

## MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: CONFEÇÃO DA LINHA DE BASE

**BATISTA, Luiza Mical Alves<sup>1</sup>;**  
**ROHENKOHL, Brenno Lucas Santos<sup>2</sup>;**  
**DOS SANTOS, Wellinsilvio Costa<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Pós-graduando, CESMAC, Maceió-AL (luiza.mical@gmail.com).

<sup>2</sup> Graduando, UFAL, Maceió-AL (bennolucas10@outlook.com).

<sup>3</sup> Doutor, UFAL, Maceió-AL (wellinsilvio.santos@ctec.ufal.br).

***Resumo.** Em projetos de eficiência os resultados obtidos podem não ser facilmente observados já que as condições de consumo futuras podem ser bem diferentes das do passado, porém são de grande importância para o estudo da redução do consumo e para avaliações de eficiência energética. Neste contexto a Medição e Verificação são fundamentais para projetos de eficiência energética, utilizados atualmente como meio de disseminação de novas tecnologias e meios de consumo racional. A metodologia aplicada tem como base protocolos internacionais e é regulamentada pela Agência Nacional de Energia Elétrica no Brasil onde desde o ano 2000 vem regulamentando ações voltadas a eficiência energética e a Medição e Verificação de sistemas elétricos. O trabalho visa apresentar conceitos e explicar o funcionamento da metodologia de Medição e Verificação no contexto de projetos eficientes, também é apresentado um exemplo de confecção de linha de base para um sistema elétrico.*

***Palavras-chave:** Medição, Verificação, Eficiência Energética, Propee, Aneel*

## **1 INTRODUÇÃO**

Ações voltadas a eficiência energética vêm se popularizando no Brasil devido aos diversos problemas enfrentados nos últimos anos na produção de energia elétrica. Para o consumidor, o reflexo desse cenário são as variações nas tarifas e nas bandeiras tarifárias, não sendo assim possível, prever o valor da energia que deverá ser paga, porém essa crise também demonstra que a energia utilizada no país poderia ser melhor aproveitada.

Assim a eficiência energética é colocada como ferramenta para um consumo mais responsável. Pensando nisso a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), regulamentou no ano de 2000 a lei nº 9.991, que determina o investimento das distribuidoras em programas de eficiência energética, todos por meio de editais e de preferência na localidade da distribuidora (ANEEL,2018). Isso com o intuito de aumentar o número de projetos eficientes dentro de cada região do Brasil, fazendo com que a aplicação de ações ficasse visível para os consumidores locais da concessionária de energia.

Antes de 2015, ações de eficiência energética se resumiam na troca de aparelhos, como geladeiras e lâmpadas, para as populações de baixa renda, contudo ficou comprovado que ações como essa não traziam a eficiência esperada, principalmente quando se fala de mudança de hábito. A partir de 2015 chamadas públicas foram sendo realizadas uma vez por ano, pelas concessionárias, para Projetos de Eficiência Energética (PEE), dentro do âmbito desses projetos está a questão da Medição e Verificação (M&V), processo importante na autenticação e comprovação da eficiência.

Para unificar o processo de medições a ANEEL utilizou um documento internacional, o chamado PIMVP, Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance, utilizado em diversos países. Também como forma de auxiliar na compreensão do M&V, a ANEEL lançou o PROPEE (Procedimentos do Programa de Eficiência Energética) e o Guia de M&V, como meios de divulgação do correto processo de medição da eficiência.

Apesar do PIMVP, pessoas leigas podem não compreender os diversos passos envolvidos na preparação de um relatório de M&V. De acordo com a Efficiency Evaluation Organization (2012) o protocolo serve de apoio, dando apenas a base para o cálculo da economia, devendo o usuário estabelecer o plano de ação que achar adequado para o caso. Dessa forma cada projeto se torna único e as características específicas devem ser observadas e levadas em consideração na confecção do relatório.

Em meio a realidade brasileira, a ANEEL, por meio do PROPEE, prescreve métodos que podem ser realizados, desde que adaptados para cada situação. A responsabilidade de fiscalização de ações de M&V é da ANEEL, porém os planos devem ser confeccionados pelos responsáveis do PEE (ANEEL, 2014). Portanto cabe aos dirigentes do PEE pautarem ações voltadas a M&V, assim como melhorar o uso final de energia e demonstrar a importância de ações voltadas ao desperdício e a criação de novas tecnologias (ANEEL, 2018).

