



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO



Mayara Condé Rocha Murça

São José dos Campos, 16 de novembro de 2011

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em 16 de novembro de 2011 pelos abaixo assinados:

---

Mayara Condé Rocha Murça

---

Maj Eng Enio Macêdo do Nascimento - Orientador/Supervisor no SERENG-2

---

Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves - Orientador/Supervisor no ITA

---

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

## INFORMAÇÕES GERAIS

**Estagiário**

Mayara Condé Rocha Murça  
Engenharia Civil-Aeronáutica

**Empresa/Departamento**

Segundo Comando Aéreo Regional/SERENG-2

**Orientador/Supervisor da Empresa**

Maj Eng Enio Macêdo do Nascimento

**Orientador/Supervisor do ITA**

Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves

**Período**

18/01/2010 a 12/02/2010

Total de horas: 80

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	5
2	A empresa .....	5
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	5
3.1	Projeto de pista de táxi para a Base Aérea de Salvador (BASV) .....	5
3.2	Desenvolvimento de planilhas orçamentárias.....	6
3.3	Desenvolvimento de maquete eletrônica 3D .....	7
3.4	Visitas a obras .....	7
4	COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES .....	8

## **1 INTRODUÇÃO**

Este relatório visa a apresentar o estágio desenvolvido no Segundo Serviço Regional de Engenharia (SERENG-2), unidade integrante do Segundo Comando Aéreo Regional (II COMAR), localizado em Recife (PE), durante o período de 18/01/2010 a 12/02/2010. Os supervisores do estágio na empresa e no ITA foram, respectivamente, o Maj Eng Enio Macêdo do Nascimento e o Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves. A carga horária total foi de 80 horas.

## **2 A empresa**

O II COMAR é a organização do Comando da Aeronáutica nos estados da Região Nordeste do Brasil que coordena, controla e executa as atividades administrativas e logísticas necessárias ao funcionamento das organizações militares subordinadas ou eventualmente desdobradas, bem como de outras organizações militares sediadas em sua área de jurisdição.

Como parte integrante do II COMAR, o SERENG-2 é o órgão responsável por projetar, executar e fiscalizar obras na área de engenharia de infraestrutura aeroportuária, assim como emitir pareceres e relatórios técnicos acerca de aeródromos em sua área de jurisdição. Para cumprir esta finalidade, o SERENG-2 apresenta-se subdividido em quatro seções: Aeródromos, Estudos e Projetos, Construção e Controle de Obras e Desenho.

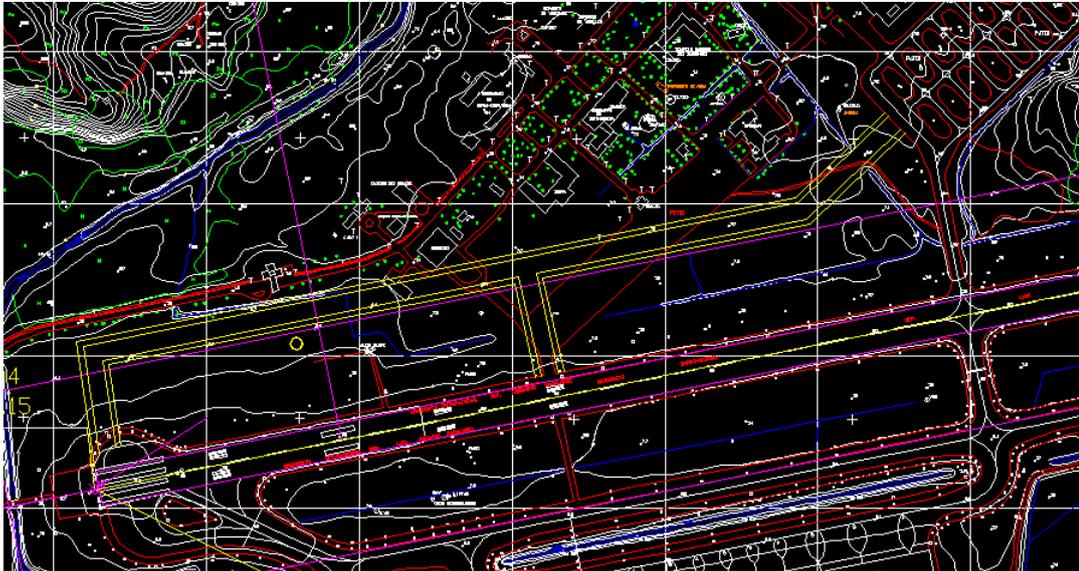
Ao longo do estágio, foram desenvolvidas atividades que exigiram o envolvimento com todas as seções do SERENG-2.

