerca de 9 milhões de pessoas. Os recursos hídricos superficiais recebem uma carga poluidora de cerca de 157 tDBO/dia de esgotos domésticos e 83 tDBO/dia de efluentes industriais.

Ainda no Relatório de Disponibilidade da situação dos Recursos Hídricos 2013 (Comitês PCJ, 2013) a vazão média  $Q_{\text{médio}} = 172 \text{ m}^3/\text{s}$ , a Vazão Mínima  $Q_{7,10} = 43 \text{ m}^3/\text{s}$ , a Vazão  $Q_{95\%} = 65 \text{ m}^3/\text{s}$  e a Reserva Explotável =  $22 \text{ m}^3/\text{s}$ .

O próprio comitê da bacia conclui que regionalmente, há criticidade da situação das bacias PCJ nos dados que se referem à disponibilidade de água. Entende-se que este indicador deve apresentar tendência de piora, haja vista que o crescimento populacional nas bacias PCJ implicará em aumento na demanda por água.

Devido a extensão regional da AII as outorgas sobre águas superficiais concedidas pelo DAEE serão analisadas no contexto das áreas de influência direta do empreendimento.

### **Qualidade das Águas**

Com relação à qualidade das águas da Área de Influência Indireta, foram utilizados os dados do Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo, (CETESB, 2014) onde é usado o Índice de Qualidade das Águas (IQA).

Os índices são utilizados para fornecer uma visão geral da qualidade da água, pois integram os resultados de diversas variáveis através de um único indicador, no caso do IQA são usados os dados de: Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Escherichia coli / Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez.

Para o cálculo do IQA, são consideradas variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Este índice, calculado em todos os pontos da Rede Básica, também pode indicar alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável.

Resumidamente, para cálculo do IQA é estabelecida uma qualidade (q) de 0 a 100 para cada uma das nove variáveis que o compõem. Cada qualidade (q) é elevada à ponderação (w) correspondente à variável. O IQA é obtido multiplicando-se cada componente ( $q^w$ ) (CETESB, 2014).

Dentro da AII existem 12 pontos de monitoramento das águas superficiais conforme apresentados na Tabela 7.2.5.1-1 e sua localização espacial na **Figura 7.2.5.1-4**.

Cód. Cetesb	Rio	Local de Amostragem	UTM N 23S	UTM E 23S	Município
ATIB 02900	Rio Atibaia	Ponte de Salto Grande, a jusante do Reserv. da CPFL	7488058	264669	Americana
PCAB 02100	Rio Piracicaba	Junto à captação de água de Americana, na localidade de Carioba.	7486622	261408	Americana
PCAB 02135	Rio Piracicaba	Na ponte de concreto da estrada Americana-Limeira, na divisa de Limeira e Sta. Bárbara d'Oeste.	7487994	254762	Limeira
PCAB 02192	Rio Piracicaba	Ponte a 50 m do Km 135,3 da estrada que liga Piracicaba a Limeira, próximo à Usina Monte Alegre	7488611	234647	Piracicaba
PCAB 02195	Rio Piracicaba	A jusante da entrada do Rio Piracica-mirim, próximo a captação	7487376	229128	Piracicaba
PCAB 02220	Rio Piracicaba	Margem esquerda, 2,5 Km a jusante da foz do Rib. Piracicaba-mirim, na captação de Piracicaba	7485906	227840	Piracicaba
PCAB 02300	Rio Piracicaba	Na ponte do Caixão	7487711	225494	Piracicaba
PIMI 02900	Ribeirão Piracicaba-mirim	Na foz com o Rio Piracicaba	7487402	229824	Piracicaba
QUIL 03200	Ribeirão Quilombo	Ponte na estrada que liga a Via Anhanguera a Paulínia	7474880	274344	Sumaré
QUIL 03900	Ribeirão Quilombo	Na foz com o Rio Piracicaba. Na ETE de Americana, no bairro Carioba	7486205	260272	Americana
TATU 04850	Ribeirão Tatu	Ponte 2 Km a montante da foz do Rio Piracicaba	7492205	258265	Limeira
TIJU 02900	Ribeirão Tijuco Preto	Próximo à sua foz.	7475780	276927	Sumaré

**Tabela 7.2.5.1-1: Pontos de monitoramento das águas superficiais dentro da All.**

Os resultados obtidos na rede de monitoramento de qualidades das Águas Superficiais dentro da All podem ser observados na **Tabela 7.2.5.1-2**.

Observa-se que os pontos de monitoramentos instalados nos rios provenientes dos grandes centros urbano-industriais, Limeira-Campinas-Sumaré, são os que tem os piores índices de qualidade: TIJU 02900, TATU 04850, QUIL 03200 e 03900 e PCAB 02135.



Cód. Cetesb	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA 2013
ATIB 02900	75		44		55		67		74		68		64
PCAB 02100	60		57		66		61		54		59		60
PCAB 02135	43		47		33		31		22		33		35
PCAB 02192	44		40		37		43		34		36		39
PCAB 02220	36		26		53		45		40		32		39
PCAB 02300	42		36		55		53		49		40		46
PIMI 02900	45		49		47		47		39		42		45
QUIL 03200	26		26		14		25		11		15		20
QUIL 03900	28		33		25		20		20		24		25
TATU 04850	31		40		19		17		12		15		22
TIJU 02900	21		30		21		13		15		16		19

<b>Categoria do IQA:</b>	<b>Ótima</b>		<b>Boa</b>		<b>Regular</b>		<b>Ruim</b>		<b>Péssima</b>
--------------------------	--------------	--	------------	--	----------------	--	-------------	--	----------------

Tabela 7.2.5.1-2: Resultados do IQA obtidos na rede de monitoramento de águas dentro da All.

Figura 7.2.5.1-4 – Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais dentro da All.

