



Estudo do Custo e Consumo de Energia Elétrica em uma Instituição de Ensino Superior

Margarete Luisa Arbuger Menegotto, Mateus Paulo Giacobe

RESUMO

A importância relativa da racionalização e economia das fontes de energia é motivo de grande importância atualmente pelo seu crescimento e consumo acelerado. A energia elétrica é uma dessas fontes mais populares e a mais utilizada no mundo. Seu elevado consumo demanda outras fontes de energia de menor custo e até procedimentos organizacionais que objetivam a economia da mesma. Por esses motivos serão abordados os custos e consumos de energia elétrica da instituição em questão. O custo total de uso e propriedade será o processo aplicado para a comparação entre a energia elétrica X gerador em consumo de tempo integral. Os resultados dessas informações mostrarão as diferenças e vantagens obtidas com cada processo. Serão pesquisados todos equipamentos elétricos utilizados para que ao final se analise qual equipamento e qual setor, está demandando mais energia. Nesta tabela também será relacionado o comparativo do consumo energético total com a utilização do gerador de energia no horário em que a energia tem seu custo mais elevado.

Palavras-chave: Energia elétrica. Consumo. Custo total de uso e propriedade

1 INTRODUÇÃO

Segundo a RGE (Rio Grande Energia) concessionária prestadora de serviços responsável pela distribuição de energia elétrica para a cidade local, o horário entre 18 e 21 horas, tem seu consumo de energia elétrica muito mais alto do que nos outros horários. Isto porque funcionam ao mesmo tempo, além das fábricas, a iluminação pública, a iluminação residencial, vários eletrodomésticos e a maioria dos chuveiros. Este é o horário chamado de horário de ponta de consumo de energia elétrica (RGE, 2009).

O estudo do custo e do consumo de energia elétrica no setor educacional se torna importante justamente em consequência do alto valor do custo de energia elétrica, principalmente no horário de ponta que a energia tem seu custo inflacionado. O horário noturno, demanda o maior consumo do país e consequentemente, maior ocupação estrutural das faculdades. Para amenizar este alto custo, a instituição FSG (Faculdade da Serra Gaúcha) adquiriu um gerador de energia elétrica que ao final deste, será abordado e comparado suas vantagens financeiras.

Com o objetivo de promover a utilização racional e consciente da energia elétrica, combatendo-se o desperdício e contribuindo na ampliação da consciência da sociedade sobre o uso racional dos recursos energéticos, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) juntamente com o governo federal, lançou o Programa de Eficiência Energética.

O contrato de concessão firmado pelas empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica com a ANEEL estabelece obrigações e encargos perante o poder concedente. Uma dessas obrigações consiste em aplicar anualmente o montante de no mínimo 0,5 % de sua receita operacional líquida, em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica (ANEEL, 2009).

Para o cumprimento desta obrigação as concessionárias devem apresentar à ANEEL a qualquer tempo, por meio de arquivos eletrônicos, projetos de Eficiência Energética e Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, observadas as diretrizes estabelecidas para a sua



elaboração. As diretrizes para elaboração dos Programas são aquelas definidas na Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, bem como aquelas contidas nas resoluções da ANEEL específicas para eficiência energética.

Para a energia elétrica, o dado mais indicado para a base de rateio é a “potência das máquinas elétricas” afirma Dutra (2003), conforme Quadro 1.

CUSTOS GERAIS - CRITÉRIOS DE RATEIO	
Custos indiretos	Dados disponíveis para base de rateio
Energia elétrica	Preço de venda

Quadro 1: Critérios de rateio de energia elétrica

Fonte: Adaptado de Dutra, 2003.

Crepaldi (2009), ressalta que os CIF (custos indiretos de fabricação) comuns em relação aos departamentos, devem ter a energia elétrica rateada por kilowatt-hora consumido, conforme o Quadro 2:

CRITÉRIOS DE RATEIO DOS CIF EM ENERGIA ELÉTRICA	
Cif comuns ou indiretos em relação aos departamentos	Critérios
Energia elétrica	Kilowatt – hora consumido

Quadro 2: Critérios de rateio dos cif

Fonte: Adaptado de Crepaldi, 2003.

Fazendo uma comparação do Quadro 2 com o presente artigo, o custo de fabricação é substituído por custo de serviço de energia elétrica.

