

Análise de custo do ciclo de vida dos ativos: Estudo de caso em uma empresa do setor de geração de energia hidráulica

Gustavo Funayama Hotta (UNESP) gustavohrp@gmail.com

Resumo:

O Brasil apresenta uma matriz de geração elétrica de origem predominantemente renovável, sendo que a geração hidráulica responde por 70,1% da oferta interna do país (EPE, 2013). Em 1995, no governo de Fernando Henrique Cardoso, o Brasil sofreu mudanças institucionais no setor elétrico. Os principais objetivos foram aumentar a competição na distribuição e geração de energia, além de reduzir a dívida pública por meio da privatização das empresas estatais, as quais, anteriormente, eram dominantes no setor (BAJAY, 2006).

Atualmente, o enfoque operacional da geração de energia está mudando, e os esforços estão sendo direcionados para a exploração de novas abordagens/técnicas de controle, diagnóstico, avaliação de condições, manutenção, avaliação e extensão da vida útil dos ativos existentes (ABU-ELANIEN ET AL., 2010). A gestão de ativos, por sua vez, está direcionada ao controle do ciclo de vida destes, tendo grande importância, principalmente, devido ao alto custo de aquisição e manutenção (EL-AKRUTI, 2013).

Um estudo de caso foi realizado em uma empresa de geração de energia hidráulica, visando a compreensão de como a gestão do ciclo de vida dos ativos está sendo tratada no setor elétrico, e quais as informações, ferramentas e processos utilizados.

Palavras chave: Gestão de Ativos, Análise de Custo de Ciclo de Vida, Gestão Econômica.

Life cycle cost analysis of assets: a case study in a hydraulic power generation company

Abstract

Brazil has an array of electric generation predominantly renewable, and the hydroelectric generation accounts for 70.1% of the domestic supply of the country (EPE, 2013). In 1995, at the government of Fernando Henrique Cardoso, Brazil suffered institutional changes in the electricity sector. The main objectives were to increase competition in the generation and distribution of energy, and also to reduce debt through privatization of state enterprises that were dominant in the sector (BAJAY, 2006).

Nowadays the operational focus of energy generation is changing and efforts are being directed to explore new approaches/techniques of control, diagnosis, evaluation of conditions, maintenance, assessment and life extension of the existing assets (ABU-ELANIEN ET AL. 2010). The asset management is directed to the control of this life cycle, having a great importance, especially for the high cost of acquisition and maintenance (EL-AKRUTI, 2013).

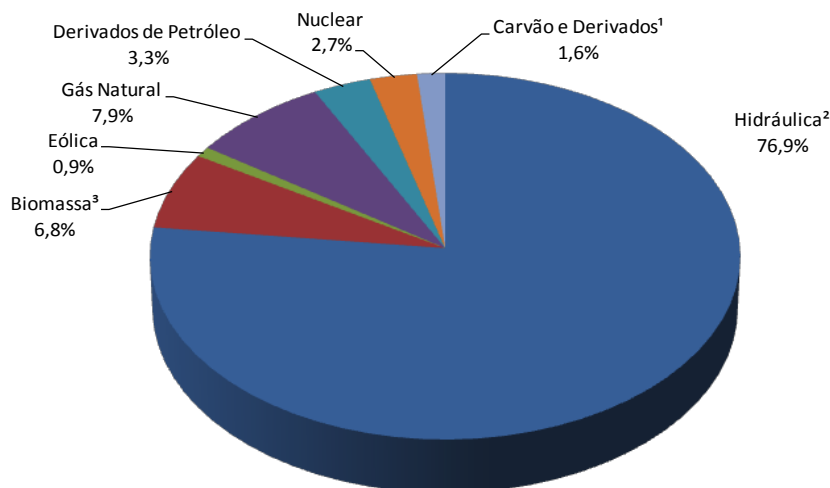
A case study was conducted in a company of hydraulic power generation, aiming at understanding how to manage the life cycle of assets is being treated in the electricity sector, and what are the information, tools and processes used.

Key-words: Asset Management, Life Cycle Cost Analysis, Economic Management.

