



**FACULDADES IBMEC**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM  
**ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PROFISSIONALIZANTE EM ADMINISTRAÇÃO**

**PROJEÇÃO DE CUSTO LOGÍSTICO DE  
MANUTENÇÃO PARA AERONAVES –  
CONFIABILIDADE NO PLANEJAMENTO  
DOS RECURSOS**

**Rogers Ascef**

**Orientadora: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA AUGUSTA SOARES MACHADO**

**Rio de Janeiro, 10 de novembro de 2005**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ROGERS ASCEF**

**PROJEÇÃO DE CUSTO LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO PARA  
AERONAVES – CONFIABILIDADE NO PLANEJAMENTO DOS  
RECURSOS**

Dissertação de Mestrado  
submetida ao Programa de Pós-  
graduação e Pesquisa em Administração  
e Economia do IBMEC-RJ como  
requisito para a obtenção do título de  
Mestre em Administração. Área de  
concentração: Logística e Sistema de  
Informação.

**Orientadora: PROF<sup>a</sup>. Dra. Maria Augusta Soares Machado**

**Novembro 2005**

**ROGERS ASCEF**

**PROJEÇÃO DE CUSTO LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO PARA  
AERONAVES – CONFIABILIDADE NO PLANEJAMENTO DOS  
RECURSOS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Administração e Economia do IBMEC-RJ como requisito para a obtenção do título de Mestre em Administração. Área de concentração: Logística e Sistema de Informação.

Aprovada em novembro de 2005.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**PROF. Dra. Maria Augusta Soares Machado**  
**Faculdades IBMEC**

---

**PROF. Dr. Edson José Dalto**  
**Faculdades IBMEC**

---

**PROF. DR. Helder Costa**  
**Universidade Federal Fluminense**

Rio de Janeiro, 10 de novembro de 2005.

## DEDICATÓRIA

À minha esposa, pelo apoio e compreensão.

Aos meus filhos, pela paciência no dia a dia.

Aos meus pais, pela grande orientação.

## AGRADECIMENTOS

À minha ORIENTADORA, Maria Augusta, pela direção e trabalho seguro.

Aos Professores do IBMEC, pelos ensinamentos passados ao longo desses anos.

Aos meus comandantes e chefes, pelo total apoio ao estudo e trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. O PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	3
2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	4
2.3 OBJETIVOS .....	6
2.3.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	6
2.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	7
2.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO .....	7
2.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO .....	8
2.6 ABRANGÊNCIA.....	8
<b>3. ASPECTOS CONCEITUAIS .....</b>	<b>9</b>
3.1 ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAL.....	9
3.1.1 <i>Logística</i> .....	9
3.1.2 <i>Função Manutenção</i> .....	10
3.1.3 <i>Elementos do MRP II</i> .....	11
3.1.4 <i>SIMULAÇÃO</i> .....	16
3.2 MÉTODOS ESTATÍSTICOS.....	18
3.2.1 <i>Distribuição de Probabilidade Básica e Discreta</i> .....	18
3.2.2 <i>Regressão Linear e Não Linear</i> .....	20
3.3. ENGENHARIA DE SOFTWARE.....	23
3.3.1 <i>Definições</i> .....	23
3.3.2 <i>Modelos de Processos de Software</i> .....	25
<b>4. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE CUSTO LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1 METODOLOGIA PROPOSTA DE CUSTO LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO PARA AERONAVE.....	27
4.1.1 <i>Cálculo da Projeção de Custo de Manutenção de Aeronaves</i> .....	27
4.1.2 <i>Cálculo da Projeção de Custo de Manutenção de Reparáveis</i> .....	29
4.1.3 <i>Custo Total</i> .....	33
4.1.4 <i>Coleta de dados</i> .....	33
4.2 MODELO DE SIMULAÇÃO.....	35
4.2.1 <i>Projeto do Simulador do Custo Logístico</i> .....	35
4.2.2 <i>Aplicação do Modelo</i> .....	36
4.3 CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO EM UM SISTEMA INFORMATIZADO.....	42

4.3.1 <i>Modelo e Ferramentas Utilizadas</i> .....	42
4.3.2 <i>Construindo os Programas</i> .....	42
4.4 ANÁLISE ENTRE AS METODOLOGIAS.....	47
<b>5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>48</b>
5.1 CONCLUSÃO .....	48
5.2 TRABALHOS FUTUROS .....	49
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO A - PROCESSO DE DELINEAMENTO.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO B – CÁLCULO DE DEMANDA DE REPARÁVEL E AERONAVES.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO C – CONSOLIDAÇÃO DAS INSPEÇÕES DOS REPARÁVEIS</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO D – CONSOLIDAÇÃO DAS INSPEÇÕES DAS AERONAVES</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO E - ALGORITMO DE CÁLCULO DE REGRESSÃO .....</b>	<b>58</b>



## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1	- Método de caracterização do problema.....	5
Fig. 2	- Abrangência do MRP e do MRPII .....	13
Fig. 3	- Elementos do MRPII .....	15
Fig. 4	- Tela Gerencial do Simulador .....	43
Fig. 5	- Tela Gerencial do Simulador .....	43
Fig. 6	- Geração e Análise dos Custos .....	44
Fig. 7	- Simulador de Custo .....	45
Fig. 8	- Gráfico de tendência de custo de Aeronave.....	46
Fig. 9	- Gráfico de tendência de custo de Reparável.....	46

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Transformações que Geram Retas .....	22
TABELA 2 - Exemplo do Ciclo de Manutenção de Aeronave.....	28
TABELA 3 - Exemplo do Ciclo de Manutenção de Aeronave.....	29
TABELA 4 - Cálculo da Quantidade de Manutenções Programadas de Reparáveis .....	30
TABELA 5 - Cálculo da Quantidade das Manutenções não Programadas .....	32
TABELA 6 - Resultado do Processamento do Custo de Manutenção.....	36
TABELA 7 - Regressão Linear .....	37
TABELA 8 - Resultado da Regressão Linear .....	37
TABELA 9 - Resultado da Regressão Logarítmica .....	38
TABELA 10 - Resultado da Regressão Logarítmica .....	38
TABELA 11 - Resultado da Regressão Exponencial.....	39
TABELA 12 - Resultado da Regressão Exponencial.....	39
TABELA 13 - Resultado da Regressão Logarítmica .....	40
TABELA 14 - Resultado da Regressão Logarítmica .....	40
TABELA 15 - Resultado das Regressões Para Manutenção De Aeronave .....	40
TABELA 16 - Resultado das Regressões para Manutenção de Reparável .....	41
TABELA 17 - Simulando o Custo com as Equações de Regressão.....	41
TABELA 18 - Comparação Metodologia Nova e Antiga .....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANV	Aeronave
CRP	(Capacity Requirement Planning) Planeja a capacidade da produção em níveis mais baixos
ERP	(Enterprise Resource Planning) Planejamento do Recurso da Empresa
MRP	(Material Requirement Planning) Planeja a necessidade de recursos materiais
MRPII	(Manufacturing Resource Planning) Planejamento de Recurso de Fábrica
MPS	(Master Production Schedule) Planejamento Mestre da Produção
MTBF	(Mean Time Between Failure-MTBF) Tempo Médio entre Falhas
PC	Probabilidade de Certeza
PI	Projeção de Horas a serem voadas por mês
QAV	Quantidade de Aeronave
QPA	Quantidade do Item por Aeronave
RAD	(Rapid application development) é um modelo de desenvolvimento rápido de aplicação
RCCP	(Rough Cut Capacity Planning) - É um planejamento da capacidade seja de recursos financeiros seja capacidade produtiva
SCF	(Shop Floor Control) controla o chão de fábrica
SILOMS	Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços
SOP	(Sales and Operation Planning) - Planejamento de Operação e Venda
T1	Período de Tempo em Meses
TBO	(Time Between Overhaul) – Tempo entre revisões programadas

## RESUMO

A dissertação apresenta uma proposta de metodologia de projeção de custo logístico para aeronaves, com o objetivo de tornar o planejamento dos recursos logísticos mais eficientes e eficazes. O presente estudo inicia explicitando como é feito atualmente o cálculo global do custo logístico da hora de vôo. Em seguida, discorre sobre uma proposta para uma previsão de custo logístico para aeronaves, destacando a utilização de recursos estatísticos melhorando os prognósticos. Depois, apresenta um modelo de simulação de custo logístico para aviões fazendo uso de regressão linear e não linear que poderá ser usado em vários cenários. E, finalmente, implementa todo o modelo proposto em um sistema de informação corporativo.

Palavras chave: custo, simulação, previsão, regressão, manutenção, sistema de informação.

## **ABSTRACT**

This dissertation presents a logistic cost projection methodology proposal for aircrafts with the objective of making the planning of logistic resources more efficient and optimized. The present study begins by explaining how the global calculation of the logistic cost of a flight hour is currently accomplished. It then discourses the proposal of a forecast of logistic cost for aircrafts, detaching and the use of statistical resources to improve prognostics. The third part demonstrates the use of linear and non-linear regression models to simulate logistic costs for aircrafts, which could be used in different scenarios. Finally, it implements the entire model in a corporative information system.

**Key words:** cost, simulation, forecast, regression, maintenance and information system.

## **1. INTRODUÇÃO**

“Os problemas encarados pelas indústrias, comércio, governo e sociedade em geral continuam crescendo em tamanho e complexidade. A necessidade de procedimentos e técnicas para resolver cada vez mais os problemas é evidente” como comenta. Pritsker(1994, p.1). Na Força Aérea Brasileira existem mais de 20 tipos de modelos de aviões diferentes totalizando centenas de aviões. Com esses aviões o Brasil mantém a sua soberania sobre o espaço aéreo.

Esses aviões necessitam de manutenções e reparos que utilizam uma complexa logística para que os mesmos fiquem disponíveis para cumprirem sua missão. Para realizar as manutenções são necessários recursos orçamentários. Para isso a logística da Força Aérea tem que realizar sempre o planejamento financeiro das necessidades para que as peças utilizadas nos aviões não falem e estejam adequadas no momento certo.

O presente trabalho apresenta uma proposta de metodologia para a criação de um simulador de custo logístico, utilizando regressão linear e não linear, que ajudará a realizar uma previsão mais eficiente e eficaz das necessidades logísticas de manutenção das aeronaves. Para tanto, do ponto de vista metodológico, será mostrado, além da introdução, como é feita a projeção orçamentária atualmente, e seus principais problemas. A seguir, apresentará uma metodologia inovadora para cálculo de projeção de custo dos aviões. Estabelecido o método, será proposto um modelo de simulador de projeção de custo logístico de manutenção, utilizando técnicas de regressão linear e não

linear, mostrando a maneira de escolher a melhor curva de regressão para fazer a simulação. Finalmente, mostrará a implementação desse modelo em um sistema informatizado que em muito aumentará a eficácia dos planejamentos.

Para que se compreenda a proposta de um modelo de projeção de custo logístico, é conveniente que se conheça, conforme se verá a seguir, algumas generalidades sobre o método de cálculo de custo usado nos dias de hoje.

## **2. O PROBLEMA**

### **2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA**

O processo de formulação de custo atual usa informações de consumo ocorrido no passado para projetar custos futuros. Basicamente são somados todos os custos realizados para se manter um determinado tipo de aeronave no ano anterior, dividido pelo número de horas voadas naquele ano, obtendo-se, assim, o custo da hora de vôo. Para realizar a projeção de custo utiliza-se uma média do custo da hora de vôo dos últimos anos e multiplica-se por quantas horas se deseja voar. Chega-se, assim, à projeção orçamentária do período. (Custo Logístico da Hora de Vôo, 2000).

O método atual contém sérias distorções, pois pode-se haver no período contabilizado fatores como contenção de despesas, atrasos em liberação de créditos, ou, até mesmo, a troca de peças entre os aviões, não havendo, pois, consumo de material. Não existindo despesa de material, não é contabilizado o gasto, provocando, assim, distorções nas projeções de necessidades pois será necessário menos do que realmente se precisa.

Outra premissa falha é que, no processo de planejamento financeiro, o custo tem uma tendência linear, ou seja, para voar  $x$  horas tem-se um gasto de  $y$ , para se voar  $2x$  o gasto é  $2y$  ou se voar zero hora tem-se um gasto zero. É uma premissa falha, uma vez que mesmo sem voar existe o custo da manutenção dos equipamentos e, nem sempre quando se aumenta o número de horas a serem voadas os custos de manutenção e suprimentos aumentam na mesma linearidade.



Analisado-se as falhas apresentadas no processo atual, verifica-se uma deficiência no planejamento de recursos, podendo comprometer a disponibilidade operacional. Assim, o desenvolvimento de um novo modelo de projeção de recursos financeiros surge como necessidade premente para solucionar as deficiências existentes.

## **2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

A Universidade da Força Aérea, em “Manual de Estudo de Estado Maior”, define um método para caracterização do problema que auxiliará na identificação do propósito da dissertação que sugere as seguintes etapas:

### **a- Efeitos Adversos**

Caracteriza-se por identificar de uma maneira clara e concisa o fato que está causando problema. Para descobrir o que está errado indaga-se o seguinte:

*O que está errado?*

A previsão de custo logístico não está produzindo informações confiáveis.

### **b- Causas**

Identificado o que está errado deve-se determinar as causas que lhe deram origem. Pode-se usar para isso a seguinte pergunta:

*Por que está errado?*

A metodologia atual leva em conta atividades passadas, sem considerar as incertezas dos componentes dos aviões.

Com as duas perguntas respondidas têm-se a caracterização do problema:

A previsão de custo logístico de manutenção acaba por não produzir informações confiáveis, pois usa uma metodologia que leva em conta atividades passadas, sem considerar as incertezas dos componentes dos aviões.

Uma vez caracterizado o problema, deve-se agora identificar a tarefa e o propósito da dissertação.

A tarefa é eliminar a causa do problema. O propósito da dissertação é eliminar o efeito adverso. Pode-se caracterizar da seguinte forma a caracterização do problema:

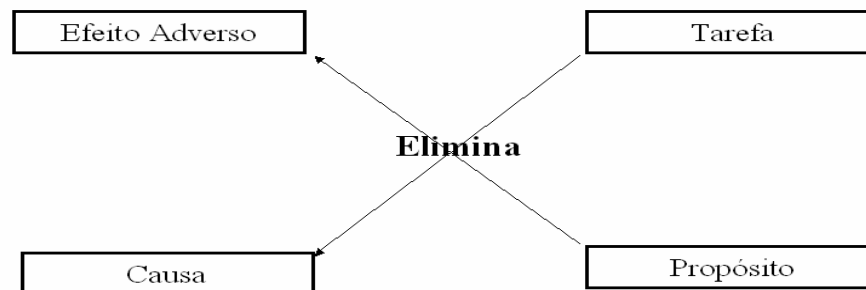


Figura 1-Método de caracterização do problema- “Manual de Estudo de Estado Maior”

### c-Tarefa

Para encontrar a tarefa pode-se fazer a seguinte pergunta:

O que? Onde? Quem? Quando? A tarefa elimina a causa do problema.

