

## CAPÍTULO 8

### CUSTO DO CICLO DE VIDA

#### **8.1 – INTRODUÇÃO**

A previsão dos custos despendidos ao longo do ciclo de vida de um item tem um papel importante no processo de obtenção. O custo do ciclo de vida de um item (“*Life-Cycle Cost*” - LCC) inclui todos os custos diretos e indiretos relativos à obtenção, à operação, ao apoio e à alienação do mesmo. Esta é uma das ferramentas mais úteis para a organização de ALI quando estão sendo determinadas, no processo de obtenção, as melhores alternativas para as configurações do projeto e para o programa de apoio logístico. A análise do escalão de reparo (LORA), descrito no Capítulo 6 é, obviamente, o subconjunto principal do LCC.

#### **8.2 – CUSTO DOS ELEMENTOS**

O custo total do ciclo de vida é determinado combinando-se todos os elementos relevantes de custos associados à obtenção, à operação, ao apoio e à alienação de um item. Estes custos, tanto diretos quanto indiretos, refletem o custo total do ciclo de vida. A Figura 8.1 mostra a porção relativa de contribuição de cada um desses elementos para o custo total do ciclo de vida. A figura ilustra que o custo de posse (operação + manutenção) é muito superior ao custo de obtenção e alienação, análise muitas vezes não observada. Esta é a razão mais importante para que todos os esforços sejam feitos, durante o processo de obtenção, para desenvolver um projeto que otimize o custo total do ciclo de vida e não somente o custo de obtenção. A equipe de ALI é responsável por influenciar o projeto para que o mesmo seja capaz de ser apoiado ao menor custo, ao mesmo tempo que tenha a capacidade de cumprir sua missão.

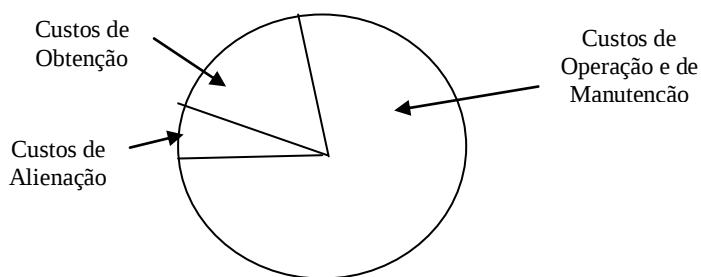


Figura 8.1: Elementos do custo do ciclo de vida

##### **8.2.1 – CUSTOS DE OBTENÇÃO**

Todos os custos despendidos do início da fase de concepção até o término da fase de produção são considerados custos de obtenção, os quais são divididos em custos de Pesquisa e

Desenvolvimento (P&D) e custos de Investimento, como mostrado na Figura 8.2.

<u>Custos de P &amp; D</u>	<u>Custos de Investimento</u>
Planejamento	Produção
Gerência	Planejamento
Engenharia	Gerência
Teste	Dotação Inicial
Avaliação	Treinamento
Equipamento	Equipamento de apoio
Instalações de apoio	Manuais técnicos
	Engenharia
	Teste
	Instalações de apoio
	Transporte e Armazenagem Inicial

Figura 8.2: Elementos dos custos de obtenção

#### a) CUSTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Os custos despendidos pela MB durante as fases de concepção, demonstração e validação são categorizados como custos de P&D. Também, alguns custos iniciais despendidos durante a fase de engenharia e de fabricação são incluídos nos custos de P&D. O resultado da P&D é a conclusão da documentação necessária – por exemplo, desenhos de engenharia, especificações, planos – para a entrada na fase de contrato. Todos os custos associados com o esforço de P&D, incluindo planejamento, gerência, engenharia, teste, avaliação, equipamentos especiais e instalações de apoio, são incluídos neste elemento de custo.

