



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PIMES/ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANÁLISE DO RETORNO ECONÔMICO COM A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA:  
CASO DA USINA DE PAULO AFONSO IV**

**POR**

**MARIA JOSÉ DE SANTANA**

**RECIFE – PE**

**2005**

**MARIA JOSÉ DE SANTANA**

**ANÁLISE DO RETORNO ECONÔMICO COM A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA:  
CASO DA USINA DE PAULO AFONSO IV**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Economia.

**Orientador: Prof. José Lamartine Távora Junior, D . Sc.**

**RECIFE – PE**

**2005**

Santana, Maria José de  
Análise do retorno econômico com a  
conservação de energia : caso da Usina de Paulo  
Afonso IV / Maria José de Santana. — Recife : O  
Autor, 2005.  
xiv, 71 folhas :11., tab.

Dissertação (mestrado) — Universidade Federal  
de Pernambuco. CCSA. Economia, 2005.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Economia financeira - Conservação de  
energia. 2. Retorno econômico — Análise  
comparativa — Valor presente líquido — Taxa interna  
de retorno. 3. Usina de Paulo Afonso IV - Relação  
benefício-custo - Retorno financeiro. 1. Título.

330.13	CDU(2.ed.)	UFPE
332.6	CDD(22.ed.)	BC2006 — 207

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PIMES/ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO  
DO MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DE**

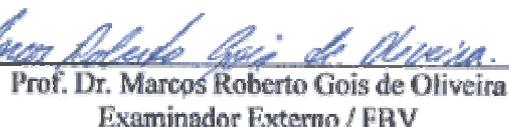
**MARIA JOSÉ DE SANTANA**

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata **APROVADA**.

Recife, 31/08/2005.

  
Prof. Dr. José Lamartine Távora Junior  
Orientador

  
Prof. Dra. Andrea Sales-Soares de Azevedo Melo  
Examinadora Interna

  
Prof. Dr. Marcos Roberto Gois de Oliveira  
Examinador Externo / FBV

**ANÁLISE DO RETORNO ECONÔMICO COM A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA:  
CASO DA USINA DE PAULO AFONSO IV**

*“ Eficiência é o maior, mais barato e mais seguro  
recurso energético do Brasil”*

Joel Swisher,  
do Rocky Mountain Institute, 2003

Dedico este trabalho aos meus filhos Mariana e Paulo Fernando, que me incentivaram a manter acesa a curiosidade do saber.

## AGRADECIMENTOS

O percurso para a elaboração desta dissertação foi trilhado com alguns momentos bons e outros nem tanto. Em ambos, contei com a colaboração dos familiares, colegas, amigos e professores. Foram muitos os incentivos que recebi.

Desejo expressar meu reconhecimento ao meu orientador, Professor José Lamartine Távora Junior, e aos Professores que, gentilmente, aceitaram participar da Banca Examinadora.

Agradeço à Diretoria da CHESF, aos colegas do DNR, principalmente Dr. Izaias Rosenblatt e Rosário Rose Fernandes de Lira, pela indicação e colaboração.

Do mesmo modo, agradeço a todos que contribuíram de forma significativa para esta dissertação, seja disponibilizando documentos, respondendo pesquisa, em especial, Dario Soares da Silva e colegas representantes do Grupo de Trabalho – Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – GT CODEE.

E finalmente, não poderia deixar de agradecer aos meus familiares, principalmente, meus filhos Mariana e Paulo Fernando, que, pacientemente, suportaram o “stress” dos momentos finais.

## **SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES.**

AIE – Agência Internacional de Energia  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
APE – Auto Produtor  
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CODEE - Combate ao Desperdício de Energia Elétrica  
CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco  
ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S. A  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
ESCOs – Empresas de Serviços e Conservação de Energia  
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos  
GEFAE – Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia  
GT – Grupo de Trabalho  
GWh – Gigawatts-hora  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas – São Paulo  
KWh – quilowatts-hora  
MME – Ministério de Minas e Energia  
MW – Megawatts  
MWh – Megawatts-hora  
OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico  
PBD – Payback Descontado  
PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas  
PIE – Produtor Independente  
PROCEL – Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica  
RBC – Relação Benefício Custo  
ReLuz – Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente  
RGR – Reserva Geral de Reversão  
SE – Subestação  
SP – Serviço Público  
TIR – Taxa Interna de Retorno  
TMA – Taxa Mínima de Atratividade  
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UNICAMP – Universidade de Campinas  
VPL – Valor Presente Líquido

## RESUMO

SANTANA, Maria José. **Análise do retorno econômico com a conservação de energia**. 2005. 71p. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

O objetivo desta dissertação é analisar os retornos econômicos obtidos com investimentos aplicados na conservação de energia elétrica, com relevância ao que a conservação pode proporcionar às empresas, à sociedade e ao setor elétrico, além de outras vantagens agregadas com a minimização de custos, redução nos níveis de desperdício de energia e a compensação dos gastos através de retornos econômicos positivos. O estudo foi baseado no levantamento de dados do programa de conservação de energia de uma empresa concessionária de serviço público de energia elétrica. Os dados são referentes às realizações de ações de conservação de energia elétrica efetuadas pela empresa em 36% das 16 usinas do seu parque gerador, em 15% dos 409 prédios públicos sob sua responsabilidade, 17% das 104 subestações e em 7% dos pátios de subestações. O uso da conservação de energia foi analisado em relação aos níveis de energia economizada com a redução da demanda de energia na ponta, dos investimentos evitados e dos retornos econômicos. Como estudo de caso, foi analisado o retorno econômico do projeto de melhoria da eficiência energética da usina de Paulo Afonso IV, através da aplicação dos métodos de engenharia econômica taxa interna de retorno, valor presente líquido, payback descontado e relação benefício – custo. O trabalho mostra que existe oportunidade para melhoria dos sistemas de iluminação e que essa melhoria pode trazer resultados significativos em conservação de energia.

**Palavras-chave:** *Conservação de energia, taxa interna de retorno, valor presente líquido, eficiência e retorno econômico.*

## ABSTRACT

SANTANA, Maria José. . **Análise do retorno econômico com a conservação de energia**. 2005. 71p. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

The objective of this dissertation is analyzing the economical returns obtained with applied investments in the electric power conservation, with relevance to the that the conservation can provide to the companies, to the society and the electric section, besides other advantages joined with the reductions of costs, reduction in the levels of waste of energy and the compensation of the expenses through positive returns. The study was based on the rising of data of the program of conservation of energy of a concessionary company of electric power public service. The data are referring the accomplishments of actions of electric power conservation made by the company in 36% of the 17 power plants, of his/her generating park, in 15% of the 409 public buildings under his/her responsibility, 17% and 7% of the 104 substations and courtyards, respectively. The use of the conservation of energy was analyzed in relation to the levels of energy saved with the reduction of the demand of energy in the tip, of the avoided investments and of the economical returns. In the case study, project of improvement of the energy conservation of Paulo Afonso IV plant, was analyzed the data for a period of five years, through the application of the methods: internal rate of return, net present value, discounted payback and cost - benefit methods. The work presents that there is the opportunity for electric system improvement with significant results on energy savings.

**Word-key: Energy conservation, internal rate of return, net present value, efficiency and economic return.**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução da Estrutura da Oferta de energia no Mundo.....	2
Tabela 2: Perfil do consumo de energia elétrica no Brasil.....	5
Tabela 3: Resultado das ações do Procel no período de 1994/2004.....	11
Tabela 4: Relação das gerências que administram usinas e subestações da CHESF.....	14
Tabela 5: Resultados proporcionados pelos projetos de eficientização energética .....	16
Tabela 6: Ações de eficientização energética, executadas nas gerências regionais.....	17
Tabela 7: Resumo das ações de eficientização energética, executadas na CHESF.....	18
Tabela 8: Custo de aquisição, utilização anual e vida útil de lâmpadas.....	39
Tabela 9: Cálculo do custo com as substituições de lâmpadas.....	41
Tabela 10: Cálculo do custo com as substituições de reatores.....	42
Tabela 11: Fluxo de caixa do investimento, na visão do investidor.....	42
Tabela 12: Fluxo de caixa do investimento pela ótica da sociedade.....	43
Tabela 13: Retorno do investimento do estudo de caso, analisado em duas visões.....	45
Tabela 14: Reduções de potência e de consumo do estudo de caso.....	45
Tabela 15: Cálculo dos cenários de sensibilidade.....	46

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	viii
SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES.....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
<b><i>CAPÍTULO I.....</i></b>	<b>1</b>
INTRODUÇÃO.....	1
<b><i>CAPÍTULO II.....</i></b>	<b>9</b>
O PROCEL NA CHESF .....	9
2.1 O Procel.....	9
2.2 A Empresa CHESF.....	13
<b><i>CAPÍTULO III.....</i></b>	<b>21</b>
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA.....	21
3.1 Análise do Projeto e a Tomada de Decisão. ....	21
3.2 Os Critérios Básicos de Análise de Investimento e as Metodologias .....	23
<b><i>CAPÍTULO IV.....</i></b>	<b>35</b>
ESTUDO DE CASO.....	35
4.1 O Montante Investido no Projeto.....	35
4.2 A Análise Teórica.....	35
<b><i>CAPÍTULO V.....</i></b>	<b>47</b>
ANÁLISE DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	47
5.1 Análise dos Resultados .....	47
5.2 Conclusões .....	49

5.3 Recomendações.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
APÊNDICES.....	55
APÊNDICE A.....	56
APÊNDICE B.....	57
APÊNDICE C.....	57
APÊNDICE D.....	57
APÊNDICE E .....	58
APÊNDICE F .....	58
APÊNDICE G .....	58
APÊNDICE H .....	59
APÊNDICE I .....	59
APÊNDICE J .....	59
ANEXOS.....	61
ANEXO A .....	62
ANEXO B .....	63
ANEXO C .....	63
ANEXO D .....	64
ANEXO E .....	65
ANEXO F .....	65
ANEXO G .....	66
ANEXO H .....	66
ANEXO I .....	67
ANEXO J .....	67
ANEXO L .....	67
ANEXO M .....	68
ANEXO N .....	68
ANEXO O .....	69
ANEXO P .....	70

ANEXO Q .....	70
ANEXO R .....	70
ANEXO S .....	71
ANEXO T .....	71

## **CAPÍTULO I INTRODUÇÃO**

A produção de energia no mundo em 1998 somou o equivalente a 9,5 mil megatoneladas de petróleo, segundo dados da Agência Internacional de Energia (AIE). Desse total, 86,2% são provenientes de fontes não renováveis (carvão, gás natural e petróleo). Os maiores produtores de energia por continentes, segundo dados da Revista Almanaque de abril de 2001, são a Ásia, com 34% do total, a América do Norte com 31,1% e a Europa com 25,6%. O maior consumidor de energia, entre estes produtores, é a América, principalmente os EUA, que consome mais de um terço de toda energia que é produzida no mundo.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, mundialmente a participação das fontes renováveis (hidráulica, biomassa, solar, eólica e geotérmica) na oferta interna de energia pouco se alterou nas últimas três décadas. Passou de 12,8% em 1973 para 13,3% em 2003, um crescimento de apenas 3,9%. A biomassa segue sendo a fonte de energia renovável mais utilizada no mundo.

Nos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OCDE a participação das fontes renováveis na oferta interna de energia é menos expressiva ainda, nas últimas três décadas passou de 4,6% em 1973 para próximo de 6,0% em 2003. Deste conjunto das renováveis, a participação da fonte hidráulica caiu de 2,1% para 2%, contrastando com as outras formas renováveis, que quase dobraram a participação na matriz energética, passando de 2,5% em 1973 para 4% em 2003.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia, as fontes renováveis de energia terão participação cada vez mais relevante na matriz energética global nas próximas décadas.

No Brasil, a participação de fontes renováveis na oferta interna de energias manteve-se elevada, entre os períodos de 1973 a 2004, passando de 50,9% para 44,7%, com uma redução de 12,2%. A redução da participação da lenha, de 38,8% para 13,1%, foi compensada por forte incremento da participação hidráulica, de 6,1% para 15,0%, e dos produtos da cana (Proálcool), de 5,7% para 13,9%. Na Tabela 1, demonstra-se a evolução da estrutura da oferta de Energia no mundo.

**Tabela 1**

Evolução da Estrutura da Oferta de Energia no Mundo

ENERGÉTICO	BRASIL		OCDE		MUNDO	
	1973	2004	1973	2003	1973	2003
Petróleo e Derivados	46,0%	38,4%	53,0%	40,7%	46,0%	35,3%
Gás Natural	0,4%	9,3%	18,8%	22,0%	15,9%	20,9%
Carvão Mineral e Derivados	3,1%	6,4%	22,4%	20,5%	24,3%	24,1%
Urânio (U3O8) e Derivados	0,0%	1,2%	1,3%	10,7%	0,9%	6,4%
Energia Hidráulica e Eletricidade	6,1%	15,0%	2,1%	2,0%	1,8%	2,1%
Biomassa[ Produtos da cana Lenha ETC. (*)]	44,8%	29,7%	2,5%	4,0%	11,0%	11,2%

(\*) Biomassa inclui lenha, carvão vegetal, produtos da cana, energia solar, eólica, geotérmica etc.  
Fonte: MME / EPE

Os dados da Tabela 1 demonstram que o Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país,

44,7% da oferta Interna de Energia (OIE) é renovável, enquanto a média mundial é de 13,3% e nos países desenvolvidos, de apenas 6%. A redução na oferta interna de energia brasileira, com a participação de petróleo e seus derivados entre 1973 e 2004, foi de 6,8 pontos percentuais, evidenciando que o país seguindo a tendência mundial, desenvolveu também esforços na substituição desses energéticos, principalmente com o aumento da hidroeletricidade e do uso de derivados da cana – de – açúcar.

O Brasil, como todo país em desenvolvimento, apresenta uma grande demanda de energia reprimida, mas nem por isso consegue apresentar baixos volumes de perdas e desperdício de energia elétrica. Segundo dados estatísticos do Ministério de Minas e Energia (MME), o potencial hidroelétrico instalado no Brasil é da ordem de 70.620.168 kW, aí somados: Produtor Independente, Serviço Público e o Auto Produtor.