Desenvolver uma nova metodologia de previsão de custo logístico de manutenção para a Força Aérea Brasileira que leve em conta previsões de atividades futuras e as incertezas das falhas dos componentes dos aviões.

#### **d- Propósito**

Para que? Elimina o Efeito adverso do problema.

A fim de que as previsões de custo logístico para a Força Aérea sejam confiáveis.

Assim, colocando em forma de pergunta, ter-se-á o tema da pesquisa:

“Como desenvolver uma nova metodologia de previsão de custo logístico de manutenção para aeronaves para a Força Aérea Brasileira que leve em conta previsões de atividades futuras e as incertezas das falhas dos componentes dos aviões, a fim de que as previsões de custo logísticas para a Força Aérea sejam confiáveis?”

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo Geral**

Diante do exposto no item 2.2 estabelece-se como objetivo desenvolver uma metodologia de custo logístico de manutenção que leve em conta previsões de atividades futuras e as incertezas das falhas dos componentes dos aviões, a fim de que as previsões de custo logísticos para a Força Aérea sejam confiáveis.

Uma vez calculado o custo, o mesmo será usado como suporte para um simulador informatizado, utilizando regressão linear e não linear, que ajudará a realizar uma previsão para vários tipos de cenários, de maneira mais eficiente e eficaz.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Desenvolver um modelo matemático para cada componente do custo logístico de manutenção.
- ❖ Desenvolver um modelo matemático que identifique a tendência do custo para cada tipo de aeronave utilizando regressão linear e não linear.
- ❖ Implementar o modelo em Sistema Informatizado que calcule o custo logístico e faça várias simulações.

## **2.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO**

A cada ano que passa, o orçamento da Força Aérea diminui e os controles governamentais estão mais acurados, assim, o planejamento orçamentário deve ser, cada vez mais, eficiente e eficaz.

Essas situações, alinhadas com a dificuldade de prever as necessidades de uma aeronave, servem como motivador e justificam novas pesquisas que visam otimizar as necessidades orçamentárias.

Existe um enorme esforço para melhorar o planejamento orçamentário para as aeronaves onde sempre há uma reformulação e uma análise criteriosa de

todos os parâmetros, porém verifica-se que há muita coisa a se fazer. Este estudo está sendo realizado analisando toda esta conjuntura e as complexidades que circundam o desenvolvimento de um modelo de custo para operação de uma aeronave.

## **2.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO**

O desenvolvimento de um modelo de previsão de custo de manutenção de aeronaves é uma atividade complexa que abrange conhecimentos em Logística, Informática e Estatística; acarreta elevado trabalho de pesquisa; e, depois de validado todo o modelo, a construção de um sistema que consiga contemplar todo o modelo conceitual. Pode, portanto, ser considerado um trabalho revolucionário para a logística da aeronáutica.

## **2.6 ABRANGÊNCIA**

O método para o cálculo de custo logístico, quando aplicado, oferece uma extensa lista de melhoria nos processos atuais, podendo-se calcular o custo de vários tipos de aeronaves da Força Aérea.

Ao longo do trabalho, se desenvolverá um modelo para somente um tipo de aeronave, procurando fazer a comprovação de todo o modelo proposto. Sendo que a metodologia pode ser usada para as demais aeronaves.

Com os dados de custo, desenvolver-se-á um simulador para a mesma aeronave, projetando vários cenários e identificando uma curva de tendência para o custo o avião.

### **3. ASPECTOS CONCEITUAIS**

#### **3.1 ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAL**

##### **3.1.1 Logística**

A principal atividade da Força Aérea é defender o espaço aéreo brasileiro utilizando vários aviões, radares e outros equipamentos sofisticados que exigem grande apoio logístico para que estejam prontos para serem operados a qualquer tempo.

Logística pode ser definida como o processo de planejar, produzir, controlar, estocar e distribuir quaisquer tipos de materiais, seja matéria prima, produtos semi-acabados ou acabados, bem como serviços (Lambert, Stock & Vantine apud Council of Logistics Management, 1998, p.5).

A Doutrina de Logística Militar possui várias funções entre as quais pode-se destacar a função “Manutenção” que cuida de manter os equipamentos e, quando avariados, torná-los disponíveis (Doutrina de Logística Militar, 2001, p.27). Esta função é uma das atividades básicas da Força Aérea, que procura preservar e manter confiáveis os aviões e os equipamentos que o compõem.

### **3.1.2 Função Manutenção**

Segundo a Doutrina de Logística Militar existem quatro tipos de manutenção na Força Aérea: manutenções preventivas, preditivas, modificadoras e corretivas.

De acordo com a doutrina (Doutrina de Logística Militar, 2001, p.28), a manutenção preventiva se preocupa periodicamente em realizar serviços nos equipamentos visando à redução de falhas. É usada geralmente para itens mais caros e críticos.

A manutenção preditiva monitora o equipamento, verificando sua performance e estado, até o momento que realmente necessite de intervenção para retorno ao seu estado inicial.

A manutenção modificadora consiste em intervenções necessárias por exigências de operação dos equipamentos ou usada para melhorar a manutenção dos equipamentos.

A manutenção corretiva é usada quando o equipamento apresenta algum dano possibilitando seu retorno ao uso. (Doutrina de Logística Militar, 2001, p.28)

Verifica-se que dentro de um sistema complexo como o avião existem dois tipos de grupos que executam as manutenções distintamente. É a manutenção da própria aeronave e dos itens que a compõem, que são os materiais reparáveis. Esses materiais podem ser motores, trem de pouso, etc.

Para cômputo de custo logístico de manutenção, os quatro tipos de manutenção foram divididos em dois grupos: manutenções programadas, que

abrange as manutenções preventivas, e a manutenção não programada, composta pelas manutenções preditivas e corretivas. As manutenções modificadoras não entram no custo, pois as mesmas são sempre planejadas, sendo possível estimar seus custos com antecedência.

### **3.1.3 Elementos do MRP II**

As organizações utilizam técnicas e modelos que ajudam a administrar os mais complexos sistemas logísticos. Muitos usam o Sistema de Administração de Material que apóia as decisões em todos os níveis, principalmente em questões do tipo o que, quando, quanto e com que produzir e comprar.

Existem várias técnicas que podem ser utilizadas para responder tais perguntas. Dentre as mais utilizadas pode-se citar o MRPII (Manufacturing Resource Planning), ERP (Enterprise Resource Planning), Just in Time e os sistemas de programação finita (Corrêa, Gianesi & Caon,1999,p. 17). Tudo isso deve ser apoiado por um sistema de planejamento e controle da produção que possibilite programar todo processo de produção, executá-lo e controlá-lo, atendendo aos requisitos necessários com um custo mínimo (Bateman & Snell 1998, p. 461).

O estudo em questão utiliza o Manufacturing Resource Planning-MRP II como instrumento básico de administração de material. Antes de se apresentar o MRPII, deve-se primeiramente conceituar Material Requirement Planning-MRP, que é uma técnica percussora, cuja principal finalidade é minimizar estoque,



fazendo com que os materiais estejam disponíveis nos processos de produção.  
(Lambert, Stock & Vantine 1998, p.474)

MRP é uma técnica que busca informar a quantidade de itens necessários a comprar tomando como base uma previsão de itens a serem feitos, informando o tempo certo de enviar a ordem de compra, buscando minimizar quantidade de itens em estoque, de modo que não haja falta ou sobra dos mesmos. (Corrêa & Giansesi, 1993, p.105-107).

MRPII é uma extensão do MRP, que procura compor uma série de processos, agrupando-os em várias funcionalidades, suportando várias etapas de planejamento da organização (Corrêa, Giansesi & Caon, 1999, p.130) como planejamento da produção, planejamento de recursos, programa de produção, MRP, controle de chão de fábrica e compras (Lambert, Stock & Vantine 1998, p.476):

Basicamente, pode-se visualizar na figura 1 a diferença de cada técnica segundo Corrêa, Giansesi & Caon, (1999, p.129):

## MRP X MRPII

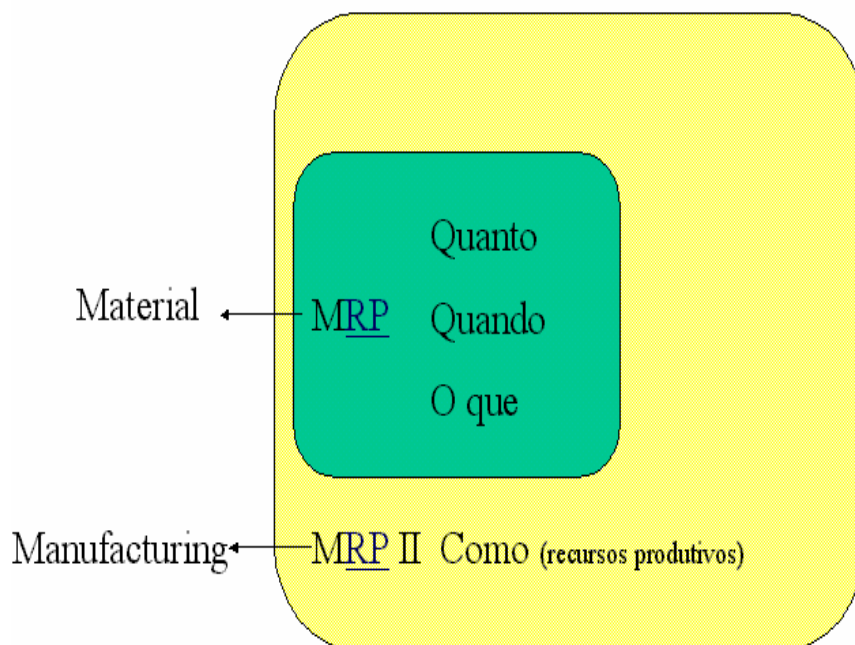


Figura 2: Abrangência do MRP e do MRPII (Corrêa, Giansesi & Caon, 1999, p.129):

Agora que se conceituou MRP e MRPII, podem-se verificar os elementos do MRPII e detalhar cada um, procurando delimitar o estudo em questão. Segundo Correa (Corrêa, Giansesi & Caon, 1999, p131-145), os elementos do MRP II são:

- ❖ SOP (Sales and Operation Planning) – O Planejamento de Operação e Venda é um procedimento do planejamento que mostra uma visão de longo prazo. Às vezes com intervalos de ano em ano.

- ❖ MPS (Master Production Schedule) O Planejamento Mestre da Produção elabora já um plano de produção dos produtos finais, porém com visão de médio prazo, como mês a mês.
- ❖ RCCP (Rough Cut Capacity Planning) - é um planejamento da capacidade, seja de recursos financeiros, seja de capacidade produtiva, de mais alto nível, que ajuda a tomada de decisão da viabilidade do planejamento mestre.
- ❖ MRP (Material Requirement Planning) planeja a necessidade de recursos materiais.
- ❖ CRP (Capacity Requirement Planning) planeja a capacidade da produção em níveis mais baixos, procurando auxiliar a gestão de produção em um curto período de tempo.
- ❖ Compras controla todas as aquisições, bem como seus prazos.
- ❖ SCF (Shop Floor Control) controla o chão de fábrica, procurando monitorar toda a produção que está sendo executada.

Na figura 2 pode-se entender melhor os elementos exemplificados acima:

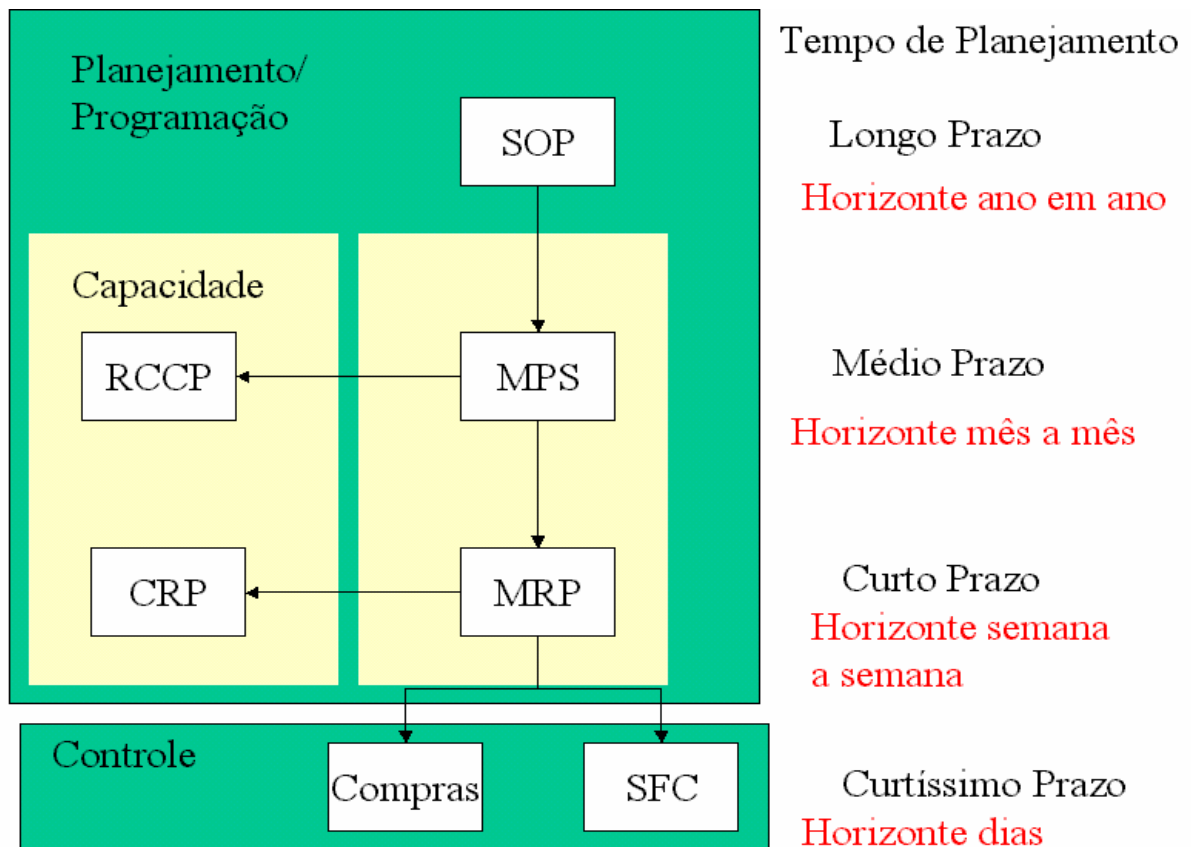


Figura 3: Elementos do MRPII (Corrêa, Giansesi & Caon, 1999, p.146):

O Estudo em pauta desenvolverá uma previsão de demanda para o Planejamento Mestre de Produção-MPS, ou seja, a previsão de manutenção de aeronaves e recuperáveis para um determinado número de horas a voar por ano, sendo essas manutenções as informações básicas para o cálculo do custo logístico.