### C) Contexto Local – Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

Conforme definido anteriormente a Área de Influência Direta do empreendimento corresponde as sub-bacias do Ribeirão Cachoeira e do Ribeirão das Palmeiras. Nesta última encontra-se a Área Diretamente Afetada do empreendimento, cujo limite oeste, situa-se no divisor de águas das duas sub-bacias da AID anteriormente mencionadas e seu limite leste próximo ao Córrego Nova Divisa, pertencente a sub-bacia do Ribeirão das Palmeiras.

Os pontos de observação e coleta das Águas Superficiais da AID e da ADA encontram-se listados na Tabela 7.2.5.1-3 e desenhados na Figura 7.2.5.1-5.

Ponto	Coordenadas		Categoria	Descrição do Ponto
	UTM N - 23S	UTM E - 23S		
SUP1	7494608	237713	Hidrografia - Águas Superficiais	Lagoa a montante da ponte e tramo com bom volume de água do Ribeirão Cachoeira a jusante da ponte e pequeno barramento.
SUP2	7494489	237591	Hidrografia - Águas Superficiais	Tramo com alta energia do Ribeirão Cachoeira, que entalhou o perfil de solo até o topo rochoso de Tatuí.
SUP3	7494513	239227	Hidrografia - Águas Superficiais	Tramo seco do Córrego Nova Divisa a montante do empreendimento. Devido à estiagem a lagoa da nascente estava seca.
SUP4	7494043	239263	Hidrografia - Águas Superficiais	Canal seco do Córrego Nova Divisa a montante do empreendimento.
SUP5	7493678	239310	Hidrografia - Águas Superficiais	Ponto de coleta de águas superficiais - Montante
SUP6	7493356	239227	Hidrografia - Águas Superficiais	Ponto de coleta de águas superficiais - Jusante
SUP7	7492632	239939	Hidrografia - Águas Superficiais	Tramo com água no Ribeirão das Palmeiras

**Tabela 7.2.5.1-3:** Pontos de observação e coleta em campo da AID e ADA.

O Ribeirão Cachoeira corre na direção norte-sul a oeste da ADA e nasce da confluência do Ribeirão Cachoeirinha com o Córrego Roseira no limite dos municípios de Piracicaba e Iracemápolis, 3 km ao norte do empreendimento. Durante seus 10 Km de curso até desembocar no Rio Piracicaba ele recebe como afluente o Córrego Rosário e outros menores.

Na confluência do Córrego Rosário com o Cachoeira há um barramento de onde o Ribeirão Cachoeira sai com alta energia como se pode observar no mapa (SUP1) e na Figura 7.2.5.1-5.

Figura 7.2.5.1-5: Mapa de Recursos Hídricos Superficiais da AID e ADA.



**Figura 7.2.5.1-6:** Ponto SUP1, AID – Foto da esquerda, a montante da estrada, barramento do rio Cachoeira logo após receber as águas do Córrego Rosário. Foto da direita, a jusante da estrada, Ribeirão Cachoeira logo após o barramento.

O Ribeirão das Palmeiras nasce no município de Iracemápolis, uns 4 km a noroeste da ADA. Recebe as águas do Córrego Nova Divisa, que delimita a porção leste da ADA, e após 14 km desemboca no Rio Piracicaba.

O Córrego Nova Divisa nasce numa pequena bacia 500 metros ao norte do empreendimento (SUP3), porem, durante os meses de Julho e Agosto de 2014, quando foram realizadas as visitas de campo, esta nascente encontrava-se seca e não corria água na intersecção do córrego Nova Divisa com o limite noroeste da ADA (SUP4) como pode ser observado nas Figuras 7.2.5.1-7 (SUP3) e 7.2.5.1-8 (SUP4). Este fenômeno se deve a estiagem que atinge o estado de São Paulo e provoca o rebaixamento do lençol freático ocasionando que as nascentes a montante sequem.



**Figura 7.2.5.1-7** Ponto SUP3, tramo seco do córrego Nova Divisa. Foto esquerda, na estrada que cruza o córrego, olhando para o norte, na pequena bacia onde fica sua nascente. Foto direita, no mesmo ponto, olhando para o sul, não corria água durante as visitas de campo.





**Figura 7.2.5.1-8:** Ponto SUP4, ponto a montante da ADA, dentro do tramo seco do córrego Nova Divisa próximo a sua intersecção com a estrada que desce paralela ao empreendimento.

A água vota a correr no córrego Nova Divisa, aproximadamente 400 metros abaixo da intersecção mencionada anteriormente, no ponto SUP5 e posteriormente este desagua no Ribeirão Palmeiras.

### **Uso das Águas**

De acordo com consulta eletrônica realizada no site do DAEE em Outubro de 2014 (DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2014) nas áreas de influência direta do empreendimento, ou seja, sub-bacias do Ribeirão Cachoeira e Palmeiras, existe unicamente uma concessão ativa para a captação de águas superficiais com finalidade industrial no Ribeirão das Palmeiras e cuja vazão licenciada é de 60m<sup>3</sup>/h (ponto 1427, Figura 7.2.5.1-5). Os outros pontos referem-se a um barramento e uma travessia aérea, como pode ser observado na Tabela 7.2.5.1-4 e na Figura 7.2.5.1-5 – Mapa de Recursos Hídricos Superficiais da AID e ADA.



