

Estrutura e Conteúdo do Guia de M&V para o PEE

Elaborado por:



Agenor Gomes Pinto Garcia

Agenor Gomes Pinto Garcia

Para:

**Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Outubro.2012

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Programa
Energia
Brasileiro-
Alemão

ANEEL
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Estrutura e Conteúdo do Guia de M&V para o PEE

Elaborado por: Agenor Gomes Pinto Garcia

Autores: Agenor Gomes Pinto Garcia

Para: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Programa: Programa Energia, GIZ Brasil

Nº do Programa: 2007.2189.4-001.00 (Contrato 83123378)

Coordenação: Sebastian Schreier (GIZ), [sebastian.schreier@giz.de]
Sheyla Maria das Neves Damasceno (ANEEL)
[sdamasceno@aneel.gov.br]

Outubro.2012

Informações Legais

1. Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.
2. A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

Conteúdo

Conteúdo	III
Introdução.....	1
1 Estrutura do “Guia de M&V”	1
2 Plano de M&V.....	2
2.1 Objetivo da AEE	2
2.1.1 Descrição da AEE	2
2.1.2 Resultado pretendido.....	2
2.1.3 Verificação operacional.....	2
2.1.4 Alterações planejadas.....	3
2.2 Opção do PIMVP e fronteira de medição.....	3
2.2.1 Variáveis independentes.....	3
2.2.2 Fronteira de medição	3
2.2.3 Efeitos interativos.....	4
2.2.4 Fatores estáticos.....	4
2.2.5 Opção do PIMVP	4
2.3 Período, energia e condições de referência	4
2.3.1 Período de referência	4
2.3.2 Energia e condições de referência	4
2.4 Período de determinação da economia	4
2.5 Bases de ajuste.....	4
2.6 Procedimento de análise.....	4
2.7 Preços da energia	5
2.8 Especificações dos medidores.....	5
2.9 Responsabilidade de monitoramento.....	5
2.10 Precisão esperada	5
2.11 Orçamento.....	5
2.12 Formato do Relatório de M&V.....	5
2.13 Garantia de qualidade	5
2.14 Opção A.....	5
2.14.1 Justificativa das estimativas	5
2.14.2 Inspeções periódicas	5
2.15 Opção D	6
3 Cronograma de ações de M&V	6
4 Planilhas eletrônicas.....	6
4.1 ApAmostra – tabela de apoio para determinação de amostra.....	7
4.2 Preço	8
4.3 Projeto	9
4.4 Sistemas.....	10
4.5 Ex ante	11

4.6	Orçamento.....	11
4.7	Orçamento (PEE)	12
4.8	AmRef – Amostragem do período de referência.....	14
4.9	Referência	15
4.10	AmDetermin – Amostra do período de determinação da economia.....	16
4.11	Determin – Dados do período de determinação da economia	17
4.12	Relatório – Resultado das economias obtidas.....	18
4.13	Incerteza.....	20
5	Relatório de M&V.....	21
5.1	Dados observados durante o período de determinação da economia	21
5.2	Descrição e justificação de quaisquer correções feitas aos dados observados.....	21
5.3	Valores estimados acordados	21
5.4	Valores da energia e demanda utilizados	21
5.5	Ajustes de referência.....	21
5.6	Economia.....	21
5.7	Desvio observado em relação à avaliação <i>ex ante</i>	21
	Referências	22

Introdução

Ações de M&V (medição e verificação) de acordo com o PIMVP (EVO, 2010) – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de *Performance* – estão previstas para apurar o resultado das ações de eficiência energética (AEEs) do PEE desde a edição do Manual de 2008 e reforçadas no atual PROPEE (ANEEL, 2012). Dificuldades dadas à pequenez dos projetos e outras fazem com que estas ações sejam realizadas de modo pouco preciso e talvez insuficiente desde então. Visando corrigir este problema, a ANEEL encomendou um estudo à ABRADÉE para estabelecimento de requisitos mínimos de M&V para as ações de eficiência energética mais comuns do PEE (ICF, PUC-RJ e JORDÃO, 2011). Para detalhar, facilitar e padronizar a aplicação dessas ações, pretende-se elaborar um “Guia de M&V para o PEE”. Paralelamente, pretende-se estabelecer um roteiro para ações de médio e longo prazos para aperfeiçoamento do processo de M&V no âmbito do PEE.

Este primeiro produto - Estrutura e Conteúdo do Guia de M&V para o PEE – visa delinear a estrutura do “Guia de M&V” para posterior consolidação junto à ANEEL e elaboração do produto final.

1 Estrutura do “Guia de M&V”

O PIMVP não prescreve métodos específicos para apuração da economia de energia advinda de uma ação de gestão energética. Ao contrário, devido à multiplicidade de situações encontradas na prática, define uma estrutura de abordagem e uma terminologia que permite a sua adequação às diversas situações encontradas. Para cada situação específica, portanto, deve ser elaborado um Plano de M&V para direcionar as ações e para garantir que “todos os dados necessários para a determinação da economia estarão disponíveis após a implementação da(s) AEE(s), dentro de um orçamento aceitável” (EVO, 2010, p. 40).

O PROPEE também não restringe a atuação das distribuidoras, mas define diretrizes que devem ser aplicadas a cada situação. Algumas AEEs, assim, acabam sendo típicas da atuação do PEE podendo merecer uma maior padronização a fim de facilitar a sua execução e diminuir os custos de implantação.

Cabe, portanto, elaborar um Plano de M&V para cada AEE típica, visando reduzir os custos e esforço das distribuidoras, bem como a fiscalização da ANEEL. Também as ações de M&V devem seguir par e passo as do projeto de eficiência energética, de acordo com o PROPEE. Como resultado, deve ser apresentado um Relatório de M&V contendo a economia obtida. O “Guia de M&V” deverá então conter, para cada AEE padronizada:

- 1 Plano de M&V, conforme o Capítulo 5 do PIMVP (EVO, 2010, p. 40)
- 2 Cronograma de Ações de M&V, correlacionando o Plano de M&V com as etapas de um projeto do PEE (PROPEE Módulo VIII – Figura 1, p. 7 – ANEEL, 2012)
- 3 Planilhas eletrônicas para registro de dados e medições, cálculo dos resultados e formatação de tabelas para integrar o Plano e Relatório de M&V
- 4 Relatório de M&V, conforme o Capítulo 6 do PIMVP (EVO, 2010, p. 47) e o Módulo VIII do PROPEE (ANEEL, 2012).

