



**GRUPO I**

**GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO HIDRÁULICA (GGH)**

**GERENCIAMENTO INTEGRADO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO NA  
ITAIPU BINACIONAL**

Francisco Kliemann, Dr.  
Osmar Possamai, Dr.  
Paulo Mauricio Selig, Dr.  
(Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC)

Eduardo Moreira, MSc\*  
(Itaipu Binacional)

**RESUMO**

Os tempos mudaram, as empresas buscam novas técnicas de apoio à gestão, onde a competitividade está inserida em todos os níveis hierárquicos. Neste quadro, novos padrões estão sendo exigidos, e dentre eles os indicadores de desempenho são condições básicas de sobrevivência. Porém não garantem a competitividade, devendo estar conjugados a padrões de custos. O presente trabalho apresenta o modelo de custeio piloto desenvolvido na Itaipu Binacional, mais especificamente na Superintendência de Manutenção, baseado em conceitos de Gerenciamento de Processos, e de métodos de Custeio Gerencial. A abordagem do gerenciamento de custos integrado ao sistema de gestão da manutenção, representa importante diferencial no processo de avaliação de desempenho e apoio à tomada de decisão (3).

**PALAVRAS-CHAVE**

Custos gerenciais, Gestão da manutenção, Indicador de desempenho, Gerenciamento de processos, Tomada de decisão.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

As recentes mudanças conjunturais proporcionadas pela abertura do mercado internacional para as empresas brasileiras e pelos novos parâmetros de competição – custos, qualidade e flexibilidade – vêm exigindo a melhoria dos níveis de competitividade. Isto obriga a reavaliação constante das estratégias empresariais, com destaque para as sistemáticas de gerenciamento e controle, de forma a obter-se

incrementos contínuos nos índices de produtividade e qualidade. Para que se imponha este conjunto de modificações nas empresas é necessário que o sistema de informações gerenciais seja adequado à nova realidade, principalmente no que diz respeito às informações relativas ao controle de custos. Assim, o lucro será decorrente do conhecimento dos processos produtivos, aliado a investimentos que venham aumentar a capacidade de sustentação da empresa nos mercados presente e futuro (2).

O trabalho está estruturado de maneira que se verifique o valor agregado pelas atividades aos diversos produtos da manutenção. Para tanto, utilizou-se uma metodologia baseada em 7 fases:

- . Fase 1 – Mapeamento dos Processos e definição das atividades;
- . Fase 2 – Identificação dos Produtos;
- . Fase 3 – Alocação dos recursos às atividades e determinação dos custos das atividades;
- . Fase 4 – Alocação dos tempos de passagens dos produtos nos processos;
- . Fase 5 – Determinação dos custos dos produtos;
- . Fase 6 – Análise dos resultados;
- . Fase 7 – Melhorias.

No que concerne aos conceitos de Sistema de Custeio Gerencial, o mesmo apoiou-se no método de Custeio Baseado em Atividades (ABC) e no método das Unidades de Esforço de Produção (UEPs).

Este sistema integrado à gestão da área de manutenção permite a visualização dos esforços empenhados (custos) nas atividades, sejam elas agregadoras ou não de valor, em relação aos indicadores de desempenho existentes na Itaipu Binacional, tais como:

disponibilidade, taxa de falhas, taxa de reparos, entre outros.

## 2.0 - SISTEMA DE CUSTOS

Os Sistemas Contábeis convencionais fornecem relatórios periódicos baseados na valoração do estoque e variações históricas do preço e consumo de material, mão-de-obra, gastos fixos e variáveis. Estas informações não apoiam adequadamente o aperfeiçoamento contínuo dos processos, a flexibilidade, a inovação ou a satisfação do cliente (3).

Visando suprir as deficiências mencionadas, foi desenvolvido na década de 80 na Harvard Business School, pelos professores Robert Kaplan e Robin Cooper, um método de custeio baseado em atividades (Activity Based Costing – ABC) (1).