As fontes alternativas de energia no Brasil ingressam em uma nova etapa com a implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, cujo objetivo é a diversificação da matriz energética brasileira e a busca por soluções de cunho regional com a utilização de fontes renováveis de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento, a partir do aumento da participação da energia elétrica produzida com base naquelas fontes, no Sistema Elétrico Interligado Nacional – SIN.

Os benefícios do PROINFA são sociais, tecnológicos, estratégicos, para o meio ambiente e econômicos.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), as fontes renováveis de energia terão participação cada vez mais relevante na matriz energética global nas

próximas décadas. A crescente preocupação com as questões ambientais e o consenso mundial sobre a promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis vem estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico que vislumbram a incorporação dos efeitos da aprendizagem e a conseqüente redução dos custos de geração dessas tecnologias.

O debate sobre o aumento da segurança do fornecimento de energia, impulsionado pelos efeitos de ordem ambiental e social da redução da dependência de combustíveis fósseis, contribui para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio da geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis. O Brasil ocupa posição destacada em função da sua liderança nas principais frentes de negociação e da significativa participação das fontes renováveis na sua matriz energética.

O PROINFA é um importante instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento. As metas do Programa prevêem a instalação de 3.300 MW de capacidade, que serão incorporados ao SIN. Desse montante, 1.100 MW serão de fontes eólicas, 1.100 MW de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e 1.100 MW de projetos de biomassa.

Segundo a Eletrobrás, o Programa vai contar com cerca de R\$ 5,5 bilhões de investimentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e representa um passo importante para a diversificação da matriz energética brasileira com a implantação de 3.300 MW de capacidade, em instalação de produção com início de funcionamento previsto para até 30 de dezembro de 2006, sendo assegurada pela Eletrobrás a compra da energia a ser produzida pelas unidades geradoras selecionadas, no período de 20 anos.

Ainda segundo a Eletrobrás, os investimentos previstos do setor privado são da ordem de R\$ 8,6 bilhões. Uma das exigências da Lei n.º 10.762 é a obrigatoriedade de um índice mínimo de nacionalização de 60% do custo total de

construção dos projetos. O Brasil detém as tecnologias de produção de maquinário para uso em PCHs e usinas de biomassa e está avançando na tecnologia eólica, com duas fábricas instaladas, uma no Sudeste e outra no Nordeste do País.

A composição da matriz energética brasileira, segundo dados da ANEEL (2005), é formada por 17,43% de energias não renováveis (petróleo, carvão mineral, gás natural e biomassa tradicional), 74,44% de energias renováveis (grandes hidroelétricas, biomassa, eólica, solar e outras) e 8,13% de importação de energias.

O perfil do consumo de energia elétrica no Brasil é: o setor industrial com a utilização de 44% é o maior consumidor de toda a energia elétrica produzida, o uso residencial é de 25%, a seguir vem o setor comercial com 16%, o meio rural com 5% e o serviço público com 10%. Na Tabela 2, com dados divulgados pela Eletrobrás, apresenta – se o perfil do consumo de energia elétrica no Brasil em GWh, por classe entre os anos de 1999/2004.

**Tabela 2**

Perfil do Consumo de Energia Elétrica no Brasil (em GWh) por classe–1999 a 2004

Classe	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Residencial	81.249	83.494	73.770	72.660	76.165	78.473
Industrial	123.560	131.195	122.629	127.694	129.877	145.996
Comercial	43.562	47.437	44.517	45.251	47.532	49.691
Outros	42.739	44.621	42.882	44.327	47.072	46.541
Total	291.110	306.747	283.798	289.932	300.646	320.701

Fonte: Eletrobrás

No consumo brasileiro de energia, entre os anos de 1999 e 2004, apresenta-se um elevado volume de desperdício. Os dados são da Eletrobrás /

Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL que indicam um volume de desperdício chegando a 15% de toda a energia elétrica que é produzida no Brasil.

Em maio de 2005 o Sr. Renato Mahler, gerente do Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia da Eletrobrás, através de palestra proferida na CHESF, enfatiza que o volume de desperdício chega a aproximadamente 10 bilhões de reais. O montante do desperdício é contabilizado em 8,25% de kW, entre os consumidores (indústrias, residências e comércio) e 6,75% de kW pelas concessionárias de energia, com perdas técnicas e problemas na distribuição.

Os especialistas do setor apontam como solução alternativa no sentido de conter o desperdício e a demanda de energia, o uso de técnicas de conservação de energia elétrica e de outras fontes de energia que resultem em uma maior eficiência energética e em menores custos financeiros. A visão governamental, porém, apresenta-se de forma oposta procurando buscar meios de ampliar a oferta de energia para evitar o déficit e sustentar o aumento de 6% ao ano, previstos nas estimativas de demanda do MME.

Com a inserção do Brasil em uma economia globalizada, o país não pode correr o risco de perder competitividade pela falta de energia. Então **o problema é**, ou se aumenta a oferta de energia elétrica, com a construção de novas usinas, ou se buscam alternativas energéticas, e entre estas, encontra-se a conservação de energia elétrica como um ambiente capaz de contribuir para a formação de excedentes de energia elétrica. Conservar energia é preservar o meio ambiente e também significa economizar, eliminando o desperdício. Então como buscar a conservação?

Os métodos de economia de energia podem ser agrupados em quatro itens:

- a) medidas zeladoras: são aquelas ligadas basicamente à operação e manutenção dos equipamentos, com custos financeiros considerados baixos, ou então, uma educação do usuário;
- b) modificações em equipamentos e processos: substituição de lâmpadas de melhor rendimento luminoso, luminárias com melhor desempenho e readaptação de ambientes. Estas modificações causam dispêndios de recursos financeiros, que devem ser comparados com os benefícios advindos com a economia energética;
- c) melhor performance dos equipamentos: pode ser obtida com a melhoria do nível de tensão; com a divisão dos circuitos de iluminação, de forma a empregar a iluminação natural; e com um melhor controle da demanda, empregando sistemas com recursos de automação;
- d) redução de perdas: implicam em melhorias que contribuem para o melhor desempenho do sistema de iluminação.

O objetivo principal deste trabalho é analisar o retorno econômico do projeto de melhoria da eficientização energética da iluminação da Usina de Paulo Afonso IV, visando estimular a empresa, através dos resultados encontrados, a optar pela continuidade e execução de outros projetos de eficientização energética nos seus sistemas de geração, transmissão e distribuidor de energia elétrica. Para tal são apresentadas às características da conservação de energia elétrica no Brasil, efetuados levantamentos de dados por pesquisa via “*e-mail*” sobre o retorno econômico de ações de conservação de energia elétrica executadas por uma empresa concessionária do serviço público de energia elétrica e um estudo de caso com o uso de métodos econômicos sobre o retorno econômico do Projeto de melhoria da eficientização energética da usina de Paulo Afonso IV.

O trabalho está estruturado em cinco Capítulos, sendo o primeiro esta introdução.

No segundo Capítulo apresenta-se um resumo da atuação e objetivos do PROCEL e um relato da empresa destacando-se as vantagens das ações da conservação de energia.

No terceiro Capítulo encontra-se a fundamentação teórica, onde são apresentados os métodos e conceitos, que servirão de suporte ao trabalho, e o estudo de caso, que fornecerá os dados de apoio para a realização do trabalho, além dos resultados das aplicações dos métodos de avaliação, comentários sobre a teoria e sua aplicação.

No quarto Capítulo são analisados os resultados do trabalho.

No quinto Capítulo, por fim, serão apresentadas as conclusões e algumas recomendações.

## **CAPÍTULO II**

### **O PROCEL NA CHESF**

#### **2.1 O Procel**

O Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL, foi instituído em 1985, sendo a grande referência brasileira.

O principal objetivo do Procel é a conservação da energia elétrica, tanto no lado da produção como no do consumo, contribuindo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços, reduzindo os impactos ambientais e promovendo a criação de empregos. O Programa utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão – RGR – fundo federal constituído com recursos das concessionárias, proporcionais ao investimento de cada uma. Utiliza, também, recursos de entidades internacionais.

Para isso, o Procel desenvolve projetos nas mais diversas áreas, sendo uma dessas áreas o Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente – Reluz. O Programa prevê investimentos de R\$ 2 bilhões por parte da Eletrobrás, para tornar eficiente cinco milhões de pontos de iluminação pública existentes, e instalar no país mais de um milhão de novos pontos. Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, e desenvolvido através do PROCEL, o ReLuz foi lançado em junho de 2000 e, em 2002, foi prorrogado até 2010. O Programa pretende abranger até 96% do potencial de conservação de energia da rede nacional de iluminação pública, atualmente composta de 13 milhões de pontos de iluminação, sendo que, 7,5 milhões de pontos podem ganhar eficiência. A meta do Governo é reduzir as despesas dos municípios com a iluminação pública em torno de R\$ 183 milhões por ano, com uma redução de 682 mil quilowatts (kW) e uma economia de 1,3 bilhões de kwh/ano.

Outra área de desenvolvimento do Procel é a eficiência energética de prédios públicos, considerado como um dos segmentos com retorno positivo para os recursos e o bem estar. Segundo dados da Eletrobrás em 2005, as metas de longo prazo do Procel prevêem uma redução de demanda da ordem de 130 bilhões de kWh até 2015, evitando a instalação de 25.000MW, que corresponde a aproximadamente duas usinas de ITAIPU. O ganho líquido previsto para o País será da ordem de R\$ 34 bilhões.

O início do uso racional de energia deu-se, no Brasil, em meados de 1975, quando o Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia – GEFAE organizou em colaboração com o MME, um seminário sobre conservação de energia. Ainda em 1975, a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP procurou e obteve a autorização da Presidência da República para destinar recursos financeiros para a realização do Programa de Estudos da Conservação de Energia, passando, a partir daí, a desenvolver e apoiar estudos, que fossem destinados a buscar maior eficiência na cadeia de geração, transmissão e consumo de energia.

Quando, em 1989, houve a queda no preço do barril de petróleo, o mundo e o Brasil sofreram cortes drásticos nos investimentos destinados às áreas da conservação de energia e pesquisas de novas fontes energéticas. A consequência desastrosa para o Brasil foi que suas indústrias voltaram ao uso intensivo do petróleo e de seus derivados, provocando um aumento da dependência externa do país dessa fonte de energia. A Guerra do Golfo Pérsico em 1991 deixou em evidência a questão da dependência brasileira do petróleo, juntamente com as dificuldades do setor elétrico endividado e sem recursos para investimentos.

O episódio da guerra levou o país a rever a sua condição estratégica perante a energia, buscando desenvolvimento sustentável, dando-se início a um novo ciclo de programas de conservação de energia. Entendeu-se que aquele era o momento para reverem-se todos os programas, analisá-los e criticá-los, tanto nos

aspectos positivos, como nos negativos, pois apesar dos programas de conscientização até então realizados, percebeu-se que ainda não havia uma grande sensibilização dos grupos envolvidos quanto à questão de conservação energética. Na Tabela 3, demonstram-se os resultados obtidos pelo Procel num período de dez anos.

**Tabela 3**

Resultados das ações do Procel no período de 1994/2003

<b>Resultados</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Investimentos aprovados (R\$ milhões) *	10	16	20	41	50	40	26	30	30	29
Energia economizada/geração adicional (GWh/ano)	344	572	1970	1758	1909	1852	2300	2500	1270	1300
Redução de demanda na ponta (MW)	70	103	293	976	532	418	640	690	309	270
Usina equivalente (MW)**	80	135	430	415	440	420	552	600	305	312
Investimento evitado (R\$ milhões)	160	270	860	830	880	840	2019	2818	1486	1914

\* Não incluindo os custos com pessoal da Eletrobrás/Procel e incluindo os recursos da RGR.

\*\* Obtidas a partir da energia economizada e geração adicional, considerando um fator de capacidade típico de 56% para usinas hidrelétricas e considerando 15% de perdas médias na Transmissão e Distribuição para a parcela de conservação de energia.

Fonte: Eletrobrás/Procel.

Ao compararem-se os resultados obtidos nas ações de conservação com o volume de recursos empregados para o período demonstrado na Tabela 3, observa-se que houve um aumento de recursos e de energia economizada entre os anos de 1994 a 1998. No entanto, já no ano de 1999, houve uma redução no volume de recursos investidos em conservação e, em consequência, uma queda nos resultados em todos os sentidos.

Nos anos seguintes, 2000 e 2001, apesar de ocorrer redução de recursos para as ações de eficientização, houve um aumento no volume de energia economizada. Para este fato, acredita-se que o motivo principal foi à crise no setor elétrico por conta do racionamento instituído e definido pelo poder público, no ano

de 2001, que, através de lei, impôs a todos os cidadãos brasileiros um percentual limitando e reduzindo o consumo de energia.

Após o período do racionamento, não aconteceram acréscimos nos investimentos para a conservação e os resultados anuais foram reduzidos. Apesar do recuo nos investimentos, podem-se constatar nos dados da Tabela 3, que, entre os milhões de recursos aplicados e os milhões de investimentos evitados, existem as vantagens com a conservação em redução de custos e de desperdício de energia elétrica, que podem ser vistos como caminhos para a economia.

As Principais vantagens do combate ao desperdício de energia elétrica são:

- a) conscientização da sociedade contra o desperdício;
- b) redução de custos;
- c) adiamento ou redução dos investimentos do setor público e do setor privado na expansão do sistema elétrico;
- d) aumento da produtividade e da competitividade;
- e) maiores garantias nas condições de atendimento ao mercado consumidor de energia elétrica;
- f) melhoria da eficiência de processos de equipamentos;
- g) redução dos impactos ambientais.

Segundo dados do Procel/Eletrobrás, a realização de um diagnóstico energético em prédios públicos (conjunto de avaliações e estudos técnicos) é o que permite identificar as condições operacionais dos equipamentos, instalações técnicas e elétricas de um prédio, além das medidas de efficientização necessárias a serem implementadas e as possibilidades de redução do consumo e de custos.

Os pontos chaves da economia no segmento prédios públicos são: efficientização dos sistemas de iluminação com a substituição de lâmpadas

incandescentes por fluorescentes compactas, de fluorescentes normais por modelos eficientes com reatores eletrônicos e luminárias espelhadas, aproveitamento da iluminação natural, revisão dos contratos de energia e adequação de tarifas, eficientização dos sistemas de ar - condicionados e medidas administrativas com mudanças de hábitos dos usuários dos prédios no uso da energia.

