



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

# RELATÓRIO DE ESTÁGIO



São José dos Campos, 26 de novembro de 2013.

Nome do Aluno: Maurício Vinícios Oliveira de Souza

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em (data) pelos abaixo assinados:

---

Maurício Vinícios Oliveira de Souza  
Estagiário

---

Ten Cel Av Fábio Santos da Rocha Loures  
Orientador/Supervisor na Empresa/Instituição

---

Prof. Dr. Marcelo De Julio  
Orientador/Supervisor no ITA

---

Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

# INFORMAÇÕES GERAIS

**Estagiário**

Nome do Aluno : Maurício Vinícios Oliveira de Souza  
Curso: Engenharia Civil-Aeronáutica

**Empresa/Departamento**

AFA – Academia da Força Aérea  
SIE – Subdivisão de Infraestrutura

**Orientador/Supervisor da Empresa**

Ten Cel Av Fábio Santos da Rocha Loures  
Chefe de Engenharia da SIE

**Orientador/Supervisor do ITA**

Prof. Dr. Marcelo De Julio

**Período**

21/01/2013 a 21/02/2013  
Total de horas: 160

# **I. INTRODUÇÃO**

## **I. 2 Objetivos**

Este relatório apresenta o estudo desenvolvido ao longo do estágio realizado na Academia da Força Aérea (AFA), na Subdivisão de Infraestrutura (SIE), entre 21 de janeiro e 21 de fevereiro de 2013. O trabalho é na área de saneamento, com ênfase na água para abastecimento, e é composto pelas seguintes partes:

1. Avaliação do cenário atual da AFA quanto ao problema da água para abastecimento;
2. Coleta e caracterização de água potável em diversos pontos da rede;
3. Coleta e caracterização de fontes de água bruta;
4. Proposta de soluções para os problemas encontrados;
5. Concepção preliminar de um novo sistema de abastecimento.

## **I. 2 Saneamento**

Saneamento, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), é o controle dos fatores que causam ou podem causar efeitos nocivos sobre o homem, efeitos tais que alterem sua saúde física, mental ou social. Sendo assim, o saneamento tem caráter preventivo e seu objetivo é promover um ambiente saudável em que as pessoas possam adoecer menos e produzir mais.

Dentre os procedimentos do saneamento básico podem-se citar o tratamento de água, canalização, tratamento de esgotos, limpeza pública, drenagem de águas pluviais, coleta e tratamento de resíduos orgânicos e materiais recicláveis.

É percebido um certo descaso por parte da sociedade com relação ao sistema de saneamento como um todo, dada sua invisibilidade. Ou seja, como não é comum nas cidades deparar-se com estações de tratamento de água e esgoto, adutoras, reservatórios ou usinas de lixo, o controle quanto a estes aspectos pelas autoridades competentes e até pela própria sociedade é bastante deficiente, principalmente em países emergentes, como o Brasil. A maioria das pessoas se contenta em abrir a torneira e contemplar a chegada de água e eliminar seus resíduos com rapidez, pouco se importam com a qualidade do processo ou se a higiene está sendo feita da forma adequada.

Quanto à qualidade da água para abastecimento, escopo principal deste trabalho, é primordial a necessidade em se tratar o saneamento da maneira correta. O tratamento e a condução da água tratada, se não forem feitos com responsabilidade, podem acarretar diversos prejuízos econômicos e ambientais, principalmente quanto às doenças potencialmente transmitidas por veiculação hídrica como hepatite A, cólera, diarreia infecciosa, leptospirose, esquistossomose, amebíase, febre tifoide, entre outras. Além dos microorganismos patogênicos, podem-se citar diversos outros parâmetros indicadores de problema quanto à qualidade da água para consumo que são potencialmente perigosos.

Água com excesso de ferro pode causar desde simples diarreia e vômito até cirrose hepática e insuficiência cardíaca, excesso de zinco pode causar problemas gástricos, excesso de sulfatos pode ter efeito laxativo, excesso de fluoretos pode causar fluorose (mancha nos dentes), ao passo que sua falta pode não garantir a proteção necessária contra as cáries, água com pH muito alto pode acarretar a precipitação de fosfato de cálcio no sistema urinário, podendo levar a cálculo renal.

É necessário portanto um controle preciso de inúmeros parâmetros a fim de se obter água com padrões de qualidade para consumo. Na legislação brasileira, os padrões de potabilidade de água para consumo humano encontram-se na Portaria Nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde.

## II. A EMPRESA

### II.1. Histórico

A Academia da Força Aérea, AFA, é a escola onde são formados os Oficiais dos quadros de aviação, intendência e infantaria da Força Aérea Brasileira. A Academia localiza-se em Pirassununga, cidade do interior de SP, distando 206 km da capital, pela SP-330 - Rodovia Anhanguera - e encontra-se na altitude de 627 metros. Seu terreno está às margens do rio Mogi-Guaçu e possui formato triangular de aproximadamente 14 km de base por 8 km de altura, conforme a Figura 1.



