

EVO

EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION



Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance

Conceitos Básicos

Preparado pela Efficiency Valuation
Organization

www.evo-world.org

Junho 2014

EVO 10000 – 1:2014 (Br)



Visão da EVO

Um mercado global que valorize corretamente o uso eficiente dos recursos naturais e utilize as opções de uso final eficiente como uma alternativa viável às opções de suprimento.

Missão da EVO

Desenvolver e promover o uso de protocolos normatizados, métodos e ferramentas para quantificar e gerenciar os riscos de desempenho e benefícios associados com transações comerciais com eficiência energética nos usos finais, energias renováveis e eficiência no uso da água.

Agradecimentos	iv
Prefácio	v
Conceitos Básicos do PIMVP	1
1 Abrangência	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
3.1 Ação de eficiência energética – AEE	1
3.2 Ajustes	1
3.3 Economias	1
3.4 Linha de base	1
3.5 Medição e verificação - M&V	1
3.6 Variável independente	1
3.7 Verificação operacional	1
4 Princípios de M&V	1
4.1 Apresentação	1
4.2 Completude	2
4.3 Conservadorismo	2
4.4 Consistência	2
4.5 Precisão	2
4.6 Relevância	2
4.7 Transparência	2
5 Estrutura do PIMVP	2
5.1 Apresentação	2
5.2 Verificação Operacional	2
5.3 Verificação das economias	3
6 Opções do PIMVP	6
6.1 Visão geral das opções do PIMVP	6
6.2 Opção A: isolamento da AEE	8
6.3 Opção B: Isolamento da AEE – medição de todos os parâmetros	11
6.4 Opção C: Toda a instalação	12
6.5 Opção D: Simulação calibrada	15
7 Plano de M&V	18
7.1 Apresentação	18
7.2 Objetivo da AEE	18
7.3 Opção do PIMVP selecionada e fronteira de medição	18
7.4 Linha de base: período, energia e condições	19
7.5 Período de determinação da economia	19
7.6 Bases para ajuste	19
7.7 Procedimento de análise	19
7.8 Preços de energia	19
7.9 Especificação das medições	19
7.10 Responsabilidade de monitoramento	20
7.11 Precisão esperada	20
7.12 Orçamento	20
7.13 Formato do relatório de M&V	20
7.14 Garantia de qualidade	20
7.15 Requisitos adicionais do Plano de M&V para a Opção A	20
7.16 Requisitos adicionais do Plano de M&V para a Opção D	20

8	Relatórios de M&V.....	21
9	Aderência ao PIMVP.....	21
	Anexo A (informativo) Fluxograma de seleção de opção.....	23
	Anexo B (informativo) Seleção de opção pelas características de projeto da AEE	24

Agradecimentos

O PIMVP é mantido prioritariamente pelos voluntários abaixo. A EVO reconhece seu trabalho em receber comentários e desenvolver mudanças para a edição dos Conceitos Básicos 2014. A EVO reconhece o apoio e compromisso firmado pelos funcionários de todos os voluntários da EVO.

Conselho de Administração e Diretores da EVO (2014)

Thomas Dreessen, **Presidente** (EUA), EPS Capital

Pierre Langlois, **Vice-Presidente** (Canadá) Econoler

John Stephen Kromer, **Tesoureiro** (EUA), Consultor Independente

John Cowan, **Secretário** (Canadá), Environmental Interface Limited

Anees Iqbal, (Reino Unido), Maicon Associates Ltd.

Patrick Jullian (França), GIMELEC

Tienan Li (China), Center for Industrial Energy Efficiency (CIEE)

Comitê do PIMVP (2014)

Ellen Franconi, **Presidente** (EUA), Rocky Mountain Institute

David Jump, **Vice-Presidente** (EUA,) Quantum Energy Services & Technologies, Inc. (QuEST)

Thomas Adams (EUA), AFCESA

Raja Chirumamilla (EUA), Sain Engineering Associates, Inc.

Shankar Earni (EUA), Lawrence Berkeley National Laboratory

LJ Grobler (South Africa), Energy Cybernetics Pty Ltd.

Sami Khawaja (EUA), Cadmus Group Inc.

Raj Khilnani (India), Freelance Energy Consultant

David Korn (EUA), Cadmus Group Inc.

Ken Lau (Canadá), BC Hydro

Daniel Magnet (Suíça), IBTECH

Fernando Milanez (Brasil), INEE

Tracy Phillips (EUA), 7th Gen Energy Solutions

Rafael Poquet (Espanha), Freelance Energy Consultant

Guruprakash Sastry (India), Infosys Limited

Vilnis Vesma (Reino Unido), Degrees Days Direct Limited

Phil Voss (EUA), National Renewable Energy Lab

Kevin Warren (EUA), Warren Energy Engineering

Lia Webster (EUA), Portland Energy Conservation Inc. (PECI)

Max Zhang (China), SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.

Subscritores institucionais:

A EVO também aprecia o apoio financeiro feito pelos subscritores institucionais. Uma lista atualizada é fornecida na contracapa deste documento.

Este Protocolo Internacional de Medição e Verificação de *Performance* (PIMVP®) é de propriedade e publicado pela *Efficiency Valuation Organization* (EVO®), uma corporação privada sem fins lucrativos. A EVO tem a visão de um mercado global que valorize corretamente o uso eficiente dos recursos naturais e utilize a eficiência energética no uso final como uma alternativa viável a novos suprimentos de energia. A missão da EVO é desenvolver e promover métodos normatizados para quantificar e gerenciar os riscos e benefícios associados com transações comerciais com eficiência energética no uso final, energias renováveis e eficiência no uso da água. A EVO é uma organização financiada por assinantes de todo o mundo.

A EVO agradece aos seus voluntários que desenvolvem e mantêm os seus documentos.

A EVO mantém uma página na internet (www.evo-world.org) que contém uma variedade de recursos.

O PIMVP apresenta princípios e termos comuns que são amplamente aceitos como básicos para qualquer bom processo de M&V. Ele não define as atividades de M&V para cada aplicação. Cada projeto deve ser individualmente concebido para atingir os objetivos e precisão desejada da economia de energia ou água. Este projeto individual deve ser registrado no Plano de M&V e as economias apuradas como ali definido.

O PIMVP estimula investimentos em eficiência energética pelas seguintes atividades:

- a) Documentação de termos e métodos para avaliar o desempenho de projetos de eficiência energética para compradores, vendedores e financiadores. Alguns destes termos e métodos podem ser usados em acordos, embora o PIMVP não forneça termos contratuais.
- b) Fornecimento de métodos com diferentes níveis de custo e precisão para determinar as economias tanto para toda a instalação como para ações de eficiência energética individuais (AEE).
- c) Especificação do conteúdo de um Plano de Medição e Verificação (Plano de M&V). Este plano adere aos amplamente aceitos princípios fundamentais da M&V e deve produzir economias verificáveis. Um Plano de M&V deve ser desenvolvido para cada projeto por um profissional qualificado, como um Profissional Certificado em Medição e Verificação (CMVP®).
- d) Aplicação assegurada a uma ampla variedade de instalações, inclusive edifícios novos e existentes e processos industriais.

Este documento define os conceitos básicos e princípios da M&V, descreve os requisitos de um plano de M&V e descreve as opções e métodos de M&V para toda a instalação e para o isolamento de uma ação de eficiência energética. Finalmente, descreve os requisitos para os relatórios de M&V. Estes requisitos são necessários para atender aos princípios básicos do PIMVP e para um projeto ser considerado aderente ao PIMVP.

Conceitos Básicos do PIMVP

1 Abrangência

A *Efficiency Valuation Organization* (EVO) publica o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP) e documentos relacionados para aumentar o investimento em eficiência energética e no uso da água, gerenciamento da demanda e energias renováveis em todo o mundo.

2 Referências normativas

Os seguintes documentos de referência são indispensáveis para a aplicação deste documento. Para referências datadas, somente a edição citada se aplica. Para referências não datadas, a última edição do documento de referência (incluindo emendas) se aplica.

Esta seção foi mantida para potencial uso futuro. No momento, não há referências normativas para os Conceitos Básicos do PIMVP.

3 Termos e definições

Para o propósito deste documento, os seguintes termos e definições se aplicam:

3.1 Ação de eficiência energética – AEE

Ação para melhorar a eficiência ou conservar energia ou água, ou gerenciar a demanda.

3.2 Ajustes

Incrementos no consumo ou demanda da linha de base ou do período de determinação da economia feitos para aplicar um conjunto comum de condições para se efetuar comparações diretas entre o consumo ou demanda antes e depois da aplicação de uma ação de eficiência energética (3.1).

NOTA: os ajustes devem considerar as diferenças de condições entre os períodos da linha de base e determinação da economia.

3.3 Economias

Valores de energia, água ou demanda determinados por comparação entre os consumos ou demandas antes e depois da implementação de um programa, fazendo-se os ajustes adequados para tomar em conta as mudanças nas condições de uso.

3.4 Linha de base

Desempenho energético medido antes que ações de melhoria da eficiência energética sejam implementadas.

3.5 Medição e verificação - M&V

O processo de usar medições para determinar de maneira confiável as economias reais (3.7) geradas em uma instalação individual por um programa de gestão energética. Também conhecida como “MDV” – medição, determinação e verificação.

3.6 Variável independente

Um parâmetro cujo valor é esperado variar rotineiramente e que tem um impacto significativo no uso da energia em um sistema ou instalação.

3.7 Verificação operacional

Confirmação do potencial para atingir as economias pretendidas.

4 Princípios de M&V

4.1 Apresentação

As seções a seguir listam os princípios chave do PIMVP. Estes princípios fornecem a base para se avaliar a aderência de um processo de M&V ao PIMVP.

4.2 Completude

A determinação da economia de energia deve levar em conta todos os efeitos de um projeto. As atividades de M&V devem incluir medições para quantificar os efeitos significativos, podendo estimar os demais.

4.3 Conservadorismo

Onde julgamentos forem feitos sobre quantidades incertas, os procedimentos de M&V devem apontar para economias mais baixas.

4.4 Consistência

A determinação da economia de um projeto de eficiência energética deve ser consistente entre:

- Diferentes tipos de projeto de eficiência energética;
- Diferentes profissionais de gestão energética para cada projeto;
- Diferentes períodos de tempo para o mesmo projeto; e
- Projetos de eficiência energética e projetos de novas fontes energéticas.