Conforme dados do núcleo de eficiência energética em prédios públicos da Eletrobrás/Procel, foram previstos um total de investimentos em prédios que tenham a administração pública como gestora da unidade consumidora de aproximadamente seis milhões no decorrer do ano de 2004. Os compromissos nas unidades, que foram beneficiadas, eram: promover a economia de energia, a melhoria na qualidade dos sistemas de iluminação, refrigeração, força – motriz e demais sistemas relevantes, além da atualização tecnológica em laboratórios.

Os maiores impactos econômicos ligados à conservação são sentidos principalmente:

- a) na melhoria e eficiência do uso da energia;
- b) na totalidade da economia quando apresentam redução de custos e de uso de capital;
- c) na criação de empregos;
- d) na melhoria da segurança energética e restauração do meio ambiente pela não necessidade da construção de novas unidades de geração de energia.

## **2.2 A Empresa CHESF**

A empresa, que serve de fonte para o levantamento de dados necessários ao trabalho é a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF, concessionária de serviço público de energia elétrica e subsidiária da Eletrobrás.

A CHESF foi criada pelo Decreto - Lei nº 8.031/1945, com operações iniciadas em 15 de março de 1948, tem uma potência instalada de 10.760.798 kW, sendo que deste total, 492.470 kW são de geração térmica. O seu parque gerador é composto por dezesseis usinas, distribuídas entre os estados da Bahia, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Ceará e Piauí. Deste total, quatorze são usinas hidroelétricas e duas térmicas.

A área de transmissão da empresa conta com cento e quatro subestações, conforme dados do Ofício 1750/2004-SCG/ANEEL de 06/12/2004. Numa escala menor, a empresa atua como distribuidora, para o segmento de *grandes consumidores*, na corrente de 230 kV.

A Tabela 4 contém a relação das gerências da CHESF com os totais de usinas e subestações administradas por cada uma delas.

**Tabela 4**

Relação das gerências que administram usinas e subestações da CHESF.

Gerências	Estados	Administração	Total de Usinas	Total de Subestações
DSG - Departamento de Serviços Gerais		Prédio sede e anexos		
	PE		-	-
GRL – Gerência Regional de Operação Leste	PE	Prédios e anexos	01	32
GRO – Gerência Regional de Operação Oeste	PI	Prédios e anexos	01	07
GRN – Gerência Regional de Operação Norte	CE	Prédios e anexos	02	16
GRP – Gerência Regional de Operação de Paulo Afonso	BA	Prédios e anexos	07	11
GRS – Gerência Regional de Operação Sul	BA	Prédios e anexos	04	31
GRB – Gerência Regional de Sobradinho	BA	Prédios e anexos	01	07
APA – Administração Regional de Paulo Afonso	BA	Prédios e anexos	-	-
ASV – Administração Regional de Salvador	BA	Prédios e anexos	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>16</b>	<b>104</b>

Fonte: Chesf – Tabela elaborada pela autora

A responsabilidade pelo desenvolvimento do programa de conservação energética no âmbito da empresa é do Grupo de Trabalho de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, GT-CODEE criado em 2000 para acompanhar e controlar execuções das ações de conservação. O GT – CODEE é composto por representantes das gerências regionais.

A partir de 1996, surgiram as primeiras atividades de combate ao desperdício de energia elétrica na empresa, cujo programa abrangia as ações de conservação em prédios, pátios, subestações, usinas e em centrais de ar - condicionados. A empresa funciona como intermediária nas concessões de financiamentos do Procel/Eletróbrás com os recursos da RGR, destinados a projetos de efficientização energética da iluminação de vias pelo ReLuz e prédios públicos pelo Procel, de vários Municípios e Instituições no Nordeste.

Até o ano de 2003, os projetos de conservação de energia elétrica executados pela empresa utilizaram recursos da RGR, financiados pelo Procel/Eletróbrás, com cobertura financeira em até 60% dos investimentos. Após 2003, os procedimentos para financiamentos do Procel/Eletróbrás sofreram algumas alterações, que dificultaram a captação de recursos pela CHESF, passando a mesma a financiar seus projetos com recursos próprios.

Para que houvesse uma visão ampliada dos projetos de efficientização energética, desenvolvidos no âmbito da CHESF, foi necessário o levantamento de todas as ações de efficientização executadas por ela.

Os levantamentos dos dados foram efetuados a partir dos arquivos da DEED, do DNR e através de uma pesquisa enviada aos diversos representantes das gerências regionais por “*e-mail*”. As perguntas enviadas: já houve ou não alguma ação de efficientização energética executada na gerência administrada por você? Em caso positivo, quais foram elas, em que setores? Quais os quantitativos?

Os levantamentos dos dados foram iniciados nos arquivos da DEED e do DNR, onde foram verificados alguns projetos de eficiência energética executada em prédios públicos e usinas, que possibilitaram a elaboração da Tabela 5.

**Tabela 5**

Resultado proporcionado pelos projetos de eficiência energética executados no sistema CHESF

<b>Ação</b>	<b>Valor do Investimento R\$</b>	<b>Período de Análise (ano)</b>	<b>Redução de Demanda (kW)</b>	<b>Economia de Energia (%)</b>	<b>TMA do Projeto (%)</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>VPL do custo da Vida útil R\$</b>	<b>PBD (ano)</b>
Iluminação interna do Prédio Sede	395.766,20	12	229,4	63,7	9,86	12,2	325.441,23	6
Sistema de Refrigeração do Prédio Sede	1.068,76	20	0,6	8,6	9,86	16,8	27.419,70	5
Sistema de bombeamento de água do Prédio Sede	765,71	20	0,9	12,7	9,86	20,2	4.374,22	4
Sistema de elevadores do Prédio Sede	2.025,58	20	2,5	6,2	9,86	13,0	20.111,79	6
Iluminação interna das Usinas de PA I, PA II, PA III.	238.556,27	5	190,62	47,31	9,86	17,07	144.642,72	4
Iluminação Piso dos Geradores de PA III	52.314,52	5	45,92	82,40	9,86	35,0	37.065,24	3
Administração Regional de Paulo Afonso	120.267,42	5	343,15	10,35	9,86	-	561.400,88	1
Iluminação e ar-condicionamento da GRO	122.753,63	6	112	24,20	9,86	9,52	5.602,19	6
Iluminação da Usina de Boa Esperança	120.344,18	5	73,949	42,66	9,86	14,98	58.090,93	4

Fonte: DEED/CHESF - Tabela elaborada pela autora

### **Dificuldades no levantamento de dados, junto aos representantes das regionais.**

Considerando que as perguntas não foram de difícil entendimento, que a autora se colocou à disposição dos representantes para quaisquer esclarecimentos, que nenhuma administração regional recorreu a informações complementares, que houve demora no atendimento por parte de algumas regionais, que, em alguns casos, quando as informações chegavam vinham incompletas, que existiram atendimentos e atitudes prestativas de representantes pesquisados.

As dificuldades foram sentidas na hora da compactação dos dados recebidos, porque vários deles, não se apresentaram confiáveis. Apesar das dificuldades enfrentadas, houve em algumas situações onde as contribuições de alguns colaboradores foram vistas como incentivo ao trabalho. Na Tabela 6, são relacionadas algumas ações de efficientização energética executadas nas Gerências Regionais da CHESF, conforme dados dos Anexos.

**Tabela 6**

#### **Ações de efficientização energética nas gerências regionais**

Gerências	Iluminação interna de prédios e anexa	Iluminação interna das Subestações	Iluminação de Pátios de Subestações	Iluminação externa de prédios e anexa	Iluminação interna das Usinas	Sistemas de Ar - Condicionados
DSG	X					
GRL	X	X	X			X
GRO	X				X	X
GRN	X	X		X		X
GRP	X				X	
GRS	X	X	X		X	X
GRB	X		X	X		X
APA	X					
ASV	X					

Fonte: CHESF - Tabela elaborada pela autora

Os dados da Tabela 6 demonstram os tipos de ação de conservação que foram executadas em cada área nas gerências regionais.

Na Tabela 7 demonstra-se em percentuais o volume das ações de eficiência energética executadas em usinas, subestações, pátios, prédios e anexos da CHESF.

**Tabela 7**

Percentual das ações de eficiência energética executadas na CHESF.

Modalidades	Total de Unidades	(%) das Ações
Usinas	16	36
Subestações	104	17
Pátios de Subestações	104	07
Prédios e Anexos	409	15

Fonte: CHESF -Tabela elaborada pela autora

Os dados utilizados no levantamento estão relacionados nos Anexos.

### **O Montante de Recursos Economizados na CHESF com a Conservação de Energia**

Segundo Dario Soares da Silva, coordenador do GT-CODEE (2005), no ano de 2000, a média mensal do consumo de energia elétrica de toda a empresa era da ordem de 12.000 MWh/mês. Na época do racionamento (2001), a empresa foi obrigada por lei a reduzir o consumo em 11%, mas através das ações de conservação de energia adotadas na época, a redução no consumo atingiu 21%. Em relação ao consumo de 2000, a empresa passou a consumir 9.500 MWh/ mês.

Este mesmo nível de consumo vem sendo mantido nos últimos cinco anos. “Se for contabilizada a economia de energia na empresa, a preço de mercado, para o mesmo período de tempo, chega-se a um montante em torno de cinco milhões”.

### **2.3 A Conservação Energética e o Novo Modelo do Setor Elétrico**

A eficiência energética, no novo modelo do setor elétrico brasileiro, passou a ser de responsabilidade da Empresa de Pesquisa Energética - EPE criada pelo governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, através da Lei 10.847/2004, de 17/08/2004. A EPE é vinculada ao MME e tem por objetivo a prestação de serviços na área de pesquisa para subsidiar o planejamento do setor energético nacional em energia elétrica, petróleo, gás natural e eficiência energética. Dentre os objetivos da EPE, estão:

- realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira;
- elaborar e publicar o balanço energético nacional;
- identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos;
- dar suporte e participar das articulações relativas ao aproveitamento energético de rios compartilhados com países limítrofes;
- realizar estudos para a determinação dos aproveitamentos ótimos dos potenciais hidráulicos;
- obter a licença prévia ambiental e a declaração de disponibilidade hídrica necessárias às licitações envolvendo empreendimentos de geração hidrelétrica e de transmissão de energia elétrica;
- elaborar estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazo;
- incrementar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis;
- promover estudos e produzir informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética;

- promover planos de metas voltadas para a utilização racional e conservação de energia;
- desenvolver estudos para incrementar a utilização de carvão mineral nacional.

## **CAPÍTULO III**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA**

Um dos objetivos deste Capítulo é fazer a análise do projeto adotado como estudo de caso, melhoria da eficiência energética da iluminação da usina de Paulo Afonso e dos métodos Payback Descontado - PBD, Relação Benefício – Custo - RBC, Valor Presente Líquido – VPL e Taxa Interna de Retorno - TIR, que foram utilizados nos cálculos do retorno econômico, possibilitando à fundamentação do trabalho, caracterizando os mencionados métodos como ferramentas de auxílio para o investidor no processo de tomada de decisão.

#### **3.1 Análise do Projeto e a Tomada de Decisão.**

O investimento consiste na alocação de capital em projetos, por um longo prazo, para a obtenção dos rendimentos, que melhorem a situação naquele momento ou garantam a manutenção dessa situação. Um investimento pode ter por objetivos:

- a) substituição ou reposição de tecnologia, máquinas, etc;
- b) modernização do processo produtivo e/ou;
- c) aumento da capacidade de produção.

Este estudo foi concentrado na análise de investimento de um projeto de melhoria da eficiência energética.

Segundo Vaz (2005), a decisão de investimento é tomada ao longo de um processo de avaliação, que envolve diversas áreas da empresa (financeira, jurídica, fiscal e técnica), sendo que a avaliação envolve três aspectos básicos, a saber:

- a) monetários, que são mensurados tecnicamente pela teoria financeira;
- b) não monetários, que são avaliados subjetivamente ou através de instrumentos da teoria econômica e;
- c) riscos de várias naturezas que podem afetar os pressupostos (a) e (b).

Para auxiliar neste processo de tomada de decisão do ponto de vista econômico - financeiro, foram utilizados métodos da teoria econômico - financeira. Na análise de um projeto, deve-se levar em consideração a rentabilidade do projeto e a disponibilidade de recursos. Ocorre que, além dos fatores financeiros e econômicos, há os chamados fatores imponderáveis ou intangíveis. Neste trabalho, os fatores, ditos imponderáveis (atividades terroristas, aceleração dos ajustes de juros nos Estados Unidos, disparada do preço do petróleo ou uma mudança cambial na China), não serão considerados, enquanto que os intangíveis (capital intelectual, como forma de evidenciar e potencializar a força dos recursos não materiais), serão considerados, porque eles fazem parte do objetivo final do projeto.

Segundo Lapponi (2000).

Investir é realizar um desembolso, esperando receber benefícios futuros. Quando há uma decisão de investir, os investidores esperam que os resultados da empresa sejam melhores após os investimentos, e que estes proporcionem um aumento no valor da empresa.

Assim, ao se tomar uma decisão, ela deverá recair sobre a melhor alternativa disponível, levando-se em consideração os critérios já mencionados. Como neste trabalho somente serão avaliados os métodos do ponto de vista econômico e financeiro, os princípios a seguir devem ser considerados:

- a) para a tomada de decisão, deve-se ter pelo menos mais de uma alternativa;
- b) as alternativas possíveis de serem comparadas devem estar na mesma base monetária;

c) a remuneração do capital investido deve ser levada em consideração.

### 3.2 Os Critérios Básicos de Análise de Investimento e as Metodologias

Existem três importantes características que devem ser consideradas em um investimento: irreversibilidade, incerteza e *timing*. Esse três itens são à base da teoria do investimento sob incerteza. Ao avaliar-se um projeto de investimento, é necessário que seja considerada a possibilidade de adiamento do mesmo, para que se possa aguardar por novas informações e, desta forma, resolver algumas incertezas e/ou esperar que as condições para a realização do investimento melhorem (DIXIT E PINDYCK, 1994 *apud* PASIN, MARTELANC, SOUSA, 2005).