1. Setor Elétrico Brasileiro

O Brasil gerou, aproximadamente, 552,5 TWh em 2012, um aumento de 3,9% comparado a 2011. Com as importações líquidas de 40,3 TWh, o país soma uma oferta interna de 592,8 TWh., tendo sua capacidade instalada de geração de energia aumentada em cerca de 3,8 GW no mesmo período, alcançando por volta de 120.973 MW (EPE, 2013).

Para melhor compreender a atual situação do setor elétrico, precisamos conhecer um pouco sobre sua história. Entre as décadas de 1940 e 1960, o governo federal, em conjunto com a ajuda do governo estadual, assumiu a função de assegurar, por meio das companhias estatais, o fornecimento da maior parte da energia elétrica, do combustível fóssil e do gás consumidos no país. O mandante de 1953, lei nº 2004, definiu o monopólio para a importação, produção (com exceção das refinarias privadas já existentes na época) e transporte de combustíveis fósseis e gás no Brasil, criando, assim, a Petrobrás. O governo brasileiro criou as empresas Eletrosul, Furnas, Chesf e Eletronorte com o objetivo de gerar e transmitir eletricidade nas regiões sul, sudeste/centro-oeste, nordeste e norte, respectivamente. Além disso, designou que essas entidades ficassem sob o controle da empresa holding, Eletrobrás (BAJAY, 2006).



Notas:

¹ Inclui gás de coqueria

² Inclui importação de eletricidade

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixo e outras recuperações

Figura 1 – Oferta interna de Energia Elétrica por Fonte - 2012

Esta política de fornecimento de energia teve um grande número de erros, incluindo:

- Baixas tarifas artificiais de eletricidade, refletidas nas tarifas dos serviços públicos definidas pelo governo federal com a intenção, muitas vezes, de controlar a inflação;
- Abusos dos políticos, envolvendo incompetência e corrupção, além da construção de diversas plantas, porém sem a necessidade de concluir o cronograma;
- Desejo não atendido do governo federal quanto ao aumento substancial e rápido da produção de gás e combustível fóssil.

Foram várias as discussões sobre mudanças institucionais para corrigir o problema, arrastado

por vários governos e que durou quase uma década, até o momento em que uma grave crise financeira na indústria de fornecimento de energia elétrica demandou uma ação emergencial. A experiência de diversos países apontava para a necessidade de se introduzir um regime de mercado competitivo como forma de aumentar a eficiência das empresas de energia elétrica (TOMASQUIM, 2011). Assim, em 1995, o presidente Fernando Henrique Cardoso optou por vender todas as empresas federais de energia elétrica para investidores privados, além de pressionar as empresas estatais para que fizessem o mesmo. Novos paradigmas surgiram no mercado de eletricidade como, por exemplo, os produtores independentes de energia, o “livre” consumidor que poderia escolher o distribuidor e a concessão dos ativos de geração, transmissão e distribuição (BAJAY, 2006).

Como resultado dessa política, atualmente existem tanto as empresas privadas quanto as grandes empresas estatais, nos dois principais ramos da indústria: combustíveis fósseis/gás e fornecimento de energia. A tarifa de energia cresceu mais rápido do que a taxa de inflação, representando um desafio significativo para a administração federal. O aumento da tarifa de eletricidade foi devido ao crescimento do custo marginal, particularmente na geração de energia, às cláusulas dos contratos de concessão, atualizadas anualmente para o índice de inflação e à percepção entre os investidores privados na indústria sobre o risco no ambiente de negócio, causando altos custos de capital. A fim de resolver este problema, em 2004, no governo do Presidente Luís Inácio Lula da Silva foram feitas algumas mudanças no modelo institucional da indústria de fornecimento de energia elétrica brasileira, visando manter as tarifas baixas, reduzir a percepção de alto risco, proporcionar um retorno justo para os investidores e fornecer energia para cerca de 13 milhões de brasileiros que não tinham acesso à eletricidade (BAJAY, 2006).

O modelo anterior não ofereceu à sociedade brasileira os três objetivos de qualquer serviço público: confiabilidade de suprimentos, modicidade tarifária e universalidade. Em síntese, sem investimentos estatais ou privados, a crise era inevitável (TOLMASQUIM, 2011).