4.5 Precisão

A determinação da economia pela M&V deve ser tão precisa quanto possa ser justificado com base no valor do projeto. Os custos de M&V devem se apresentar pequenos em relação ao valor monetário da economia a ser avaliada. Os gastos de M&V devem também ser consistentes com as implicações financeiras de determinar com maior ou menor precisão o desempenho energético do projeto. O compromisso entre precisão e custo deve ser acompanhado de maior conservadorismo em caso de maiores estimativas ou pareceres. Além disso, a precisão pode ser influenciada pelo nível de ajustes das quantidades de energia feitas para o período de determinação da economia ou outro conjunto de condições. Também pode ser afetada pela duração da linha de base e do período de determinação da economia.

4.6 Relevância

A determinação das economias deve medir o desempenho de parâmetros importantes, ou menos conhecidos, enquanto outros parâmetros menos críticos ou previsíveis podem ser estimados.

4.7 Transparência

Todas as atividades de M&V devem ser clara e completamente divulgadas. A divulgação completa deve incluir a apresentação de todos os elementos definidos para o conteúdo do Plano de M&V e do Relatório de M&V.

5 Estrutura do PIMVP

5.1 Apresentação

A boa prática de M&V deve ser integrada ao processo de identificar, desenvolver, adquirir e instalar ações de eficiência energética. A estrutura do PIMVP requer que certas atividades ocorram em pontos chave deste processo e descreve outras atividades importantes que devem ser incluídas para uma boa prática da M&V. Esta seção descreve os elementos da estrutura do PIMVP.

5.2 Verificação Operacional

A verificação operacional serve como um passo inicial de baixo custo para analisar a capacidade do projeto de realizar o potencial de economia e deve preceder as atividades de verificação da economia. No caso de haver uma verificação independente, a verificação operacional não é responsabilidade do verificador independente, porém deve ser incluída como parte do contrato de desempenho, se for este o caso.

Vários métodos de verificação operacional estão descritos na Tabela 1. A seleção de determinada abordagem depende das características da AEE, como indicado na tabela.

Para uma análise independente das economias determinadas, o verificador deve certificar-se que a AEE é baseada em princípios científicos sólidos e que evidências independentes deste fato existem para apoiar qualquer reivindicação *ex ante* feita da sua eficácia.

Tabela 1 — Abordagens para a Verificação Operacional

Abordagem da verificação operacional	AEE típica para aplicação	Atividades
Inspeção visual	O desempenho da AEE será como previsto se corretamente instalada; medições diretas do desempenho da AEE não são possíveis.	Examinar e verificar a instalação física da AEE.
Medições pontuais em amostra	O desempenho encontrado da AEE pode variar do previsto por causa de detalhes da instalação ou carregamento de algum componente.	Medir um ou vários parâmetros chave do uso da energia em uma amostra representativa das instalações da AEE.
Teste de desempenho de curto prazo	O desempenho da AEE pode variar dependendo do carregamento observado, controles ou interoperabilidade de componentes.	Teste do funcionamento e controle apropriado. Medir os parâmetros chave da energia. Pode requerer conduzir um teste para capturar a operação do componente por toda a faixa de variação de um parâmetro ou do desempenho por tempo suficiente para caracterizar toda a gama possível de operação.
Tendência de dados e análise da lógica de controle	O desempenho da AEE pode variar dependendo do carregamento observado e controles. Componentes ou sistema é monitorado e controlado por meio de Sistema Automático para Edifícios ou pode ser monitorado por meio de medidores independentes.	Configurar as tendências e analisar os dados ou lógica de controle. O período de medição pode durar de poucos dias a algumas semanas para capturar toda a faixa de desempenho possível.

5.3 Verificação das economias

5.3.1 Fronteira de medição

As economias podem ser determinadas para toda a instalação ou partes dela, dependendo dos propósitos da determinação da economia.

- Se o propósito da determinação das economias é auxiliar o gerenciamento exclusivo dos equipamentos afetados pela AEE, a fronteira de medição deve ser estabelecida em torno destes equipamentos. Desta forma, os requisitos energéticos dos equipamentos dentro da fronteira podem ser determinados. A abordagem utilizada são as opções A e B – isolamento da AEE. A determinação da energia pode ser feita por medição direta do fluxo energético ou por medição direta de alguma outra variável que dê uma indicação direta da energia consumida (*proxy*).
- Se o propósito da determinação das economias é auxiliar o gerenciamento do desempenho energético total da instalação, os medidores de energia de entrada podem ser usados para avaliar o desempenho e as economias. A fronteira de medição neste caso engloba toda a instalação. A abordagem utilizada é a Opção C – toda a instalação.
- Se os dados dos períodos da linha de base ou determinação da economia não estão disponíveis ou não são confiáveis, os dados de energia de um programa de simulação calibrado podem substituir os dados faltantes, tanto para toda a instalação como para parte dela. A fronteira de medição deve ser estabelecida de acordo com a opção de toda a instalação ou parte. A abordagem utilizada é a Opção D – simulação calibrada.
- Alguns dos requisitos energéticos dos sistemas ou equipamentos em avaliação podem surgir fora de uma fronteira de medição prática. No entanto, os efeitos energéticos da(s) AEE(s) devem ser

considerados – aqueles que forem significativos devem ser determinados por medição, e os demais podem ser estimados ou ignorados.

- Qualquer efeito energético que ocorra fora da fronteira de medição imaginária é chamado de efeito interativo ou fuga. A magnitude destes efeitos interativos deve ser estimada ou avaliada para determinar-se a economia total. Alternativamente, estes efeitos podem ser ignorados desde que o Plano de M&V discuta cada efeito e sua provável dimensão.

5.3.2 Seleção dos períodos de medição

5.3.2.1 Período da linha de base

O período da linha de base deve ser selecionado com cuidado. Ele deve ser estabelecido para:

- a) Representar os modos de operação da instalação – o período deve contemplar um ciclo completo de operação, do mínimo ao máximo consumo de energia;
- b) Representar fielmente as condições de um ciclo normal de operação;
- c) Incluir somente períodos nos quais os fatos fixos e variáveis que determinam a variação da energia forem conhecidos;

NOTA 1 A extensão do período da linha de base para trás no tempo para incluir múltiplos ciclos de operação requer igual conhecimento dos fatores que governam a energia durante este período mais longo para que se possam executar ajustes adequados de rotina e não de rotina após a instalação da AEE.

- d) Coincidir com o período imediatamente anterior ao comprometimento em executar a AEE.

NOTA 2 Períodos muito atrás no tempo não iriam refletir as condições existentes imediatamente antes da AEE e podem, portanto, não proporcionar uma linha de base adequada para medir os efeitos exclusivos da AEE.

- e) Apoiar o planejamento da AEE.

NOTA 3 O planejamento da AEE pode requerer um estudo de um período mais longo que o escolhido para a linha de base. Períodos mais longos ajudam o planejador entender o desempenho da instalação e determinar a real extensão do ciclo normal.

5.3.2.2 Período de determinação da economia

O interessado na determinação da economia deve determinar a duração deste período. O período de determinação da economia deve englobar pelo menos um ciclo de operação normal dos equipamentos ou instalação, de forma que a eficácia das economias seja caracterizada em todos os modos normais de operação.

Alguns projetos podem parar a determinação da economia após um período definido de teste, que pode variar de uma leitura instantânea a um ano ou dois.

A duração de qualquer período de determinação da economia deve considerar a vida útil da AEE e a probabilidade de degradação no tempo das economias originalmente encontradas.

Independentemente da duração do período de determinação da economia, os medidores podem permanecer instalados para fornecer informações sobre a operação para gerenciamento de rotina e para especialmente detectar mudanças adversas no desempenho.

Se a frequência de medição do desempenho for reduzida após a prova inicial da economia, outras atividades de monitoramento podem ser intensificadas para assegurar que as economias continuam acontecendo.

Economias somente podem ser declaradas aderentes ao PIMVP nos períodos em que se usam os procedimentos aderentes ao PIMVP. Se se usam economias aderentes ao PIMVP como base para estimar economias futuras, estas economias não aderem ao PIMVP.

5.3.2.3 Períodos de medição adjacentes (teste liga/desliga)

Quando uma AEE pode ser facilmente ligada e desligada, os períodos da linha de base e determinação da economia podem ser selecionados para acontecer um na sequência do outro. Uma alteração na lógica de controle é um exemplo de AEE que frequentemente pode ser facilmente removida e instalada sem afetar a instalação.

Estes “testes liga/desliga” envolvem medições de energia com a AEE efetiva, e imediatamente após com a AEE desligada, de tal forma que as condições pré AEE (linha de base) retornam. A diferença entre os consumos destes dois períodos de medição adjacentes é a economia gerada pela AEE. A

economia é calculada sem ajustes se os fatores que influenciam o uso da energia forem os mesmos nos dois períodos.

Economia = (Consumo ou demanda da linha de base – Consumo ou demanda do período de determinação da economia)

Esta técnica pode ser aplicada tanto para a opção de medição isolada da AEE quanto para a opção de toda a instalação. Entretanto, a fronteira de medição deve ser localizada para que seja possível para facilmente se detectar uma diferença significativa na medição de energia quando os equipamentos ou sistemas forem ligados ou desligados.

Os períodos adjacentes usados para o teste liga/desliga devem ser longos o suficiente para representar uma operação estável. Para cobrir toda a faixa de operação, o teste liga/desliga pode necessitar ser repetido sob diferentes modos de operação como as estações do ano ou taxas de produção.

As AEEs que podem ser facilmente ligadas e desligadas correm o risco de ser acidental ou maliciosamente desligadas quando deveriam estar ligadas. Deve-se empreender esforços para assegurar a permanência de tais AEEs.

5.3.3 Bases para ajustes

O termo da equação relativo aos ajustes deve ser calculado a partir de eventos físicos identificáveis sobre as características da variação da energia dos equipamentos dentro da fronteira de medição. Dois tipos de ajustes são possíveis:

- a) Ajustes de rotina: para os fatores que governam a energia esperados mudar rotineiramente durante o período de determinação da economia (como o clima ou volume de produção), várias técnicas podem ser usadas para definir a metodologia de ajuste. Estas técnicas podem ser simples como um valor constante (sem ajustes) ou complexas como equações não-lineares de múltiplos parâmetros, cada um correlacionando a energia com uma ou mais variáveis independentes. Técnicas matemáticas válidas devem ser usadas para determinar o método de ajuste para cada plano de M&V.
- b) Ajustes não de rotina: para os fatores que governam a energia em que não são esperadas mudanças (tais como o tamanho da instalação, o projeto e operação dos equipamentos instalados, o número de turnos de operação semanais, ou o tipo de ocupantes). São os denominados fatores estáticos, cuja eventual alteração deve ser monitorada durante todo o período de determinação da economia. Estudos de engenharia específicos devem determinar estes ajustes.