O presente artigo tem como objetivo geral realizar um levantamento e análise do custo total de uso e propriedade e do consumo de energia elétrica demandados em uma instituição de ensino superior. Para isso, serão analisados os seguintes objetivos específicos:

- Informações acerca de custos energéticos de órgãos governamentais e empresas privadas tais como Aneel, Eletrobrás, Sebrae e Rge;
- Catalogação de todos equipamentos elétricos dispostos na instituição;
- Pesquisa do consumo e custo energético de cada equipamento elétrico utilizado;
- Levantamento do consumo e custo elétrico dos setores;

Análise do custo total de uso e propriedade do gerador de energia elétrica e da energia elétrica consumida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Considerando o TCO - *Total Cost of Ownership* ou Custo Total de Uso e Propriedade com a abordagem de custos e consumos energéticos, temos a energia elétrica como matéria prima de consumo da instituição. Este consumo por sua vez, é originado por todos equipamentos elétricos utilizados na instituição e listados no desenvolvimento deste.

Em suma, o TCO determina o custo total associado com a aquisição e subsequente utilização até o seu descarte, de um dado item ou serviço de um dado fornecedor (Carr & Ittner, 1992). É uma ferramenta direcionada para a compreensão dos custos de aquisição de um bem ou serviço de um fornecedor específico. Como ferramenta, o TCO requer que o comprador determine quais são todos custos para a aquisição, manuseio e subsequente disposição desse bem ou serviço (Gaspardo et al., 1999).



O TCO é uma ferramenta de compra e filosofia tencionada ao entendimento do custo relevante de um bem em particular ou serviço de um fornecedor (Ellram & Siferd, 1998). O conceito leva em conta todos os custos que a compra e o subsequente uso dos componentes acarretam em termos de valor para a empresa. E assim expande a noção de custo de compra pela combinação dos efeitos de custo do ciclo de vida com o preço de aquisição (Shank & Govindarajan 1992).

A abordagem requer a quantificação de fatores qualitativos em termos monetários, que possibilita comparação de fornecedor não somente fatores quantitativos como preço e tempo de entrega, mas também elementos que são mais difíceis de medir, como qualidade. Por exemplo, uma empresa que deseja incorporar preço e qualidade em um modelo de TCO pode desejar adicionar ao preço da compra o custo da remodelagem em itens que estão abaixo dos padrões de qualidade, ou um suplemento de custo baseado na percentagem atual dos defeitos de qualidade cronometra o custo para comprar item de reposição. Essa abordagem incorpora todos os custos relevantes no modelo. Como resultado, comparações de fornecedores e suas respectivas ofertas são feitas como base de avaliação de todas as características relevantes do desempenho em uma base monetária.

Como uma abordagem de compra orientada pela gerência, o TCO é mais frequentemente usado pela decisão de seleção do fornecedor (Degraeve, 2000). Contudo, poderia também ser usada para avaliar o desempenho de um fornecedor em uma tentativa de melhorar o valor entregue a organização compradora (Carr & Ittner 1992).

A Figura 1 apresenta de forma ilustrativa os custos de aquisição no topo e os custos ocultos na parte submersa da água, que incidem após a aquisição em decorrência do uso do bem.

Figura 1: Iceberg



Fonte: Adaptado de Bierma & Waterstraat (2004).

Os principais motivos para as empresas utilizarem o TCO são respectivamente: suporte decisório para a seleção de fornecedores, estabelecimento de medidas para a avaliação de desempenho dos fornecedores e direcionamento para mudança de processos organizacionais (Gasparetto et al., 1999). Em muitos casos, é constatado de que as empresas, na aquisição de bens ou serviços em geral realizam cotações e optam pelo produto que apresenta menor preço, sem um estudo mais aprofundado dos custos que ocorrerão com a utilização desse item.



Faria (2003), apresenta um exemplo bem prático com o Quadro 3, em que são relacionadas algumas atividades de TCO induzidas pelo fornecedor e que geram custos para a empresa.

Quadro 3: Atividades de TCO induzidas pelo fornecedor.

Custos da atividade de Compras	Custos da atividade de financeiro	Custos das falhas de atividades
FRETE	VALORES INCORRETOS	RETRABALHO
PEDIDOS	PROBLEMAS FISCAIS	GANHO PERDIDO
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS C/ O PROCESSO	NÃO RECEBIMENTO DE COBRANÇA	PEDIDO INCORRETO
MUDANÇAS POR INDISPONIBILIDADE	COBRANÇAS DE CARTÓRIO INDEVIDAS	PAGAMENTO NÃO REALIZADO
ATRASOS DE ENTREGA		PAGAMENTOS INCORRETOS
PEDIDOS EM DESACORDO		

Fonte: Adaptado de Faria (2003).