De posse das informações acima se desenvolverá um simulador de custo que será usado para simular vários cenários possíveis de vôo. Este simulador será usado para um planejamento de longo prazo, como o SOP.

### 3.1.4. SIMULAÇÃO

Um simulador pode ser empregado de várias maneiras. Pode ser usado para explicar um sistema ou um problema, para analisar elementos críticos, entradas, componentes de um sistema, para sintetizar uma solução desejada dentro de um projeto ou para realizar previsões futuras (Pritsker, A.A.B.1994, p.1).

Para se entender simulação, deve-se saber que um sistema é um conjunto delimitado de itens da realidade que é motivo de estudo ou análise. Já os modelos são representações dos sistemas. Como exemplo, existe o sistema solar e suas várias representações (modelos). Para que uma representação seja bem feita, o analista deve verificar os elementos do sistema e suas relações e dependências entre os elementos (Pritsker, A.A.B.1994, p.2).

No senso mais amplo, Pritsker (A.A.B. 1994, p.4) define simulação computacional como o “processo de projetar um modelo lógico-matemático de um sistema real em um computador”.

Para se desenvolver um simulador pode-se usar uma metodologia que segundo Pritsker (A.A.B.1994, p.10) propõem 11 estágios de desenvolvimento.

*Estágio 1* – Formulação do Problema. Deve ser bem definido o problema, assim como qual solução será adota para sanar a deficiência.

*Estágio 2* – Especificação e Formulação do Modelo - nesta etapa deve-se verificar as relações entre os elementos que compõem o modelo, de acordo com o problema abordado.

*Estágio 3* – Aquisição de dados – dedica-se à especificação dos dados e à coleta dos mesmos.

*Estágio 4* – Tradução do Modelo – Quando se especifica o modelo para processamento computacional.

*Estágio 5* – Verificação – é a confirmação que o sistema computacional executa a simulação como intencionado.

*Estágio 6* – Validação – deve-se comparar o sistema real e o simulado e estabelecer a precisão necessária ao modelo.

*Estágio 7* – Planejamento Estratégico e Tático – define-se um planejamento para o uso do simulador.

*Estágio 8* – Uso do Modelo – a execução do simulador para obter vários resultados.

*Estágio 9* – Análise dos Resultados – nesta etapa se analisam os resultados e são elaboradas as recomendações.

*Estágio 10* – Implementação – implementa os resultados da simulação.

*Estágio 11* - Documentação – deve-se documentar todo o modelo, assim como sua utilização (Pritsker, A.A.B.1994, p.10).

## **3.2 MÉTODOS ESTATÍSTICOS**

Costa Neto (1977) relata que a ciência estatística busca, através de métodos, verificar os dados procurando organizá-los, descrevê-los, analisá-los e interpretá-los de forma que se possa chegar a uma conclusão com as informações coletadas (Costa Neto, P.L 1994, p1-3).

Desse modo, quando se aplica estatística para a solução dos problemas existem vários modelos que permitem achar a melhor resolução para cada tipo de situação. A análise das situações pode ser feita observando o comportamento de resultados em função de uma ou mais variáveis de entrada de dados. (Silva, E.M e outros. 1995, p31 a 33)

### **3.2.1 Distribuição de Probabilidade Básica e Discreta**

Pode-se definir probabilidade conforme Levine e Outros (2000) como a possibilidade de um evento ocorrer. Trazendo o exemplo para a realidade desse estudo, tem-se como parâmetro a probabilidade de uma peça falhar, um avião ficar indisponível para o vôo, etc.

Na teoria da probabilidade, cada tipo de resultado é relacionado com um evento. Um conjunto de eventos com seus resultados definem o espaço da amostra (Levine e outros, 2000, p160-170). Como exemplo de espaço de amostra para um determinado tipo de material, qual a probabilidade do mesmo falhar em algum avião, nesse caso o espaço da amostra é o conjunto de um determinado tipo de material instalado nos aviões como motores de avião.

Quando se estuda probabilidade, busca-se determinar se o problema é uma probabilidade simples, ou seja, a possibilidade de falhar um motor em uma frota de aviões, ou combinada, procurando descobrir qual a probabilidade de falhar uma ou mais peças em uma frota de avião (Levine e outros, 2000, p171-172).

Para se entender o que é uma variável, deve-se saber o conceito de variável randômica, que permite assumir um valor e somente um valor para um parâmetro. Essas variáveis podem ser discretas ou contínuas. As discretas assumem um número contável, já as contínuas assumem valores em um intervalo (McClave & Bensom, 1994 p182-184).

Considere-se como exemplo de variável randômica discreta o número de falhas de um motor de determinado avião em um ano. Para exemplificar uma variável contínua, tome-se o número de falhas dos motores em um ano.

A distribuição da probabilidade de uma variável randômica discreta pode ser representada por gráficos, tabelas ou fórmulas que associam um resultado a cada valor da variável. Para ser verdadeira a distribuição, o valor da variável deve ser sempre maior ou igual a zero e o somatório das suas probabilidade tem que ser um (McClave & Bensom, 1994 p184-186).

Pode-se ter também a variável randômica binomial. Essa variável assume que um experimento pode ter  $n$  tentativas idênticas, assumindo valores S ou N, ou V ou F. Onde a probabilidade do resultado ser V ou F é a mesma e os eventos são independentes (McClave & Bensom, 1994 p198).



Assim, a distribuição binomial, segundo Levine e outros, 2000, p194. pode ser resumizada do seguinte modo:

$$P(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x}$$

Já a variável randômica de Poisson consiste em contar o número de vezes de um evento particular ocorre em uma unidade de tempo, área ou volume, sendo que são eventos independentes e sua probabilidade de ocorrer é a mesma para qualquer variável. Como exemplo, pode-se ter o número de falhas que um motor pode ter em um ano em um avião, o número de acidentes aéreos em um ano, etc. (McClave & Bensom, 1994 p198).

A fórmula que mostra a distribuição de Poisson está descrita abaixo:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

### **3.2.2 Regressão Linear e Não Linear**

Quando se tenta determinar uma função matemática que busca exprimir o relacionamento entre variáveis, tem-se um programa de regressão (Costa Neto, 1977, p188). Existem vários tipos de regressão como a linear e não linear simples, que usa somente uma variável independente X para determinar Y. Existe também a regressão linear múltipla, onde Y depende de duas ou mais variáveis independentes X (Costa Neto, 1977, p207). Pode-se ter, também, a regressão polinomial que utiliza os mesmos princípios da regressão linear, porém admite que a regressão é polinômio que pode variar de grau (Costa Neto, 1977, p205).

Esse estudo mostrará o uso das regressões linear e não-linear simples. A regressão linear relaciona a variável independente e a variável dependente na equação de uma reta, procurando ajustar os valores obtidos em uma amostra, obtendo uma equação que demonstre a reta de regressão. (Lupolli 382, 2000). A

reta de regressão é representada por  $\hat{y} = a + bx$  onde  $b$  é a declividade da reta e  $a$  é a interceptação  $y$ . Para se obter os coeficientes  $a$  e  $b$  a partir dos  $n$  pares utiliza-se o método dos quadrados mínimos, cujo objetivo é obter  $a$  e  $b$  de forma que a soma dos quadrados dos desvios sejam mínimas. Isso é:

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \quad (\text{Lapponi, 384, 2000}).$$

Aplicando esse conceito obtêm-se os coeficientes  $a$  e  $b$  da seguinte forma:

$$\hat{y} = a + bx, \text{ sendo } \left\{ \begin{array}{l} a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - b \sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \times y_i - \sum_{i=1}^n x_i \times \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \end{array} \right.$$

A forma de representação da regressão linear é uma reta que, muitas vezes, não é adequada pela amostragem colocada. (Zentgraf, 260, 2001). Para esse tipo de representação são utilizadas as regressões não lineares. No caso, serão mostrados os modelos exponenciais, logarítmicos e de potência. Esses

tipos de modelos tornam-se lineares depois de transformações logarítmicas, conforme tabela 1:

<b>Tipo</b>	<b>Equação</b>	<b>Transformação</b>	<b>Variável x</b>	<b>Variável y</b>
<b>Linear</b>	$\hat{y} = a + bx$	$\hat{y} = a + bx$	$x$	$y$
<b>Exponencial</b>	$\hat{y} = a \cdot e^{bx}$	$\ln \hat{y} = \ln a + b$	$x$	$\ln y$
<b>Logarítmica</b>	$\hat{y} = a + b \cdot \ln x$	$\hat{y} = a + b \cdot \ln x$	$\ln x$	$y$
<b>Potência</b>	$\hat{y} = a \cdot x^b$	$\ln \hat{y} = \ln a + b \cdot \ln x$	$\ln x$	$\ln y$

Tabela 1-Transformações que geram retas-fonte (Lapponi, 416, 2001)

Para saber quão adequada é uma reta de tendência, utiliza-se o coeficiente de determinação, que procura interpretar com a proporcionalidade da variável dependente  $y$  e a variável independente  $x$ , e quanto maior esse coeficiente, mais próximo da realidade é a regressão. (Lapponi 420, 392 e 393, 2000).

### **3.3. ENGENHARIA DE SOFTWARE**

#### **3.3.1 Definições**

Quando se começou a programação e construção de sistemas, existiam poucas normas ou regras para o desenvolvimento de software, acarretando desperdício de tempo e dinheiro. Surgiu, então, a necessidade de estabelecer padrões que logo se tornaram consagrados para os desenvolvedores (Martin & McClure, J.1991, p.3).

Com o desenvolvimento dos padrões iniciou-se uma nova disciplina da engenharia, a engenharia de software, que segundo Pressman (2002) é uma tecnologia em camadas que se interagem em quatro: Ferramentas, Métodos, Processos e Foco na Qualidade.

Isso quer dizer que na engenharia de *software* a camada da qualidade é um processo contínuo de aperfeiçoamento que apóiam o produto. Já a camada do processo une a tecnologia e o fluxo de trabalho do mundo real. Para construir os programas, deve-se existir método, ou seja, técnicas de construção de programas como a análise estruturada, orientada a objetos, etc. Por último, as ferramentas de engenharia fornecem apoio automatizado ao desenvolvimento de sistema como uma ferramenta CASE (Computer-Aided Software Engineering) (Pressman, R.2002, p.18 e 19).

Ao longo dos anos, várias técnicas e metodologias foram criadas como a prototipação, reengenharia, sistemas integrados, modelagem orientada a objetos. Para administrar e aplicar essas tecnologias surge o analista de sistemas, que

cuida de melhorar a qualidade do fluxo de informação, procurando otimizar os processos. Esse profissional usa metodologias que ajudam a implementar um sistema dentro de uma organização (Fernandes, D, B.1999, p 93).

Qualquer software tem um modelo de desenvolvimento que pode, segundo Sommerville (2003), percorrer as seguintes etapas conforme um modelo em cascata:

- Definição dos requisitos – é a especificação do sistema onde são colocados os requisitos e modelos a serem atendidos. Esse artigo pode ser parte de um requisito.
- Projeto de sistema e software - estudará a melhor forma de apresentar a informação e tornar aderente ao usuário adequando ao hardware a ser usado.
- Implementação e testes das unidades - essa fase codifica os programas e testa-os isoladamente.
- Integração e teste de sistema – os programas se interagem e são testados como um sistema completo onde o analista e o usuário verificam a validade dos programas e da informação.
- Operação e manutenção - o sistema passa a ser usado e as manutenções corretivas ou evolutivas passam a ocorrer. (Sommerville, I.2003, p.37 e 38).

### 3.3.2 Modelos de Processos de Software

Segundo Pressman, para se desenvolver um sistema, um analista deve escolher um modelo de desenvolvimento que permita construir um software. Esse modelo é escolhido de acordo com a situação e do uso do sistema. Em qualquer modelo existem etapas que sempre aparecem como “*situação atual, definição do problema, desenvolvimento técnico e integração da solução*” (Pressmann, 2000 p24 e 25).

Existem vários modelos que são usados de acordo com a situação e tecnologia:

- Modelagem Seqüencial Linear - também chamado de ciclo de vida clássico, sugere um desenvolvimento seqüencial. A análise estruturada se encaixa nessa sistemática. As etapas seqüenciais muitas das vezes são análises, projetos, codificações e testes.
- Modelo de Prototipagem – nesse tipo de modelo, depois de realizar várias entrevistas com o usuário, representa-se os aspectos do software. O cliente estabelece, com os aspectos levantados, requisitos e aprovações. Somente depois disso é que se passa para a codificação.
- Modelo RAD – é um modelo de desenvolvimento de aplicação (Rapid application development) que enfatiza um ciclo de desenvolvimento rápido. Na verdade o RAD é o modelo seqüencial feito em alta velocidade. Ele utiliza técnicas que procura reutilizar os componentes construídos.

- Desenvolvimento Baseado em Componentes – nesse modelo é enfatizado a criação de classes que encapsulam tanto dados como algoritmos e que são reutilizáveis. As Técnicas Orientadas a Objetos se encaixam neste modelo.
- Modelo de Métodos Formais – é um conjunto de atividades que usa especificação matemática formal de software de computadores. A sua aplicabilidade é extremamente lenta e dispendiosa, pois exige muito preparo e conhecimento dos desenvolvedores.
- Técnicas de Quarta Geração – nesse caso, uma ferramenta gera o código-fonte automaticamente, baseando-se nos requisitos estabelecidos. É uma abordagem viável para muitas aplicações, quando o tempo disponível para desenvolvimento é bastante reduzido, porém, seja a análise, seja o projeto do sistema, devem ser mais acurados. (Pressman, 2002, p24 –43)

Para cada situação, e de acordo com a capacitação dos desenvolvedores, usa-se uma técnica para produção de um software.

## **4. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE CUSTO LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO**

Feitas as considerações conceituais pode-se desenvolver o modelo de custo logístico de aeronaves de acordo com Ascef&Soares Machado(2005).

### **4.1 METODOLOGIA PROPOSTA DE CUSTO LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO PARA AERONAVE**

Como premissa deve-se verificar que a nova metodologia deverá ser capaz de fornecer uma previsão de custo logístico para cada tipo de aeronave de forma eficiente e eficaz, de modo que se tenha uma projeção orçamentária mais parecida com a realidade.

Para iniciar a nova metodologia deve-se entender que os aspectos básicos que envolvem os custos projetados são as manutenções de aeronaves e seus componentes, chamados de matérias reparáveis. As manutenções visam, segundo a doutrina militar, manter os equipamentos disponíveis para uso e quando avariados torná-los disponíveis. (Doutrina de Logística Militar, 2001, p.27).

Para realizar a projeção de custo, deve-se, primeiramente, verificar o custo de cada tipo das manutenções colocadas acima, que são calculadas de maneiras diferentes.