**Figura 1** - Vista aérea do terreno da Força Aérea Brasileira em Pirassununga-SP (Fonte: Google Earth).

A Academia dispõe de uma área construída de 215.246 m<sup>2</sup>, sendo 141.800 m<sup>2</sup> de área administrativa e 73.246 m<sup>2</sup> de área residencial. A AFA funciona, em termos hidráulicos, devido a uma estação própria de tratamento de água, que abastece uma rede

de aproximadamente 15 km, com capacidade de reservação de 6.000.000 litros, utilizando águas do rio Mogi Guaçu.

Além de formar os futuros oficiais da Força Aérea Brasileira, a AFA também sedia outras organizações como EDA (Esquadrão de Demonstração Aérea), FAYS (Fazenda da Aeronáutica de Pirassununga), PAYS (Prefeitura da Aeronáutica de Pirassununga) e DTCEA-YS (Departamento de Controle do Espaço Aéreo de Pirassununga), além das vilas residenciais, escolas, refeitórios e hospital. Dessa forma, a AFA pode ser considerada uma pequena cidade onde vivem, estudam e trabalham mais de 2.500 pessoas, dentre militares e civis.

## **II.2. Área onde foi desenvolvido o programa de estágio**

O estágio foi desenvolvido na Subdivisão de Infraestrutura (SIE) da AFA onde se desenvolvem os projetos de engenharia civil, dentre outros.

## **II.3. O Estágio no Contexto da Empresa**

A água utilizada para abastecimento da AFA é captada do Rio Mogi-Guaçu, tratada em Estação de Tratamento de Água (ETA) própria, que opera em ciclo completo e é bombeada até um reservatório central, a partir do qual é distribuída por toda a Academia, conforme será explicado oportunamente. Dado o elevado número de pessoas que dependem dessa água, surgiu a necessidade de se analisar o cenário atual da hidráulica local, captação, estação de tratamento e distribuição, e verificar se o sistema está adequado às necessidades e aos padrões atuais, já que os projetos originais do plano-diretor já possuem mais de meio século de história. O desafio proposto foi de conceber soluções para os problemas que porventura surgissem.