A opção de adiar o investimento para um momento “t+1” pode ser considerada como o custo de oportunidade do investimento. Portanto, para que o projeto seja aceito no momento “t” é necessário que o valor presente dos fluxos de caixa do projeto seja positivo e exceda o investimento inicial. (DIXIT E PINDYCK 1995, *apud* PASIN, MARTELANC, SOUSA, 2005).

Para que sejam utilizados os métodos econômicos, é necessário que:

- a) os valores sejam comparáveis entre si;
- b) haja definição nas alternativas e quantias;
- c) haja o estabelecimento de prazos nos fluxos analisados;
- d) a taxa de juros seja o retorno esperado em função de um novo investimento.

O núcleo dos aspectos monetários do investimento é o “fluxo de caixa”, que será elaborado a partir dos dados fornecidos por diversas áreas da empresa. Os fluxos de caixa contêm pressupostos quanto ao desempenho futuro da economia,

do setor de atuação da empresa e do projeto. Quanto maior o grau de exatidão dos valores projetados, maior é a precisão dos resultados obtidos.

### 3.3 O Método do Payback Descontado (PBD)

Segundo publicação do Instituto de Estudos Financeiros - IEF (2005), o *tempo de retorno, também conhecido como payback, é a relação entre o valor do investimento e o fluxo de caixa do projeto. O tempo de retorno indica em quanto tempo ocorre à recuperação do investimento.*

A utilização deste método é bem aceita, principalmente em análise de projetos governamentais, quando o investidor leva em consideração não a maior lucratividade possível de se obter a partir de um certo investimento, mas o tempo mínimo possível para a recuperação do capital, em virtude de incertezas, riscos ou do surgimento de novas oportunidades. Apesar do payback ser pouco utilizado para avaliação de projetos no mercado, foi adotado o uso dele neste trabalho, porque o método foi utilizado na análise do projeto que serve como estudo de caso desse trabalho.

A Expressão (3.3) abaixo é utilizada para a execução do cálculo do PBD.

$$TR = \frac{1}{Lm} \Rightarrow \begin{aligned} TR_A &= \frac{1}{Lm_A} = \frac{I}{\left( \sum_{t=1}^n L_t \right) \frac{1}{n}} \\ TR_E &= \frac{1}{Lm_E} = \frac{I}{\left( \sum_{t=1}^n \frac{L_t}{(1+i)^t} \right) \frac{1}{n}} \end{aligned}$$

TR = Payback;

TR<sub>A</sub> = Payback não descontado;

TR<sub>E</sub> = Payback Descontado;

L<sub>m</sub> = Lucro Médio;

I = Investimento;

i = Taxa Mínima de Atratividade.

Neste trabalho, o cálculo do PBD foi efetuado por uma planilha eletrônica.

### **As Vantagens do PBD**

Segundo Correa, (*Dissertação - A viabilidade econômica do gás natural - 2002 p. 37*), as vantagens do payback descontado podem ser definidas como:

- a) auxiliar na tomada de decisão, quando utilizado em conjunto com outros métodos;
- b) existe a possibilidade da não aceitação do projeto, se a recuperação do capital investido não ocorrer dentro da sua vida útil;
- c) serve como poder de argumentação, quando o investimento for realizado em períodos de incertezas;

### **As Desvantagens do PBD**

- a) Não levar em consideração o tempo de durabilidade do investimento;
- b) apresentar dificuldade na aplicação, quando no fluxo de caixa analisado houver várias inversões de sinal;
- c) é difícil fazer a comparação de projetos com investimentos iniciais diferentes.

### 3.4 O Método da Relação Benefício – Custo (RBC)

O método da RBC é normalmente utilizado na avaliação de projetos do setor público e pode ser também de uso setor privado, onde, normalmente, são analisados separadamente nos fluxos de caixa os benefícios e os custos.

Nesse trabalho, será utilizada a Expressão (3.4) como fórmula da RBC, por tratar-se da análise dos retornos econômicos com a conservação de energia elétrica em uma concessionária do serviço público de energia e a fórmula já foi definida através do “Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica da ANEEL” – Ciclo 1999/2000.

(3.4.)

$$RBC = \frac{(EE \times CUEE) + (RD \times CUEP)}{K}$$

Onde:

- EE = Energia economizada [MWh / ano];
- CUEE = Custo unitário evitado de energia [R\$ / MWh ];
- RD = Redução de demanda [kW];
- CUEP = Custo unitário evitado de potência [R\$/kW .ano].
- K = Investimento total anualizado do projeto de eficiência energética.

Observação: a concessionária deverá informar o valor do Fator de Carga (FC) a ser utilizado no cálculo de CUEE e CUEP e adotar para os índices de perdas de potência e energia, na baixa tensão, os valores de 20% e 8%, respectivamente.

Na visão da Eletrobrás /Procel, os projetos voltados para a melhoria da eficiência energética de sistemas de iluminação pública são analisados técnica e economicamente, levando-se em consideração os custos e benefícios refletidos, tanto para a sociedade e como para o setor elétrico. Para que o projeto seja

considerado atrativo, a **RBC** deverá **ser maior do que 1**. Na RBC deste projeto, é determinado:

- a) **como benefício**, a redução de demanda e a energia anual economizada;
- b) **como custo**, o investimento total anualizado no projeto para melhoria da eficiência energética, de acordo com a vida útil de cada equipamento a ser instalado.

#### **As Vantagens do método da RBC.**

- a) Tornar explícito o retorno monetário para cada unidade de dispêndio dos projetos;
- b) é o único método que na avaliação social dos projetos, para o mesmo fluxo de caixa, tomados separadamente, são visíveis os benefícios e os custos.

#### **As Desvantagens do método da RBC**

- a) É de difícil operacionalidade, quando existem múltiplos projetos, por existir a necessidade de se trabalhar com “projetos incrementais”, na decisão da melhor rentabilidade;
- b) é necessário se recorrer ao uso dos “*pares de projetos*”, na elaboração da classificação final;
- c) quando na análise de série de projetos com prazos diferentes, poderá ocorrer a necessidade de se calcular o mínimo múltiplo comum.

### **3.5 O Método do Valor Presente Líquido (VPL)**

O VPL reflete a riqueza em valores monetários do investimento, medido pela diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, a uma determinada taxa de desconto. Um projeto rentável é

aquele, em que o total dos fluxos de caixa anuais líquidos apresentem valores positivos, quando trazidos a valores presentes por uma taxa de desconto.

VPL é um método muito usado no mundo empresarial. É de fácil assimilação, mesmo entre os investidores com poucos conhecimentos financeiros. Neste trabalho, o VPL será calculado pela Expressão (3.5) a seguir.

$$VPL(i_M) = -I + \sum_{t=1}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + i_m)^t} \quad (3.5)$$

Onde:

VPL ( $i_M$ ) = valor atual do projeto de investimento;

I = valor inicial do investimento;

$R_t$  = receita ao final do período “t”;

$C_t$  = custo ao final do período “t”;

t = vida útil, da alternativa analisada;

$i_m$  = taxa mínima de atratividade.

O método do VPL é bastante utilizado como reforço nas decisões de investimento, por ser de fácil entendimento e por ter como objetivo principal, a tomada de decisão, conforme segue:

- a) quando o VPL for maior do zero, indica que os valores referentes às entradas são maiores que os valores referentes às saídas, portanto o projeto pode ser aceito;
- b) quando o VPL for igual a zero, indica que os valores referentes às entradas são iguais aos valores referentes às saídas, neste caso a análise deve-se deter mais aos problemas relacionados com os riscos, que envolvem o projeto para ver se compensa ou não a aceitação do mesmo;

- c) quando o VPL for menor do zero, indica que os valores referentes às entradas são menores que os valores referentes às saídas, neste caso o projeto não é considerado bom, portanto não deve ser aceito.

Todas estas alternativas, aplicam-se, em caso de aceitação ou não de uma só proposta, mas se existirem várias propostas, a melhor alternativa será aquela, que apresentar o maior VPL, visto que todas as propostas serão analisadas, a partir de uma mesma taxa mínima de atratividade.

O VPL considera o valor do dinheiro no tempo, deste modo, o montante, que será trazido a valor presente em função do investimento, deverá ser o maior possível, de acordo com a TMA, estabelecida pelo investidor.

### **As Vantagens do Método do VPL**

- a) É de fácil entendimento econômico – financeiro;
- b) quando são comparados alternativas com mesmos prazos ainda que exclusivas ou independentes, são obtidas respostas rápidas;
- c) pode ser utilizado em projetos com *fluxos de caixa não convencionais*, que é um fluxo financeiro com mais de uma variação de sinal entre entradas e saídas;
- d) tem visibilidade gráfica, na comparação entre alternativas, quando no confronto com outros métodos de análise econômica;
- e) permite-se o uso de várias TMA's.

### **As Desvantagens do método do VPL**

- a) Definição da TMA, que servirá para fazer a comparação quando da determinação da *TIR* da alternativa analisada;
- b) dificilmente o investidor conseguirá reuplicar os retornos obtidos a partir de um projeto bem sucedido, à mesma taxa de investimento.

### 3.6 O Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

O Método da TIR é amplamente utilizado como ferramenta de apoio às decisões de investimento. É um método exato, e se enquadra no princípio de equivalência. Este método também leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. A TIR representa a taxa de desconto, que faz com que o VPL se torne nulo.

De outra forma, é a taxa de juros em que o valor presente líquido dos recebimentos ( $R_t$ ) e custos ( $C_t$ ) é zero, sendo ( $n$ ) o número total de períodos de juros nos quais se dão os fluxos de caixa.

A TIR não depende da taxa de juros vigente no mercado de capitais, nem de quaisquer percepções de risco financeiro embutidos no cálculo da TMA. Uma definição bem simples para a TIR é que ela é o lucro, que o investidor obtém ao investir num certo projeto e é apresentada em forma de porcentagem.

Entre todos os métodos utilizados na análise de investimento, a TIR é aquele método que, aparentemente, apresenta as menores limitações. Nesse trabalho, no cálculo do método econômico TIR, foi utilizada a Expressão (3.6) a baixo:

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (3.6)$$

O grau de dificuldade do cálculo da TIR reside em se no fluxo de caixa analisado, ocorrer várias mudanças de sinal, são obtidas como resultado várias taxas de retorno.

A taxa de retorno, que se obtém em um projeto, calculada a partir da análise projetada de um fluxo de caixa, é a taxa de juros que torna nula a diferença

entre as receitas e as despesas dos valores trazidos para o presente. Na análise de investimento, a melhor alternativa do ponto de vista do método da TIR é aquela que tiver a maior taxa de retorno, sendo que a taxa de retorno deverá ser sempre maior que a TMA. Assim, para se tomar uma decisão com base neste método, deve-se levar em consideração os seguintes fatos:

- a) se a TIR for maior que a TMA, o projeto deve ser aceito, pois indica que os valores das entradas são maiores do que os valores das saídas;
- b) se a TIR for igual a TMA, devem ser avaliados os riscos envolvidos no projeto, visto que os valores das entradas são iguais aos valores das saídas;
- c) se a TIR for menor do que a TMA, o projeto não deve ser aceito, já que os valores das entradas são menores do que os valores das saídas.

É importante ressaltar que a obtenção de altas taxas de retorno é resultante de investimentos, que apresentam em seus fluxos de caixa, no momento zero, o sinal negativo e, nos demais momentos, o sinal positivo, sem que ocorram alterações nestes últimos. O método da TIR apresenta algumas vantagens, as quais são relatadas a seguir.

### **As Vantagens do método da TIR**

- a) A TIR não depende da definição de um custo de oportunidade do capital para sua elaboração;
- b) o descarte de projetos, através da TIR, pode ser realizado, comparando-se seu valor com o do custo de oportunidade do capital, caso o valor da TIR (positivo) de um projeto seja inferior ao valor do custo de oportunidade do capital;
- c) a TIR expressa o seu resultados em percentuais.

Segundo Lapponi (2000, p. 170), a maior vantagem do *método da TIR* é resultar em uma taxa efetiva de juros. Apesar das vantagens, o método da TIR também apresenta algumas desvantagens, que são relatadas como segue.

## **As Desvantagens do método da TIR**

As desvantagens com a utilização do método da TIR são:

- a) a possibilidade de ocorrência de múltiplas TIR para um mesmo fluxo de caixa;
- b) não permite a análise de projetos, que somente apresentem fluxos negativos de caixa ou fluxos de custos;
- c) assume que todos os fluxos de caixa do projeto são reinvestidos de novo no projeto. Só que, em algumas vezes, isto simplesmente não é possível.

### **3.7 Análise de Sensibilidade**

De acordo com a publicação do Curso de Revisão Sistemática e Metanálise (2005), a análise de sensibilidade, que é a segunda parte da análise estatística, é usada para determinar a sensibilidade dos resultados de um estudo ou de uma revisão sistemática, quando suas premissas são alteradas (Clarke, 2001). Com a análise de sensibilidade, é possível avaliar o grau de confiança dos resultados em situações de decisões incertas ou suposições sobre os dados e resultados usados.

No entendimento de Brealey e Myers (1992, p. 215).

A incerteza significa que o número possível de eventos é superior ao que efetivamente ocorre. Portanto, sempre ao se deparar com uma previsão de fluxo de caixa, deve-se tentar descobrir esses outros eventos possíveis.

Para Lapponi (2000, p. 324).

*A Análise de Sensibilidade* é o procedimento que mostra quanto mudará o VPL frente à variação de uma estimativa relevante do investimento. Partindo-se do princípio de que a análise de sensibilidade de um projeto auxilia na tomada de decisão e que, através de uma projeção, pode-se analisar as alterações que ocorrem no fluxo de caixa.

Nesse trabalho, as projeções foram efetuadas em relação a TMA. A análise de sensibilidade, neste caso, é denominada de uma variável.

Nos cálculos com os métodos econômicos, foram utilizadas as taxas de 15,65%, na visão do investidor, e de 12%, pela ótica da sociedade.

As projeções com as TMA's, para a análise de sensibilidade na definição dos cenários: *Otimista*, *Mais provável* e *Pessimista*, utilizaram variações ou acima ou abaixo, destas TMA's.

Para Lapponi (2000, p. 330).