#### **4.1.1 Cálculo da Projeção de Custo de Manutenção de Aeronaves**

De acordo com Ascef&Soares Machado (2005), cada tipo de aeronave possui um programa de manutenção próprio, ou seja, uma determinada aeronave



pode fazer uma revisão a cada 100 horas de vôo. Para cada tipo de inspeção tem-se uma duração de tempo esperado para terminar o serviço.

Para cada tipo de revisão são previstos materiais a serem trocados de forma obrigatória ou probabilística. Sabe-se, então, o custo de cada manutenção prevista a ser realizada. Pode-se verificar um exemplo na tabela 2:

Ciclo de Manutenção da ANV A		
Inspeção	Custo	tempo
100 horas	1000	1 período
200 horas	1200	1 período
300 horas	1400	1 período
400 horas	1500	2 períodos
500 horas	1400	1 período
600 horas	1350	1 período
700 horas	1250	1 período

Tabela 2 – Exemplo do Ciclo de Manutenção de Aeronave

A nova metodologia proposta toma como premissa que se saiba a posição de cada tipo de aeronave no seu ciclo de manutenção. Ou seja, quantas horas de vôo possui cada aeronave.

A projeção de custo de manutenção será realizada estimando a quantidade de horas a serem voadas, em um determinado período, partindo-se das horas iniciais de cada aeronave e, definindo assim, a quantidade de manutenções a serem realizadas. Com a quantidade de manutenções a serem voadas multiplicada pelo custo de cada intervenção, tem-se o custo projetado de manutenções das aeronaves. Conforme exemplo na tabela 3:

Período		1	2	3	4	5	6
Previsão de voo		50	0	50	50	0	50
Horas iniciais da ANV 1	50 h	Horas Projetadas 100	Insp. de 100	150	200	Insp. de 200	250
		Custo do período de 1 a 6 = 2200					

Tabela 3 - Exemplo do Ciclo de Manutenção de Aeronave

Esse é o modelo básico de cálculo. Para cada tipo de aeronave existem ciclos de manutenções diferentes, bem como formas de contabilização diferentes, e a manutenção pode vencer por horas voadas ou por tempo de uso. Devido a essa complexidade para se calcular todo o custo exige-se um sistema informatizado. Todos esses parâmetros foram programados no Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços - SILOMS.

O SILOMS é um sistema informatizado da Força Aérea para área logística que propicia, através de suas funções, o planejamento e controle das Atividades Logísticas, em todos os seus níveis, incluindo: recursos humanos, materiais, equipamentos, fornecedores e distribuidores. Através deste Sistema, as Organizações da Aeronáutica terão a garantia de que suas decisões logísticas sobre o que, quanto, quando, onde, e com o que produzir e adquirir estão adequadas às suas necessidades estratégicas, as quais, por sua vez, serão ditadas por seus objetivos e necessidades operacionais e gerenciais.

#### 4.1.2 Cálculo da Projeção de Custo de Manutenção de Reparáveis

Os itens reparáveis têm características próprias de manutenção. As manutenções podem ser feitas por tempo limite de utilização (preventivas) ou por ocorrência de falha do item (corretivas ou preditivas).

Para se calcular a projeção da manutenção dos reparáveis deve-se calcular quantas manutenções preventivas (Manutenções Programadas) e corretivas e preditivas (Manutenções Não Programadas) serão realizadas.

Para as manutenções programadas é necessário conhecer o tempo de uso entre revisões (Time Between Overhaul - TBO). Esse parâmetro geralmente é fornecido pelo fabricante do produto.

Outros parâmetros que levado em consideração é a quantidade de aviões que utilizam determinado item (QAV), a quantidade desse item que existe no avião (QPA), o período de tempo da projeção em meses (T1) e a projeção de horas a serem voadas (P1). Multiplicando todos esses valores e dividindo o resultado pelo TBO tem-se a quantidade de manutenções programadas—(QMP) a serem realizadas em um determinado período. Assim pode-se ter a seguinte fórmula:  $QMP = (QAV * QPA * T1 * P1) / TBO$  sendo...que... $TBO \neq 0$ . Essa fórmula mostra toda a utilização de um determinado item dividido pelo seu tempo de manutenção.

Cálculo da Quantidade de Manutenção Programadas						
Item	Item a ser reparado					
QAV	Quantidade de Aeronave					
QPA	Quantidade do item por : Aeronave					
T1	Período de tempo em meses					
P1	Projeção de horas a serem voadas por mês					
TBO	Time Between Overhaul Tempo entre Revisões Programadas					
Item	QAV	QPA	T1	P1	TBO	QT_MNP
Gerador	10	8	12	20	2000	10
Motor	10	4	12	20	1000	10
Flap	10	2	12	20	2000	2

Tabela 4—Cálculo da Quantidade de Manutenções Programadas de Reparáveis

Já para se calcular quantas manutenções não programadas serão realizadas, deve-se saber qual a taxa de falha do componente. Essa taxa de falha é definida pelo Tempo Médio entre Falhas - (Mean Time Between Failure-MTBF). A taxa de falha de um item no avião é definida pela soma de utilização de todos os componentes, divididos pela quantidade de falhas ocorridas por um item em um determinado período. (Sherbrooke, 36, 1992).

Deve-se usar os mesmos parâmetros que foram colocados no cálculo da manutenção programada: QAV, QPA, T1 e P1, além do MTBF. Porém, deve-se agora utilizar uma função de probabilidade para poder calcular a quantidade de manutenções não programadas a serem realizadas.

Para se calcular a quantidade de falhas que ocorrerá em um determinado item usa-se a distribuição de Poisson, pois a probabilidade de ocorrência de uma falha em cada medida de tempo é a mesma (Lapponi, 197, 2000), ou mesmo que a ocorrência de um número de falha é independente. (Zentgraf, 167, 2001). A fórmula da distribuição de Poisson utilizada é:  $P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$  onde  $\lambda$  a média do número de falhas que acontecem por uma unidade de medida  $x=0, 1, 2, 3, \dots$  (Lapponi, 198, 2000).

No caso das manutenções não programadas  $\lambda$  é igual a (QAV, QPA, T1 e P1)/MTBF, sendo que para definir a quantidade de manutenções deve-se acumular os valores de  $x$ . Assim a fórmula de Poisson para a probabilidade de falha de um determinado item ficaria:

$$P(x) = \sum_{i=0}^x \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \text{ sendo } \lambda = (\text{QAV} \cdot \text{QPA} \cdot \text{T1} \cdot \text{P1}) / \text{MTBF}.$$

Ou seja, define-se qual a probabilidade de ocorrer x falhas. Quanto maior for o número de x, mais a probabilidade tenderá a 100%. Assim sendo, x poderá ser um número elevado. É necessário, portanto, estabelecer um limite, pois tudo isso é custo. Esse limite será dado por uma probabilidade de certeza (Pc) de 0 até 100%, a probabilidade de ocorrer o número de manutenções não programadas, pois quanto maior a certeza, maior o custo. Assim, fazendo o x variar até o último x de  $P(x) < P_c$ , obtém-se a quantidade de manutenções não programadas a serem realizadas, sendo Pc um valor de 0 a 100%.

Assim, a fórmula da quantidade de manutenção não programada

$$(\text{QT\_NPRG}) \text{ seria } \left( \sum_{i=0}^x \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \right) < P_c, \text{ onde } \text{QT\_NPRG} = ..x + 1.$$

Colocando todas essas análises em uma planilha Excel pode-se verificar os seguintes resultados:

Cálculo da Quantidade de Manutenção Não Programadas							
Item	Item a ser reparado						
QAV	Quantidade de Aeronave						
QPA	Quantidade do item por Aeronave						
T1	Período de tempo em meses						
P1	Projeção de horas a serem voadas por mês						
MTBF	Tempo médio entre falhas						
Pc	Probabilidade de certeza						
Item	QAV	QPA	T1	P1	MTBF	Pc	QT_MNP
Gerador	10	8	12	20	500	70%	42
Motor	10	4	12	20	1000	80%	12
Flap	10	2	12	20	750	90%	10
Flap	10	2	12	20	750	100%	35
Flap	10	2	12	20	750	50%	6
Flap	10	2	12	20	750	40%	6

Tabela 5 - Cálculo da Quantidade das Manutenções Não Programadas

O Custo da Manutenção Programada e Não programada é feito multiplicando o número de manutenções encontrado, vezes o custo de cada tipo de manutenção. Cada item possui um histórico financeiro realizado para cada tipo de manutenção.

#### **4.1.3 Custo Total**

O custo de manutenção de uma aeronave é a soma dos custos da manutenção das aeronaves mais os custos das manutenções dos reparáveis. Observa-se que o cálculo global é complexo, pois existe uma gama muito grande de dados a serem coletados e processados, além de que, um avião como o C-130 possui um ciclo de manutenção com mais de 30 tipos de inspeções a serem realizadas em mais de 20 aviões, sendo que cada avião possui mais de 800 itens recuperáveis.

#### **4.1.4 Coleta de dados**

A pesquisa dessa dissertação é de natureza quantitativa. As informações de custo foram coletadas a partir da base de dados do Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços (SILOMS).

Existe todo um procedimento de inserção de dados no SILOMS, o setor de delineamento de um parque aeronáutico de manutenção é responsável por inserir todas as informações básicas para que se possa realizar a previsão das inspeções e seus custos.

Basicamente, o trabalho começa inserindo o avião onde o mesmo será utilizado, depois se estabelece às manutenções programadas dos aviões com

todas as tarefas a serem executadas. Estabelecido o ciclo de inspeção da aeronave passa-se a realizar a configuração dos itens reparáveis que compõem o avião com sua quantidade por aeronave, seu TBO e MTBF e estabelecer como são feitas as manutenções programadas e não programadas de cada item. O anexo A descreve e representa de forma mais detalhada o processo de delineamento. Todas as atividades são executadas inserindo dados no SILOMS. (Manual de Delineamento de Material, 2005)

Com os dados inseridos, o sistema calcula a quantidade de inspeções de reparáveis e de aeronaves que serão realizadas baseadas em uma projeção de vôo que é informada pelos planejadores usando o algoritmo definido no item 4.1.1 e 4.1.2. No anexo B pode-se verificar o cálculo feito para um determinado reparável e uma aeronave no SILOMS para cada tipo de unidade aérea.

Para o cálculo do custo total processa o total de inspeções vezes o custo de cada uma. Toda essa sistemática foi desenvolvida no Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços, que contempla o modelo exposto acima. Hoje, é possível obter o custo total baseado em uma quantidade de horas a serem voadas. Porém, isso não é um processamento fácil, e, muitas das vezes, quando se realiza todo o processo de cálculo, o custo resultante não é factível obrigando que se refaça toda rotina até se obter um montante de custo adequado. Surge, então, a necessidade de se criar um simulador de custo logístico para aeronave.

## **4.2 MODELO DE SIMULAÇÃO**

### **4.2.1 Projeto do Simulador do Custo Logístico**

O objetivo básico do simulador de custo logístico para aeronave é obter um modelo matemático que descreva o comportamento do custo a partir da variação das horas a serem voadas. Esse modelo terá como variação o número de horas a serem voadas( $X$ ), variáveis independentes, e o resultado o custo logístico( $Y$ ), variável dependente. Para isso será feita análise de regressão para tentar descrever a relação entre as duas variáveis, procurando estimar uma variável em função da outra. (Laponni, 380, 2000). O simulador será implementado no Sistema de Logística da Força Aérea - SILOMS (Sistema Integrado de material e de Serviços), esta dissertação mostrará os aspectos conceituais que serão à base dessa ferramenta de previsão. Assim para verificar a operação do modelo pode-se utilizar a ferramenta SILOMS.

Para se chegar a um modelo matemático que exprima da melhor forma possível a tendência de um custo logístico são necessárias amostras. Para obter esses dados o SILOMS fornecerá uma tela onde o usuário escolherá quantas amostras serão usadas e em qual intervalo. Assim, o usuário, como exemplo, poderá escolher 10 amostras em intervalos de 1000 horas, iniciando em 5000 horas. Será permitido escolher somente um tipo de aeronave. O caso escolhido foi à aeronave C-130 que já possui uma base de informações bem confiável.

Depois que são escolhidos as variáveis  $X$  do intervalo, serão obtidos o custo de manutenção de aeronave e o custo de manutenção de reparáveis. Isso é obtido no SILOMS utilizando o modelo colocado no item 7.1 desse trabalho. Cada



processamento para uma variável X durou aproximadamente 2 horas. Para 10 amostras de horas a serem voadas durou o processamento 24 horas e obteve-se os resultados descritos na tabela 6. Os resultados foram divididos por um número aleatório devido que o número real não pode ser divulgado devido à sensibilidade da informação.

<b>Horas de voo</b>	<b>Custo de Manutenções de Aeronaves</b>	<b>Custo de Manutenções de Reparáveis</b>
<b>5000</b>	24300	13052
<b>6000</b>	30618	16446
<b>7000</b>	38579	20721
<b>8000</b>	48609	26109
<b>9000</b>	61248	32897
<b>10000</b>	71234	47902
<b>11000</b>	82345	63459
<b>12000</b>	111589	90347
<b>13000</b>	138023	131034
<b>14000</b>	213591	171903

Tabela 6 - Resultado do processamento do custo de manutenção-fonte SILOMS

#### 4.2.2 Aplicação do Modelo

Agora será visto a aplicação do modelo nos dados apresentado na tabela 6. Será analisado cada tipo de regressão e ao final será escolhido o que possui o  $r^2$  mais alto.

##### *Regressão Linear*

Serão mostradas planilhas de como se chegou ao valor sugerido de somente um tipo de custo. O resultado obtido dos dois tipos de custo será mostrado ao final de cada análise.

Para começar a realizar o estudo, utiliza-se a fórmula descrita na seção 3.2.2 onde a mesma mostra a relação entre x e y para se obter os valores de a e

b. Nota-se que essa relação pode ser usada nas outras transformações também, mudando somente os valores de x e y por valores transformados. Com fins didáticos, nas regressões não lineares usou-se fórmulas do Excel, para agilidade do processo.

Horas de vôo	Custo de Manutenções de Aeronaves	x.y	x2	Projeção	Explicada	N. Explicada
5000	24300	121500000	25000000	2058,2	6392865989	494697667,2
6000	30618	183708000	36000000	19826,067	3867289302	116465825,1
7000	38579	270053000	49000000	37593,933	1973106787	970356,3378
8000	48609	388872000	64000000	55361,8	710318443,2	45600307,84
9000	61248	551232000	81000000	73129,667	78924271,47	141174002,8
10000	71234	712340000	100000000	90897,533	78924271,47	386654543,2
11000	82345	905795000	121000000	108665,4	710318443,2	692763456,2
12000	111589	1339068000	144000000	126433,27	1973106787	220352252,9
13000	138023	1794299000	169000000	144201,13	3867289302	38169331,48
14000	213591	2990274000	196000000	161969	6392865989	2664830884
95000	820136	9257141000	985000000	820136	26045009585	4801678627
Média	82013,6					
b=	17,76786667	r2=	0,8443373			
a=	-86781,13333					

Tabela 7 - Regressão Linear

Usa-se a notação de intercepção e declividade para mostrar como será a tendência da reta ou curva que está sendo definida e que são os valores obtidos como resultado da tabela 7.

