

## Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público brasileiro

Daniel Balduino de Souza\*, Selma Terezinha Milagre, Alcimar Barbosa Soares

**Resumo** A Engenharia Clínica é uma área com atuação nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, desenvolvendo atividades baseadas nos conhecimentos de engenharia e de gerenciamento aplicadas às tecnologias de saúde. Nesse contexto, este trabalho relata os impactos econômicos da aplicação de técnicas de gestão em Engenharia Clínica num hospital público brasileiro de grande porte e referência em alta complexidade - Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, onde foram consideradas questões econômicas e de qualidade, suportada por pesquisa documental. O levantamento de dados baseou-se em relatórios e documentos administrativos do hospital do período de 2001 a 2010, referentes a recursos humanos, indicadores de serviços, indicadores de qualidade, custos com peças e contratos. Dentre os resultados encontrados, destaca-se a redução de aproximadamente 20% nas manutenções corretivas e sua estabilização ao longo do tempo, mesmo em face de um elevado aumento do parque tecnológico da instituição. No montante global de gastos com contratos, observou-se uma redução de cerca de 65% no período avaliado. A economia gerada pela gestão em Engenharia Clínica para a instituição foi de aproximadamente R\$ 2 milhões em 2010, e a economia acumulada no período de 2001 a 2010 foi de R\$ 7,6 milhões. Concluiu-se, que a gestão em Engenharia Clínica na instituição possibilitou uma redução significativa nos custos por meio da formação e capacitação de uma equipe própria, da redução dos custos com contratos e melhor planejamento das manutenções. Tais resultados demonstram a importância de um serviço de Engenharia Clínica para a melhor gestão de custos e das tecnologias em hospitais, sejam eles públicos ou privados.

**Palavras-chave** Gestão hospitalar, Tecnologias em saúde, Custos, Manutenção.

## *Economic evaluation of implementing a service of Clinical Engineering in a Brazilian public hospital*

**Abstract** *Clinical Engineering is an important area for health care facilities, capable of applying engineering and management techniques to improve health technologies. In this context, this paper reports the economic impacts of the application of clinical engineering management techniques in a large Brazilian public hospital, which is also a reference for high complexity medical procedures - General Hospital of the Federal University of Uberlândia. The discussion is supported by a quantitative documentary research, which took into account not only the economic aspects, but also the quality of the service provided. The survey was based on reports and administrative documents from 2001 to 2010, related to human resources, service and quality indicators, costs of parts and contracts. Among the findings, it was observed a reduction of approximately 20% in corrective maintenance and their stabilization over time, even as the technological park of the institution increased. As for the overall amount of cost with contracts, there was a reduction of approximately 65% during the period. The savings generated by the Clinical Engineering Service, for the institution, were about R\$ 2 million in 2010. The cumulative savings over the period of 2001 to 2010 were about R\$ 7.6 million. Based on those results, it can be concluded that the Clinical Engineering Service provided a significant reduction in costs for the institution, by means of setting and training its own team, reducing costs and a better planning of maintenance. Those results demonstrate the importance of a Clinical Engineering Service for best managing costs and technologies in hospitals, whether public or private.*

**Keywords** *Hospital management, Health technology, Costs, Maintenance.*

## Introdução

Ainda hoje, pouco se conhece sobre a influência de um serviço de apoio de manutenção hospitalar bem estruturado na relação de custos de uma instituição de saúde. Este trabalho procura evidenciar um caso concreto de aplicação de técnicas de gestão em Engenharia Clínica (EC), avaliando aspectos econômicos e de qualidade, com o objetivo de disseminar tais processos e auxiliar outras instituições que desejam implantar este modelo.

É importante ressaltar que, de maneira geral, quando a gestão da tecnologia em saúde é realizada de maneira eficiente, seus custos tornam-se menores, gerando assim uma economia para o Estabelecimento de Assistência à Saúde (EAS), permitindo investimentos em outras áreas da instituição ou até mesmo ampliando a prestação de serviços aos usuários. Este é um assunto relevante para a EC e que, na prática, contribui significativamente para a redução nos custos hospitalares, além de influenciar a qualidade e a confiabilidade dos atendimentos realizados pela unidade de saúde, conforme descrito neste trabalho.

A partir da década de 80, a EC concentrou seus esforços na redução de custos, principalmente na Europa e nos EUA, onde esses aspectos, juntamente com a segurança do paciente, caracterizavam-se como os principais desafios enfrentados pelas unidades de saúde. Naquela década começa a surgir também o interesse pelo uso de tecnologias da informação e por novas estratégias para o gerenciamento de equipamentos eletromédicos (Ridgway *et al.*, 2004; Souza e Moraes, 2007).

No Brasil, a preocupação com as tecnologias em saúde iniciam-se efetivamente ao final de 1975 com a criação da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica. Na década de 90 são aprovadas as primeiras normas nacionais de segurança para equipamentos médicos (NBR-IEC 601-1 e NBR-IEC 601-2) que estabeleceram a certificação compulsória dos equipamentos eletromédicos. Tal certificação consiste da elaboração de textos normativos, ensaios em laboratórios independentes credenciados pelo INMETRO (com o objetivo de verificar a conformidade dos equipamentos às normas) e a avaliação do processo produtivo (realizada por Organismos de Certificação Credenciados – OCC). Em 1992, o Colégio Americano de Engenharia Clínica (*American College of Clinical Engineering*) cunhou uma das primeiras definições sobre o “Engenheiro Clínico”, descrevendo-o como um profissional que argumenta e melhora, de forma indireta, o cuidado com os pacientes, aplicando suas habilidades e competências de engenharia e de gestão em tecnologia médico-hospitalar no cuidado com a

saúde (American..., 2012; Romani e Vilcahuamán, 2010). Em consonância com o ocorrido em outros países, em 2003, é criada a Associação Brasileira de Engenharia Clínica focando mais restritamente nos processos de gestão nos EAS (Associação..., 2012; Sociedade..., 2012).

