

**UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ  
LEANDRO LUIZ GRZYBOWSKI**

**UTILIZAÇÃO DA AERONAVE CESSNA T206H TURBO STATIONAIR PARA  
REALIZAÇÃO DO PERFILAMENTO A LASER**

**CURITIBA  
2010**

**LEANDRO LUIZ GRZYBOWSKI**

**UTILIZAÇÃO DA AERONAVE CESSNA T206H TURBO STATIONAIR PARA  
REALIZAÇÃO DO PERFILAMENTO A LASER**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito avaliativo para obtenção do grau de especialista em Gestão de Empresas do Transporte Aéreo da Faculdade de Ciências Aeronáuticas da Universidade Tuiuti do Paraná.

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**Leandro Luiz Grzybowski**

### **UTILIZAÇÃO DA AERONAVE CESSNA T206H TURBO STATIONAIR PARA REALIZAÇÃO DO PERFILAMENTO A LASER**

ESSE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO FOI JULGADO E APROVADO PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS – GESTÃO DE  
EMPRESAS DO TRANSPORTE AÉREO DA UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ.

CURITIBA, 10 DE DEZEMBRO DE 2010

---

PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS – GESTÃO DE EMPRESAS DO  
TRANSPORTE ÁEREO

UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ

ORIENTADOR: PROF. LUIZ ADONIS BATISTA PINHEIRO

*“Na luta pelo progresso, só vale o sucesso.”*

*Santos Dumont*

## RESUMO

A utilização de sensores laser aerotransportados vem crescendo de forma significativa devido ao seu alto desempenho e precisão. O mercado atual vem cada vez com mais exigências e o desafio é conciliar a rápida execução do perfilamento a laser com a máxima rentabilidade e precisão. Esse trabalho visa realizar uma análise geral e comparativa a fim de demonstrar tanto a eficiência quanto a economia quando se utiliza a aeronave Cessna T206H na realização de um perfilamento a laser.

Palavras-chave: C206, Aerolevantamentos, Perfilamento Laser

## ABSTRACT

The use of airborne laser sensors has grown significantly due to its high performance and precision. The current market is increasingly more demands and the challenge is to reconcile the fast implementation of profiling laser with maximum profitability and precision. This work aims at a general comparative analysis and to demonstrate both efficiency and economy when using the aircraft Cessna T206H in carrying out profiling laser.

Key-words: C206, Aerial Survey, Profiling Laser

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Programa de Manutenção. ....	34
Tabela 02 – TBO. ....	34
Tabela 03 – Consumo de Combustível. ....	35
Tabela 04 – Investimento. ....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Certificado de Homologação ANAC. . . . .	14
Figura 02 – Dimensões Externas da Aeronave. . . . .	16
Figura 03 – Dimensões Internas da Aeronave. . . . .	17
Figura 04 – Painel da Aeronave. . . . .	21
Figura 05 – Painel G1000. . . . .	29
Figura 06 – Motor Lycoming O-540. . . . .	30
Figura 07 - Modificação na aeronave. . . . .	38
Figura 08 - Modificação na aeronave. . . . .	38
Figura 09 - Modificação na aeronave. . . . .	39
Figura 10 - Modificação na aeronave. . . . .	39
Figura 11 - Modificação na aeronave. . . . .	40
Figura 12 - Layout do interior da aeronave. . . . .	41



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.3	JUSTIFICATIVA .....	12
1.3	BASE TEÓRICA DA PESQUISA.....	12
2	<b>INFORMAÇÕES DA AERONAVE</b> .....	13
2.1	FABRICANTE.....	13
2.2	INFORMAÇÕES TÉCNICAS DA AERONAVE.....	13
2.2.1	Descrição Geral.....	13
2.2.2	Certificação.....	14
2.2.3	Dimensões.....	14
2.2.4	Pesos e capacidades.....	17
2.2.5	Performance.....	18
2.2.6	Motopropulsor e Acessórios .....	19
2.2.7	Painel.....	21
2.2.8	Energia Elétrica.....	21
2.2.9	Sistema de indicações do motor.....	22
2.2.10	Ambiente.....	23
2.2.11	Exterior.....	23
2.2.12	Luzes Exteriores.....	24
2.2.13	Controles de Vôo.....	25
2.2.14	Sistema de combustível.....	26
2.2.15	Interior.....	26
2.2.16	Luzes interiores.....	26
2.3	DESCRIÇÃO DETALHADA – AVIÔNICOS – MOTOR - HÉLICE .....	28
2.3.1	Aviônicos.....	28
2.3.2	Motor.....	30
2.3.4	Hélice.....	31
3	<b>MANUTENÇÃO</b> .....	32
3.1	MANUTENÇÕES PROGRAMADAS.....	32

3.2	MANUTENÇÃO DE AVIÔNICOS. ....	33
3.3	TBO. ....	33
3.4	PEÇAS. ....	33
4	<b>COMPARATIVOS E VANTAGENS.</b> ....	34
4.1	MANUTENÇÕES PROGRAMADAS. ....	34
4.2	TBO – TIME BETWEEN OVERHAUL (TEMPO PARA REVISÃO GERAL DO MOTOR) ....	34
4.3	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL. ....	35
4.4	COMPARATIVO GERAL. ....	36
4.5	VANTAGENS. ....	37
4.5.1	Para as empresas. ....	37
4.5.2	Para a utilização do Laser Aerotransportado ....	37
4.5.3	Da aeronave em geral (por ser asa alta). ....	37
5	<b>MODIFICAÇÃO DA AERONAVE.</b> ....	37
5.1	LAYOUT DO INTERIOR DA AERONAVE APÓS MODIFICAÇÃO. ....	40
6	<b>INVESTIMENTO.</b> ....	41
7	<b>CONCLUSÃO.</b> ....	46
	REFERÊNCIAS. ....	47

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O mercado da aviação, independente da atividade exercida, vem se aquecendo cada vez mais, forçando os fabricantes a investirem em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias a fim de oferecer mais opções com menores custos aos clientes. Em consequência dessa aceleração, é inevitável que mais cedo ou mais tarde as empresas venham a procurar novas opções oferecidas a fim de otimizar suas atividades diminuindo seus custos operacionais, aumentando a confiabilidade, melhorando sua imagem frente ao mercado e conseqüentemente aumentando o lucro.

O perfilamento a laser aerotransportado é utilizado para obtenção das feições atlimétricas do terreno, substituindo métodos topográficos tradicionais tais como nivelamento geométrico, levantamentos de perfis entre outros. A tecnologia justifica sua utilização devido a obtenção rápida dos dados, precisão e economia de recursos financeiros, técnicos e humanos. O perfilamento permite a geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) e Modelos Digitais de Terreno (MDT), com aplicações em mapeamento planialtimétrico básico; curvas de nível; áreas de enchente; declividade do terreno; drenagem do terreno; mapeamentos temáticos das áreas de desmatamento, matas nativas e reflorestamento; geração de ortoimagens de intensidade e hipsométrica; cálculos volumétricos da vegetação ou do terreno, entre outros.

A união da tecnologia aeronáutica (aeronaves) e cartográfica (sensor laser aerotransportado) necessitam de uma integração perfeita para que todo o processo ocorra da maneira mais rápida, eficiente e econômica possível, utilizando aeronaves e sensores apropriados para a operação.