Assim sendo, as economias são expressas de forma mais abrangente como:

Economia de energia = (Energia da linha de base – Energia do período de determinação da economia) ± Ajustes de rotina ± Ajustes não de rotina

Os ajustes são usados para modificar os dados medidos da energia para refletir o mesmo conjunto de condições de uso como base. O mecanismo de ajuste depende se as economias devem ser determinadas na base das condições do período de determinação da economia ou normalizadas para outro conjunto de condições fixas.

5.3.4 Base do período de determinação da economia ou energia evitada

Quando a economia de energia é determinada segundo as condições do período de determinação da economia, pode ser também chamada energia evitada. Energia evitada é a economia de energia no período de determinação relativa à energia que teria sido consumida sem a(s) AEE(s). Quando se determina a economia de energia sob as condições do período de determinação, a energia da linha de base deve ser ajustada às condições do período de determinação. Este modo usual de se calcular a economia de energia pode ser estabelecido como:

Economia (energia evitada) = (Energia da linha de base ± Ajustes de rotina às condições do período de determinação ± Ajustes não de rotina às condições do período de determinação) – Energia do período de determinação da economia

Esta equação é frequentemente simplificada para:

Economia (energia evitada) = Energia da linha de base ajustada – Energia do período de determinação ± Ajustes não de rotina às condições do período de determinação

Onde a energia da linha de base ajustada é a energia da linha de base mais os ajustes de rotina necessários para ajustá-la às condições do período de determinação da economia.

A linha de base ajustada é normalmente encontrada por desenvolver-se primeiramente um modelo matemático que correlacione os dados reais da linha de base com variáveis independentes apropriadas no período da linha de base. Cada variável independente medida no período de determinação é então inserida no modelo da linha de base para se calcular a energia da linha de base ajustada.

5.3.5 Base de condições fixas ou economia normalizada

Outras condições, diferentes das do período de determinação da economia, podem ser usadas como base para os ajustes. Estas condições podem ser as do período da linha de base, outro período arbitrário, ou um período típico, médio ou conjunto “normal” de condições.

Ajustes para um conjunto fixo de condições representam um estilo de economia de energia que pode ser chamado de economia de energia “normalizada” do período de determinação. Neste método, a energia do período de determinação e possivelmente a energia da linha de base são ajustadas das suas condições reais para um conjunto comum fixo ou ‘normal’ de condições selecionado.

Economia de energia normalizada = (Energia da linha de base \pm Ajustes de rotina às condições fixas \pm Ajustes não de rotina às condições fixas) – (Energia do período de determinação \pm Ajustes de rotina às condições fixas \pm Ajustes não de rotina às condições fixas)

O cálculo do termo de ajuste do período de determinação geralmente envolve o desenvolvimento de um modelo matemático correlacionando a energia do período de determinação com as variáveis independentes deste período. Este modelo é então usado para ajustar a energia do período de determinação às condições fixas escolhidas. Além disso, se o conjunto de condições fixas não é o da linha de base, um modelo matemático da linha de base é também utilizado para ajustar a energia da linha de base às condições fixas escolhidas.

5.3.6 Que base para os ajustes ou que tipo de economia?

Entre os fatores a considerar para escolher entre energia evitada e energia normalizada incluem-se:

- a) Economia tipo energia evitada:
 - 1) Depende das condições de operação do período de determinação. Mesmo que as economias possam ser adequadamente ajustadas a fenômenos como clima, o nível das economias determinadas depende do clima que ocorrer.
 - 2) Não pode ser diretamente comparada com a economia prevista sob as condições da linha de base.
- b) Economia tipo normalizada:
 - 1) Não é afetada pelas condições do período de determinação uma vez que as condições fixas são estabelecidas previamente e não mudam.
 - 2) Pode ser diretamente comparada com a economia prevista sob o mesmo conjunto de condições fixas.
 - 3) Só pode ser determinada após um ciclo completo do uso da energia no período de determinação, para que a correlação matemática entre a energia do período de determinação e as condições de operação possa ser estabelecida.

6 Opções do PIMVP

6.1 Visão geral das opções do PIMVP

O PIMVP fornece opções para se desenvolver e implementar processos de M&V de qualidade. Estas opções estão relacionadas com o conceito de fronteira de medição apresentado anteriormente. Além disso, diferentes métodos de calcular a economia de energia estão disponíveis. Cada um deles requer dados do consumo energético e outros parâmetros. Esta seção descreve as opções do PIMVP e os métodos para calcular as economias. O PIMVP fornece quatro opções para determinar a economia de energia (A, B, C e D). Para escolher uma opção são necessárias muitas considerações, incluindo a localização da fronteira de medição da AEE. Os valores de energia nas diferentes equações da economia podem ser medidos por uma ou mais das seguintes técnicas:

- a) Contas da concessionária de energia ou combustível ou leitura dos medidores da concessionária, fazendo-se os mesmos ajustes às leituras que a concessionária o faz;
- b) Medidores especiais para isolar uma AEE ou uma parte da instalação do seu restante;

NOTA: as medições podem ser periódicas em intervalos curtos ou contínuas durante os períodos da linha de base ou do período de determinação da economia.

- c) Medições separadas de parâmetros usados no cálculo do consumo de energia;
- d) Medições de variáveis que deem uma indicação direta comprovada da energia (*proxies*);
- e) Simulações por computador, calibradas para corresponder a dados reais de desempenho do sistema ou instalação modelada.
- f) Quando os valores da energia já são conhecidos com precisão adequada ou quando medir é mais custoso do que o justificado pelas circunstâncias, a medição de parâmetros da energia pode não ser necessária ou apropriada. Nestes casos, podem-se fazer estimativas de parâmetros da AEE, porém alguns têm que ser medidos (somente para a Opção A).
- g) O PIMVP fornece quatro opções para determinação das economias (A, B, C e D). A escolha entre as opções envolve muitas considerações, inclusive a localização da fronteira de medição. Se se decidiu determinar a economia de energia da instalação com um todo, as Opções C e D podem ser favorecidas. Entretanto, se apenas o desempenho da AEE em si está em questão, as técnicas de isolamento da medição podem ser mais apropriadas (Opções A, B ou D). A Tabela 2 resume as quatro opções detalhadas nesta seção.

Tabela 2 – Visão geral das Opções do PIMVP

Opção do PIMVP	Cálculo das economias	Exemplo de aplicação típica
<p>A. Isolação da AEE: medição dos parâmetros chave</p> <p>A economia é determinada por medições no campo do(s) parâmetro(s) chave de desempenho, que definem o uso da energia no(s) sistema(s) afetados pela AEE ou o sucesso do projeto.</p> <p>A duração da medição varia de períodos curtos a contínua, dependendo da variação esperada do parâmetro medido e da extensão do período de determinação da economia.</p> <p>Os parâmetros não selecionados para medição são estimados. As estimativas podem ser baseadas em dados históricos, especificações do fabricante ou análise de engenharia. A documentação da fonte da estimativa do parâmetro ou sua justificativa é requerida. Os erros plausíveis causados pela estimativa devem ser avaliados.</p>	<p>Cálculo de engenharia das energias dos períodos da linha de base e determinação da economia a partir de:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Medições de curto prazo ou contínuas do(s) parâmetro(s) chave; e – Valores estimados – Ajustes de rotina e não de rotina conforme requerido 	<p>AEE de iluminação onde:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) A potência das luminárias é o parâmetro chave medido periodicamente e 2) As horas de operação são estimadas baseadas na programação de uso da instalação e comportamento dos ocupantes
<p>B. Isolação da AEE: medição de todos os parâmetros</p> <p>A economia é determinada por medições no campo de todos os parâmetros que afetam o uso da energia do(s) sistema(s) considerado(s).</p> <p>A duração da medição varia de períodos curtos a contínua, dependendo da variação</p>	<p>Medições de curto prazo ou contínuas das energias dos períodos da linha de base e determinação da economia, ou cálculos de engenharia a partir de medições de variáveis que representem o consumo de energia.</p> <p>Ajustes de rotina e não de rotina como requerido.</p>	<p>Aplicação de acionador de velocidade variável (conversor de frequência) e controle a motor para ajustar a vazão da bomba acionada. Medição da potência com wattímetro instalado na alimentação do motor com leituras de um minuto. Na linha de base, o medidor é instalado por uma semana para verificar que a carga é constante. O</p>

Opção do PIMVP	Cálculo das economias	Exemplo de aplicação típica
esperada do parâmetro medido e da extensão do período de determinação da economia.		medidor é usado durante o período de determinação da economia para apurar as variações de potência.
C. Toda a instalação A economia é determinada por medições da energia em toda ou parte integrante da instalação. Medições contínuas da energia de toda a instalação são feitas durante o período de determinação da economia.	Análise dos dados do medidor da concessionária dos períodos da linha de base e determinação da economia. Ajustes de rotina como requeridos usando-se técnicas como simples comparação ou análise de regressão. Ajustes não de rotina como requerido.	Programa de gestão energética com múltiplas ações afetando muitos sistemas na instalação. Medição da energia com o medidor da concessionária de gás ou eletricidade por doze meses na linha de base e durante o período de determinação da economia.
D. Simulação calibrada A economia é determinada por meio de simulação do consumo de energia de toda ou parte da instalação. Demonstra-se que a simulação modela adequadamente o desempenho real na instalação. Esta opção usualmente requer habilidade considerável em simulação calibrada.	Simulação do uso da energia, calibrada com dados horários ou mensais da conta de energia (medidores no uso final podem ser usados para ajudar a refinar os dados de entrada).	Programa de gestão energética com múltiplas ações afetando muitos sistemas na instalação, porém sem medidor no período da linha de base. Medição de energia após a instalação de medidor de gás ou eletricidade usada para calibrar a simulação. A energia da linha de base, determinada pela simulação calibrada, é comparada à simulação do período de determinação da economia (dados da conta de energia usados para calibrar a simulação).

6.2 Opção A: isolamento da AEE

6.2.1 Apresentação

A isolamento da AEE permite o estreitamento da fronteira de medição para reduzir o esforço requerido para monitorar as variáveis independentes e os fatores estáticos quando a AEE afeta somente uma parte da instalação. Entretanto, fronteiras de medição menores que a instalação requerem medidores adicionais, que a determinam. Estreitar a fronteira de medição também introduz a possibilidade de “vazamentos” de efeitos da AEE não medidos, chamados efeitos interativos.