Pelo quadro visualiza-se que, na análise do TCO, devem ser contemplados os custos da atividade de obtenção, de financeiro e das falhas possíveis de serem ocorridas no processo (Faria, 2003).

É visível que, embora no plano conceitual a visão do TCO seja oportuna, na prática, empresas cuja complexidade de abastecimento (número de fornecedores, itens, origens etc.) seja significativa, teriam grande dificuldade para implantá-la integralmente (Faria, 2003).

Para a operacionalização do TCO se faz necessária a definição das atividades envolvidas na aquisição, manuseio e disposição dos itens adquiridos, determinação dos custos mais relevantes, custeio das atividades envolvidas, alocação dos custos das atividades para os diversos itens adquiridos e identificação de indicadores de desempenho dos itens comprados e dos fornecedores.

Para exemplificar a utilização do TCO nas empresas, é feita, a seguir, uma breve discussão, com base em uma situação prática. Considerando a energia elétrica como alto custo e seu gradativo aumento, a exemplificação foi realizada através do custo do gerador da instituição comparando-se com o custo da energia elétrica oferecida pela RGE.

Com a comparação realizada no Quadro 4 conforme documento de aquisição, a conclusão seria não investir no gerador em função do preço de aquisição.

Quadro 4: Comparativo de aquisição do gerador e da energia elétrica.

Descrição	Preço de aquisição (R\$)
Gerador	84.688,64
Energia Elétrica	0,00

Fonte: Autores

Ocorre que além do custo de aquisição do gerador, tem-se o custo correspondente ao consumo de óleo diesel e manutenção preventiva na atividade de geração de energia. Para uma comparação correta, o valor do litro/diesel foi transformado em kWh.



O Quadro 5 apresenta os preços unitários do kWh, o consumo diário mensurado no tempo de uso de 16 hs/dia e por último, o custo total/dia.

Quadro 5: Valores do kWh, consumo e custo/dia do gerador e da energia elétrica.

Descrição	Preço de aquisição	Preço do kWh(R\$)	Consumo kWh / dia (16hs)	Custo/dia(R\$)
Gerador	84.688,64	0,1446	6620,652	957,35
Energia Elétrica	0,00	0,26968 (fora ponta) e 1,666681 (ponta)	6620,652	4.019,59

Fonte: Autores

Com os custos calculados, obteve-se como análise final no Quadro 6 uma decisão diferente da que teria sido tomada no quadro 4. A análise mostra o gerador com um tco mensal de R\$23.682,14 que comparado ao valor da energia elétrica, há um ganho mensal de R\$72.776,30, sendo claramente o gerador a decisão correta para aquisição. Nesta comparação, foi considerado apenas a manutenção preventiva. A manutenção eventual não foi inclusa por sua dificuldade de mensuração e é quase provável que ocorra durante o ano devido as 16 horas diárias de funcionamento do gerador.

Quadro 6: Custo total de uso e propriedade mensal

Descrição	Custo de depreciação (mês)	Custo total de uso e propriedade mensal (24 dias)
Gerador	705,74	R\$23.682,14
Energia Elétrica	0,00	R\$96.458,44

Fonte: Autores

O levantamento e catalogação dos equipamentos foi realizado nos períodos de maio e junho de 2009, e exigiu que a metodologia utilizada fosse por meio de observação, onde todas as instalações da instituição foram visitadas para que se concluísse a tabela final com os resultados de consumos elétricos. Foram catalogados todos aparelhos dispostos em uso.

A instituição possui uma área total de 14.048 mt², divididos em três prédios compostos por salas de aula, corredores, ginásio, biblioteca e piscinas. Dentro desse espaço, circulam cerca de 6.500 alunos e colaboradores por semana. Para as salas de aula, o cálculo foi realizado no tempo de 01 período da noite, ou seja, 3 horas. Para as outras salas, foi empregado o tempo médio de uso durante o dia. Para um cálculo mais aproximado, foi considerado no valor da tarifa elétrica os horários de ponta R\$1,666681 e fora de ponta R\$0,269680, valores estes praticados pela RGE.

A tabela 1 mostra resumidamente os custos totais por prédio e andar e seus consumos nos horários de ponta e fora de ponta.