De acordo com Ramírez (2002), para garantir a qualidade nos serviços de manutenção realizados por um EAS deve-se considerar a necessidade de contínuos investimentos através da aquisição de ferramentas, de equipamentos de teste para calibração e teste, de manuais de serviço e de operação, além dos treinamentos para qualificação da equipe técnica. Outro ponto a ser analisado é o uso dos indicadores de referência. Essas ferramentas indicam caminhos ou áreas com maior probabilidade/necessidade para melhorias ou redução de custos. Desta forma, conforme apontado por Moraes (2004) e Souza e Moraes (2007), é importante que qualquer crescimento ou inovação, a ser incorporada a determinado procedimento, seja feito somente após a análise detalhada daqueles indicadores.

Objetivando contribuir para elucidar as questões apontadas anteriormente, este trabalho busca avaliar e relatar o impacto da aplicação das técnicas de gestão em Engenharia Clínica em um hospital de grande porte e de referência em alta complexidade - Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (Brasil, 2012). Desta forma, pretende-se fornecer informações para gestores de outras instituições de saúde de grande porte que apontem as vantagens e desvantagens da criação de um Serviço de Engenharia Clínica próprio.

## Materiais e Métodos

Conforme a classificação de Gil (2008), este é um trabalho de natureza aplicada e se qualifica como sendo do tipo estudo de caso, de abordagem quantitativa. As avaliações envolveram critérios econômicos e de qualidade, e se basearam em pesquisa documental como procedimento técnico.

A pesquisa foi realizada no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU). Segundo dados do Setor de Estatísticas e Informações Hospitalares - SIH (2010), o HC-UFU integra a rede de hospitais universitários do Ministério da Educação (MEC-Brasil). É uma instituição pública e universitária, totalmente destinada ao atendimento de pacientes pelo Sistema Único de Saúde (SUS), e cuja gestão financeira está a cargo da Fundação de Assistência, Estudo e Pesquisa de Uberlândia (FAEPU). O HC-UFU é um hospital geral, com 520 leitos de internação e referência em média e alta complexidade, sendo o maior hospital público do Estado de Minas

Gerais e o terceiro em produtividade dentre os 46 do MEC, prestando atendimento a uma população de aproximadamente 3,5 milhões de habitantes, nas mais diversas especialidades da área da saúde.

Para realização desta pesquisa foi realizado um levantamento de dados em relatórios e documentos administrativos do período de 2001 a 2010, referentes a recursos humanos, indicadores de serviços, indicadores de qualidade, custos com peças e contratos. Os dados de 2001 a 2003 foram coletados a partir de livros de controle existentes na Gerência de Bioengenharia do HC-UFU (GB) e nos arquivos da FAEPU. As informações referentes ao período de 2004 em diante foram obtidas por meio do *software* Sistema de Gerenciamento de Equipamentos (SGE), implantado em 2004 na GB. O SGE agrega todo o histórico dos equipamentos do HC-UFU, gera relatórios de indicadores e controla os contratos vigentes e o cadastro de todos os profissionais da GB. A análise dos dados se deu por meio de estatística descritiva.

Para avaliação dos custos hospitalares, este trabalho utilizou o método de custos *Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit* (RKW). Esse método subdivide a instituição em centros de custos e foi implantado no HC-UFU em 1986 por iniciativa do Ministério da Educação. Para a composição dos custos foram considerados os seguintes elementos: recursos humanos (folha de pagamento), peças (Solicitação de Despesas - SDE, Pedido de Manutenção de Terceiros - PMT, Requisição de Material de Consumo para Compra - RMCC) e contratos. Deve-se destacar que, em consonância com o método RKW (Fleischman, 1996), aqueles foram os únicos elementos considerados para o centro de custos “Engenharia Clínica - GB”. Como a instituição (HC-UFU que, por sua vez, é parte de uma grande Universidade Pública) é muitas vezes maior que a GB, com vários outros centros de custo de grande porte, o “rateio” de despesas como água, energia, telefone etc., resulta em valores

muito inferiores aos custos principais, apontados anteriormente. Ou ainda, conforme, descrito em Fleischman (1996, p. 124),

[...]na avaliação dos custos plenos (RKW) não se deve considerar os custos de período [...] itens tais como aluguel, salários administrativos e taxas deveriam ser alocados como *overhead* aos processos produtivos.

De fato, tal metodologia pode incorrer em pequenos erros quando se avalia os custos totais e finais do setor, no dia-a-dia ou mês-a-mês. Entretanto, optou-se por manter a metodologia RKW, uma vez que esta é a metodologia que define a estrutura atual dos centros de custos de todos os hospitais universitários brasileiros (Abbas, 2001; Martins, 2010).

Para atualização dos valores de contrato foi utilizado o Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M) como fator de correção.

## Resultados

Até o ano de 2001, o HC-UFU não contava com qualquer controle adequado sobre a quantidade de serviços realizados. Assim, entre 2001 e 2003 a GB implementou um sistema de controle impresso dos serviços lá realizados. Mais tarde, em 2004, o *software* SGE foi implantado, o que permitiu o estabelecimento de indicadores de desempenho associados ao quantitativo de serviços, ao custeio de pessoal, despesas gerais, material de consumo e manutenção, e custos com contratos.