Já que não se está medindo toda a energia da instalação, os resultados das técnicas de isolamento da AEE não podem ser correlacionados com o uso total da energia na instalação mostrado nas contas da concessionária. As mudanças no consumo de energia ocorridas além da fronteira de medição, não relacionadas à AEE, não serão vistas pelas técnicas de isolamento da AEE porém afetarão o consumo ou demanda de energia medidos pela concessionária.

Duas opções são apresentadas para isolar o uso da energia pelos equipamentos afetados pela AEE do uso da energia do resto da instalação:

- a) Opção A: Isolação da AEE: Medição dos parâmetros chave
- b) Opção B: Isolação da AEE: Medição de todos os parâmetros

Os medidores de isolamento são colocados na fronteira de medição entre os equipamentos afetados e não afetados pela AEE.

Para projetar a fronteira de medição, cuidado deve ser tomado para considerar qualquer fluxo de energia afetado pela AEE além da fronteira. Um método deve ser estabelecido para estimar estes efeitos interativos. No entanto, se a fronteira for expandida para englobar os efeitos interativos, não há necessidade de estimá-los.

Além de pequenos efeitos interativos estimados, a fronteira define os pontos de medição e a abrangência de quaisquer ajustes, que podem ser feitos nas várias formas das equações de cálculo das economias. Somente as mudanças dos sistemas de energia e variáveis operacionais dentro da fronteira de medição devem ser monitoradas para executar os ajustes do(s) termo(s) das equações.

Os parâmetros podem ser medidos de forma constante ou periodicamente por curtos intervalos. A dimensão da variação esperada no parâmetro deve direcionar a decisão de medi-lo constante ou periodicamente. Se não se espera a variação em um parâmetro, ele pode ser medido imediatamente após a instalação da AEE e ocasionalmente verificado durante o período de determinação da economia. A frequência desta verificação pode ser determinada por uma verificação inicial para determinar se o parâmetro é constante. Uma vez provado que é constante, a frequência pode ser reduzida. Para se manter o controle da economia quando a frequência de medição cair, inspeções mais frequentes podem ser feitas para verificar a operação apropriada.

Medições contínuas fornecem maior certeza nas economias apuradas e mais dados sobre a operação dos equipamentos. Esta informação pode ser usada para melhorar ou otimizar a operação dos equipamentos em tempo real, desta forma aumentando o benefício da AEE em si. Resultados de diversos estudos mostram que cinco a quinze por cento de economia podem ser obtidos por meio de cuidadoso uso de monitoramento contínuo.

Se a medição não é contínua e os medidores são removidos entre as leituras, a localização da medição e a especificação do dispositivo de medição deve ser registrado no Plano de M&V, acompanhada do procedimento de calibração usado. Quando o parâmetro é esperado ser constante, os intervalos de medição podem ser curtos e ocasionais. Quando o parâmetro pode mudar periodicamente, sua medição deve ocorrer em períodos representativos do comportamento normal do sistema.

Quando um parâmetro pode variar diariamente ou hora a hora, como na maioria dos sistemas de refrigeração ou aquecimento de edifícios, a medição contínua pode ser a mais simples. Para cargas que dependem do clima, as medições podem ser feitas durante um período longo o suficiente para caracterizar adequadamente o padrão de carga durante todo o ciclo anual normal (i.e., cada estação e dia de semana / fim de semana) e repetido se necessário durante o período de determinação da economia.

Quando múltiplas versões da mesma instalação da AEE forem incluídas dentro da fronteira de medição, amostras válidas estatisticamente podem ser usadas como medições válidas do parâmetro total.

Medidores portáteis podem ser usados se somente medições de curto prazo são necessárias. O custo dos medidores portáteis pode ser compartilhado com outros objetivos. Entretanto, medidores permanentes também fornecem *feedback* para o pessoal de operação ou para equipamentos de controle automatizado para otimização de sistemas. Medidores adicionais podem também ser usados para subfaturamento de usuários individuais na instalação, quando permitido por lei, ou para rateio do consumo global.

As técnicas de isolamento da AEE são mais bem aplicadas:

- a) Somente o desempenho dos sistemas afetados pela AEE está sob questão, tanto devido às responsabilidades atribuídas às partes em um contrato de desempenho energético quanto devido às economias da AEE serem muito pequenas para serem detectadas no tempo disponível usado pela Opção C.
- b) Os efeitos interativos da AEE no uso da energia de outros equipamentos da instalação podem ser razoavelmente estimados ou serem presumidos insignificantes.
- c) Mudanças possíveis na instalação além da fronteira de medição são difíceis de identificar ou estimar.
- d) Não é muito difícil ou dispendioso monitorar as variáveis independentes, que afetam o uso da energia.

- e) Já existem medidores que isolam o uso da energia nos equipamentos afetados pela AEE dos demais sistemas da instalação.
- f) Os medidores adicionados à fronteira de medição podem ser usados para outros propósitos como *feedback* operacional, subfaturamento ou rateio do consumo de energia.
- g) A medição dos parâmetros é mais barata que as simulações da Opção D ou os ajustes não de rotina da Opção C.
- h) Não são necessários testes de longo prazo.
- i) Não há necessidade de conciliar diretamente a economia da AEE com as alterações nas contas de energia.

6.2.2 Isolação da AEE: medição dos parâmetros chave

Sob a Opção A: Isolação da AEE: medição dos parâmetros chave, os valores de energia são usados na seguinte equação para calcular a economia:

$$\text{Economia} = (\text{Energia da linha de base} - \text{Energia do período de determinação da economia}) \pm \text{Ajustes de rotina} \pm \text{Ajustes não de rotina}$$

Estes valores podem ser encontrados de cálculos usando uma combinação de medições de alguns parâmetros e estimativas de outros. Tais estimativas devem somente ser usadas onde puder ser mostrado que a incerteza combinada de todas as estimativas não afetará significativamente a determinação da economia. Deve-se decidir sobre quais parâmetros serão medidos e quais serão estimados, considerando-se a contribuição de cada um sobre a incerteza total da economia. Os valores estimados e a análise de sua importância devem ser incluídos no Plano de M&V. As estimativas podem ser baseadas em dados históricos, como as horas de operação registradas somente no período da linha de base, valores nominais publicados por fabricantes, testes de laboratório ou dados climáticos típicos.

Se um parâmetro, como as horas de uso, é sabido ser constante e não se espera que varie por causa da AEE, a sua medição no período de determinação da economia é suficiente. A medição deste parâmetro no período de determinação da economia pode também ser considerada uma medição do seu valor na linha de base.

Quando um parâmetro, sabido variar independentemente do uso da energia, não é medido na instalação durante ambos os períodos de medição – linha de base e determinação da economia, deve ser tratado como uma estimativa.

Cálculos de engenharia ou modelos matemáticos podem ser usados para estimar a importância dos erros na estimativa de algum parâmetro usada na determinação da economia. O efeito combinado das estimativas deve ser estimado antes de decidir se há suficientes medições a executar.

A seleção de qual(is) fator(es) medir pode também ser considerada relativamente aos objetivos do projeto ou das obrigações do executante quanto aos riscos de desempenho da AEE. Quando um fator for determinante para estimar o desempenho, ele deve ser medido. Outros fatores, além dos objetivos do executante da AEE, podem ser estimados.

Se o cálculo da economia se faz subtraindo um parâmetro medido de um estimado, o resultado é uma estimativa.

Ao definir os procedimentos a adotar numa Opção A, considerar tanto a variação da energia da linha de base quanto o impacto causado pela AEE antes de estabelecer que parâmetro(s) medir. Os três exemplos a seguir mostram a amplitude dos cenários que podem aparecer.

- a) A AEE reduz uma carga constante sem alterar as horas de operação.
- b) A AEE reduz as horas de operação sem alterar a carga.
- c) A AEE reduz tanto a carga dos equipamentos como as horas de operação.

Geralmente, condições de carga variável ou horas de operação variáveis requerem medições e cálculos mais rigorosos.

6.2.3 Cálculos

Com a Opção A, pode não haver necessidade de ajustes de rotina ou não de rotina, dependendo da localização da fronteira de medição, da natureza dos valores estimados, da duração do período de determinação da economia ou do intervalo entre as medições dos períodos da linha de base e determinação da economia.

Se as energias da linha de base e do período de determinação da economia envolvem apenas a medição de um parâmetro e a estimativa de outro segundo a Opção A, a equação da economia pode ser escrita como:

Economia da Opção A = Valor estimado x (Parâmetro medido na linha de base – Parâmetro medido no período de determinação da economia)

6.2.4 Verificação da instalação

Já que alguns valores podem ser estimados com a Opção A, muito cuidado deve ser tomado ao analisar o projeto de engenharia e a instalação, para se assegurar que as estimativas são realistas, alcançáveis e baseadas em equipamentos que possam realmente produzir a economia almejada.

Em intervalos definidos durante o período de determinação da economia, a instalação deve ser re-inspecionada para se verificar a existência dos equipamentos e sua operação e manutenção adequadas. Estas novas inspeções deverão assegurar a continuação do potencial de gerar a economia prevista e validar os parâmetros estimados. A frequência destas inspeções deve ser determinada pela probabilidade de mudanças no desempenho da AEE. Tal probabilidade pode ser estabelecida por inspeções iniciais frequentes para se estabelecer a estabilidade da existência e desempenho dos equipamentos.

6.2.5 Custos

A determinação da economia com a Opção A pode ser mais barata que com outras opções, já que o custo de estimar um parâmetro é frequentemente mais baixo que o de medi-lo. Entretanto, em algumas situações onde a estimativa é a única alternativa possível, uma boa estimativa pode ser mais onerosa que se uma medição direta fosse possível. O planejamento dos custos sob uma Opção A deve levar em conta todos os elementos: análise, estimativa, instalação dos medidores e o custo contínuo de ler e registrar os dados.

6.2.6 Melhores aplicações

A Opção A é mais bem aplicada onde:

- a) A estimação de parâmetros não chave pode evitar possíveis dificuldades para ajustes não de rotina quando mudanças ocorrerem dentro da fronteira de medição;
- b) A incerteza criada pelas estimativas é aceitável;
- c) A eficácia continua da AEE pode ser avaliada por um simples teste de rotina dos parâmetros chave;
- d) A estimativa de alguns parâmetros é mais barata que a sua medição com a Opção B ou sua simulação com a Opção D;
- e) O(s) parâmetro(s) chave usados para avaliar o desempenho de um projeto ou de um executante no cálculo da economia pode(m) ser facilmente identificado(s).