### **III. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

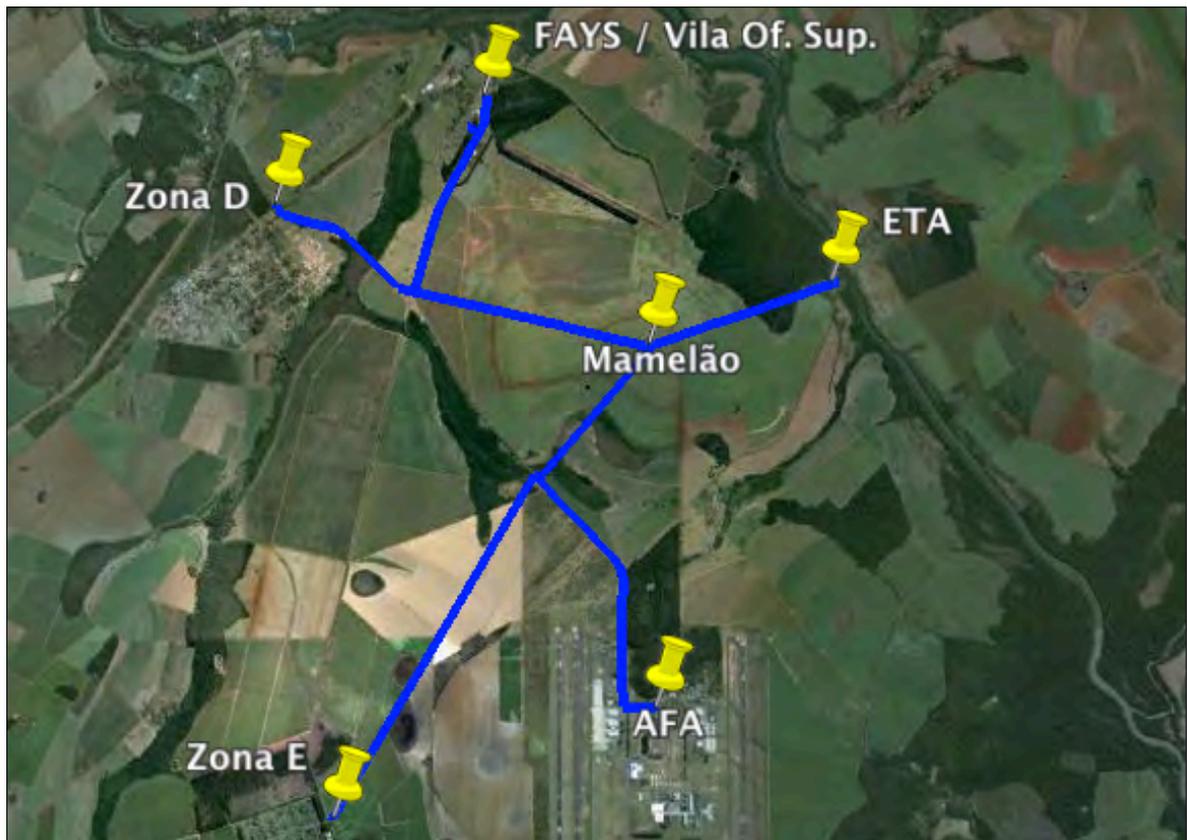
#### **III.1. Resumo do Estágio**

O desenvolvimento do estágio foi baseado no diagnóstico da situação atual da água de abastecimento envolvendo o tratamento da água bruta e a rede de distribuição. Dessa forma, apresentou-se uma solução viável para o abastecimento de água da AFA composta por um projeto a ser realizados em fases. Por conta do pouco tempo disponível no período de estágio, foi desenvolvido apenas o dimensionamento da primeira fase do projeto.

#### **III.2. Descrição conceitual de métodos, ferramentas, recursos estudados/usados no estágio**

##### **1) Cenário atual**

A AFA capta a água do rio Mogi, trata na estação de tratamento (ETA) e a armazena em um reservatório elevado, com capacidade de 6.000.000 litros (Mamelão), que a distribui por toda a área da guarnição. Uma visão geral da hidráulica na AFA pode ser obtida na Figura 2, em que podem-se observar a captação e o tratamento na ETA, a adutora até o Mamelão e as sub-adutoras que alimentam os reservatórios locais.



**Figura 2** - Cenário atual da hidráulica na AFA (Fonte: Google Earth).

### **Rio Mogi-Guaçu**

O rio Mogi-Guaçu é a única fonte de água para abastecimento da AFA. Este rio possui extensão de 473 km e sua bacia hidrográfica compreende uma área de 14.463 km<sup>2</sup>, englobando cerca de 40 municípios. Nas redondezas de Pirassununga, o rio possui histórico de poluição devido ao grande número de indústrias que lançam seus efluentes sobre ele, e também pela região ser fortemente agrícola, o que tende a poluir seu leito com uma grande quantidade de agrotóxicos e fertilizantes. Ademais, a própria AFA faz mau uso do rio, já que seus efluentes são lançados à montante da captação, o que não parece, à primeira vista, ser muito racional. A Figura 3 apresenta o rio Mogi-Guaçu, em Pirassununga.



**Figura 3** - Rio Mogi Guaçu, em Pirassununga.

### **Estação de Tratamento de Água (ETA)**

A ETA da AFA dispõe de um sistema de tratamento convencional em ciclo completo, composto por coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoreação e estabilização final.

A coagulação é feita com sulfato de alumínio e a mistura do reagente químico com a água bruta dá-se na entrada da ETA por meio de calha parshall. Em seguida, a água coagulada segue em canal aberto para os dois sistemas em paralelo de floculação/decantação/filtração. Cada sistema é composto por uma câmara de floculação, com dois floculadores cada, seguida por um decantador convencional retangular, seguido por dois filtro de areia em fluxo descendente, operando em paralelo. Por fim a água filtrada segue para o tanque de desinfecção, onde o processo ocorre com cloro gasoso, seguido de fluoreação (ácido fluorsilícico). Quando necessário, também é feita a dosagem de ortoclorofosfato para formação de película protetora na rede de distribuição e minimizar problemas de cor na água distribuída. A correção do pH, na entrada e/ou saída da ETA é feita com cal. A Figura 4 apresenta as condições de funcionamento da ETA em questão.



**Figura 4 -** Condições de funcionamento da ETA.

As ilustrações da Figura 4 apresentam as condições precárias em que funciona a atual Estação de Tratamento de Água da AFA.

O primeiro problema encontrado foi quanto à medição da vazão. Encontrou-se um medidor de vazão bastante antigo e medindo uma vazão diferente do que acontecia de fato. Vale ressaltar que a vazão é o principal parâmetro quando se deseja dimensionar/verificar um sistema de tratamento de água, pois é a partir de seu valor e das características da água bruta que se definem as dosagens dos produtos químicos, a rotação dos motores dos flocculadores, na taxa de filtração, bem como em demais parâmetros que deveriam ser controlados durante o processo.

Percebeu-se também a inadequação quanto ao uso dos equipamentos de flocculação. Neste processo, cada câmara - e cada motor correspondente - foi dimensionada no projeto original para atender a uma necessidade específica de gradiente de velocidade médio, dado como parâmetro de projeto, e o que percebeu-se durante as visitas à ETA é que cada câmara, apesar de ser composta por dois flocculadores, operava com um por vez, portanto de maneira incorreta.

Além dos problemas supracitados, outros inconvenientes foram observados na ETA, como as estações elevatórias, cujas bombas necessitam frequentemente, segundo funcionários, de manutenção, o que demanda custos excessivos.