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão dos procedimentos de M&V e confeccionar uma linha de base a partir da energia mensal consumida de um grande sistema elétrico. Ressaltando a importância desse tema na implantação de projetos inovadores dentro da área de produção e eficiência energética, assim como o consumo consciente.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia do artigo se deu pela pesquisa de trabalhos com essa temática, bem como a consulta das regulamentações vigentes de acordo com a ANEEL. Como já relatado, este trabalho tem como objetivo esclarecer sobre o processo de Medição e Verificação (M&V), largamente utilizado em programas de eficiência energética. Por esse motivo é apresentado uma pequena explicação sobre o funcionamento do M&V de acordo com a ANEEL.

Com a obtenção das contas de energia do sistema elétrico do Campus A.C. Simões foi possível confeccionar a linha de base desse sistema, assim como um histórico do consumo. Os cálculos foram desenvolvidos com o auxílio do Excel.

## 3 RESULTADOS E DISCURSÕES

Antes de se definir M&V, deve-se apontar o que são os chamados PEEs (Programas de Eficiência Energética), conforme a ANEEL (2018), são programas que visam o uso racional de energia elétrica para todos os tipos de consumidores, ressaltando a constante melhoria, por meio da eficiência energética, de processos, equipamentos e uso final da energia. Nesse contexto são realizadas ações em instalações, sistemas ou processos que resultam em uma racionalização, e por consequência, uma eficiência no uso da energia.

Uma dessas ações é a instalação de aparelhos para a realização de um diagnóstico energético ou para a verificação dos níveis de eficiência. Essas ações são chamadas de M&V (Medição e Verificação) e regulamentadas pela PROPEE no módulo 8. De acordo com a EVO (2012), “M&V é o processo de utilização de medições para determinar, de modo seguro, a economia real criada dentro de uma instalação individual por um programa de gestão de energia”. Já por Freire (2001) M&V é um protocolo que serve como guia para a realização de serviços relacionados a eficiência, e apresentam procedimentos para quantificar os ganhos obtidos a partir das ações realizadas.

Os métodos utilizados no M&V podem ser aplicados em qualquer tipo de organização, seja ela do setor residencial, industrial ou de serviços, pois fornece meios de checagem para as ações empregadas e pode definir áreas de melhoria de desempenho (BERNI, 2015). Mesmo com todas essas vantagens os resultados obtidos irão depender de alguns fatores como: quantidade de investimento, natureza da atividade realizada e tamanho da ação de eficiência, outros fatores que influenciam no resultado da M&V são as ações realizadas para obtenção das variáveis necessárias.

No Guia de M&V (2014), disponibilizado pela ANEEL, são apresentados as ações e metodologias para os 8 tipos de ações mais utilizadas pelas concessionárias. Com isso um roteiro é apresentado, junto com a apresentação das planilhas e modelos de relatórios que podem ser utilizados. Fica claro quando se analisa o PROPEE, o Guia de M&V e o PIMVP que mesmo sendo apresentado diferentes modos para o cálculo do M&V, cabe ao profissional adequar a realidade analisada com o planejamento do projeto.

Quando se fala de M&V, deve-se conhecer as formas de medir as variáveis envolvidas, de acordo com o EVO (2012) essas formas de medição podem evolver a instalação de medidores, a análise de contas elétricas, por correlação ou por simulações computacionais. Na Fig. 1 está representado um fluxograma com as opções de escolhas para a medição.