## **3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

### **3.1 Projeto de pista de táxi para a Base Aérea de Salvador (BASV)**

Com o propósito de facilitar as operações aéreas na BASV, percebeu-se a necessidade de criação de uma nova pista de táxi para acessar o pátio de estacionamento de aeronaves, projeto que foi designado ao SERENG-2 e cujo desenvolvimento ocorreu durante o período de estágio. O projeto da nova *taxiway*, denominada P3AM, adotou como aeronave de projeto o Boeing 737-900, resultando na classificação 4D para a pista, segundo a Tabela 1-1 do

Anexo 14 da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), documento predominantemente utilizado como referência. A Figura 1 apresenta o esboço do projeto e a localização da nova pista no aeroporto.



**Figura 1 – Esboço da nova pista de táxi da BASV**

Foi desenvolvido todo o projeto geométrico da pista, o que envolveu a determinação dos seguintes itens:

- Largura da pista de táxi;
- Separação entre pistas de pouso e de táxi;
- Acostamento;
- Raios das curvas e *fillet*;
- Zonas de proteção.

Por fim, foi desenvolvido o projeto de sinalização horizontal, que consistiu na determinação da faixa de sinalização da linha central da pista de táxi, da faixa de sinalização de borda e das marcas de sinalização de espera em pista.

### **3.2 Desenvolvimento de planilhas orçamentárias**

Durante o estágio, foi apresentado todo o procedimento para a confecção de planilhas orçamentárias pelo SERENG-2. Assim, apresentou-se a bibliografia utilizada para a elaboração das composições analíticas, as fontes de preço comumente consultadas e a normatização no que diz respeito à apresentação do orçamento. Para fixação do aprendizado,

foram desenvolvidos os orçamentos analítico e sintético e o cronograma físico-financeiro para o projeto de uma residência unifamiliar, considerando a estrutura, a arquitetura, as instalações hidráulicas e as instalações elétricas.

### 3.3 Desenvolvimento de maquete eletrônica 3D

Para o projeto de residência unifamiliar abordado no item 3.2, foram desenvolvidas maquetes eletrônicas 3D utilizando ferramentas diferentes de desenho, a fim de comparar aspectos como dificuldade de manipulação do *software* e resultado visual final. Para isso, foi necessário aprender a utilizar os *softwares* Google SketchUp e ArchiCAD.

### 3.4 Visitas a obras

O estágio também envolveu o acompanhamento na fiscalização de obras sob responsabilidade do SERENG-2. Assim, foram visitadas as seguintes obras:

- Reforma do rancho do Hospital de Aeronáutica de Recife (HARF);
- Reforma da cobertura do Clube de Aeronáutica de Recife;
- Reforma do rancho da BASV (Figura 2);
- Construção do hangar do 1º/7º GAv na BASV.