6.3 Opção B: Isolação da AEE – medição de todos os parâmetros

6.3.1 Apresentação

A Opção B – Isolação da AEE – medição de todos os parâmetros requer a medição dos valores da energia e parâmetros necessários para calculá-la na equação abaixo.

Economia = (Consumo ou demanda da linha de base – Consumo ou demanda no período de determinação da economia) ± Ajustes

A economia gerada pela maioria de tipos de AEEs pode ser determinada com a Opção B. No entanto, o grau de dificuldade e custos aumenta com o aumento da complexidade da medição. Os métodos da Opção B são geralmente mais difíceis e caros que os da Opção A. Por outro lado, a Opção B leva a resultados mais precisos onde os padrões de carga ou economia são variáveis. Estes custos adicionais podem ser justificáveis se o executante for responsável pelos fatores (adicionais a medir) que afetam a economia.

6.3.2 Cálculos

Economia = (Consumo ou demanda da linha de base – Consumo ou demanda do período de determinação da economia) ± Ajustes

Esta equação é usada nos cálculos aderentes ao PIMVP. Entretanto, sob a Opção B, pode não haver necessidade de ajustes, de rotina ou não de rotina, dependendo da localização da fronteira de medição, da duração do período de determinação da economia ou do intervalo entre os períodos da linha de base

e determinação da economia. Destarte, na Opção B, a equação pode eventualmente ser simplificada para:

Economia na Opção B = Energia da linha de base – Energia do período de determinação da economia

6.3.3 Questões de medição

A isolamento da medição da AEE requer usualmente a adição de medidores específicos, seja de forma permanente ou temporária. Estes medidores podem ser instalados durante um diagnóstico energético para auxiliar na caracterização do uso da energia antes do projeto da AEE. Podem também ser instalados para medir o desempenho energético da linha de base para o Plano de M&V.

Deve-se seguir as boas práticas metrológicas para permitir o cálculo da economia de energia com precisão e repetibilidade confiáveis. As práticas metrológicas estão continuamente evoluindo na medida em que evoluem os equipamentos de medição. Desta forma, devem-se usar as práticas mais recentes para apoiar o cálculo da economia.

6.3.3.1 Medições elétricas

Para medir a energia elétrica, deve-se medir a tensão, corrente e fator de potência, ou usar um wattímetro de valor eficaz verdadeiro (*true RMS*). A medição da corrente e tensão somente podem adequadamente definir a potência em cargas puramente resistivas, como lâmpadas incandescentes e aquecedores a resistor sem motor de ventilador. Ao medir a potência elétrica, deve-se se certificar que a forma de onda do resistor não está distorcida por outros dispositivos na instalação.

NOTA Os valores eficazes (*RMS - root mean squared*) podem ser determinados por instrumentos de estado sólido e adequadamente levar em conta as distorções existentes em circuitos de corrente alternada.

Deve-se medir a demanda elétrica simultaneamente ao medidor da concessionária. Esta medição usualmente requer o registro contínuo da demanda no medidor de isolamento. Deste registro, a demanda pode ser lida exatamente no intervalo em que a concessionária registrou o pico da demanda no seu medidor. A concessionária pode informar este intervalo na fatura ou em relatório específico.

Os métodos de medição da demanda podem variar entre concessionárias. O método para medição da demanda no medidor de isolamento deve replicar o método usado pela concessionária.

No entanto, deve ser tomado cuidado para assegurar que a instalação não contém combinações inusitadas de equipamentos que geram picos elevados de um minuto, que podem aparecer de forma diferente em uma janela móvel do que uma janela fixa. Após o processamento dos dados em intervalos iguais aos da concessionária, deve-se convertê-los em dados horários para arquivamento e posterior análise.

6.3.3.2 Calibração

Os medidores devem ser calibrados como recomendado pelo fabricante e seguindo procedimentos das autoridades de medição reconhecidas. Padrões primários e não menos que padrões de terceira ordem rastreáveis devem ser utilizados sempre que possível. Sensores e equipamentos de medição devem ser selecionados com base na facilidade de calibração e na capacidade de mantê-la. Uma solução atrativa é a seleção de equipamentos autocalibrados.

6.3.4 Melhores aplicações

A Opção B é mais bem aplicada onde:

- a) Os medidores adicionados para isolamento da AEE serão utilizados também para outros propósitos como feedback operacional, subfaturamento ou rateio do consumo;
- b) A medição dos parâmetros é mais barata que a simulação da Opção D;
- c) A economia ou operação dentro da fronteira de medição é variável.

6.4 Opção C: Toda a instalação

6.4.1 Apresentação

A Opção C: toda a instalação envolve o uso dos medidores da concessionária, medidores de toda a instalação ou submedidores para avaliar o desempenho energético da instalação completa. A fronteira de medição engloba toda a instalação ou grande parte dela. Esta opção determina a economia global de AEEs aplicada a parte da instalação monitorada pelo medidor de energia. Além disso, já que são usados medidores que englobam toda a instalação, a economia determinada pela Opção C inclui os efeitos positivos e negativos de qualquer mudança acontecida fora da AEE.

A Opção C destina-se a projetos onde a economia esperada é grande comparada com a variação aleatória ou inexplicável que ocorre na instalação. Se a economia for grande comparada às variações inexplicáveis nos dados de energia da linha de base a identificação da economia é fácil. Além disso, quanto maior for o período de análise após a instalação da AEE, menor o impacto de variações inexplicáveis de curto prazo. Tipicamente, a economia deve exceder 10% da energia da linha de base se se espera distinguir com confiança a economia dos dados da linha de base quando o período de determinação da economia for menor que dois anos.

A identificação de mudanças na instalação, que requer ajustes não de rotina, é o principal desafio associado à Opção C, particularmente quando as economias forem monitoradas por longos períodos. Desta forma, inspeções periódicas devem ser realizadas em todos os equipamentos e operações na instalação durante o período de determinação da economia. Estas inspeções identificam mudanças nos fatores estáticos em relação à sua condição na linha de base. Tais inspeções podem ser parte de um acompanhamento regular para assegurar-se que os métodos desejados de operação estão ainda sendo seguidos.

6.4.2 Questões sobre dados de energia

Onde a alimentação da concessionária é medida somente em um ponto central em um grupo de instalações, submedidores são necessários em cada instalação ou grupo de instalações nos quais o desempenho é avaliado.

Pode haver vários medidores medindo a entrada de um tipo de energia numa instalação. Se houver interações entre estes sistemas, direta ou indiretamente, os dados de todos os medidores envolvidos devem ser levados em conta na determinação da economia de toda a instalação.

Quando uma entrada de energia não tiver interação com outros sistemas, e não estiver no escopo da determinação da economia, ela pode ser ignorada. Deve-se determinar a economia separadamente para cada medidor ou submedidor de entrada, de tal forma que mudanças de desempenho possam ser avaliadas separadamente para cada entrada. Entretanto, quando uma entrada se referir somente a uma pequena fração de um tipo de energia, ela pode ser consolidada com outras entradas para reduzir o esforço de gestão dos dados. Quando medidores elétricos forem combinados desta forma, deve-se ter em conta que pequenos medidores frequentemente não têm dados de demanda associados, e portanto os dados consolidados não fornecerão informações significativas sobre o fator de carga.

Se vários medidores diferentes são lidos em dias separados, cada medidor deve ser analisado separadamente no seu período específico. As economias resultantes podem ser consolidadas após a análise de cada medidor individual, se as datas de leitura estiverem disponíveis.

Se faltar um dado de um medidor do período de determinação da economia, um modelo matemático deste período pode ser criado para suprir o dado faltante. No entanto, a economia determinada para este período deve ser identificada como “dado faltante”.

6.4.3 Questões sobre contas de energia

Os dados de energia para a Opção C são usualmente colhidos nos medidores da concessionária, seja por meio de leitura direta, seja pelos dados da conta de energia. Quando a conta for usada, é preciso ter em conta que as necessidades da concessionária de uma leitura regular não são tão grandes quanto as da M&V. Os dados de contas contêm às vezes dados estimados, especialmente em contas de pequeno valor. Pode acontecer não se conseguir distinguir, somente pela conta, se o dado é estimado ou lido. Leituras estimadas geram erros desconhecidos para os respectivos meses e também para o mês subsequente. A primeira leitura real após as estimativas corrigirá os erros consolidados desde a última leitura, porém os erros intermediários permanecerão. Os relatórios de M&V devem assinalar quando estimativas são parte dos dados da concessionária.

Quando a concessionária estima a leitura do medidor, não existe dado válido para a demanda elétrica do período.

A energia pode ser suprida a uma instalação através de armazenamento interno, como óleo, propano, carvão ou biomassa. Nestas situações, as faturas do fornecedor não representam o consumo real da instalação durante o período entre carregamentos. O ideal é se colocar um medidor a jusante do armazenamento para medir o consumo de energia. Se não houver este medidor, ajustes devem ser feitos levando-se em conta inventários parciais entre os carregamentos.

6.4.4 Variáveis independentes

As variáveis independentes mais comuns são referentes ao clima, produção e ocupação. O clima tem várias variáveis, porém para análises do consumo de instalações completas, a mais usada é a temperatura externa de bulbo seco. A produção também pode ser quantificada de diversas formas, dependendo da natureza do processo industrial. Tipicamente, usa-se a massa total ou a quantidade de

unidades produzidas de cada produto. A ocupação é definida de várias formas, como noites-cama em hotéis, horas de ocupação em prédios administrativos, dias de expediente/não de expediente ou refeições servidas em restaurantes.

Os modelos matemáticos podem estimar as variáveis independentes se forem cíclicas. Análises de regressão ou outras formas de modelos matemáticos podem determinar o número de variáveis independentes a considerar no modelo da linha de base. Os parâmetros com efeitos significativos no consumo da linha de base devem ser incluídos nos ajustes de rotina para determinar a economia usando uma das seguintes equações:

$$\text{Economia} = (\text{Energia da linha de base} - \text{Energia do período de determinação da economia}) \pm \text{Ajustes de rotina} \pm \text{Ajustes não de rotina}$$

$$\text{Energia evitada (ou Economia)} = \text{Energia da linha de base ajustada} - \text{Energia do período de determinação da economia} \pm \text{Ajustes não de rotina da energia da linha de base às condições do período de determinação da economia}$$

$$\text{Economia normalizada} = (\text{Energia da linha de base} \pm \text{Ajustes de rotina às condições fixas} \pm \text{Ajustes não de rotina às condições fixas}) - (\text{Energia do período de determinação da economia} \pm \text{Ajustes de rotina às condições fixas} \pm \text{Ajustes não de rotina às condições fixas})$$

As variáveis independentes devem ser medidas e registradas exatamente no mesmo período dos dados de energia.