Tabela 1: Resumo dos custos e consumos de energia elétrica diários da instituição

LOCAL	Consumo total kWh	Consumo total kWh/dia	Custo total R\$ / dia	CConsumo o ponta kWh/dia	Consumo fora de ponta kWh/dia	Custo R\$/dia ponta uso gerador	Custo R\$/dia fora de ponta	Custo Total R\$ dia c/ uso gerador
Prédio A - 1° andar	97,6880	929,094	563,9822	224,355	704,739	32,44173	190,054	222,4957
Prédio A - 2° andar	64,8168	347,2813	253,8318	114,6578	232,6235	16,57951	62,73391	79,31342
Prédio B - 1° andar	141,6158	1695,323	998,2638	387,4868	1308,724	56,03058	352,9368	408,9673
Prédio B - 2° andar	59,0965	310,9275	231,1249	105,4215	205,506	15,24395	55,42086	70,66481
Prédio C - 1° andar	177,896	2597,665	1424,331	518,1045	2079,561	74,91791	560,8159	635,7338
Prédio C - 2° andar	130,8194	740,361	547,5689	249,0395	491,3216	36,0111	132,4996	168,5107
TOTAL GERAL	671,9324	6620,652	4019,102	1599,065	5022,475	231,2248	1354,461	1585,686

Fonte: Autores

Pode-se observar claramente pelas diferenças o quanto se economiza quando o gerador é utilizado e também, que a instituição utiliza meios que objetivam a economia de energia.

Foram excluídos desta pesquisa os serviços terceirizados dentro da instituição como xerox e cantina, que possuem seus medidores elétricos individuais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente estudo foi adotado o método indutivo, que segundo Gil (2008), procede partindo do particular e coloca a generalização como um produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares. De acordo com o raciocínio indutivo, a generalização não deve ser buscada como prioridade, mas constatada a partir da observação de casos concretos suficientemente confirmadores dessa realidade.

Com esse intuito, pesquisou-se uma instituição de ensino da região da Serra Gaúcha, os dados e indicadores acompanhados e tratados pela empresa para auxiliar no processo de gestão, os dados e indicadores repassados pelos setores para compor a análise do TCO

A pesquisa quanto ao objetivo do presente trabalho se enquadra como descritiva. A pesquisa descritiva tem com objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então o estabelecimento de relações entre variáveis, possui como característica mais significativa a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados (DIEHL e TATIM, 2006).

Foram utilizados dois procedimentos técnicos no trabalho, a pesquisa bibliográfica, onde de acordo com Diehl e Tatim (2006), é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Utilizou-se como fonte bibliográfica livros, artigos científicos e publicações periódicas. A pesquisa documental foi o segundo procedimento técnico utilizado. Esse tipo de pesquisa assemelha-se a pesquisa bibliográfica, a diferença fundamental entre ambas é a natureza das fontes, onde a pesquisa documental vale-se de materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com o objetivo do trabalho (DIEHL e TATIM, 2006).

Utilizou-se a abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa, descreve a complexidade



de determinado problema, sendo necessário compreender e classificar os processos dinâmicos vividos nos grupos, contribuir no processo de mudança, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos (RICHARDSON, 2006).

De acordo com Barros e Leheld (2000), este tipo de pesquisa é denominado como aplicada, a qual tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade

Marconi e Lakatos (2009) conceituam universo ou população como o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum.

A população pesquisada neste trabalho é formada por empresa localizada em Caxias do Sul e contribue com o fornecimento de informações e indicadores para a elaboração da análise do TCO.

Esse estudo, de caráter descritivo, se dará basicamente por meio de levantamentos bibliográficos e documentais sobre a temática deste trabalho, a qual se concentra em questões relativa ao TCO.

Como técnica de coleta de dados foi utilizada nesta pesquisa a entrevista do tipo padronizada ou estruturada, que de acordo com Diehl e Tatim (2006), o entrevistador tem liberdade para desenvolver a entrevista em qualquer direção que considere adequada. Foram realizadas entrevistas não estruturadas com o contador e o coordenador da empresa escopo desta pesquisa, visando captar as informações necessárias para a elaboração da análise.

Após a efetivação da coleta de dados por meio de entrevista padronizada, observação e levantamento bibliográfico, através de pesquisa em documentos, artigos e livros, foi realizada uma análise de conteúdo, após foi realizada a condensação dos dados, finalizando com uma análise descritiva dos dados coletados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos neste artigo apontam as principais fontes de consumo elétrico e conseqüentemente, quais equipamentos e locais tem seu custo mais oneroso para a instituição.