**Figura 2 – Reforma do rancho da BASV**

## **4 COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES**

O estágio realizado no SERENG-2 permitiu o envolvimento com o futuro meio profissional de engenharia e com situações inéditas não vivenciadas no ambiente acadêmico, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cada vez mais importantes atualmente. Apesar da carga horária reduzida, foi possível desenvolver uma grande quantidade de atividades nas mais variadas áreas e aplicar muitos conceitos aprendidos durante o primeiro ano profissional. Especificamente no contexto militar, o estágio permitiu conhecer a rotina de outras organizações militares pelo Brasil, enriquecendo a formação do futuro oficial engenheiro da Força Aérea Brasileira.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO



Mayara Condé Rocha Murça

São José dos Campos, 16 de novembro de 2011

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em 16 de novembro de 2011 pelos abaixo assinados:

---

Mayara Condé Rocha Murça

---

Maj Eng Marcio Antonio da Silva Pimentel - Orientador/Supervisor na DIRENG

---

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

---

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

## INFORMAÇÕES GERAIS

**Estagiário**

Mayara Condé Rocha Murça  
Engenharia Civil-Aeronáutica

**Empresa/Departamento**

Diretoria de Engenharia da Aeronáutica

**Orientador/Supervisor da Empresa**

Maj Eng Marcio Antonio da Silva Pimentel

**Orientador/Supervisor do ITA**

Prof. Dr. Marcelo De Julio

**Período**

02/02/2011 a 30/06/2011

Total de horas: 624

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	5
2	A DIRENG .....	5
2.1	Histórico.....	5
2.2	Área onde foi desenvolvido o programa de estágio.....	6
2.3	O estágio no contexto da empresa .....	7
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	7
3.1	Primeira fase: Instrução técnico especializada .....	7
3.1.1	Seminários técnicos.....	7
3.1.2	Visitas técnicas .....	9
3.2	Segunda fase: Sustentabilidade em instalações militares .....	14
3.2.1	Revisão bibliográfica.....	14
3.2.2	Levantamento de dados: PAMA-GL .....	15
3.2.3	Realização da caracterização da qualidade da água pluvial .....	15
3.2.4	Projeto do sistema de aproveitamento de águas pluviais para o PAMA-GL .....	18
3.3	Participação em treinamentos .....	18
4	COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES .....	19

# **1 INTRODUÇÃO**

O estágio curricular supervisionado (ECS) é requisito obrigatório na formação do engenheiro pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Seus principais objetivos envolvem a ambientação do aluno ao futuro meio profissional de engenharia que o aguarda e o desenvolvimento de capacidades exigidas por situações inéditas ou pouco vivenciadas no ambiente acadêmico. No curso de engenharia civil-aeronáutica, o aluno tem duas opções de carga horária para o ECS: 160 horas ou 500 horas. Na primeira opção, o estágio pode ser realizado após do término do segundo semestre do terceiro ano e o aluno o efetua, em geral, concomitantemente com as disciplinas que compõem a grade curricular do curso. Na segunda opção, o aluno pode se ausentar temporariamente da universidade durante o primeiro semestre do quinto ano para a realização do estágio, sem a necessidade de cursar disciplinas de caráter presencial nesse período.

A opção escolhida foi o ECS de 500 horas, o qual foi realizado na Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG), localizada no Rio de Janeiro (RJ), durante o período de 02/02/11 a 30/06/11. Os supervisores do estágio na empresa e no ITA foram, respectivamente, o Maj Eng Marcio Antonio da Silva Pimentel e o Prof. Dr. Marcelo De Julio. A carga horária total foi de 624 horas e o estágio foi subdividido em duas fases. A primeira fase consistiu na participação de uma instrução técnico especializada, na qual foram abordados aspectos relacionados a especificações técnicas, emissão de pareceres técnicos, confecção de orçamento, contratação de projetos e fiscalização de obras através de seminários realizados pelos profissionais da DIRENG e de visitas técnicas a obras. Já a segunda fase foi focada na área de sustentabilidade e consistiu no estudo e desenvolvimento de projeto em tema de interesse da DIRENG. Especificamente, foi estudado o aproveitamento de águas pluviais em instalações militares do Comando da Aeronáutica (COMAER), com aplicação ao caso do Parque de Material Aeronáutico do Galeão (PAMA-GL).