	Linear	
	MNT ANV	MNT REP
Intercepto h	-86781,1	-94468,3
Declividade k	17,76	16,4
Coeficiente a	-86781,1	-94468,3
Coeficiente b	17,76	16,4
r-quadrado	0,844	0,848

Tabela 8 - Resultado da Regressão Linear

*Regressão Logarítmica*

Para as regressões não lineares serão utilizadas fórmulas diretas do Excel para agilização. Apresentando primeiramente a planilha de manutenção de aeronaves.

Horas de voo	Custo de MNT de Aeronaves	Trasnsformação Logarítmica			
x	y	ln x	y		
5000	24300	8.517193	24300	h	-1267745
6000	30618	8.699515	30618	k	148177.36
7000	38579	8.853665	38579	r-quadrado	0.7483302
8000	48609	8.987197	48609	a	-1267745
9000	61248	9.10498	61248	b	148177.36
10000	71234	9.21034	71234		
11000	82345	9.305651	82345		
12000	111589	9.392662	111589		
13000	138023	9.472705	138023		

Tabela 9 - Resultado da Regressão Logarítmica

Para os dois tipos de manutenções tem-se a seguinte tabela de custo:

	Logarítmica	
	MNT ANV	MNT REP
Intercepto h	-1267745	-1267745
Declividade k	148177,4	148177,4
Coeficiente a	-1267745	-1267745
Coeficiente b	148177,4	148177,4
r-quadrado	0,74833	0,74833

Tabela 10 - Resultado da Regressão Logarítmica

### *Regressão Exponencial*

Serão mostradas planilhas de como se chegou ao valor sugerido de somente um tipo de custo, no caso o custo de aeronave. O resultado obtido dos dois tipos de custo será mostrado ao final de cada análise.

Horas de vôo	Custo de Manutenções de Aeronaves	Trasnformação Exponencial		
x	y	x	lny	
5000	24300	5000	10,09823	
6000	30618	6000	10,32934	h 8,963714
7000	38579	7000	10,56046	k 0,000225
8000	48609	8000	10,79156	r-quadrado 0,988584
9000	61248	9000	11,02269	a 7814,328
10000	71234	10000	11,17373	b 0,000225
11000	82345	11000	11,31867	
12000	111589	12000	11,62258	

Tabela 11 - Resultado da Regressão Exponencial

Para os dois tipos de manutenções tem-se a seguinte tabela de custo:

	EXPONENCIAL	
	MNT ANV	MNT REP
Intercepto h	8,963714	7,9066
Declividade k	0,000225	0,000292
Coefficiente a	7814,328	2715,28
Coefficiente b	0,000225	0,000292
r-quadrado	0,9885	0,9923

Tabela 12 - Resultado da Regressão Exponencial

### *Regressão de Potência*

Serão mostradas planilhas de como se chegou ao valor sugerido de somente um tipo de custo. O resultado obtido dos dois tipos de custo será mostrado ao final de cada análise.

Horas de vôo	Custo de Manutenções de Aeronaves	Trasnsformação de Potencia		
x	y	ln x	ln y	
5000	24300	8,517193	10,09823	h -6,77385
6000	30618	8,699515	10,32934	k 1,962469
7000	38579	8,853665	10,56046	r-quadrado 0,957296
8000	48609	8,987197	10,79156	a 0,001143
9000	61248	9,10498	11,02269	b 1,962469
10000	71234	9,21034	11,17373	
11000	82345	9,305651	11,31867	
12000	111589	9,392662	11,62258	

Tabela 13 - Resultado da Regressão Logarítmica

Para os dois tipos de manutenções tem-se a seguinte tabela de custo:

	POTÊNCIA	
	MNT ANV	MNT REP
Intercepto h	-6,7738	-6,7738
Declividade k	1,9624	1,9624
Coefficiente a	0,00114	0,001143
Coefficiente	1,967296	1,9624
r-quadrado	0,9572	0,9572

Tabela 14 - Resultado da Regressão Logarítmica

### Melhor Tendência

A tabela 15 mostra todos os resultados para cada tipo de regressão utilizado na análise do custo de aeronave, pelo que foi visto deve-se escolher a curva com maior coeficiente de determinação que no caso é a “Exponencial”.

	Linear	Logarítmica	Exponencial	Potência
	MNT ANV	MNT ANV	MNT ANV	MNT ANV
Intercepto h	-86781,1	-1267745	8,9637143	-6,7738
Declividade k	17,76	148177,36	0,0002251	1,9624
Coefficiente a	-86781,1	-1267745	7814,3284	0,00114
Coefficiente b	17,76	148177,36	0,0002251	1,967296
r-quadrado	0,844	0,7483302	0,9885	0,9572

Tabela 15 - Resultado das regressões para Manutenção de Aeronave

A tabela 16 também mostra todos os resultados para cada tipo de regressão utilizado na análise do custo de reparável, pelo que foi visto deve-se escolher a curva com maior coeficiente de determinação que no caso é a “Exponencial”.

	Linear	Logarítmica	Exponencial	Potência
	MNT REP	MNT REP	MNT REP	MNT REP
Intercepto h	-94468,27	-1267744,67	7,9066	-6,7738
Declividade k	16,4	148177,36	0,00029171	1,9624
Coeficiente a	-94468,27	-1267744,67	2715,28	0,001143
Coeficiente b	16,4	148177,363	0,0002917	1,9624
r-quadrado	0,848	0,74833021	0,9923	0,9572

Tabela 16 - Resultado das regressões para Manutenção de Reparável

Pode-se verificar que a melhor tendência nos dois casos foi a exponencial, transformando em equação os dois modelos tem-se:

$$\text{Custo Manutenção de Aeronave: } \hat{y} = 7814,3284 \cdot e^{0,2251x}$$

$$\text{Custo de Manutenção de Reparável: } \hat{y} = 2715,28 \cdot e^{0,292x}$$

Testando os dois modelos obtêm-se:

Horas de voo	Custo de Manutenções de Aeronaves	Custo de Manutenções de Recuperáveis	Custo Total
5000	24081,86392	11691,88579	35773,75
6000	30161,28122	15656,63954	45817,92
7000	37775,43497	20965,85326	58741,29
8000	47311,76627	28075,43736	75387,20
9000	59255,5249	37595,90289	96851,43
10000	74214,46096	50344,78701	124559,25
11000	92949,74985	67416,85621	160366,61
12000	116414,7241	90278,11559	206692,84
13000	145803,3831	120891,697	266695,08
14000	182611,1489	161886,4363	344497,59

Tabela 17 – Simulando o Custo com as Equações de Regressão

## **4.3 CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO EM UM SISTEMA INFORMATIZADO**

Com o modelo proposto nos itens 4.1 e 4.2, o gerente da área de planejamento deverá simular vários cenários e analisar várias opções de equações de regressão que melhor aderem à necessidade para cada tipo de avião.

### **4.3.1 Modelo e Ferramentas Utilizadas**

Para se construir o simulador de custo foi usado o modelo de prototipagem auxiliado por ferramenta CASE da Oracle, Designer 2000. A linguagem de programação é o PL/SQL, o frond-end é o forms 6i da própria Oracle e o Banco de dados Oracle 8i. Todos os programas foram integrados ao Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços - SILOMS da Força Aérea Brasileira.

### **4.3.2 Construindo os Programas**

A primeira tela do simulador é a gerencial, onde o usuário poderá ter acesso a todas as funcionalidades do sistema. Nessa tela, figura 1, o planejador escolhe algum tipo de aeronave e pode navegar pelas diferentes funções do Sistema para poder gerar e analisar a simulação. Como exemplo foi usado o mesmo dado da Aeronave nos itens 4.1 e 4.2.

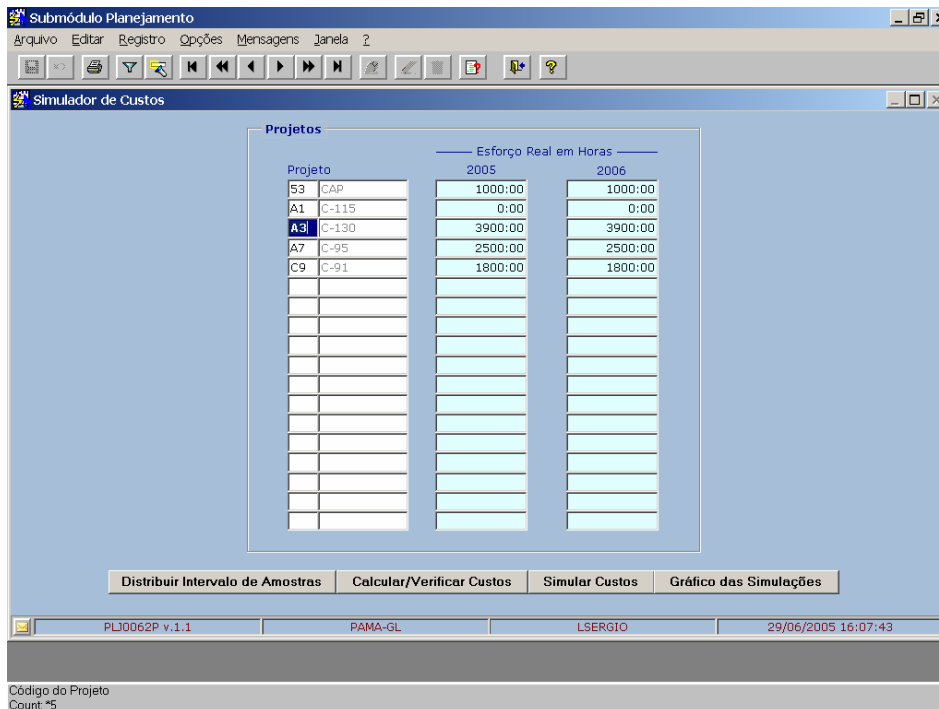


Figura 4 – Tela Gerencial do Simulador

A primeira função necessária para utilizar o simulador é estabelecer o espaço amostral em um intervalo que o planejador trabalhe. O Sistema, nesse caso, deve distribuir as horas para cada esquadrão de forma proporcional, conforme figura 5.

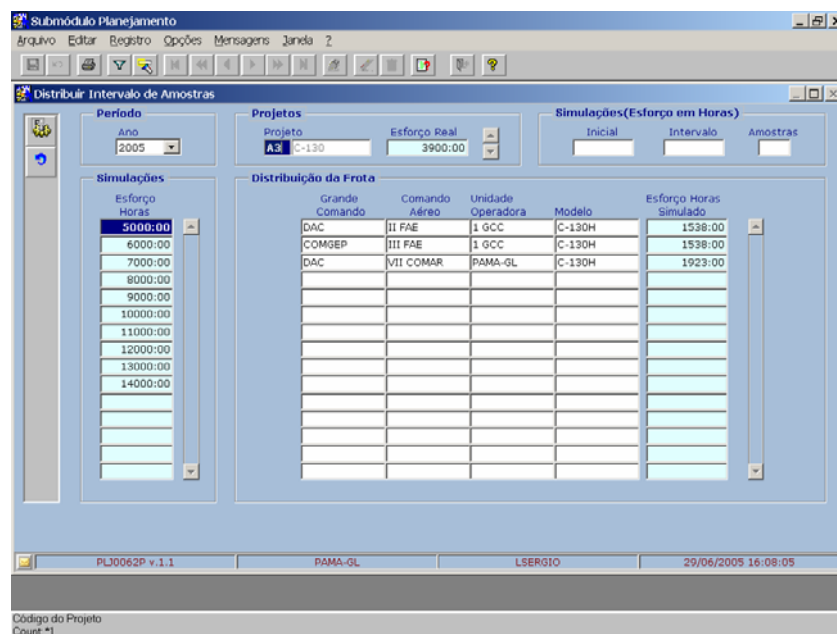


Figura 5 – Tela Gerencial do Simulador



Depois de se fazer a distribuição das amostras sugeridas, o sistema deverá calcular o custo de aeronave e recuperáveis, de acordo com cada tipo de hora que está se voando. Nota-se que o custo foi feito em dólar, porém, pode-se converter para real, conforme figura 6.

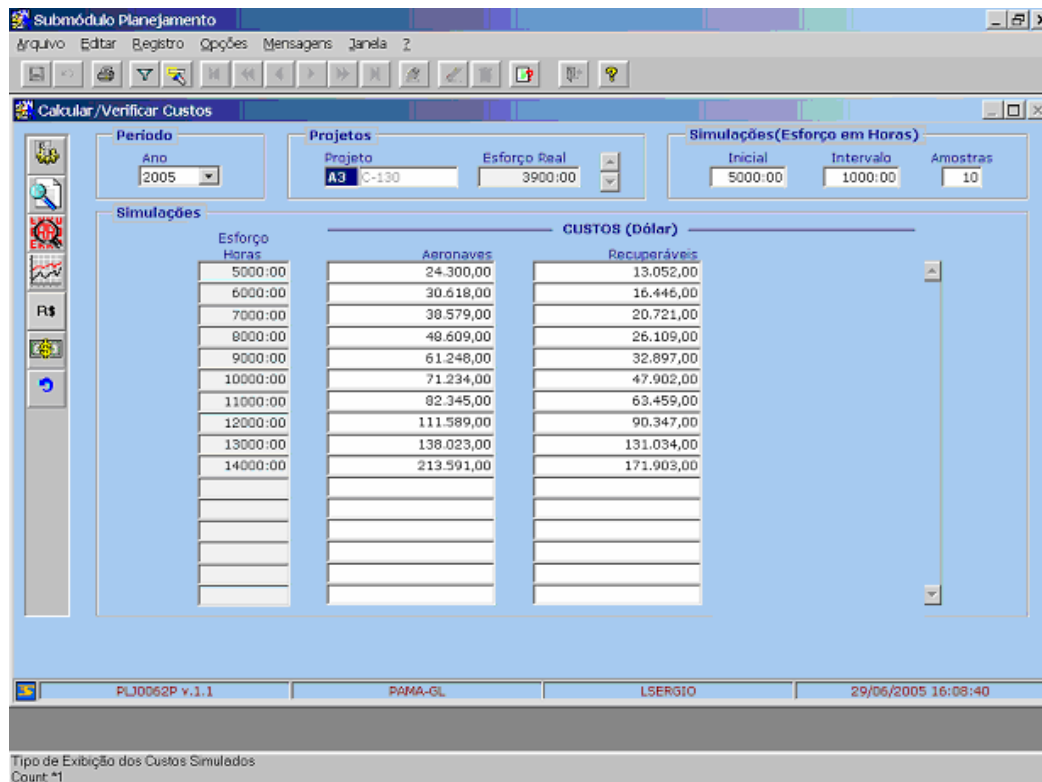


Figura 6 – Geração e Análise dos Custos

Uma vez calculada a amostra, o sistema define a melhor equação que se adequou aos custos apresentados. Para se calcular a melhor equação representativa dentro de uma amostragem, fez-se um algoritmo na linguagem PL/SQL da Oracle baseado no modelo testado nos itens 4.1 e 4.2 que pode ser visualizado no anexo C. Caso o planejador queira, o mesmo poderá mudar os tipos de equação e verificar quais os resultados obtidos para cada tendência. Nota-se que o sistema permite simular qualquer tipo de equação, porém mostra primeiramente a equação sugerida.