A idéia básica do ABC é tomar os custos das várias atividades da empresa e entender seu comportamento. Primeiramente, os custos são alocados nas várias atividades para, a seguir, serem transferidos aos produtos através de indicadores que representem as relações entre as atividades e os custos decorrentes. O custeio por atividade tem diversos benefícios, entre eles: entender melhor o custo do produto, fornecendo informações que apoiam a tomada de decisões; manter o foco no cliente gerenciando as atividades que agregam valor (aumentam a satisfação do cliente); gerar informações de custo mais completas e, portanto, mais confiáveis; identificar custos e atividades que possam ser minimizadas ou eliminadas; compreender a estrutura produtiva utilizada na geração dos produtos, questionando sua adequação e efetividade (4), (8).

Em síntese, o método de custeio por atividade ao avaliar de forma mais precisa os custos das atividades e conseqüentemente proporcionar a redução dos custos por meio de aprimoramentos contínuos e descontínuos, permite a transformação da função financeira de mera narrativa do passado em agente preventivo do futuro (1). O método de custeio assim especificado deixa de ser uma simples ferramenta contábil para se tornar um instrumento de gestão empresarial (5), (6).

## 3.0 - GERENCIAMENTO DE PROCESSOS

O ABC preconiza como condição necessária para a sua implantação, que a empresa esteja voltada ao cliente e estruturada em processos. Neste sentido,

estruturar uma empresa em processos, expressa-se pelo Gerenciamento de Processos (GP). Grande parte das atuais organizações nasceram e cresceram no conceito de divisão de trabalho, sendo segmentadas verticalmente pelas fronteiras determinadas pelas diversas funções departamentais (4). O Gerenciamento de Processos decorre de uma abordagem horizontal da empresa, uma vez que, o produto/serviço ao ser realizado transcende as funções departamentais relativas ao atual organograma funcional. A hierarquia rígida vertical da organização formal prioriza o cliente interno em detrimento do cliente externo.

A organização voltada para processos busca identificar as atividades agregadoras de valor ao cliente. A mensuração dos desperdícios e a detecção/eliminação das atividades que não agregam valor são condicionantes dos novos sistemas de gestão para o auxílio da análise e melhoria da eficiência interna dos processos produtivos (8).

## 4.0 - O MODELO ADOTADO NA ITAIPU

A Itaipu Binacional, contando com a assessoria de profissionais da área de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, decidiu desenvolver um Sistema de Custeio Gerencial que baseia-se em técnicas modernas de gerenciamento de custos.

A premissa básica do projeto foi a integração do Sistema de Custeio Gerencial com o gerenciamento da manutenção existente.

As características das intervenções de manutenção são de processos flexíveis com serviços e recursos compartilhados. A área de manutenção encontrava-se estruturada verticalmente (em forma departamental). Contudo, havia uma estrutura de processos definida em seus manuais de filosofia e procedimentos, detalhando as principais tarefas e atividades executadas. A implantação de um sistema de custos gerencial promove um agrupamento conveniente das atividades/processos, reduzindo o volume de informações tratadas pelo sistema. Ainda neste item, promoveu-se, na área de manutenção, uma homogeneização dos conceitos no que se refere ao entendimento produto/processo, haja vista a transposição desses conceitos no caso estudado.

A partir da avaliação dos processos da área de manutenção definiu-se o modelo a ser adotado pelo Sistema de Custeio Gerencial. O modelo foi baseado

no princípio do Custeio por Absorção Parcial e utilizou-se uma combinação conveniente dos métodos da Unidade de Esforço de Produção (UEP) e do Activity Based Costing - (ABC) (7).

## 5.0 - DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Para o desenvolvimento do modelo selecionou-se uma área piloto para sua validação e estruturou-se uma metodologia baseada em 7 fases, a saber:

### 5.1 – Mapeamento de processos e definição das atividades

A finalidade do mapeamento das atividades é de explicitar e conhecer detalhadamente cada atividade executada no órgão de manutenção escolhido. Posteriormente, as atividades foram agrupadas em 3 processos: Programação, Execução da Manutenção e Apoio à Manutenção.

### 5.2 – Identificação dos produtos

Os produtos do órgão escolhido são os serviços de manutenção executados periódica e aperiodicamente nos equipamentos, sob sua responsabilidade, da Central Hidrelétrica de Itaipu.

### 5.3 – Alocação dos recursos às atividades e determinação dos custos das atividades

Esta fase teve como objetivo estabelecer os quantitativos, percentuais ou não, de cada item de custo (recursos), utilizados na realização das diversas atividades/processos. No final desta fase obteve-se o custo horário de cada atividade.