## **2 A DIRENG**

### **2.1 Histórico**

A DIRENG é uma organização que tem por finalidade a orientação normativa, a execução, a coordenação e o controle das atividades relacionadas com Engenharia de

Infraestrutura Aeroportuária, Engenharia de Edificações, Engenharia de Campanha, Patrimônio, Transporte de Superfície e Contra-incêndio afetas ao COMAER. Dentre suas principais atribuições, destacam-se:

- Elaborar estudos, normas e projetos de construção, manutenção e conservação de pistas e de pátios em aeroportos, heliportos e outros aeródromos, bem como de quaisquer obras de terra e de pavimentação e de suas obras complementares;
- Prevenir e combater incêndios, selecionar, formar e adestrar pessoal especializado no salvamento em sinistros de fogo. Selecionar, padronizar, realizar manutenção e suprir de agentes extintores e de equipamentos especializados;
- Elaborar estudos e normas de avaliação, aquisição, alienação, transferência, recebimento, entrega, cadastragem, tombamento e preservação de bens imóveis;
- Suprir, manter e buscar a padronização e a utilização de todo o material, ferramentas e equipamentos específicos de transportes terrestres e aquaviários, inclusive no que concerne a combustíveis e lubrificantes necessários à execução dos referidos transportes; e
- Elaborar estudos, normas e projetos de construção, manutenção e conservação de edificações e infraestrutura aeroportuária, de redes alimentadoras ou coletoras e de outras redes especiais.

A DIRENG tem como base principal duas subdiretorias: a Subdiretoria de Estudos e Projetos (SDE) e a Subdiretoria de Patrimônio (SDP). A SDE compreende a Divisão de Planejamento e Coordenação de Projetos (EP10), a Divisão de Engenharia de Edificações (EP20), a Divisão de Engenharia de Infraestrutura (EP30), a Divisão de Engenharia de Instalações (EP40), a Divisão de Coordenação e Fiscalização de Obras (EP50) e a Divisão de Sinalização (EP60). Por sua vez, a SDP compreende a Divisão de Patrimônio Imobiliário (DP10), a Divisão de Transporte de Superfície (DP20) e a Divisão de Contra-Incêndio (DP30). A primeira fase do estágio foi realizada na EP20, enquanto a segunda fase foi realizada na EP40.

## **2.2 Área onde foi desenvolvido o programa de estágio**

A EP20, divisão chefiada pelo Cel Eng Robson Fernandes Ramos à época do estágio, é responsável pela elaboração de estudos, normas e projetos de construção, manutenção e

conservação de edificações no que diz respeito aos aspectos arquitetônico e estrutural. Além disso, também é responsável pela confecção de orçamentos para todos os tipos de projetos, inclusive aqueles provenientes de outras divisões. Por sua vez, a EP40, divisão chefiada pelo Maj Eng Marcio Antonio da Silva Pimentel à época do estágio, é responsável pelo desenvolvimento de estudos, normas e projetos de instalações hidráulicas e sanitárias para edificações.

### **2.3 O estágio no contexto da empresa**

Atualmente, um tema de grande enfoque na EP40 é a sustentabilidade, uma vez que o COMAER exerce diversas atividades que exigem o adequado tratamento do impacto ambiental e que potencializam o aproveitamento energético de recursos. Se, por um lado, o tratamento dos efluentes doméstico, hospitalar e oriundo de processos de manutenção de aeronaves corresponde aos casos mais críticos, por outro lado, o aproveitamento de águas pluviais, biogás e energia solar representam alternativa financeira ou até mesmo exigência legal, dependendo da região. Assim, o estudo aprofundado sobre o aproveitamento de águas pluviais é de grande relevância, uma vez que tem como objetivo contribuir na redução de gastos da União e no amadurecimento de uma mentalidade voltada para o desenvolvimento sustentável.