6.4.5 Cálculos e modelos matemáticos

Para a Opção C, o termo de ajustes de rotina, na equação abaixo, é calculado desenvolvendo-se um modelo matemático válido para cada padrão de uso da energia visto por um medidor:

$$\text{Economia} = (\text{Energia da linha de base} - \text{Energia do período de determinação da economia}) \pm \text{Ajustes de rotina} \pm \text{Ajustes não de rotina}$$

Um modelo pode ser simplesmente uma lista ordenada de consumos energéticos medidos em doze meses, sem quaisquer ajustes. No entanto, os modelos frequentemente incluem fatores provenientes de análises de regressão, que correlacionam a energia a uma ou mais variáveis independentes como temperatura externa, graus-dia, duração do período de medição, produção, ocupação ou modo de operação. Os modelos podem incluir também conjuntos diferentes de parâmetros de regressão para condições diferentes de uso da energia, como verão ou inverno em edifícios com variações sazonais no uso da energia.

A Opção C deve usar anos completos (doze, vinte e quatro ou trinta e seis meses) de dados contínuos durante o período da linha de base, e dados contínuos durante o período de determinação da economia (FELS, 1986). Modelos que usam outros números de meses (nove, dez, treze ou dezoito meses) podem criar vieses estatísticos por sub ou sobre representar modos normais de operação.

Os dados de medidores da instalação podem ser horários, diários ou mensais. Os dados horários devem ser combinados em dados diários para limitar o número de variáveis independentes requeridas para se ter um razoável modelo da linha de base, sem significativo acréscimo da incerteza na economia calculada (KATIPAMULA, 1996; KISSOCK et al., 1992). Variações nos dados diários são geralmente resultados de ciclos semanais, na maioria das instalações.

Muitos modelos matemáticos são apropriados para a Opção C. Para eleger o que mais se ajusta à aplicação, considerar índices de avaliação estatísticos, como o R^2 (coeficiente de determinação da regressão) e t (estatística t de *Student* dos parâmetros da regressão), ou a literatura estatística publicada pode ajudar a demonstrar a validade estatística do modelo selecionado.

6.4.6 Medição

As medições de energia de toda a instalação podem usar o medidor da concessionária de energia. Este medidor é considerado 100% preciso para a determinação da economia porque seus dados definem o pagamento da energia. Ele está sujeito à regulação local quanto à precisão para a venda de energia.

Os medidores da concessionária podem ser equipados ou modificados para fornecer um pulso elétrico de saída que possa ser usado pelo equipamento de monitoração da instalação. A constante energia-por-pulso deve ser calibrada contra uma referência conhecida como os dados similares registrados pelo medidor da concessionária.

Medidores da instalação, separados dos da concessionária, podem medir a energia de toda a instalação. A precisão destes medidores deve ser considerada no Plano de M&V, em conjunto com a maneira de comparar sua leitura com a do medidor da concessionária.

6.4.7 Custos

Os custos da Opção C dependem da fonte dos dados de energia e da dificuldade de acompanhar os fatores estáticos dentro da fronteira de medição para possibilitar a realização de ajustes não de rotina durante o período de determinação da economia. O medidor da concessionária ou um outro medidor existente funciona bem se os dados são adequadamente registrados. Esta opção não requer custos extras de medição de energia.

O custo de acompanhar as variações nos fatores estáticos depende do tamanho da instalação, da probabilidade de mudança, da dificuldade de detectá-las, e dos procedimentos de supervisão já existentes.

6.4.8 Melhores aplicações

A Opção C é mais bem aplicada onde:

- a) O desempenho energético de toda a instalação será avaliado, não somente os das AEEs;
- b) Há muitos tipos de AEEs na instalação;
- c) As AEEs envolvem atividades cujo uso individual de energia é difícil de medir separadamente;
- d) A economia é grande comparada com a variação dos dados da linha de base, durante o período de determinação da economia;
- e) As técnicas de isolamento da AEE (Opções A ou B) são excessivamente complexas;
- f) Não são esperadas mudanças significativas na instalação durante o período de determinação da economia;
- g) Pode ser estabelecido um sistema de acompanhamento dos fatores estáticos que permita a realização de futuros ajustes não de rotina;
- h) Correlações razoáveis entre a energia e variáveis independentes podem ser encontradas.

6.5 Opção D: Simulação calibrada

6.5.1 Apresentação

A Opção D: simulação calibrada envolve o uso de simulação por computador para prever a energia da instalação para um ou ambos os termos na equação da economia. Este modelo de simulação deve ser “calibrado” de tal forma que prediga um padrão de uso da energia que aproximadamente reproduza os dados reais de medição.

A Opção D pode ser usada para avaliar o desempenho de AEEs em uma instalação, de forma semelhante à Opção C. Por outro lado, a ferramenta de simulação da Opção D permite também estimar as economias atribuídas a cada AEE dentro de um projeto de múltiplas AEEs.

A Opção D pode também ser usada para avaliar o desempenho de sistemas individuais dentro da instalação, de forma semelhante às Opções A e B. Neste caso, o sistema energético deve ser isolado do resto da instalação por medidores apropriados.

A Opção D é útil onde:

- a) Os dados da linha de base não existem ou não estão disponíveis. Esta situação pode acontecer:
 - Nova construção,
 - Expansão da instalação, necessitando ser avaliada em separado, ou
 - Campus com várias instalações, porém com medição centralizada exclusiva. A instalação de medidores separados será feita com a implantação das AEEs.
- b) Os dados do período de determinação da economia não estão disponíveis ou obscurecidos por fatores difíceis de quantificar. Algumas vezes é muito difícil prever como futuras mudanças na instalação vão afetar o uso da energia. Mudanças em processos industriais ou novos equipamentos fazem muitas vezes o cálculo dos ajustes não de rotina serem tão pouco precisos que as Opções A, B ou C criariam um erro excessivo na determinação da economia.
- c) Deseja-se determinar as economias associadas com AEEs individuais, porém as medições pelas Opções A ou B são muito difíceis ou caras.
- d) Se a energia do período de determinação da economia é predita por *software* de simulação, a economia determinada persiste somente se as condições operacionais simuladas continuam as mesmas. Inspeções periódicas vão identificar mudanças em relação às condições da linha de base

e o desempenho modelado dos equipamentos. Novas “rodadas” da simulação devem ser ajustas de acordo com as mudanças observadas.

- e) A Opção D deve ser a primeira abordagem de M&V considerada para avaliar a inclusão de eficiência energética em projetos de novas instalações. O PIMVP volume III parte I, intitulado *Conceitos e Opções para Determinar Economias em Novas Construções*, fornece orientação sobre várias técnicas de M&V aplicáveis a novos prédios.
- f) Um modelo por computador preciso e sua calibração são os maiores desafios associados à Opção D. Para controlar os custos deste método mantendo razoável precisão, os seguintes pontos devem ser considerados ao usar-se a Opção D:
 - i. A análise da simulação deve ser conduzida por pessoal treinado, com experiência tanto no *software* de simulação como na técnica de calibração.
 - ii. Os dados de entrada devem representar a melhor informação disponível, incluindo tanto quanto possível dados reais de desempenho dos componentes chave da instalação.
 - iii. Os dados de entrada da simulação devem ser ajustados para que os resultados de demanda e consumo se aproximem dos dados das contas mensais de energia dentro de tolerâncias aceitáveis (processo de calibração). Somente uma aproximação dos dados anuais é usualmente uma demonstração insuficiente que a simulação prediz adequadamente o comportamento energético da instalação.
 - iv. A Opção D requer uma documentação cuidadosa. Impressões da simulação, dados de pesquisa e dados de medidores ou monitoração usados para definir os dados de entrada devem ser mantidos em papel e meio eletrônico.
 - v. Para projetos de novas construções, os esforços para modelar podem ser agilizados usando-se o mesmo “modelador” que criou o modelo “como projetado” para criar os modelos calibrado, conforme construído (*as built*) e o modelo ajustado da linha de base.

Os tipos de edifícios que não são facilmente simulados incluem aqueles com:

- o Grandes saguões;
- o Frações significativas do espaço abaixo da linha do solo ou com espaços abaixo;
- o Formatos exteriores não usuais;
- o Configurações complexas de sombras; ou
- o Grande número de zonas distintas de controle de temperatura.

Algumas AEEs em edifícios só podem ser simuladas com grande dificuldade, como:

1. Adição de barreiras radiantes em áticos; e
2. Algumas mudanças complexas em sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado.

6.5.2 Tipos de programas de simulação

Programas de simulação de edifícios completos usualmente usam técnicas de cálculos horários. Entretanto, modelos de sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado podem também ser usados se as perdas de calor, ganhos de calor, cargas internas e estes sistemas são simples. Outros tipos de programas de propósito específico podem ser usados para simular o uso da energia e operação de dispositivos ou processos industriais.

Qualquer *software* utilizado deve ser bem documentado e bem entendido pelo usuário. Devido à grande variedade de métodos disponíveis, é prudente conseguir a aprovação do proprietário do programa de modelagem ou responsável pelo projeto antes de iniciar a análise.

6.5.3 Calibração

A economia determinada pela Opção D é baseada em uma ou mais estimativas complexas do uso da energia. A precisão da economia depende de quão bem os modelos de simulação modelam o desempenho real dos equipamentos e quão bem o modelo é calibrado ao desempenho medido da energia.

A calibração é feita pela verificação de que o modelo de simulação prediz razoavelmente os padrões energéticos da instalação, comparando-se os resultados do modelo com um conjunto de dados de calibração. Estes dados de calibração incluem os dados medidos da energia, variáveis independentes e fatores estáticos.

A calibração de simulações em edifícios é usualmente feita com doze contas mensais da concessionária de energia. Estas contas devem ser de um período de operação estável. Em um prédio novo, pode demorar um número de meses antes que se dê a ocupação plena e antes que o pessoal de operação

aprenda a melhor maneira de operar a instalação. Os dados de calibração devem ser documentados no Plano de M&V bem como a descrição de suas fontes.