A técnica de risco que considera a sensibilidade do valor do VPL em função das estimativas e, ainda, incorpora o intervalo provável de variação das estimativas do projeto é a *análise de cenários MOP – Mais provável – Otimista – Pessimista*.

### **3.7.1 Análise de Cenários MOP.**

Um procedimento que pode ser adotado é o seguinte:

- o cenário *mais provável* é o que surge naturalmente das estimativas realizadas por analistas com experiência no ramo de negócios do projeto. É o *valor, esperado* ou *média* de cada estimativa;
- a probabilidade de superar a estimativa do cenário *otimista* é 5%, ou o inverso e a probabilidade de piorar as estimativas otimistas é 95%;
- a probabilidade de piorar a estimativa do cenário *pessimista* é 5%, ou o inverso e a probabilidade de melhorar as estimativas pessimistas é 95%.

Como a probabilidade de ocorrência dos cenários *otimista* e *pessimista* é muito baixa, deve-se ter presente que:

- o VPL do cenário *otimista* será um VPL *otimista*;
- o VPL do cenário *pessimista* será um VPL *pessimista*.

## **CAPÍTULO IV ESTUDO DE CASO**

Este estudo de caso tem por objetivo analisar o retorno econômico do Projeto de Melhoria da Eficientização Energética da Usina de Paulo Afonso IV.

Na análise do retorno econômico do Projeto foi utilizada a aplicação dos métodos do PayBack Descontado, da Relação Benefício Custo, do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno. Os dados foram analisados sobre duas visões.

- a) Pela ótica do investidor, com uma TMA de 15,65% e,
- b) Pela ótica da sociedade, com uma TMA de 12%.

### **4.1. O Montante Investido no Projeto**

O montante de investimento necessário para a execução do projeto foi da ordem de R\$ 164.346,28, valor do orçamento básico, para a execução dos serviços, incluindo fornecimento de materiais, conforme demonstrado no ANEXO.

### **4.2. A Análise Teórica**

O valor excedente recebido pelo investidor para uma certa aplicação, após ser descontada a TMA, é o VPL.

Este é o resultado obtido pela opção de um determinado investimento, a uma TMA já estabelecida e conhecida. Assim, ao se fixar a TMA, cuja finalidade é fazer com que o VPL do investimento seja positivo, encontra-se o retorno recebido pelo investidor, acrescido de uma quantia adicional. Esse adicional é a razão pela qual o investidor se dispõe a utilizar recursos de aplicações, que a princípio podem

ser consideradas mais seguras e aplicá-los em empreendimentos ou projetos que apresentam algum grau de risco, mas com previsão de retornos mais atrativos.

Aparentemente, o método do PayBack Descontado poderia ser dispensado, quando da análise de investimento, visto que sua utilidade só está voltada para o tempo em que ocorrerá o retorno do valor investido, mas este método é útil, na medida que é importante que o investidor possa visualizar qual da alternativa de investimento é a mais atrativa com relação ao retorno.

O método da Relação Benefício Custo na sua essência é utilizado nas análises dos grandes projetos privados ou governamentais. Entende-se, no entanto que é principalmente em projetos governamentais, que este método é mais utilizado, porque, em sua essência, estes projetos, não só visam retornos financeiros, mas também os benefícios sociais.

Neste trabalho, a empresa em análise assumiu um novo risco ao investir seus recursos, na compra de novos equipamentos e materiais, quando da execução do projeto de melhoria da eficiência energética da iluminação da usina de Paulo Afonso IV, pois antes da execução deste projeto, os riscos já eram conhecidos, porque os investimentos iniciais já haviam ocorrido.

Os resultados foram obtidos a partir do fluxo de caixa do investimento, que apresentou só uma mudança de sinal no início de sua seqüência, existindo, portanto, uma única TIR para cada TMA analisada. Partindo-se deste princípio, o resultado encontrado para o VPL foi positivo, e a taxa de juros, que proporcionou esta situação, foi à medida do retorno produzida pelo investimento, a TIR.

Quando o fluxo de caixa foi positivo, a TIR foi maior do que a TMA. Quando o saldo do fluxo de caixa foi igual a zero, a TIR foi igual a TMA. Quando o custo do dinheiro mais o saldo do fluxo de caixa foi menor que a TMA, então a TIR foi menor do que a TMA.

Por definição, a TIR é o indicador da rentabilidade dos recursos, enquanto estes, encontram-se investidos, no projeto. O método da TIR supõe que os fundos, liberados ao longo da vida do projeto, serão reinvestidos à mesma TMA. Neste caso, se a TIR for maior que a TMA e o grau de risco for assimilado pelo investidor, é normal que ele fique tentado a reaplicar os recursos no mesmo projeto.

Na definição da viabilidade econômica de um investimento, são importantes o levantamento dos custos e a sua análise. Estes custos devem estar em proporção com os objetivos e às perspectivas da empresa e de acordo com o seu planejamento estratégico. A definição dos custos é essencial na determinação dos retornos sobre o investimento. Portanto, se os custos encontrados são altos, ou se houver uma grande diferença em relação ao mercado, isto pode afetar o retorno dos investimentos. Assim, se os custos não são bem avaliados, ou são encontrados de maneira errônea, eles podem comprometer a continuidade do projeto. Neste trabalho, foram analisados os custos referentes às substituições de lâmpadas, luminárias e reatores.

As substituições de materiais e equipamentos utilizadas no projeto de melhoria da iluminação da usina de Paulo Afonso IV foram essencialmente nas lâmpadas, luminárias e reatores, com a troca de tipos menos eficientes, por tipos mais eficientes.

#### **4.3. Cálculo dos Custos de Lâmpadas e Reatores Existentes e Propostos**

a) Custo das lâmpadas existentes e propostos:

**Existentes** - o valor encontrado com o cálculo dos custos das lâmpadas existentes ficou em R\$ 5.946,00. O valor foi apurado pelo resultado dos custos de todos os tipos de lâmpadas usadas na iluminação externa da usina, sendo considerado que

cada lâmpada apresenta um funcionamento de 30 dias/mês e, considerando também que cada lâmpada tem uma luminária, portanto o cálculo foi efetuado em lâmpadas *versos* luminárias *versos* preço unitário;

**Propostos** - o valor encontrado no cálculo dos custos das aquisições das novas lâmpadas somou R\$ 34.196,00 e este valor é o resultado do preço unitário das lâmpadas *versus* quantidade de lâmpadas a serem utilizadas;

b) Custo dos reatores existentes e propostos:

**Existentes** - o valor encontrado para o cálculo dos custos dos reatores existentes foi de R\$ 6.000,00. Este valor foi resultado do cálculo do preço unitário dos reatores *versus* quantidade de luminárias, porque para cada luminária existe um reator correspondente;

**Propostos** - o valor encontrado no cálculo dos custos para os novos reatores foi o valor de R\$ 67.119,00, que corresponde ao preço unitário dos reatores *versus* quantidade de reatores.

#### **4.4. Cálculo da Utilização Anual de Lâmpadas (h) e Reatores (h) Existentes e Propostos.**

a) Utilização anual de lâmpadas existentes e propostos:

**Existentes** - o valor encontrado para o cálculo da utilização anual das lâmpadas existentes foi de 7.196 unidades, sendo efetuado considerando lâmpada (h)/ano, em funcionamento, pelo cálculo de (hora/dia x dia/mês x quantidade de lâmpadas x 12 meses);

**Propostos** - o valor encontrado no cálculo da utilização de lâmpadas novas foi correspondente a 1.769 unidades e a definição do mesmo foi semelhante ao descrito no item anterior.

b) Utilização anual dos reatores existentes e propostos:

O valor encontrado no cálculo das utilizações anuais dos reatores, tanto os existentes como os novos, foi semelhante ao cálculo das lâmpadas (7.196 e 1.769), porque os quantitativos são os mesmos.

#### 4.5. Cálculo da Vida Útil das Lâmpadas (h) e Reatores (h) Existentes e Propostos

O cálculo da vida útil foi efetuado para todas as lâmpadas em conjunto, obtendo-se uma média ponderada da vida útil através da utilização, ou seja, os ciclos de operação dos diversos tipos de lâmpadas. E assim, semelhante ao cálculo do custo total de aquisição, foi adotado o mesmo raciocínio no cálculo da vida útil para reatores e lâmpadas.

Vida útil de lâmpadas existentes – 7.767 (h)

Vida útil de lâmpadas propostas – 10.341 (h)

Vida útil de reatores existentes e propostos – 40.000 (h).

Na Tabela 8, são demonstrados em resumo os valores encontrados com os cálculos definidos nos itens 4.3 a 4.5.

**Tabela 8**

Custo de aquisição, utilização anual e vida útil.  
de lâmpadas e reatores

Itens	Existente	Proposto
Custo da Aquisição das Lâmpadas	5.946	34.196
Custo da Aquisição dos Reatores	6.000	67.119
Utilização Anual das Lâmpadas (h)	7.196	1.769
Utilização Anual dos Reatores (h)	7.196	1.769
Vida Útil das Lâmpadas (h)	7.767	10.341
Vida Útil dos Reatores (h)	40.000	40.000

Fonte: DEED/CHESF

Na Tabela 8, foram identificadas as variações de custo de 575% entre os valores existentes e propostos para as lâmpadas e de 1.119% para os reatores. A variação no custo bem maior, explica-se pelas qualidades e os tipos de lâmpadas, reatores e luminárias existentes na usina, visto que os mesmos são modelos não eficientes e, em contra partida, os novos são dos tipos de lâmpadas FT8/32, reatores eletrônico 2xLFT8-32W e de 1xLFT8-32W, lâmpadas e reatores VSAP70, VSAP150, VSAP250, VSAP400, luminárias LFT8-32W, c/refletores de alumínio CIE – A1000, luminárias industriais c/refletores de Al-inst. pendentes luminárias industriais c/refletores de Al-inst. em paredes e luminárias 2x32 com sensores de presença. Quando foram analisadas as variações na utilização de lâmpadas e reatores, houve uma redução em torno de 407% ao ano, e, em relação à vida útil das lâmpadas e dos reatores, houve um aumento em torno de 133%.

#### **4.6. Cálculo do Fator de Recuperação do Capital**

O fator de recuperação de capital foi encontrado através da Expressão (4.6), conforme demonstrado no Apêndice - D e será utilizado na composição dos cálculos dos valores do fluxo de caixa, da definição do valor presente líquido ano a ano, na composição dos índices do investimento anualizado e na aplicação no cálculo do método da Relação Benefício - Custo. Para a definição do fator de recuperação do capital, foi utilizada a taxa mínima de atratividade de 15,65% ao ano. Esta taxa foi definida pela CHESF em (junho/2004), como sendo a taxa suficiente para remunerar o seu capital próprio. Todos os cálculos de valores deste trabalho tiveram como base, dados de junho de 2004.

$$\text{FRC} = \text{TMA} (1 + \text{TMA})^5 / (1 + \text{TMA})^{5-1} \quad (4.6)$$

Após a definição do FRC, foi executado o fluxo de caixa dos custos de substituição de lâmpadas e reatores existentes e propostos, conforme é demonstrado nas Tabelas 9 e 10.

**Tabela 9**

Cálculo do custo com as substituições de lâmpadas.

Sistema Existente					Sistema Proposto					
Ano	Utilização	Vida Útil	Saldo	Substituição	Resultado	Utilização	Vida Útil	Saldo	Substit.	Result.
1	7196	3883	-3313	5946	5.141,37	1769	10341	8572	0	0
2	7196	4454	-2743	5946	4.445,63	1769	8572	6803	0	0
3	7196	5024	-2172	5946	3.844,04	1769	6803	5035	0	0
4	7196	5595	-1602	5946	3.323,86	1769	5035	3266	0	0
5	7196	6165	-1031	5946	2.874,07	1769	3266	1497	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>19.628,97</b>	<b>TOTAL</b>				<b>0</b>

Fonte: DEED/CHESF – Tabela adaptada pela autora.

Na Tabela 9, o valor inicial da coluna “vida útil das lâmpadas existentes” foi considerado em 50% do valor definido para esta modalidade, porque que a execução do projeto só ocorreu a partir de junho/2004, quando já haviam decorrido seis meses do ano. Os outros valores desta coluna foram encontrados por cálculo eletrônico, através de fórmula definida no Apêndice.

A coluna “resultado” do sistema existente é o valor presente da coluna “substituição”. Na coluna de “vida útil” do sistema proposto, o valor inicial foi considerado em 100%. Os outros valores desta coluna foram definidos conforme fórmula apresentada no Apêndice. Na Tabela 10, são demonstrados os cálculos dos custos.

**Tabela 10**

Cálculo do custo com as substituições de reatores.

Sistema Existente					Sistema Proposto					
Ano	Utilização	Vida Útil	Saldo	Substituição	Resultado	Utilização	Vida Útil	Saldo	Substit.	Result.
1	7196	20000	12804	0	0	1769	40000	38231	0	0
2	7196	12804	5607	0	0	1769	38231	36462	0	0
3	7196	5607	-1589	6000	3.878,95	1769	36462	34693	0	0
4	7196	38411	31214	0	0	1769	34693	32925	0	0
5	7196	31214	24018	0	0	1769	32925	31156	0	0
TOTAL					3.878,95	TOTAL				0

Fonte: DEED/CHESF - Tabela adaptada pela autora.

O processo de definição das colunas na Tabela 10 é idêntico ao processo utilizado na Tabela 9.

A partir dos resultados dos sistemas existentes para lâmpadas e reatores, foram encontrados os valores anualizados demonstrados no Apêndice.

Os valores anualizados foram utilizados nos cálculos dos fluxos de caixa demonstrados nas Tabelas 11 e 12, que demonstram os fluxos de caixa do investimento na visão do investidor e pela ótica social.

**Tabela 11**

Fluxo de caixa do investimento, na visão do investidor.

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
Ano	Economia Energia	Substituição Lâmpadas	Substituição Reatores	Resultados	Acumulado	PBD
0				-164.966,27		
1	84.439,57	3.552,69	702,06	88.694,32	88.694,32	N
2	73.013,04	3.552,69	702,06	77.267,78	165.962,10	2
3	63.132,75	3.552,69	702,06	67.387,50	233.349,61	3
4	54.589,50	3.552,69	702,06	58.844,25	292.193,85	4
5	47.202,33	3.552,69	702,06	51.457,08	343.650,94	5

Fonte: DEED/CHESF – Tabela adaptada pela autora.