Em 2004, o governo federal lançou as bases de um novo modelo para o setor elétrico brasileiro, sustentado pelas Leis nº 10.847 e 10.848, de 15 de março de 2004, e pelo Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. O novo modelo tentou implementar a competição por meio da desregulamentação (BAJAY, 2006) e criou uma crescente competição no mercado de energia. Assim, os fornecedores de energia procuraram otimizar o uso de seus equipamentos, focando em técnicas e aspectos de custo-efetivo (SCHNEIDER ET AL., 2006).

Atualmente, o setor elétrico está sob constante pressão para reduzir o custo operacional, elevar a confiabilidade dos ativos e melhorar a qualidade da energia e do serviço para o consumidor. A probabilidade de perder qualquer equipamento crítico eleva-se especialmente com o aumento da idade do ativo (ABU-ELANIEN ET AL., 2010).

2. Estratégia em Sistema de Gestão de Ativos

Com o aumento da competitividade no setor elétrico, a fiscalização dos agentes institucionais, a busca de redução de custo, o aumento de lucratividade e a melhoria dos processos, as empresas estão, cada vez mais, procurando aperfeiçoar a gestão de ativos. Para El-Arkruti et al. (2013), a estrutura e o mecanismo do sistema de gestão de ativos são peças fundamentais na estratégia organizacional. O artigo do autor demonstrou que da inadequação e dos elementos faltantes no framework resultaram os impactos negativos no custo, produtividade, qualidade, resultados de negócios e conquistas estratégicas. Por outro lado, a existência de uma eficiente gestão de ativos teve impacto positivo nas conquistas estratégicas.

Da acordo com o PAS 55:2008, a gestão de ativos é assim descrita: “São atividades, práticas

sistemáticas e coordenadas, pelas quais uma organização gerencia, de forma ótima e sustentável, seus ativos e sistema de ativos, o desempenho destes, os riscos e despesas ao longo dos seus ciclos de vida, visando cumprir seu planejamento estratégico organizacional”.

O sistema de gestão de ativos compõe-se de planejamento e controle das atividades relacionadas aos ativos, para assegurar o desempenho que reúne a pretensão competitiva da organização. Este sistema tem significado potencial para influenciar todos os aspectos das atividades do ciclo de vida do ativo, desde a aquisição até o descarte (EL-AKRUTI, 2013).

Conforme Abu-Elanien (2010), as atividades de gestão de ativos são numerosas, e pesquisadores defrontam-se com diferentes pontos de vista. Planos de manutenção e técnicas de monitoramento da condição dos ativos são exemplos das atividades gerais de gestão que podem ser aplicados a qualquer equipamento, tais como transformadores, disjuntores de alta voltagem etc.

- a) A gestão de ativos pode ser classificada nas seguintes atividades:
- b) Monitoramento da condição (CM) e avaliação da condição (CA);
- c) Execução do plano de manutenção;
- d) Envelhecimento, saúde e avaliação do final de vida.

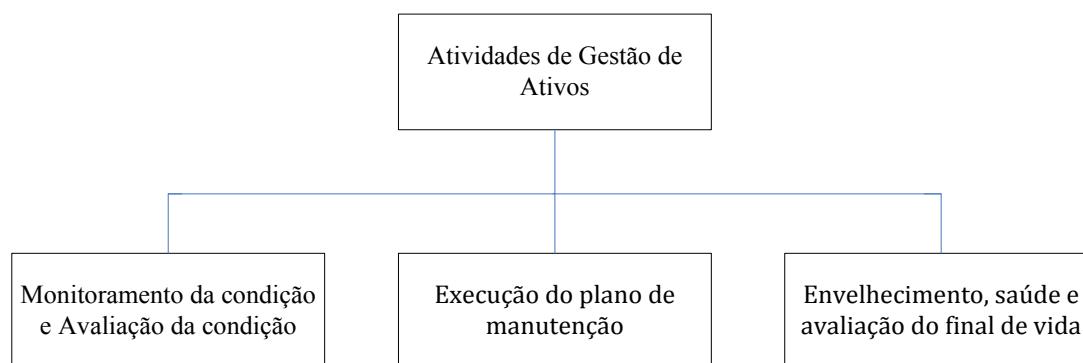


Figura 2 – Classificação das atividades de manutenção

O CM preocupa-se com o emprego de equipamentos/métodos envolvidos no monitoramento de parâmetros e aquisição dos dados especiais de um ativo, enquanto a CA visa ao desenvolvimento de novas técnicas para análise de tais dados. Esse sistema tem como objetivo prever as tendências do ativo avaliado e qualificar o seu desempenho atual.