2 Plano de M&V

Para cada AEE padrão, será elaborado um Plano de M&V, dividido em duas partes: a primeira, comum a todos, com a parte descritiva do projeto. A segunda, com os dados e informações característicos de cada projeto, permitindo assim a otimização do material gerado.

2.1 Objetivo da AEE

2.1.1 Descrição da AEE

2.1.1.1 Identificação do projeto

Distribuidora
Projeto nº
Instituição hóspede
CNPJ
Endereço
Contatos
Telefones
E-mails

2.1.1.2 Ação de eficiência energética

Uso final
Abrangência
Ações

2.1.2 Resultado pretendido

Frases típicas como: “reduzir o consumo e a demanda no horário de ponta de energia elétrica em iluminação, com a troca de luminárias por unidades eficientes e a instalação de sensores de presença nos escritórios e oficinas. Esta redução deverá ser acompanhada por um programa de gestão energética a ser implantado”.

2.1.3 Verificação operacional¹

Consiste na verificação de que as AEEs foram executadas e operam de forma adequada, e têm o potencial de produzir as economias. A verificação operacional envolve inspeções, testes de desempenho operacional e/ou análise de tendências de dados e deve ser executada antes da apuração das economias propriamente dita. Os métodos utilizados podem ser os da Tabela 1.

¹ O conceito de “verificação operacional” foi melhor definido na versão de 2012 do PIMVP, em fase de tradução para o português do Brasil (outubro.2012), da qual a Tabela 1 e demais conceitos foram extraídos.

Tabela 1 – Métodos de verificação operacional

Método de verificação operacional	AEE típica a aplicar	Atividades
Inspeção visual	A AEE, quando corretamente executada, produzirá os resultados previstos; não é possível a medição direta da <i>performance</i> . Exemplo: isolamento das paredes, troca de janelas.	Ver e verificar execução física da AEE
Medições instantâneas em amostra	A <i>performance</i> da AEE pode ser diferente das especificações publicadas com base em detalhes da instalação ou da carga componente. Exemplos: luminárias, lâmpadas, reatores, ventiladores, bombas.	Medir de forma individual ou múltipla os parâmetros-chave do consumo em uma amostra representativa das AEEs executadas.
Teste de curto prazo da <i>performance</i>	A <i>performance</i> da AEE pode variar dependendo da carga efetiva, dos controles e/ou da interrelação dos componentes. Exemplos: Sensores de luminosidade, controles dimerizados, ventiladores com velocidade variável, ventilação com controle de demanda.	Testar a funcionalidade e o controle apropriado. Medir os parâmetros-chave do consumo . Pode envolver a execução de testes para conhecer a operação do componente em toda sua faixa ou adquirir dados por um intervalo de tempo suficiente para caracterizar a operação em toda sua faixa.
Acompanhamento da lógica do controle ou da tendência dos dados	A <i>performance</i> da AEE pode variar dependendo da carga efetiva e dos controles. Os componentes ou o sistema estão sendo monitorados e controlados pelo Sistema Automático do Edifício ou podem ser monitorados por medidores independentes.	Estabelecer as tendências e rever os dados e/ou a lógica do controle. As medições podem durar alguns dias ou semanas, dependendo do período necessário para caracterizar a operação em toda sua faixa.

2.1.4 Alterações planejadas

Alterações que possam ocorrer em relação ao definido no período de referência devem ser registradas.

2.2 Opção do PIMVP e fronteira de medição

2.2.1 Variáveis independentes

Definir as variáveis independentes que serão usadas (medidas ou estimadas) para explicar a variação da energia.

2.2.2 Fronteira de medição

Descrever a localização dos medidores para medir a energia e as variáveis independentes, que definem a fronteira de medição a ser usada e isolam os fluxos de energia que afetam o desempenho da AEE.

2.2.3 Efeitos interativos

Definir os efeitos da AEE fora da fronteira de medição e como serão considerados.

2.2.4 Fatores estáticos

Definir os fatores estáticos que podem mudar o padrão de uso da energia e que deverão ser acompanhados nos estudos de longo prazo. Como os períodos de referência e determinação definidos para o PEE são muito curtos, há que se definir variáveis que permitam projetar a economia por um período mais longo. Além disso, há variações entre as diversas instalações consumidoras em um mesmo projeto (caso dos domicílios de baixa renda), o que torna necessário o acompanhamento de algumas variáveis que permitam projetar corretamente os resultados da amostra para a população.

2.2.5 Opção do PIMVP

Baseado na forma de medição da energia e variáveis independentes, nos dados disponíveis e nos cálculos das economias, definir a Opção do PIMVP a ser usada, justificando a decisão.

2.3 Período, energia e condições de referência

2.3.1 Período de referência

Indicar o período em que foram feitas as medições da energia e condições (variáveis independentes) de referência.

2.3.2 Energia e condições de referência

Dados medidos de energia (incluindo demanda e o que mais se aplicar) e variáveis independentes no período de referência. Valores de estimativas e justificativas (para a Opção A – ver item 2.14.1 abaixo). Fatores estáticos que serão acompanhados, incluindo registros através de fotos. Descrição de quaisquer condições que estejam abaixo do requerido por norma. Inventário dos equipamentos dentro da fronteira de medição. Práticas de funcionamento e manutenção.

2.4 Período de determinação da economia

Indicar o(s) período(s) em que serão feitas as medições para determinação das economias (energia e variáveis independentes).