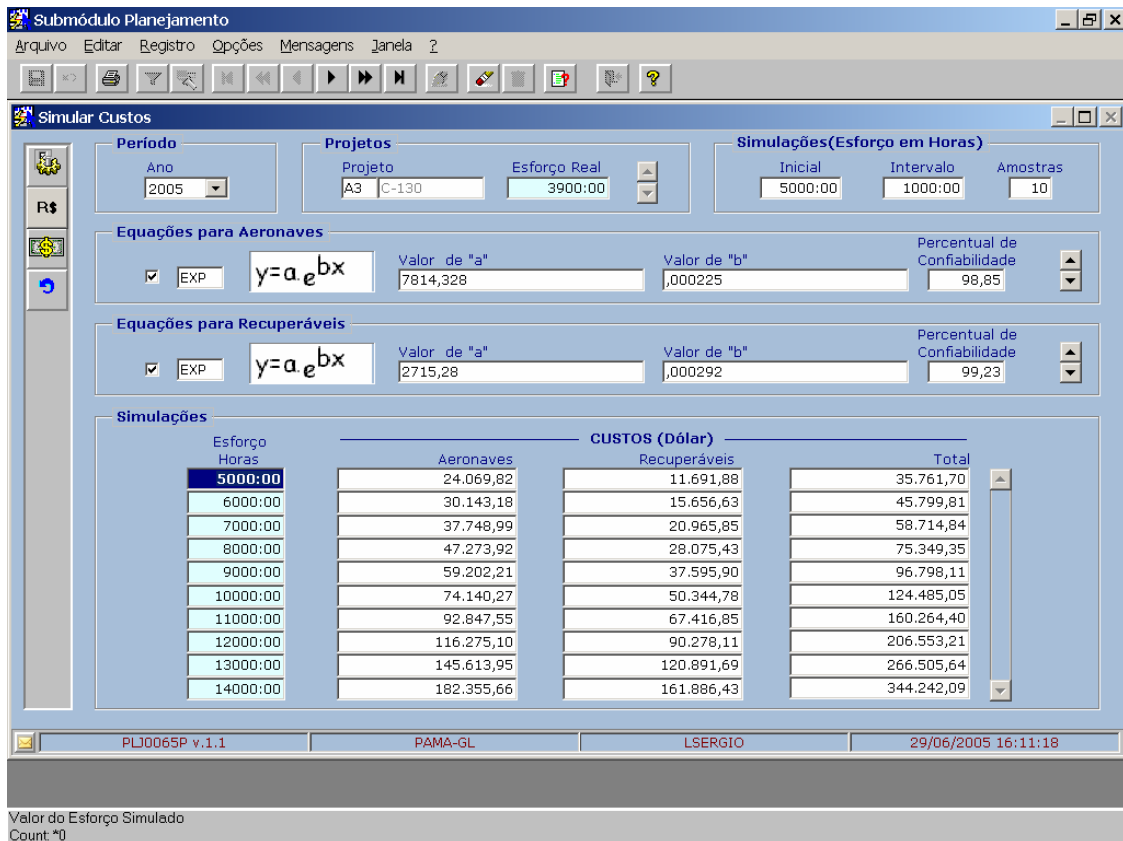


Figura 7 – Simulador de Custo

Depois do resultado das equações, pode-se agora verificar através de gráficos, se a equação sugerida é realmente a equação a ser utilizada. Nota-se que, na figura 8 a tendência da curva para custo de aeronaves onde a linha azul designa a realidade e a linha vermelha a exponencial que melhor se adequou a tendência.

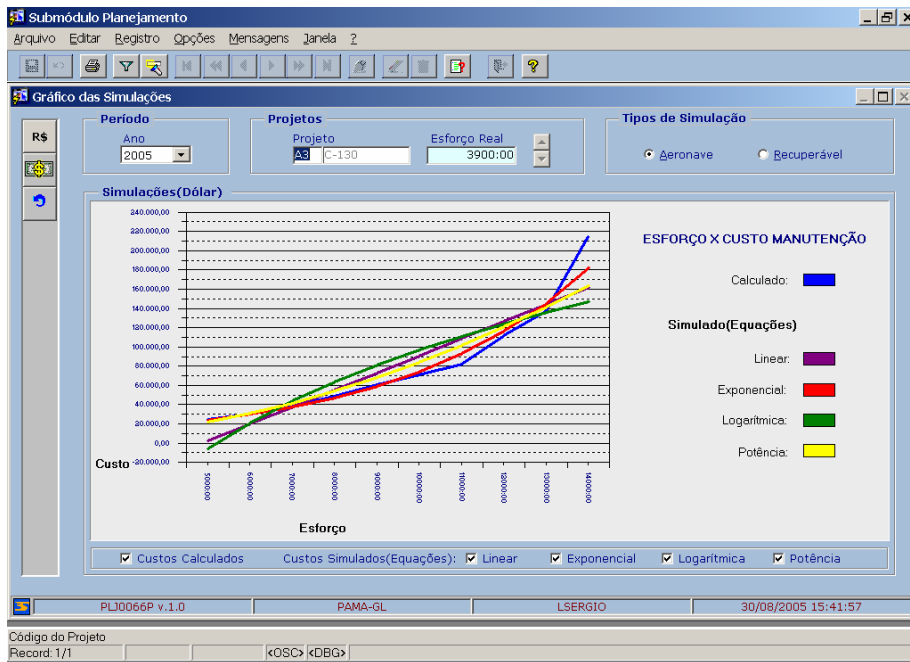


Figura 8 – Gráfico de tendência de custo de aeronave

O mesmo se pode dizer para a tendência do gráfico da curva do custo do reparável conforme figura 9.

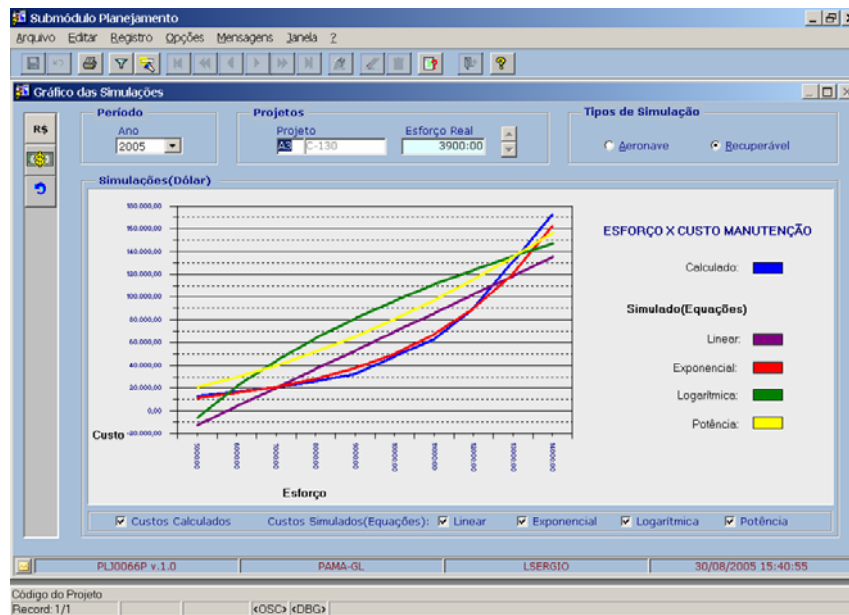


Figura 9 – Gráfico de tendência de custo de reparável

#### 4.4 ANÁLISE ENTRE AS METODOLOGIAS

Procurando obter os resultados entre a metodologia antiga e atual pode-se obter o seguinte quadro:

<b>Horas de vôo</b>	<b>Custo Total Metodologia Antiga</b>	<b>Custo Total Metodologia Nova</b>	<b>Comparação em Percentagem</b>
5000	37167.17	35773.75	-3.75
6000	44600.61	45817.92	2.73
7000	52034.04	58741.29	12.89
8000	59467.48	75387.20	26.77
9000	66900.91	96851.43	44.77
10000	74334.34	124559.25	67.57
11000	81767.78	160366.61	96.12
12000	89201.21	206692.84	131.72
13000	96634.65	266695.08	175.98
14000	104068.08	344497.59	231.03

Tabela 18 – Comparação Metodologia Nova e Antiga

Obs: Os valores estão com um divisor de proporcionalidade devido à segurança.

Nota-se uma grande variação de custo, principalmente para quantidades maiores a serem voadas. Isso ocorre, pois na metodologia antiga o custo é linear, premissa falsa, uma vez que quanto mais se voa mais falhas e manutenções aconteceram, aumentando assim consideravelmente o custo, conforme se expressa nos valores da metodologia nova.

Pelo novo método, pode-se verificar que há custo mesmo com o avião parado. Fato verídico devido às manutenções agendadas de acordo com o calendário ou até mesmo nos reparos estruturais das aeronaves. Fato esse que não ocorre na metodologia antiga.

Cabe ressaltar que cada tipo de aeronave apresenta uma tendência diferente e merece uma análise comparativa para verificação dos resultados.

## **5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS**

### **5.1 CONCLUSÃO**

Com a metodologia proposta e implementada, os planejadores podem, com certeza, realizar planejamento mais factível de atividades futuras e reduzir as incertezas das falhas dos componentes dos aviões. Essa atividade torna a previsão mais eficiente e eficaz.

Utilizando a abordagem, o planejador pode priorizar as atividades previstas para cada atividade de manutenção. Assim, as unidades poderão saber a real necessidade de um avião, gerando um aumento na disponibilidade operacional da frota de aeronaves.

Em síntese, a nova metodologia busca, com um trabalho mais científico e profissional, tornar a previsão mais confiável, ou seja, tornar mais eficiente e eficaz o atendimento das necessidades.

É de conhecimento geral que os recursos destinados ao governo são cada vez mais escassos, fazendo com que um planejamento acurado seja imprescindível atualmente.

Este trabalho mostrou que, como um método científico de cálculo de custo agrupado com um simulador de custo acurado, pode-se chegar a uma forma

eficiente de se projetar o custo logístico, utilizando recursos computacionais que de muito auxiliará nos planejamentos futuros.

Destaca-se, assim, a importância da implantação dessa nova metodologia no âmbito do Comando da Aeronáutica, que poderá contar com um planejamento de recursos mais acurado e, conseqüentemente, um aumento da disponibilidade operacional da Força Aérea.

Finalmente, cabe ressaltar que somente com planejamento bem-feito e em longo prazo haverá a possibilidade de uma Força Aérea mais operacional. Agora, a Força pode trilhar seu próprio caminho para uma logística melhor, tendo em mente que: “Toda glória resulta da ousadia de começar”. (Eugene Ware.)

## **5.2 TRABALHOS FUTUROS**

Para estimar a quantidade de manutenções não programadas a metodologia proposta usou a distribuição de Poisson. Isso foi feito devido ao pequeno histórico de panes que se obteve na Força Aérea. Uma vez com um sistema informatizado, que melhore a coleta de dados, pode-se procurar a melhor distribuição para cada item, de acordo com o histórico de panes.

O trabalho futuro consiste em desenvolver um algoritmo que calcule a melhor distribuição para cada item, melhorando assim a projeção de manutenções corretivas.

Outra melhoria é incluir a possibilidade de estabelecer uma regressão linear múltipla a partir dos dados de regressão do custo de aeronave e custo de

reparável, obtendo assim uma terceira equação que seria a do custo total das manutenções.

Nada impede que esse modelo possa ser usado em outros tipos de situação, como manutenção de veículos, radares, etc, tema esse que poderá ser objeto de outro estudo.

Adianta-se que, como sendo um assunto novo, não se esgotam outras sugestões para melhoria da metodologia proposta para estabelecimento de uma previsão eficiente e eficaz para o custo logístico de aeronaves.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio (2005) **Manual de Delineamento de Material**. Rio de Janeiro

Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico (2000) **Custo Logístico da Hora de Vôo**. Rio de Janeiro.

Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico (2001) **Manual de Implantação de Material**. Rio de Janeiro.

Comando da Aeronáutica. UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA (2002) **Manual de Estudo de Estado Maior**. Rio de Janeiro.

Ministério da Defesa (2001) **Doutrina de Logística Militar** Brasília.

ASCEF Rogers, SOARES MACHADO, Maria Augusta “**Simulador de Custo Logístico de Aeronaves – Confiabilidade no Planejamento dos Recursos**”,

In: Anais do VIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais - SIMPOI 2005 - FGV-EAESP-São Paulo. Disponível:

<http://www.fgvsp.br/simpoi/artigos/pdf/T00389S49882.pdf>

BATEMAN Thomas S, SNELL. A Scott.(1998) **Administração: Construindo vantagem competitiva**.São Paulo: Atlas.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. (1993) **Just in time, MRPII e OPT- Um enfoque estratégico**. 2º ed. São Paulo: Atlas.



CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G.N., CAON, Mauro. (1999).

**Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação.** 2º ed. São Paulo: Atlas.

COSTA NETO, Pedro L.O. (1977) **Estatística.** São Paulo: Edgard Blücher.

FERNANDES, Daniel, B (1999) **Metodologia Dinâmica para o Desenvolvimento de Sistemas Versáteis.** São Paulo: Érica

LAMBERT, Douglas M., STOCK, James R., VANTINE, José Geraldo (1998).

**Administração Estratégica da Logística.** São Paulo: Vantine Consultoria.

LAPPONI, Juan C. (2000) **Estatística usando Excel.** São Paulo: Laponi treinamento e Editora.

LEVINE, David M., BERENSON, Mark L., STEPHAN, David (1998). **Estatísticas: Teoria e Aplicações,** Rio de Janeiro: LTC-livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

MCCLAVE, James T, BENSON, George P.(1994) **Statistics for business and economics,** 6 edição New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

MARTIN, Jamnes, McCLURE, Calma (1991) **Técnicas Estruturadas e Case.** São Paulo: Makron, MacGraw-Hill.

PRESSMAN, Roger S. (2002) **Engenharia de Software** 5 ed-Rio de Janeiro: MacGraw-Hill.

PRITSKER, Alan B. (1994). **Introduction to simulation and SLAM II.** New York: John Wiley & Sons.

SHERBROOKE, Craig C. (1992) **Optimal Inventory modeling of systems: multi-echelon techniques.** New York: John Wiley & Sons.

SILVA, Ermes M da, GONÇALVES, Valter, SILVA, Elio M da, MUROLO, Afrânio C. (1995), **Estatística: para cursos de economia, administração e ciências contábeis.** São Paulo: Atlas.