Dados detalhados de operação da instalação ajudam a desenvolver os dados de calibração. Estes dados podem incluir características de operação, ocupação, clima, cargas e eficiência dos equipamentos. Algumas variáveis podem ser medidas por curtos intervalos (dia, semana ou mês) ou extraídas do registro de operação. A precisão dos medidores deve ser verificada em medições críticas. Se houver recursos, a ventilação do prédio e infiltração devem ser medidas porque estas quantidades frequentemente se afastam em muito das expectativas. Medições instantâneas melhoram a precisão da simulação sem muito custo adicional. Testes do tipo liga/desliga podem medir a iluminação, cargas alimentadas por tomadas e centros de controle de motores. Estes testes podem ser feitos em um fim de semana usando-se um registrador de dados ou o sistema de automação do prédio para registrar o uso da energia de toda a instalação, usualmente com intervalos de um minuto. Algumas vezes, registradores portáteis baratos, sincronizados com o medidor geral, são também interessantes para medições de curto prazo.

Após a coleta de quantos dados de calibração for possível, os passos para calibrar a simulação seguem abaixo.

- 1) Estimar outros parâmetros necessários de entrada e documentá-los.
- 2) Quando possível, coletar dados climáticos reais do período de calibração, especialmente se as condições climáticas variarem significativamente das condições padrão usadas na simulação básica. No entanto, obter e preparar dados climáticos reais para uso na simulação pode ser caro e demorado. Se desenvolver um arquivo de dados climáticos reais é muito difícil, ajustar um arquivo climático médio para simular os dados climáticos reais usando-se métodos estatísticos válidos.
- 3) Proceder à simulação e verificar se ela prediz corretamente parâmetros operacionais como temperatura e umidade internas.
- 4) Comparar os resultados simulados da energia com os dados de medição do período de calibração hora a hora ou mensalmente.
- 5) Avaliar padrões nas diferenças entre os resultados da simulação e os dados de calibração. Gráficos de barras, gráficos no tempo com diferenças percentuais, e gráficos de dispersão com dados mensais podem ser usados para identificar padrões de erros. A precisão da calibração deve ser estabelecida no Plano de M&V, considerado o orçamento disponível.
- 6) Revisar os dados de entrada no passo 1 e repetir os passos 3 e 4 para trazer os resultados previstos dentro da especificação da precisão do passo 5. Coletar mais dados operacionais reais da instalação para melhorar a precisão da calibração, se necessário.
- 7) A concepção e calibração da simulação é demorada. Usar dados de energia mensais no lugar de horários ajuda a limitar o esforço necessário para calibração. Entretanto, se a Opção D for utilizada para determinar a economia das AEEs em si, é recomendada a calibração dos principais usos finais, sistemas e/ou equipamentos envolvidos nas AEEs.

6.5.4 Cálculos

A economia pode ser determinada usando-se os resultados de simulações calibradas representando a energia da linha de base ou do período de determinação da economia. Para os projetos com linha de base física, os dois modelos calibrados incluem um com as AEEs e outro sem elas. Para os projetos com linha de base hipotética, os modelos calibrados podem incluir as condições da linha de base hipotética e as do período de determinação da economia (conforme construído), porém os dados de calibração só serão disponíveis para calibração nas condições conforme construído. Em quaisquer dos dois casos, tanto os dados de energia do modelo quanto medidos devem estar referidos ao mesmo conjunto de condições de operação.

A economia com a Opção D pode ser estimada por meio de duas formas da equação da economia. Ambas as formas presumem que o 'erro' de calibração afeta igualmente tanto o modelo da linha de base quanto o do período de determinação da economia. A mesma economia será determinada pelas duas equações para quaisquer conjuntos de dados e simulações.

Economia = Energia da linha de base do modelo calibrado [hipotética ou sem as AEEs] – Energia do período de determinação da economia do modelo calibrado [com as AEEs]

Um dos termos de energia derivados do modelo na equação acima pode ser substituído pelo valor da energia real medida. No entanto, o cálculo deve ser ajustado com o erro de calibração para cada mês no período de calibração, usando-se a equação abaixo.

Economia = Energia da linha de base do modelo calibrado [hipotética ou sem as AEEs] – Energia real do período de calibração ± Erro de calibração na respectiva leitura

A equação da economia acima pode ser mais facilmente entendida pelo pessoal não técnico, já que o cálculo da economia usa os dados reais de medição ao invés de somente resultados de modelos de simulação.

6.5.5 Determinação de economias futuras

Se o desempenho energético deve ser avaliado por vários anos, a Opção D pode ser usada no primeiro ano posterior à instalação das AEEs. Nos anos subsequentes, a Opção C pode ser mais barata se for usado como linha de base o primeiro ano de medição estável após a implementação das AEEs. Neste caso, a Opção C é usada para determinar as mudanças na energia após o primeiro ano. Nesta situação, o uso da energia no primeiro ano de operação estável é usado para:

- a) Calibrar o modelo de simulação da Opção D, e
- b) Estabelecer a linha de base da Opção C para medir economias adicionais (ou perdas) nos anos subsequentes.

6.5.6 Melhores aplicações

A Opção D é comumente usada onde não há outra opção viável. É mais bem aplicada:

- a) Os dados do período da linha de base ou do período de determinação da economia, porém não ambos, não estão disponíveis ou não são confiáveis;
- b) Há muitas AEEs para estimar usando as Opções A e B;
- c) As AEEs envolvem ações difusas, que não podem ser facilmente isoladas do restante da instalação, como treinamento da operação ou melhoramento de paredes e janelas;
- d) O desempenho de cada AEE será estimado individualmente dentro de um projeto de múltiplas AEEs, porém os custos das Opções A e B são excessivos;
- e) As interações entre AEEs ou os efeitos interativos das AEEs são complexos, fazendo com que as Opções A e B sejam impraticáveis;
- f) São esperadas mudanças significativas na instalação durante o período de determinação da economia, sem se conhecer ao certo o seu impacto ou uso da energia;
- g) Há disponibilidade de profissional com experiência em simulação energética, capaz de coletar os dados apropriados para calibrar o modelo de simulação;
- h) A instalação e as AEEs podem ser modeladas por *software* de simulação bem documentado;
- i) O *software* de simulação prediz os dados medidos de calibração com precisão aceitável;
- j) São medidos doze meses de desempenho, imediatamente após a instalação e comissionamento do programa de gestão energética.

7 Plano de M&V

7.1 Apresentação

Um componente chave de um projeto de M&V aderente ao PIMVP é um bem elaborado e específico Plano de M&V para o projeto em questão. As seções seguintes descrevem os requisitos essenciais de um Plano de M&V.

7.2 Objetivo da AEE

Descrever a AEE, o seu resultado pretendido e os procedimentos de verificação operacional que serão usados para confirmar o sucesso da implementação da AEE. Identificar qualquer mudança planejada às condições da linha de base.

7.3 Opção do PIMVP selecionada e fronteira de medição

Especificar a opção do PIMVP usada para determinar a economia. Identificar a fronteira de medição da determinação da economia. A fronteira pode ser tão estreita quanto o fluxo de energia através de uma tubulação ou condutor, ou tão larga como a energia total usada em muitas instalações. Descrever a natureza de qualquer efeito interativo além da fronteira de medição bem como seus possíveis impactos.

7.4 Linha de base: período, energia e condições

Documentar os dados de energia e as condições (variáveis independentes) da linha de base, dentro da fronteira de medição.

Esta documentação deve incluir:

- a) Identificação do período da linha de base;
- b) Dados de consumo de energia e demanda da linha de base;
- c) Dados das variáveis independentes exatamente nos mesmos períodos dos dados de energia (p. ex., produção, temperatura ambiente);
- d) Fatores estáticos coincidindo com o período dos dados de energia;
 - 1) Tipo de ocupação, densidade e períodos;
 - 2) Condições operacionais para cada período operacional e estação do período da linha de base, além das variáveis independentes;
 - 3) Descrição de qualquer condição da linha de base que fique aquém do requerido por norma ou padrão;
- e) Detalhes de ajustes necessários aos dados de energia da linha de base para refletir as melhorias energéticas esperadas a partir das condições da linha de base;
- f) Tamanho, tipo e isolamento de qualquer elemento relevante da envoltória do prédio como paredes, telhados, portas e janelas;
- g) Inventário dos equipamentos;
- h) Práticas operacionais;
- i) Qualquer projeto, instalação, calibração e comissionamento e qualquer equipamento especial de medição necessário, de acordo com o plano;
- j) Paradas operacionais ou problemas nos equipamentos significativos durante o período da linha de base.

A documentação da linha de base tipicamente requer atividades de medição de curto prazo bem documentadas. A extensão desta informação é determinada pela fronteira de medição escolhida ou a abrangência da determinação da economia. Se forem empregados os métodos de M&V de toda a instalação todos os equipamentos e condições da instalação devem ser documentados.

7.5 Período de determinação da economia

Identificar o período de determinação da economia, que pode ser tão curto quanto uma medição instantânea durante o comissionamento da AEE, ou tão longa quanto o período para recuperar o investimento da AEE.

7.6 Bases para ajuste

Declarar o conjunto de condições para o qual as medições de energia serão ajustadas. As condições podem ser as do período de determinação da economia ou algum outro conjunto de condições fixas. As condições que servem de base para o ajuste determinam se a economia é relatada como energia evitada ou energia normalizada.

7.7 Procedimento de análise

Especificar exatamente os procedimentos de análise dos dados, algoritmos e estimativas a serem usadas em cada determinação da economia de energia. Para cada modelo matemático usado, descrever os termos e faixa de variação válida para as variáveis independentes.

7.8 Preços de energia

Especificar os preços de energia que serão usados para valorar a economia, e se e como serão ajustados se variarem durante a implantação da AEE ou no futuro.

7.9 Especificação das medições

Especificar os pontos de medição e períodos de execução, se não for contínua. Para os medidores que não sejam da concessionária de energia, especificar:

- Características dos medidores;

- Leitura dos medidores e protocolo de referência (testemunha);
- Comissionamento do medidor ou procedimento de calibração;
- Processo de calibração de rotina;
- Método para lidar com dados perdidos e transferência de dados.

7.10 Responsabilidade de monitoramento

Atribuir responsabilidades para relatar e registrar durante o período de determinação da economia:

- a) Dados de energia;
- b) Variáveis independentes;
- c) Fatores estáticos dentro da fronteira de medição.