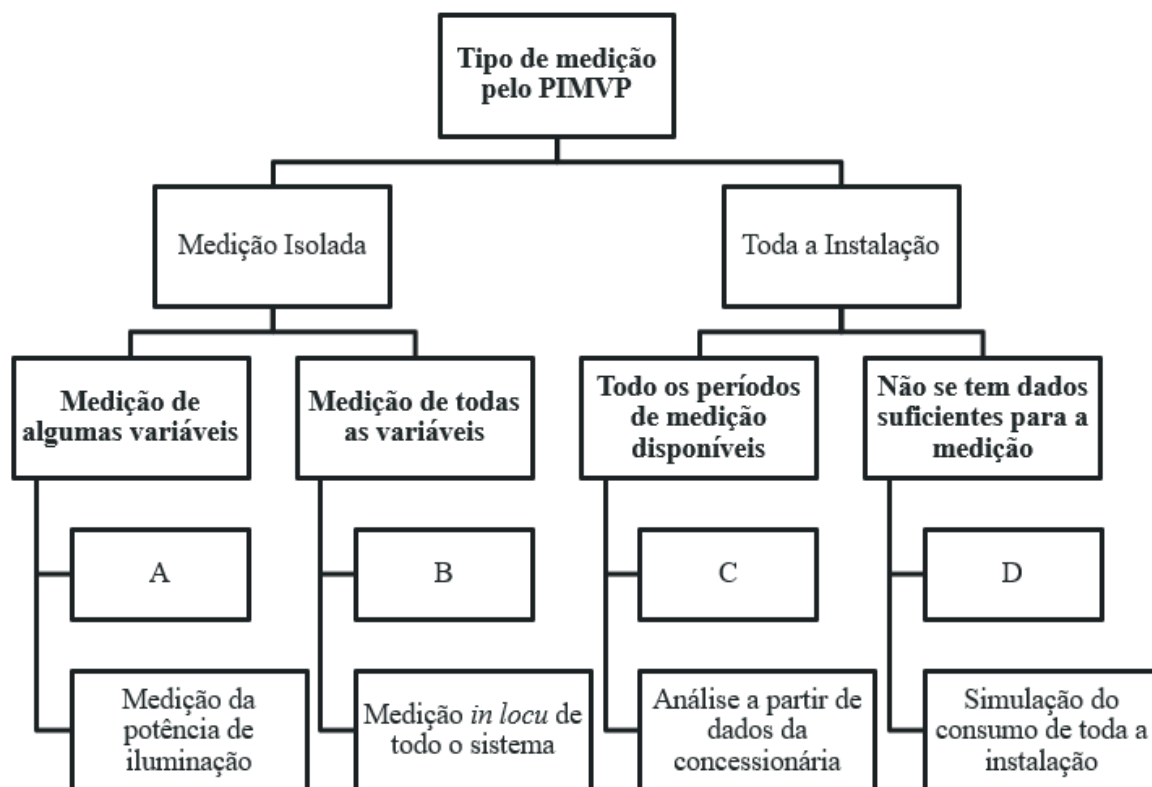
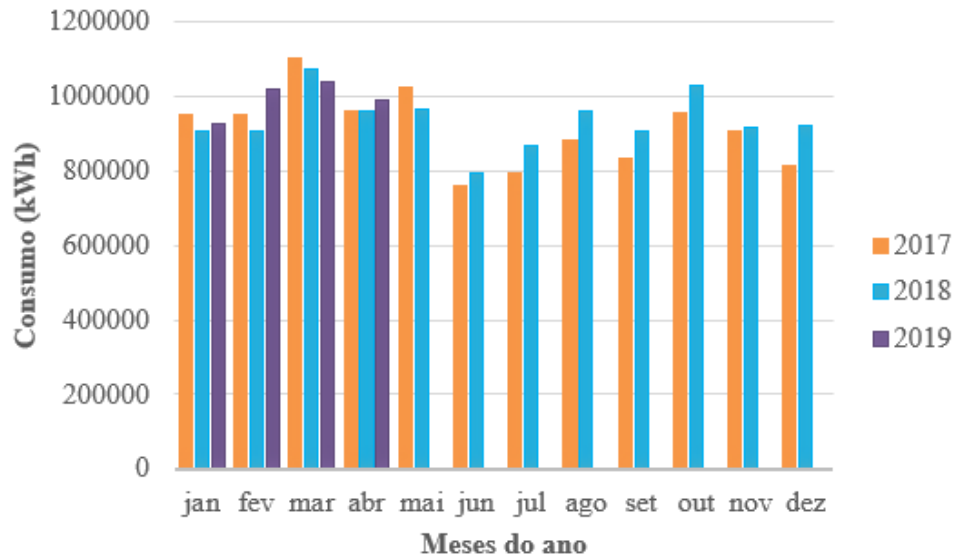


Figura 1. Fluxograma para escolha do tipo de medição. Fonte: Adaptado de Morais (2017).

Esses métodos de medição são importantes para a confecção da linha de base, pois é a partir dela que o modelo de consumo do sistema pode ser analisado e a economia do sistema pode ser averiguada depois da instalação das ações de eficiência energética. Já o diagnóstico energético é realizado para se conhecer as atuais condições do sistema, conhecer um histórico de consumo e se alguma variante externa pode interferir nos dados obtidos.