Cód	Nome do Rio	Autos	Uso	Uso	SitAdmin	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	UTM-N (m)	UTM-E (m)
1425	Rib das Palmeiras	40717	Industria	Barramento	PORTARIA	0.00	7491590	240330
1426	Rib das Palmeiras	40717	Industria	Barramento		0.00	7491590	240330
1427	Rib das Palmeiras	40717	Industria	Cap. Superficial	PORTARIA	60.00	7491560	240290
1428	Rib das Palmeiras	40717	Industria	Cap. Superficial		60.00	7491560	240290
1429	Rib das Palmeiras	9807341	Passagem	Travessia Aérea	PORTARIA	0.00	7490860	240670

**Tabela 7.2.5.1-4:** Pontos de outorga licenciado pelo DAEE na AID e ADA.

### **Qualidade das Águas**

A coleta e análise das águas superficiais tiveram por objetivo avaliar a qualidade da água nos pontos selecionados, de forma a abranger o curso d'água que será diretamente afetado pelo empreendimento, o Córrego Nova Divisa, no limite leste da ADA, que posteriormente desagua no Ribeirão das Palmeiras. Não foram avaliados pontos no Ribeirão Cachoeira porque este encontra-se em outra sub-bacia que não deve receber influência direta do empreendimento. Os locais de coleta de águas superficiais foram:

- ✓ Ponto SUP5, localizado no córrego Nova Divisa, a 50 metros do limite leste da ADA, na parte topograficamente baixa razão pela qual deve receber influência direta do empreendimento. Está denominado nos laudos como Córrego Montante.
- ✓ Ponto SUP6, localizado no córrego Nova Divisa, logo após o término da influência do empreendimento. Esta denominado nos laudos como Córrego Jusante.

A partir da Figura 7.2.5.1-5 apresentada anteriormente, é possível verificar a localização dos pontos de amostragem. Cabe observar que não foi possível coletar no ponto SUP-4, antes do empreendimento, porque o córrego ali não apresentava nenhuma vazão devido à estiagem e rebaixamento do lençol freático.

### Procedimentos de Coleta e Análise

A coleta, preservação e amostragem de águas superficiais seguiram os procedimentos da Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB / ANA, 2011) e as amostras foram submetidas às análises físico-químicas para comparação com os parâmetros definidos pela Resolução Conama nº 430/2011. (CONAMA, 2011).

A coleta das águas superficiais foi realizada no dia 31/07/2014, pelos técnicos da RR Amostragem sob o acompanhamento da equipe técnica responsável pela elaboração do diagnóstico ambiental do meio físico.

A **Figura 7.2.5.1-9** mostra a coleta de águas superficiais no ponto SUP5, e a **Figura 7.2.5.1-10** no ponto SUP6.



**Figura 7.2.5.1-9: Técnicos da RR Amostragens coletando águas superficiais no córrego Nova Divisa, ponto SUP5.**



**Figura 7.2.5.1-10:** Técnicos da RR Amostras coletando águas superficiais no córrego Nova Divisa, ponto SUP6.

Os parâmetros medidos *in situ* e as características físicas das águas superficiais são apresentados na Tabela 7.2.5.1-5, a seguir.

Amostra	pH	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Condutividade (μS/cm)	Eh / ORP (mV)	Turbidez (NTU)
Córrego Montante (SUP5)	7,09	4,11	20,43	19	110	31,74
Córrego Jusante (SUP6)	7,93	6,15	19,63	29	72	8,37

**Tabela 7.2.5.1-5:** Parâmetros medidos *in situ* nos pontos de coleta de águas superficiais.

De acordo com a Resolução Conama no 357/2005, (CONAMA, 2005) as águas doces são classificadas como classes 1, 2, 3 e 4. A Classe 3 inclui águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de algumas culturas, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais. Na Classe 4 estão categorizadas águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Segundo o Decreto 10.755 de 1977 (São Paulo (Estado), 1997), o Córrego Nova Divisa é um corpo d'água pertencente à Classe 2 (pontos SUP5 e SUP6).

A Resolução CONAMA No.430/2011 (CONAMA, 2011) define novos valores de lançamento de efluentes e são estes padrões utilizados como índice de comparação para os valores aceitáveis das amostras de água superficial.

As amostras foram analisadas no laboratório Bioagri, acreditado na NBR ISO IEC 17.025 que certifica os resultados obtidos.

Os Parâmetros Analisados foram: Metais Totais, Metais Dissolvidos, Orgânicos (VOC), Inorgânicos (Materiais Sedimentáveis, Ânions, Óleos e Graxas) e Físico-Químicos (DBO e DQO). Os valores obtidos e a comparação com os Valores Máximo Permitidos são apresentados a seguir na **Tabela 7.2.5.1-6**.

Como poderá ser observado na **Tabela 7.2.5.1-6**, antes da instalação do empreendimento, todos os parâmetros analisados se classificaram como adequados se comparados com valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 430/2011.

No **Anexo VI** são apresentados os Laudos das Amostras Superficiais (Córrego Montante e Córrego Jusante), assim como a Cadeia de Custódia as amostras que certificam a sua origem e entrada no laboratório em tempo e temperatura adequada para a realização das análises.



Parâmetro		Unidade	Conama 430 - Art. 16 (VMP)	Córrego Montante	Córrego Jusante
Metais Totais	Arsênio Total	mg/L	0,50	< 0.01	< 0.01
	Bário Total	mg/L	5,00	0.0118	0.0110
	Boro Total	mg/L	5,00	< 0.01	< 0.01
	Cádmio Total	mg/L	0,20	< 0.001	< 0.001
	Chumbo Total	mg/L	0,50	< 0.01	< 0.01
	Cromo Total	mg/L	---	< 0.01	< 0.01
	Estanho Total	mg/L	4,00	< 0.01	< 0.01
	Mercúrio Total	mg/L	0,01	< 0.00007	< 0.00007
	Níquel Total	mg/L	2,00	< 0.01	< 0.01
	Prata Total	mg/L	0,10	< 0.01	< 0.01
	Selênio Total	mg/L	0,30	< 0.008	< 0.008
	Zinco Total	mg/L	5,00	0.0556	0.0573
Metais Dissolvidos	Cobre Dissolvido	mg/L	1,00	< 0.005	< 0.005
	Cromo Hexavalente	mg/L	0,10	< 0.01	< 0.01
	Cromo Trivalente	mg/L	1,00	< 0.01	< 0.01
	Ferro Dissolvido	mg/L	15,00	0.576	0.234
	Manganês Dissolvido	mg/L	1,00	0.0147	0.0248
VOC	Benzeno	mg/L	1,20	< 0.001	< 0.001
	Clorofórmio	mg/L	1,00	< 0.001	< 0.001
	Dicloroetano Total	mg/L	1,00	< 0.003	< 0.003
	Estireno	mg/L	0,07	< 0.001	< 0.001
	Etilbenzeno	mg/L	0,84	< 0.001	< 0.001
	Tetracloreto de Carbono	mg/L	1,00	< 0.001	< 0.001
	Tolueno	mg/L	1,20	< 0.001	< 0.001
	Tricloroetano	mg/L	1,00	< 0.001	< 0.001
Inorgânicos	Xilenos	mg/L	1,60	< 0.003	< 0.003
	Cianeto	mg/L	1,00	< 0.05	< 0.05
	Cianeto Livre	mg/L	0,20	< 0.01	< 0.01
	DBO	mg/L	*	< 3	< 3
	DQO	mg/L	---	< 5	< 5
	Fluoreto	mg/L	10,00	< 0.1	< 0.1
	Índice de Fenóis	mg/L	0,50	< 0.02	< 0.001
	Materiais Sedimentáveis	mL/L	1,00	< 0.3	< 0.3
	Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20,00	< 0.1	< 0.1
	Óleos e Graxas Minerais	mg/L	20,00	< 5	< 5
	Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	50,00	< 5	< 5
	Sulfeto	mg/L	1,00	< 1	< 1