O total do consumo elétrico apurado foi de 6.620 kWh/dia e seu custo médio de R\$4.019,10/dia, impactuando o custo médio de R\$96.458,40/mês utilizando-se a energia na ponta e fora de ponta, ou seja, 100% do tempo com a concessionária, e o consumo máximo 158.895,64 kWh/mês com todos os aparelhos listados ligados durante seu período médio de uso.

Comparando-se agora com o procedimento atual na instituição, que utiliza no horário fora de ponta a energia ofertada pela concessionária e no horário de ponta o gerador da instituição temos: fora de ponta 5.022,475 kWh/dia totalizando R\$1.354,46/dia, e na ponta 1.599,065 kWh/dia consumindo 106,64 litros/dia de óleo diesel que totalizam R\$231,22 por dia. O custo total/dia é de R\$1.585,68 e R\$38.056,32/mês que resulta em uma diferença diária de R\$2.433,42 e R\$58.402,08 mensal. O cálculo do custo kWh do gerador foi realizado pela média de consumo dos últimos 04 meses inclusos dos valores de manutenção média mensal.

Também, pode-se comparar os resultados obtidos com a conta média de energia ao longo dos meses onde observa-se um consumo de 32.406 kWh/mês. Com esta informação comparada ao consumo total kWh pode-se concluir que o consumo de energia da Instituição equivale a 2 horas com todos os equipamentos em pleno funcionamento. Assim, constata-se que na Instituição há uma grande ociosidade de equipamentos e salas vislumbrando uma oportunidade de ocupação para estes equipamentos no período ocioso. Pode-se deixar como continuidade em novos estudos a análise de períodos ociosos por sala e equipamento.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a redução do custo e consumo de energia elétrica, sugere-se a revisão permanente dos sensores de iluminação, a configuração de gerenciamento de energia em todos os computadores, onde seu consumo elétrico pode ser diminuído de 50 a 75%. A adesão ao Programa de Eficiência Energética oferecido pela Rio Grande Energia – RGE também é indicada, possibilitando a modernização tecnológica, aumento da eficiência, e a tão importante conscientização, capacitação e sensibilização de professores e alunos em suas ações e práticas diárias.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética**. Brasília: 2008. Disponível em: <http://www.rge-rs.com.br>. Acesso em 29 de abril de 2009.

BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BIERMA, Thomas J. WATERSTRAAT; Frank L. **Total Cost of Ownership For Metalworking Fluids**. Waste Management and Research Center. Illinois State University Normal. Illinois: WMRC Reports, 2004.

CARR, Lawrence P., ITTNER, Christopher D. **Measuring the Cost of Ownership**. Journal of Cost Management, 1992. Pp. 42-51.

CREPALDI, Silvio A. **Curso Básico de Contabilidade de Custos**. São Paulo: Atlas, 2009.

DEGRAEVE, Zeger. *et al.* **An Evaluation of Vendor Selection Models from a Total Cost of Ownership Perspective**. European Journal of Operational Research, 2000. Pp. 34 -60.

DIEHL, Astor Antonio, TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

DUTRA, René G. **Custos: Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Atlas, 2003.

ELLRAM, Lisa M., SIFERD, S.P. **Total Cost of Ownership: A Key Concept in Strategic Cost Management Decisions**. Journal of Business Logistics, 1998. Pp. 55-81.

FARIA, Ana Cristina de. **Custos logísticos: Uma Abordagem na Adequação das Informações de Controladoria à Gestão da Logística Empresarial**. São Paulo: FEA/USP, 2003. Tese (Doutorado em Contabilidade).

GASPARETTO, Valdirene. *et al.* **Custeio da cadeia logística: uma análise das ferramentas disponíveis**. VI Congresso Brasileiro de Custos. 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 Ed. São Paulo: Atlas, 2008.



MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 7 Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7 Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2006.

RGE – Rio Grande Energia. **Site institucional**. Disponível em: <http://www.rge-rs.com.br>. Acesso em 29 de abril de 2009.

SHANK, Jonh K., GOVINDARAJAN Vijai A. **Strategic Cost Management: The Value Chain Perspective**. Journal of Management Accounting Research 4^a Fall, 1992. Pp. 179-199.