A execução do plano de manutenção é a segunda atividade da gestão de ativos. As manutenções devem ser planejadas com cuidado a fim de evitar a quebra dos ativos. A manutenção pode ser classificada nos seguintes tipos: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção centrada em confiabilidade.

Por fim, há o envelhecimento, a saúde e a avaliação do fim de vida. O envelhecimento é um fato no ciclo de atividade dos componentes do sistema de energia. Quanto maior o tempo de uso, mais frequentes são os defeitos e mais tempo de reparo é necessário. Atividades de manutenção podem estender a vida útil dos equipamentos, porém, tornam-se muito caras perto do fim de vida do ativo.

3. Custo do Ciclo de Vida (Life Cycle Cost - LCC)

As empresas do setor elétrico necessitam do equilíbrio entre os custos de manutenção e os lucros, em curto prazo, vis-à-vis a degradação do desempenho permanente dos ativos em longo prazo (CHATTOPADHYAY, 2004).

O *Life Cycle Costing Guideline* (2004 p.1) define o custo do ciclo de vida como:

“o custo total durante toda sua vida, incluindo planejamento, projeto, aquisição, custos de suporte e quaisquer outros custos diretamente atribuíveis ao comprar ou utilizar o ativo.”

O custo de ciclo de vida deve incluir os custos iniciais diretos e indiretos, somando, também, qualquer custo periódico ou contínuo para operação e manutenção. O sistema de LCC pode, simplesmente, considerar como o custo total, aquele compreendido entre a aquisição e o descarte (SITEF, 1998 apud MARQUEZ ET AL., 2008).

A determinação de custos é uma parte integral do processo de gestão de ativos e um elemento comum em várias ferramentas da gestão. Anteriormente, a escolha de um ativo baseava-se apenas na comparação de ativos, no design apresentado e no custo inicial. Entretanto, com a crescente pressão para atingir os melhores resultados dos ativos em operação, os custos de manutenção começaram a ser considerados, já que consomem muitos recursos ao longo da vida do ativo (LIFE CYCLE COSTING GUIDELINE, 2004).

Os custos ocorrem durante todo o ciclo de vida, entretanto, observou-se que a maior parte dos custos pode ser decorrente das atividades de propriedade reais, e 80% dos custos relacionam-se à vida útil do ativo (AAMCoG, 2008).

A Análise do Custo do Ciclo de Vida (LCCA) é um método aplicado na gestão da base de ativos. É uma ferramenta utilizada como auxílio em situações nas quais uma decisão deva ser tomada, tal como a aquisição de um determinado número de ativos ou sua manutenção continuada. A LCCA está preocupada, principalmente, com o custo de manutenção durante a vida útil de um ativo e, como tal, constitui ferramenta útil para análise e alocação de despesas relacionadas (AAMCoG, 2008).

Além disso, permite que os custos sejam monitorados e gerenciados, auxiliando na tomada de decisão sobre a maneira pela qual estes custos podem ser minimizados. A LCCA é essencialmente um instrumento de gestão dos custos financeiros, auxiliando a melhor realizar a previsão e o ajuste do modelo de custeio do ciclo (LIFE CYCLE COSTING GUIDELINE, 2004).

Com a LCCA sendo utilizada na obtenção de informações importantes relacionadas à gestão dos ativos e às melhorias na capacidade de tomada de decisão, é surpreendente que, em geral, estes benefícios não sejam refletidos no mundo real, demonstrando a evidente falta de atenção dada a essa ferramenta (AAMCoG, 2008).

4. Estudo de Caso

Foi realizado um estudo de caso em uma empresa de geração de energia localizada no estado de São Paulo. Tal empresa foi a primeira na América Latina a obter a certificação do PAS 55, norma britânica de gestão de ativos. Além disso, foi uma das seis reconhecidas pelo Prêmio Nacional da Qualidade - PNQ em 2012.