## 1.2 OBJETIVOS

Demonstrar para as empresas de aerolevanteamento o quanto as mesmas podem ganhar em produtividade, desempenho, segurança e economia ao realizar o investimento na aquisição de uma aeronave Cessna T206H para realização de serviços de perfilamento a laser.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

As empresas de aerolevanteamento de uma forma geral são empresas que não possuem uma cultura aeronáutica visto que são empresas com objetivos e cultura cartográficas. Justifica-se a partir de tal fato uma maior atenção na escolha da aeronave adequada para realização do serviço com maior eficiência e economia.

## 1.3 BASE TEÓRICA DA PESQUISA

Todo estudo foi realizado a partir de dados fornecidos pelo fabricante Cessna e comparados com informações de banco de dados estatísticos fornecidos pelas empresas baseados no histórico de utilização das aeronaves.

## **2 INFORMAÇÕES DA AERONAVE**

### **2.1 FABRICANTE**

A empresa fabricante da aeronave é a Cessna Aircraft Company, a qual fica sediada em Wichita, Kansas, Estados Unidos. A Cessna é um fabricante de aeronaves que fabrica desde pequenas aeronaves monomotores até jatos comerciais. Sua fundação foi em Junho de 1911, quando o Sr Clyde Cessna, um agricultor, construiu um avião de sistemas e métodos simples, tornando-se logo em seguida a primeira pessoa a construir um avião e sobrevoar o Rio Mississippi e as Montanhas Rochosas.

Em 1985 a Cessna foi vendida para a General Dynamics Corp a qual paralizou totalmente a produção de aeronaves com motores a pistão devido à fiabilidade dos componentes. Em 1992 a Textron Inc. Comprou a Cessna e instantaneamente retomou a fabricação das aeronaves com motores a pistão.

A frota estimadas de monomotores da Cessna no Brasil é de 3.000 unidades. A cada 4 segundos uma aeronave monomotor Cessna decola ou pousa em algum lugar do mundo. Já são mais de 185.000 monomotores a pistão produzidos em 80 anos.

### **2.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS DA AERONAVE**

#### **2.2.1 Descrição Geral**

Todas as informações aqui contidas se aplicam ao Cessna Turbo Stationair (Modelo T206H). O turbo stationair é feito todo em metal, possui 6 lugares, asa alta, trem de pouso fixo, com um único motor a pistão designado para fins de utilidade geral.

## 2.2.2 Certificação

O modelo T206H é certificado conforme os requisitos do U.S FAA Federal Aviation Regulation, parte 23, emenda 23-6, incluindo operação diurna, noturna, visual e instrumento.

No Brasil, o modelo T206H é certificado conforme os requisitos do RBHA 23. Abaixo segue o certificado de homologação da aeronave.



**AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - BRASIL**

**CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO DE TIPO**  
(Type Certificate)

**AERONAVE IMPORTADA (IMPORTED AIRCRAFT)**

NÚMERO **1999T06**  
(Number)

Este Certificado, emitido com base na Lei 7535 "Código Brasileiro de Aeronáutica", de 19 de dezembro de 1986, e contido a este Certificado, issued in the basis of the Law 7535 "Código Brasileiro de Aeronáutica", dated 19 December 1986, is granted to

**CESSNA AIRCRAFT CO.**

por ter o projeto de tipo do produto abaixo citado satisffeito às condições de aeronavabilidade do Regulamento Brasileiro de Homologação de Aeronaves RBHA nº 23 desde que sejam observadas as limitações operacionais e demais condições prescritas neste regulamento e suas alterações, provided that the project of the type design and other conditions prescribed in the Regulation and its amendments are observed.

Acronímico RBHA nº **23** desde que sejam observadas as limitações operacionais e demais condições prescritas neste regulamento e suas alterações, provided that the project of the type design and other conditions prescribed in the Regulation and its amendments are observed.

no. Especificação de **AERONAVE (AIRCRAFT)** No. **EA-1999T06**  
(Type Certificate No.)

Modelos (Models): **Cessna 206H and T206H**

Este Certificado e a respectiva Especificação de **AERONAVE (AIRCRAFT)** de qual faz parte serão válidos até que este Certificado and its Type Certificate Data Sheet which is a part hereof shall remain in effect and

sejam cancelados por revogação, suspensos, revogados ou um prazo limite seja estabelecido pela Agência Nacional de Aviação Civil, provided that the project of the type design and other conditions prescribed in the Regulation and its amendments are observed.

Data de Emissão: **11 de agosto de 1997** (August) Data de Emissão: **18 de junho de 1999** (June)

Data de Aplicação: **11 de agosto de 1997** (August) Data de Emissão: **18 de junho de 1999** (June)

  
**CLÁUDIO PASSOS SIMÃO**  
 Gerente Geral, Certificação Produtos Aeronáuticos  
 (General Manager, Aircraft Product Certification)

  
**MILTON ZUANAZZI**  
 Diretor-Presidente  
 (Director-President)

Realizado em **05 de maio de 2007** (May)  
 (Issued on)

Este Certificado pode ser transferido, porém a sua validação dependerá de aprovação da ANAC.  
(This Certificate may be transferred, but its validation must be done by ANAC.)

Figura 01 – Certificado de Homologação ANAC

## 2.2.3 Dimensões

Altura total. . . . . 9 ft 3.5 in (2.83m)

Comprimento total. . . . . 28 ft 3 in (8.61m)

## **Asa**

Envergadura (total) . . . . . 36 ft (10.97m)

Área . . . . . 174 sq ft (16.2sq m)

## **Cabine**

Altura (max) . . . . . 49.5 in (1.26m)

Largura. . . . . 44 in (1.12m)

Comprimento. . . . . 145 in (3.68m)

## **Porta da Cabine**

Altura (frente) . . . . . 41 in (1.04m)

Altura (atrás) . . . . . 39 in (1.00m)

Largura (topo). . . . . 32.5 in (.83m)

Largura (fundo). . . . . 37 in (.94m)

## **Portas de Carga**

Altura (frente). . . . . 39.25 in (1.00m)

Comprimento (atrás) . . . . . 37.5 in (95m)

Largura (topo) . . . . . 43 in (1.09m)

Largura (fundo) . . . . . 40 in (1.02m)