Na Tabela 11 demonstra-se o fluxo de caixa do investimento, na visão do investidor com uma TMA de 15,65%.

O fluxo de caixa é iniciado pela coluna A, que é o período limite de análise do projeto.

Na coluna B apresenta-se o cálculo da variação da redução do consumo de energia, cujo valor básico é R\$ 97.654,63, demonstrado no Anexo – O, trazido a valor presente ano a ano.

Na coluna C, são demonstrados os valores das substituições de lâmpadas existentes, anualizados. Este valor foi encontrado no item 3.8.5 subitem a, e a base dele é o somatório dos VPL's do valor R\$ 5.946.

Na coluna D, demonstra-se os valores das substituições dos reatores anualizados, cuja base foi o valor do item 3.8.5. subitem b,

Na coluna E, encontram-se os resultados do investimento, informado no item 3.8.1, conforme definição no Apêndice. A coluna (F) é formada pelo valor presente das economias.

Na coluna G é demonstra-se o tempo de retorno do investimento com o cálculo do payback descontado. Nesta Tabela, observa-se que a economia no consumo de energia permanece positiva ao longo do período de análise.

O tempo de retorno do investimento é previsto a partir do segundo ano.

Na Tabela 12, demonstra-se o fluxo de caixa sob a ótica da sociedade, com uma TMA de 12%.

**Tabela 12**

Fluxo de caixa do investimento pela ótica da sociedade

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
Ano	Economia Energia	Substituição Lâmpadas	Substituição Reatores	Resultados	Acumulado	PBD
0				-164.966,27		
1	87.191,39	2.880,73	573,98	90.646,10	90.646,10	N
2	77.849,46	2.880,73	573,98	81.304,17	171.950,27	2
3	69.508,44	2.880,73	573,98	72.963,15	244.913,42	3
4	62.061,11	2.880,73	573,98	65.515,82	310.429,24	4
5	55.411,71	2.880,73	573,98	58.866,42	369.295,66	5

Tabela gerada pela autora.

A base de dados utilizada para a formação dos resultados da coluna (B) da Tabela 12, é o valor R\$ 97.654,63, encontrado como economia no consumo de energia conforme demonstrado no Apêndice - H. Este valor foi trazido a valor presente ano a ano pelo FRC, conforme cálculos no Apêndice - D.

A Figura 1 é o gráfico da TIR x VPL, que serve como visão do investimento. No gráfico fica visível que só a partir de uma taxa de retorno em 100% é que o VPL é igualado a zero.

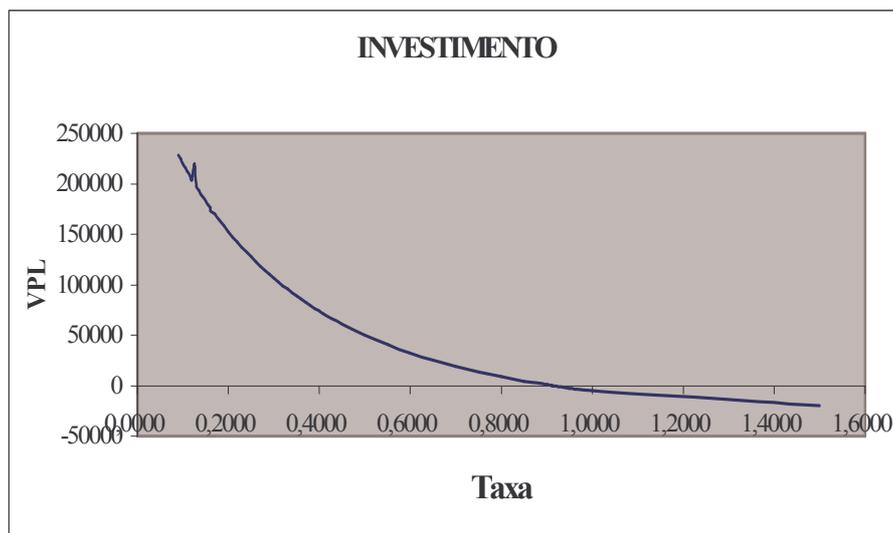


Figura: 1 Gráfico da TIR do investimento

O retorno do investimento foi analisado para um período de cinco anos com a utilização das Taxas Mínimas de Atratividade de 15,65% e 12% respectivamente, e a demonstração dos valores pode ser vista na Tabela 13.

**Tabela 13**

Retorno do investimento do estudo de caso, analisado em duas visões.

Métodos Utilizados	Investidor	Sociedade
Valor Presente Líquido (R\$)	178.684,66	204.329,38
Taxa Interna de Retorno (%)	34,89	38,38
Relação Benefício custo (número)	3,19	3,39
Payback Descontado (ano)	02	02

Tabela elaborada pela autora

Os valores demonstrados na Tabela 14 utilizaram as fórmulas contidas nos Apêndices – A, B e C.

As reduções nos níveis de potência instalada e no consumo anual de energia elétrica do projeto objeto do estudo de caso, foram de aproximadamente 46% e 68%, conforme valores e percentuais demonstrados na Tabela 14. Os cálculos foram efetuados de acordo com as fórmulas constantes nos Apêndices – G e H.

**Tabela 14**

Reduções de potência e de consumo do estudo de caso.

ITENS	EXISTENTE	PROPOSTO	REDUÇÕES	%
Potência Instalada (kW)	393	213	181	45,89
Consumo Anual de Energia (MWh)	2.465,13	799,01	1.666,12	67,59

Fonte: DEED/CHESF

#### 4.7. Cálculo da Sensibilidade

A análise da sensibilidade do valor investido no projeto é visualizada através dos cenários Pessimista, Mais Provável e Otimista, demonstrados na Tabela 15, com uma projeção do VPL, com a aplicação de diferentes taxas.

**Tabela 15**

Cálculo dos cenários da sensibilidade.

	Pessimista	Mais Provável	Otimista
VPL	189.810,47	212.048,77	229.491,89
TIR	36,44%	39,38%	41,45%
Taxas (sugeridas)	14%	11%	9%

Tabela elaborada pela autora

A análise de sensibilidade mede os efeitos das variações das estimativas, uma por vez, sobre o VPL do projeto. Observa-se que as estimativas dos cenários *pessimista* e *otimista* são estimativas extremas, que ocorrem ao mesmo tempo. A análise com cenários é muito importante, pois é provável que o *verdadeiro VPL* seja encontrado entre os valores extremos.

Os cálculos das análises dos retornos, com a conservação de energia, efetuados neste capítulo, apresentaram resultados positivos, com saldos um pouco maiores para uma das visões analisadas.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISE DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **5.1. Análise dos Resultados**

Este trabalho teve como principal objetivo à análise dos retornos econômicos provenientes da conservação de energia elétrica, utilizando para tanto os métodos econômicos - financeiros do payback descontado, da relação benefício – custo, do valor presente líquido e da taxa interna de retorno. Foi demonstrado que o estudo foi consistente, porque os dados do projeto de efficientização energética da iluminação da usina de Paulo Afonso IV, apresentaram-se viáveis com os cálculos de todos os métodos aplicados.

As ações de conservação de energia elétrica executadas pela CHESF, no projeto de melhoria da efficientização energética da usina de Paulo Afonso IV resultaram em retorno econômico positivo, em redução de consumo, de custo e de potência, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços.

Os 1.666,12 MWh de redução de consumo de energia elétrica e 181 kW de redução de potência tecnicamente viáveis do projeto são a demonstração do potencial ainda existente para melhoria dos sistemas de iluminação na CHESF.

Os potenciais de economia de energia elétrica são a demonstração da importância dos programas de melhoria da efficientização energética, numa visão global.

De maneira genérica, a conservação de energia possibilita: a eliminação dos desperdícios, o aumento da eficiência das unidades consumidoras e geradoras de energia, o reaproveitamento dos recursos naturais pela reciclagem e redução do conteúdo energético dos produtos e de serviços e mudança dos padrões de consumo em favor de produtos e serviços que requerem menor usos de energia.

O tempo de retorno do investimento analisado em dois anos, bem como a relação benefício-custo que ficou em três, além do VPL e TIR encontrados, demonstraram que, os resultados surgidos no Projeto CHESF com a utilização dos métodos de engenharia econômica são consistentes uma vez que ao se mostrar viável o projeto, este o fora consoante em todos os métodos aplicados.

Os resultados encontrados nos cálculos do retorno econômico do projeto estudado confirmam as premissas do PROCEL, cujo principal objetivo é a conservação da energia elétrica, tanto no lado da produção como no do consumo concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços.

A conservação de energia leva à exploração racional dos recursos naturais. Isso significa que, conservar energia elétrica ou combater seu desperdício é a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe, pois não agride o ambiente. Desta forma, a energia economizada com a conservação na iluminação eficiente de subestações, de usinas, de pátios de subestações e de prédios, pode ser utilizada em diversos setores tais como: na iluminação de escolas, de vias públicas ou de hospitais, sem ser jogada fora.

A importância do conceito de conservação de energia elétrica é evidente, pois conservar energia elétrica quer dizer melhorar a maneira de utilizar a energia sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona.

## **5.2. Conclusões**

A redução no consumo de energia elétrica foi mais significativa do que a redução na potência instalada, podendo-se justificar pelas mudanças que aconteceram em alguns ambientes, principalmente com a instalação de interruptores e sensores de presença, que contribuíram com as reduções dos desperdícios de energia elétrica. Outros fatores importantes foram à redução na manutenção e substituição de lâmpadas, ocasionada pelas aplicações de equipamentos novos e mais eficientes e pela redução dos ciclos de operação de alguns ambientes. Também merece ser considerado o grau de conscientização e empenho dos usuários desses ambientes. Por todos os fatos, conclui-se que o retorno econômico do projeto de melhoria da eficiência energética da usina de Paulo Afonso IV foi financeiramente positivo para a empresa.

Neste trabalho ficou demonstrado, que a conservação de energia transformou-se em um instrumento muito eficaz no processo de melhoria dos padrões de competitividade das empresas, tanto numa visão de investimento, quanto numa visão puramente social, porque, a partir dela, é possível minimizar desperdícios, reduzir custos, sem com isto, prejudicar o conforto, o bem estar das pessoas e o grau de produtividade dos empregados e, conseqüentemente, das empresas.

## **5.3. Recomendações**

Pelos resultados obtidos nesse trabalho e o conhecimento adquirido durante o seu desenvolvimento, recomenda-se:

- que os projetos de melhoria da eficiência energética na empresa analisada tenham continuidade;

- que haja divulgação dos retornos e benefícios adquiridos, para que sirvam de incentivo a outras empresas e;
- que haja incentivo para a continuação de outros estudos econômicos sobre a conservação de energia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREALEY, RICHARD A. STEWART C. MYERS. **Princípios de Finanças Empresariais** – 3. Ed. Portugal, McGRAW-HILL – 1992 – 911p.

CAMARGO, C. CELSO BRASIL. **Gerenciamento pelo Lado da Demanda: Metodologia para Identificação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica de Consumidores Residenciais**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>. Acesso em: 30/06/2004.

CARNEIRO ARNEIRO, RICARDO . **A atual crise energética brasileira: lições não aprendidas ou incompetência governamental?** Centro Virtual de Estudos Políticos, Universidade Federal de Minas Gerais.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>. Acesso em: 30/06/2004.

CORREA, EDISON LUIS. **A viabilidade econômica dos gás natural**. 2002, 82p Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

Disponível em [elcorre@cway.com.br](mailto:elcorre@cway.com.br). Acesso em 12/04/2005.

DA COSTA, GILBERTO JOSÉ CORRÊA – **Iluminação Econômica – Cálculo e Avaliação** 3.ed. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Porto Alegre – 2005 – 561p.

EIA – Energy Information Administration, 1998.

Disponível em <http://www.ceeere.org/beemain.html>. Acesso em 30/06/2004.

ELETROBRÁS – Programa Nacional de Energia Elétrica – Procel.

Disponível em [http://www.elektrobras.gov.br/EM\\_Programas\\_Procel/default](http://www.elektrobras.gov.br/EM_Programas_Procel/default). Acesso em 30/06/2004.

Energias Alternativas, Caderno Mais, Folha de São Paulo, p. 3, 1/10/2000.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>. Acesso em: 30/06/2004.

FERREIRA, ROBERTO G. **Matemática Financeira Aplicada** 5.ed. Universitária da UFPE. – 2000 – 533p.

GOLDEMBERG, JOSÉ. **O futuro energético desejado para o Brasil**, Boletim Unicamp – Artigos.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>.

Acesso em: 30/06/2004.

GOLDEMBERG, JOSÉ. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 1998.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>.

Acesso em: 30/06/2004.

GUILHERME E. F. FERNANDES FILHO & ELISÂNGELA M. LEAL, RUBENS A. DIAS, **O Equilíbrio entre a Oferta e o Consumo de Energia Elétrica: Tendências e Desafios**.

Arquivo PDF.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>.

Acesso em: 30/06/2004.

INDIANI DE OLIVEIRA , MARIA TERESA (trad.), **A energia e o desenvolvimento**.

**Que desafios? Quais Métodos? Síntese e Conclusões**. Rio de Janeiro: Ed.

Marco Zero, 1986 .

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>.

Acesso em: 30/06/2004.

IEF - Instituto de Estudos Financeiros.

Disponível em <http://www.ief.com.br/investim.htm>.

Acesso em: 20/04/2005.

JANUZZI, G.M. 1996. "**A Política Energética e o Meio Ambiente: Instrumentos de Mercado e Regulação**," in "Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e a Gestão de Espaços Regionais." A.R. Romeiro, B.P. Reydon e M.L.A. Leonardi (org.). Campinas, São Paulo: Ed. UNICAMP- Instituto de Economia.

JANUZZI, GILBERTO DE MARTINO. **Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado**. Disponível

em <<http://www.estadao.com.br>. > Acesso em 30/06/2004.

JANUZZI, G. M. and J. SWISHER, 1997. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: meio ambiente**, conservação de energia e fontes renováveis. Ed. Autores Associados, Campinas.

Disponível em <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>>. Acesso em: 30/06/2004.

LAPPONI, JUAN CARLOS. **Projetos de Investimentos** 1.ed. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 2000 – 376p.