### 5.4 – Alocação dos tempos de passagens dos produtos nos processos

Nesta fase foram definidos os tempos (tempo padrão ou tempo estimado) de passagem consumidos pelos diversos produtos em cada uma das atividades/processos.

### 5.5 – Determinação dos custos dos produtos

Os custos dos produtos foram obtidos pela multiplicação das planilhas resultantes das fases 3 e 4.

### 5.6 – Análise dos resultados

Com a base de dados consolidada pode-se elaborar as planilhas de resultados, permitindo um grande número de análises. Os resultados se apresentaram em três níveis:

- resultados primários (dados diretos das planilhas do Sistema de Custeio);
- resultados secundários (dados obtidos a partir de relações entre as planilhas);
- resultados terciários (relações externas ao Sistema de Custeio com a interação de outros indicadores de desempenho).

Uma análise clássica que o Sistema de Custeio Gerencial disponibiliza é a avaliação da Eficiência Global (perdas por ociosidade), através da comparação das planilhas de “capacidade” versus “realizado”, e Eficácia Global (perdas por ineficiência) através da comparação da planilha do “planejado” versus “realizado”.

## 5.7 – Melhorias

A partir do entendimento pleno dos processos, da identificação das atividades que agregam e não agregam valor aos produtos, da mensuração e análise das perdas no processo surgiram oportunidades de melhoria contínua, com otimização no processo, ou melhoria descontínua com a reengenharia do processo.

## 6.0 - O CASO PILOTO

A Superintendência de Manutenção escolheu para implementação do projeto piloto a Divisão de Manutenção de Equipamentos Elétricos de Geração – SMMG.DT. Os objetivos específicos que nortearam a realização do projeto foram explicitar as principais

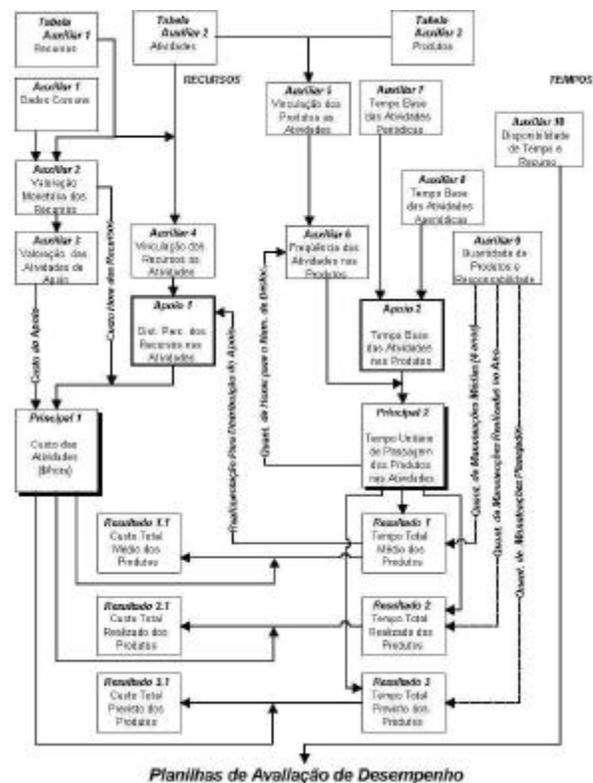


Figura 1 – Estrutura geral do Sistema de Custeio

perdas associadas aos processos e avaliar, de forma mais precisa, os custos dos produtos, bem como a agregação de valor das diversas atividades desenvolvidas pela Divisão.

O desenvolvimento do projeto piloto seguiu as fases mencionadas no item anterior e uma visão global da interação entre as planilhas pode ser observada na Figura 1.

Da planilha “Principal 1”, a qual relaciona os itens de custos com as atividades, obtem-se o custo horário de cada atividade, como pode ser observado na Figura 2.