### Quantitativo – Serviços realizados

Como pode ser observado na Figura 1, o número de serviços enviados para empresas terceirizadas e contratadas foi reduzido significativamente ao longo do período analisado. Em 2001, quase 29% do total de serviços eram realizados por empresas externas. Após o levantamento completo do parque

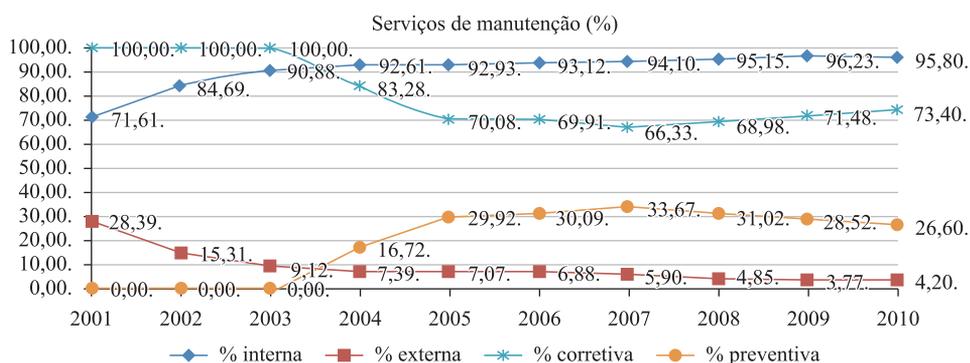


Figura 1. Evolução dos percentuais de manutenção interna, externa, corretivas e preventivas no HC-UFU, no período de 2001 a 2010.  
Figure 1. Percentage of internal, external, preventive and corrective maintenance in the HC-UFU, from 2001 to 2010.

tecnológico do HC-UFU e a partir de um controle adequado das manutenções realizadas via contratos e terceiros, a GB conseguiu reduzir a quantidade de serviços de manutenção externa para 15% do total de serviços executados já no ano seguinte (2002). Com a estruturação definitiva da equipe da GB (em 2005/2006), aquele número foi reduzido ainda mais. A partir de 2008, menos de 5% do total de serviços de manutenção do HC-UFU são realizados por empresas terceiras.

A Figura 1 destaca ainda outro fator que tem contribuído para a melhoria da qualidade no atendimento prestado pela instituição: a implantação de manutenções preventivas. A partir de 2004 a GB começou a trabalhar com os chamados “Procedimentos Operacionais Padrão” (POP’s). Tais documentos tinham como finalidade definir mecanismos capazes de auxiliar os técnicos a realizarem manutenções preventivas obrigatórias nos aparelhos de maior nível crítico, ou seja, aqueles equipamentos ligados diretamente à vida do paciente, como ventiladores mecânicos e bisturis elétricos. Assim, em 2004, cerca de 16% dos serviços executados já eram referentes à manutenções preventivas. Em 2005, esse número subiu para 29,92% e em 2007 atingiu seu maior índice: 33,67%. Contudo, ao observarmos o gráfico da Figura 1, notamos que uma redução no número de manutenções preventivas no período de 2008-2010. Aquela redução deveu-se ao fato de que, à época, o almoxarifado da instituição não possuía todas as peças de reposição necessárias aos procedimentos de preventiva, muito por conta de cortes nos recursos alocados para manutenção dos equipamentos hospitalares, motivada, por sua vez, pela redução no orçamento geral da instituição. Assim, nesse período, decidi-se priorizar as preventivas dos equipamentos essenciais para diagnósticos e terapia, como respiradores mecânicos, hemodíalíse e monitores multiparâmetros.

### **Custeio – Recursos humanos**

A equipe de engenharia clínica do HC-UFU (GB) começou a ser implantada preliminarmente em 2001, chegando a 14 técnicos e 3 engenheiros em 2004. A evolução dos custos com recursos humanos da GB, no período de 2001 a 2012, pode ser visualizada na Tabela 1. Os valores contemplam apenas os funcionários que foram contratados para executar os serviços especializados da GB. É possível observar que, a partir de 2005, o custo com pessoal tende a se estabilizar, visto que todo o quadro técnico já estava completo. O aumento de custo a partir desse momento se deve, principalmente, em decorrência de reajustes salariais.

**Tabela 1.** Evolução dos custos de salários e encargos dos recursos humanos da Gerência de Bioengenharia, mensal e anual, no período de 2001 a 2010.

*Table 1.* Payroll of human resources of the Bioengineering Sector, monthly and yearly, over the period of 2001 to 2010.

<b>Ano</b>	<b>Mensal (R\$)</b>	<b>Anual (R\$)</b>
2001	0,00	0,00
2002	6.090,00	73.080,00
2003	21.840,00	262.080,00
2004	45.360,00	544.320,00
2005	60.270,00	723.240,00
2006	64.470,00	773.640,00
2007	68.985,00	827.820,00
2008	74.130,00	889.560,00
2009	68.880,00	826.560,00
2010	73.920,00	887.040,00

### **Custeio – Despesas gerais, material de consumo e manutenção terceirizada**

A composição de custos e despesas da GB congrega as Solicitações de Despesas (SDE), Pedidos de Manutenção de Terceiros (PMT) e Requisição de Material de Consumo para Compra (RMCC). As SDEs são despesas emergenciais que necessitam de liberação de recursos de forma rápida, como treinamentos técnicos, pagamento de contratos, compra de peças e outras despesas do setor, além de pagamento de notas ou compromissos que exigem um menor tempo de pagamento, e cujos serviços já foram executados. Os PMTs incluem os gastos com peças de caráter preventivo, ou cuja compra pode ser programada, sem prejuízo para a instituição ou para o fornecedor – aqui também estão inclusos os gastos com serviços realizados por equipes externas (equipamentos não cobertos por contratos e não realizados pela equipe interna por falta de treinamento e/ou documentação técnica). As RMCCs referem-se a pedidos de peças realizados pela própria equipe técnica, partindo do almoxarifado da GB direto para a gestora financeira (FAEPU), não sendo necessário o preenchimento dos formulários de SDE ou de PMT.