\* DBO = Remoção Mínima 60%

**Tabela 7.2.5.1-6:** Resultados analíticos das amostras de água superficial para coleta realizada em 31-07-2014.

#### 7.2.5.2 Recursos Hídricos Subterrâneos

No presente item descreve-se a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos das áreas de influência estabelecidas para o empreendimento.

Os estudos hidrogeológicos contemplam a caracterização das unidades aquíferas, a instalação da rede de amostragem e monitoramento, hidrodinâmica e vulnerabilidade dos aquíferos, medição dos parâmetros físico-químicos e análise da qualidade das águas subterrâneas e usos da água, visando fornecer subsídios para a avaliação dos efeitos que possam ocorrer nestes aquíferos com a instalação e operação do empreendimento.

##### A) Considerações Metodológicas

A caracterização hidrogeológica da Área de Estudo e da AI teve como base diferentes fontes de informação, tendo sido caracterizados, a partir dos estudos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil – Mapa de domínios e sub-domínios hidrogeológicos do Brasil, escala 1:2.500.000 (CPRM, 2007), e pela CETESB no Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. (CETESB, 2010), entre outros, os sistemas aquíferos e seus aspectos hidrodinâmicos, qualidade e uso das águas subterrâneas.

Também foi realizada pesquisa no Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) em outubro de 2014, para levantamento dos poços cadastrados nas áreas de influência do empreendimento.

Para a investigação das características hidrogeológicas da AID e ADA, foram realizados:

- Reconhecimento de superfície;
- Perfurações de sondagens para a instalação de poços de monitoramento em julho de 2014;
- Amostragens e análises físico-químicas e biológicas das águas subterrâneas em julho de 2014.

##### B) Contexto Regional – Área de Influência Indireta (AI)

Na região do empreendimento ocorrem dois Sistemas Aquíferos que é o Aquífero Serra Geral e o Aquífero Sedimentar Tubarão, sendo descritos a seguir.

**Aquífero Serra Geral:** Os basaltos e diabásios da Formação Serra Geral constituem um aquífero de extensão regional, porém com condições aquíferas restritas, definidas em função de descontinuidades (juntas, fraturas e falhas), e/ou pela presença de pacotes de arenitos inter-derrames.



No Estado de São Paulo, os basaltos afloram numa extensão de cerca de 20.000 km<sup>2</sup>, e apresentam espessuras variáveis de 100 a 600 m, sendo mais espessos no sentido oeste. As transmissividades extremamente baixas na direção vertical, aliado a sua espessura, condicionam o basalto como a camada confinante do Aquífero Botucatu (atual aquífero guarani) subjacente.

Essas rochas são, geralmente, maciças, sem poros e praticamente impermeáveis, com exceção da zona amigdalóide. O armazenamento d'água dá-se ao longo de juntas e fraturas. Estes aquíferos fraturados podem ter dois tipos de reservatório: um relacionado a fraturas superficiais e outro relacionado a fraturas profundas. O primeiro constitui um sistema denso de fraturamento, que se comunica com o manto intempérico, comportando-se como aquífero livre, cuja circulação é controlada pela topografia. O outro relaciona-se a fraturas profundas geralmente, constituído por fraturas individuais, que formam um sistema pouco denso, onde as paredes da fratura direcionam e controlam a circulação.

A capacidade de armazenamento desses aquíferos é pequena e vai depender das dimensões, geometria e espaçamento das fraturas, grau de alteração dos horizontes vesiculares, sistemas de alimentação e inter-relação com outros aquíferos.

Como o fluxo das águas subterrâneas ocorre essencialmente nas fraturas da rocha, as quais são usualmente descontínuas, os parâmetros hidráulicos do aquífero (transmissividade, permeabilidade, porosidade) não possuem o mesmo significado que nos aquíferos granulares, não servindo, portanto, para previsões de disponibilidade hídrica. Devem ser visualizados apenas como indicadores de características regionais.

A recarga do aquífero Serra Geral é através da precipitação pluvial sobre os solos residuais geralmente latossólicos, que vão atingir as zonas de alteração e fissuradas da rocha matriz, ou diretamente nas porções de rocha aflorante. Indiretamente ocorre recarga pelo intercâmbio de água com o aquífero Bauru sobrejacente e também com o aquífero inferior, constituído pelos arenitos Botucatu e Pirambóia (Aquífero Guarani), e sua área de descarga são os cursos de águas. A água deste aquífero apresenta boa qualidade para consumo humano.

**Aquífero Tubarão:** O Sistema Aquífero Tubarão é suportado por rochas sedimentares do Subgrupo Itararé sendo constituído por ritmitos, lamitos, diamictitos e arenitos.