2.5 Bases de ajuste

Indicar o conjunto de condições ao qual os valores de energia medidos serão ajustados. Para o PEE, afim de facilitar comparações entre os projetos, serão definidas sempre que possível “condições normalizadas”.

2.6 Procedimento de análise

Especificar os modelos matemáticos, seus termos, unidades e faixas de variação, usados no cálculo da economia. Estes modelos deverão estar implantados nas planilhas eletrônicas. No caso do PEE, haverá também modelos que permitam a extrapolação dos resultados do período de determinação curto para o horizonte da vida útil dos equipamentos que for considerado, bem como da amostra medida para a população beneficiada pelo projeto.

2.7 Preços da energia

Indicar os preços que valorarão as economias obtidas, segundo os critérios apresentados no PROPEE, Módulo VII (ANEEL, 2012). Em princípio, serão apresentados dois cálculos: do ponto de vista do sistema elétrico, com os custos evitados de expansão, que servirá para análise do projeto, e do ponto de vista do consumidor, para se construírem estatísticas dos benefícios auferidos pelo programa.

2.8 Especificações dos medidores

Especificar em cada ponto de medição (não da distribuidora): tipo de medidor, fabricante, modelo, precisão, rotina de calibração, método de leitura e controle de qualidade, verificação operacional, forma de tratamento dos dados perdidos.

2.9 Responsabilidade de monitoramento

Definir o responsável por coletar e registrar os dados de medição de energia e variáveis independentes durante o período de determinação da economia.

2.10 Precisão esperada

Avaliar a precisão esperada associada à medição, amostragem e modelagem. Em princípio, cada etapa do processo de obtenção de dados deverá perseguir uma meta “95/10”, ou seja, 10% de precisão a 95% de confiabilidade. Deverá ser apurado o reflexo de todos os erros no cálculo da economia.

2.11 Orçamento

Definir os recursos e custos associados para a determinação da economia.

2.12 Formato do Relatório de M&V

Para cada AEE típica, será definido um Relatório típico.

2.13 Garantia de qualidade

Procedimentos para garantir a fidelidade dos dados e análises utilizados para a determinação da economia.

2.14 Opção A

No caso da Opção A, alguns tópicos adicionais devem ser apresentados, como abaixo.

2.14.1 Justificativa das estimativas

Apresentar os valores estimados, explicar sua origem, avaliar o impacto na economia.

2.14.2 Inspeções periódicas

No PEE, as inspeções deverão ser feitas através dos estudos de longo prazo.

2.15 Opção D

Nome e versão do software, dados de entrada e saída, dados medidos e estimados, calibração, precisão obtida.

3 Cronograma de ações de M&V

O desenrolar das ações de M&V está previsto para acontecer no PEE segundo a Figura 1.

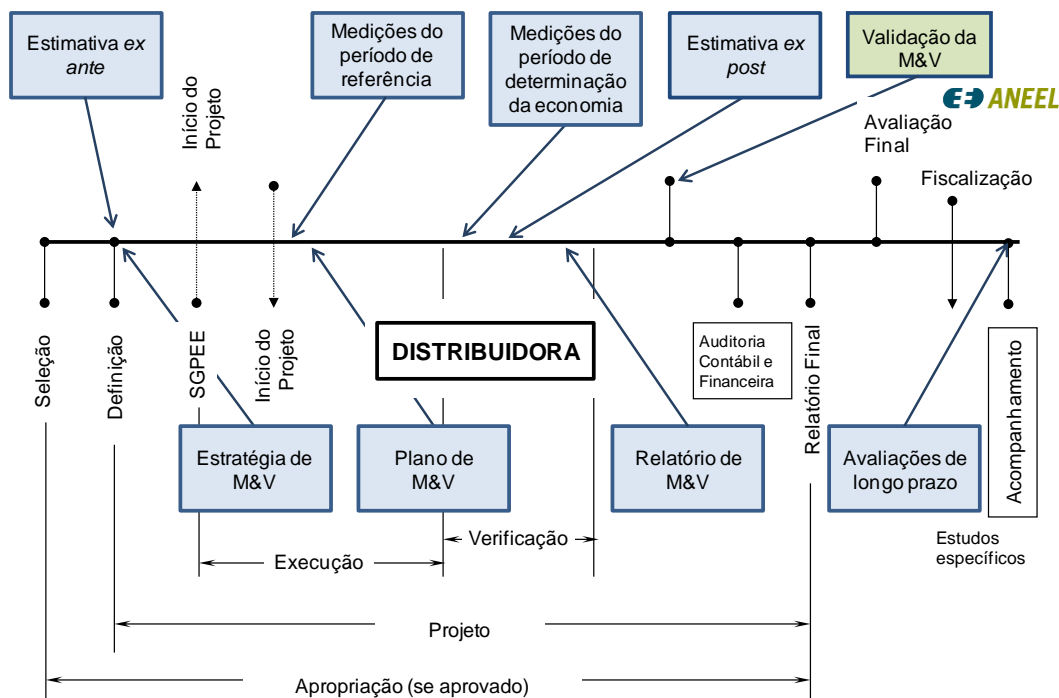


Figura 1 – Ações de M&V e dos projetos do PEE

Deverá ser elaborado um descritivo pormenorizado das ações que devem ser executadas a cada passo e seus produtos. Por exemplo, a estimativa *ex ante* deve seguir o procedimento descrito no Módulo VII, que deverá integrar a planilha eletrônica.

4 Planilhas eletrônicas

Para cada AEE padronizada será elaborado um arquivo em *Excel*[®] contendo as planilhas cujas imagens são apresentadas a seguir. Os campos marcados em verde devem ser preenchidos a cada projeto.

4.1 ApAmostra – tabela de apoio para determinação de amostra

Contém a tabela da NBR 5426 mencionada no documento da ABRADDEE (ICF, 2011) para apoio na determinação do tamanho das amostras a utilizar para medição.