## **Rede**

A rede primária de distribuição de água tratada pela AFA (vide Figura 2) é de ferro fundido (FoFo), que apesar de ser um material com alta resistência mecânica, é facilmente oxidado por substâncias presentes na água e no solo e demais processos erosivos. A corrosão do ferro fundido favorece a deposição de uma crosta de matéria sólida, também conhecida por incrustação, o que gera problemas hidráulicos como:

- Aumento da perda de carga e diminuição da vazão aduzida;
- Problemas sanitários com a liberação para a água de metais constituintes da tubulação;
- Problemas organolépticos, originados da alteração da cor e do sabor da água;
- Problemas econômicos, advindos, dentre outros, da necessidade de troca das tubulações, aumento do número de intervenções para manutenção e acréscimo do consumo de energia elétrica, para superar a perda de carga adicional causada pelas incrustações e pelo aumento da rugosidade das tubulações.

Quanto à rede de ferro fundido da AFA, observaram-se queixas dos consumidores quanto à presença de gosto de ferro na água em algumas ocasiões, além de evidências de que a tubulação intervém na qualidade da água, como a água do ginásio que apresentou pH bastante elevado, devido à oxidação da tubulação e o alto consumo de cloro que, em alguns pontos da rede, apresentou concentração abaixo da desejada, ao passo que na saída da ETA a dosagem foi feita de modo a suprir essa necessidade. Maiores detalhes da caracterização da água serão vistos a diante.

Outro fator que merece comentário é quanto às perdas de água. Segundo funcionários da SIE, e da AFA em geral, as perdas de água tratada são de cerca de 50%, maior que a média do país, a qual já é muito elevada em comparação com outros países mais desenvolvidos.

### ***Estudos de caracterização da água***

Na tentativa de se observar a qualidade da água tratada, bem como conhecer os mananciais de água bruta da região, realizaram-se estudos de caracterização de diversos pontos ao longo da AFA.

### **Amostras de água tratada**

Coletaram-se em pontos estratégicos, como saídas das adutoras principais e pontas de rede, amostras da água tratada em circulação pela rede de distribuição. As amostras foram levadas ao laboratório da ETA e, com auxílio do químico, Sgt. Ronald, foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos:

- Temperatura
- pH
- Cor
- Turbidez
- Flúor
- Cloro livre e total
- Ferro
- Manganês

A Figura 5 apresenta os pontos em que foram feitas as coletas de água tratada.



**Figura 5 - Pontos de coleta de água tratada.**

Os resultados da caracterização da água potável encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1 – Caracterização da água potável da AFA**

Local da coleta	pH	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Cloro livre (ppm)	Cloro total (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Flúor (ppm)
COAPI	7,3	4	1	0,99	1,00	0,0	0,0	0,66
Laticínio	7,2	3	0	0,92	1,02	0,0	0,0	0,74
Rua D-2 (1ª casa)	7,3	17	2	0,00	0,00	0,8	0,0	0,62
Portão D	7,4	8	0	1,05	1,02	0,0	0,0	0,75
Clube dos Sgts	7,4	3	0	0,79	1,00	0,0	0,0	0,73
Rua E-12 (últ casa)	7,2	14	2	0,60	0,69	0,5	0,0	0,67
Portão E	7,4	2	1	0,00	0,00	0,2	0,0	0,70
Rancho	7,4	3	1	0,06	0,23	0,1	0,0	0,70
Ginásio	8,2	10	4	0,00	0,00	0,4	0,0	0,59
ETA	6,1	1	0	2,83	2,98	0,0	0,0	0,59
HTO	7,4	4	1	0,00	0,00	0,1	0,0	0,60

## Amostras de água bruta

Semelhantemente ao que foi feito com a água tratada, coletaram-se amostras de água bruta dos três mananciais potenciais a uso para abastecimento:

- Rio Mogi-Guaçu
- Lagoa de Pedra Branca
- Lagoa dos Cadetes

As amostras foram caracterizadas no laboratório da ETA, quanto aos parâmetros:

- Temperatura
- pH
- Cor
- Turbidez

Os resultados dos parâmetros medidos encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2** – Caracterização da água bruta.

Local da coleta	Temp. Água	Turbidez (uT)	Cor (uC)	pH
Rio Mogi Guaçu	24,3	140,0	121,0	6,0
Lagoa da Pedra Branca	23,0	31,0	53,0	5,2
Lagoa dos cadetes (Extravasor)	26,6	9,0	14,0	7,2
Lagoa dos cadetes (Margem)	26,8	8,0	13,0	7,2

Observando os resultados apresentados na Tabela 2, salta aos olhos a diferença em aspectos visíveis da água da Lagoa dos Cadetes com as demais, em termos de cor e turbidez. Dessa maneira, é possível inferir a princípio que apenas um tratamento simplificado, como filtração em múltiplas etapas (FiME) ou filtração direta ascendente ou descendente, seriam suficiente para o tratamento da água proveniente dessa fonte.