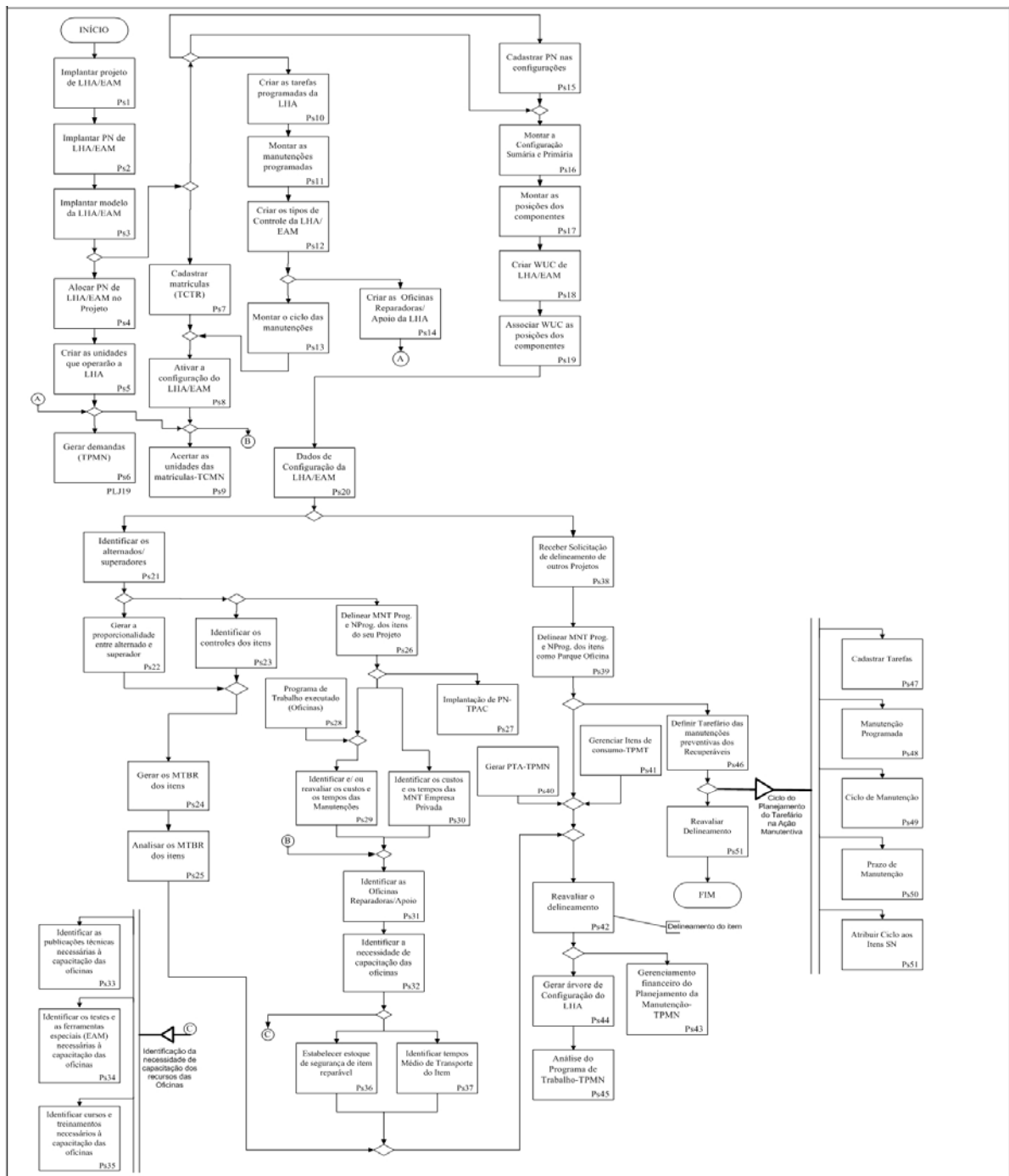
SOMMERVILLE, Ian (2003) **Engenharia de Software**. São Paulo: Addison Wesley.

ZENTGRAF, Roberto (2001) **Estatística Objetiva**. Rio de Janeiro: ZTG Editora LTDA.

## 7 ANEXOS

### ANEXO A - PROCESSO DE DELINEAMENTO

Processo de configuração e delineamento de material MCA 402-45  
Delineamento de Material.



## ANEXO B – CÁLCULO DE DEMANDA DE REPARÁVEL E AERONAVES

Na figura abaixo mostra como é feito o cálculo de quantidade de inspeções para somente um item na ferramenta SILOMS, nota-se que os registro repetem, pois o mesmo é calculado para mais de uma unidade aérea.

The screenshot displays the 'Submodulo Planejamento - [Consultar Cálculos da Demanda Prevista]' window. The interface includes a menu bar (Arquivo, Editar, Registro, Opções, Mensagens, Janela, ?), a toolbar, and several input fields for project and support information. The main area features a table titled 'Demanda Prevista de Material Recuperável' with columns for 'PN', 'IBR', '% Não Prog', '% Prog', 'Quantidade de Manutenções' (Prog, Não Prog), and 'Total'. The table shows three identical rows for item '10C0001-26'. A 'Total' row at the bottom indicates 0 planned and 3 unplanned maintenance units. The status bar at the bottom shows 'PL4213P v 1.6', user 'PAMAGL', 'ROGERSA', and the date '10/10/2005 18:37:00'.

PN	IBR	% Não Prog		Quantidade de Manutenções		Total
		Prog	Não Prog	Prog	Não Prog	
10C0001-26	100:00	75	0	1	1	
10C0001-26	100:00	75	0	2	2	
10C0001-26	100:00	75	0	0	0	
<b>Total:</b>			0	3	3	

## ANEXO C – CONSOLIDAÇÃO DAS INSPEÇÕES DOS REPARÁVEIS

Este anexo apresenta vários itens reparáveis já com a quantidade consolidada e seu custo. – Fonte SILOMS

PN	CFE	Nomenclatura	QTDE NPROG	Custo NPROG	QTDE PROG	Custo PROG
A700AAP	74063	RELAY, RCR 300	4	701,60		0,00
A700AQ4	74063	RELAY, RCR 200	4	832,92		0,00
A702AP	74063	RELAY, RCR 600	3	144,30		0,00
A846-6	74063	RELAY	2	443,02		0,00
AN3025-600	88044	RELAY, RCR 600	2	200,48		0,00
B123J	74063	CONTACTOR	5	12.796,10		0,00
B124K	74063	RELAY CONTACTOR	4	8.309,64		0,00
C19A513	25140	FAN	3	183,12		0,00
C7041-1	00268	ACTUATOR, AILERON	8	6.720,24		0,00
C7041-2	00268	ACTUATOR, RUDDER	8	13.926,32		0,00
CYL24271-2	05624	CONTROL BOX	2	251,20		0,00
DL1326H11	12511	ACTUATOR	2	1.600,66		0,00
E384	74063	RELAY	1	233,65		0,00
E5400-5	72914	LIGHT	10	2.289,80		0,00
E6965-34	72914	LIGHT	2	976,30		0,00
E6965-8	72914	LIGHT	13	5.387,59		0,00
FYLC9102	05624	ACTUATOR	4	888,52		0,00
FYLC9103	05624	ACTUATOR	6	1.177,44		0,00
L16-8-1	81039	ACTUATOR	2	1.470,92		0,00
L16-8-3	81039	ACTUATOR	2	2.724,26		0,00
M9201A1B	18965	FAN RECIRCUL	8	8.689,36		0,00
M11A1024B	73760	ACTUATOR	6	928,38		0,00
MCE23-400	07639	INVERTER, 2500VA	11	3.378,98	3	4.278,75

## ANEXO D – CONSOLIDAÇÃO DAS INSPEÇÕES DAS AERONAVES

Este anexo apresenta a consolidação das inspeções das aeronaves.  
Fonte SILOMS

OM	Matri- cula	Tipo de Inspeção									
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
1/1	CT 2461									HSC 1	
1/1	CT 2462			HSC 7			HSC 8			HSC 9	
1/1	CT 2463			HSC 1			HSC 2			HSC 3	
1/1	CT 2464		HSC 1			HSC 2			HSC 3		
1/1	CT 2465		HSC 10			HSC 11			HSC 12		
1/1	CT 2466	HSC 7			HSC 8			HSC 9			1ª MENOR
1/1	CT 2467		HSC 3			4ª MAIOR			HSC 4		
1/1	CT 2470	HSC 18			3ª MIN EXT			HSC 19			HSC 20
1/1	CT 2471			HSC 18			1ª MIN EXT			HSC 19	
1/1	CT 2472	HSC 9				3ª MENOR		HSC 10			HSC 11
1/1	CT 2473			HSC 9			3ª MENOR			HSC 10	
1/1	CT 2474			HSC 4			HSC 5			HSC 6	
1/1	CT 2475			HSC 2			HSC 3			2ª MENOR	
1/1	CT 2476			HSC 15			4ª MAIOR			HSC 16	
1/1	CT 2477		HSC 14			HSC 15			2ª MENOR		
1	GTT 2451			4ª MAIOR			HSC 13			HSC 14	
1	GTT 2453			HSC 1			HSC 2			HSC 3	
1	GTT 2456		HSC 16			HSC 17			HSC 18		
1	GTT 2458			HSC 11			HSC 12			4ª MAIOR	

## ANEXO E - ALGORITMO DE CÁLCULO DE REGRESSÃO

```

Versão : 1.0      Em: 29/03/2005      Autor: Luiz Sérgio R.O.
-- Objetivo: Calcular o Tipo de Regressão (Linear, Exponencial, Logarítmica
-- ou Potência) que melhor representa o gráfico formado pela
-- série 'Esforo x Custo', calculado pelos procedimentos de
-- Cálculo de Custos Simulados e que será utilizado no Simulador
-- de Custo Logístico de Aeronaves.
-----
-- Versão Data      Autor      Descrição
-----
-- 0.0 dd/mm/yyyy  xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
-----

PROCEDURE P_CALCULA_REGRESSAO(
  p_cd_projeto IN VARCHAR2,
  p_nr_ano IN NUMBER,
  p_tp_simulacao IN VARCHAR2,
  p_cod_erro OUT NUMBER,
  p_msg_erro OUT VARCHAR2) IS

  v_cd_unidade_gerente T_UNIDADE.cd_unidade%TYPE;
  v_vl_r2_maior T_REGRESSAO.vl_r2%TYPE;
  v_rowid_maior varchar2(100);

  v_vl_x T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_x%TYPE;
  v_vl_y T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_y%TYPE;
  v_vl_lnx T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_lnx%TYPE;
  v_vl_lny T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_lny%TYPE;
  v_vl_xy T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_xy%TYPE;
  v_vl_x2 T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_x2%TYPE;
  v_vl_projecao T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_projecao%TYPE;
  v_vl_explicada T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_explicada%TYPE;
  v_vl_n_explicada T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_n_explicada%TYPE;
  v_vl_total T_CUSTO_SIMULADO_REGRESSAO.vl_total%TYPE;

  v_qt_simulacao T_REGRESSAO.qt_simulacao%TYPE;
  v_vl_media T_REGRESSAO.vl_media%TYPE;
  v_vl_soma_x T_REGRESSAO.vl_soma_x%TYPE;
  v_vl_soma_y T_REGRESSAO.vl_soma_y%TYPE;
  v_vl_soma_lnx T_REGRESSAO.vl_soma_lnx%TYPE;
  v_vl_soma_lny T_REGRESSAO.vl_soma_lny%TYPE;
  v_vl_soma_xy T_REGRESSAO.vl_soma_xy%TYPE;
  v_vl_soma_x2 T_REGRESSAO.vl_soma_x2%TYPE;
  v_vl_k T_REGRESSAO.vl_k%TYPE;
  v_vl_h T_REGRESSAO.vl_h%TYPE;
  v_vl_b T_REGRESSAO.vl_b%TYPE;
  v_vl_a T_REGRESSAO.vl_a%TYPE;
  v_vl_soma_projecao T_REGRESSAO.vl_soma_projecao%TYPE;
  v_vl_soma_explicada T_REGRESSAO.vl_soma_explicada%TYPE;
  v_vl_soma_n_explicada T_REGRESSAO.vl_soma_n_explicada%TYPE;
  v_vl_soma_total T_REGRESSAO.vl_soma_total%TYPE;
  v_vl_r2 T_REGRESSAO.vl_r2%TYPE;
  v_ds_formula T_REGRESSAO.ds_formula%TYPE;

BEGIN

  -- Limpa os valores do último cálculo de regressão efetuado para o Projeto e Ano.
  BEGIN
    DELETE t_custo_simulado_regressao
    WHERE cd_projeto = p_cd_projeto
    AND nr_ano = p_nr_ano
    AND tp_simulacao = p_tp_simulacao;
  COMMIT;
  EXCEPTION
    WHEN no_data_found THEN
      null;
  END;

  -- Limpa os valores do último cálculo de regressão efetuado para o Projeto e Ano.
  BEGIN
    DELETE t_regressao
    WHERE cd_projeto = p_cd_projeto
    AND nr_ano = p_nr_ano
    AND tp_simulacao = p_tp_simulacao;
  EXCEPTION
    WHEN no_data_found THEN
      null;
  COMMIT;

```

```

END;

-- Busca a Unidade Gerente do Projeto.
SELECT cd_unidade
INTO v_cd_unidade_gerente
FROM t_projeto
WHERE cd_projeto = p_cd_projeto;

-----
-- Calcula vl_x, vl_y, vl_lnx,
vl_lny,
--          qt_simulacao, vl_media, vl_soma_x, vl_soma_y, vl_soma_lnx, vl_soma_lny,
ds_fomula --
-- para os quatro tipos de
regressao (LIN, EXP, POT, LOG) .
-----

FOR C_REGRESSAO IN(
  SELECT rv_loca_value tp_regressao
  FROM rg_ref_codex
  WHERE rv_domain = 'D_TP_REGRESSAO')
LOOP

  v_qt_simulacao := 0;
  v_vl_soma_x    := 0;
  v_vl_soma_y    := 0;
  v_vl_soma_lnx := 0;
  v_vl_soma_lny := 0;

  -- Busca o Esforço para os dois tipos de Simulação(Aeronave e Recuperável).
  FOR C_SIMULACAO IN(
    SELECT id_simulacao          id_simulacao,
           qt_esforço           qt_esforço,
           DECODE(p_tp_simulacao, 'AVN', vl_custo_aeronave,
                  'REP', vl_custo_recuperavel,
                  vl_custo)     vl_custo)
    FROM t_custo_simulado
    WHERE cd_projeto = p_cd_projeto
          AND nr_ano  = p_nr_ano
    ORDER BY id_simulacao)
  LOOP

    v_vl_x      := C_SIMULACAO.qt_esforço;
    v_vl_y      := C_SIMULACAO.vl_custo;
    IF v_vl_x <> 0 THEN
      v_vl_lnx  := LN(v_vl_x);
    ELSE
      v_vl_lnx  := 0;
    END IF;
    IF v_vl_y <> 0 THEN
      v_vl_lny  := LN(v_vl_y);
    ELSE
      v_vl_lny  := 0;
    END IF;

    v_qt_simulacao := v_qt_simulacao + 1;
    v_vl_soma_x    := v_vl_soma_x    + v_vl_x;
    v_vl_soma_y    := v_vl_soma_y    + v_vl_y;
    v_vl_soma_lnx  := v_vl_soma_lnx  + v_vl_lnx;
    v_vl_soma_lny  := v_vl_soma_lny  + v_vl_lny;

  BEGIN
    INSERT INTO t_custo_simulado_regressao
      (nr_ano,
       cd_projeto,
       id_simulacao,
       cd_unidade,
       tp_regressao,
       tp_simulacao,
       vl_x,
       vl_y,
       vl_lnx,
       vl_lny,
       dt_insert,
       nm_user_insert,