#### b) CUSTOS DE INVESTIMENTO

Os custos para realmente produzir o item – produção, desenvolvimento do apoio inicial e estabelecimento da capacidade operativa inicial - são considerados custos de investimento. Esses custos estão vinculados às fases de contrato e de execução. Inclui o custo de fabricação do item; de sobressalentes iniciais, reparáveis ou não; de treinamento do pessoal operativo, de manutenção e de supervisão; de equipamentos de apoio e de teste; de instalações de apoio; de documentação técnica; e de transporte e armazenagem inicial.

Os contratos de obtenção de um item podem atingir cifras elevadas, contudo, isto representa uma pequena porcentagem do custo total que se deve pagar pela utilização do mesmo ao longo de seu ciclo de vida.

### 8.2.2 – CUSTOS DE OPERAÇÃO E APOIO (O&A)

A maior porcentagem dos custos despendidos ao longo do ciclo de vida de um item é representada pelos custos de operação e apoio (O&A). Incluído nos custos de O&A estão os custos diretos e indiretos necessários para ter a posse do mesmo. A Figura 8.3 ilustra os elementos típicos de custos.

<u>Custos Diretos</u>	<u>Custos Indiretos</u>
Mão-de-obra direta	Mão-de-obra indireta
Itens de consumo ou Material Direto	Instalações de apoio
Itens de reposição	Treinamento
Equipamentos de apoio e teste	Material indireto
Instalações de apoio	
Manutenção	
Transporte	
Documentação técnica	
Modificações	

Figura 8.3: Elementos de operação e apoio

#### a) CUSTOS DIRETOS DE O&A

Qualquer custo que tenha uma relação direta com a operação e apoio de um item é considerado um custo direto. Os custos de pessoal incluem aqueles com operadores, com o pessoal de manutenção e com os supervisores, os quais são responsáveis pela operação e manutenção do item. Outro componente do custo de pessoal é o custo de treinamento específico, relativo à operação e à manutenção do equipamento.

Itens de consumo ou material direto são aqueles requeridos para sustentar a operação e a manutenção de um equipamento, como combustíveis, lubrificantes, materiais para manutenção, suprimentos de consumo ou sobressalentes não reparáveis. A compra de sobressalentes reparáveis que são necessários para repor itens da dotação ou para aumentar o seu estoque é um custo direto. O custo de manutenção de equipamentos de apoio e de teste e a obtenção de itens de reposição também são considerados custos diretos.

Quaisquer custos despendidos com as instalações de apoio para apoiar as operações ou as atividades de manutenção são custos diretos, mas isto não inclui os custos de construção ou modernização, os quais são considerados custos de investimento. Os custos com instalações de apoio também incluem o custo de água, de energia e de outras utilidades, diretamente relacionadas à manutenção e/ou operações. A manutenção de itens reparáveis e de equipamentos é um custo direto, mas os custos de mão-de-obra são classificados como custos de pessoal e não

devem ser duplicados neste elemento. Os custos de transporte incluem todos os movimentos de itens, reparáveis ou não, entre as instalações de apoio, as instalações de suprimentos e os usuários. A geração da documentação técnica é considerada como um custo de investimento; contudo, a manutenção e a atualização desses dados são custos diretos de O&A.

Todas as alterações de engenharia e outras modificações que ocorram após a entrega do item são custos diretos de O&A. Os custos das modificações são considerados custos de manutenção do investimento, os quais são necessários para assegurar a confiabilidade, a mantinabilidade ou a capacidade do item.

### **b) CUSTOS INDIRETOS DE O&A**

São insumos de produção, reparo ou prestação de serviços que não podem ser computados diretamente a um produto ou serviço, geralmente relacionados às atividades secundárias prestadas pelas OMPS-I. Recursos despendidos em serviços relevantes, que não sejam investimentos necessários para a operação e a manutenção, são categorizados como custos indiretos de O&A. Os custos de mão-de-obra classificados como indiretos podem incluir pessoal médico, instrutores para treinamento inicial e pessoal administrativo e gerencial. Custos indiretos de instalações de apoio consistem da manutenção e conservação do patrimônio público, manutenção das instalações físicas e outras instalações de apoio que são requeridas para apoiar indiretamente o pessoal ou a operação e manutenção do item. Também inclui o treinamento inicial que não possa ser atribuído a um item específico, mas que seja exigido para ter o pessoal treinado em operação e manutenção.