## **3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

### **3.1 Primeira fase: Instrução técnico especializada**

Como já foi mencionado, a primeira fase do estágio, realizada na EP20, consistiu em uma instrução técnico especializada composta por seminários e visitas a obras.

#### **3.1.1 Seminários técnicos**

Primeiramente, foram percorridas todas as seções da divisão e, em cada uma, foram feitas apresentações pelos profissionais atuantes na área.

Na Seção de Orçamentos, foi possível aprender o método utilizado pela DIRENG na elaboração de um orçamento. Foi mostrado o desenvolvimento de planilhas orçamentárias, a

bibliografia utilizada para elaborar as composições analíticas, como as Tabelas de Composições de Preços para Orçamento (TCPO), e as fontes de preço comumente consultadas, como o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), o informativo SBC, a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a PINI através do software VOLARE. Além disso, a legislação mais importante em vigência foi discutida, como a Lei nº 8666, a qual define as regras para licitação, a Portaria MARE nº 2296/1997, que contém as diretrizes para a elaboração de especificações técnicas, e o Acórdão 325/2007 do Tribunal de Contas União (TCU), o qual retirou a administração local como item de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

Na seção de Arquitetura, foram apresentados os aspectos mais importantes da fiscalização de obras, as instruções específicas para a elaboração de projetos arquitetônicos das mais variadas áreas, a legislação vigente, o desenvolvimento de especificações técnicas etc. Um ponto bastante discutido foi a proposta da DIRENG de elaboração de uma Instrução Complementar da Aeronáutica (ICA) para definir as diretrizes da contratação de projetos executivos pelo COMAER. Esta ICA está em fase de construção e, a partir de sua vigência, espera-se diminuir os problemas verificados em projetos contratados ou até mesmo em fiscalizações de obras. Foram apresentadas as especificidades dos seguintes projetos desenvolvidos por esta seção:

- Reforma do Laboratório Químico-Farmacêutico da Aeronáutica (LAQFA);
- Construção do Hotel de Trânsito da Academia da Força Aérea (AFA);
- Construção de Próprios Nacionais Residenciais (PNR);
- Modernização das Seções de Subsistência da FAB (ranchos);
- Construção de Hospital na Base Aérea de Natal (BANT);
- Construção de Laboratório de Integração de Mísseis e de Paióis – Cachimbo.

Na Seção de Estruturas, foi mostrado o procedimento para a emissão de pareceres técnicos sobre problemas estruturais em edificações do COMAER. Especificamente, apresentou-se o caso do alojamento da Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR), o qual apresentava flechas excessivas em uma das lajes e trincamentos em elementos estruturais, oriundos de carregamentos não previstos.

Por fim, na Seção de Desenhos, foram apresentados os softwares utilizados e a proposta de reestruturação baseada no desenvolvimento e integração de projetos em 3D.

### 3.1.2 Visitas técnicas

Além dos seminários técnicos, a instrução em questão envolveu a realização de visitas a obras e elaboração de pareceres técnicos sobre as mesmas. Os principais aspectos técnicos observados nessas visitas serão abordados a seguir.

#### 3.1.2.1 Visita ao Laboratório Químico-Farmacêutico da Aeronáutica (LAQFA)

Esta visita foi realizada no dia 08/02/2011 por uma comitiva da DIRENG. O LAQFA, localizado na Ilha do Governador, no Rio de Janeiro, é uma unidade fabril de médio porte responsável por desenvolver, fabricar e distribuir medicamentos e produtos químicos para atender ao Comando da Aeronáutica e ao Sistema Público de Saúde. Para ampliar a capacidade de produção e o controle de qualidade, iniciou-se em 2004 a construção da nova fábrica de medicamentos do LAQFA (Figura 1), com um projeto que contempla instalações e equipamentos extremamente modernos, atendendo às exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Durante a visita, foram percorridas todas as áreas do laboratório e verificou-se que a busca pela qualidade envolve diversos aspectos, tais como o controle de salas limpas, bloqueios sanitários, rigidez na análise de matéria-prima, controle da embalagem final do produto acabado, estocagem e remessa ao local de destino. Como o laboratório deve seguir um padrão rígido de qualidade para que atenda às exigências da ANVISA e também para que produza medicamentos com segurança e qualidade, foram observados alguns detalhes da obra que devem ser corrigidos. Dessa forma, foi elaborado um parecer técnico apontando alguns dos aspectos observados, sobretudo no que diz respeito à drenagem da edificação.