Outro fator que corrobora o aspecto favorável da lagoa é que se trata de um manancial localizado quase integralmente dentro do território militar, ou seja, que pode ser facilmente controlado quanto à ação de poluentes.

## 2) Desafio – Novo sistema de abastecimento

A missão a ser cumprida, a princípio, foi de conceber uma segunda nova fonte de água para desonerar a atual ETA, bem como reduzir ao máximo a dependência da água do rio Mogi, que apresenta qualidade bastante insatisfatória, conforme citado anteriormente. É importante salientar que a independência com relação ao rio Mogi é extremamente importante quando se planeja a longo prazo.

Durante a elaboração deste documento, a caracterização completa da água do rio ainda não havia sido obtida e um diagnóstico mais preciso carece de análises relativas a oxigênio dissolvido, cianobactérias, coliformes termotolerantes, metais pesados, pesticidas, agrotóxicos, bem como demais parâmetros orgânicos e inorgânicos. No entanto, o que se percebe pelos parâmetros caracterizados, pelo histórico do rio e por depoimentos de pessoas que habitam a região há décadas é que a poluição de origem antrópica tem transformado a aparência do rio, principalmente devido a:

- Esgotos domésticos e industriais serem lançados sem tratamento algum, ou com tratamento deficiente;
- Os materiais orgânicos sintéticos, como plásticos, detergentes, solventes, tintas e inseticidas, serem lançados diariamente nos rios;
- Os fertilizantes agrícolas utilizados por agricultores nas plantações serem arrastados pelas águas das chuvas para dentro dos rios, o que ocasiona a poluição por agrotóxicos

A independência da AFA com relação ao rio Mogi, portanto, em termos de água para abastecimento, é extremamente importante quando se planeja a longo prazo, pois é de se esperar que este rio continue em processo de degradação devido ao crescimento incontrolável da população e principalmente à ignorância do homem. É necessário garantir a qualidade e quantidade da água da AFA, tal que satisfaçam-se as necessidades humanas e ecológicas em um período de pelo menos 30 anos; essa intervenção tem, portanto, um caráter preventivo.

Dada essa situação, coube a proposta de se conceber uma nova fonte de água para abastecimento para a AFA. Dentre os mananciais à disposição focou-se no uso da água da Lagoa dos Cadetes, no entanto chamou à atenção a presença do Aquífero Guarani, no subsolo da região.

### ***Aquífero Guarani***

Em 2010, o Aquífero Guarani foi considerado a maior reserva de água doce subterrânea do mundo. Com volume de aproximadamente 55 mil km<sup>3</sup>, esse mega-reservatório é capaz de abastecer toda a população do planeta por mais de 100 anos.

A qualidade da água desse manancial é bastante elevada, quando comparada com as outras fontes potenciais aqui estudadas e seu uso, portanto pode ser recomendado, conforme ocorre em cidades da região, como Araraquara e Ribeirão Preto.

Apesar da alta qualidade e do elevado volume, quando se pensa no uso da água do aquífero para fins de abastecimento encontram-se dois principais empecilhos:

- i. Profundidade elevada;
- ii. Controle do manancial a longo prazo.

A primeira dificuldade se traduz em custos. A retirada de água desse manancial exigiria escavações de mais de 200 metros de profundidade, o que geraria grandes gastos com perfuração e bombeamento de água para a superfície. Outro fator que vai de encontro a essa opção é com relação à falta de controle sobre a qualidade do manancial. Como se trata de uma reserva bastante ampla, com área de aproximadamente 1,2 milhão de km<sup>2</sup>, é impossível garantir a não contaminação da água ali confinada, principalmente devido ao grande número de usuários da reserva. Sendo assim, devido a essa susceptibilidade à contaminação, não é possível garantir a longo prazo água de boa qualidade.

Por outro lado, conforme citado anteriormente, a Lagoa dos Cadetes apresenta água com qualidade e capacidade satisfatórias e é um manancial totalmente protegido, quase integralmente localizada no terreno da Academia. Esse é o principal motivo pelo qual a Lagoa dos Cadetes é considerada a melhor opção de fornecimento de água para fins de abastecimento.

A partir dessa conclusão, o desafio passa a ser a concepção da melhor alternativa a fim de promover a distribuição de água da Lagoa dos Cadetes para consumo. Vale comentar que durante a triagem dos materiais da SIE, entre cartas e documentos, realizada entre os dias 21 e 25 de janeiro, encontraram-se documentações referentes a projetos da década de 1980 que concebiam o uso desse manancial para abastecimento, ou seja, essa idéia é bastante racional e já foi concebida anteriormente para suprir a necessidade da Academia por uma segunda fonte. É importante frisar a importância dessa segunda fonte de abastecimento quando se pensa a longo prazo. O rio Mogi-Guaçu, devido a todas as características citadas ao longo desse texto, continua sendo uma ameaça constante à qualidade da água na AFA, além de demandar um tratamento mais complexo, com maior quantidade de produtos químicos, quando comparada à água proveniente da Lagoa dos Cadetes. Ou seja, a substituição, parcial ou integral, da água do rio Mogi-Guaçu, pela da água da Lagoa dos Cadetes é tecnicamente a melhor opção para o problema da água na AFA, pensando a longo prazo, em termos econômicos e ambientais.