O levantamento dos custos com SDEs, PMTs e RMCCs foi realizado somente a partir do ano de 2003, uma vez que não foram encontrados registros dos mesmos em anos anteriores. Os lançamentos foram extraídos dos livros de acompanhamento de serviços localizados na secretaria da GB e do SGE, e são apresentados na Tabela 2. É possível observar certa oscilação nos valores de SDE, PMT e RMCC, resultante de necessidades pontuais do hospital (custos extras e inesperados), ocorridas, por exemplo, por conta da necessidade de troca não programada de ampolas de raios-x para tomógrafos, que são dispositivos de alto custo e capazes de impactar significativamente no orçamento da instituição.

### Custeio – Contratos

Os contratos foram divididos em três grandes grupos, por afinidade de área: contratos gerais, contratos de imagem e contratos dos gases. Os valores foram obtidos a partir dos arquivos da GB. Como é possível observar na Tabela 3, os valores de contratos pagos pelo HC-UFU sofreram uma expressiva redução ao longo do período estudado: de 94,86%, 27,33% e 66,88%, para contratos gerais, imagem e gases, respectivamente. Nota-se que os gastos com gases nos anos de 2001 e 2002 não são apresentados, uma vez que até o ano início de 2003 o controle do contrato de gases não era centralizado na GB e, portanto, os dados referentes aos mesmos não estavam disponíveis. Considerando o envelhecimento natural dos equipamentos já existentes na instituição e que, durante aquele período, ocorreu também um grande aumento do parque tecnológico do HC-UFU, seria de se esperar uma elevação proporcional nos custos com contratos. No entanto, o que se observou foi a redução dos mesmos, alcançada por meio de renegociações contratuais com as empresas terceiras e da implantação da central de gases, atividades essas desenvolvidas pelo serviço de Engenharia Clínica. Como demonstrado por Souza e Moraes (2007), a Engenharia Clínica tem papel importante na redução

de custos contratuais, além de atuar na fiscalização dos serviços executados por terceiros.

### Avaliação global dos indicadores de custeio com a participação da GB

A Tabela 4 apresenta o consolidado dos indicadores de custeio para o período em estudo.

Conforme se observa, os custos com recursos humanos se iniciam em 2002, com o início da implantação da equipe e se estabilizam a partir de 2005/2006, quando a equipe fora completada e os demais aumentos de custo ocorreram por conta de reajustes salariais. Os custos associados a SDEs, PMTs e RMCCs sofreram uma elevação gradual e esperada, uma vez que a GB passa a incorporar as demandas por manutenção e demais serviços associados. Com relação às despesas com contratos, se não considerarmos os anos de 2001 e 2002 – cujos valores não contemplam os gastos com contratos com gases, conforme descrito anteriormente – percebe-se redução de aproximadamente 62% no período. Entretanto, a análise da evolução de custos de manutenção no período 2008-2009 mostra uma redução momentânea nos mesmos, quando, de fato, esperar-se-ia que se elevassem com o aumento de manutenções assumidas pela GB (este mesmo efeito também pode ser observado

**Tabela 2.** Custos referentes ao consumo de peças, acessórios e demais materiais de manutenção do HC-UFU no período de 2003 a 2010.  
**Table 2.** Total cost related to the consumption of parts, accessories and other materials for maintain in the HC-UFU from 2003 to 2010.

Ano	SDE (R\$)	PMT (R\$)	RMCC (R\$)	Total anual (R\$)
2003	224.455,00	230.748,65	332.099,21	787.302,85
2004	176.954,08	208.180,45	415.379,75	800.514,28
2005	251.898,90	506.976,59	598.870,93	1.357.746,42
2006	240.560,50	552.875,30	598.767,10	1.392.202,90
2007	333.481,30	381.309,80	776.419,70	1.491.210,80
2008	427.064,10	370.699,40	972.562,90	1.770.326,40
2009	269.456,90	669.856,80	746.403,40	1.685.717,10
2010	286.108,84	485.620,01	1.006.811,02	1.778.539,87

**Tabela 3.** Levantamento dos custos dos contratos gerais, de imagem e de gases realizados pelo HC-UFU no período de 2001 a 2010.  
**Table 3.** Survey of the total cost of general contracts carried out at the HC-UFU from 2001 to 2010.