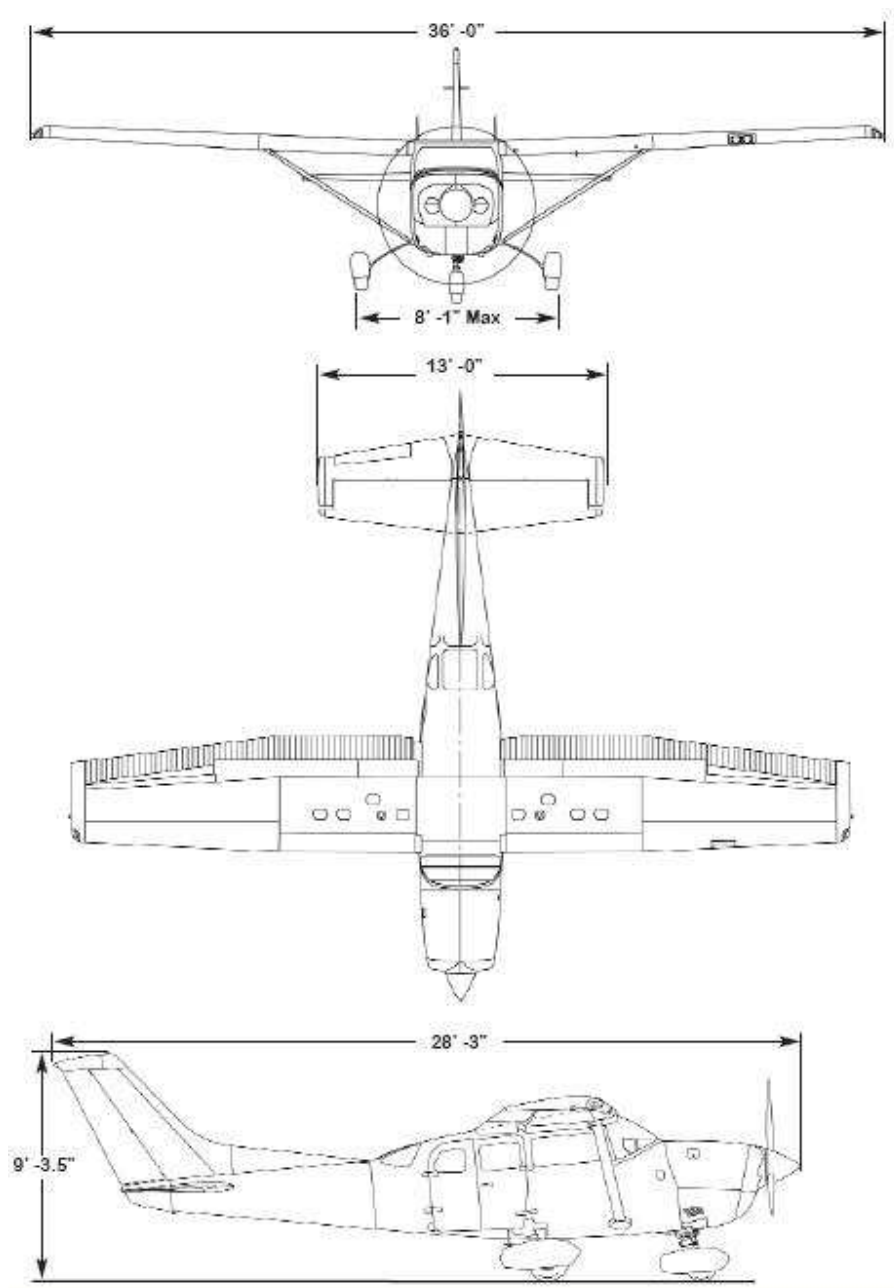
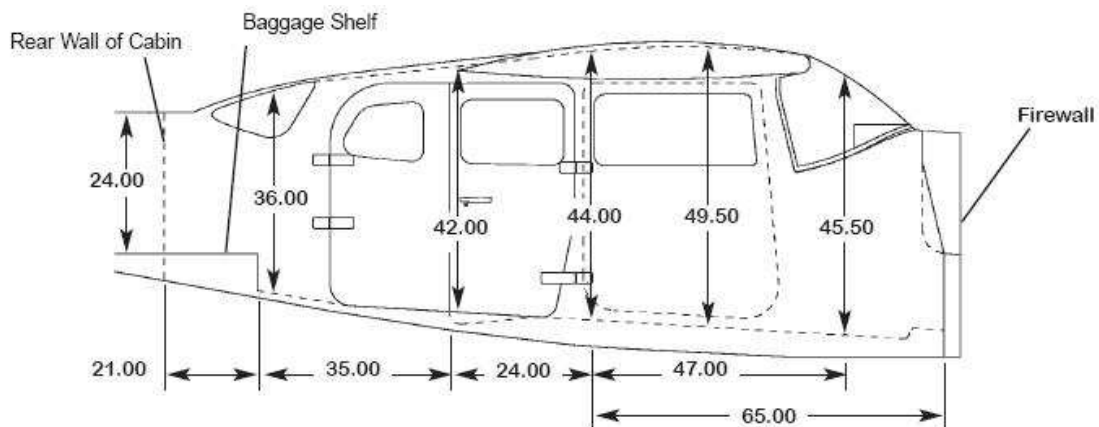
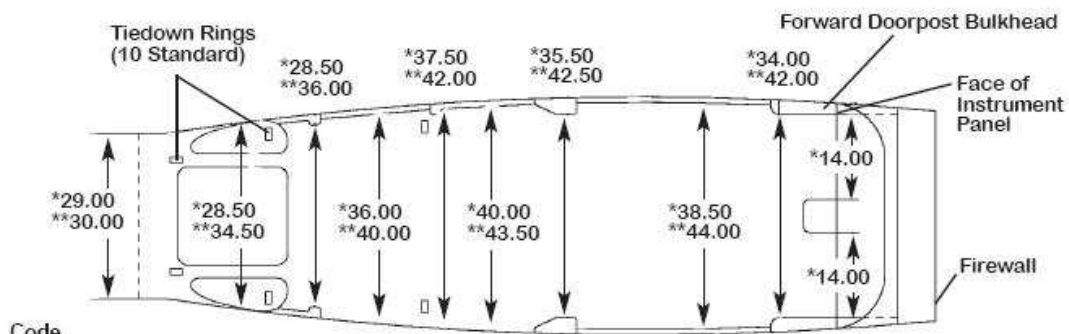


Figura 02 – Dimensões Externas da Aeronave





**Cabin Height Dimensions**



**Code**

\* Cabin Floor

\*\* Lower Window Line

**Cabin Width Dimensions**

**Figura 03 – Dimensões Internas da Aeronave**

**2.2.4 Pesos e capacidades**

Peso máximo de rampa . . . . .	3,617 lbs (1,641 kg)
Peso máximo de decolagem. . . . .	3,600 lbs (1,633 kg)
Peso máximo de pouso. . . . .	3,600 lbs (1,633 kg)
Peso vazio . . . . .	2,362 lbs (1,071 kg)
Peso máximo de carga . . . . .	1,255 lbs (570 kg)

Bagagem permitida. . . . . 180 lbs (82kg)

### **Capacidade de combustível**

Capacidade Total . . . . .92 gal (348.2 L)

Total Usável. . . . . 87 gal (329.3 L)

Capacidade total de cada tanque. . . . . 46 gal (174.1 L)

Capacidade total usável de cada tanque . . . . . 43.5 gal (164.6 L)

### **Capacidade de Óleo**

Sump . . . . .8 qts (7.5 L)

Capacidade total . . . . . 9 qts (8.5 L)

#### **2.2.5 Performance**

Todos os dados de desempenho são estimados em com base em um avião com peso de 3.600 libras, condições atmosféricas normais, superfície dura, pista seca e nenhum vento. Os valores são calculados após vôos testes realizados pela Cessna Aircraft Company sob condições cuidadosamente documentadas e poderá variar de acordo com cada avião, piloto e outros fatores que afetam o desempenho do vôo.