#### **8.2.3 – ALIENAÇÃO**

Um elemento de custo, muitas vezes ignorado, é o custo de alienação de um item, quando ele se torna obsoleto ou é substituído. Em certos casos, o equipamento pode ser reaproveitado ou vendido, o que pode compensar o custo de alienação. Porém, de qualquer maneira, há custos envolvidos.

A Figura 8.4 mostra os custos típicos que estão envolvidos na alienação. Os sobressalentes que estiverem sendo alienados devem ser eliminados do inventário de suprimentos, o que pode significar uma despesa razoável. Quando um meio for alienado, sua *cauda logística* também deverá ser alienada caso não tenha aplicação na MB, cujos custos devem ser conhecidos. São despendidos custos de transporte e armazenagem para mover fisicamente o item de sua localização operacional para o local de alienação.

Os materiais para alienação são classificados pelas Diretorias Especializadas (DE) da seguinte forma:

- a) Material em condições de uso com aplicação na MB;
- b) Material em condições de uso sem aplicação na MB; e
- c) Material sem condições de uso.

Liquidão do inventário
Transporte e armazenagem
Gerência de dados
Revisão
Desmilitarização
Gerência das sobras

Figura 8.4: Elementos de custos de alienação

Como parte do esforço de alienação, os dados coletados durante o ciclo de vida do item devem ser computados e disponibilizados. Dados significativos referentes a operações, à confiabilidade, à mantinabilidade, ao desempenho ou outras informações úteis devem ser revistos e registrados apropriadamente. Se o item for revendido ou redistribuído a outros usuários, pode ser requerida a sua revisão. Uma parcela desse custo pode ser recuperada depois da transferência, contudo uma parte dele pode ser apurada como despesa de alienação.

Os itens, ou seus componentes, que contêm materiais perigosos ou de risco, podem requerer manuseio especial durante a alienação. Se o item contiver material radioativo ou químico que apresente perigo, o processo de alienação pode ser longo e de alto custo. Tais custos podem ter um impacto significativo no custo previsto do ciclo de vida.

### 8.3 – MODELOS

Os modelos de custo do ciclo de vida são normalmente complexos, se forem feitos para ter um valor útil. Como descrito acima, há uma gama de fatores de custo que devem ser considerados na tentativa de prever o custo do ciclo de vida de um item. Portanto, toda modelagem deve ser feita mediante o emprego de ferramenta computacional específica, devido ao grande número de elementos e variáveis possíveis. A Figura 8.5 ilustra, através de um diagrama, a influência da análise de LCC na otimização do ciclo de vida de um item, considerando seu ciclo de vida logístico integrado ao seu ciclo de obtenção.

#### 8.3.1 – CONCEITO DE MODELAGEM

O conceito básico de modelagem do custo do ciclo de vida é ilustrado na Figura 8.6. Cada um dos elementos principais do custo deve ser expandido para incluir as variáveis de acordo com a modelagem utilizada. A Figura 8.7 mostra como o conceito da Figura 8.6 pode ser expandido, usando os componentes identificados nas seções prévias deste Capítulo. O processo de refinamento pode ser repetido até que o modelo resultante contenha elementos que englobem todos os custos que possam ser associados ao item. Esta é a razão da importância dos modelos computadorizados para emprego nesta tarefa.