```



```

dt_update,
        nm_user_update)
VALUES (p_nr_ano,
        p_cd_projeto,
        C_SIMULACAO.id_simulacao,
        v_cd_unidade_gerente,
        C_REGRESSAO.tp_regressao,
        p_tp_simulacao,
        v_vl_x,
        v_vl_y,
        v_vl_lnx,
        v_vl_lny,
        sysdate,
        user,
        sysdate,
        user);

COMMIT;
END;

END LOOP;

BEGIN

-- Calcula Média e define a fórmula para cada Tipo de Regressão.
IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LIN' THEN
    v_vl_media := v_vl_soma_y / v_qt_simulacao;
    v_ds_formula := 'A+(B*X)';
ELSIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'EXP' THEN
    v_vl_media := v_vl_soma_lny / v_qt_simulacao;
    v_ds_formula := 'A*(POWER(2.718281828,(B*X)))';
ELSIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LOG' THEN
    v_vl_media := v_vl_soma_y / v_qt_simulacao;
    v_ds_formula := 'A+(B*(LN(X)))';
ELSIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'POT' THEN
    v_vl_media := v_vl_soma_lny / v_qt_simulacao;
    v_ds_formula := 'A*(POWER(X,B))';
END IF;

INSERT INTO t_regressao
(nr_ano,
 cd_projeto,
 cd_unidade,
 tp_regressao,
 tp_simulacao,
 qt_simulacao,
 vl_media,
 vl_soma_x,
 vl_soma_y,
 vl_soma_lnx,
 vl_soma_lny,
 ds_formula,
 dt_insert,
 nm_user_insert,
 dt_update,
 nm_user_update)
VALUES (p_nr_ano,
        p_cd_projeto,
        v_cd_unidade_gerente,
        C_REGRESSAO.tp_regressao,
        p_tp_simulacao,
        v_qt_simulacao,
        v_vl_media,
        v_vl_soma_x,
        v_vl_soma_y,
        v_vl_soma_lnx,
        v_vl_soma_lny,
        v_ds_formula,
        sysdate,
        user,
        sysdate,
        user);

COMMIT;

END;

END LOOP;

```

```

-----
-- Calcula vl_xy, vl_x2, vl_soma_xy, vl_soma_x2, ds_formula --
-----
FOR C_REGRESSAO IN(
  SELECT rgs.rocoid,
         rgs.*
  FROM t_regressao rgs
  WHERE rgs.cd_projeto = p_cd_projeto
        AND rgs.nr_ano = p_nr_ano
        AND rgs.tp_simulacao = p_tp_simulacao)
LOOP

  v_vl_soma_xy := 0;
  v_vl_soma_x2 := 0;

  FOR C_SIMULACAO_REGRESSAO IN(
    SELECT csr.rocoid,
           csr.*
    FROM t_custo_simulado_regressao csr
    WHERE csr.cd_projeto = p_cd_projeto
          AND csr.nr_ano = p_nr_ano
          AND csr.tp_simulacao = p_tp_simulacao
          AND csr.tp_regressao = C_REGRESSAO.tp_regressao)
  LOOP

    -- Calcula Valor de x*y e x*x para cada Tipo de Regressao.
    IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LIN' THEN
      v_vl_xy := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_y;
      v_vl_x2 := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x;
    ELSEIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'EXP' THEN
      v_vl_xy := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lny;
      v_vl_x2 := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x;
    ELSEIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LOG' THEN
      v_vl_xy := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_y;
      v_vl_x2 := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx;
    ELSEIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'POT' THEN
      v_vl_xy := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lny;
      v_vl_x2 := C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx;
    END IF;

    -- Calcula a Soma dos Valores de x*y e x*x para cada Tipo de Regressao.
    v_vl_soma_xy := v_vl_soma_xy + v_vl_xy;
    v_vl_soma_x2 := v_vl_soma_x2 + v_vl_x2;

    BEGIN
      UPDATE t_custo_simulado_regressao
      SET vl_xy = v_vl_xy,
          vl_x2 = v_vl_x2,
          dt_update = sysdate,
          nm_user_update = user
      WHERE rocoid = C_SIMULACAO_REGRESSAO.rocoid;
      COMMIT;
    END;

  END LOOP;

  BEGIN
    UPDATE t_regressao
    SET vl_soma_xy = v_vl_soma_xy,
        vl_soma_x2 = v_vl_soma_x2,
        dt_update = sysdate,
        nm_user_update = user
    WHERE rocoid = C_REGRESSAO.rocoid;
    COMMIT;

  END;

END LOOP;

-----
-- Calcula vl_k, vl_h, vl_b, vl_a,
-----

```

```

--          vl_projecao, vl_explicada, vl_n_explicada, vl_total,      --
--          vl_soma_projecao, vl_soma_explicada, vl_soma_n_explicada, vl_soma_total, --
--
--          vl_r2, in_selecionada,
--
-----
FOR C_REGRESSAO IN(
  SELECT rgs.roid,
         rgs.*
  FROM t_regressao rgs
  WHERE rgs.cd_projeto = p_cd_projeto
        AND rgs.nr_ano = p_nr_ano
        AND rgs.tp_simulacao = p_tp_simulacao)
LOOP

  IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LIN' THEN
    v_vl_k := null;
    v_vl_b := null;
    v_vl_a := ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_xy) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_x * C_REGRESSAO.vl_soma_y)) /
              ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_x2) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_x * C_REGRESSAO.vl_soma_x));
    v_vl_b := (C_REGRESSAO.vl_soma_y - (v_vl_b * C_REGRESSAO.vl_soma_x)) /
C_REGRESSAO.qt_simulacao;
  ELSE IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'EXP' THEN
    v_vl_k := ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_xy) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_x * C_REGRESSAO.vl_soma_lny)) /
              ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_x2) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_x * C_REGRESSAO.vl_soma_x));
    v_vl_b := (C_REGRESSAO.vl_soma_lny - (v_vl_k * C_REGRESSAO.vl_soma_x)) /
C_REGRESSAO.qt_simulacao;
    v_vl_b := v_vl_k;
    v_vl_a := EXP(v_vl_b);
  ELSE IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LOG' THEN
    v_vl_k := ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_xy) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_lnx * C_REGRESSAO.vl_soma_y)) /
              ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_x2) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_lnx * C_REGRESSAO.vl_soma_lnx));
    v_vl_b := (C_REGRESSAO.vl_soma_y - (v_vl_k * C_REGRESSAO.vl_soma_lnx)) /
C_REGRESSAO.qt_simulacao;
    v_vl_b := v_vl_k;
    v_vl_a := v_vl_b;
  ELSE IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'POT' THEN
    v_vl_k := ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_xy) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_lnx * C_REGRESSAO.vl_soma_lny)) /
              ((C_REGRESSAO.qt_simulacao * C_REGRESSAO.vl_soma_x2) -
(C_REGRESSAO.vl_soma_lnx * C_REGRESSAO.vl_soma_lnx));
    v_vl_b := (C_REGRESSAO.vl_soma_lny - (v_vl_k * C_REGRESSAO.vl_soma_lnx)) /
C_REGRESSAO.qt_simulacao;
    v_vl_b := v_vl_k;
    v_vl_a := EXP(v_vl_b);
  END IF;

  v_vl_soma_projecao := 0;
  v_vl_soma_explicada := 0;
  v_vl_soma_n_explicada := 0;
  v_vl_soma_total := 0;

FOR C_SIMULACAO_REGRESSAO IN(
  SELECT csr.roid,
         csr.*
  FROM t_custo_simulado_regressao csr
  WHERE csr.cd_projeto = p_cd_projeto
        AND csr.nr_ano = p_nr_ano
        AND csr.tp_simulacao = p_tp_simulacao
        AND csr.tp_regressao = C_REGRESSAO.tp_regressao)
LOOP

  IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LIN' THEN
    v_vl_projecao := v_vl_a + (v_vl_b * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x);
    v_vl_explicada := POWER((v_vl_projecao - C_REGRESSAO.vl_media), 2);
    v_vl_n_explicada := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_y - v_vl_projecao), 2);
    v_vl_total := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_y - C_REGRESSAO.vl_media), 2);
  ELSE IF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'EXP' THEN
    v_vl_projecao := v_vl_b + (v_vl_k * C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_x);

```

```

v_vl_explicada := POWER((v_vl_projecao-C_REGRESSAO.vl_media),2);
v_vl_n_explicada := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lny-v_vl_projecao),2);
v_vl_total := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lny-
C_REGRESSAO.vl_media),2);
ELSIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'LOG' THEN
v_vl_projecao := v_vl_h+(v_vl_k*C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx);
v_vl_explicada := POWER((v_vl_projecao-C_REGRESSAO.vl_media),2);
v_vl_n_explicada := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_y-v_vl_projecao),2);
v_vl_total := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_y-C_REGRESSAO.vl_media),2);
ELSIF C_REGRESSAO.tp_regressao = 'POT' THEN
v_vl_projecao := v_vl_h+(v_vl_k*C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lnx);
v_vl_explicada := POWER((v_vl_projecao-C_REGRESSAO.vl_media),2);
v_vl_n_explicada := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lny-v_vl_projecao),2);
v_vl_total := POWER((C_SIMULACAO_REGRESSAO.vl_lny-
C_REGRESSAO.vl_media),2);
END IF;

v_vl_soma_projecao := v_vl_soma_projecao + v_vl_projecao;
v_vl_soma_explicada := v_vl_soma_explicada + v_vl_explicada;
v_vl_soma_n_explicada := v_vl_soma_n_explicada + v_vl_n_explicada;
v_vl_soma_total := v_vl_soma_total + v_vl_total;

BEGIN
UPDATE t_custo_simulado_regressao
SET vl_projecao = v_vl_projecao,
vl_explicada = v_vl_explicada,
vl_n_explicada = v_vl_n_explicada,
vl_total = v_vl_total,
dt_update = sysdate,
nm_user_update = user
WHERE rowid = C_SIMULACAO_REGRESSAO.rowid;
COMMIT;
END;

END LOOP;

IF v_vl_soma_total <> 0 THEN
v_vl_r2 := v_vl_soma_explicada / v_vl_soma_total;
ELSE
v_vl_r2 := 0;
END IF;

IF v_vl_r2 > nvl(v_vl_r2_maior,0) then
v_vl_r2_maior := v_vl_r2;
v_rowid_maior := C_REGRESSAO.rowid;
END IF;

BEGIN
UPDATE t_regressao
SET vl_soma_projecao = v_vl_soma_projecao,
vl_soma_explicada = v_vl_soma_explicada,
vl_soma_n_explicada = v_vl_soma_n_explicada,
vl_soma_total = v_vl_soma_total,
vl_k = v_vl_k,
vl_h = v_vl_h,
vl_b = v_vl_b,
vl_a = v_vl_a,
vl_r2 = v_vl_r2,
dt_update = sysdate,
nm_user_update = user
WHERE rowid = C_REGRESSAO.rowid;
COMMIT;

END;

END LOOP;

BEGIN
UPDATE t_regressao
SET in_selecionada = 'S',
dt_update = sysdate,
nm_user_update = user
WHERE rowid = v_rowid_maior;
COMMIT;
END;

p_cod_erro := 0;

```

```

p_msg_erro := NULL;
RETURN;

EXCEPTION
WHEN OTHERS THEN
    p_cod_erro := 20001;
    p_msg_erro := 'K_MNT_REGRESSAO.P_CALCULA_REGRESSAO('||SQLERRM||')';
    RETURN;
END P_CALCULA_REGRESSAO;

-----
-- UTILIZADA PARA CALCULAR O CUSTO DEPOIS DE JA TER SIDO --
-- CALCULADO O MELHOR TIPO DE REGRESSAO --
-----
FUNCTION F_CALCULA_CUSTO(
    p_tp_regressao IN VARCHAR2,
    p_qt_esforco IN NUMBER,
    p_vl_a IN VARCHAR2,
    p_vl_b IN VARCHAR2,
    p_cod_erro OUT NUMBER,
    p_msg_erro OUT VARCHAR2)
RETURN NUMBER IS
    v_vl_a VARCHAR2(200) := REPLACE(p_vl_a,',',''); -- Se utilizada no Forms, passar
    -- para "."
    v_vl_b VARCHAR2(200) := REPLACE(p_vl_b,',',''); -- Se utilizada no Forms, passar
    -- para "."
    v_vl_custo NUMBER;
BEGIN
    -- Equaçao Linear, Fórmula: a+(b*x)
    IF p_tp_regressao = 'LIN' THEN
        v_vl_custo := TO_NUMBER(v_vl_a) + (TO_NUMBER(v_vl_b) * p_qt_esforco);

    -- Equaçao Exponencial, Fórmula: a*(POWER(2.718281828,(b*x)))
    ELSIF p_tp_regressao = 'EXP' THEN
        v_vl_custo := TO_NUMBER(v_vl_a) * (
        POWER(2.718281828,(TO_NUMBER(v_vl_b)*p_qt_esforco)) );

    -- Equaçao Logarítmica, Fórmula: a+(b*(LN(x)))
    ELSIF p_tp_regressao = 'LOG' THEN
        v_vl_custo := TO_NUMBER(v_vl_a) + ( TO_NUMBER(v_vl_b) * (LN(p_qt_esforco)) );

    -- Equaçao Potência, Fórmula: a*(POWER(x,b))
    ELSIF p_tp_regressao = 'POT' THEN
        v_vl_custo := TO_NUMBER(v_vl_a) * (POWER(p_qt_esforco,TO_NUMBER(v_vl_b)));

    END IF;

    p_cod_erro := 0;
    p_msg_erro := NULL;
    RETURN(v_vl_custo);

EXCEPTION
WHEN OTHERS THEN
    p_cod_erro := 20001;
    p_msg_erro := 'K_MNT_REGRESSAO.F_CALCULA_CUSTO('||SQLERRM||')';
    RETURN(0);
END F_CALCULA_CUSTO;

END K_MNT_REGRESSAO;
/

```

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)