Figura 1 – Nova fábrica de medicamentos do LAQFA

### 3.1.2.2 *Visita ao Museu Aeroespacial (MUSAL)*

Esta visita foi realizada no dia 14/02/2011 por uma comitiva da DIRENG. O Museu Aeroespacial foi construído em 1973 e abriga grande parte da história da aviação brasileira. Durante a visita, foi possível apreciar as diversas salas temáticas que recontam a história desde os primórdios da aviação aos avanços atuais na área aeroespacial, passando pelas invenções de Santos-Dumont, pela importância dos grupos de salvamento e resgate, pela participação feminina na FAB, pelas criações da EMBRAER etc. Além das salas temáticas, o MUSAL conta com uma grande exposição de aeronaves, na maior parte originais, espalhadas por seus hangares.

Apesar da grande importância do MUSAL e de seu acervo histórico, a infraestrutura do museu ainda é um pouco carente. Nos hangares existentes, há grande quantidade de aeronaves, faltando espaço para a entrada de outras, como mostra a Figura 2. Além disso, não há climatização nem aproveitamento da ventilação natural nos mesmos, o que deixa o ambiente extremamente quente. A cobertura dos hangares, composta de tesouras de madeira que suportam as telhas de amianto, sofre de algumas patologias, apresentando elementos flambados que deterioram a capacidade portante. No estágio atual, apenas uma tesoura de madeira foi trocada por tesoura metálica, visto que o custo de tal troca é bastante elevado, além de haver uma preocupação em resguardar a cultura do museu. Externamente, a região sofre com problemas de alagamentos durante chuvas fortes, ocasionando a entrada de água no museu, o que pode degradar o acervo histórico. Dessa forma, verifica-se a necessidade de um

estudo de drenagem adequado para que soluções possam ser propostas. Enfim, o MUSAL, maior museu de aviação da América do Sul, contém um acervo histórico de grande importância para o Brasil e para as gerações futuras, necessitando de algumas intervenções para que possa cumprir a sua missão cada vez com mais sucesso.



**Figura 2 – Hangar de exposição de aeronaves**

### *3.1.2.3 Visita ao canteiro de obras do Ginásio Brig Eduardo Gomes na Universidade da Força Aérea (UNIFA)*

Esta visita foi realizada no dia 14/02/2011 por uma comitiva da DIRENG. O Ginásio Brig Eduardo Gomes, localizado na UNIFA, passou por um projeto de modernização para compor a infraestrutura de recebimento dos V Jogos Mundiais Militares. No estágio observado durante a visita, o ginásio estava em vias de receber o revestimento de piso especificado e as terças de madeira da cobertura seriam trocadas por terças metálicas, como mostra a Figura 3.



**Figura 3 – Ginásio Brig Eduardo Gomes**

#### *3.1.2.4 Visita ao canteiro de obras da Vila dos V Jogos Mundiais Militares*

Esta visita foi realizada no dia 14/02/2011 por uma comitiva da DIRENG. O projeto de construção da Vila dos V Jogos Mundiais Militares consistiu na execução de 61 blocos de apartamentos, constituídos de 3 pavimentos e 2 apartamentos por pavimento, responsáveis por abrigar os atletas militares participantes dos jogos. Após o término dos V Jogos Mundiais Militares, a vila passou a constituir próprios nacionais residenciais para graduados da Força Aérea Brasileira.