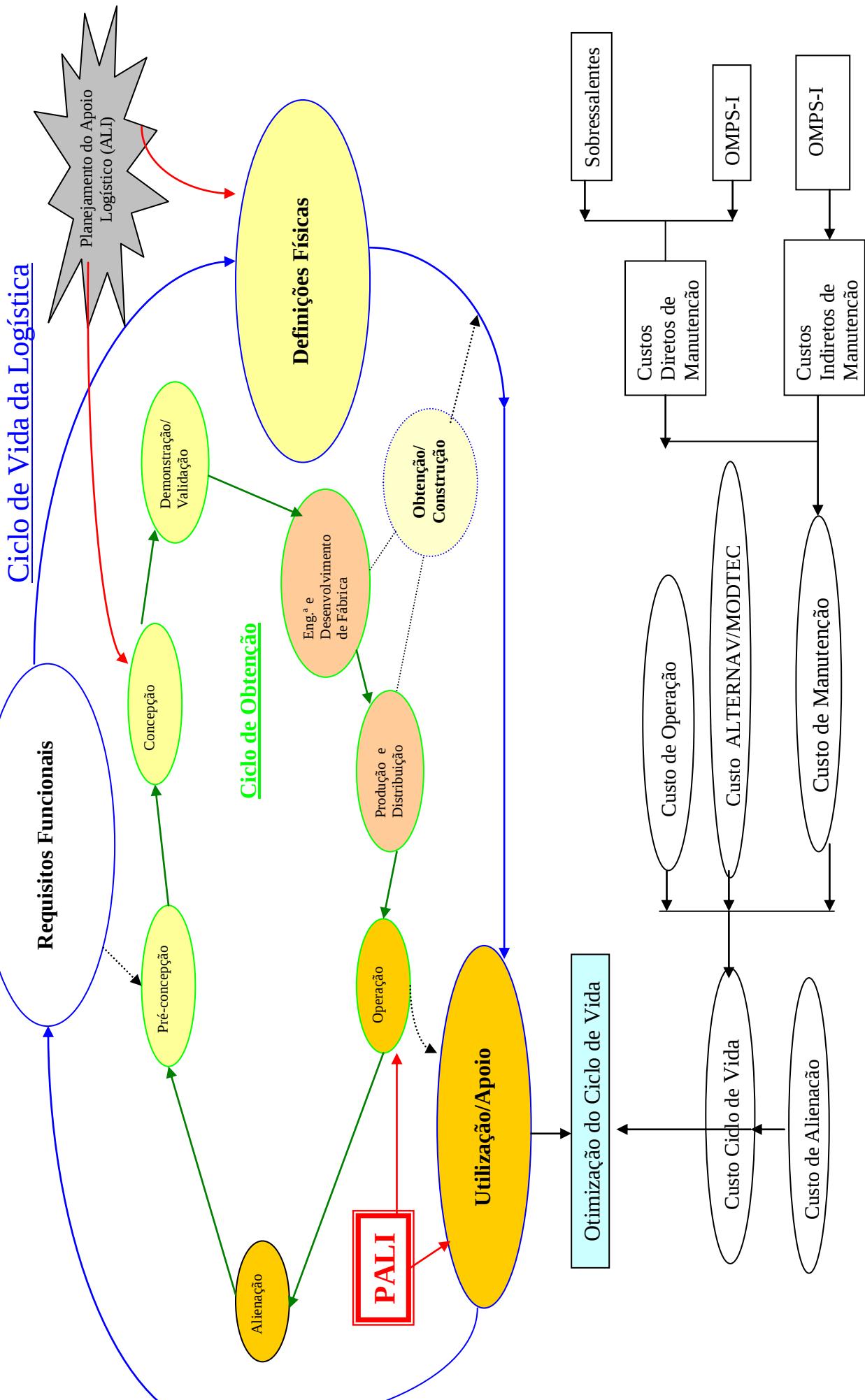


Figura 8.5: Integração da análise de LCC na otimização do ciclo de vida

$$C_T = C_{PD} + C_I + C_{OA} + C_A$$

Onde:  $C_T$  = Custo total do ciclo de vida  
 $C_{PD}$  = Custo total de pesquisa e desenvolvimento (P&D)  
 $C_I$  = Custo total do investimento  
 $C_{OA}$  = Custo total de operação e apoio (O&A)  
 $C_A$  = Custo total de alienação