Mão de Obra	PROGRAMAÇÃO				EXECUÇÃO			
	P1	P2	...	P8	E1	E2	...	E37
<b>Sup./Téc. Esp.</b>								
Superior MEG0								
Superior MEG1								
Téc. Especializ. MEG1								
Téc. Especializ. MEG1								
Superior MEG2								
Superior MEG2								
Téc. Especializ. MEG2								
Superior MEG3								
Téc. Especializ. MEG3								
Téc. Especializ. MEG3								38,9
<b>Técnico</b>								
Téc. MEG0								
Téc. MEG1					30,2	30,2		
Téc. MEG2								
Téc. MEG3								
Grupo de Programaçã	31,1	31,1		31,1				
<b>Administrativo</b>								
Administrativo MEG0								
<b>Manual</b>								
Manual MEG1								
Manual MEG2								
Manual MEG3								
<b>Rem Patrimonial</b>								
Instrumentos								
<b>Material</b>								
Escritório								
<b>Outros</b>								
Viagens								
Treinamento								
<b>Apoio à Manutenção</b>								
A1								
A2								
A3	0,3	0,3		0,3	0,3	0,3		0,3
A4					3,2	3,2		
A5	2,1	2,1		2,1	2,1	2,1		2,1
A6								
A7	0,9	0,9		0,9	0,9	0,9		0,9
A8	0,8	0,8		0,8	0,8	0,8		0,8
A9	0,6	0,6		0,6	0,6	0,6		0,6
<b>Custo Total da Atividade</b>	35,7	35,7		35,7	38,1	37,8		43,6

Figura 2 - Custo das Atividades

Observando novamente a Figura 1, na Planilha “Principal 2” está registrado o tempo unitário de passagem dos produtos nas atividades (Figura 3), que ao se relacionar com as planilhas “Auxiliar 9” (Quantidade de Produtos) e “Principal 1”, proporciona o custo total dos produtos.

Com a base de dados disponibilizada pelo Sistema de Custeio Gerencial pode-se obter uma série de resultados, tais como:

- participação relativa (%) dos recursos nas atividades;
- participação relativa (%) dos recursos nos gastos;
- participação absoluta (valores monetários) dos recursos nos gastos;
- participação absoluta dos recursos nas atividades;
- tempo total absoluto por produto ou por conjunto;
- tempo real relativo (%) por produto ou por conjunto;
- tempo absoluto consumido por atividade ou por processo;
- tempo relativo (%) consumido por atividade ou por processo;
- custo total absoluto por produto ou por conjunto;
- custo total relativo (%) por produto ou por conjunto;
- custo absoluto por atividade ou por processo;
- custo relativo (%) por atividade ou por processo.

Já foi possível com o Sistema de Custeio Gerencial, a partir da implantação do projeto piloto, obter as seguintes realimentações:

- pleno entendimento dos processos existentes;
- uniformização dos procedimentos de manutenção;
- identificação de anomalias na base de dados do Histórico de Manutenção;

PRODUTO	CÓDIGO	PROGRAMAÇÃO				EXECUÇÃO			
		P1	P2	...	P8	E1	E2	...	E37
Gerador	A01AAP	93,0			93,0	93,0	93,0		
	A01A6M		0,1		0,5	0,2	0,3		
	A01A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	A01A4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Turbina	A01BAP	43,1			43,0	43,0	43,0		
	A01B1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	A01B4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Excitação	A01CAP	13,9			13,9	13,9	13,9		
	A01C1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	A01C4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Q. Manobras 13,8 KV - CM	G77AAP	0,5			0,5	0,5	0,5		
	G77A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	G77A4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Q. de Controle 5F1	G79AAP	0,2			0,2	0,2	0,2		
	G79A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
G. Gerador Diesel	G80AAP	1,0			1,0	1,0	1,0		0,6
	G80A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		0,1
	G80A4A		0,1		0,5	0,2	0,3		0,1
Comporta das Calhas Vertedouro.	H01AAP	0,5			0,5	0,5	0,5		0,6
	H01A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		0,1
	H01A4A		0,1		0,5	0,2	0,3		0,1
Central Oleodinâmica	H01GAP								
	H01G1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	H01G4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Motor Diesel	J05AAP	0,5			0,5	0,5	0,5		
	J05A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Gerador Diesel	J05BAP	0,2			0,2	0,2	0,2		
	J05B1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	J05B4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Sist. CC 125V C.Máquinas / CCR	L01AAP	21,8			21,8	21,8	21,8		
	L01A3M				0,5	0,2	0,3		
	L01A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		
	L01A4A		0,1		0,5	0,2	0,3		
Ponte Rolante Principal	N27AAP	1,9			1,9	1,9	1,9		0,6
	N27A1A		0,1		0,5	0,2	0,3		0,2
	N27A4A		0,1		0,5	0,2	0,3		0,2