LAWRENCE J. GITMAN. **Princípios de Administração Financeira** 7.ed. São Paulo: Harbra, 1997 – 841p.

MME - Ministério de Minas e Energia.  
Disponível em <http://www.mme.gov.br>  
Acesso em 30/06/2004.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. **Conservação de energia conceitos e sociedade**, Rubens Alves Dias & Cristiano Rodrigues de Mattos & José Antônio Perrella Balestieri.  
Disponível em <http://www.mct.gov.br>  
Acesso em 30/06/2004.

PASIN, RODRIGO MAIMONE, MARTELANC, ROY, SOUSA, ALMIR FERREIRA. – ENSAIO DE FINANÇAS - **A flexibilidade do processo decisório e o valor da opção de adiamento**.  
Disponível em <http://www.fia.com.br/labfin/pesquisa/artigos/arquivos/158.doc>.  
Acesso em 20/04/2005.

PIMENTEL, GERALDO; ZALTZMAN, CLÁUDIO; LEONELLI, PAULO A.; PIRES, CARLOS A. Príncipe. **Atitudes do consumidor brasileiro quanto à conservação de energia elétrica**. In: Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia, XV SNPTEE Elétrica, Foz do Iguaçu, 1999.

SANTO, GEOBERTO ESPÍRITO, **A reengenharia da energia**, pp: 18-30, Anais do II Congresso Brasileiro de Planejamento Energético - Planejando o Século XXI. Campinas, Ed. Unicamp: 12-14 dezembro, 1994.  
Disponível em <http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/formas.php>.  
Acesso em: 30/06/2004.

VAZ MOREIRA, FÁTIMA - **Avaliação Econômico-Financeira de Projetos no Setor Elétrico**, – In: TREINAMENTO, Recife/PE - 11/05/2005, 22p.

#### SITES:

2004© Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Acesso em 30/06/2004.  
<http://www.brasilecola.com/fisica/principio-termodinamica.htm>.  
Acesso em 30/06/2004.

<http://am.esalq.usp.br/desr/dum/node46.html>.  
Acesso em 20/04/2005.

[www.unilivre.org.br/centro/experiencias/experiencias/211.html](http://www.unilivre.org.br/centro/experiencias/experiencias/211.html).  
Acesso em 15/04/2005.

Artigos/Texto/Conservação de energia –  
rubdias@zipmail.com.br, crmattos@feg.unesp.br, perrella@feg.unsp.br.  
Acesso em 30/06/2004.

<http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp/692>.  
Acesso em 15/04/2005.

<http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/financeira/irr/irr2.htm>.  
Acesso em 20/04/2005.

<http://www.bertolo.pro.br/AdminFin/pbf/capitalbudgeting.html>.  
Acesso em 20/04/2005.

[http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/mineracao/2003/01/24/2003\\_01\\_24\\_003.2](http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/mineracao/2003/01/24/2003_01_24_003.2). Acesso em 22/07/2005.

<http://www.virtual.epm.br/cursos/metanalise/conteudo/modulo4/aula9/anlisesensib>  
ula9. Acesso em 22/07/2005.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Fórmula da ANEEL, para cálculo da RBC.

(3.4.)

$$RBC = \frac{(EE \times CUEE) + (RD \times CUEP)}{K}$$

a) Visão do investidor.

- EE = 1.666,12;
- CUEE = 55,72 ;
- RD = 181;
- CUEP = 224,63;
- K = 41.839,52

$$RBC = \frac{(1.666,12 \times 55,72) + (181 \times 224,63)}{41.839,52}$$

**RBC = 3,19**

b) Visão da sociedade

- EE = 1.666,12;
- CUEE = 55,72;
- RD =181;
- CUEP = 224,63;
- K = 39.321,42.

$$RBC = \frac{1.666,12 * 55,72 + 181 * 224,63}{39.321,42}$$

**RBC = 3,39**

APÊNDICE B – Fórmula para cálculo do VPL.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (3.5)$$

$$VPL = - 164.966,27 + 343.650,94$$

$$\underline{VPL = 178.684,66}$$

$$VPL = - 164.966,27 + 369.295,66$$

$$\underline{VPL = 204.329,38}$$

APÊNDICE C – Fórmula do cálculo da Taxa Interna de Retorno.

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (3.6)$$

$$\mathbf{TIR = 34, 89\%}$$

$$\mathbf{TIR = 38,38\%.$$

APÊNDICE D – Fator de Recuperação de Capital.

$$(4.6)$$

$$FRC = TMA ( 1 + TMA)^5 / (1 + TMA)^{5-1}$$

$$FRC = 0,1565*(1+0,1565)^5/(1+0,1565)^{5-1}$$

$$\underline{\mathbf{FRC = 0,180992}}$$

$$FRC = TMA ( 1 + TMA)^5 / (1 + TMA)^{5-1}$$

$$FRC = 0,12*(1+0,12)^5/(1+0,12)^{5-1}$$

$$\underline{\underline{FRC = 0,13440}}$$

APÊNDICE E – Cálculo do Valor Anualizado do Resultado das Lâmpadas Existentes.

Valor do Resultado X FRC.

$$19.628,97 \times 0,180992$$

$$3.552,69$$

APÊNDICE F – Cálculo do Valor Anualizado do Resultado dos Reatores Existentes.

Valor do Resultado X FRC.

$$3.878,95 \times 0,180992$$

$$702,06$$

APÊNDICE G – Cálculo da Redução de Demanda (RD)

RD = PTE - PTP (kW), onde:

PTE = potência total instalada no sistema existente;

PTP= potência total instalada no sistema proposto.

$$RD = 393 - 212 = 181$$

$$\underline{\underline{RD = 181 (kW)}}$$

#### APÊNDICE H – Cálculo da Redução do Consumo Anual de Energia (RC)

$RC = CAE - CAP$  (MWh), onde

CAE = consumo anual existente;

CAP = consumo anual proposto;

$RC = 2.465,13 - 799,01$

**$RC = 1.666,12$  (MWh).**

#### APÊNDICE I – Valor das Reduções do Consumo Anual de Energia.

$RACE = DCP$  (MWh) x VUE (R\$/MWh)

DCP = diferença consumo anual proposto;

VUEE = valor unitário da energia na época.

$RACE = 1.666,12$  MWh x 58,612 (R\$/MWh

**$RACE = R\$ 97.654,63$**

#### APÊNDICE J – Fórmula e Cálculo do Valor do Custo e do Investimento Total Anualizado – k.

$K = \sum CA$ , onde:

a) na visão do investidor - CA = custo anualizado para cada tipo de equipamento, sendo:

$CA = FRC \times CPE$ , onde:

FRC = fator de recuperação de capital;

CPE = custo do equipamento acrescido da parcela correspondente a outros custos diretos (exceto materiais) e custos indiretos.

$CPE = 101.315,00 + 23.502,32$

$$\text{FRC} = 0,180992$$

$$\text{CA} = (0,180992 \times 101.315,00) + 23.502,32$$

$$\underline{\mathbf{K = 41.839,52.}}$$

b) na visão da sociedade – K = investimento total anualizado

$$\text{CPE} = 101.315,00 + 25.704,68$$

$$\text{FRC} = 0,13440$$

$$\text{CA} = (0,13440 \times 101.315,00) + 25.704,68$$

$$\underline{\mathbf{K = 39.321,42.}}$$

## **ANEXOS**

ANEXO A – Tabela 16 – Reduções e economias proporcionadas pela efficientização do sistema de iluminação interna do prédio sede.

<i>Características</i>	<i>Existente</i>		<i>Proposto</i>
<i>Tipo de Lâmpada</i>	40W	20W	32W
<i>Quantidade de Lâmpadas</i>	9.993	919	5.547
<i>Tipo de Reator</i>	<i>Eletromagnético</i>		<i>Eletrônico</i>
<i>Quantidade de Reatores</i>	4.997	460	2.774
<i>Potência Instalada (kW)</i>	524,9		196,9
<i>Densidade de Potência (W/m<sup>2</sup>)</i>	37,5		14,1
<i>Demanda (kW)</i>	385,1		155,7
<i>Redução na Demanda (kW)</i>	-		229,4
<i>Consumo de Energia (MWh/Ano)</i>	1.387,2		503,5
<i>Redução no Consumo (MWh/Ano)</i>	-		883,7
<i>Custo Anual da Energia (R\$95,00/MWh)</i>	131.783,53		47.834,06
<i>Redução do Custo com Energia (R\$/Ano)</i>	-		83.949,47
<i>Economia Percentual de Energia</i>	-		63,7%
<i>Investimento (R\$)</i>	48.564,50		201.844,00
<i>Mão de Obra (R\$)</i>	27.280,00		193.922,20
<i>Investimento Inicial (R\$)</i>	75.844,50		395.766,20
<i>Período de Análise - Vida Útil (Anos)</i>	12		12
<i>Taxa Real de Desconto Anual (%)</i>	12,0		12,0
<i>Valor Presente do Custo com Energia durante a Vida Útil (R\$)</i>	804.908,24		325.441,23
<i>Valor Presente do Custo com Reposição de Material durante a Vida Útil (R\$)</i>	165.779,92		110.196,35
<i>Valor Presente do Custo da Vida Útil (R\$)</i>	1.046.532,66		831.403,78
<i>Economia Líquida (R\$)</i>	-		215.128,89
<i>Economia de Energia / Invest. Inicial</i>	-		1,51
<i>TIR (%)</i>	-		12,2%
<i>TIRA (%)</i>	-		17,0%
<i>Tempo de Retorno Descontado (Ano)</i>	-		6

Fonte: DEED/CHESF

ANEXO B – **Tabela 17** - Reduções e economias proporcionadas no sistema de ar condicionado II.

<i>Ação</i>	<i>Reduções Proporcionadas</i>			<i>Investimento (R\$)</i>	<i>Payback (Anos)</i>
	<i>Demanda (kW)</i>	<i>Consumo (MWh/Ano)</i>	<i>Custo Anual (R\$)</i>		
<i>Uso do ENERSAVER para controle dos compressores das Selfs-Contained do CPD</i>	4,6	40,5	3.851,30	4.000,00	1,04

Fonte: DEED/CHESF

ANEXO C – **Tabela 18** – Reduções e economias no sistema de refrigeração do prédio sede.

<i>Características</i>	<i>Existente</i>	<i>Proposto</i>
<i>Potência Instalada (kW)</i>	10,5	9,6
<i>Demanda (kW)</i>	6,6	6,1
<i>Redução na Demanda (kW)</i>	-	0,6
<i>Consumo de Energia (MWh/Ano)</i>	40,6	37,1
<i>Redução no Consumo (MWh/Ano)</i>	-	3,5
<i>Custo Anual da Energia (R\$95,00/MWh)</i>	3.858,75	3.527,83
<i>Redução do Custo com Energia (R\$/Ano)</i>	-	330,92
<i>Economia Percentual de Energia</i>	-	8,6%
<i>Investimento (R\$)</i>	0,00	1.068,76
<i>Mão de Obra (R\$)</i>	0,00	0,00
<i>Investimento Inicial (R\$)</i>	0,00	1.068,76
<i>Período de Análise - Vida Útil (Anos)</i>	20	20
<i>Taxa Real de Desconto Anual (%)</i>	12,0	12,0
<i>Valor Presente do Custo com Energia durante a Vida Útil (R\$)</i>	28.822,71	26.350,94
<i>Valor Presente do Custo com Reposição de Material durante a Vida Útil (R\$)</i>	0,0	0,0
<i>Valor Presente do Custo da Vida Útil (R\$)</i>	28.822,71	27.419,70
<i>Economia Líquida (R\$)</i>	-	1.403,02
<i>Economia de Energia / Invest. Inicial</i>	-	2,3
<i>TIR (%)</i>	-	16,8%
<i>TIRA (%)</i>	-	16,8%
<i>Tempo de Retorno Descontado (Ano)</i>	-	5

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO D – Tabela 19 – Reduções e economias com a eficiência da energia do bombeamento de água do prédio sede**

<i>Características</i>	<i>Existente</i>	<i>Proposto</i>
<i>Potência Instalada (kW)</i>	6,9	6,0
<i>Demanda (kW)</i>	6,9	6,0
<i>Redução na Demanda (kW)</i>	-	<b>0,9</b>
<i>Consumo de Energia (MWh/Ano)</i>	5,8	5,1
<i>Redução no Consumo (MWh/Ano)</i>	-	<b>0,74</b>
<i>Custo Anual da Energia (R\$95,00/MWh)</i>	553,28	483,10
<i>Redução do Custo com Energia (R\$/Ano)</i>	-	<b>70,18</b>
<i>Economia Percentual de Energia</i>	-	<b>12,7%</b>
<i>Investimento (R\$)</i>	563,32	765,71
<i>Mão de Obra (R\$)</i>	0,00	0,00
<i>Investimento Inicial (R\$)</i>	563,32	765,71
<i>Período de Análise - Vida Útil (Anos)</i>	20	20
<i>Taxa Real de Desconto Anual (%)</i>	12,0	12,0
<i>Valor Presente do Custo com Energia durante a Vida Útil (R\$)</i>	4.132,69	3.608,51
<i>Valor Presente do Custo com Reposição de Material durante a Vida Útil (R\$)</i>	0,00	0,00
<i>Valor Presente do Custo da Vida Útil (R\$)</i>	4.696,01	4.374,22
<i>Economia Líquida (R\$)</i>	-	<b>321,79</b>
<i>Economia de Energia / Invest. Inicial</i>	-	<b>2,6</b>
<i>TIR (%)</i>	-	<b>20,2%</b>
<i>TIRA (%)</i>	-	<b>17,5%</b>
<i>Tempo de Retorno Descontado (Ano)</i>	-	<b>4</b>

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO E – Tabela 20 – Reduções e economias proporcionadas pela  
eficientização do sistema de elevadores**

<i>Características</i>	<i>Existente</i>	<i>Proposto</i>
<i>Potência Instalada (kW)</i>	41,3	38,8
<i>Demanda (kW)</i>	41,3	38,8
<i>Redução na Demanda (kW)</i>	-	2,5
<i>Consumo de Energia (MWh/Ano)</i>	27,2	25,5
<i>Redução no Consumo (MWh/Ano)</i>	-	1,7
<i>Custo Anual da Energia (R\$95,00/MWh)</i>	2.581,53	2.421,36
<i>Redução do Custo com Energia (R\$/Ano)</i>	-	160,17
<i>Economia Percentual de Energia</i>	-	6,2%
<i>Investimento (R\$)</i>	1.427,42	2.025,58
<i>Mão de Obra (R\$)</i>	0,00	0,00
<i>Investimento Inicial (R\$)</i>	1.427,42	2.025,58
<i>Período de Análise - Vida Útil (Anos)</i>	20	20
<i>Taxa Real de Desconto Anual (%)</i>	12,0	12,0
<i>Valor Presente do Custo com Energia durante a Vida Útil (R\$)</i>	19.282,59	18.086,21
<i>Valor Presente do Custo com Reposição de Material durante a Vida Útil (R\$)</i>	0,00	0,00
<i>Valor Presente do Custo da Vida Útil (R\$)</i>	20.710,01	20.111,79
<i>Economia Líquida (R\$)</i>	-	598,22
<i>Economia de Energia / Invest. Inicial</i>	-	2,0
<i>TIR (%)</i>	-	13,0%
<i>TIRA (%)</i>	-	15,9%
<i>Tempo de Retorno Descontado (Ano)</i>	-	6

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO F – Tabela 21 – Valores de consumo específico da edificação do prédio sede.**

<i>Índices</i>	<i>Existente</i>	<i>Proposto</i>	<i>Reduções</i>
<i>KWh/Mês/m<sup>2</sup></i>	35,03	22,34	12,69
<i>KWh/Mês/func.</i>	374,96	239,06	135,90

Fonte: DEED/CHESF

ANEXO G – Tabela 22 – Resumo das reduções com o consumo de energia e de potência instalada em diversos ambientes.