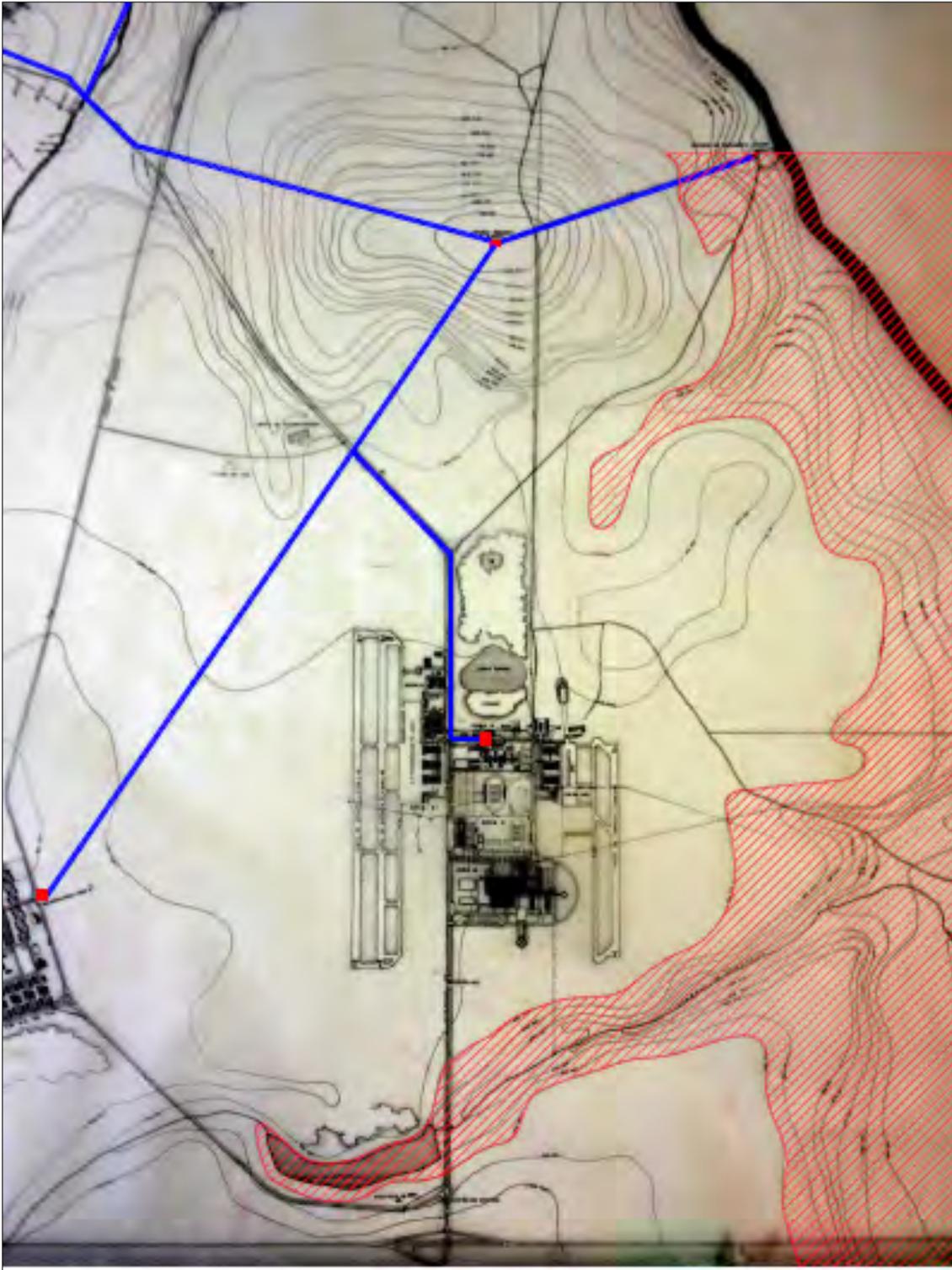
### ***Lagoa dos Cadetes - ETA***

Uma opção para uso da água da Lagoa dos Cadetes é sua adução até a ETA existente. Devido à topografia favorável, percebeu-se a possibilidade de a adução ser feita por gravidade, dispensando ou reduzindo o custo com estação elevatória. Quanto ao tratamento a ser realizado na nova água bruta, com relação aos produtos químicos utilizados, suas