As intercalações e interdigitações das camadas fazem com que este sistema apresente um comportamento livre a localmente semi-confinado, heterogêneo, descontínuo e fortemente anisotrópico. Sua constituição litológica imprime uma porosidade granular, que controla a circulação da água subterrânea.

Algumas discontinuidades rúpteis são observadas como reflexo de esforços tectônicos como as falhas inversas e normais de direção NE e ENE a EW, respectivamente, as quais imprimem um caráter localmente fissurado no controle do comportamento hidrodinâmico do aquífero.

A análise de 272 poços realizados em DAEE (1982) mostrou que a transmissividade nesta unidade varia entre 1 a 40 m<sup>2</sup>/dia e a capacidade específica entre 0,002 e 7,5 m<sup>3</sup>/h/m.

As discontinuidades lateral e vertical das camadas arenosas, interdigitadas com camadas lamíticas dificultam a recarga de um modo geral, principalmente a recarga mais profunda.

Frente à extensão e à espessura total do Sistema Aquífero Tubarão no Estado de São Paulo nas porções mais profundas desta unidade, o fluxo da água subterrânea deve ser em sentido ao mergulho geral da Bacia Sedimentar do Paraná, contribuindo para a recarga regional mais profunda.

De modo geral, as águas do Aquífero Tubarão apresentam boa qualidade para consumo humano e outros usos em geral. Em comparação aos demais aquíferos, a água do Aquífero Tubarão apresenta maior teor de sais, eventualmente com enriquecimento de sódio, fluoreto e sulfato.

Os aquíferos subterrâneos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí têm um potencial de vazão explorável total da ordem de 24 mil litros de água por segundo e estão distribuídos em três domínios hidrológicos: A **Figura 7.2.5.2-1** mostra o mapa de Hidrogeologia na All.

Figura 7.2.5.2-1 Mapa de Hidrogeologia na AI

### Usos das Águas

Ao consultar o mapa das áreas potencialmente críticas para a utilização das águas subterrâneas do estado de São Paulo, disponibilizado pela CETESB na internet, (CETESB, internet), observou-se que a região do empreendimento não se encontra dentro das áreas de alta vulnerabilidade ou potências de restrição e controle definidas pelas CETESB para captação de água subterrânea, conforme pode ser observado na Figura 7.2.5.2-2 Áreas Potencialmente críticas para a utilização de águas subterrâneas.

Devido a extensão regional da AI as outorgas sobre águas subterrâneas concedidas pelo DAEE serão analisadas no contexto das áreas de influência direta do empreendimento.

### Qualidade das Águas

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo é uma exigência legal atribuída à CETESB, desde os anos 1970. A rede estadual de monitoramento ambiental das águas subterrâneas começou a ser implantada nos anos 1990, com acompanhamento semestral sistemático da qualidade de água de poços utilizados para abastecimento público, instalados nos Aquíferos Guarani e Bauru. Nos anos posteriores, foram ampliados o número de pontos e de aquíferos monitorados e as substâncias analisadas (CETESB, 2013).

Dentro da UGRHI 05 são 19 pontos de monitoramento, sendo dois em nascentes e 17 poços tubulares. Destes, dois encontram-se dentro da Área de Influência Indireta do empreendimento, na sub-bacia do Alto Piracicaba, sendo um deles uma nascente e outro um poço tubular com a profundidade de captação não informada. Os dois poços e suas características principais são apresentados na Tabela 7.2.4.7.2-1 e foram lançados na Figura 7.2.4.7.2-1 Mapa de Hidrogeologia na AI, apresentada anteriormente.

Município	Ponto	Descrição	Aquífero	Latitude (S)	Longitude (O)
Americana	TU0176N	Bica Cariobinha	Tubarão	22° 43' 48"	47° 18' 09"
Limeira	TU0177P	Águas de Limeira - Bairro Tatu	Tubarão	22° 39' 07"	47° 21' 15"

**Tabela 7.2.5.2-1: Pontos de Monitoramento da Água Subterrânea dentro da AI**

O relatório de 2013 mostrou que as concentrações da maioria dos parâmetros determinados se mantiveram abaixo dos valores de intervenção ou dos padrões de potabilidade estabelecidos pela CETESB. As únicas desconformidades reportadas para estes dois pontos são para as Bactérias Heterotróficas, resultado que não havia sido desconforme no período 2007-2009, conforme pode ser apreciado na **Tabela 7.2.5.2-2** abaixo.

Município	Ponto	Parâmetro	Valor Máximo Permitido	Amostra	Resultado desconforme 2010-2012	Número de desconformidades 2007-2009
Americana	TU0176P*	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL <sup>-1</sup>	2ª-2010	2600	0
Limeira	TU0177	Bactérias heterotróficas	500 UFC mL <sup>-1</sup>	2ª-2010	1200	0
*No relatório o ponto desconforme aparece com a sigla P (poço) porém o mesmo foi apresentado em mapa e na tabela anterior como N (nascente). Parece ser um erro de digitação do relatório.						

**Tabela 7.2.5.2-2:** Pontos de monitoramento desconformes dentro da AII.

Figura 7.2.5.2-2: Áreas potencialmente críticas para a utilização das águas subterrâneas do estado de São Paulo



### **C) Contexto Local – Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)**

Na AID, que compreende as sub-bacias do Ribeirão Cachoeira e Ribeirão das Palmeiras, ocorrem 2 aquíferos diferentes, o Serra Geral e o Tubarão. Há uma franja de ocorrência do aquíclode Passa Dois, assim denominado devido a sua baixa vazão causada por seus sedimentos muito fino e compactados como argilitos e siltitos. Os Serra Geral e Passa Dois predominam na bacia do Ribeirão Cachoeira, enquanto na bacia do Ribeirão das Palmeiras predomina o aquífero Tubarão. Já na ADA, ocorre praticamente o Serra Geral em toda a sua extensão. Ressalta-se que as características principais destes dois aquíferos foram descritas no item de Contexto Regional/Área de Influência Indireta.