TABELAS DE APOIO PARA AMOSTRAGEM

NBR 5426

Início	Fim	Amostra
2	8	2
9	15	2
16	25	3
26	50	5
51	90	5
91	150	8
151	280	13
281	500	20
501	1.200	32
1.201	3.200	50
3.201	10.000	80
10.001	35.000	125
35.001	150.000	200
150.001	500.000	315
500.001		500

Figura 2 – Imagem da planilha “ApAmostra”

4.2 Preço

Contém os dados para o cálculo dos preços unitários de energia e demanda segundo o Módulo VII do PROPEE (ANEEL, 2012).

		PREÇOS DA ENERGIA		$F_p = k \times F_c + (1 - k) \times F_c^2$						
			Sistema	Consumidor	Fator de carga	LP	LE1	LE2	LE3	LE4
C1	Custo unitário da demanda no horário de ponta	R\$/kW.mês	15,00	17,00	0,3	0,25	0,27315	0,19121	0,35166	0,24832
C2	Custo unitário da demanda no horário fora de ponta	R\$/kW.mês	5,00	6,00	0,35	0,2809	0,28494	0,19946	0,52026	0,36738
C3	Custo unitário da energia no horário de ponta de períodos secos	R\$/MWh	170,00	190,00	0,4	0,3136	0,29727	0,20809	0,71014	0,50146
C4	Custo unitário da energia no horário de ponta de períodos úmidos	R\$/MWh	150,00	160,00	0,45	0,3481	0,31014	0,2171	0,9213	0,65057
C5	Custo unitário da energia no horário fora de ponta de períodos secos	R\$/MWh	25,00	27,00	0,5	0,3844	0,32355	0,22649	1,15375	0,81472
C6	Custo unitário da energia no horário fora de ponta de períodos úmidos	R\$/MWh	23,00	25,00	0,55	0,4225	0,3375	0,23625	1,40748	0,99389
FC	Fator de carga do segmento elétrico imediatamente a montante daquele considerado ou que sofreu a intervenção, ou ainda, na falta deste, admitir-se-á o médio da distribuidora dos últimos 12 meses	1	0,50	0,50	0,6	0,4624	0,35199	0,24639	1,68249	1,18808
LP	Constante de perda de demanda no posto fora de ponta, considerando 1kW de perda de demanda no horário de ponta	1	0,3844	0,3844	0,65	0,5041	0,3695	0,25865	1,97632	1,39557
LE1	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta	1	0,3236	0,3236	0,7	0,5476	0,38516	0,26961	2,29381	1,61977
LE2	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta	1	0,2265	0,2265	$CEE = \frac{(C_3 \times LE_1) + (C_4 \times LE_2) + (C_5 \times LE_3) + (C_6 \times LE_4)}{LE_1 + LE_2 + LE_3 + LE_4}$					
LE3	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos secos considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta	1	1,1538	1,1538						
LE4	Constante de perda de energia no posto de ponta de períodos úmidos considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta	1	0,8147	0,8147						
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh	125,26	136,95						
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano	203,06	231,68	$CED = (12 \times C_1) + (12 \times C_2 \times LP)$					
	Taxa de desconto	% aa	8,0%							

Figura 3 – Imagem da planilha “Preço”

4.3 Projeto

Contém os dados gerais do projeto em questão.


	<p>MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO (M&V)</p>
Tipo	<input type="text"/>
Distribuidora	<input type="text"/>
Projeto nº	<input type="text"/>
Data	<input type="text"/>
Identificação do Projeto	
Instituição hóspede	<input type="text"/>
CNPJ	<input type="text"/>
Endereço	<input type="text"/>
Contatos	<input type="text"/>
Telefones	<input type="text"/>
E-mails	<input type="text"/>
Ação de eficiência energética	
Uso final	<input type="text"/>
Abrangência	<input type="text"/>
Ações	<input type="text"/>
Variáveis independentes (longo prazo)	

Figura 4 – Imagem da planilha “Projeto”

4.4 Sistemas

Contém a divisão do projeto em “sistemas” que serão usados para fins de orçamento, amostragem e contabilização dos resultados parciais. Um “sistema” consiste em geral de um conjunto de equipamentos iguais que serão implementados, por exemplo, lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W funcionando em salas (com um regime definido de funcionamento). Na Figura 5, é apresentado um exemplo de iluminação.

PEE PROGRAMA DE Eficiência Energética ANEEL

SISTEMAS

	Sistema	Lâmpada existente	Lâmpada proposta	Quantidade referência	Quantidade determinação	Horas funcionamento/ano	FCP
1	INC 40 W SALAS	INC 40 W	FLC 25 W	280	280	1095	0,7
2	INC 60 W SALAS	INC 60 W	FLC 30 W	420	420	2000	0,8
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Figura 5 – Imagem da planilha “Sistemas”

4.5 Ex ante

Esta planilha efetua os cálculos da estimativa *ex ante*, conforme o Módulo IV do PROPEE (ANEEL, 2012). O exemplo é de um projeto de iluminação.



AVALIAÇÃO EX ANTE

		SISTEMA ATUAL		TOTAL		
		INC 40 W SALAS	INC 60 W SALAS		Sistema R\$	Consumidor R\$
1	Tipo de lâmpada	INC 40 W	INC 60 W			
2	Potência (lâmpada + reator) (W)	40,0	60,0			
3	Quantidade	280	420	700		
4	Potência Instalada (kW)	11,2	25,2	36,4		
5	Funcionamento (h/ano)	1.095	2.000			
6	FCP (fator de coincidência na ponta)	0,7	0,8			
7	Energia Consumida (MWh/ano)	12,3	50,4	62,7		
8	Demanda média na ponta (kW)	7,8	20,2	28,0		
SISTEMA PROPOSTO						
10		INC 40 W SALAS	INC 60 W SALAS	TOTAL		
11	Tipo de lâmpada	FLC 25 W	FLC 30 W			
12	Potência (lâmpada + reator) (W)	25,0	30,0			
13	Quantidade	280	420	700		
14	Potência Instalada (kW)	7,0	12,6	19,6		
15	Funcionamento (h/ano)	1.095	2.000			
16	FCP (fator de coincidência na ponta)	0,7	0,8			
17	Energia Consumida (MWh/ano)	7,7	25,2	32,9		
18	Demanda média na ponta (kW)	4,9	10,1	15,0		
RESULTADOS ESPERADOS						
20		INC 40 W SALAS	INC 60 W SALAS	TOTAL	Sistema R\$	Consumidor R\$
21	Redução de Demanda na Ponta (kW)	2,9	10,1	13,0	2.643,89	3.016,43
22	Redução de Demanda na Ponta (%)	38%	50%	47%		
23	Energia Economizada (MWh/ano)	4,6	25,2	29,8	3.732,66	4.081,02
24	Energia Economizada (%)	38%	50%	48%		
				TOTAL	6.376,55	7.097,45