Ano	Geral (R\$)	Imagem (R\$)	Gases (R\$)	Total (R\$)
2001	377.947,20	360.000,00	-	737.947,20*
2002	413.552,40	384.000,00	-	797.552,40*
2003	169.356,24	420.000,00	1.376.460,36	1.965.816,60
2004	53.954,76	420.000,00	1.478.489,16	1.952.443,92
2005	83.621,28	300.000,00	1.313.908,92	1.697.530,20
2006	89.911,20	270.000,00	792.000,00	1.151.911,20
2007	95.699,52	360.000,00	432.000,00	887.699,52
2008	94.039,56	360.000,00	504.000,00	958.039,56
2009	19.440,00	321.600,00	528.000,00	869.040,00
2010	19.440,00	261.600,00	456.000,00	737.040,00

\*Valores não incluem custos de contratos com gases.  
 The values do not include costs of contracts with gas.

nas Tabelas 6 e 7). Esta oscilação ocorreu devido a dois fatores particulares ao HC-UFU: (i) naquele período novos gestores assumiram a administração do hospital e solicitaram a todos os setores uma ampla redução de despesas na instituição que, por consequência, resultou na redução momentânea da aquisição de peças e de serviços de manutenção; (ii) no mesmo período, diversos equipamentos mais antigos foram retirados do parque hospitalar e, por consequência, os contratos de manutenção dos mesmos foram cancelados. Por fim, o resultado global mostra que os custos totais oscilaram em torno de R\$ 3 milhões, se estabilizando em cerca de R\$ 3,4 milhões nos últimos anos.

### ***Avaliação de impactos globais – Estimativa de custos na hipótese de inexistência da GB***

Como destacado, uma das propostas deste estudo foi avaliar os impactos gerais resultantes da implantação do Serviço de EC no HC-UFU. Neste aspecto, é importante confrontarmos os custos do serviço implantado com os custos que porventura existiriam caso o mesmo não

tivesse sido implantado – o que exigiria a terceirização de vários serviços. Para que tal comparação possa ser feita, é necessário realizar uma projeção (estimativa) de custos daquela terceirização. Ou seja, quais seriam os gastos, da instituição, com pessoal, despesas gerais, material de consumo, manutenção e contratos?

Em primeiro lugar, no caso da terceirização, os custos com recursos humanos para a instituição devem ser desconsiderados, uma vez que todos os profissionais seriam externos, como ocorria até 2001. Já os custos com SDEs, PMTs e RMCCs continuariam a compor os gastos da instituição, uma vez que, na grande maioria dos contratos, as peças compõem despesas à parte, não inclusas nos contratos terceirizados. Ou seja, a influência da existência ou não do setor de Engenharia Clínica se dá basicamente sobre os custos com contratos gerais, de imagem e de gases. Assim, os autores realizaram uma estimativa de custos daqueles contratos (Tabela 5) para o período observado, tomando como base os custos dos contratos existentes em 2001. As estimativas de

**Tabela 4.** Resumo dos custos totais de manutenção dos equipamentos médicos do HC-UFU no período de 2001 a 2010, com a implantação do Serviço de EC.

**Table 4.** Summary of total costs for maintenance of medical equipment of the HC-UFU, from 2001 to 2010.

Ano	RH (R\$)	SDE + PMT + RMCC (R\$)	Contratos (R\$)	Total (R\$)
2001	0,00	0,00	737.947,20*	737.947,20
2002	68.040,00	0,00	797.552,40*	865.592,40
2003	330.120,00	787.302,85	1.965.816,60	3.083.239,45
2004	536.760,00	800.514,28	1.952.443,92	3.289.718,20
2005	708.120,00	1.357.746,42	1.697.530,20	3.763.396,62
2006	773.640,00	1.392.202,90	1.151.911,20	3.317.754,10
2007	824.040,00	1.491.210,80	887.699,52	3.202.950,32
2008	889.560,00	1.770.326,40	958.039,56	3.617.925,96
2009	836.640,00	1.685.717,10	869.040,00	3.391.397,10
2010	887.040,00	1.778.539,87	737.040,00	3.402.619,87

\*Valores não incluem custos de contratos com gases.  
The values do not include costs of contracts with gas.

**Tabela 5.** Estimativa dos custos dos contratos gerais, de imagem e de gases, considerando a inexistência da equipe interna de EC no HC-UFU, no período de 2001 a 2010.

**Table 5.** Estimated costs for contracts considering the absence of an internal clinical engineering team at the HC-UFU, for the period of 2001 to 2010.

Ano	Geral (R\$)	Imagem (R\$)	Gases (R\$)	Total (R\$)
2001	377.947,20	360.000,00	-	737.947,20*
2002	413.552,40	384.000,00	-	797.552,40*
2003	518.181,16	420.000,00	1.376.460,36	2.314.641,52
2004	563.211,10	420.000,00	1.478.489,16	2.461.700,26
2005	633.161,92	456.000,00	1.662.117,48	2.751.279,40
2006	640.759,86	480.000,00	1.682.062,92	2.802.822,78
2007	665.365,04	600.000,00	1.746.654,12	3.012.019,16
2008	716.864,29	653.196,00	1.881.845,16	3.251.905,45
2009	787.116,99	653.196,00	2.066.265,96	3.506.578,95
2010	773.657,29	855.999,96	2.030.932,80	3.660.590,05

\*Valores não incluem custos de contratos com gases.  
The values do not include costs of contracts with gas.

custo foram atualizadas para contemplar a aquisição de novos equipamentos ou o descarte de equipamentos inoperantes no período estudado (o que demandaria novos contratos ou alterações nos quantitativos dos contratos existentes), e corrigidas pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGPM – Brasil).

Observa-se um aumento gradual dos custos com contratos gerais, de imagem e gases, atingindo um patamar de aproximadamente R\$ 3.6 milhões por ano.

Associando aqueles valores aos demais elementos de custeio (Recursos Humanos, SDEs, PMTs e RMCCs), notamos que os gastos para a instituição, na hipótese de ausência de um Serviço de Engenharia Clínica, atingiriam patamares de R\$ 5.4 milhões por ano em 2010 (Tabela 6).