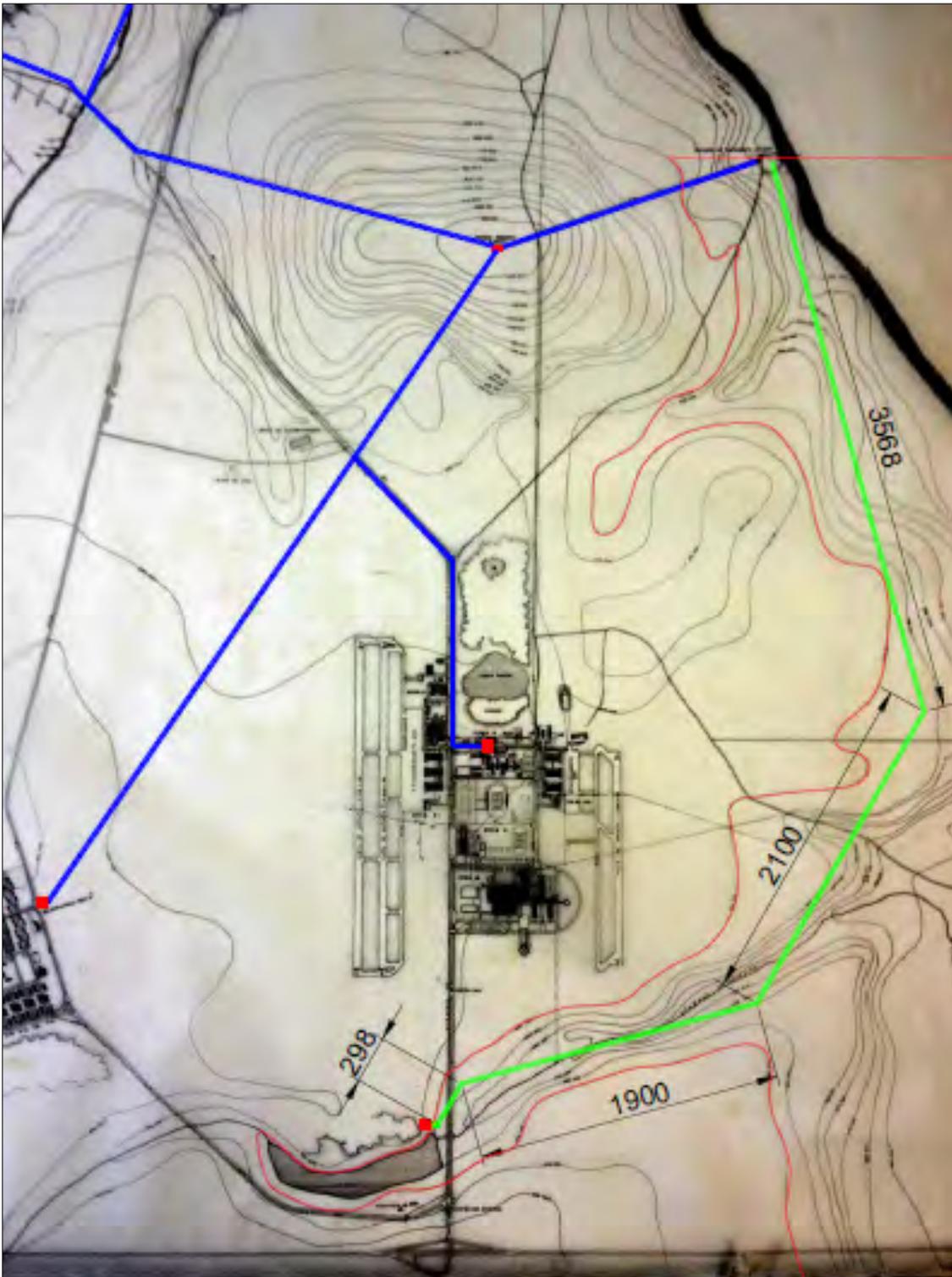
dosagens, bem como a tecnologia adotada, a definição só pode ser feita depois de realizados os ensaios de tratabilidade em bancada ou estação piloto.

Mas a princípio, dados os valores baixos de cor e turbidez, e temperatura acima de 15° C, essa água bruta é candidata a ser tratada apenas com filtração direta ou filtração em múltiplas etapas. Dessa maneira, seria possível, à primeira vista, a realização de um *by-pass* para o filtro existente na ETA atual, dadas as devidas adaptações no sistema. A água tratada portanto seguiria o caminho do projeto original, seguindo por bombeamento para o reservatório principal de onde seria distribuída conforme acontece hoje.

A viabilidade topográfica pode ser observada na Figura 6, em que a cota de 590 metros da Lagoa dos Cadetes encontra-se demarcada. A adutora por gravidade portanto seguiria por essa região até a ETA, pois o conduto encontrar-se-ia inteiramente abaixo da linha piezométrica da adutora em regime permanente. A Figura 7 contém o traçado de uma opção possível para esse sistema.