Teto de serviço . . . . .27,000 ft

Distância de decolagem (Ground Roll) . . . . .910 ft

Distância de decolagem (Sobre obstáculo de 50 ft) . . . . .1740 ft

Máxima razão de subida . . . . . 1,050 fpm (pés por minuto)

Max Velocidade (17,000 ft). . . . . 178 kts / 205 mph

Max Alcance e Autonomia. . . . . 703 nm / 6.3 hrs

Velocidade de Cruzeiro (75% potência a 20,000 ft). . . . .	164 kts / 189 mph
Velocidade de Alcance e cruzeiro (75% potência a 20,000 ft). .	.559 nm / 3.6 hrs
Distancia para pouso (Ground Roll). . . . .	.735 ft
Distancia para pouso (Sobre obstáculo de 50 ft). . . . .	.1395 ft

### 2.2.6 Motopropulsor e Acessórios

- Motor Lycoming TIO-540-AJ1A
- 310 HP @2500 RPM
- Certificado para combustível 100LL & 100
- Sistema de Turbo (Totalmente automático)
- Sistema de Injeção de Combustível
- Motor montado em aço tubular
- Sistema de montagem de motor “Bed Dynafocal”
- Bomba de vácuo reserva
- Entrada de ar alternativa do motor automática
- Resfriamento do óleo
- Rígido – Montado com capuz
- Cowl Flaps Manual
- Filtro de ar induzido
- Fluxo de óleo no filtro
- Controle de potência
- Manete de controle de mistura
- Manete de controle de hélice

- Sistema de ignição duplo, Magneto blindado
- Escape do motor silencioso
- Hélice McCauley Velocidade constante, 3 pás Metal Propeller w/ Boots anti-gelo
- Governador de hélice
- Hélice Spinner, Polido
- Partida Elétrica

## 2.2.7 Painel

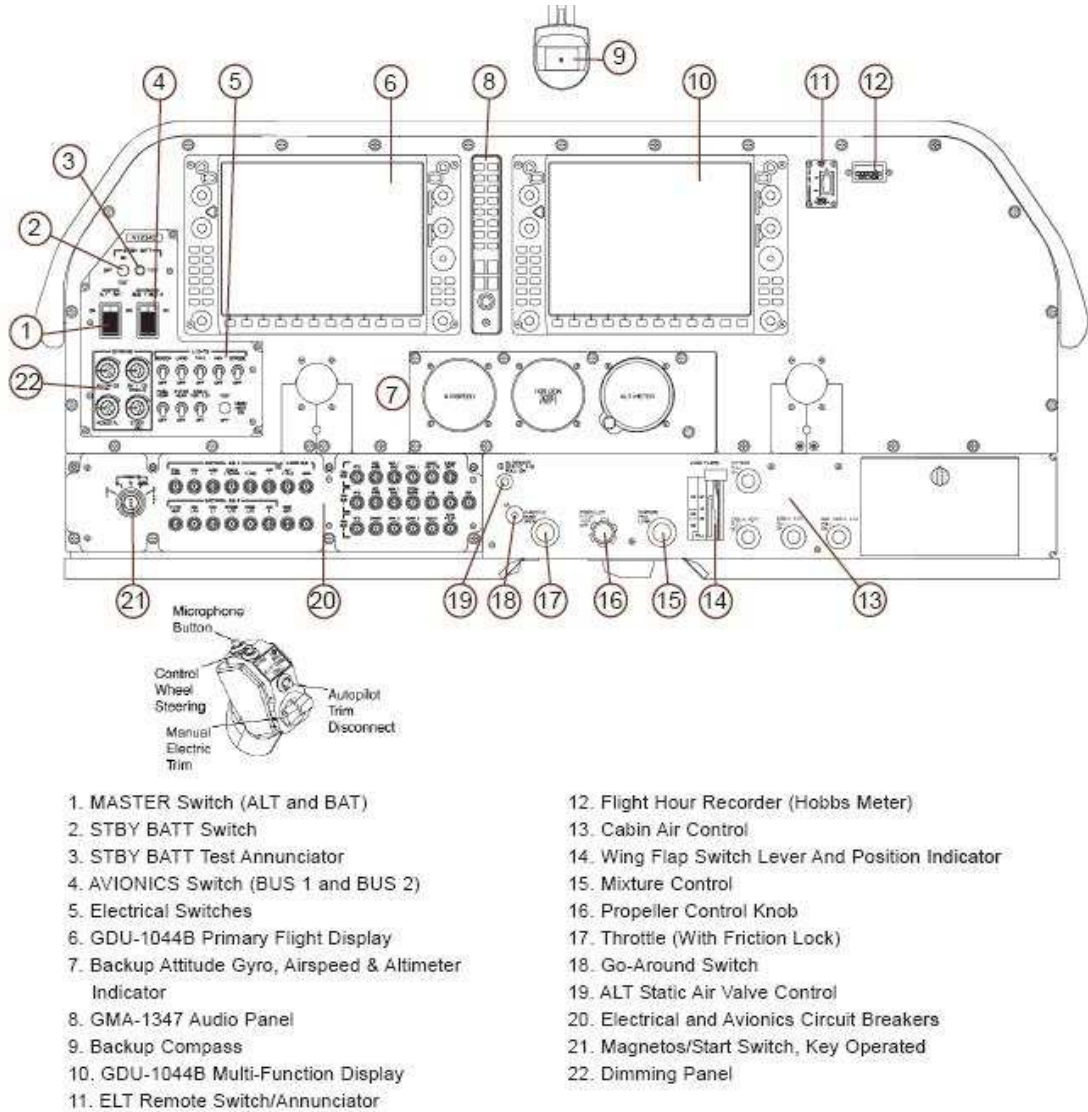


Figura 04 – Painel da Aeronave

## 2.2.8 Energia Elétrica

- Alternador, 28 Volt, 95 Amp
- Bateria, 24 Volt, 10.0 AH (1 hr rate), múltiplo tipo

- Bateria reserva, 24 volt, 6.2 AH (1 hr rate), tipo selada
- Controle de bateria reserva
- Circuito elétrico do painel
- Alternador/Bateria Master Switch
- Split Aviônicos Master Switch
- Circuit Breakers, Electrical (Disjuntores)
- Switches, Electrical
- Electrical J-Box
- Unidade de controle do alternador
- Sensor de corrente da bateria
- Ground Service Receptacle
- Starter Relay
- Alternador Relay
- Bateria Relay
- Ground Power Relay
- Circuito de proteção Bus
- Cabin Power Jack -12 Volt (fore & aft)
- Hélice Timer de anti-gelo
- Hélice quente

#### 2.2.9 Sistema de indicações do motor

- Amperímetro
- Voltímetro

- Vácuo
- Manifold Pressão
- Temperatura e pressão do óleo
- Tacômetro (Horímetro)
- Fluxo de combustível (GPH)
- LH/RH – Quantidade de combustível
- CHT – Temperatura da cabeça do cilindro
- EGT – Temperatura dos gases de escape
- TIT – Temperatura do turbo
- Motor de indicação da Bomba de Vácuo
- Anúncios – Cuidado e Aviso
- Alertas (PFD)

#### 2.2.10 Ambiente

- Parabrisa com degelo
- Ventilador ajustável (6 lugares)
- Sistema de aquecimento
- Isolamento acústico
- Sistema de detecção de monóxido de carbono
- Sistema de Oxigênio

Garrafa de Oxigênio - 76 Cu. Ft.