O documento PAS (*Publicly Available Specification*) foi publicado em abril de 2004 e a primeira edição (atual), em setembro de 2008, em resposta à demanda da indústria por um

padrão de gestão de ativos. A primeira edição de 2008 reflete o crescente consenso internacional sobre as boas práticas exigidas na gestão de tais ativos físicos.

O item 4.5 da norma, “Implantação dos planos de gestão de ativos”, trata das fases do ciclo de vida dos ativos e seus custos:

- a) Criação, aquisição ou aumento dos ativos;
- b) Utilização dos ativos;
- c) Manutenção de ativos;
- d) Desativação e/ou descarte de ativos.

A empresa desenvolveu um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), vinculado a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), em conjunto com a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O resultado foi um software que utiliza um modelo matemático baseado nos conceitos de Custo de Ciclo de Vida.

O modelo realiza projeções de custos de manutenção e estima a vida econômica dos ativos. O objetivo deste investimento em P&D é melhorar a gestão financeira dos ativos por meio dos seguintes parâmetros:

- a) Previsão de tendências da demanda de serviços;
- b) Previsão das tendências de custo em manutenção e operação;
- c) Administração financeira de capital;
- d) Estratégias de aquisição de ativos físicos;
- e) Substituição de equipamentos em operação;
- f) Inovação tecnológica e obsolescência de ativos;
- g) Análise de risco na produção e confiabilidade das condições de operação dos equipamentos.

Segundo Cesca (2012), para se aplicar a gestão econômica de ativos nas empresas é necessário ter um bom conhecimento dos ativos físicos. Para tanto, convém conhecer a localização destes na empresa, seus atuais e futuros valores de mercado, suas utilidades para a empresa, suas condições atuais de operação, o tempo de uso de cada um deles, seu tempo de vida estimado, a necessidade e custo de manutenções futuras e, por último, as inovações tecnológicas que estão para surgir com relação a cada ativo.

O modelo analisa o custo acumulado das manutenções, utilizando a teoria de regressão linear simples para a formulação do modelo estatístico, considerando as taxas de juros e inflação, as inferências estatísticas e o uso de diferentes formas funcionais, correlacionando o custo de manutenção e a vida do ativo. Este artigo não detalhará a metodologia utilizada no desenvolvimento do modelo. Caso queira conhecê-la, a dissertação de Cesca (2012) encontra-se dentre as referências bibliográficas.

O objetivo do software que utiliza tal modelo matemático é mostrar o momento ideal para se realizar a substituição e/ou descarte do equipamento. Para compensar a troca do ativo, seu custo de mercado precisa estar suficientemente amortizado, ao mesmo tempo em que os custos de manutenção estejam elevados. Além disso, com a depreciação, ocorre queda de desempenho, redução da disponibilidade e aumento das despesas de operação e manutenção do ativo, resultando em prejuízo da produção.

A empresa teve que realizar algumas adequações para iniciar a captação de custos.

Primeiramente, mapeou todos os equipamentos e os classificou em um sistema de identificação. O sistema utilizado foi o Kraftwerk-Kennzeichen-System (KKS). Cada local de instalação e cada equipamento possuem um código e estão relacionados em “árvore” (estrutura de dados) e, além disso, classificam o ativo segundo seus riscos de falha ou não-desempenho. Com isso, tornou-se possível relacionar as manutenções realizadas ao respectivo equipamento.