O mapa da AID e da ADA pode ser observado na **Figura 7.2.5.2-3**.

Para o estudo local da dinâmica das águas subterrâneas foram utilizados dados referentes a 4 poços de monitoramento instalados na ADA em Junho e Julho de 2014. Ressalta-se a limitação de perfuração em parte da ADA pela ocorrência do topo rochoso basáltico, impenetrável à sonda manual utilizada.

Com as cotas topográficas obtidas da boca dos poços e o nível freático medido, foi elaborado o mapa potenciométrico da ADA, onde observou-se que o fluxo subterrâneo do aquífero freático escoar em grande parte de oeste para leste, coincidente com a topografia do terreno e para aflorar no Córrego Nova Divisa.

Figura 7.2.5.2-3 Mapa Hidrogeológico AID e ADA

- **Usos das Águas Subterrâneas**

Segundo consulta realizada no site do DAEE do estado de São Paulo em 20/10/2014 (<http://www.aplicacoes.daee.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>), constam 11 poços cadastrados nas áreas de influência do empreendimento, todos eles na AID e com extração no Sistema Aquífero Tubarão. A Tabela 7.2.5.2-3 abaixo, mostra detalhes dessas concessões.

Dos 11 poços cadastrados, 7 são para abastecimento privado, 3 são para uso industrial, e 1 deles para uso rural.

A demanda total dos 11 poços cadastrados é de 97,8m<sup>3</sup>/h, sendo a média 8,8 m<sup>3</sup>/h, a máxima vazão 20m<sup>3</sup>/h e a mínima 1,5m<sup>3</sup>/h.

A região do empreendimento não tem uma concentração grande poços cadastrados e os que existem tem demanda é compatível com a vazão disponível no aquífero Tubarão nessa região que é de 10 a 20m<sup>3</sup>/h.

Cód	Aquífero	Usuário	FinalidUso	Situação	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	UTM-N	UTM-E
209	Tubarão	Público	Solução Alternativa para Abastecimento Privado	Lic. Perf e Impl	20.00	7489890	236630
210	Tubarão	Público	Solução Alternativa para Abastecimento Privado	Lic. Perf e Impl	20.00	7489850	236810
1368	Tubarão	Abastecimento Privado	Sanitário	Req Indeferido	3.00	7492070	240990
1371	Tubarão	Abastecimento Privado	Sanitário / Industrial	Lic. Perf e Impl	8.50	7492630	240820
1430	Tubarão	Industrial	Sanitário	Portaria	5.00	7492420	241030
1431	Tubarão	Industrial	Sanitário	Portaria	1.50	7493010	241590
1432	Tubarão	Abastecimento Privado	Sanitário	Portaria	4.30	7493390	241790
1433	Tubarão	Abastecimento Privado	Sanitário / Industrial	Portaria	10.80	7492760	241480
1434	Tubarão	Abastecimento Privado	Sanitário / Industrial	Portaria	5.00	7492410	241150
1435	Tubarão	Industrial	Solução Alternativa para Abastecimento Privado / Industrial	Portaria	14.80	7493740	242590
1436	Tubarão	Uso Rural	Solução Alternativa para Abastecimento Privado / Industrial	Cadastrado DAEE	4.90	7493730	242610

**Tabela 7.2.5.2-3** Concessões cadastradas no DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica d Estado de São Paulo.

- **Qualidade das águas subterrâneas**

Para a análise das águas subterrâneas na área do futuro empreendimento não existem poços oficiais da rede monitoramento dentro ou nas proximidades da AID ou ADA. Para isso foram instalados na ADA quatro poços de monitoramento, um deles na parte topograficamente alta do terreno (PM-04), e três no limite leste da ADA e porção topograficamente baixa, sendo um deles próximo do limite norte, um no centro e um ao sul. conforme apresentado na Figura 7.2.5.2-3. A Tabela 7.2.5.2-4 mostra as principais características dos poços instalados.

Poço de Monitoramento	UTM E (WGS84)	UTM N (WGS84)	Cota Topográfica (m)	Nível d'Água (m)	Carga Hidráulica (m)
PM-01	7494046	239227	560,82	3,16	557,66
PM-02	7493566	239211	557,5	2,18	555,32
PM-03	7493392	239073	558,2	3,4	554,80
PM-04	7493437	238583	589,51	24,92	564,59

**Tabela 7.2.5.2-4** - Características principais dos poços instalados



**Figura 7.2.5.2-4:** Sondagem com trado manual e sem lama de perfuração (PM-04)

Os poços de monitoramento que compõem a rede de monitoramento foram construídos obedecendo-se à norma da ABNT NBR 15.495-1 “Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares. Parte 1: Projeto e Construção” (ABNT NBR, 2007) A perfuração para a instalação dos poços de monitoramento foi executada por meio de trado manual, sem a utilização de lama de perfuração (**Figura 7.2.5.2-4**).

Os poços foram construídos com tubos geomecânicos de duas polegadas, pré-filtro de areia graduada quartzosa arredondada pré-lavada, própria para poços tubulares, selo de proteção de bentonita para prevenir o aporte de eventuais contaminações superficiais, preenchimento com solo argiloso e selamento final com calda de cimento.

Os poços de monitoramento receberam seção filtrante de 3,0m de comprimento, sendo que pelo menos 1,5m foi colocada na zona saturada do aquífero.

Posterior à instalação dos poços, foi efetuado o desenvolvimento para remoção de sólidos em suspensão derivados do processo de perfuração, visando eliminar riscos de interferência nos resultados das amostragens. O acabamento final dos poços foi feito com a instalação de câmara de calçada em ferro fundido e lacrados com cap de pressão.

Os perfis geológicos das sondagens e instalação dos poços foram apresentados anteriormente na seção de geologia na Figura 7.2.4.2-9: Perfis de Sondagem e Poços de Monitoramento Instalados.