Portas de oxigênio / Máscaras - Piloto / Co-Piloto / Passageiros

Indicador de Oxigênio - Console do overhead

Oxigênio Remoto

### 2.2.11 Exterior

- Anti corrosivo, em toda estrutura
- LH Porta, Piloto w/ Dobradiça da janela, Fechada à chave
- RH Porta de Carga, w/Fechada à chave
- Janela com possibilidade de abertura– RH (Co-piloto)
- Janela atrás
- Todas janelas levemente pintadas
- Trem de pouso fixo
- Pintura com tinta branca de poliuretano
- Reabastecimento “Steps and Handles”, Asa com alta resistência de compressão longitudinal

- Fuselagem

Fixed Cabin Entrance Steps

Liga de anéis, LH/RH Asa & Cauda

Tipo do tubo dos trens de pouso pneus

Nariz – 5.00 X 5

Principal - 6.00 X 6

Camber cônico na ponta da asa (Camber é um termo da aerodinâmica para designar a linha média entre o extradorso e o intradorso de um aerofólio (perfil de uma asa)

Braços reforçados, Camber elevado nas asas.

Mechas estáticas

### 2.2.12 Luzes Exteriores



- Luz “beacon” – Vertical na cauda
- Luz de navegação, LH/RH Ponta da asa & Cauda
- Detectores de luz de navegação, LH/RH
- Strobe na ponta da asa, LH/RH
- Descarga de Alta intensidade(HID) Luzes de Pouso (Landing) e Luzes de táxi, LH Asa
  - HID Balastros eletrônicos
- Luzes auxiliares embaixo da asa, LH and RH

### 2.2.13 Controles de Vôo

- Freio hidráulico, operados com a ponta dos pés
- Freio de estacionamento
- Cabos de controle de aço inoxidável
- Comandos de vôo duplo – Aileron/Elevator/Rudder
- Controle do leme envolvido em couro (piloto e co-piloto)
- Controles no manche:
  - ➔ Pitch Trim
  - ➔ “Desacopla” Piloto Automático
  - ➔ Botão de controle da “roda do leme”
- Botão de “Go-Around” (Arremetida)
- Elevator Trim Manual/Elétrico
- Rudder Trim Manual
- Flapes elétricos
- “Roda de controle” do nariz (pitch)
- Trava de Controle de Airelon e Elevator

#### 2.2.14 Sistema de combustível

- Bomba de combustível auxiliar elétrica
- Bomba de combustível motora
- Tanques de combustível integrados
- Válvula seletora de combustível (Left/Both/Right/Off)
- “Filtro” de combustível, incorporado ao dreno na fuselagem
- 5 drenos de combustível por asa
- Copo de amostragem de combustível
- Sistema de retorno do “vapor” do combustível

#### 2.2.15 Interior

- Pintura interior conforme tema escolhido
- Acabamento das portas e do painel feito de Kydex
- Assentos de couro
- Piso aderente na área da tripulação
- Carpet na área dos passageiros
- Porta copos (Piloto, Copiloto e passageiros)
- Descanço para os braços nos assentos
- Banco do piloto e co-piloto
  - > Ajustável “para frente e para trás”
  - > Reclinável

-> Ajuste vertical

- Checklist da aeronave
- Manual de operação da aeronave
- Extintor de incêndio “ao alcance” da mão
- Painel de instrumentos protegidos de ofuscamento causado pela claridade/sol
- Barra para cabide de roupas
- Instrumentos do painel revestidos de metal
- Compartimento para mapa/luva
- Rede para bagagem
- Rádio revestido de metal
- Bolso para mapas e outros itens
- Porta da cabine com chapas “lixadas”, arredondadas
- Viseiras contra o sol, para o piloto e co-piloto
- Tranca de reboque

#### 2.2.16 Luzes interiores

- Luzes individuais para piloto e copiloto (acima, no teto)
- Luzes individuais para os passageiros (acima, no teto)
- Luzes interiores com controle de intensidade
- Luz para leitura de mapas (controle do piloto)
- Sub-painel de iluminação para:
  - ➔ Flaps
  - ➔ Manetes de potencia
  - ➔ Mistura

## → Hélice

- Luzes internas nos instrumentos analógicos de stand-by
- Luzes em todos switches e botões do painel de instrumentos.

## **2.3 DESCRIÇÃO DETALHADA – AVIÔNICOS – MOTOR - HÉLICE**

### 2.3.1 Aviônicos

A aeronave é totalmente equipada com o painel Garmin 1000. Ainda hoje muitos pilotos tem um pouco de receio em confiar totalmente no sistema pois ele tem maior dependência do sistema elétrico do que aeronaves com instrumentos convencionais.

O que acontece é que muitas pessoas não tem o conhecimento que o sistema elétrico das aeronaves equipadas com o Glass Cockpit é que o mesmo sofreu grandes modificações e possuem uma redundância enorme. Atualmente as aeronaves equipadas com tal sistema informam o piloto imediatamente após qualquer falha elétrica e graças à instalação de baterias reservas o piloto possui mais tempo para uma tomada de decisão, ao contrário do passado onde falhas elétricas eram mais comuns e muitas vezes o piloto só percebia o problema quando a bateria já havia sido totalmente esvaziada.

Conforme um estudo realizado pela Universidade de Iowa, a utilização de aeronaves com Glass Cockpit elevam a consciência situacional do piloto em 3 níveis:

- 1 – Melhor percepção do ambiente a sua volta, uma vez que os dados apresentados pelo G1000 são de fácil compreensão.
- 2 – Melhor compreensão da atual situação da aeronave.
- 3 – Melhor projeção futura de como estará a aeronave e o piloto.

## **Garmin G1000**

- ✓ 02 CDUs (Reversíveis) – PFD / MFD de 10,4”;
- ✓ Attitude Heading & Reference System (AHRS);
- ✓ Air Data Computer (ADC);
- ✓ 02 NAV/COM Interface Adaptor (Nav/Com/GPS);
- ✓ Unidade de monitoramento Motor/Célula;
- ✓ Painel de Áudio Digital;
- ✓ Transponder – Modo S com TIS (Traffic Information System);
- ✓ Magnetometer (3-axis);
- ✓ XM Weather / Radio;
- ✓ Autopilot (GFC 700)
- ✓ Stormscope (WX-500);
- ✓ Backup Instruments (velocímetro, altímetro e horizonte);
- ✓ Bateria Backup;
- ✓ Informações Relativas de relevo e mapa de obstáculos



Figura 05 – Painel G1000

### 2.3.2 Motor

Os motores da série Lycoming O-540 são seis cilindros, de direção direta, horizontalmente opostos, com sistemas de refrigeração a ar. Os cilindros são de uma construção convencional de refrigeração a ar com as cabeças feitas de alumínio fundido e de uma câmara de combustão usinada. Os eixos Rocker que suportam o rolamento são integralmente lançados com a cabeça, juntamente com o alojamento para as caixas do rocker. Os barris do cilindro tem um profundo resfriamento por barbatanas, e o interior dos barris tem um solo/chão aperfeiçoado para um fim específico. As séries dos motores IO-540 e TIO-540 (versão turbo) são equipadas com um sistema de injeção de combustível, com programação da injeção de combustível em proporção ao fluxo/corrente de ar. A vaporização do combustível ocorre nas portas de entrada. Um turbo é montado como parte integral da série TIO-540. Uma válvula automática de controle do turbo fornece uma densidade de ar constante para a entrada do injetor de combustível desde o nível do mar até altitudes críticas.