7.11 Precisão esperada

Avaliar a precisão esperada associada aos processos de medição, coleta de dados, amostragem e análise de dados (modelagem). Esta avaliação deve incluir considerações qualitativas e medições quantitativas factíveis do nível de incerteza nos valores medidos e ajustes a serem usados na determinação da economia.

7.12 Orçamento

Definir o orçamento e os recursos requeridos para a determinação da economia, tanto os custos iniciais de configuração como os custos em sequência durante o período de determinação da economia.

7.13 Formato do relatório de M&V

Especificar como os resultados serão relatados e documentados.

7.14 Garantia de qualidade

Especificar os procedimentos de garantia da qualidade que serão utilizados no relatório da economia e quaisquer passos intermediários na determinação da economia.

7.15 Requisitos adicionais do Plano de M&V para a Opção A

7.15.1 Justificativa das estimativas

Relatar os valores utilizados em estimativas. Citar a fonte destas estimativas. Calcular o impacto destas estimativas na economia total esperada, combinando a faixa possível da economia com a variação plausível dos valores estimados.

7.15.2 Inspeções periódicas

Definir as inspeções periódicas que serão feitas durante o período de determinação da economia para verificar se os equipamentos estão operando como previsto quando da determinação dos valores estimados.

7.16 Requisitos adicionais do Plano de M&V para a Opção D

7.16.1 Nome do software

Relatar o nome e versão do *software* de simulação a ser usado.

7.16.2 Dados de entrada/saída

Fornecer cópias em papel e eletrônica dos arquivos de entrada, saída e climáticos usados na simulação.

7.16.3 Dados medidos

Descrever o processo de obtenção de qualquer dado medido. Registrar que parâmetros foram medidos e quais foram estimados.

7.16.4 Calibração

Relatar os dados de energia e operacionais utilizados na calibração. Relatar a precisão dentro da qual os resultados da simulação se aproximam dos dados de energia da calibração.

7.16.5 Mudanças futuras

Quando possível, definir o método para se fazer ajustes não de rotina relevantes.

8 Relatórios de M&V

Os relatórios de M&V devem ser preparados conforme definidos no Plano de M&V. Os relatórios devem incluir no mínimo os seguintes pontos:

- a) As necessidades dos usuários dos relatórios de M&V planejados;
- b) Escolha do método ou técnica de M&V:
 - Se os usuários estão preocupados com o controle do custo total da energia, os métodos de toda a instalação podem ser os que mais se apliquem,
 - Se os usuários estão preocupados com o desempenho particular das AEEs, as técnicas de isolamento da AEE podem ser as mais indicadas.
- c) Dados observados no período de determinação da economia:
 - 1) Início e fim do período de medição;
 - 2) Dados de energia;
 - 3) Dados das variáveis independentes.
- d) Descrição e justificativa de qualquer correção feita nos dados observados;
- e) Para a Opção A, os valores estimados acordados;
- f) A base tarifária de preços de energia utilizada;
- g) Detalhes de qualquer ajuste não de rotina da linha de base;
- h) Economia calculada em unidades de energia;
- i) Economia calculada em unidades monetárias;
- j) Comentários da análise do relatório pelo pessoal de operação da instalação.

9 Aderência ao PIMVP

O PIMVP é uma estrutura de definições e métodos para avaliar adequadamente a economia no consumo e demanda de energia ou água. O PIMVP orienta os usuários no desenvolvimento de Planos de M&V para projetos específicos. O PIMVP foi escrito para permitir flexibilidade máxima na criação de Planos de M&V, enquanto aderirem aos princípios de precisão, completude, conservadorismo, consistência, relevância e transparência (ver os Princípios de M&V na Seção 4).

Os usuários que reivindicam a aderência ao PIMVP devem:

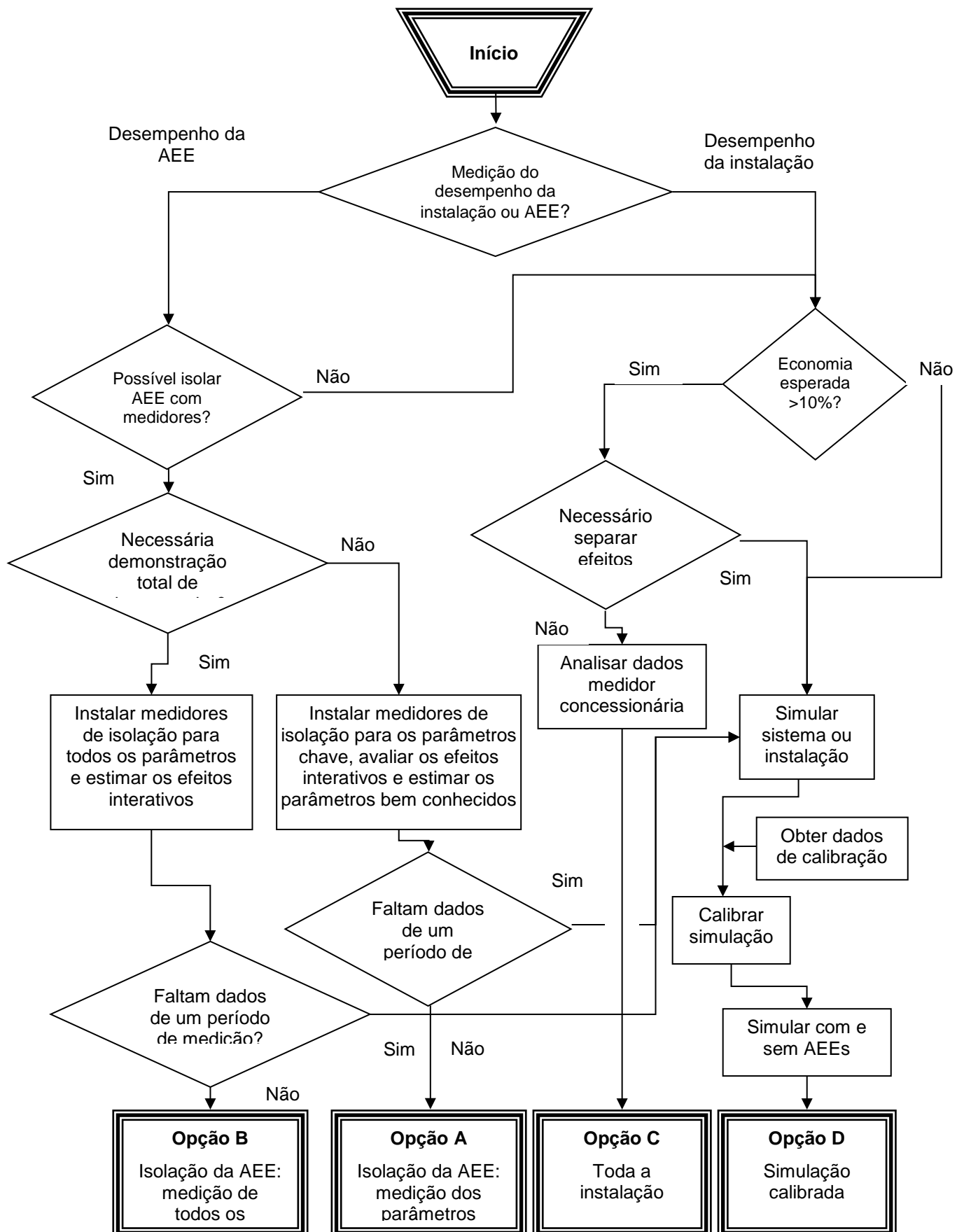
1. Identificar a pessoa responsável para aprovar o Plano de M&V em questão e por certificar-se que o Plano de M&V foi seguido durante a duração do período de determinação da economia.
2. Desenvolver um Plano de M&V completo que:
 - Estabeleça claramente a data de publicação da versão do PIMVP e volume utilizado;
 - Use a terminologia consistente com as definições do PIMPV na versão citada;
 - Inclua toda a informação mencionada para o Plano de M&V (Seção 7 desta edição);
 - Seja aprovado por todas as partes interessadas na aderência ao PIMVP e
 - Seja consistente com os Princípios de M&V (Seção 4).
3. Seguir o Plano de M&V, aderente e aprovado.
4. Preparar relatórios de M&V contendo a informação citada na Seção 8.

Os usuários que quiserem especificar o uso do PIMVP em um contrato de desempenho energético ou comércio de emissões podem usar frases como: “a determinação da economia energética e monetária real seguirão as melhores práticas atuais, como definido do PIMVP Volume I”.

As especificações podem ir além para incluir “o Plano de M&V deve aderir ao PIMVP e ser aprovado por ...” e podem também, se conhecido à época da assinatura do contrato, adicionar “segundo a Opção do PIMVP...”

Anexo A (informativo)

Fluxograma de seleção de opção



Anexo B (informativo)

Seleção de opção pelas características de projeto da AEE

Característica de projeto da AEE	Opções sugeridas			
	A	B	C	D
Necessária avaliação individual das AEEs	X	X		X
Necessária somente avaliação de toda a instalação			X	X
Economia esperada menor que 10% do medidor da concessionária	X	X		X
A importância de algumas variáveis que influenciam a energia não está clara		X	X	X
Os efeitos interativos da AEE são importantes ou difíceis de medir			X	X
Muitas mudanças esperadas no futuro dentro da fronteira de medição	X			X
Necessária avaliação do desempenho a longo prazo		X	X	
Dados da linha de base ou determinação não disponíveis				X
Pessoas não técnicas devem entender os cálculos da economia	X	X	X	
Habilidade de medição disponível	X	X		
Habilidade de simulação por computador disponível				X
Experiência em leitura de contas de energia e análise de regressão disponíveis			X	



www.evo-world.org

A EVO gostaria de agradecer a seus subscritores institucionais:

Principais:

BC Hydro
Services Industriels de Genève

Senior:

EDF Electricité de France
Pacific Gas & Electric
Southern California Edison
Schneider Electric

Grandes instituições governamentais:

Ontario Power Authority
Bonneville Power
Administration

Pequenas instituições governamentais:

ADENE – Agência para a
Energia (Portugal)

Educacional:

Université de Genève

Associados do Anexo 1:

Navigant Consulting Inc.
Quantum Energy Services
& Technologies, Inc. (QuEST)
EEVS – Energy Efficiency
Verification Specialists
HEP-ESCO d.o.o.

Sem fins lucrativos não Anexo 1:

Taiwan Green Productivity
Foundation (TGPF)