- **Procedimentos de Coleta e Análise**

A coleta das águas subterrâneas foi realizada no dia 31 de julho de 2014 pelo método de baixa vazão (low flow). Além dos quatro poços de monitoramento (PM-01, PM-02, PM-03 e PM-04) também foi realizada a amostragem de um branco de campo, PM-05, para controle de qualidade do processo de amostragem.

A amostragem de baixa vazão, ou micropurga, é uma metodologia que não requer a remoção de grandes volumes de água do poço. A água subterrânea é bombeada diretamente da seção filtrante do poço, em baixa vazão, purgando apenas a zona de amostragem e minimizando os distúrbios da água no poço e da formação, reduzindo assim a turbidez da amostra.

A amostragem de água subterrânea seguiu os procedimentos preconizados na Norma de Amostragem e Monitoramento das Águas Subterrâneas (CETESB, 1988) e na ASTM – D5903/96, Standard Practice for Low-Flow Purging and Sampling for Wells and Devices



Used for Ground-Water Quality Investigation (American Society for Testing and Materials, 2012).

A Figura 7.2.5.2-5 mostram os equipamentos utilizados durante a coleta de amostras nos poços de monitoramento PM-02 e PM-04.



**Figura 7.2.5.2-5 - Amostragem no PM-02 e PM-04 pelo método de baixa vazão**



A coleta de água subterrânea foi também baseada na Norma Técnica ABNT/NBR 15.847:2010 – Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de Purga (ABNT NBR, 2010); o Manual de Amostragem e Monitoramento de Águas Subterrâneas (CETESB, 1988); e a Standard Guide for Planning and Preparing for a Groundwater Sampling da American Society for Testing and Materials (ASTM – D5903/96) (American Society for Testing and Materials, 2012).

As amostras de água subterrânea foram enviadas para o laboratório da BIOAGRI AMBIENTAL, devidamente acompanhadas pela cadeia de custódia, para assegurar seu recebimento dentro do prazo de validade e garantir a rastreabilidade das mesmas. A Cadeia de Custódia das amostras coletadas encontra-se inserida no **Anexo VI**.

Durante o processo de purga dos poços para amostragem realizaram-se determinações *in situ* das características físico-químicas da água, medindo temperatura (°C), condutividade elétrica (µS/cm), pH (E<sub>pH</sub>), potencial de oxi-redução (E<sub>h</sub> /ORP - mV), oxigênio dissolvido (OD) e turbidez (NTU), conforme apresentado na Tabela 7.2.5.2-5.

Poço	Temperatura (°C)	Condutividade (µS/cm)	pH	ORP (mV)	OD (mg/L)	Turbidez (NTU)
PM-01	22,17	35	4,57	107	3,15	58
PM-02	23,6	21,7	6,08	121,4	5,19	138
PM-03	23,8	10,4	5,5	173	5	173
PM-04	24,05	22	4,17	125	4,14	574
PM-05	21,38	-	6,94	-	-	-

**Tabela 7.2.5.2-5: Parâmetros medidos *in situ*.**

No plano de amostragem das amostras de água subterrânea foram analisados os parâmetros VOC, PAH, Metais Totais e Metais Dissolvidos, DBO/DQO, Série Nitrogenada, Óleo e Graxas, Coliformes Totais, Cianeto Cloreto, Fluoreto Sulfato. Estas análises tiveram como objetivo avaliar as substâncias químicas de interesse, de acordo com os valores de referência definidos na Resolução Conama nº 396/2008 (CONAMA, 2008) com os Valores Máximos Permitidos (VMP) para o uso preponderante da água para a irrigação já que o empreendimento não se encontra próximo a centros urbanos (consumo humano), nem zonas essencialmente pecuárias (dessedentação de animais). Quando a Resolução CONAMA não apresentava VMP, foi utilizado os valores do órgão competente local conforme o artigo 6 da própria resolução, no caso do Estado de São Paulo, os valores determinados para água subterrânea apresentados pela Decisão de Diretoria da CETESB

de 20 de Fevereiro de 2014 (CETESB, 2014). Os laudos analíticos são apresentados no **Anexo VI** e os resultados com a comparação dos VMP estão na Tabela 7.2.5.2-6 a seguir.

Compostos	Unidade	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	Conama 396/2008 – Irrigação e CETESB 2014
<b>Metais Dissolvidos</b>							
Alumínio	µg/L	68.5	148	22.2	18.4	< 1	5000-
Antimônio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5
Arsênio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
Bário	µg/L	16.5	31.6	11.7	22.9	< 1	700
Boro	µg/L	7.44	4.50	5.12	8.39	< 1	500
Cádmio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
Chumbo	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5000
Cobalto	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	50
Cobre	µg/L	8.08	< 1	< 1	9.24	< 1	200
Cromo	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100
Ferro	µg/L	< 1	46.5	4.38	5.12	< 1	5000
Manganês	µg/L	9.73	6.97	5.85	51.1	< 1	200
Mercurio	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2
Molibdênio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
Níquel	µg/L	< 1	< 1	2.11	< 1	< 1	200
Prata	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	50
Selênio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	20
Vanádio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100
Zinco	µg/L	60.3	50.8	81.2	70.5	< 1	2000
<b>Metais Totais</b>							
Alumínio Total	µg/L	840	8570	2200	278	< 1	-
Antimônio Total	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Arsênio Total	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Bário Total	µg/L	17.0	87.8	24.6	25.5	< 1	-
Boro Total	µg/L	8.22	5.64	7.2.47	12.2	< 1	-
Cádmio Total	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Chumbo Total	µg/L	2.08	20.6	3.39	< 1	< 1	-
Cobalto Total	µg/L	< 1	11.2	4.22	< 1	< 1	-
Cobre Total	µg/L	8.13	18.1	10.1	11.6	< 1	-
Cromo Total	µg/L	< 1	5.14	2.52	< 1	< 1	-
Ferro Total	µg/L	352	10900	6610	358	< 1	-
Manganês Total	µg/L	15.3	272	103	73.7	< 1	-
Mercurio Total	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Molibdênio Total	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Níquel Total	µg/L	< 1	4.27	3.77	< 1	< 1	-
Prata Total	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Selênio Total	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Vanádio Total	µg/L	< 1	64.6	53.4	< 1	< 1	-
Zinco Total	µg/L	67.6	161	89.2	78.6	< 1	-