Figura 06 – Motor Lycoming O-540

#### 2.3.4 Hélice

Por mais de 6 décadas, McMauly tem estabelecido o padrão para o design das hélices. Nossas realizações de engenharia e performance são inigualáveis na indústria. E nossa linha de pistões e turbinas de hélices continua a "empurrar" as performances a novos limites. A família de hélices de McMauly é tão diversa (diversificada) quanto duradoura. Nós ofereceremos um leque completo de hélices, incluindo:

##### Pitich Fixo

Uma linha completa de hélices de alumínio "fixado" único - o motor do avião fornece performance máxima - e custo operacional mínimo.

##### Velocidade Constante

Já em uso em milhares de aviões de motor-único, esta série de hélices são destacadas por serem exclusivamente de uma peça, eixo "cheio de óleo" com threadless (thread = fio ou rosca, less = menos) lâmina de retenção. Isto significa ótima dependabilidade, juntamente com baixo custo e alta performance.

##### Full-Feathering

Quando foram introduzidas pela primeira vez há mais de 30 anos, as hélices "full-feathering" (com todos os recursos, pontos marcantes) de McCauley's para motores gêmeos (ou aviões com dois motores iguais, algo assim) e aviões com turbinas, utilizavam muito dos designs (projetos) característicos encontrados em nossos modelos de velocidade constante. Desde então, o aprimoramento de produtos que eram especificadamente desenvolvidos para hélices "full-feathering" como eixo "cheio de óleo" com threadless (thread = fio ou rosca, less = menos) lâmina de retenção tem se tornado padrão, não apenas para estes modelos mas

também em nossos modelos de velocidade constante, com o menor custo operacional, com alta performance e confiabilidade.

A vantagem de McCauley, é que a inovação construída dentro de cada hélice sai como benefício exclusivo para você. Benefícios como performance inigualável. Confiabilidade e segurança insuperáveis. E uma nova dimensão de durabilidade e dependabilidade. E tem mais, cada hélice OEM padrão e cada modelo BLACKMAC STC tem vantagens encontradas apenas nos McCauley.

Aqui estão apenas algumas das razões por que McCauley proporciona altos valores.

- Alta resistência, liga de alumínio resistente a corrosão
- Engenharia e produção de precisão
- Desempenho máximo na decolagem (subida)
- Maior avaliação TBO em qualquer lugar
- Os menores ADs da indústria - sem ADs nas turbinas da hélice
- Os mais silenciosos fly-over e níveis de barulho (ruidos) na cabine
- Design e estilo característicos - certificado de qualidade ISO9001/AS 9000

### **3 MANUTENÇÃO**

#### **3.1 MANUTENÇÕES PROGRAMADAS**

O programa de manutenção da aeronave propõe que sejam realizadas 3 tipos de manutenção.

50 horas

100 horas



200 horas

### 3.2 MANUTENÇÃO DE AVIÔNICOS

A manutenção dos aviônicos é simples e não foge a regra dos demais aviões, a grande diferença vem a ser as telas de informações no painel, que recebem as informações dos equipamentos. É raro ocorrer algum problema nas telas do painel devido ser um equipamento novo e de ponta, eventualmente quando perde-se informações nas telas é devido a queima de um fusível, de simples troca. Ocorrendo algum problema enquanto o G1000 estiver na garantia de fábrica, é informado a Garmin o P/N e eles mandam um equipamento novo no mesmo dia, chegando em no máximo 3 ou 4 dias com custo zero.

### 3.3 TBO

O TBO (Time Between Overhaul) do motor da aeronave é realizado a cada 2000 horas.

### 3.4 PEÇAS

Existindo uma necessidade de troca de peças e componentes da aeronave as mesmas são encontradas com facilidade no mercado devido a inúmeros fatores tais como:

- Aeronave ainda em linha de produção (peças em fabricação constante)
- Apoio logístico da TAM caso necessário
- Quantidade existente de aeronaves Cessna

Realizando uma pesquisa pudemos verificar que todos os fornecedores que hoje nos fornecem peças para as aeronaves Piper/Embraer também trabalham com a linha da Cessna.

## 4 COMPARATIVOS E VANTAGENS

### 4.1 MANUTENÇÕES PROGRAMADAS

Programa de Manutenção		
Horas	T206H	EMB-810C
50	R\$1.100	R\$1.800
100	R\$2.100	R\$3.150
200	R\$2.210	N/A
500	N/A	R\$7.600
1000	N/A	R\$8.150

Tabela 01 – Programa de Manutenção

Voando 1000 horas com o T260H, o gasto com manutenção (apenas mão de obra) será de aproximadamente R\$32.550. Já com o EMB-810C o custo é de aproximadamente R\$58.990. Uma diferença de R\$26.440, o que representa uma economia de quase 45% em manutenções programadas.

### 4.2 TBO – TIME BETWEEN OVERHAUL (TEMPO PARA REVISÃO GERAL DO MOTOR)

TBO\*

	T206H	EMB-810
Kit básico	U\$43.000	U\$50.000
Mão de obra	U\$7.000	U\$20.000
Total:	U\$50.000	U\$70.000

\* Valores aproximados – fonte: Vortex Motores

Tabela 02 – TBO

O TBO do T206H é realizado a cada 2000 horas enquanto o do EMB-810C é de 1800 horas. O custo é em média 30% a menos.

#### 4.3 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Consumo de Combustível		
	Máximo	Reduzido
EMB-810C	87.5 l/h	82 l/h
T206H	68 l/h	45 l/h

\* Valores aproximados – informações utilizadas a partir de estatísticas da empresa e dos manuais dos fabricantes

Tabela 03 – Consumo de Combustível

Realizando um vôo de aerolevante existe uma economia de 37 l/h, levando em consideração que o preço médio do litro do AVGAS sai por R\$3,70, a economia seria de aproximadamente R\$136,90 por hora de vôo. Voando 300 horas por ano teremos uma economia de R\$41.070,00 em combustível.

#### 4.4 COMPARATIVO GERAL

Sêneca – EMB810

Manutenção/Peças R\$568,10 /h

Combustível 76,4 l/h = R\$319,53 (Regime reduzido)

Tarifas Aeroportuárias por hora voada R\$100 /h

**Total hora voada: R\$987,63**

Fonte: ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S/A

Cessna Stationair Turbo T206H

Manutenção/Peças R\$45,50 /h

Combustível 45 l/h = R\$166.50 (Regime reduzido)

Tarifas Aeroportuárias por hora voada R\$80,18 /h

**Total hora voada: R\$292,18**

Fonte: Fabricante Cessna

Observação: Levado em conta os menores valores encontrados, independente da aeronave.