## Discussão

Uma das questões importantes para a presente pesquisa, e levantada sempre que se cogita a implantação de um setor específico de Engenharia Clínica em uma instituição de saúde, é se, de fato, o esforço valerá a pena, principalmente no que se refere aos quesitos de qualidade do serviço prestado e minimização dos custos gerais. Para responder a esta pergunta os autores avaliaram o histórico de implantação de um Serviço de Engenharia Clínica num hospital público brasileiro e levantaram dados para avaliação de indicadores de desempenho associados ao quantitativo de serviços, ao custeio de pessoal, despesas gerais, material de consumo e manutenção, e custos com contratos. O levantamento das informações (custos, etc.) se baseou nos relatórios e documentos administrativos do HC-UFU do período de 2001 a 2010, referentes a recursos humanos, indicadores de serviços, indicadores de qualidade, custos com peças e contratos.

Neste trabalho foi observado, através dos dados dos indicadores de serviço, que a presença de uma equipe interna, possibilita uma significativa redução no número de serviços encaminhados para terceiros. Notou-se ainda um aumento na quantidade de manutenções preventivas, o que gerou reduções nos tempos de parada dos equipamentos médicos, aumentando sua disponibilidade para as clínicas, reduzindo as perdas por parada de equipamento e, por consequência, melhorando a qualidade do serviço prestado (Cardoso e Calil, 2000).

Esses números podem também representar uma visão positiva de que os treinamentos fornecidos a equipe interna garantiram a qualificação necessária para a execução dos serviços. A quantidade de equipamentos dependentes de manutenção de terceiros mantém-se estável nos últimos anos (Figura 1) em decorrência da complexidade de alguns equipamentos, como, por exemplo, uma bomba de cobalto e um acelerador linear, que precisam de técnicos especializados e equipamentos específicos para execução de sua manutenção. Ainda assim, considerando a ampliação do parque tecnológico do HC-UFU no período de 10 anos (2001 a 2010), o credenciamento da instituição como de alta complexidade, e o aumento da idade média dos equipamentos existentes, ocorreu uma redução no número de equipamentos enviados para manutenção através de contratos e terceiros para 35% do total absoluto de equipamentos enviados em 2001. Assim, percebe-se que o HC-UFU conseguiu reduzir sua dependência dos terceiros de maneira significativa.

A realização de manutenções preventivas, conforme destacado, garante uma maior confiabilidade no uso dos equipamentos por parte da equipe clínica. Assim, os órgãos de acreditação hospitalar começaram a exigir relatórios de atividades preventivas ou mesmo laudos de calibração dos equipamentos médicos.

**Tabela 6.** Estimativa dos custos totais de manutenção de equipamentos médicos do HC-UFU sem a implantação de um setor de EC no período de 2001 a 2010.

**Table 6.** Estimate of total cost for maintenance of medical equipment at the HC-UFU, considering the absence of an internal clinical engineering team, for the period of 2001 to 2010.

Ano	RH (R\$)	SDE + PMT + RMCC (R\$)	Contratos (R\$)	Total (R\$)
2001	0,00	0,00	737.947,20*	737.947,20*
2002	0,00	0,00	797.552,40*	797.552,40*
2003	0,00	787.302,85	2.314.641,52	3.101.944,37
2004	0,00	800.514,28	2.461.700,26	3.262.214,54
2005	0,00	1.357.746,42	2.751.279,40	4.109.025,82
2006	0,00	1.392.202,90	2.802.822,78	4.195.025,68
2007	0,00	1.491.210,80	3.012.019,16	4.503.229,96
2008	0,00	1.770.326,40	3.251.905,45	5.022.231,85
2009	0,00	1.685.717,10	3.506.578,95	5.192.296,05
2010	0,00	1.778.539,87	3.660.590,05	5.439.129,92

\*Valores não incluem custos de contratos com gases.  
The values do not include costs of contracts with gas.

Algumas redes de hospitais adotam a manutenção autônoma, executada pelos próprios operadores dos equipamentos, como forma de garantir a execução das manutenções preventivas. Hartmann (1992) coloca as reduções de custos e de falhas e a melhoria operacional do equipamento como os principais benefícios da manutenção autônoma, enfatizando que aquelas reduções são resultantes da eliminação de pequenas paradas e da redução do tempo de reparo, devido ao envolvimento constante do operador. Segundo Takahashi e Osada (1993), essa é uma forma de reduzir os custos com pessoal de manutenção e aumentar a vida útil do equipamento, concentrando-se, basicamente, em limpeza, lubrificação, reapertos e inspeção diária. Neste sentido, nos parece adequado que manutenções preventivas sejam efetuadas não apenas pelos operadores dos equipamentos, mas principalmente por pessoal especializado, capaz de detectar, prevenir e corrigir possíveis falhas elétricas, eletrônicas, mecânicas e similares.

Ao avaliarmos os custos de implantação do Serviço de Engenharia Clínica, percebemos uma elevação gradual dos gastos da instituição com pessoal – até a formação da equipe (Tabela 1), bem como aumentos nas despesas gerais associadas aquisição de peças, acessórias, material de consumo e manutenções terceirizadas, que não puderam ser absolvidas pela equipe de Engenharia Clínica, conforme destacado acima. Este aumento nas despesas gerais se deu, em parte, por conta de reajustes nos preços das peças, dos materiais e dos contratos de manutenção terceirizados existentes. Por outro lado, até a implantação da GB no HC-UFU as manutenções preventivas não eram realizadas com o rigor necessário e, portanto, os custos internos com peças de reposição eram mínimos e se mantiveram estáveis até 2004. A partir desse momento, pode ser observado um aumento dos

custos por conta do maior número de manutenções preventivas executadas, do crescimento do parque instalado ao longo dos 10 anos de avaliação, bem como do aumento da vida útil dos equipamentos existentes – este último, por sua vez, é também reflexo de manutenções preventivas.