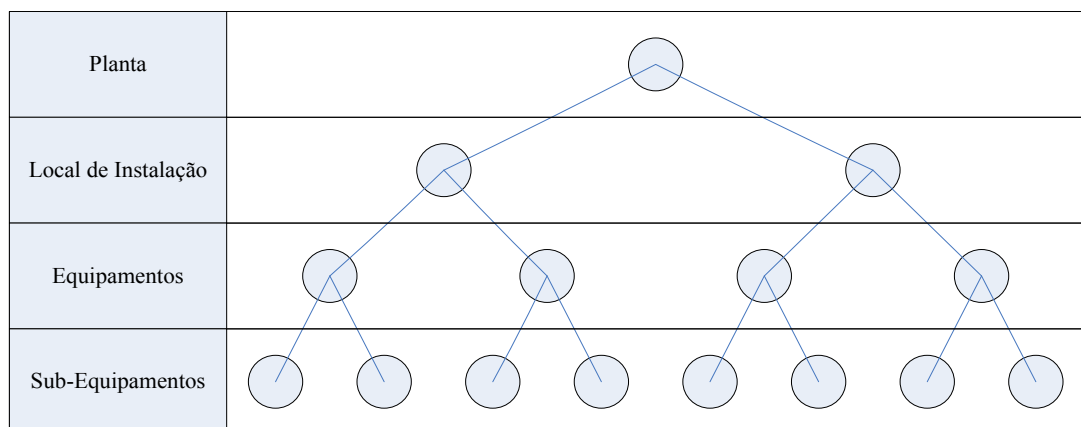


Figura 3 – Estrutura do sistema de identificação dos equipamentos

Anteriormente, a empresa utilizava dois softwares distintos. Um controlava os gastos financeiros com o projeto, aquisição, manutenção e descarte dos equipamentos (SAP), e outro, estipulava as atividades e planos de manutenção (ENGEMAN) causando uma falta de interação e dificultando a gestão econômica dos ativos.

Em 2011, foi iniciado o projeto para atualização da versão do SAP e inclusão do módulo PLM (Product Lifecycle Management), unificando as funcionalidades de custos e manutenção em apenas uma ferramenta. O desenvolvimento do módulo PLM incorporou a estrutura de localização e informação sobre os equipamentos instalados, adaptando-se à necessidade da empresa, de acordo com seus procedimentos internos. Cada equipamento ficou associado a um código no KKS e a um código no SAP, possibilitando o rastreamento do ativo mesmo que este fosse desinstalado e reinstalado em outra planta, mantendo, assim, seu histórico de custos. Ao final foi exigido um relatório de custos por equipamento, com data para os dados serem inseridos no modelo matemático que, à época, estava sendo desenvolvido pela UNICAMP. Tal relatório, extraído do sistema SAP por meio de uma transação, exhibe os valores dos custos de material, de mão de obra e de serviço, além do código do equipamento, taxa de depreciação, ano e custo de aquisição.

Estes valores são contabilizados quando uma ordem de serviço de manutenção do equipamento for encerrada.

Número de Equipamento	Equipamento da Ordem	Data Início da	Data fim da Ord.	Custo de Material	Custo de Mão de Obra	Custo de Serviço	Custo Total	Taxa de Depreciação	Valor de Aquisição	Ano de Aquisição
00000000010000000	00000000010000000	07.04.2013	10.06.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000003	00000000010000003	20.04.2013	10.06.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000100	00000000010000100	27.06.2013	30.06.2013	0,00	20,22	0,00	20,22	0,0000	0,00	
00000000010000175	00000000010000175	29.04.2013	02.05.2013	0,00	121,20	0,00	121,20	0,0000	0,00	
00000000010000184	00000000010000184	16.07.2013	22.08.2013	0,00	141,47	0,00	141,47	0,0000	0,00	
00000000010000190	00000000010000190	15.08.2013	02.09.2013	0,00	80,84	0,00	80,84	0,0000	0,00	
00000000010000189	00000000010000189	02.09.2013	02.09.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000309	00000000010000309	05.07.2013	22.08.2013	0,00	40,44	0,00	40,44	0,0000	0,00	
00000000010000377	00000000010000377	07.04.2013	10.06.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000377	00000000010000377	08.05.2013	10.06.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000377	00000000010000377	18.06.2013	12.07.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000389	00000000010000389	21.05.2013	10.06.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000389	00000000010000389	26.06.2013	20.07.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000394	00000000010000394	14.08.2013	22.08.2013	0,00	20,21	0,00	20,21	0,0000	0,00	
00000000010000432	00000000010000432	14.05.2013	10.06.2013	0,00	242,52	0,00	242,52	0,0000	0,00	
00000000010000432	00000000010000432	21.07.2013	15.08.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000587	00000000010000587	21.05.2013	10.06.2013	0,00	20,21	0,00	20,21	0,0000	0,00	
00000000010000605	00000000010000605	21.05.2013	17.06.2013	21,54	20,21	0,00	41,75	0,0000	0,00	
00000000010000618	00000000010000618	21.08.2013	02.09.2013	0,00	20,20	0,00	20,20	0,0000	0,00	
00000000010000641	00000000010000641	21.05.2013	10.06.2013	0,00	262,74	0,00	262,74	0,0000	0,00	
00000000010000675	00000000010000675	30.06.2013	15.07.2013	0,00	80,84	0,00	80,84	0,0000	0,00	
00000000010000692	00000000010000692	21.05.2013	10.06.2013	0,00	20,21	0,00	20,21	0,0000	0,00	
00000000010000696	00000000010000696	27.06.2013	15.07.2013	0,00	252,63	0,00	252,63	0,0000	0,00	
00000000010000696	00000000010000696	05.07.2013	07.08.2013	0,00	40,44	0,00	40,44	0,0000	0,00	
00000000010000696	00000000010000696	20.07.2013	20.07.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	
00000000010000721	00000000010000721	21.05.2013	10.06.2013	0,00	20,21	0,00	20,21	0,0000	0,00	
00000000010000742	00000000010000742	04.07.2013	30.07.2013	0,00	20,21	0,00	20,21	0,0000	0,00	
00000000010000743	00000000010000743	20.07.2013	20.07.2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	