- Uma economia de R\$695,45 por hora de vôo para o T206H

- Custo operacional 2,3x mais barato do T206H

- Voando 30.2 horas mês a própria economia proporcionada pela aeronave T206H paga o leasing da mesma conforme será exemplificado a seguir. (Economia de U\$421,48 hora)

## 4.5 VANTAGENS

### 4.5.1 Para as empresas

- Redução de custos operacionais
- Equipamento novo propício a menor índice de problemas
- Tecnologia de ponta
- Maior segurança e confiabilidade
- Destaque da imagem da empresa
- Teto operacional de 27.000 ft

### 4.5.2 Para a utilização do Laser Aerotransportado

- Maior estabilidade em vôo
- Menor velocidade, resultando em maior quantidade de pontos
- 28v gerados do próprio avião para eventuais vôos noturnos e picos de energia necessários para funcionamento do sensor Laser Aerotransportado
- Mais qualidade nos dados capturados
- Maior manobrabilidade

### 4.5.3 Da aeronave em geral (por ser asa alta)

- Mais estabilidade devido à posição do CG
- Cabine mais fria e protegida do sol
- Facilidades para inspeções, check pré-voo, dreno, etc
- Embarque e desembarque sem pisar nas asas
- Maior raio de visibilidade no táxi e para vôos VFR

## 5 MODIFICAÇÃO DA AERONAVE

As aeronaves específicas para a execução do perfilamento a laser em geral necessitam de uma modificação a fim de que possa ser instalado o equipamento nas mesmas. Neste caso a modificação pode ser realizada nos Estados Unidos pela empresa Straight Flight conforme levantamento e com o benefício de já vir homologada conforme os requisitos das autoridades aeronáuticas brasileiras. Abaixo podemos verificar o passo a passo da modificação realizada na aeronave.



Figura 07 - Modificação na aeronave



Figura 08 - Modificação na aeronave

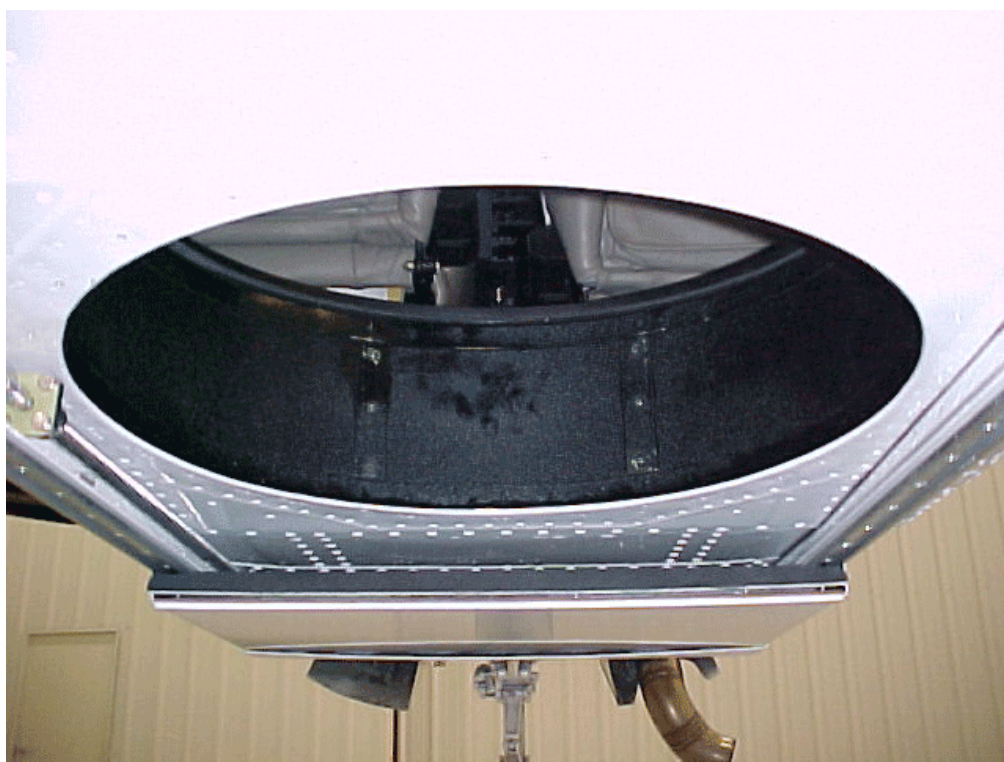


Figura 09 - Modificação na aeronave



Figura 10 - Modificação na aeronave



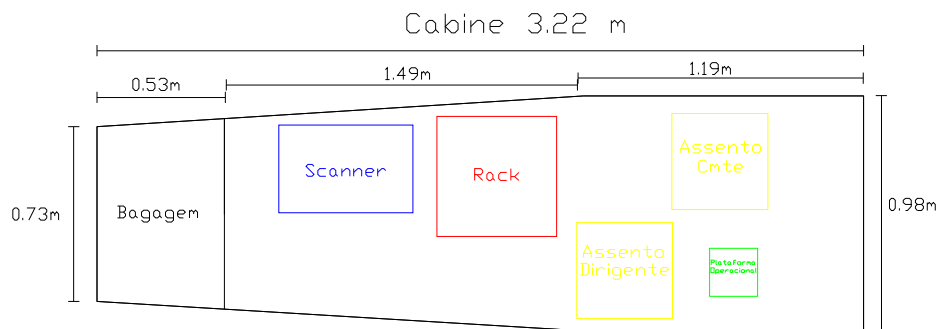
Figura 11 - Modificação na aeronave

### 5.1 LAYOUT DO INTERIOR DA AERONAVE APÓS MODIFICAÇÃO

Conforme ilustração abaixo, demonstramos o layout interno da aeronave com o equipamento devidamente instalado, com opção do rack de controle ficar alinhado ao scanner ou no lado oposto (fator a ser estudado conforme modificação da aeronave e ficha de peso e balanceamento). No espaço denominado “bagagem” existe uma elevação de 30 centímetros em relação ao resto da aeronave.



## CESSNA T206H



### 6 INVESTIMENTO

O investimento para a compra da aeronave é de U\$670.000,00 contando todos os tramites de importação, traslado, acessórios opcionais etc. Abaixo segue uma tabela comparativa do valor do leasing da aeronave em 84 meses com 0% de entrada. Podemos verificar paralelamente a tabela do leasing um comparativo do custo operacional do EMB-810C (Sêneca) e do Cessna T206H, onde em uma operação de 30 horas por mês ocorrerá uma economia gerada de U\$12.644,70 que reflete em um saldo a pagar do leasing da aeronave de apenas U\$104.36 (R\$172,19).

## PLANILHA FINANCEIRA (Tabela Price - Juros Pré)

### SIMULAÇÃO DE PAGAMENTOS (valor residual diluído nas PMTs)

<b>Taxa ao mês :</b>		<b>1.21%</b>						
<b>Vlr. Bem</b>		<b>670,000.00</b>						
<b>% de entrada</b>		<b>0%</b>		Todos os valores em US\$				
<b>Vlr. Financiado</b>		<b>670,000.00</b>		Estimativa 30 h/m				
				<b>Custos Operacionais ( 30h )</b>				
<b>Nº Parc.</b>	<b>Data</b>	<b>Juros</b>	<b>PMT</b>	<b>Saldo</b>	<b>EMB-810C</b>	<b>T206H</b>	<b>Economia</b>	<b>Saldo</b>
-	jul-08	-	-	670,000.00	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
1	Aug/2008	8,107.00	12,749.06	665,357.94	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
2	Sep/2008	8,050.83	12,749.06	660,659.72	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
3	Oct/2008	7,993.98	12,749.06	655,904.65	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
4	nov-08	7,936.45	12,749.06	651,092.04	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
5	Dec/2008	7,878.21	12,749.06	646,221.20	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
6	jan-09	7,819.28	12,749.06	641,291.42	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
7	mar-09	7,759.63	12,749.06	636,301.99	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
8	Apr/2009	7,699.25	12,749.06	631,252.19	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
9	May/2009	7,638.15	12,749.06	626,141.28	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
10	jun-09	7,576.31	12,749.06	620,968.54	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
11	jul-09	7,513.72	12,749.06	615,733.20	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
12	Aug/2009	7,450.37	12,749.06	610,434.52	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
13	Sep/2009	7,386.26	12,749.06	605,071.72	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
14	Oct/2009	7,321.37	12,749.06	599,644.03	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
15	nov-09	7,255.69	12,749.06	594,150.67	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
16	Dec/2009	7.189,22		588,590.84	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36