**Figura 6** - Região viável para adutora por gravidade.



**Figura 7** - Traçado da adutora de água bruta da Lagoa dos Cadetes até a ETA existente.

Conforme pode ser visto, a tubulação tem extensão de quase 8 km, o que demandaria elevada despesa com custos de escavação, instalação e manutenção. Outro fator observado que vai de encontro à concepção dessa alternativa é com relação à intervenção ambiental na região, já que grande parte da nova adutora estaria alocada onde atualmente há uma vasta vegetação de mata ciliar. O projeto portanto encontraria sérios problemas com os órgãos

ambientais competentes para sua aprovação. A Figura 8 ilustra a condição da vegetação no terreno por onde seria implantada a nova adutora de água bruta.



**Figura 8** – Foto da região por onde passaria a adutora de água bruta da Lagoa dos Cadetes até a ETA existente.

### ***Lagoa dos Cadetes – ETA compacta – Reservatório Adm***

Outra opção sugerida para o uso da água da Lagoa dos Cadetes é com a adoção de uma Estação de Tratamento de Água compacta, nas proximidades da lagoa e sua adução, pós-tratamento, para o reservatório da área administrativa da AFA e conseqüentemente sua distribuição.

Essa alternativa foi a primeira etapa de uma opção para corrigir o problema da necessidade de uma segunda fonte de abastecimento, bem como melhorar a qualidade da água distribuída pela academia. O projeto desse sistema, em termos de concepção e dimensionamento, foi feito por outro estagiário.

## **IV. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES**

### ***Conclusões***

A situação da água para abastecimento da AFA, conforme percebeu-se ao longo deste trabalho, não está de acordo com padrões de potabilidade, o que caracteriza um alto risco no que se refere a doenças de veiculação hídrica. Essa situação é bastante grave devido ao grande número de pessoas que consomem diariamente essa água de qualidade duvidosa, além dos produtos produzidos na fazenda.

Percebeu-se, no desenvolver do trabalho, que são diversas as opções para tornar a AFA independente do Rio Mogi, no que se refere a água para abastecimento, e que a Lagoa dos Cadetes representa um potencial interessante para resolver esse problema.

Dentre as alternativas apontadas, percebeu-se que é mais viável tratar a água da lagoa nas proximidades da captação e conseqüentemente bombear a água potável para o reservatório da região administrativa, o que não acarreta em custos altos e resolve parte do problema encontrado.

### ***Comentários finais***

Por fim, é importante salientar que a eficiência do saneamento, que tem caráter preventivo, em termos globais deve-se à harmonia entre os sistemas de captação, tratamento e distribuição de água para consumo, coleta e tratamento de esgoto sanitário, drenagem pluvial e coleta e tratamento de resíduos sólidos. É necessário portanto realizar investimentos em saneamento, principalmente em um país como o Brasil, de grandes riquezas, em que aproximadamente 35 milhões de pessoas (18% da população), estão susceptíveis a contrair doenças em decorrência da inexistência de rede coletora de esgoto (PNSB, 2008), e onde 30% do esgoto gerado não recebem tratamento algum e é simplesmente lançado de volta aos cursos d'água.

Segundo os dados da Organização Mundial da Saúde (OMS/2009), cerca de 2,4 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a saneamento básico, das quais 1 bilhão não tem água potável disponível, cerca de 1,5 milhão de pessoas morrem anualmente por falta de saneamento básico adequado. Em termos econômicos, a própria OMS estima que dependendo da região do planeta, os benefícios podem chegar a 34 vezes o valor investido. No Brasil, acredita-se que esse valor seja de 7 vezes. O saneamento portanto é sim extremamente importante e merece bastante atenção dos governantes e carece de profissionais de qualidade, com remuneração adequada.

### **Referências bibliográficas**

- [1] DE JULIO, Marcelo. Notas de aula de HID-44 – Saneamento. 2012. ITA, São José dos Campos.
- [2] DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. v. 1-2, São Carlos: RIMA, 2005.
- [3] PORTO, Rodrigo. Programa “REDEM”.
- [4] MACHADO, R; DI BERNARDO, L. Programa “Modelo Matemático para Sistemas de Filtração com Taxa Declinante Variável com e sem Armazenamento de Água a Montante dos Filtros”. 1996.
- [5] JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. 5ª ed. Rio de Janeiro, 2009.
- [6] MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.
- [7] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.
- [8] FERNANDEZ, F; SOARES, S; NUNES, CARLOS. Estimativas de preços de implantação operação e manutenção de unidades e de sistemas de adução, de bombeamento e de tratamento de água. UFRJ, Rio de Janeiro.
- [9] SCHNEIDER <<http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/br/>>
- [10] HEMFIBRA <<http://www.hemfibra.com.br/site/>>.
- [11] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Metodologia da estimativa de custos de ampliação ou melhoria dos sistemas de abastecimento de água. Rio de Janeiro.