Figura 4. – Relatório Life Cycle Cost

Esta nova versão do SAP foi concluída e aplicada na empresa em Abril de 2013 e ainda não é possível coletar boa quantidade de informações, uma vez que os custos antigos dos equipamentos não foram inseridos no sistema. O software da UNICAMP foi concluído no final de 2012 e utilizou dados de notas fiscais acumuladas ao longo dos anos para validar o modelo matemático.

A Figura 4 representa um exemplo de custo de manutenção em um transformador. Pode-se observar que o modelo matemático ajusta-se em uma regressão linear simples, e a função consegue acompanhar a taxa de crescimento dos custos acumulados de manutenção. Além disso, o modelo mostra os valores previstos para os próximos anos com os respectivos intervalos de confiança superiores e inferiores, os quais são calculados por meio da equação do próprio modelo.

Com a implementação da nova versão do SAP e com o software desenvolvido, a empresa terá maior facilidade para monitorar e gerir os ativos, de acordo com a vida econômica destes, visando determinar o tempo de substituição do equipamento, ou seja, quando o custo estimado pelo modelo for igual ou maior que o custo da aquisição de um novo ativo.

A versão final do Software permanece armazenada em um website, facilitando a interação com o profissional da empresa. O próximo passo é automatizar a entrada de dados para a formulação dos relatórios que indicarão as oportunidades de minimizar os custos.