			12,749.06					
17	jan-10	7,121.95	12,749.06	582,963.73	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
18	Feb/2010	7,053.86	12,749.06	577,268.54	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
19	mar-10	6,984.95	12,749.06	571,504.43	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
20	Apr/2010	6,915.20	12,749.06	565,670.58	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
21	May/2010	6,844.61	12,749.06	559,766.14	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
22	jun-10	6,773.17	12,749.06	553,790.25	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
23	jul-10	6,700.86	12,749.06	547,742.06	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
24	Aug/2010	6,627.68	12,749.06	541,620.68	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
25	Sep/2010	6,553.61	12,749.06	535,425.24	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
26	Oct/2010	6,478.65	12,749.06	529,154.83	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
27	nov-10	6,402.77	12,749.06	522,808.54	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
28	Dec/2010	6,325.98	12,749.06	516,385.47	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
29	jan-11	6,248.26	12,749.06	509,884.68	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
30	Feb/2011	6,169.60	12,749.06	503,305.23	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
31	mar-11	6,089.99	12,749.06	496,646.17	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
32	Apr/2011	6,009.42	12,749.06	489,906.53	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
33	May/2011	5,927.87	12,749.06	483,085.35	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
34	jun-11	5,845.33	12,749.06	476,181.62	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
35	jul-11	5,761.80	12,749.06	469,194.37	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
36	Aug/2011	5,677.25	12,749.06	462,122.56	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
37	Sep/2011	5,591.68	12,749.06	454,965.19	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
38	Oct/2011	5,505.08	12,749.06	447,721.21	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
39	nov-11	5,417.43	12,749.06	440,389.58	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
40	Dec/2011	5,328.71	12,749.06	432,969.24	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
41	jan-12	5,238.93	12,749.06	425,459.11	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
42	Feb/2012	5,148.06	12,749.06	417,858.11	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
43	mar-12	5,056.08	12,749.06	410,165.14	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
44	Apr/2012	4,963.00	12,749.06	402,379.09	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36

45	May/2012	4,868.79	12,749.06	394,498.82	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
46	jun-12	4,773.44	12,749.06	386,523.20	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
47	jul-12	4,676.93	12,749.06	378,451.07	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
48	Aug/2012	4,579.26	12,749.06	370,281.27	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
49	Sep/2012	4,480.40	12,749.06	362,012.62	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
50	Oct/2012	4,380.35	12,749.06	353,643.92	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
51	nov-12	4,279.09	12,749.06	345,173.96	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
52	Dec/2012	4,176.60	12,749.06	336,601.51	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
53	jan-13	4,072.88	12,749.06	327,925.33	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
54	Feb/2013	3,967.90	12,749.06	319,144.17	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
55	mar-13	3,861.64	12,749.06	310,256.76	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
56	Apr/2013	3,754.11	12,749.06	301,261.81	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
57	May/2013	3,645.27	12,749.06	292,158.02	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
58	jun-13	3,535.11	12,749.06	282,944.08	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
59	jul-13	3,423.62	12,749.06	273,618.65	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
60	Aug/2013	3,310.79	12,749.06	264,180.38	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
61	Sep/2013	3,196.58	12,749.06	254,627.90	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
62	Oct/2013	3,081.00	12,749.06	244,959.85	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
63	nov-13	2,964.01	12,749.06	235,174.81	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
64	Dec/2013	2,845.62	12,749.06	225,271.36	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
65	jan-14	2,725.78	12,749.06	215,248.09	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
66	Feb/2014	2,604.50	12,749.06	205,103.54	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
67	mar-14	2,481.75	12,749.06	194,836.24	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
68	Apr/2014	2,357.52	12,749.06	184,444.70	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
69	May/2014	2,231.78	12,749.06	173,927.43	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
70	jun-14	2,105.52	12,749.06	163,282.89	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
71	jul-14	1,975.72	12,749.06	152,509.56	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
72	Aug/2014	1,845.37	12,749.06	141,605.87	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
73	Sep/2014				17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36

		1,713.43	12,749.06	130,570.25				
74	Oct/2014	1,579.90	12,749.06	119,401.09	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
75	nov-14	1,444.75	12,749.06	108,096.79	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
76	Dec/2014	1,307.97	12,749.06	96,655.70	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
77	jan-15	1,169.53	12,749.06	85,076.18	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
78	Feb/2015	1,029.42	12,749.06	73,356.55	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
79	mar-15	887.61	12,749.06	61,495.11	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
80	Apr/2015	744.09	12,749.06	49,490.14	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
81	May/2015	598.83	12,749.06	37,339.92	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
82	jun-15	451.81	12,749.06	25,042.68	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
83	jul-15	303.02	12,749.06	12,596.64	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
84	Aug/2015	152.42	12,749.06	(0.00)	17.956.80	5.312.10	12.644.70	104.36
85	Sep/2015	-	-	(0.00)	17.956.80	5.312.10	12.644.70	12.644.70

Tabela 04 – Investimento

## **7 CONCLUSÃO**

Neste trabalho foram realizadas diversas análises desde a aplicação operacional como a rentabilidade financeira na efetivação da utilização da aeronave Cessna T206H em uma empresa de aerolevante para utilização no perfilamento a laser.

Pode-se concluir que tal aeronave encaixa-se perfeitamente na operação para realização do perfilamento a laser, a aeronave possui inúmeros benefícios e tecnologias operacionais que proporcionam a realização de um projeto com segurança e alta rentabilidade.

## REFERÊNCIAS

TRESCOTT'S, Max, **G1000 Glass Cockpit Handbook**, 2006

CESSNA, **T206H**

[http://www.cessna.com/~media/Files/Single%20Engine/Turbo%20Stationair/Statio  
nair%202013%20206H%20SD.ashx](http://www.cessna.com/~media/Files/Single%20Engine/Turbo%20Stationair/Statio<br/>nair%202013%20206H%20SD.ashx) Acesso em 20/11/2010.

TAM AVIAÇÃO EXECUTIVA, **AERONAVES MONOMOTORES A PISTÃO**

<http://www.tamaviacaoexecutiva.com.br/> Acesso em 20/11/2010.

LYCOMING, **ENGINE T206**

[http://www.lycoming.com/Lycoming/PRODUCTS/FindAnEngine/tabid/234/search\\_  
by/aircraft/value/T-206/Default.aspx](http://www.lycoming.com/Lycoming/PRODUCTS/FindAnEngine/tabid/234/search_<br/>by/aircraft/value/T-206/Default.aspx) Acesso em 20/11/2010.

ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S/A, **BDVOO**, 2010