Durante a visita, primeiramente foram apresentados: plantas baixas dos apartamentos, cronograma físico-financeiro e mapa de chuvas. Em seguida, percorreu-se um apartamento já concluído do bloco 3, verificando-se alguns aspectos da execução da obra, como o uso de gesso para revestimento em detrimento da composição chapisco, emboço e reboco. Tal decisão tende a agilizar a obra, porém também tende a encarecê-la, além de exigir um cuidado especial na execução. Infelizmente, alguns problemas foram identificados, como erro na especificação do pé-direito, instalação de janelas fixas sem possibilidade de fechamento (Figura 4), inutilização de espaço existente atrás dos armários dos quartos, má disposição de tomadas e equipamentos, dentre outros. Apesar disso, a funcionalidade dos apartamentos não foi afetada de uma maneira mais preocupante. Verificou-se também que a junção de dois blocos poderia ter sido feita no projeto, como mostra a Figura 5, acarretando grande economia na obra (revestimento, estrutura, escada etc).



**Figura 4 – Bloco de apartamentos da Vila**



**Figura 5 – Possibilidade de junção de blocos**

Posteriormente, a visita continuou pelos apartamentos dos blocos mais afastados da entrada, os quais ainda estavam sendo executados. Foi possível observar as instalações elétricas e hidráulicas, a colocação de gesso acartonado como forro e a utilização de pré-moldados.

### **3.2 Segunda fase: Sustentabilidade em instalações militares**

A segunda fase do estágio foi realizada na EP40 e teve como foco o tema da sustentabilidade. O aproveitamento de águas pluviais foi a área estudada, com o objetivo de incluir fontes alternativas de abastecimento em projetos futuros ou mesmo em instalações militares já existentes. Assim, pretende-se obter uma redução de gastos da União, como também contribuir na inserção da FAB no cenário de desenvolvimento sustentável.

Para discutir o aproveitamento de águas pluviais no contexto das instalações militares do COMAER, utilizou-se como estudo de caso o PAMA-GL. Para a análise de viabilidade do aproveitamento nesta organização militar, primeiramente foi necessário realizar um estudo sobre a mesma, com o objetivo de obter dados indispensáveis para a análise, tais como perfil de consumo de água, instalações existentes e histórico de precipitações. Em seguida, foi feita a caracterização da qualidade da água pluvial, a fim de extrair parâmetros de projeto relacionados à eficiência de pré-tratamento, balizando a especificação do sistema de pós-tratamento necessário para as aplicabilidades projetadas. Finalmente, realizou-se o dimensionamento dos principais componentes do sistema, com o objetivo de viabilizar a avaliação econômica do sistema proposto. As principais atividades realizadas estão descritas a seguir.

#### **3.2.1 Revisão bibliográfica**

Foi necessário estudar a literatura no que diz respeito aos parâmetros de qualidade da água, aos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, aos tipos de tratamento, bem como toda a legislação em vigor.

### 3.2.2 Levantamento de dados: PAMA-GL

Foram realizadas inúmeras visitas ao PAMA-GL para a coleta de informações necessárias ao desenvolvimento do trabalho, tais como: plano diretor da organização militar, dimensões de edificações, perfil de consumo de água, rede de águas pluviais, histórico de precipitações etc. A Figura 6 mostra o PAMA-GL e seus principais hangares de manutenção de aeronaves.



**Figura 6 – PAMA-GL**

### 3.2.3 Realização da caracterização da qualidade da água pluvial

A caracterização foi feita para diferentes valores de descarte do escoamento inicial de precipitação (*first flush*), com o objetivo de analisar a atuação desta primeira forma de tratamento na melhoria de qualidade da água pluvial.

#### 3.2.3.1 Desenvolvimento de metodologia para a coleta de água pluvial

Foi necessário escolher o ponto de coleta de água pluvial, desenvolver o aparato experimental e definir as diretrizes do método de coleta. A Figura 7 apresenta a caixa de areia escolhida e o condutor que chega até esta caixa. A Figura 8 mostra o pluviômetro construído para controle do descarte do escoamento inicial e a Figura 9 mostra o aparato para a coleta da

água pluvial. Por fim, a Figura 10 apresenta o posicionamento do pluviômetro durante uma coleta.