Compostos	Unidade	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	Conama 396/2008 – Irrigação e CETESB 2014
<b>VOC</b>							
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2000
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,1,2-Tricloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,1-Dicloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	53
1,1-Dicloroeteno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	30
1,1-Dicloropropeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	20*
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	20*
1,2,4-Trimetilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,2-Dibromo-3-Cloropropano	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-
1,2-Dibromoetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1000
1,2-Dicloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10
1,2-Dicloropropano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,3,5-Trimetilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
1,3-Dicloropropano	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	300
2,2-Dicloropropano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
2-Clorotolueno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
4-Clorotolueno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
4-Metil-2-Pentanona	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-
Benzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5
Bromobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Bromoclorometano	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-
Bromodiclorometano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Bromofórmio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Cis-1,2-Dicloroeteno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Cis-1,3-Dicloropropeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Cloreto de Vinila	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5
Clorobenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	120
Cloroetano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Clorofórmio	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	5.9	300
Clorometano	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	-
Dibromoclorometano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Dibromometano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Diclorometano	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	20
Dissulfeto de Carbono	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Estireno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	4.0	20
Etilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	5.1	200
Hexaclorobutadieno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Isopropilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
m,p-Xilenos	µg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	3.6	300
Metiletilcetona	µg/L	< 2500	< 2500	< 2500	< 2500	< 2500	-

Compostos	Unidade	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	Conama 396/2008 – Irrigação e CETESB 2014
Naftaleno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	60
n-Butilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
n-Propilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
o-Xileno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	1.9	300
p-Isopropiltolueno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
sec-Butilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
terc-Butilbenzeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Tetracloreto de Carbono	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4
Tetracloreto de eteno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	40
Tolueno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	81.2	700
Trans-1,2-Dicloroeteno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
trans-1,3-Dicloropropeno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Tricloroeteno	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	20
(*) : Somatória dos isômeros ou metabólitos							
<b>SVOC</b>							
Acenafteno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Acenaftileno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Alaclor	µg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	-
Aldrin + Dieldrin	µg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0,03
Antraceno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	900
Benzo(a)antraceno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,4
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,7
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	< Ben 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,4
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	4,1
BHC Alfa	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
BHC Beta	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Clordano (cis e trans)	µg/L	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	-
Criseno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	41
DDT (isômeros)	µg/L	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	-
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,05
Dodecatoropentaciclodecano	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
Endossulfan - ALFA	µg/L	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	-
Endossulfan - BETA	µg/L	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	-
Endossulfan Sulfato	µg/L	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	-
Endrin	µg/L	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0,6
Fenantreno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	140
Fluoranteno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Fluoreno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Hexaclorobenzeno	µg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0,2
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Lindano (g-HCH)	µg/L	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	-
Metolacloro	µg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.355	-
Metoxicloro	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
PCB 101	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 105	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 114	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-

Compostos	Unidade	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	Conama 396/2008 – Irrigação e CETESB 2014
PCB 118	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 126 + PCB 166	µg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	-
PCB 128 + PCB 167	µg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	-
PCB 138 + PCB 158	µg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	-
PCB 153	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 156	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 169	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 170	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 179	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 180	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 183	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 28	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 37	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 44	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 49	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 52	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 60	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 66	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 70	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 74	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 77	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 8	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 82	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 87	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB 99	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB's - Bifenilas Policloradas	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
PCB's (soma 7/lista holandesa)	µg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
Pireno	µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-
Total de PAHs	µg/L	< 0.16	< 0.16	< 0.16	< 0.16	< 0.16	-
<b>TPH</b>							
TPH Detectado	mg/L	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica	-
TPH Faixa Diesel (C14-C20)	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
TPH Faixa Gasolina (C8-C11)	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
TPH Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40)	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
TPH Faixa Querosene (C11-C14)	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
TPH Total	mg/L	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	-
<b>Tabela - Inorgânicos</b>							
Brometo	µg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.01	< 0.005	-
Carbono Orgânico Dissolvido	µg/L	< 1	< 1	1.2	< 1	< 1	-
Carbono Orgânico Total	µg/L	< 1	< 1	1.4	< 1	< 1	-
Cianeto	µg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	-
Clorato	µg/L	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	-
Cloreto	µg/L	1.16	< 0.5	< 0.5	1.10	< 0.5	-
Clorito	µg/L	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	-
Fluoreto	µg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
Fosfato (como P)	µg/L	< 0.02	< 0.02	0.02	0.05	< 0.02	-
Nitrato (como N)	µg/L	0.33	0.24	0.20	1.14	< 0.1	10000

Compostos	Unidade	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	Conama 396/2008 – Irrigação e CETESB 2014
Nitrito (como N)	µg/L	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	-
Nitrogênio Amoniacal	µg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Nitrogênio Orgânico	µg/L	0.17	0.18	0.19	0.29	0.22	-
Nitrogênio Total	µg/L	0.50	< 0.5	< 0.5	1.43	< 0.5	-
Nitrogênio Total Kjeldahl	µg/L	0.17	0.18	0.19	0.29	0.22	-
Sulfato	µg/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	-

**Tabela 7.2.5.2-6: Resumo dos laudos e comparação com Valores Máximos Permitidos na Resolução Conama 396/2008 e CETESB 2014.**

Como pode ser observado todos os parâmetros das águas subterrâneas na ADA estão em acordo com os Valores Máximos permitidos pelos órgãos ambientais correspondentes antes da implementação do empreendimento.