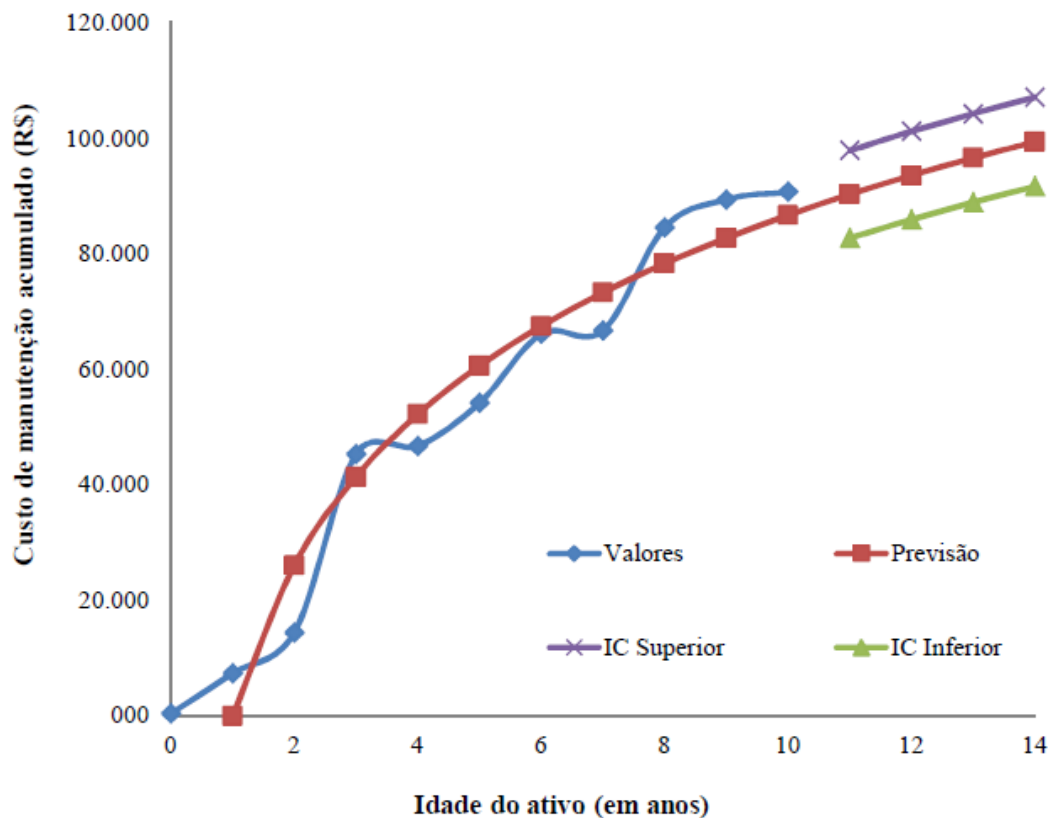


Figura 5 – Ajuste por regresso e previsão

5. Conclusão

A relação entre a estratégia competitiva e as atividades de gestão de ativos não tem sido expressamente desenvolvida e, geralmente, é anônima na maioria das organizações. O planejamento e controle estratégico dos ativos é crítico para alcançar um bom nível de produção e qualidade, sendo, portanto, imprescindível na elaboração da estratégia de uma organização bem sucedida. O framework da gestão de ativos é essencial para a tomada de decisão estratégica (EL-AKRUTI, 2013).

Pode-se notar que, mesmo com a importância econômica da vida do ativo, a maioria das empresas não possui todas as despesas de manutenção devidamente organizadas, com periodicidade que permita uma análise mais refinada e que seja útil para a tomada de decisões importantes (CESCA, 2012).

O software desenvolvido pela UNICAMP foi bastante satisfatório, atendendo as necessidades da empresa. A implantação do módulo PLM no SAP trará grandes benefícios para a gestão econômica dos ativos, e facilitará os inputs de informações no modelo matemático. Porém, como a ferramenta necessita de informações dos ativos físicos ao longo de anos, não é possível demonstrar os resultados benéficos de sua utilização em curto prazo. Deixamos para futuras pesquisas o estudo dos casos de sucesso na gestão econômica dos ativos da empresa.

Referências

ABU-ELANIEN, A. E. B.; SALAMA, M. M. A.; *Asset management techniques for transformers*, Electric Power Systems Research, Vol. 80, p. 456-464, 2010.

BAJAY, S. V. *Integrating competition and planning: A mixed institutional model of the Brazilian electric power sector*. Energy, Vol. 31, p. 865-876, 2006.

CESCA, I. G.; *Previsão de custo de ciclo de vida e gestão econômica de ativos físicos de indústrias do setor energético*. 144 f. Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo na área de Reservatório e Gestão – Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012.

CHATTOPADHYAY, D.; *Life-Cycle Maintenance Management of Generating Units in a Competitive Environment*, IEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, Vol. 19, n. 2, May, 2004.

EL-AKRUTI, K.; DWIGHT, R.; ZHANG, T. *The strategic role of Engineering Asset Management*, Int. J. Production Economics, Article in press, Accepted 1 July 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), *Balanco Energético Nacional ano base 2012*, 2013.

LIFE CYCLE COSTING GUIDELINE, *Total Asset management*, New South Wales Treasury, 2004

MÁRQUEZ, F. P. G.; LEWIS, R. W.; TOBIAS, A. M.; ROBERTS, C.; *Life cycle costs for railway condition monitoring*, Transportation Research, Part E, Vol. 44, p. 1175-1187, 2008.

PAS 55:2008, *Gestão de Ativos, Traduzida pela Associação brasileira de manutenção (ABRAMAN)*, 2008

SCHNEIDER, J.; GAUL, A. J.; NEUMANN, C.; HOGRÄFER, J.; WELLBOW, W.; SCHWAN, M.; SCHNETTLER, A.; *Asset management techniques; Electrical Power and Energy Systems*, Vol. 28, p. 643-654, 2006.

TOLMASQUIM, M. T. *Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro*. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2011.