No que se refere aos custos de contratos com contratos gerais, contratos de imagem e de gases do HC-UFU, percebe-se que estes estão hoje em torno de R\$ 737 mil por ano (Tabela 3). As estimativas de custos para a inexistência do setor na instituição mostram que aqueles valores estariam hoje na casa de R\$ 3.66 milhões. Assim, os gastos com contratos, de maneira global, apresentaram uma redução muito significativa no período (aproximadamente 62,5% de 2003 para 2010) graças a atuação da GB. Se avaliarmos os custos caso todos os serviços continuassem a ser terceirizados, como era até 2002, tem-se uma redução estimada de quase 80% no ano de 2010 (comparando valores entre as Tabelas 3 e 5).

Comparando-se os custos totais de manutenção, envolvendo pessoal, manutenções gerais e contratos, verificamos que a instituição desembolsa hoje cerca de R\$ 3,4 milhões por ano (Tabela 4), valor muito inferior ao estimado para o caso inexistência da GB, em torno de R\$ 5.4 milhões (Tabela 6). A Tabela 7 mostra um comparativo anual das despesas atuais da instituição com o Setor de Engenharia Clínica, e as estimativas com a terceirização completa dos serviços.

Podemos verificar que num primeiro momento, os investimentos anuais realizados para implantação do setor e a economia crescente gerada a partir do ano de 2005. Ao longo dos 10 anos de estudos, conforme se observa, a instituição pôde economizar o expressivo montante de R\$ 7.68 milhões, segundo as estimativas realizadas.

**Tabela 7.** Comparativo anual entre as despesas atuais do HC-UFU com o Setor de Engenharia Clínica (com EC) e as estimativas com a terceirização completa dos serviços (sem EC).

**Table 7.** Comparison between the annual expenses of the HC-UFU (com EC) and the estimated expenses considering the absence of an internal clinical engineering service (sem EC).

Ano	Custos 'com EC' (R\$)	Custos 'sem EC' (R\$)	Economia Anual (R\$)	Economia Acumulada (R\$)
2001	737.947,20*	737.947,20*	0,00*	0,00*
2002	865.592,40*	797.552,40*	-68.040,00*	-68.040,00*
2003	3.083.239,45	3.101.944,37	18.704,92	-49.335,08
2004	3.289.718,20	3.262.214,54	-27.503,66	-76.838,74
2005	3.763.396,62	4.109.025,82	345.629,20	268.790,46
2006	3.317.754,10	4.195.025,68	877.271,58	1.146.062,04
2007	3.202.950,32	4.503.229,96	1.300.279,64	2.446.341,68
2008	3.617.925,96	5.022.231,85	1.404.305,89	3.850.647,57
2009	3.391.397,10	5.192.296,05	1.800.898,95	5.651.546,52
2010	3.402.619,87	5.439.129,92	2.036.510,05	7.688.056,57

\*Valores não incluem custos de contratos com gases.  
The values do not include costs of contracts with gas.

Segundo Nascimento *et al.* (2006), os custos anuais dos contratos para equipamentos de uso hospitalar, são de 8,0 a 10,0% do valor de um equipamento novo. Um estudo realizado por Cohen (1982) em 19 grandes hospitais nos EUA demonstrou que o custo da manutenção chegou a 7,4% do custo de aquisição de novos equipamentos. Se considerarmos que o valor do parque tecnológico do HC-UFU é aproximadamente R\$ 55 milhões (valor estimado com base no cadastro de equipamentos no SGE, 2010, considerando a depreciação de 10% ao ano), e aplicando-se um percentual de 8% do valor do parque, podemos estimar que os custos de manutenção do HC-UFU deveriam girar em torno de R\$ 4.4 milhões por ano. Lembrando que esse custo englobaria apenas a manutenção dos equipamentos, sem considerar a infraestrutura física (Barbosa e Spalding, 2006). Desta forma, notamos que o percentual desembolsado hoje pela instituição (R\$ 3,4 milhões por ano) se encontra bem abaixo daquele patamar, reforçando ainda mais a influência muito positiva nos custos totais da instituição.

Um aspecto interessante a ser observado em relação à implantação de uma equipe de manutenção em um EAS refere-se a seus impactos no lucro cessante. Contudo, a documentação tratada não possibilitou o levantamento de índices fundamentais para tal avaliação (como, por exemplo, o tempo de parada dos equipamentos) para todo o período da pesquisa. Entretanto, como destacado anteriormente, a partir de 2004 pode ser observado um aumento no número de manutenções preventivas executadas, com redução de aproximadamente 20% nas manutenções corretivas (Figura 1), mesmo em face de um elevado aumento do parque tecnológico da instituição. Desta forma, pode-se inferir que estes aspectos combinados tenham reflexos positivos na redução do lucro cessante, uma vez que os tempos de parada dos equipamentos tendem a diminuir.

## Conclusão

Este estudo abordou de forma diversificada, a influência econômica e qualitativa da implantação de um serviço de EC em um hospital público universitário. Nele foi possível verificar que a formação adequada da equipe foi um processo lento, que exigiu certo investimento, mas com retorno muito expressivo tanto em termos econômicos como na qualidade dos serviços prestados.