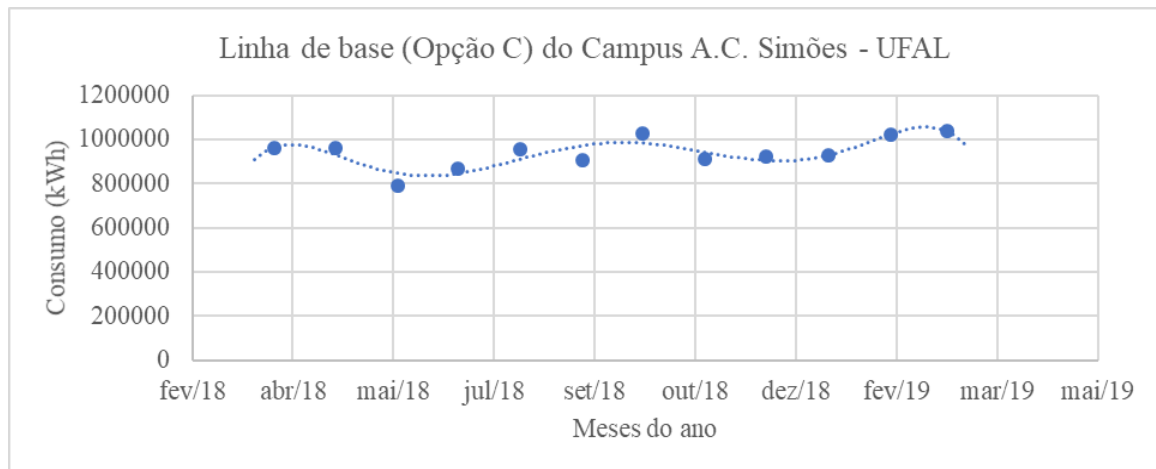
### 3.1 Linha de base e diagnóstico

Com base nas condições do sistema optou-se pela opção C. Foram obtidos dados de consumo através da análise das contas elétricas do Campus A. C. Simões desde 2017, sendo possível realizar uma comparação, ainda preliminar, da situação energética atual do sistema. Na Fig. 2 é possível visualizar os dados, nela se observa que em 2018 o consumo foi cerca de 2.35% maior que 2017, e os meses de julho, agosto e setembro apresentam as maiores diferenças. Os dados relativos a 2019 (os 4 primeiros meses) também estão no figura e serviram para a confecção da linha de base mais atual do sistema.



**Figura 2. Histórico e comparação do consumo do Campus A. C. Simões. Fonte: Autores (2019)**

Para a linha de base, os dados de consumo utilizados são os meses entre abril de 2018 e março de 2019, contabilizando os 12 meses necessários para a análise. Na Fig. 3 é possível visualizar o resultado, já com o linha de tendência, utilizada nesses casos para comparação futura da economia de energia. Pode-se observar que a função que mais se adequa a modelagem de consumo é a polinomial, devido as flutuações no decorrer dos meses.



**Figura 3. Modelagem do consumo. Fonte: Autores (2019)**

A qualidade do modelo utilizado, neste caso, pode ser representado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), de acordo com Freire (2001) para modelos mensais um bom modelo para a linha de base apresenta um  $R^2$  maior que 0,7. O obtido a partir dos dados acima foi de 0,7373, sendo assim considerado um bom modelo. A partir desse gráfico uma interpolação pode ser realizada e a economia medida, de acordo com os métodos do M&V, já que não se pode medir ao mesmo tempo, o antes e o depois da ação de eficiência energética.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o apresentado, ficou claro a importância da M&V em todos os tipos de sistemas, como ferramenta de eficiência energética, não só em projetos financiados pelas concessionárias, mas também para consumidores que desejam conhecer a realidade do próprio sistema elétrico. Os passos necessários para o M&V são apresentados em diversos documentos oficiais porém são ainda pouco divulgados e analisados.

Sistemas de diagnóstico energético, como o aplicado no M&V, podem ser realizados em Universidades, Residências e Indústrias através da análise de contas de energia ou da instalação de equipamentos especializados. Futuros estudos podem ser realizados aplicando-se para o mesmo sistema, outra opção presente no PIMVP, assim como a análise de outros tipos de edificações para a obtenção da linha de base.

### AGRADECIMENTOS

A Equatorial Alagoas pelo financiamento da pesquisa realizada para confecção deste artigo.

### REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional De Energia Elétrica. **Guia de Medição e Verificação**. Brasília-DF, 2014. 36 p.

ANEEL - Agência Nacional De Energia Elétrica. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética**. Brasília – DF, 2018.

BERNI, M. D. M&V e Eficiência Energética na Indústria. **O papel**, p. 71, Outubro 2015. Disponível em: <[http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1443616926\\_792a93127de7d9f18bcd2bcc73c5a89b\\_249800456.pdf](http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1443616926_792a93127de7d9f18bcd2bcc73c5a89b_249800456.pdf)>. Acesso em: 21 Junho 2019.

EFFICIENCY AVALUATION ORGANIZATION. **Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – Conceitos e Opções para determinação de economias de energia e água**. Toronto, v. I, 2012. 125 p.

FREIRE, I. F. **Medição e Verificação em Eficiência Energética - Metodologia para Determinação do Baseline**. Universidade de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.

MORAIS, A. M. D. **Análise da ação de eficiência energética através do Guia de M&V da ANEEL e do RETScreen considerando a implementação de iluminação a LED no complexo predial da SUDAM**. Tese de mestrado, Universidade Federal do Pará. Belém. 2017.