Figura 8.6: Custo do Ciclo de Vida

$$\begin{aligned} C_T = & C_{PNP} + C_{GP} + C_{ENP} + C_{AVP} + C_{EQP} + C_{IAP} + C_{PRI} + C_{PNI} + C_{GI} + C_{SI} + C_{EAI} + \\ & C_{MT} + C_{IE} + C_{IIA} + C_{IP} + C_{DPO} + C_{CO} + C_{SRO} + C_{EAO} + C_{IAO} + C_{MDO} + C_{PO} \\ & + C_{DTO} + C_{GSO} + C_{MO} + C_{IPO} + C_{IIO} + C_{ITO} + C_{IA} + C_{PA} + C_{GDA} + C_{RA} + C_{DA} + \\ & C_{GMA} \end{aligned}$$

Onde:  $C_T$  = Custo total do ciclo de vida  
 $C_{PNP}$  = Custos de planejamento de P&D  
 $C_{GP}$  = Custos de gerência de P&D  
 $C_{ENP}$  = Custos de engenharia de P&D  
 $C_{AVP}$  = Custos de avaliação de P&D  
 $C_{EQP}$  = Custos de equipamentos de P&D  
 $C_{IAP}$  = Custos de instalações de apoio para P&D  
 $C_{PRI}$  = Custos de produção de investimento  
 $C_{PNI}$  = Custos de planejamento de investimento  
 $C_{GI}$  = Custos de gerência de investimento  
 $C_{SI}$  = Custos de sobressalentes iniciais  
 $C_{EAI}$  = Custos de equipamentos de apoio iniciais  
 $C_{MT}$  = Custos de manuais técnicos  
 $C_{IE}$  = Custos de investimento de engenharia  
 $C_{IIA}$  = Custos de investimento em instalações de apoio  
 $C_{IP}$  = Custos iniciais em transporte e armazenagem  
 $C_{DPO}$  = Custos diretos de pessoal em O&A  
 $C_{CO}$  = Custos de material de consumo de O&A  
 $C_{SRO}$  = Custos de sobressalentes de recompletamento para O&A  
 $C_{EAO}$  = Custos de equipamentos de apoio para O&A  
 $C_{IAO}$  = Custos de instalações de apoio diretas de O&A  
 $C_{MDO}$  = Custos de manutenção direta de O&A  
 $C_{PO}$  = Custos de transporte e armazenagem para O&A  
 $C_{DTO}$  = Custos de dados técnicos de O&A

$C_{GSO}$  = Custos de gerência de suprimentos de O&A  
 $C_{MO}$  = Custos de modificações de O&A  
 $C_{IPO}$  = Custos indiretos de pessoal de O&A  
 $C_{IIO}$  = Custos indiretos de instalações de apoio para O&A  
 $C_{ITO}$  = Custos indiretos de treinamento de O&A  
 $C_{IA}$  = Custos de fechamento de inventário para alienação  
 $C_{PA}$  = Custos de transporte e armazenagem para alienação  
 $C_{GDA}$  = Custos de gerência de dados para alienação  
 $C_{RA}$  = Custos de revisão para alienação  
 $C_{DA}$  = Custos de desmilitarização para alienação  
 $C_{GMA}$  = Custos de gerência do material sem uso destinado à alienação

Figura 8.7: Modelo básico de custos para o ciclo de vida

### 8.3.2 – FONTES DE DADOS

A modelagem de LCC requer uma grande quantidade de dados de modo a produzir uma previsão razoável. A Figura 8.8 mostra fontes de dados típicos para modelagem de LCC. A DAbM é a fonte de dados relativos ao suprimento de itens, a DGMM é a fonte de dados relativos às rotinas de manutenção, o ComOpNav é a fonte de dados operativos e a DFM é a fonte de dados relativos aos custos contábeis. As demais fontes são o projeto, a fabricação e o PALI do item.