Figura 3 - Tempo Unitário de Passagem dos Produtos nas Atividades

- indicações de deficiências quanto ao preenchimento dos registros das intervenções aperiódicas;
- revisão da previsão de homens/hora nas Solicitações de Serviços Periódicos;
- revisão do manual de procedimentos operacionais;
- revisão dos códigos de classificação de serviço;
- revisão da codificação dos equipamentos da Central de Itaipu.

## 7.0 - CONCLUSÃO

Com a implementação do projeto piloto, que englobou todos os processos inerentes aos equipamentos (geradores, transformadores, motores, carregadores e bancos de baterias, barramentos, quadros elétricos de força e controle), sob responsabilidade da Divisão de Manutenção Elétrica de Itaipu, teve-se a oportunidade de validar o modelo proposto. Em continuidade, o Sistema de Custeio Gerencial será disseminado nas demais divisões de execução da manutenção e posteriormente nas divisões de engenharia de manutenção.

O projeto piloto foi desenvolvido em uma planilha eletrônica e está sendo transposto para uma base corporativa, onde ficará integrado aos subsistemas informatizados da empresa, necessários à sua operacionalização.

De imediato, o Sistema de Custeio Gerencial forneceu uma série de realimentações para o método de manutenção o que ocasionará uma melhoria nos processos produtivos.

A médio prazo, a nossa expectativa é que haja uma interação entre o indicador custos e os indicadores de desempenho, atualmente utilizados (disponibilidade, taxa de falhas e taxa de reparos.). A longo prazo espera-se que este indicador passe a integrar o sistema gerencial de acompanhamento estratégico da área de manutenção.

Hoje, contamos com uma base de dados que nos dará suporte para a tomada de decisões, por ocasião da elaboração de orçamentos, substituição de componentes ou equipamentos e alterações nos processos.

Finalmente, cabe destacar o momento em que se encontra o Setor Elétrico Brasileiro e as ações desenvolvidas visando sua modelagem definitiva. O Sistema de Custeio apresentado, pelas suas próprias características de melhor entendimento dos processos produtivos, poderá melhorar a eficiência da área de

manutenção da empresa, eliminando (ou minimizando) as atividades que não agregam valor aos produtos, ao mesmo tempo que reduz as principais perdas daquelas que agregam valor.

## 8.0 - BIBLIOGRAFIA

- (1) KAPLAN, R. S. e COOPER, R. *Custo e desempenho* – São Paulo: Futura, 1998.
- (2) KAPLAN, R. S. e NORTON, D. P. *A estratégia em ação*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- (3) HRONEC, S. M. *Sinais Vitais*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- (4) COGAN, S. *Activity Based Costing (ABC) – A poderosa estratégia empresarial*. São Paulo: Pioneira Administração e Negócios, 1994.
- (5) NAKAGAWA, M. *ABC – Custeio baseado em atividades*. São Paulo: Atlas, 1994.
- (6) JACOBSEN, P. *Otimização de custos e produtividade*. Rio de Janeiro: COP Editora, 1990.
- (7) ALLORA, F. e ALLORA, V. *Unidade de Medida da Produção*. São Paulo: Pioneira, 1995.
- (8) BORNIA, A. C. *Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno*. Florianópolis: UFSC, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC, 1995.

## 9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

### 9.1 – Eduardo Moreira (Autor responsável)

- Nascido em Poços de Caldas – MG em 15/11/54;
- Graduado pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá em 1977. Curso de pós-graduação na área de Máquinas de Fluxo em 1998. Mestre em Ciências em Engenharia Mecânica na área de Lubrificação Industrial, pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá em 1987;
- Atuação na área de Manutenção de Usinas Hidrelétricas na Eletrosul e Itaipu Binacional. Gerenciamento técnico da implantação e desenvolvimento do Método de Programação, Controle e Análise da Manutenção na Itaipu Binacional.