Figura 6 – Imagem da planilha “Ex ante”

4.6 Orçamento

Esta planilha reúne os dados do investimento para análise da sua rentabilidade. Considera os dados totais de investimento (a parcela que cabe ao PEE será analisada em seguida) e realiza os cálculos previsto no Módulo VII do PROPEE (ANEEL, 2012).

PEE PROGRAMA DE Eficiência Energética ANEEL										ORÇAMENTO E RCB					
										Excedente		1%	9%		
										Previsto	38.300,00	2.854,65	Realizado	38.580,00	3.099,13
Item	Aplicação	Sistema	Descrição	Horas	Anos	Quantidade	Preço unitário	Preço total	Custo anual	Quantidade2	Preço unitário3	Preço total4	Custo anual.5		
1	Equipamentos	1	Lâmpadas	8.000	7,3	280	10,00	2.800,00	520,82	280	12,00	3.360,00	624,99		
2	Equipamentos	1	Reatores e luminárias	20.000	18,3	280	15,00	4.200,00	445,15	280	16,00	4.480,00	474,83		
3	Serviços	1	Instalação			280	15,00	4.200,00		280	17,00	4.760,00			
4	Equipamentos	2	Lâmpadas	10.000	9,1	420	15,00	6.300,00	998,37	420	18,00	7.560,00	1.198,04		
5	Equipamentos	2	Reatores e luminárias	20.000	18,3	420	20,00	8.400,00	890,30	420	18,00	7.560,00	801,27		
6	Serviços	2	Instalação			420	20,00	8.400,00		420	18,00	7.560,00			
7	Serviços	Geral	Medidores			1	1.000,00	1.000,00		1	800,00	800,00			
8	Serviços	Geral	M&V			1	3.000,00	3.000,00		1	2.500,00	2.500,00			
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

Figura 7 – Imagem da planilha “Orçamento” (parte 1)

A segunda parte da planilha considera a análise da rentabilidade do projeto.

PEE PROGRAMA DE Eficiência Energética ANEEL										RENTABILIDADE EX ANTE (TOTAL)				
Previsto total										Sistema	1	2	Geral	Total
Equipamentos											7.000,00	14.700,00	-	21.700,00
Serviços											4.200,00	8.400,00	4.000,00	16.600,00
Rateio (Geral)											1.290,32	2.709,68	4.000,00	4.000,00
Total											12.490,32	25.809,68		38.300,00
Previsto anualizado										Sistema	1	2		Total
Equipamentos											965,98	1.888,67		2.854,65
Serviços											738,95	1.444,79		2.183,74
Total											1.704,92	3.333,46		5.038,39
Realizado total										Sistema	1	2	Geral	Total
Equipamentos											7.840,00	15.120,00	-	22.960,00
Serviços											4.760,00	7.560,00	3.300,00	15.620,00
Rateio (Geral)											1.126,83	2.173,17	3.300,00	3.300,00
Total											13.726,83	24.853,17		38.580,00
Realizado anualizado										Sistema	1	2		Total
Equipamentos											1.099,82	1.999,31		3.099,13
Serviços											748,22	1.360,16		2.108,38
Total											1.848,04	3.359,48		5.207,51
Ótica do sistema										Custo total	5.038,39			
										Benefício	6.376,55			
										RCB <i>ex ante</i>	0,79			
Ótica do consumidor										Custo total	5.038,39			
										Benefício	7.097,45			
										RCB <i>ex ante</i>	0,71			

3%

Figura 8 – Imagem da planilha “Orçamento” (parte 2)

4.7 Orçamento (PEE)

A planilha “PEE” considera a análise da parcela dos gastos coberta pelo PEE.



ORÇAMENTO E RCB (PEE)

			Excedente	
Previsto	30.640,00	2.283,72	Realizado	30.864,00
				2.479,31

Item	Aplicação	Sistema	Descrição	Preço total	% PEE	Custo PEE	Custo anual. PEE	Preço total2	% PEE3	Custo PEE4	Custo anual. PEE5
1	Equipamentos	1	Lâmpadas	2.800,00	80%	2.240,00	416,66	3.360,00	80%	2.688,00	499,99
2	Equipamentos	1	Reatores e luminárias	4.200,00	80%	3.360,00	356,12	4.480,00	80%	3.584,00	379,86
3	Serviços	1	Instalação	4.200,00	80%	3.360,00		4.760,00	80%	3.808,00	
4	Equipamentos	2	Lâmpadas	6.300,00	80%	5.040,00	798,70	7.560,00	80%	6.048,00	958,43
	Equipamentos	2	Reatores e luminárias	8.400,00	80%	6.720,00	712,24	7.560,00	80%	6.048,00	641,02
5	Serviços	2	Instalação	8.400,00	80%	6.720,00		7.560,00	80%	6.048,00	
6	Serviços	Geral	Medidores	1.000,00	80%	800,00		800,00	80%	640,00	
7	Serviços	Geral	M&V	3.000,00	80%	2.400,00		2.500,00	80%	2.000,00	
8				-	-	-	-	-	-	-	-
9				-	-	-	-	-	-	-	-
10				-	-	-	-	-	-	-	-
11				-	-	-	-	-	-	-	-
12				-	-	-	-	-	-	-	-
13				-	-	-	-	-	-	-	-
14				-	-	-	-	-	-	-	-
15				-	-	-	-	-	-	-	-
16				-	-	-	-	-	-	-	-
17				-	-	-	-	-	-	-	-
18				-	-	-	-	-	-	-	-
19				-	-	-	-	-	-	-	-
20				-	-	-	-	-	-	-	-
21				-	-	-	-	-	-	-	-
22				-	-	-	-	-	-	-	-
23				-	-	-	-	-	-	-	-
24				-	-	-	-	-	-	-	-
25				-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 9 – Imagem da planilha PEE (Parte 1)