Deve ser ressaltado que a maioria dos custos estará plenamente definida próximo ao final da fase de execução da construção do novo meio, isto quer dizer que antes do meio entrar em operação deveremos conhecer o seu custo do ciclo de vida. Durante a fase de concepção, a quantidade e qualidade dos dados de projeto são limitadas, de tal modo que a maioria das informações usadas para a modelagem provêm de hipóteses e estimativas. À medida que o projeto amadurece, os dados vão se tornando mais acurados, fazendo com que o modelo de LCC se torne mais preciso.

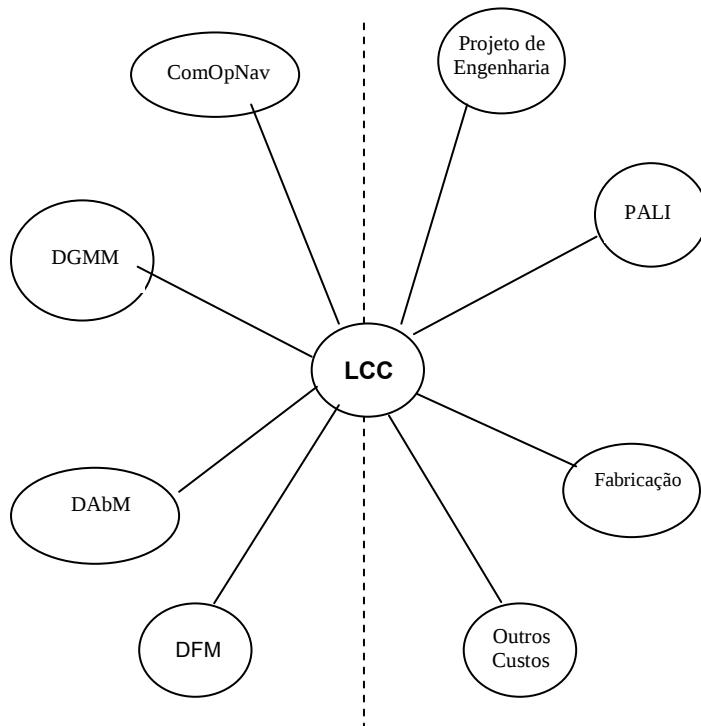


Figura 8.8: Fontes de dados para o LCC

### 8.3.3 – TÉCNICAS DE ESTIMATIVAS

Há três técnicas aceitáveis de estimativa dos custos do ciclo de vida: **analogia**, **estimativa paramétrica** e **estimativa de engenharia**. Essas técnicas são válidas quando os dados para modelagem não estiverem disponíveis.

As estimativas baseadas em analogia são normalmente usadas no início da fase de concepção, quando ainda não estão disponíveis as informações a respeito do novo item. Essa estimativa, baseada em analogia, usa informações históricas de um item similar para o desenvolvimento de estimativas para o novo item.

As estimativas paramétricas podem ser desenvolvidas nas fases iniciais do projeto, quando houver semelhanças com um projeto existente, que possa servir de avaliação, e os materiais e a mão-de-obra requerida para fabricação do item anterior forem conhecidos.

As estimativas de engenharia são usadas quando as características físicas do novo item são conhecidas, mas ainda não se dispõe da experiência de uso efetivo.

### 8.4 – USO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA

Como abordado, o LCC é um processo que tenta recolher e usar estimativas, hipóteses e informações históricas para prever o que pode acontecer no futuro e transladar os resultados para o custo. É a clássica ferramenta “*o que acontecerá se*”. A modelagem do LCC permite que a equipe de ALI crie uma projeção razoável de custos com base num conjunto de dados reunidos, para então verificar o impacto de mudanças nos dados da linha base. O que acontecerá se este ou

aquele fator mudar? Qual o efeito da mudança nos outros fatores? O que acontecerá ao LCC total projetado? Portanto, a LCC é a única ferramenta disponível para que a equipe de ALI possa avaliar o impacto das decisões do projeto no programa total de apoio logístico bem como dimensionar seu custo.