ITEM	INSTALAÇÃO	REDUÇÃO POTÊNCIA INSTALADA (W)	REDUÇÃO CONSUMO MENSAL (kWh)	INVESTIMENTO (R\$)	ECONOMIA MENSAL ( R\$ )
001	APA	3.540	621,68	2.284,50	120,53
002	DRGP	1.197	280,10	834,00	54,31
003	SPSF	1.721	433,31	1.355,00	84,01
004	DRHP	20.102	3.537,95	6.075,00	526,82
005	DRSP	(392,00)	(72,38)	276,00	(14,06)
006	DRFP	2.694	468,07	5.330,50	90,75
007	MEMORIAL	13.356	852,02	3.663,00	539,92
008	SPMT	30.397	9.249,00	17.930,00	1.290,60
009	AMBULATÓRIO	2.777	304,90	2.199,50	53,06
010	RESTAURANTE	74.927	11.633,13	8.264,00	3.877,22
011	CASA DIRETORIA-ANEXO	2.323	363,54	713,50	70,62
012	CASA DIRETORIA	6.202	1.639,67	2.954,00	318,51
013	HOSPITAL	56.320	17.122,84	28.438,00	5.116,68
014	SPTR	106.264	12.761,62	3.959,00	2.272,52
015	CASA HOSPEDES	2.907	481,61	719,00	79,58
016	SPMA	14.420	1.767,00	2.793,50	314,66
017	BOMBEIROS	4.404	708,84	778,50	137,43
<b>TOTAIS</b>		<b>343.159</b>	<b>62.152,90</b>	<b>88.567,00</b>	<b>14.933,14</b>

Fonte: DEED/CHESF

ANEXO H – Tabela 23 – Resumo das economias com a recontratação de tarifas.

Instalações	Ações	Economia Anual (R\$)
MEMORIAL CHESF	Recontratação, como classe B3 – Comercial trifásico.	8.000,00
SPMA	Recontratação da demanda para 50 kW. ( *)	4.000,00
RESTAURANTE	Recontratação com tarifa verde , e demanda 60 kW.(*)	4.000,00
COLEPA	Recontratação da demanda para 50 kW	4.000,00
DRHP	Recontratação de demanda para 80 kW (*)	1.700,00
SPTR	Recontratação da demanda para 50 kW (*)	5.500,00
SPMT	Recontratação da demanda para 60 kW (*)	4.500,00
<b>Total</b>		<b>31.700,00</b>

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO I – Tabela 24 – Características das usinas de PA I, PA II e PA III, antes das ações de eficiência energética.**

Usina	Datas da Inauguração	Nº de Geradores	Potência Unitária (MW)	Potência Total (MW)
Paulo Afonso I ( USU )	1954	3	61	183
Paulo Afonso II - A ( USD - A )	1961	3	70	210
Paulo Afonso II - B ( USD - B )	1967	3	80	240
Paulo Afonso III ( UST )	1971	4	209	836

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO J – Tabela 25 – Retorno com as ações de eficiência energética nas usinas de PA I, PA II e PA III.**

Usinas	Itens Avaliados	Existente	Proposto	Redução	%
Usina de Paulo Afonso I	Consumo (MWh/ano)	629,91	334,71	295,2	46,86
	Potência Instalada (kW)	98,67	46,19	52,48	53,19
Usina de Paulo Afonso II	Consumo (MWh/ano)	502,58	372,15	130,42	25,95
	Potência Instalada (kW)	83,32	59,81	23,51	28,22
Usina de Paulo Afonso III	Consumo (MWh/ano)	1.341,64	596,67	744,97	55,53
	Potência Instalada (kW)	217,87	103,24	114,64	52,62
TOTAL	Consumo (MWh/ano)	2.474,13	1.303,54	1.170,59	47,31
	Potência Instalada (kW)	399,86	209,23	190,62	42,67

Fonte: DEED

**ANEXO L – Tabela 26 – Fluxo de caixa do projeto de eficiência energética da usina de Boa Esperança II.**

Ano	Economia de Energia	Substituição de Lâmpadas	Substituição de Reatores	Substituição de Luminárias	Resultados Acumulados	Payback Descontado	
0					-120.344,18		
1	21.390,69	7.589,20	5.109,34	3.049,05	37.138,28	37.138,28	N
2	20.639,12	7.589,20	5.109,34	3.049,05	36.386,71	73.524,99	N
3	19.913,95	7.589,20	5.109,34	3.049,05	35.661,54	109.186,53	N
4	19.214,26	7.589,20	5.109,34	3.049,05	34.961,85	144.148,38	4
5	18.539,15	7.589,20	5.109,34	3.049,05	34.286,74	178.435,12	5

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO M – Tabela 27 – Resultados das reduções de potência instalada e de consumo na usina Boa Esperança II.**

Ação	Potência Instalada (W)				Consumo de Energia (kWh/ano)			
	Existente	Proposto	Redução	%	Existente	Proposto	Redução	%
Iluminação (W)	66.125	44.377	21.748	32,89	167.728	103.886	63.842	38,06
Condicionamento de Ar (W)	394.072	304.441	89.631	22,74	2.129.354	1.961.521	167.833	7,88
Totais	460.197	348.818	111.379	24,20	2.297.082	2.065.407	231.675	10,09

Fonte: DEED/CHESF

**ANEXO N – Figura 2 – Estratificação do consumo de energia elétrica no prédio sede, após a eficientização.**

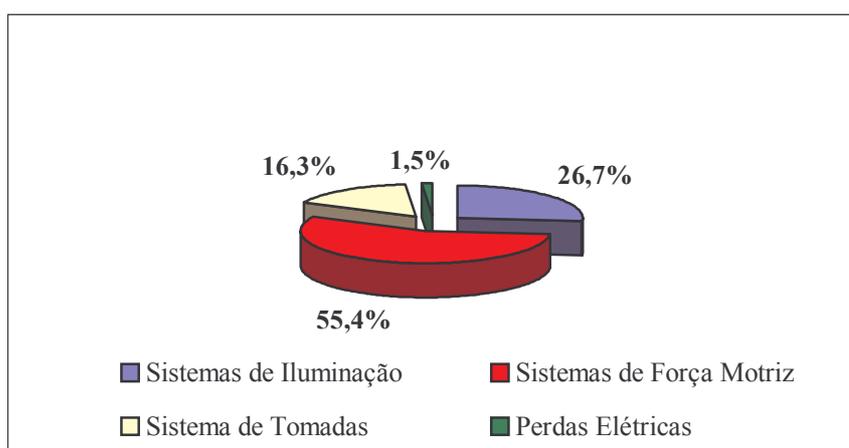


Figura: 2 Estratificação do consumo de energia elétrica do prédio sede, após a eficientização. Fonte: DEED/CHESF

## ANEXO O – Quadro resumo de preços.

<b>Resumos de Preços</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição do serviço</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>P. Unit.</b>	<b>Total</b>
001	Fornecimento e instalação de lâmpada FT8/32.	und	1.091,00	15,69	17.119,25
002	Fornecimento e instalação de reator eletrônico 2xLFT8-32W.	und	456,00	50,26	22.920,57
003	Fornecimento e instalação de reator eletrônico 1xLFT8-32W.	und	179,00	49,90	8.932,93
004	Instalação eletroduto PVC classe B 3/4"	m	624,00	2,16	1.345,84
005	Fornecimento e instalação eletroduto PVC classe B 3/4"	m	10,00	6,02	60,20
006	Instalação condutele PVC, classe B, ou Alumínio Silício tipos T,LR/LB/C/E	und	162,00	0,85	136,98
007	Fornecimento e instalação condutele PVC, classe B, tipos T/LR/LB/C/E	und	10,00	11,76	117,59
008	Fornecimento e instalação sensor de presença instalação em teto	und	10,00	92,57	925,75
009	Fornecimento e instalação interruptores simples 250V,10A	und	32,00	13,08	418,53
010	Fornecimento e instalação sensor de presença instalação em parede	und	34,00	74,04	2.517,22
011	Fornecimento e instalação lâmpada e reator VSAP70	und	157,00	98,97	15.538,92
012	Fornecimento e instalação lâmpada e reator VSAP150	und	141,00	141,26	19.917,18
013	Fornecimento e instalação lâmpada e reator VSAP250	und	109,00	191,29	20.850,81
014	Fornecimento e instalação lâmpada e reator VSAP400	und	23,00	225,56	5.187,80
015	Fornecimento e instalação luminária IP20 para uma LFT8-32W	und	179,00	43,84	7.847,74
016	Fornecimento e instalação de forro de PVC	m²	105,00	52,32	5.493,92
017	Fornecimento e instalação de luminária com refletor de alumínio CIE - A1000	und	20,00	30,60	611,99
018	Fornecimento e instalação luminária industrial c/ refletor de Al-inst. pendente	und	60,00	111,14	6.668,28
019	Fornecimento e instalação luminária industrial c/ refletor de Al-inst. em parede	und	30,00	101,54	3.046,32
020	Instalação caixa de passagem redonda 4"	und	21,00	13,95	292,88
021	Instalação projetores 1 x MVM 400W no piso dos geradores-vigas do pórtico	und	34,00	328,26	11.160,81
022	Instalação fio flexível 0,5mm²	m	7.200,00	1,46	10.534,98
023	Fornecimento e instalação de luminária 2x32 com sensor de presença	und	1,00	211,99	211,99
024	Fornecimento e instalação interruptor e acessórios nos poços das turbinas	und	6,00	57,23	343,38
025	Fornecimento e instalação quadros de comando iluminação piso geradores	und	2,00	402,55	805,09
026	Fornecimento e instalação de fio flexível 1,5mm²	m	300,00	1,18	354,89
027	Fornecimento e instalação de soquete para lâmpada fluorescente tubular	und	450,00	3,31	1.488,32
028	Fornecimento e instalação de conector macho-fêmea de alumínio-silício	und	33,00	3,52	116,13
029	Relocação de luminárias no piso 195 - hall do elevador 10	und	1,00	14,26	14,26
<i>Total Geral</i>					164.966,27

## ANEXO P – Pesquisa efetuada via e-mail junto a Gerência Regional de Operação Sul.

Perguntas - Já houve alguma ação de conservação de energia elétrica na Regional administrada por você? Em caso afirmativo, Dizer quais foram às ações?

Em que ambientes?

Respostas

- Eficientização da iluminação de quinze subestações, com troca de luminárias, lâmpadas e reatores;
- Troca das luminárias do pátio da subestação de 500kV e substituição dos equipamentos de ar - condicionados, nos prédios de comando das subestações de Camaçari, de Jardim e na usina da Pedra.

ANEXO Q – Pesquisa efetuada via e-mail junto a Gerência Regional de Sobradinho.

Perguntas - Já houve alguma ação de conservação de energia elétrica na Regional administrada por você? Em caso afirmativo,

Dizer quais foram às ações?

Em que ambientes?

Respostas

- Eficientização da iluminação do prédio sede, com estimativa de redução no consumo de energia elétrica em torno de 25%;
- Eficientização da iluminação da crista da barragem e troca do sistema de ar-condicionado;
- Eficientização da iluminação dos pátios das subestações de Sobradinho e de Bom Jesus da Lapa.

ANEXO R – Pesquisa efetuada via e-mail junto a Administração Regional de Salvador.

Perguntas - Já houve alguma ação de conservação de energia elétrica na Regional administrada por você? Em caso afirmativo,

Dizer quais foram às ações?

Em que ambientes?

Respostas

- Eficientização da iluminação interna dos prédios e anexos do complexo de Pituáçu.

#### ANEXO S – Pesquisa efetuada via e-mail junto a Gerência Regional de Operação Norte

Perguntas - Já houve alguma ação de conservação de energia elétrica na Regional administrada por você? Em caso afirmativo,

Dizer quais às ações?

Em que ambientes?

Respostas

- Eficientização da iluminação interna, externa e dos sistemas de ar - condicionados;
- Colocação de interruptores individualizados nas áreas internas, com acendimento/apagamento automático das lâmpadas de uso noturno, através de células foto-elétricas;
- Acendimento escalonado das lâmpadas e holofotes nas subestações que permanecem ligadas à noite.

#### ANEXO T – Pesquisa efetuada via e-mail junto a Gerência Regional de Operação Leste.

Perguntas - Já houve alguma ação de conservação de energia elétrica na Regional administrada por você? Em caso afirmativo,

Dizer quais foram às ações?

Em que ambientes?

Respostas

- Eficientização do sistema de ar - condicionado em quatro subestações;
- Eficientização da iluminação nos pátios de cinco subestações e;
- Eficientização em 100% da iluminação interna em três subestações.