RENTABILIDADE EX ANTE (PEE)

Previsto total

Sistema	1	2	Geral	Total
Equipamentos	5.600,00	11.760,00	-	17.360,00
Serviços	3.360,00	6.720,00	3.200,00	13.280,00
Rateio (Geral)	1.032,26	2.167,74	3.200,00	3.200,00
Total	9.992,26	20.647,74		30.640,00

Previsto anualizado

Sistema	1	2	Total
Equipamentos	772,78	1.510,94	2.283,72
Serviços	591,16	1.155,83	1.746,99
Total	1.363,94	2.666,77	4.030,71

Realizado total

Sistema	1	2	Geral	Total
Equipamentos	6.272,00	12.096,00	-	18.368,00
Serviços	3.808,00	6.048,00	2.640,00	12.496,00
Rateio (Geral)	901,46	1.738,54	2.640,00	2.640,00
Total	10.981,46	19.882,54		30.864,00

Realizado anualizado

Sistema	1	2	Total
Equipamentos	879,85	1.599,45	2.479,31
Serviços	598,58	1.088,13	1.686,71
Total	1.478,43	2.687,58	4.166,01

3%

Ótica do sistema

Custo total	4.030,71
Benefício	6.376,55
RCB <i>ex ante</i>	0,63

Ótica do consumidor

Custo total	4.030,71
Benefício	7.097,45
RCB <i>ex ante</i>	0,57

4.8 AmRef – Amostragem do período de referência

Esta planilha ajuda o dimensionamento da amostra do período de referência, para os diversos “Sistemas” considerados, e verifica se a precisão desejada foi alcançada.



AMOSTRAGEM DO PERÍODO DE REFERÊNCIA

Sistema	INC 40 W SALAS		INC 60 W SALAS	
Unidades beneficiadas	280		420	
NBR 5426	13		20	
z (95%)	1,64	95%	1,64	95%
e (meta de precisão)	10%		10%	
cv estimado	0,5		0,5	
n0	68		68	
n	54		58	
Análise dos resultados				
Amostra realizada	20		45	
Média	42,6	W	55,7	W
Desvio padrão amostral	11,8	W	10,7	W
cv calculado	0,28		0,19	
e (precisão encontrada)	10%		5%	
Distribuição temporal				
	Disponibilidade	Amostras	Disponibilidade	Amostras
Janeiro				
Fevereiro	1	3		
Março	1	3		
Abril	1	3	1	7
Maio	1	3	1	7
Junho	1	3	1	7
Julho	1	3	1	7
Agosto			1	7
Setembro			1	7
Outubro				
Novembro				
Dezembro				
	6	18	6	42
	Resto	2	Resto	3

Figura 10 – Imagem da planilha “AmRef”

4.9 Referência

Esta planilha contém os dados do período de referência, inclusive medições de energia e variáveis independentes.

		ENERGIA DO PERÍODO DE REFERÊNCIA					
Sistema		INC 40 W SALAS			INC 60 W SALAS		
Número de amostras		20			45		
Potência							
Média		42,6 W			55,7 W		
Desvio padrão		11,8 W			10,7 W		
CV		0,28			0,19		
Erro padrão		2,6 W			1,6 W		
Incerteza		5,5 W			3,2 W		
Demanda							
FCP		0,7			0,8		
Medições							
Datas	Início	05/09/2012			Término 12/09/2012		
Medidores							
Última calibração	Data	04/05/2012			Validade 04/05/2013		
Precisão medidor	%VM	dms	Valor dms	%VM	dms	Valor dms	
	1%	2	1	1%	2	1	
Valores medidos							
	Equip.	Data hora	W	Equip.	Data hora	W	
	1	05/09/2012 14:30	59	1	07/09/2012 10:30	74	
	2	05/09/2012 14:45	32	2	07/09/2012 10:45	72	
	3	05/09/2012 15:00	18	3	07/09/2012 11:00	74	
	4	05/09/2012 15:15	46	4	07/09/2012 11:15	72	
	5	05/09/2012 15:30	46	5	07/09/2012 11:30	71	
	6	05/09/2012 15:45	47	6	07/09/2012 11:45	67	
	7	05/09/2012 16:00	45	7	07/09/2012 12:00	65	
	8	05/09/2012 16:15	29	8	07/09/2012 12:15	59	
	9	05/09/2012 16:30	53	9	07/09/2012 12:30	73	
	10	05/09/2012 16:45	47	10	07/09/2012 12:45	67	
	11	05/09/2012 17:00	38	11	07/09/2012 13:00	58	
	12	05/09/2012 17:15	39	12	07/09/2012 13:15	59	
	13	05/09/2012 17:30	49	13	07/09/2012 13:30	59	
	14	05/09/2012 17:45	64	14	07/09/2012 13:45	74	
	15	05/09/2012 18:00	55	15	07/09/2012 14:00	76	
	16	05/09/2012 18:15	53	16	07/09/2012 14:15	63	
	17	05/09/2012 18:30	23	17	07/09/2012 14:30	63	
	18	05/09/2012 18:45	39	18	07/09/2012 14:45	49	
	19	05/09/2012 19:00	34	19	07/09/2012 15:00	44	
	20	05/09/2012 19:15	36	20	07/09/2012 15:15	56	
				21	07/09/2012 15:30	56	
				22	07/09/2012 15:45	56	
				23	07/09/2012 16:00	55	
				24	07/09/2012 16:15	54	
				25	07/09/2012 16:30	54	
				26	07/09/2012 16:45	53	
				27	07/09/2012 17:00	52	
				28	07/09/2012 17:15	52	
				29	07/09/2012 17:30	51	
				30	07/09/2012 17:45	50	
				31	07/09/2012 18:00	50	
				32	07/09/2012 18:15	49	
				33	07/09/2012 18:30	48	
				34	07/09/2012 18:45	48	
				35	07/09/2012 19:00	47	
				36	07/09/2012 19:15	46	
				37	07/09/2012 19:30	46	
				38	07/09/2012 19:45	45	
				39	07/09/2012 20:00	45	
				40	07/09/2012 20:15	44	
				41	07/09/2012 20:30	43	
				42	07/09/2012 20:45	43	
				43	07/09/2012 21:00	42	
				44	07/09/2012 21:15	41	
				45	07/09/2012 21:30	41	

Figura 11 – Imagem da planilha “Referência”

4.10 AmDeterm – Amostra do período de determinação da economia

Análoga à planilha AmRef, contém os dados e cálculos para auxiliar na determinação da amostra do período de determinação da economia.

Grupo amostral	1 a 2 SM		2 a 3 SM	
Unidades beneficiadas	280		420	
NBR 5426	13		20	
z (95%)	1,64	95%	1,64	95%
e (meta de precisão)	10%		10%	
cv estimado	0,5		0,5	
n0	68		68	
n	54		58	
Análise dos resultados				
Amostra realizada	18		40	
Média	24,1	W	32,4	W
Desvio padrão amostral	5,8	W	10,1	W
cv calculado	0,24		0,31	
e (precisão encontrada)	9%		8%	
Distribuição temporal				
	Disponibilidade		Disponibilidade	
	Amostras		Amostras	
Janeiro				
Fevereiro	1	3		
Março	1	3		
Abril	1	3	1	6
Maio	1	3	1	6
Junho	1	3	1	6
Julho	1	3	1	6
Agosto			1	6
Setembro			1	6
Outubro				
Novembro				
Dezembro				
	6	18	6	36
	Resto	0	Resto	4

Figura 12 – Imagem da planilha “AmDeterm”

4.11 Determ – Dados do período de determinação da economia

Dados do período de determinação da economia.


		POTÊNCIA DO PERÍODO DE DETERMINAÇÃO DA ECONOMIA						
Sistema		INC 40 W SALAS			INC 60 W SALAS			
Número de amostras		18			40			
Vida útil								
Horas		10.000			8.000			
Anos		9,1			4,0			
Potência								
Média		24,1			W	32,4		W
Desvio padrão		5,8			W	10,1		W
Erro padrão		1,4			W	1,6		W
Incerteza		2,9			W	3,2		W
Medições								
Datas	Início	05/10/2012			Término	12/10/2012		
Medidores								
Última calibração	Data	04/05/2012			Validade	04/05/2013		
Precisão medidor		%VM	dms	Valor dms	%VM	dms	Valor dms	
		1%	2	1	1%	2	1	
Valores medidos								
		Equip.	Data hora	W	Equip.	Data hora	W	
		1	05/10/2012 10:00	29	1	07/10/2012 08:45	49	
		2	05/10/2012 10:15	22	2	07/10/2012 09:00	47	
		3	05/10/2012 10:30	10	3	07/10/2012 09:15	49	
		4	05/10/2012 10:45	26	4	07/10/2012 09:30	47	
		5	05/10/2012 11:00	26	5	07/10/2012 09:45	46	
		6	05/10/2012 11:15	27	6	07/10/2012 10:00	42	
		7	05/10/2012 11:30	25	7	07/10/2012 10:15	40	
		8	05/10/2012 11:45	19	8	07/10/2012 10:30	34	
		9	05/10/2012 12:00	33	9	07/10/2012 10:45	48	
		10	05/10/2012 12:15	27	10	07/10/2012 11:00	42	
		11	05/10/2012 12:30	18	11	07/10/2012 11:15	33	
		12	05/10/2012 12:45	19	12	07/10/2012 11:30	34	
		13	05/10/2012 13:00	29	13	07/10/2012 11:45	34	
		14	05/10/2012 13:15	34	14	07/10/2012 12:00	49	
		15	05/10/2012 13:30	25	15	07/10/2012 12:15	51	
		16	05/10/2012 13:45	23	16	07/10/2012 12:30	38	
		17	05/10/2012 14:00	23	17	07/10/2012 12:45	38	
		18	05/10/2012 14:15	19	18	07/10/2012 13:00	24	
					19	07/10/2012 13:15	19	
					20	07/10/2012 13:30	31	
					21	07/10/2012 13:45	31	
					22	07/10/2012 14:00	31	
					23	07/10/2012 14:15	30	
					24	07/10/2012 14:30	29	
					25	07/10/2012 14:45	29	
					26	07/10/2012 15:00	28	
					27	07/10/2012 15:15	27	
					28	07/10/2012 15:30	27	
					29	07/10/2012 15:45	26	
					30	07/10/2012 16:00	25	
					31	07/10/2012 16:15	25	
					32	07/10/2012 16:30	24	
					33	07/10/2012 16:45	23	
					34	07/10/2012 17:00	23	
					35	07/10/2012 17:15	22	
					36	07/10/2012 17:30	21	
					37	07/10/2012 17:45	21	
					38	07/10/2012 18:00	20	
					39	07/10/2012 18:15	20	
					40	07/10/2012 18:30	19	

Figura 13 – Imagem da planilha “Determ”

4.12 Relatório – Resultado das economias obtidas

Planilha que apresenta os resultados finais do projeto, como previsto no Módulo VIII do PROPEE (ANEEL, 2012). A imagem da planilha está dividida em duas partes.



RELATÓRIO DE M&V

Sistema	INC 40 W SALAS		INC 60 W SALAS	
Unidades beneficiadas	280		420	
Potência referência	42,6	W	55,7	W
Potência determinação	24,1	W	32,4	W
Tempo funcionamento	1.095	horas/ano	2.000	horas/ano
Economia energia				
Energia - Sistemas	5,7	MWh/ano	19,6	MWh/ano
Energia - total	25,22	MWh/ano		
RDP - Sistemas	3,62	kW	7,82	kW
RDP - Total	11,44	kW		
Economia monetária (ótica do sistema)				
Energia	710,07	R\$/ano	2.448,96	R\$/ano
RDP	735,87	R\$/ano	1.588,03	R\$/ano
Total	1.445,93	R\$/ano	4.036,98	R\$/ano
Projeto	5.482,92	R\$/ano		
Economia monetária (ótica do consumidor)				
Energia	776,34	R\$/ano	2.677,51	R\$/ano
RDP	839,56	R\$/ano	1.811,79	R\$/ano
Total	1.615,89	R\$/ano	4.489,30	R\$/ano
Projeto	6.105,19	R\$/ano		

Figura 14 – Imagem da planilha “Result” (Parte 1)

Investimento total				
Total anualizado	1.848,04	R\$	3.359,48	R\$
Total projeto anualizado	5.207,51	R\$		
RCB investimento total				
Sistema	1,28		0,83	
Total	0,95			
Investimento PEE				
Total anualizado	1.478,43	R\$	2.687,58	R\$
Total projeto anualizado	4.166,01			
RCB investimento PEE				
Sistema	1,02		0,67	
Total	0,76			
RCB investimento total (ótica do consumidor)				
Sistema	1,14		0,75	
Total	0,85			
RCB investimento PEE (ótica do consumidor)				
Sistema	0,91		0,60	
Total	0,68			
Diferenças ex post ex ante				
	Energia	Demanda	RCB	
	MWh	kW-mês	1	
<i>Ex ante</i>	29,8	13,0	0,63	
<i>Ex post</i>	25,2	11,4	0,76	
Diferença	4,6	1,6	-0,13	
	15%	12%	-20%	

Figura 15 – Imagem da planilha “Result” (Parte 2)

4.13 Incerteza

A planilha “Incerteza” estima as incertezas quantificáveis e sua implicação na economia final.

	INCERTEZA			
	INC 40 W SALAS		INC 60 W SALAS	
Grupo amostral				
Unidades beneficiadas	280		420	
Potência referência				
Valor médio	42,6	W	55,7	W
Incerteza medição	5,5	W	3,2	W
Incerteza amostragem	4,3	W	2,6	W
Incerteza modelagem	0	W	0	W
Incerteza total	7,0	W	4,1	W
Potência determinação				
Valor médio	24,1	W	32,4	W
Incerteza medição	2,2	W	2,3	W
Incerteza amostragem	2,2	W	2,6	W
Incerteza modelagem	0	W	0	W
Incerteza total	3,2	W	3,5	W
Potência economizada				
Potência economizada	18,5	W	23,3	W
Incerteza economia	7,7	W	5,4	W
	42%		23%	

Figura 16 – Imagem da planilha “Incerteza”

5 Relatório de M&V

Para cada AEE padrão, será igualmente, à semelhança do Plano de M&V, elaborado um Relatório de M&V padrão, de acordo com o Capítulo 6 do PIMVP (EVO, 2010), o Módulo VIII do PROPEE (ANEEL, 2012) e o próprio Plano de M&V, também dividido em duas partes, uma geral para todos os projetos de cada AEE padrão, e uma específica para cada projeto.

5.1 Dados observados durante o período de determinação da economia

Serão apresentadas as datas do período de medição, os dados de energia e demanda e respectivos valores das variáveis independentes, quando pertinente – os dados serão importados da planilha “Relatório”.

5.2 Descrição e justificação de quaisquer correções feitas aos dados observados

Dados faltantes ou outra qualquer correção feita nos dados brutos de medição.

5.3 Valores estimados acordados

Dados estimados no caso da Opção A.

5.4 Valores da energia e demanda utilizados

Preços de energia e demanda, que serão considerados conforme as regras do Módulo VII do PROPEE (ANEEL, 2012) e também do ponto de vista do consumidor.

5.5 Ajustes de referência

Apresentar cálculos de engenharia que fizeram o ajuste às novas condições, diferentes daquelas consideradas quando da elaboração do Plano de M&V. Estes são os ajustes não de rotina, quando há variação de algum fator estático. Como o período de determinação da economia definido para as ações do PEE é muito curto, dificilmente haverá necessidade de um ajuste de referência. No entanto, ajustes a melhoramentos feitos na instalação (por exemplo, adequar o nível de iluminação aos requisitos da norma) poderão ser feitos neste passo.

5.6 Economia

Valores das economias obtidas, que deverão ser calculadas em unidades de energia e monetária e sob os pontos de vista do sistema elétrico e do consumidor. Também deverão ser calculadas as RCBs considerando o investimento total e o do PEE, sob ambas as óticas.

5.7 Desvio observado em relação à avaliação *ex ante*

Considerar os desvios observados e justificá-los (a planilha eletrônica já os calcula).

Referências

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE**. 10 Módulos. Brasília – DF: ANEEL, 2012.

EVO – EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION. **Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – PIMVP** - Conceitos e Opções para a Determinação de Economias de Energia e de Água. Volume 1. EVO 10000 – 1:2010 (Br). Sofia: EVO, 2010.

GIZ - DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT. **Termo de Referência – Apoio Técnico para Elaboração do Guia de Medição e Verificação (M&V) para Projetos do Programa de Eficiência Energética**. PN – 2007.2189.4-001.00. Rio de Janeiro: GIZ, 26 set.2011.

ICF INTERNATIONAL, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (PUC-RIO), JORDÃO ENGENHARIA. **Estabelecimento de requisitos mínimos de medição e verificação de resultados que possam ser aplicados aos projetos de eficiência energética desenvolvidos pelas distribuidoras**. Preparado para o Instituto “ABRADEE” da Energia, com o apoio da FUPAI. Rio de Janeiro, nov. 2011.