**Figura 7 – Ponto de coleta**



**Figura 8 – Pluviômetro com marcações indicativas do *first flush***



**Figura 9 – Aparato experimental para a coleta de água pluvial**



**Figura 10 – Posicionamento do pluviômetro durante uma coleta**

### *3.2.3.2 Realização de análises físico-químicas e microbiológicas*

Para que as análises físico-químicas e microbiológicas pudessem ser realizadas, foi necessário procurar laboratórios dispostos a disponibilizar seus equipamentos e materiais. Após a realização de contatos, ficou acordada a realização das análises no laboratório do Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA), da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP), unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz

(FIOCRUZ). A Figura 11 mostra uma análise de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) sendo realizada.



**Figura 11 – Análise de DBO**

### **3.2.4 Projeto do sistema de aproveitamento de águas pluviais para o PAMA-GL**

Com os resultados da caracterização da qualidade da água pluvial, foi possível realizar o dimensionamento de todos os componentes do sistema. Para o caso do reservatório de águas pluviais, desenvolveu-se um novo método de dimensionamento, utilizando conceitos da Pesquisa Operacional. Além disso, elaborou-se uma planilha no software *Excel* com o auxílio da linguagem *Visual Basic for Applications* (VBA), a fim de possibilitar o cálculo automático do volume do reservatório para alguns parâmetros de entrada. Assim, criou-se uma ferramenta bastante prática capaz de facilitar a expansão de projetos de aproveitamento de águas pluviais para outras instalações militares da FAB pelo Brasil.

Todos os resultados obtidos estão apresentados no Trabalho de Graduação “Aproveitamento de águas pluviais em instalações militares do Comando da Aeronáutica: aplicação ao caso do PAMA-GL”, de autoria da aluna Mayara Condé Rocha Murça, e no artigo “Dimensionamento de reservatórios de águas pluviais utilizando conceitos da Pesquisa Operacional”, de autoria da aluna Mayara Condé Rocha Murça e do Prof. Dr. Marcelo De Julio.

### **3.3 Participação em treinamentos**

Para a caracterização da qualidade da água pluvial do PAMA-GL, foi necessário realizar um treinamento na FIOCRUZ, a fim de aprender as principais técnicas de análise e

possibilitar uma familiarização com os aparelhos. Com o treinamento, a realização das seguintes análises físico-químicas e microbiológicas foi aprendida: turbidez, cor aparente, cor verdadeira, pH, DBO, íons, coliformes totais e E. coli. A Figura 12 mostra um análise de cor verdadeira sendo realizada.



**Figura 12 – Análise de cor verdadeira**

#### **4 COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES**

O estágio curricular realizado na DIRENG permitiu o envolvimento com o futuro meio profissional de engenharia e com situações inéditas não vivenciadas no ambiente acadêmico, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cada vez mais importantes atualmente. Especificamente no contexto militar, o estágio trouxe diversas oportunidades em que foi necessário atuar como oficial engenheiro da Força Aérea Brasileira, apesar de a formação ainda não ter sido oficialmente concluída. O desenvolvimento do estudo sobre o aproveitamento de águas pluviais em instalações militares trouxe um grande desenvolvimento pessoal no que diz respeito ao envolvimento com organizações militares e civis, à criação de uma rede de contatos diversificada, à capacidade de solução de problemas, ao relacionamento interpessoal etc. Por fim, foi possível ter contato com um ambiente de laboratório e com as especificidades da elaboração de um trabalho científico. Assim, concluiu-se que o estágio curricular viabilizou uma grande experiência fora do ambiente acadêmico, trazendo aprendizados importantes e contribuindo para o desenvolvimento profissional do engenheiro.