A adoção de indicadores, possível graças à criação de sistemas de gestão adequados, se mostrou de fundamental importância para a administração do EAS, à medida que suas decisões passaram a ser tomadas com base em fatos e dados concretos e fidedignos. Também foi possível levantar dados do serviço prestado

pela equipe interna, custos de manutenção internos e externos etc. Um aspecto que merece destaque e que se apresenta como uma limitação relativa do estudo refere-se ao uso do método RKW para cálculo dos custos da GB. De fato, conforme descrito na sessão materiais e métodos, tal metodologia pode incorrer em pequenos erros quando se avalia os custos totais e finais do setor, no dia-a-dia ou mês-a-mês. Assim, caso se deseje avaliar com ainda maior precisão os impactos da implantação de um setor de EC no EAS, sugere-se que, no levantamento final de custos sejam também incorporadas outras despesas correntes do setor, como, por exemplo, água, energia e telefonia.

Os resultados apresentados pelo presente estudo reforçam a importância da implantação de serviços similares nos EAS nacionais. A presença da equipe permite, por exemplo, avaliar adequadamente o parque de equipamentos, a infraestrutura e é capaz de dar suporte técnico para decidir pela aquisição de novas tecnologias, definindo espaço físico e infraestrutura adequada para sua instalação. Além desses aspectos, a equipe interna, quando bem treinada, pode gerar maior confiabilidade no uso de equipamentos eletro-médicos, por meio de aferições e calibrações constantes e realização das preventivas, conforme definidas pelos fabricantes, ou pelas normas existentes, reduzindo ainda os custos com manutenções corretivas e retrabalhos que possam ser necessários em casos de exames realizados com equipamentos de operação imprecisa, causada por alguma não conformidade.

## Referências

- Abbas K. Gestão de custos em organizações hospitalares [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2001.
- American College of Clinical Engineering. Clinical Engineer [Internet]. 2012. [cited 08 May 2012]. Available from: <http://www.accenet.org/default.asp?page=about&section=definition>
- Associação Brasileira de Engenharia Clínica - ABECLIN. Estatuto da ABECLIN [Internet]. 2012. [acesso em 08 maio 2012]. Disponível em: <http://www.abeclin.org.br/estatuto.php>
- Barbosa AT, Spalding LES. Análise do sistema de informação do setor de engenharia clínica de um hospital do sul do país. In: CBIS 2006: Proceedings of the X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006 out. 14-18; Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. São Paulo: SBIS; 2006. Disponível em: <http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/925.pdf>
- Brasil. Ministério da Saúde. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. Consulta Estabelecimento - Módulo Habilitações. [Internet]. 2012. [acesso em 25 ago. 2012]. Disponível em: [http://cnes.datasus.gov.br/Mod\\_Sipac.asp?VCo\\_Unidade=3170202146355](http://cnes.datasus.gov.br/Mod_Sipac.asp?VCo_Unidade=3170202146355)

- Cardoso GB, Calil SJ. Estudo do processo de análise de referência aplicado à engenharia clínica e metodologia de validação de indicadores de referência. In: CBEB 2000: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica; 2000 Set. 11-13; Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Florianópolis: SBEB; 2000. p. 482-7.
- Cohen T. The cost of biomedical equipment repair and maintenance: results of a survey. *Medical Instrumentation*. 1982; 16(5):269-71.
- Fleischman RK. A history of management accounting through the 1960s. In: Lee TA, Bishop A, Parker RH. *Accounting history from the renaissance to the present: a remembrance of Luca Pacioli*. New York: Routledge; 1996. p. 119-42.
- Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 5th ed. São Paulo: Atlas; 2008.
- Hartmann EH. Successfully installing TPM in a non-Japanese plant. Pittsburgh: TPM Press; 1992.
- Martins E. Contabilidade de custos. 10. ed. São Paulo: Atlas; 2010.
- Morais VC. Metodologia de priorização de equipamentos médico-hospitalares em programas de manutenção preventiva [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2004.
- Nascimento LN, Calil SJ, Hermini AH. Uma metodologia para o cálculo do custo total de propriedade de equipamentos médico-hospitalares. In: CBEB 2006: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica; 2006 Oct 22-26; São Pedro, São Paulo, Brasil. São Pedro: SBEB; 2006. p. 535-8.
- Ramírez EFF. Implantação de serviços de Engenharia Clínica no HURNP/UEL. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*. 2002; 23(1):73-82.
- Ridgway MG, Johnston GI, McClain JP. History of engineering and technology in health care. In: Dyro JF. *Clinical engineering handbook*. Elsevier Academic Press; 2004. section 1, p. 7-10. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012226570-9/50004-1>
- Romaní F, Vilcahuamán L. Ingeniería clínica y su relación con la epidemiología. *Revista Peruana Epidemiología*. 2010; 14(1):6-16.
- Rossi RP. Equipment maintenance: a cost comparison of vendor and inhouse service. *Radiology Management Review*. 1989; 11(4):28-34.
- Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica - SBEB. Estatuto Social - AGO 2008 [Internet]. 2012. [acesso em 08 maio 2012]. Disponível em: <http://www.sbeb.org.br/estatuto.php>
- Souza DB, Moraes RC. Avaliação de custos da Gerência de Bioengenharia do Hospital de Clínicas de Uberlândia. *Revista Interseção*. 2007; 1:81-101.
- Takahashi Y, Osada T. *Manutenção produtiva total*. São Paulo: Instituto IMAM; 1993.

---

## Autores

**Daniel Balduino de Souza\***, Selma Terezinha Milagre, Alcimar Barbosa Soares

Laboratório de Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, CEP 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil.