



GUIA DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO PARA O PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA REGULADO PELA ANEEL





Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

Guia de M&V

Revisão	Motivo da Revisão	Data da vigência
P-0	Emissão inicial	18/07/2013
0	Lançamento do Guia de M&V	29/07/2014

GUIA DE M&V

ÍNDICE

ÍNDICE	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 ESTRUTURA DO GUIA DE M&V	4
3 CRONOGRAMA DE AÇÕES DE M&V	5
4 AÇÕES DE LONGO PRAZO	13
5 PLANILHA DE CÁLCULO.....	14
6 PLANO DE M&V.....	20
7 RELATÓRIO DE M&V	29
8 FORMULÁRIO DE M&V	32
9 APÊNDICES DO GUIA DE M&V	34
REFERÊNCIAS	35

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 3 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

1 INTRODUÇÃO

- 1.1 A ANEEL vem buscando aumentar a credibilidade dos resultados dos projetos do PEE por meio da exigência de práticas de M&V (medição e verificação) consistentes. Já em 2002 eram previstas atividades de M&V nos projetos, porém sem maiores requisitos. A Resolução Normativa 176/2005, que aprovou o Manual Para Elaboração do Programa de Eficiência Energética Ciclo 2005/2006, estabeleceu que todos os projetos aprovados no âmbito do PEE deveriam fazer M&V para apurar os efetivos resultados alcançados. Ainda segundo este Manual, tais ações deveriam ser baseadas no PIMVP, desenvolvido pela *Efficiency Valuation Organization* – EVO.
- 1.2 Após a aprovação da Resolução Normativa nº 300, de 12 de fevereiro de 2008, a Associação Brasileira das Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE) comprometeu-se com o desenvolvimento de uma proposta para definir procedimentos detalhados por uso final para a M&V do PEE, com base no PIMVP. Ficou acordado que o recurso necessário para o desenvolvimento seria proveniente do PEE das distribuidoras, por meio dos seus Planos de Gestão. Ficou acordado ainda que a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética da ANEEL – SPE acompanharia todo o desenvolvimento dos trabalhos e aprovaria os procedimentos de M&V, que, após aprovação da ANEEL, passariam a ser compulsórios para a execução de futuros projetos financiados pelo PEE.
- 1.3 A execução do projeto de desenvolvimento dos Procedimentos de M&V foi realizada por meio da contratação das empresas executoras: ICF Consultoria do Brasil Ltda (ICF) e da Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria (FUPAI). O Instituto ABRADEE foi responsável pela contratação das executoras e pela coordenação das atividades entre as empresas distribuidoras cooperadas, as empresas executoras e a ANEEL. Vale destacar que as duas empresas executoras desempenharam funções diferentes no decorrer dos trabalhos. A ICF foi responsável pela execução propriamente dita dos trabalhos e atuou em consórcio com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), contando ainda com profissionais das empresas Jordão Engenharia, RSC Tecnologia e GT2 Energia. Já a FUPAI foi responsável pelo acompanhamento das atividades realizadas pela ICF e consorciados e pela avaliação da metodologia de M&V para cada uso final elaborada pela ICF.
- 1.4 O principal resultado do trabalho consistiu na definição de metodologias de M&V por uso final, com as respectivas justificativas, levando em conta o erro, os custos envolvidos na medição, custo total do projeto e da energia economizada, para cada um dos seguintes usos finais/tipologias:
- 1 Baixo Poder Aquisitivo
 - 2 Iluminação
 - 3 Refrigeração
 - 4 Aquecimento solar
 - 5 Adequação das Instalações
 - 6 Iluminação
 - 7 Aquecimento Solar
 - 8 Refrigeração
 - 9 Climatização
 - 10 Força Motriz
 - 11 Acionamento de Motores

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 4 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

- 12 Ar Comprimido
 - 13 Cogeração a partir de Resíduos
 - 14 Cogeração a partir de Combustíveis Adquiridos
- 1.5 O documento Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE, aprovado pela Resolução Normativa nº 556, de 02 de julho de 2013, apresenta o seu Módulo 8 dedicado exclusivamente a estabelecer as diretrizes para as atividades de Medição e Verificação que devem ser empregadas em todos os projetos do PEE para avaliação dos resultados.
- 1.6 Visando detalhar, padronizar e facilitar a aplicação das metodologias de M&V por uso final definidas no projeto desenvolvido pela ABRADDEE foi elaborado este Guia de M&V, contando com o apoio do acordo entre a ANEEL e a GIZ, estabelecido no âmbito do acordo de cooperação técnica entre Brasil e Alemanha.
- 1.6.1 Paralelamente, pretende-se estabelecer um roteiro para ações de médio e longo prazos para aperfeiçoamento do processo de M&V no âmbito do PEE.
- 1.7 As AEEs contempladas neste Guia, nomeadas abaixo, são as que apresentam maior dificuldade operacional pela sua pequenez e são as mais utilizadas nos programas das distribuidoras (chamadas, assim, neste Guia, de “ações padrão do PEE”). No entanto, as planilhas e documentos desenvolvidos devem ser utilizados em qualquer situação, com a devida adaptação.
- 1 Iluminação em baixa renda
 - 2 Refrigeração em baixa renda
 - 3 Aquecimento d’água em baixa renda (com ou sem coletor solar)
 - 4 Iluminação
 - 5 Sistemas motrizes
 - 6 Aquecimento d’água solar
 - 7 Condicionamento ambiental
 - 8 Ar comprimido

2 ESTRUTURA DO GUIA DE M&V

- 2.1 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 permitem 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, 2012).
- 2.2 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.
- 2.2.1 Estas AEEs serão chamadas neste Guia de “ações padrão do PEE”.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 5 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

2.3 Cabe, portanto, elaborar um Plano de M&V para cada ação padrão do PEE, visando reduzir os custos e esforço das distribuidoras, bem como a fiscalização da ANEEL. Haverá outrossim vantagens na consolidação dos dados, podendo-se comparar ações e definir índices que permitirão reduzir e melhorar as ações de M&V em cada projeto e ser instrumento de planejamento energético. Também as ações de M&V devem seguir par e passo as ações do projeto de eficiência energética, de acordo com o PROPEE. Como resultado, deve ser apresentado um Relatório de M&V contendo a economia obtida. Este “Guia de M&V” contém, para cada AEE padrão:

- 1 **Plano de M&V**, conforme o Capítulo 5 do PIMVP (EVO, 2012) – em apêndice
- 2 **Planilhas de cálculo** para registro de dados e medições, cálculo dos resultados e formatação de tabelas para integrar o Plano e Relatório de M&V – em apêndice
- 3 **Relatório de M&V**, conforme o Capítulo 6 do PIMVP (EVO, 2012) e o Módulo 8 do PROPEE (ANEEL, 2013) – em apêndice. Ressalte-se que o “Relatório de M&V”, previsto para ser entregue ao final do projeto via documento em pdf, deve englobar o Plano e o Relatório de M&V, conforme a definição do PIMVP, do PROPEE e deste Guia.
- 4 **Formulários de M&V** para coleta de dados no campo para cada ação padrão.

3 CRONOGRAMA DE AÇÕES DE M&V

O desenrolar das ações de M&V está previsto para acontecer no PEE segundo a Figura 1, extraída do Módulo 8 do PROPEE.

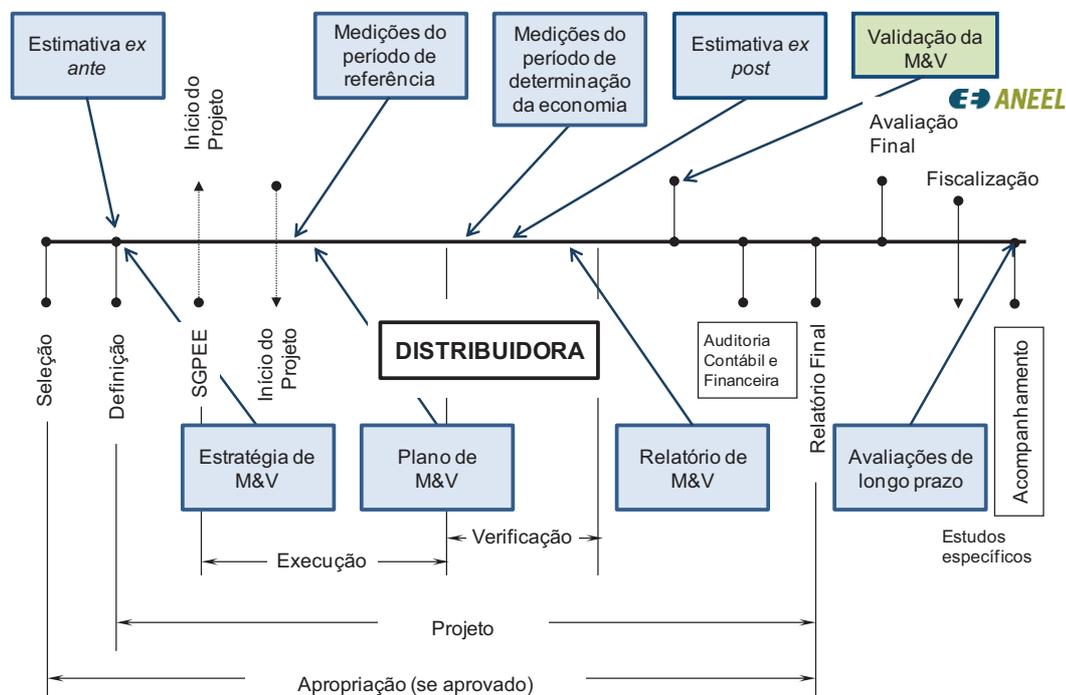


Figura 1 – Ações de M&V e dos projetos do PEE

Cabe aqui relacionar as atividades previstas a cada passo com os documentos que fazem parte deste Guia, em especial as “guias” da planilha de cálculo.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 6 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

3.1 Estimativa ex ante

Pode ser feita, por uso final, com a orientação apresentada no [Módulo 4 - Tipologias de Projeto](#). Podem ser acrescentados outros elementos, conforme o caso específico do projeto (como efeitos interativos, por exemplo).

A estimativa *ex ante* deve ser feita na fase de Definição do projeto, quando se realiza o “diagnóstico energético” da instalação e se selecionam as AEEs a implantar, de acordo com a análise técnico-econômica. Deve ser usada a guia “Exante” da planilha de cálculos.

3.1.1 Ações padrão do PEE

Nestes casos, preencher as seguintes guias da planilha de cálculo:

- Preço (ou 3º ciclo)
- Projeto
- Sistemas
- Custos
- *Ex ante*

Os resultados previstos aparecerão na guia “RCB”, dos pontos de vista do investimento total e do PEE, sob as óticas do sistema e do consumidor. Para fins de aprovação, o resultado a ser considerado é a RCB, sob os pontos de vista do PEE e do sistema, ser menor que 0,8 (ou 0,9 nos casos de contratos de desempenho). Vale salientar que o resultado que contará para aprovação do investimento é o “*ex post*”, ou seja, com os dados realizados de investimento e economias apuradas.

3.2 Estratégia de M&V

À esta mesma época (definição do projeto), com o conhecimento obtido da estrutura (equipamentos) e funcionamento da instalação, onde se conhece o uso da energia e sua relação com a rotina da instalação, devem ser definidas as bases para as atividades de M&V:

- Variáveis independentes: verificar que variáveis (clima, produção, ocupação, etc.) explicam a variação da energia e como poderão ser medidas (local, equipamentos, períodos de medição – linha de base e de determinação da economia).
- Fronteira de medição: determina o limite onde serão observados os efeitos da ação de eficiência energética, isolado por medidores, e eventuais efeitos interativos com o resto da instalação.
- Opção do PIMVP: opção A, B, C ou D do PIMVP que será usada para medir a economia de energia.
- Modelo do consumo da linha de base: em geral, uma análise de regressão entre a energia e as variáveis independentes¹.
- Cálculo das economias: definir como será calculada a economia de energia e a redução de demanda na ponta (“consumo evitado” ou “economia normalizada”) – item 4.5.3 do PIMVP (EVO, 2012, p. 14).

A estratégia é importante nesta fase para se definir o orçamento de M&V – gastos com medidores, coleta de dados, tratamento de dados, relatórios, como também para pro-

¹ Neste passo, não é necessário definir os valores (parâmetros) do modelo, o que deverá ser feito após as medições do período da linha de base, na fase de Execução.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 7 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

picar o início do período da linha de base (medições) assim que se iniciar o projeto, antes da implementação das AEEs propriamente ditas. A “estratégia de M&V” é um “Plano de M&V” sem as medições da linha de base.

3.2.1 Ações padrão do PEE

Nestes casos, a estratégia está definida em cada Plano de M&V elaborado, que deve ser estudado a cada projeto para sua efetiva implantação.

3.3 Medições do período da linha de base

Esta deve ser a primeira atividade da fase de Execução, antes da implementação das ações de eficiência energética propriamente ditas. Devem ser instalados os medidores e recolhidos os dados da energia (e/ou variáveis dependentes – potência, demanda, tempo de funcionamento, FCP) e das variáveis independentes, perfeitamente sincronizados. Levantar também os fatores estáticos e dados necessários à estimativa dos efeitos interativos, se for o caso.

Geralmente, na fase de Definição (diagnóstico energético) são feitas medições para apoiar a avaliação *ex ante* e a análise de viabilidade da AEE. Estas medições, em geral, não são feitas com o rigor nem abrangência necessários para se constituírem em dados do período da linha de base.

3.3.1 Ações padrão do PEE

3.3.1.1 Amostragem

Deve-se usar a guia “AmLB” para apoiar a definição da amostra necessária. Ela calcula duas estimativas iniciais do tamanho da amostra: a primeira, segundo a NBR 5426 com regime de inspeção severa, nível I; calcula também a amostra necessária supondo-se o coeficiente de variância informado (oriundo de projeto anterior – se não houver, utilizar 0,5) e uma precisão desejada de 10% a 95% de confiabilidade. A partir dos dois valores estimados, deve-se determinar o tamanho inicial da amostra. Após a digitação dos resultados obtidos na guia “LinhaBase”, deve-se verificar se a meta de 10% de precisão foi atingida. Caso contrário, ampliar a amostra. Como esta ampliação envolve, em geral, maiores custos, aconselha-se adotar um valor inicial de amostra superior aos dois valores estimados, apresentados acima.

Sistema	QUARTOS		
	Energia		
Quantidade	87		
NBR 5426	5		
z	1,96		
Confiabilidade	95%		
e (meta de precisão)	0,10		
cv estimado	0,50		
n0	96		
n	46		

Análise dos resultados	QUARTOS		
	Energia		
Amostra inicial	31		



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 8 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

Análise dos resultados	QUARTOS	
Amostra realizada	31	
Média	14,0	kWh
Desvio padrão amostral	7,0	kWh
cv calculado	0,50	
e (precisão encontrada)	18%	

No exemplo apresentado acima, as estimativas foram: 5 pela NBR e 46 pelo método do PIMVP, supondo-se um CV de 0,5. Então, o correto seria estimar uma amostra de 50 ou 60 unidades. Como foram medidas apenas 31 amostras, a precisão ficou acima dos 10% requeridos (seria necessário ampliar a amostra).

No caso de ações sujeitas à influência do clima e período da linha de base de vários meses, a planilha faz também a distribuição do tamanho das amostras pelos meses disponíveis, como abaixo. Sempre que possível, devem ser utilizados meses com características diferentes (por exemplo, meses quentes e frios no caso de equipamentos de refrigeração ou condicionamento ambiental).

Mês	Disponibilidade	Cálculo	Distribuição
Janeiro			
Fevereiro			
Março			
Abril			
Maio			
Junho			
Julho			
Agosto	1	7	8
Setembro	1	7	7
Outubro	1	7	8
Novembro	1	7	8
Dezembro			
Total	4	28	31
	Resto	3	0

Digita-se “1” nos meses disponíveis. A coluna “Cálculo” faz uma primeira distribuição, deixando um “resto” a distribuir. Deve-se digitar na coluna “Distribuição” os valores definitivos, totalizando a amostra selecionada.

3.3.1.2 Medições e cálculos

Os valores obtidos nas medições de energia (ou suas componentes) e variáveis independentes devem ser digitados na guia “LinhaBase” (ver item 5.10), nas tabelas que ficam mais abaixo, como no exemplo:

Medição de energia			
Ponto	Dia	kWh	Temp.
1	1	25,74	24,6
1	2	20,57	24,9
1	3	5,85	23,9
1	4	8,75	22,6
1	5	7,65	23,7

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 9 de 35
---------------	---------------------------------	--------------------

Medição de energia			
Ponto	Dia	kWh	Temp.
1	6	20,63	23,2
1	7	18,83	23,2
1	8	6,81	24,1
2	9	8,23	24,6
2	10	15,16	24,9
2	11	15,26	23,9

A planilha efetuará os cálculos devidos. Caso haja variáveis independentes, um modelo de consumo será gerado por análise de regressão.

Energia		QUARTOS			
	Média	14,0	kWh/dia		
	Desvio padrão	7,0	kWh/dia		
	CV	50%			
	Erro padrão	1,3	kWh/dia		
	Incerteza	2,6	kWh/dia		
		18%			
	Operação	365	dias/ano		
	Modelo				
	Projeção linear	-0,40	23,90		
		1,18	29,25		
		0,004	7,13		
		0,11	29,00		
		5,83	1.472,80		
	Coeficientes	-0,40	kWh/dia/°C	23,90	kWh/dia
	Estatística t	0,34		0,82	
	R2	0,004			
	CV (EMQ)	0,51			
	Incerteza	14,6			
		104%			
		Sugestão		Decisão	
	Validar regressão?	NÃO		NÃO	

No caso acima, a parte superior da tabela indica que há uma incerteza de 18%, devida a uma variação na energia que talvez fosse explicada pela variável independente (temperatura, no caso). Porém, a análise de regressão apontou que a correlação não existe (R2 está baixo – menor que 0,75; CV está alto – maior que 0,05; a estatística t está baixa – menor que 2) – é melhor não usar a regressão. A solução seria aumentar o tamanho da amostra.

Também medições feitas para apoiar estimativas (como tempo de funcionamento de lâmpadas) devem ser digitadas nesta guia. Para o PEE, todas as variáveis que entrarem nos cálculos devem ser medidas de alguma forma (ainda que usando dados de projetos semelhantes anteriores) – as que atingirem a precisão de 10% a 95% de confiabilidade serão consideradas medições e as demais estimativas.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 10 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

3.4 Plano de M&V

Concluídas as medições da linha de base e estabelecido o modelo do consumo (e demanda) da linha de base, um Plano de M&V deve ser gerado. O Plano de M&V deve conter todos os procedimentos e considerações para o cálculo das economias, conforme o Capítulo 5 do PIMVP (EVO, 2012). O item 6 deste Guia mostra os itens do plano e o que deve conter cada um.

3.4.1 Ações padrão do PEE

Um modelo de Plano de M&V para cada ação padrão do PEE está em apêndice. Os modelos também poderão ser usados para outras ações, com as adaptações pertinentes. Também pequenas alterações poderão ser feitas para adequação a situações específicas.

3.5 Medições do período de determinação da economia

Uma vez terminada a implantação da ação de eficiência energética, uma “verificação operacional” (ver item 6.1.3 abaixo) deve ser feita para verificar o potencial dos equipamentos em produzir a economia projetada. Esta verificação inicial não deve ser confundida com as medições do período de determinação da economia, que lhe segue.

Assim como no período da linha de base, devem ser feitas medições do consumo e demanda e das variáveis independentes relativas ao mesmo período. Observar, em particular, as determinações do item 4.5.2 - *Período de determinação da economia* do PIMVP (EVO, 2012).

O PIMVP recomenda que a “duração do período de determinação da economia deve ser determinada com a devida consideração pela duração da ação de eficiência energética e pela probabilidade de degradação da economia originalmente obtida ao longo do tempo” (EVO, 2012).

3.5.1 Ações padrão do PEE

No caso de equipamentos de baixo valor, para não afetar a viabilidade dos projetos, os períodos de determinação deverão ser curtos (na faixa de semanas, em geral), de acordo com o mencionado em cada Plano de M&V padrão. Nestes casos, a avaliação da permanência e degradação das AEEs ao longo de sua vida útil serão definidas por estudos específicos de longo prazo, mencionados no item 3.

Assim como no período da linha de base, deverão ser preenchidas as guias “AmDeterm” para definição do tamanho da amostra de medições a realizar e a guia “Determ”, onde deverão ser digitados os valores das medições que permitirá o cálculo das economias na planilha “Relatório”.

3.6 Estimativa ex post

Após as medições do período de determinação da economia, e de posse dos valores realmente despendidos, pode-se calcular as economias e a RCB realmente verificada. Os valores das energias dos períodos da linha de base e determinação devem ser ajustados a condições comuns (mesmo conjunto de variáveis independentes), sejam as do período de determinação, ou a condições fixas, normalizadas, que será o padrão do PEE.

3.6.1 Ações padrão do PEE

A guia “Relatório” da planilha calcula as economias a partir dos dados digitados anteriormente. As economias são valoradas pela ótica do sistema e do consumidor, con-



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 11 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

siderando-se os valores digitados na guia “Preço”. As RCBs são calculadas pelas duas óticas e também considerando-se o investimento total e o do PEE. Uma comparação com a estimativa *ex ante* é feita (óticas do PEE e do sistema) e o investimento aprovado é calculado. Também são calculados os custos da energia evitada (R\$/MWh) e RDP (R\$/kW). Um exemplo é mostrado abaixo.

Economia energia	AR COMPRIMIDO		
Energia - Sistemas	209	MWh/ano	
Energia - total	209	MWh/ano	
RDP - Sistemas	29	kW	
RDP - Total	29	kW	

Economia monetária (ótica do sistema)	AR COMPRIMIDO		
Energia Sistemas	35.996,65	R\$/ano	
Energia total	35.996,65	R\$/ano	
RDP Sistemas	16.646,97	R\$/ano	
RDP total	16.646,97	R\$/ano	
Sistemas total	52.643,62	R\$/ano	
Projeto total	52.643,62	R\$/ano	

Economia monetária (ótica do consumidor)			
Energia Sistemas	55.627,65	R\$/ano	
Energia total	55.627,65	R\$/ano	
RDP Sistemas	25.725,49	R\$/ano	
RDP total	25.725,49	R\$/ano	
Sistemas total	81.353,14	R\$/ano	
Projeto total	81.353,14	R\$/ano	

Investimento total	AR COMPRIMIDO		
Total anualizado	25.211,84		R\$
Total projeto anualizado	25.211,84		R\$

RCB investimento total	AR COMPRIMIDO		
Sistemas	0,48		
Total	0,48		

Investimento PEE	AR COMPRIMIDO		
Total anualizado	25.211,84		R\$
Total projeto anualizado	25.211,84		

RCB investimento PEE	AR COMPRIMIDO		
Sistemas	0,48		
Total	0,48		

RCB investimento total (ótica do consumidor)	AR COMPRIMIDO		
Sistemas	0,31		

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 12 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

	Total	0,31			
RCB investimento PEE (ótica do consumidor)		AR COMPRIMIDO			
	Sistemas	0,31			
	Total	0,31			
Diferenças ex post ex ante			Energia	Demanda	RCB
			MWh	kW-mês	1
		<i>Ex ante</i>	333,6	50,5	0,35
		<i>Ex post</i>	209,3	29,0	0,48
		Diferença	124,2	21,5	-0,13
			37%	43%	-37%
	Investimento aceito	25.211,84		R\$/ano	
		169.173,48		R\$	
	Investimento glosado	0,00		R\$	
Custo da energia evitada (PEE)					
	Energia evitada	82,35		R\$/MWh	
	Demanda reduzida na ponta	274,66		R\$/kW	
Custo da energia evitada (investimento total)					
	Energia evitada	82,35		R\$/MWh	
	Demanda reduzida na ponta	274,66		R\$/kW	

3.7 Relatório de M&V

Feita a estimativa *ex post*, deve-se emitir o Relatório de M&V com seus resultados. Os itens a serem contemplados estão no Capítulo 6 do PIMVP (EVO, 2012).

3.7.1 Ações padrão do PEE

Os valores calculados aparecem nas guias “Relatório” e “Incerteza”. O Relatório padrão existe para cada AEE e deve ser preenchido com os campos respectivos das planilhas (ver o item 7 deste Guia).

3.8 Validação da M&V

A validação da M&V será feita pela ANEEL, a partir dos documentos enviados e auditorias *in loco* em alguns projetos, sorteados por amostragem.

3.9 Avaliações de longo prazo

Deverão ser feitas, fora do escopo de cada projeto, para avaliar a permanência das AEEs, a evolução dos valores economizados e a mudança de hábitos proporcionada com as ações apoiadas pelo PEE. O item 4 abaixo aborda esta questão.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 13 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

4 AÇÕES DE LONGO PRAZO

- 4.1 A avaliação dos resultados do PEE e suas AEEs vem passando por um processo de evolução. Após a obrigatoriedade de ações de M&V, da aderência ao PIMVP a cada projeto e do estudo da ABRADDEE mencionado acima para estabelecimento de requisitos mínimos, este Guia representa o passo seguinte em direção a avaliações mais corretas e sistemáticas dos resultados do programa.
- 4.2 Seguindo a abordagem do estudo da ABRADDEE, este “Guia de M&V” aponta, para as AEEs padrão, períodos de medição (linha de base e determinação da economia) curtos, para não prejudicar a viabilidade econômica dos projetos.
- 4.2.1 Entende-se que este procedimento se aplique àquelas AEEs que envolvem equipamentos de pequeno porte, dentro do que preconiza o próprio PIMVP de custo máximo de 10% da economia para as ações de M&V (EVO, 2012). Para os equipamentos de maior porte, prevalece a recomendação do PIMVP de “representar todos os modos de funcionamento da instalação, [devendo] cobrir um ciclo de funcionamento completo, desde o consumo máximo de energia ao mínimo” (PIMVP, item 4.5.2).
- 4.3 É preciso verificar, portanto, como estes resultados de curto prazo podem ser projetados ao longo do tempo. Ou seja, deve-se responder às seguintes perguntas:
- como a economia medida varia ao longo do tempo?
 - quais as variáveis que influenciam esta variação?
 - quais as “variáveis independentes de longo prazo” (por exemplo, radiação solar), não consideradas nas medições atuais, devem ser consideradas, e como?
 - quais as “variáveis de influência” que explicam as variações entre diferentes unidades (por exemplo, geladeiras – número de pessoas da casa, volume do refrigerador, idade, etc.) e como as explicam?
 - como a degradação dos equipamentos se reflete na economia de energia ao longo do tempo?
- 4.3.1 Além disso, para avaliação do impacto do programa nos hábitos de uso da energia, dever-se-ia também responder:
- qual a taxa de permanência no uso de equipamentos eficientes?
 - como ela evolui ao longo do tempo?
 - que fatores a influenciam (por exemplo, treinamento/conscientização)?
- 4.4 Estas perguntas deverão ser respondidas através de estudos, a se realizar nos locais onde houve projetos do PEE, a serem contratados via projetos cooperativos prioritários (já que seus resultados servirão também para o estabelecimento de políticas públicas de eficiência energética) ou de Grande Relevância.
- 4.5 Com os dados obtidos, tanto das medições de curto prazo dos projetos, quanto dos estudos de longo prazo, será possível montar um banco de dados para estabelecer índices confiáveis de uso de energia em equipamentos e resultados de ações de eficiência energética que seguramente terá grande relevância, não só para verificar os resultados do PEE, como para o planejamento energético e estabelecimento de políticas públicas.

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 14 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

4.5.1 Com este acúmulo organizado de dados, uma análise estatística poderá diminuir os requerimentos para as medições de curto prazo.

5 PLANILHA DE CÁLCULO

Para cada AEE padrão foi elaborada uma planilha em *Excel*[®] contendo todos os dados e cálculos a executar.

5.1 Apoio – tabelas de apoio

Contém a tabela da NBR 5426 mencionada no documento da ABRADEE (ICF, 2011) para apoio na estimação do tamanho da amostra inicial.

NBR 5426 com regime de inspeção severa, nível I

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 tabela da NBR 5426

Contém uma tabela de radiação média solar para projeção das economias com aquecedor solar de água, que deve ser preenchida de acordo com a localidade beneficiada com o projeto.

Radiação diária média mensal [kWh/m².dia]

Fonte:	http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php#localidade_281
Localidade:	Município: Salvador - BA Latitude: 12,971110° Sul Longitude: 38,510833° Oe

Mês	Ordem	kWh/m ² .dia	Dias
Janeiro	1	6,03	31
Fevereiro	2	6,09	28
Março	3	5,53	31
Abril	4	4,46	30
Mai	5	4,36	31
Junho	6	3,94	30
Julho	7	5,84	31
Agosto	8	5,47	31
Setembro	9	5,82	30
Outubro	10	5,53	31
Novembro	11	6,11	30
Dezembro	12	6,19	31
Média		5,45	

Contém células para preenchimento do horário de ponta da distribuidora:

Horário de ponta a



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 16 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Para os consumidores em baixa tensão, há que preencher os fatores de multiplicação, cuja sugestão é (se for em alta tensão, preencher com 1,00):

Fme	Fator de multiplicação do CEE	1	1,08
Fmd	Fator de multiplicação do CED	1	1,20

Preencher a taxa de desconto (mesmo no caso de 3º ciclo):

Taxa de desconto	% aa	8,0%
------------------	------	------

Os valores calculados aparecem ao final da guia:

Valores adotados

Valores adotados			Sistema	Consumidor
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh	184,97	285,84
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano	372,80	0,00

Para os projetos de baixa renda, é necessário estimar a distribuição da população (podem ser usados os dados da amostra) para cálculo da tarifa média (preencher somente os campos em **amarelo**):

Estimativa da tarifa média para baixa renda				Consumo	Gasto
				médio individual	médio individual
				kWh	R\$
Parcela estimada de consumidores com consumo abaixo de 30 kWh/mês	9%	R\$/MWh	139,77	28,6	4,00
Parcela estimada de consumidores com consumo entre 30 e 100 kWh/mês	76%	R\$/MWh	239,61	36,8	8,83
Parcela estimada de consumidores com consumo entre 100 e 220 kWh/mês	14%	R\$/MWh	359,42	9,1	3,26
Parcela estimada de consumidores com consumo acima de 220 kWh/mês	1%	R\$/MWh	399,35	0,2	0,08
Total	100%	R\$/MWh	216,41	74,7	16,17

5.3 3º Ciclo

O cálculo pelo 3º ciclo de revisão tarifária é um pouco mais complicado. Além da tarifa azul, para alta tensão, como no ciclo anterior, é utilizada a tarifa branca para baixa tensão, já que esta representa melhor o sistema nesta condição. Assim, é preciso escolher se o fornecimento é em alta ou baixa tensão, o que modifica algumas células na guia:

3º ciclo	SIM/NÃO	SIM
Tensão	ALTA/BAIXA	ALTA

Depois, há que preencher os custos unitários como na guia "Preço", tomando cuidado como importar os resultados da respectiva Resolução – os comentários, nas células em vermelho, ajudam nesta tarefa. As taxas de encargos e impostos também devem ser preenchidas para cálculo da tarifa do consumidor, assim como a distribuição da população de baixa renda, se for o caso.

5.4 Projeto

Contém os dados gerais do projeto em questão.

Tipo	ILUMINAÇÃO
Distribuidora	COEGERAL
Projeto nº	12345
Data	5 de maio de 2014
Identificação do Projeto	
Local	Hotel da Eletricidade



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 17 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Endereço	Rua dos Medidores, 2014 – Energilândia - BR
Contatos	Sr. Consumidor de Luz
Telefones	5555 1234
E-mails	contato@consumidor.com.br

Ação de eficiência energética

Uso final	Iluminação
Abraçgência	Lâmpadas incandescentes e FT
Ações	Troca por lâmpadas eficientes

Variáveis independentes (longo prazo)

--

Fatores estáticos (longo prazo)

Número de luminárias	
Número de ambientes	
Horário do restaurante	

5.5 Consum (consumidores)

Contém os dados dos consumidores beneficiados. Estes dados permitirão acompanhar o consumo geral da instalação e será muito importante para os estudos de longo prazo.

Consumidor	1	Consumidor	2	Consumidor	3			
Identificação	31314	Identificação	31319	Identificação	31334			
De	a	kWh	De	a	kWh	De	a	kWh
05/02/2013	07/03/2013	130	05/02/2013	07/03/2013	54	05/02/2013	07/03/2013	69
07/03/2013	04/04/2013	128	07/03/2013	04/04/2013	52	07/03/2013	04/04/2013	78
04/04/2013	06/05/2013	105	04/04/2013	06/05/2013	58	04/04/2013	06/05/2013	56
06/05/2013	05/06/2013	94	06/05/2013	05/06/2013	54	06/05/2013	05/06/2013	59
05/06/2013	03/07/2013	79	05/06/2013	03/07/2013	49	05/06/2013	03/07/2013	58
03/07/2013	05/08/2013	110	03/07/2013	05/08/2013	60	03/07/2013	05/08/2013	66
05/08/2013	05/09/2013	52	05/08/2013	05/09/2013	54	05/08/2013	05/09/2013	64
05/09/2013	07/10/2013	99	05/09/2013	04/10/2013	50	05/09/2013	04/10/2013	90
07/10/2013	05/11/2013	89	04/10/2013	05/11/2013	38	04/10/2013	05/11/2013	107
05/11/2013	04/12/2013	96	05/11/2013	04/12/2013	10	05/11/2013	04/12/2013	96
04/12/2013	06/01/2014	121	04/12/2013	06/01/2014	4	04/12/2013	06/01/2014	102
06/01/2014	05/02/2014	98	06/01/2014	06/02/2014	0	06/01/2014	05/02/2014	94
Média		100,08	Média		40,25	Média		78,25
Desvio padrão		21,69	Desvio padrão		22,23	Desvio padrão		18,60
CV		0,22	CV		55%	CV		24%
Pessoas		4	Pessoas		3	Pessoas		6
Cômodos		7	Cômodos		1	Cômodos		4
Renda familiar			Renda familiar		1SM	Renda familiar		1SM
Alterações planejadas			Alterações planejadas			Alterações planejadas		
Obs			Obs			Obs		

5.6 Sistemas

Contém a divisão do projeto em “sistemas” que serão usados para fins de custo, amostragem, medição e contabilização dos resultados. Um “sistema” consiste em geral de um conjunto de equipamentos semelhantes com uso semelhante, por exemplo, lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W funcionando em salas (com um regime definido de funcionamento).



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 18 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

	Sistema	Lâmpada existente	Lâmpada proposta	Quantidade linha de base	Quantidade determinação	Horas/ano funcionamento	FCP
1	COZINHA	INCAND.	FLC 18 W	6.708	6.708	1.902	0,69
2	SALA	INCAND.	FLC 18 W	8.167	8.167	2.245	0,50
3	QUARTOS	INCAND.	FLC 18 W	6.125	6.125	872	0,38

5.7 Ex ante

Esta planilha efetua os cálculos da estimativa *ex ante*, conforme o Módulo 4 do PRO-PEE (ANEEL, 2013).

		Aquecedor solar	TOTAL		
1	Número de residências atendidas	4.000	4.000		
2	Potência média dos chuveiros utilizados (W)	3.800			
3	Potência média dos chuveiros instalados (W)	2.300			
4	Banhos por dia	4,4			
5	Banhos na ponta por dia	1,9			
6	Tempo de banho (min)	5,5			
11	Energia linha de base (MWh/ano)	2.238	2237,7		
12	Demanda linha de base (kW)	2.647	2647,3		
13	Energia determinação (MWh/ano)	1.354	1354,4		
14	Demanda determinação (kW)	1.602	1602,3		
RESULTADOS ESPERADOS					
20		Aquecedor solar	TOTAL	Sistema R\$	Consumidor R\$
21	Redução de Demanda na Ponta (kW)	1.045	1.045,0	389.576,35	
22	Redução de Demanda na Ponta (%)	39%	39%		
23	Energia Economizada (MWh/ano)	883	883,3	163.380,48	252.481,03
24	Energia Economizada (%)	39%	39%		
TOTAL				552.956,83	252.481,03

5.8 Custos

Esta planilha reúne os dados do investimento para análise da sua rentabilidade. Considera os dados totais de investimento, assim como a parcela que cabe ao PEE, e realiza os cálculos previstos no Módulo 7 do PROPEE (ANEEL, 2013). Muitos projetos envolvem mais de um uso final (devem ser elaboradas tantas planilhas quantos os usos finais considerados). Esta guia deve conter todos os custos do projeto e, portanto, será igual para todas as planilhas dos diferentes usos finais do projeto.

Para cada item de investimento, deve ser definida a sua rubrica, de acordo com o Módulo 10 do PROPEE. Quando se tratar de equipamento, deve ser declarado o seu uso final, a aplicação como "Equipamentos", o sistema (número) a que pertence (de acordo com a guia Sistemas, mesmo se em outra planilha), e a sua vida útil (horas de funcionamento, no caso de iluminação, ou anos, nos demais). Os demais itens devem ter o uso final declarado como "Geral", a aplicação como "Outros" e o sistema como "Geral".

Item	Rubrica	Uso final	Aplicação	Sistema	Descrição	Horas	Anos
1	Descarte de Materiais	Geral	Outros	Geral	Descarte		
2	Marketing	Geral	Outros	Geral	Campanhas		
3	Medição e Verificação	Geral	Outros	Geral	M&V		
4	Materiais e Equipamentos	Iluminação	Equipamentos	1	Lâmpadas	8.000	4,2
5	Materiais e Equipamentos	Iluminação	Equipamentos	2	Lâmpadas	8.000	3,6
6	Materiais e Equipamentos	Iluminação	Equipamentos	3	Lâmpadas	8.000	9,2
7	Mão de Obra Própria	Geral	Outros	Geral	Acompanhamento		
8	Mão de Obra de Terceiros	Geral	Outros	Geral	Instalação e etc.		
9	Outros Custos Indiretos	Geral	Outros	Geral	Embalagem		

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 19 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Item	Rubrica	Uso final	Aplicação	Sistema	Descrição	Horas	Anos
10	Transporte	Geral	Outros	Geral	Transporte		
11	Materiais e Equipamentos	Refrigeração	Equipamentos	1	Geladeiras		10,0

Nesta tabela, mais à direita, devem ser declarados os custos de cada item, previstos e realizados e a parcela do PEE.

Item	Quantidade prevista	Custo unitário previsto	% PEE prevista	Quantidade realizada	Preço unitário realizado	% PEE realizada
1	1	189.375,00	100%	1	189.375,00	100%
2	1	177.737,77	100%	1	177.737,77	100%
3	1	228.300,00	100%	1	228.300,00	100%
4	6708	8,19	80%	6.708	8,19	80%
5	8.167	8,19	80%	8167	8,19	80%
6	6.125	8,19	80%	6125	8,19	80%
7	1	5.768,55	80%	1	5.768,55	80%
8	21000	1,17	80%	21000	1,17	80%
9	7.000	5,25	80%	7000	5,25	80%
10	1	644,60	80%	1	644,60	80%
11	1000	584,14	80%	1000	584,14	80%

À direita, há uma série de tabelas com dados calculados, a saber:

- Custos previstos - investimento total: anualiza os custos totais previstos (*ex ante*) dos equipamentos e faz o rateio dos demais custos, segundo os critérios do Módulo 7.
- Custos realizados - investimento total: idem, para os custos totais realizados (*ex post*).
- Custos previstos - investimento PEE: idem, para os custos previstos (*ex ante*) do PEE.
- Custos realizados - investimento PEE: idem, para os custos realizados (*ex post*) do PEE.

Um pouco mais à direita há uma tabela com os custos de M&V que deve ser copiada para o Plano de M&V:

ORÇAMENTO M&V		
	Previsto	Realizado
M&V	4.068,77	3.580,10

5.9 AmLB – Amostragem do período da linha de base

Esta guia ajuda o dimensionamento da amostra do período da linha de base, para os diversos “Sistemas” considerados, e verifica se a precisão desejada foi alcançada depois do processo de medição. Ver o item 3.3.1.1 - Amostragem.

5.10 LinhaBase – Linha de base

Esta guia contém os dados do período da linha de base, inclusive medições de energia e variáveis independentes. Ver o item 3.3.1.2 - Medições e cálculos.

Deve conter também os dados dos medidores utilizados para cálculo da incerteza de medição – ver item 6.8 - Especificação das medições.

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 20 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

5.11 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.

5.12 Determ – Dados do período de determinação da economia

Análoga à guia “LinhaBase”, contém todos os dados do período de determinação da economia.

5.13 Relatório – Resultado das economias obtidas

Guia que apresenta os resultados finais do projeto, como previsto no Módulo 8 do PROPEE (ANEEL, 2013). Seus campos serão vistos no item 7 - Relatório de M&V.

5.14 Incerteza

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

6 PLANO DE M&V

O PIMVP não prescreve métodos específicos para se elaborar a M&V de tal ou qual AEE. Para cada caso, deve ser elaborado um Plano, contendo todos os detalhes que serão usados no cálculo da economia. Assim, para cada AEE padrão do PEE, foi elaborado um Plano de M&V, de acordo com o Capítulo 5 do PIMVP, que deve ser seguido de forma geral, mas que pode ser modificado de acordo com necessidades específicas². Este plano contém dados de um projeto realizado pelo PEE, com apenas alguns dados modificados. A cada projeto, em geral, o Plano poderá ser feito substituindo-se as tabelas geradas pelas planilhas deste projeto específico por outras geradas pela própria planilha de cálculo dos resultados.

6.1 Objetivo da AEE

6.1.1 Descrição da AEE

6.1.1.1 Identificação do projeto

Aqui apresentam-se os dados administrativos do projeto, relativos aos consumidores finais beneficiados. A tabela pode ser copiada da guia “Projeto” da planilha de cálculo. No caso de vários consumidores, pode ser indicado o bairro, região ou município de aplicação (que podem ser mais de um).

Local	
Endereço	
Contatos	
Telefones	
E-mails	

² Por exemplo, outras técnicas de medição podem ser usadas, desde que contemplem o mínimo estabelecido.

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 21 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

6.1.1.2 Ação de eficiência energética

Neste item, descreve-se a ação de eficiência energética prevista. Deve-se inserir a tabela com os Sistemas considerados (“Sistema” é o conjunto de equipamentos afetados com características semelhantes – potência, funcionamento, que servirão para definir as amostras, medições e cálculos da economia). Deve-se procurar agrupar os equipamentos com características semelhantes que interfiram no uso da energia – por exemplo, geladeiras de determinadas faixas de volume refrigerado. A tabela utilizada está na guia “Sistemas” da planilha de cálculo, como no exemplo abaixo.

	Sistema	Lâmpada existente	Lâmpada proposta	Quantidade linha de base	Quantidade determinação	Horas/ano funcionamento	FCP
1	QUARTO FT	FT 2x20 W	FT 1x18W	137	137	2.920	0,70
2	AMBUL. INC.	INC 100 W	FLC 23 W	111	111	2.920	0,70
3	AMBUL. FT	FT 2x40 W	FT 1x36 W	373	373	4.380	0,70
4	ADM FT	FT 2x40 W	FT 1x36 W	373	373	4.380	0,70

6.1.2 Resultado pretendido

Contém 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”. Acrescentar a tabela derivada da guia “Ex ante”, que projeta as economias a obter, de acordo com o [Módulo 4 – Tipologias de Projeto](#) do PROPEE.

SISTEMA ATUAL		QUARTOS	TOTAL
1	Tipo de equipamento/tecnologia	ACJ	
2	Potência refrigeração (btu/h)	10.000	
3	Coeficiente de eficiência energética (W/W)	2,5	
4	Quantidade	87	87
5	Potência Instalada (kW)	102,0	102,0
6	Potência média utilizada (kW)	51,0	51,0
7	Funcionamento (h/ano)	8.760	
8	FCP (fator de coincidência na ponta)	1,10	
9	Energia Consumida (MWh/ano)	446,8	446,8
10	Demanda média na ponta (kW)	112,2	112,2

SISTEMA PROPOSTO		TOTAL
11	Tipo de equipamento/tecnologia	VRF
12	Potência refrigeração (btu/h)	1.000.000
13	Coeficiente de eficiência energética (W/W)	5,0
14	Quantidade	1
15	Potência Instalada (kW)	58,6
16	Potência média utilizada (kW)	25,0
17	Funcionamento (h/ano)	8.760
18	FCP (fator de coincidência na ponta)	1,10

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 22 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

19	Energia Consumida (MWh/ano)	219,0				219,0		
20	Demanda média na ponta (kW)	64,5				64,5		

RESULTADOS ESPERADOS				Sistema	Consumidor
20			TOTAL	R\$	R\$
21	Redução de Demanda na Ponta (kW)	47,7	47,7	39.145,47	60.493,69
22	Redução de Demanda na Ponta (%)	43%	43%		
23	Energia Economizada (MWh/ano)	227,8	227,8	36.851,27	56.948,35
24	Energia Economizada (%)	51%	51%		
			TOTAL	75.996,74	117.442,04

6.1.3 Verificação operacional

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 (ver o item 4.4 do PIMVP 2012). Por exemplo, no caso de troca de geladeiras em baixa renda:

Após a troca da geladeira, será acompanhado o funcionamento do compressor (liga-desliga) até notar-se a diminuição da temperatura interna do refrigerador. Durante este período, será medida a potência demandada, verificando se está dentro da faixa de aceitação.

6.1.4 Alterações planejadas

Alterações que possam ocorrer em relação ao definido no período da linha de base devem ser registradas. Por exemplo: “o consumidor espera duplicar sua produção nos próximos 2 anos”.

6.2 Opção do PIMVP e fronteira de medição

6.2.1 Variáveis independentes

Define as variáveis independentes que serão usadas (medidas ou estimadas) para explicar a variação da energia. Estas variáveis podem ser a temperatura ambiente (caso de condicionamento ambiental ou refrigeração), a produção (caso de sistemas motrizes), uma variável que represente o serviço da energia proporcionado (vazão de ar comprimido), etc. Nas medições de curto prazo, é difícil perceber-se a relação entre a energia e possíveis variáveis independentes. No entanto, para subsidiar os estudos de longo prazo, recomenda-se registrar os valores de possíveis variáveis independentes como, por exemplo, a temperatura em refrigeração ou aquecimento d’água em baixa renda. As variáveis independentes (tanto utilizadas como possíveis para estudos de longo prazo) devem ser registradas na guia “Projeto”:

Variáveis independentes (longo prazo)	
	Temperatura ambiente

6.2.2 Fronteira de medição

Descreve 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 (tanto o fluxo de “entrada”, ou seja, a energia aportada ao sistema como o de “saída”, ou seja, o serviço da energia). Por exemplo:



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 23 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

A fronteira de medição será o conjunto dos circuitos de alimentação das geladeiras, pelo lado da energia. Os medidores serão colocados nas respectivas tomadas. A temperatura ambiente foi medida na estação meteorológica do INMET mais próxima.

6.2.3 Efeitos interativos

Define os efeitos da AEE fora da fronteira de medição e como serão considerados (ignorados ou estimados).

Haverá menor calor rejeitado pelo condensador ao meio ambiente, que será ignorado. Também haverá menores perdas nos circuitos a montante, igualmente ignoradas.

6.2.4 Fatores estáticos

Define 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 da linha de base 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.

Devem ser registrados na guia “Projeto” da planilha de cálculo:

Fatores estáticos (longo prazo)	
	Número de luminárias
	Número de ambientes

6.2.5 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. Usar um texto como o abaixo:

Serão adotadas as seguintes opções para determinação das economias:

- Consumo de energia: Opção B – Medição isolada de todos os parâmetros
- RDP: Opção A – Medição isolada de parâmetros chave

Ambas de acordo com o Volume I do PIMVP, EVO 10000-1:2012. Estas Opções se justificam porque a determinação das economias será feita a curto prazo, no âmbito de cada projeto, para ser viável economicamente. A extrapolação destas economias para o longo prazo será feita através de estudos específicos. O processo terá a seguinte definição de parâmetros:

- Energia – será medido o valor total consumido durante 7 dias antes da troca e 7 dias depois, em amostra das geladeiras trocadas.
- Demanda – será estimada supondo-se a demanda média na ponta igual a demanda média em todo o período, medida segundo o item anterior.
- Variáveis independentes: temperatura ambiente – será medida através da estação do INMET mais próxima.

6.3 Período, energia e condições da linha de base

Neste item, devem ser definidos todos os parâmetros utilizados na determinação da linha de base para apuração das economias.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 24 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

6.3.1 Período da linha de base

Indica o período em que foram feitas as medições da energia e condições (variáveis independentes) da linha de base. Ele deve ser registrado na guia “LinhaBase”:

Período da linha de base		QUARTOS		
Datas	Início	11/03/2013		
	Término	20/06/2013		

6.3.2 Energia e condições da linha de base

Dados medidos de energia (incluindo demanda e o que mais se aplicar) e variáveis independentes no período da linha de base. Valores de estimativas e justificativas (para a Opção A – ver item 6.14.1 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.

Os dados devem ser extraídos da guia “LinhaBase” da planilha de cálculos. Deve-se mencionar que os dados completos (por exemplo, as memórias de massa das medições) encontram-se na planilha anexa.

O exemplo abaixo mostra um projeto de ar comprimido. Como foram feitas poucas medições, as incertezas estão acima do permitido.

Sistema	AR COMPRIMIDO			
Número de amostras	3			
Potência	AR COMPRIMIDO			
Média	90,4	kW		
Desvio padrão	86,3	kW		
CV	95%			
Erro padrão	49,8	kW		
Incerteza	214,4	kW		
	237%			

Modelo				
Projeção linear	5,76	22,67		
	0,95	16,04		
	0,973	19,90		
	36,61	1,00		
	14.500,28	396,05		
Coeficientes	5,76	kW/m3/min	22,67	kW
Estatística t	6,05		1,41	
R2	0,973			
CV (EMQ)	0,22			
Erro padrão	19,9	kW		
Incerteza	252,9			
	280%			
	Sugestão		Decisão	

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 25 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Validar regressão?	SIM		SIM	
Demanda na ponta		AR COMPRIMIDO		
Média	90,43	kW		
Desvio padrão	86,30	kW		
CV	95%			
Erro padrão	49,827	kW		
Incerteza	214,39	kW		
	237%			

6.4 Período de determinação da economia

Indica o período em que serão feitas as medições para determinação das economias (energia e variáveis independentes). Pode-se usar um texto como o abaixo:

O período de determinação da economia se inicia logo após a instalação dos condicionadores e deve ser igualmente de uma semana para cada ponto amostrado, com memória de massa, e a temperatura média diária.

6.5 Bases de ajuste

Indica o conjunto de condições (ou seja, conjunto de variáveis independentes) ao qual os valores de energia medidos serão ajustados. Para o PEE, afim de facilitar comparações entre os projetos, serão definidas sempre que possível (isto é, quando for encontrada uma boa correlação entre a energia e variáveis independente) “condições normalizadas”. Se não existem variáveis independentes e o tempo de uso é o mesmo em ambos os períodos de medição, não há ajustes e um texto como o abaixo pode ser usado:

Não haverá ajustes, já que não foram consideradas variáveis independentes.

6.6 Procedimento de análise

Especifica os modelos matemáticos, seus termos, unidades e faixas de variação, usados no cálculo da economia. Estes modelos deverão estar implantados nas planilhas de cálculo, como na tabela abaixo (guia “Relatório”).

Sistema	AR COMPRIMIDO		
	base		determ.
Equipamentos	1		1
Energia linha de base	90,4	kW	
Energia determinação	61,4	kW	
	Coef. linear	Declividade	Uso
Modelo linha de base	22,7	5,76	SIM
	Coef. linear	Declividade	Uso
Modelo determinação	-8,8	5,73	SIM
V.I. média anual normalizada	8,64	m3/min	
Tempo operação (consumo)		6.600	h/ano

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

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 26 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

que for considerado (estes modelos não aderem ao PIMVP), caso da radiação solar, por exemplo.

6.7 Preços da energia

Indica os preços que valorarão as economias obtidas, segundo os critérios apresentados no PROPEE, Módulo 7 (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 construir estatísticas dos benefícios auferidos pelo programa. Deve-se importar as tabelas das guias “Preço” ou “3º ciclo”, conforme for o caso.

C1	Custo unitário da demanda no horário de ponta	R\$/kW.mês	46,28		
C2	Custo unitário da demanda no horário fora de ponta	R\$/kW.mês	15,39		
Cp	Custo unitário da energia no horário de ponta na bandeira verde	R\$/MWh	198,23		
Cfp	Custo unitário da energia no horário fora de ponta na bandeira verde	R\$/MWh	115,77		
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	0,70		
LP	Constante de perda de demanda no posto fora de ponta, considerando 1kW de perda de demanda no horário de ponta	1	0,5476		
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	0,3852		
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	0,2696		
LEp	Constante de perda de energia no posto de ponta considerando 1 kW de perda de demanda no horário de ponta	1	0,3370		
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	2,2938		
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	1,6198		
LEfp	Constante de perda de energia no posto de fora de ponta considerando 1 kW de perda de demanda no horário fora de ponta	1	2,0130		
	Encargos setoriais				4,41%

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 27 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

	ICMS				25%
	PIS				1,05%
	COFINS				4,83%
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh		127,60	197,18
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano		656,49	1.014,51

Valores adotados			Sistema	Consumidor
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh	127,60	197,18
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano	656,49	1.014,51

6.8 Especificação das medições

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. Pode-se importar os dados da guia “LinhaBase”:

Medição de energia		QUARTOS		
Medidores	Fabric.	ELO		
	Mod/série	2113 D	12345	
Última calibração	Data	04/08/2012		
	Validade	04/08/2013		
	%VM	dms	Valor dms	
Precisão medidor	1%	2	0,01	
Erro padrão		0,1	kWh/dia	
Incerteza		0,17	kWh/dia	
		1,2%		

6.9 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.

6.10 Precisão esperada

Avaliar a precisão esperada associada à medição, amostragem e modelagem. Em princípio, cada etapa do processo de obtenção de dados (amostragem, modelagem e medição) deverá perseguir uma meta “95/10”, ou seja, 10% de precisão a 95% de confiabilidade. Pode-se importar a tabela da guia “Incerteza” e um texto como o abaixo:

Todas as incertezas relativas aos processos de amostragem, medição e modelagem deverão ficar abaixo de 10% a 95% de confiabilidade.

No período da linha de base, os seguintes dados foram obtidos:

Potência da linha de base	AR COMPRIMIDO
Valor médio	90,4 kW
Erro padrão medição	0,5 kW
Incerteza medição	2,2% kW



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 28 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Potência da linha de base	AR COMPRIMIDO		
Erro padrão amostragem	49,8		kW
Incerteza amostragem	237%		kW
Erro padrão modelagem	19,9		kW
Incerteza modelagem	280%		kW
Erro padrão total	19,9		kW
Incerteza total	252,9		kW
	280%		

No exemplo apresentado houve poucas medições.

6.11 Orçamento de M&V

Definir os recursos e custos associados para a determinação da economia. A tabela pode ser importada da guia “Custos”.

ORÇAMENTO M&V			
Previsto	8.976,37	Realizado	17.976,37

6.12 Formato do Relatório de M&V

Para cada AEE típica, está definido um Relatório típico. Apresentar um texto como:

O formato do Relatório está no documento Relatório de M&V – Condicionamento ambiental (ANEEL, 2013).

6.13 Garantia de qualidade

Procedimentos para garantir a fidelidade dos dados e análises utilizados para a determinação da economia. Um texto como o abaixo pode ser usado:

Antes de cada jornada de medição, o analisador deve ser instalado, apurados os primeiros registros e confrontados com os valores esperados. Deve-se fazer a coleta dos dados com um computador e verificar se os dados coletados estão coerentes, inclusive o horário de medição. Após a digitação dos dados na planilha, os valores da guia “Relatório” devem ser conferidos por outro técnico, não envolvido diretamente com o projeto, verificando as discrepâncias com os valores previstos na guia “Ex ante”.

6.14 Opção A

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

6.14.1 Justificativa das estimativas

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

O tempo de uso foi estimado com base em medições feitas no local, mas que não atingiram a precisão de 10% a 95% de confiabilidade.

6.14.2 Inspeções periódicas

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



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 29 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

6.15 Opção D

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

7 RELATÓRIO DE M&V

Para cada AEE padrão, foi igualmente, à semelhança do Plano de M&V, elaborado um Relatório de M&V padrão, de acordo com o Capítulo 6 do PIMVP (EVO, 2012), o Módulo 8 do PROPEE (ANEEL, 2013) e o próprio Plano de M&V.

7.1 Dados observados durante o período de determinação da economia

Serão apresentadas as datas do período de medição, os dados sumarizados de energia e demanda e respectivos valores das variáveis independentes, quando pertinente – os dados serão importados da planilha “Determin”. Deve-se mencionar que os dados completos estarão em planilhas em apêndice.

Sistema	Exaustores			
Número de amostras	11			

Energia	Exaustores			
Consumo líquido	1.994	kWh/dia		
		Motores	Refrigeração	
Média	1.963	kWh/dia	31	kWh/dia
Desvio padrão	204	kWh/dia		
CV	10%			
Erro padrão	61,6	kWh/dia		
Incerteza	137,3	kWh/dia		
	6,9%			

Modelo				
Projeção linear	-0,80	3.205,68		
	0,60	930,68		
	0,166	196,73		
	1,79	9,00		
	69.327,10	348.341,45		
Coeficientes	-0,80	kW/m3/min	3.205,68	kW
Estatística t	1,34		3,44	
R2	0,17			
CV (EMQ)	0,10			
Erro padrão	196,7	kW		
Incerteza	445,0			
	22%			
	Sugestão		Decisão	
Validar regressão?	NÃO		NÃO	



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 30 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Demanda na ponta	Exaustores		
Média	81,8	kW	
Desvio padrão	8,5	kW	
CV	10%		
Erro padrão	2,57	kW	
Incerteza	5,72	kW	
	7%		

Período de determinação da economia	Exaustores		
Datas	Início	12/03/2013	
	Término	21/06/2013	

7.2 Descrição e justificação de quaisquer correções feitas aos dados observados

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

7.3 Valores estimados acordados

Dados estimados no caso da Opção A (guia “Relatório”):

Sistema	QUARTO FT		AMBUL. INC.	
Tempo operação	8,0	h/dia	8,0	h/dia
FCP	70%		70%	h/dia

7.4 Preços da energia e demanda utilizados

Preços de energia e demanda, que serão considerados conforme as regras do Módulo 7 do PROPEE (ANEEL, 2013) e também do ponto de vista do consumidor. Repetir os valores considerados na guia “Preço”.

Valores adotados

			Sistema	Consumidor
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh	171,96	265,74
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano	573,51	886,27

7.5 Ajustes da linha de base

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 da linha de base. No entanto, ajustes a melhoramentos feitos na instalação (por exemplo, adequar o nível de iluminação aos requisitos da norma) poderão ser feitos neste passo.

7.6 Economia

7.6.1 Dados considerados

Resumo dos dados considerados, extraídos da guia “Relatório”.

Sistema	Exaustores	
	base	determ.
Equipamentos	6	6



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 31 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Sistema	Exaustores		
Energia linha de base	3.234	kWh/dia	
Energia determinação	1.994	kWh/dia	
	Coef. linear	Declividade	Uso
Modelo linha de base	3179,3	0,06	NÃO
	Coef. linear	Declividade	Uso
Modelo determinação	3205,7	-0,80	NÃO
V.I. média anual normalizada		t	
Tempo operação (consumo)		365	dias/ano
Energia linha de base	por equipamento	1.180	MWh/ano
	do projeto	7.082	MWh/ano
Energia determinação	por equipamento	728	MWh/ano
	do projeto	4.367	MWh/ano
Demanda ponta linha de base	por equipamento	135	kW
	do projeto	808	kW
Demanda ponta determinação	por equipamento	82	kW
	do projeto	491	kW

7.6.2 Economias obtidas

Valores das economias obtidos na guia "Relatório" (mostrada parcialmente).

Economia energia	QUARTO FT		AMBUL. INC.	
Energia - Sistemas	8	MWh/ano	24	MWh/ano
Energia - total	162	MWh/ano		
RDP - Sistemas	2	kW	6	kW
RDP - Total	28	kW		

Economia monetária (ótica do sistema)	QUARTO FT		AMBUL. INC.	
Energia Sistemas	1.006,07	R\$/ano	3.046,45	R\$/ano
Energia total	20.679,46	R\$/ano		
RDP Sistemas	1.240,89	R\$/ano	3.757,53	R\$/ano
RDP total	18.670,32	R\$/ano		
Sistemas total	2.246,96	R\$/ano	6.803,98	R\$/ano
Projeto total	39.349,78	R\$/ano		

Economia monetária (ótica do consumidor)	QUARTO FT		AMBUL. INC.	
Energia Sistemas	1.554,73	R\$/ano	4.707,85	R\$/ano
Energia total	31.957,13	R\$/ano		
RDP Sistemas	1.917,62	R\$/ano	5.806,72	R\$/ano
RDP total	28.852,29	R\$/ano		
Sistemas total	3.472,35	R\$/ano	10.514,57	R\$/ano
Projeto total	60.809,42	R\$/ano		

Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 32 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

7.6.3 Análise do investimento

Este item não consta do PIMVP, mas é interessante para o PEE (extrair também da guia “Relatório”).

Investimento total	Exaustores		
Total anualizado	151.271,02		R\$
Total projeto anualizado	151.271,02		R\$

RCB investimento total	Exaustores		
Sistemas	0,23		
Total	0,23		

Investimento PEE	Exaustores		
Total anualizado	151.271,02		R\$
Total projeto anualizado	151.271,02		

RCB investimento PEE	Exaustores		
Sistemas	0,23		
Total	0,23		

RCB investimento total (ótica do consumidor)	Exaustores		
Sistemas	0,15		
Total	0,15		

RCB investimento PEE (ótica do consumidor)	Exaustores		
Sistemas	0,15		
Total	0,15		

7.6.4 Desvio observado em relação à avaliação *ex ante*

Considerar os desvios observados e justificá-los, caso necessário.

Diferenças <i>ex post ex ante</i>		Energia	Demanda	RCB
		MWh	kW-mês	1
	<i>Ex ante</i>	2.836,8	323,8	0,27
	<i>Ex post</i>	2.715,0	317,8	0,23
	Diferença	121,9	6,1	0,04
		4%	2%	13%
Investimento aceito	151.271,02		R\$/ano	
	1.015.040,88		R\$	
Investimento glosado	0,00		R\$	

8 FORMULÁRIO DE M&V

8.1 Contém os campos necessários para registro das variáveis definidas no Plano de M&V. A distribuidora pode adaptá-lo às suas necessidades.



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 33 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

Formulário de M&V 5 – Sistemas motrizes

Projeto nº	Data / hora	Responsável	Setor
Local	Contato	Telefones	E-mail

Motor

Motor	Sistema	Existente/instalado	Alimentação direta/AVV	Potência nominal (cv)	Rotação nominal (rpm)	Máquina acionada	Data/hora instalação	Data/hora retirada

Variáveis independentes

Motor	Sistema	Variável	Unidade	Medidor	Data/hora instalação	Data/hora retirada	Obs.

Instrumentos

Variável	Fabricante	Modelo	Série	Calibração	Validade

Verificação operacional

Motor	Sistema	Potência (kW)	Variável independente	Obs

Alterações planejadas (próximos anos)

--

Observações

--

Controle

Executante	Data	Aprovado	Digitado	Data
------------	------	----------	----------	------

0 – 29/07/2014



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 34 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

9 APENDICES DO GUIA DE M&V

9.1 Planilhas de M&V

- 1 Iluminação em Baixa Renda
- 2 Refrigeração em Baixa Renda
- 3 Aquecimento d'água em Baixa Renda (com e sem coletor solar)
- 4 Iluminação
- 5 Sistemas motrizes
- 6 Aquecimento solar
- 7 Condicionamento ambiental
- 8 Ar comprimido

9.2 Planos de M&V

- 9 Iluminação em Baixa Renda
- 10 Refrigeração em Baixa Renda
- 11 Aquecimento d'água em Baixa Renda
- 12 Iluminação
- 13 Sistemas motrizes
- 14 Aquecimento solar
- 15 Condicionamento ambiental
- 16 Ar comprimido

9.3 Relatórios de M&V

- 1 Iluminação em Baixa Renda
- 2 Refrigeração em Baixa Renda
- 3 Aquecimento d'água em Baixa Renda (com coletor solar)
- 4 Iluminação
- 5 Sistemas motrizes
- 6 Aquecimento solar
- 7 Condicionamento ambiental
- 8 Ar comprimido

9.4 Formulários de M&V

- 1 Iluminação em Baixa Renda
- 2 Refrigeração em Baixa Renda
- 3 Aquecimento d'água em Baixa Renda (com coletor solar)
- 4 Iluminação
- 5 Sistemas motrizes
- 6 Aquecimento solar
- 7 Condicionamento ambiental
- 8 Ar comprimido



Revisão: 0	Data de Vigência: 29/07/2014	Página: 35 de 35
---------------	---------------------------------	---------------------

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** – Conceitos e Opções para a Determinação de Economias de Energia e de Água - vol. 1 - EVO 10000 – 1:2010 (Br). Sofia: EVO, 2012.

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.

