

mitsidi
PROJETOS



PORTAL DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Bases conceituais para a criação de
Indicadores de Eficiência Energética

Resumo

Este documento, redigido entre as equipes IEI Brasil e Mitsidi Projetos, estabelece os procedimentos, premissas assim como a filosofia geral do trabalho de desenvolvimento.

Autores:

Gilberto de Martino Jannuzzi - diretor da IEI Brasil

Rodolfo Gomes - IEI Brasil

Alexandre Schinazi - Mitsidi Projetos

Hamilton Ortiz - Mitsidi Projetos

Isabela Issa - Mitsidi Projetos

Comitê de Revisão:

Roberto Lamberts - LabEEE/UFSC

Sérgio Valdir Bajay - NIPE/Unicamp

Vanice Dornelas

Sumário

| | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Introdução..... | 6 |
| 2. Contextualização..... | Erro! Indicador não definido. |
| Indicadores de Eficiência Energética: histórico e utilidade | Erro! Indicador não definido. |
| Indicadores de EE da ACEEE: ranqueamento de abrangência e desempenho de políticas de EE..... | Erro! Indicador não definido. |
| Indicadores macroeconômicos - IEA | Erro! Indicador não definido. |
| Caso brasileiro: desafios para a construção de indicadores de eficiência energética | Erro! Indicador não definido. |
| Avaliação de Programas de Eficiência Energética | Erro! Indicador não definido. |
| Economia bruta e líquida | Erro! Indicador não definido. |
| Atividades de avaliação no ciclo de implementação de um programa . | Erro! Indicador não definido. |
| Avaliação e Resultados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) | Erro! Indicador não definido. |
| Indicadores de EE de Edificações: plataforma de cálculo de benchmarking | Erro! Indicador não definido. |
| 3. Portal de Indicadores de Eficiência Energética | 7 |
| Introdução | Erro! Indicador não definido. |
| Objetivo geral do Projeto..... | 7 |
| Objetivos específicos da Plataforma..... | Erro! Indicador não definido. |
| Objetivos específicos do Primeiro Ano | 7 |
| Definição dos Indicadores - Ano 1 | 10 |
| Introdução..... | 10 |
| Definições e nomenclatura | 11 |
| FASE 0: Verificação de qualidade dos dados e detecção de anomalias | 16 |
| FASE 1: Análise Estatística..... | 16 |
| Caracterização da amostra | 16 |
| Investimentos totais (planejados, executados e aprovados) | 17 |
| Eficiência na execução dos investimentos com referência ao Planejamento, Medição e Verificação. | 17 |
| Distribuição dos investimentos e dos benefícios | 18 |
| FASE 2: Definição e cálculo de indicadores de monitoramento de eficiência de implementação, medição e verificação dos projetos do PEE, com subsídios para melhoria das metodologias | 20 |
| Uso eficiente da energia elétrica (Comparação de consumo e demanda antes e depois do projeto)..... | 20 |
| Abrangência setorial | 21 |

| | |
|--|----|
| Importância | 21 |
| Viabilidade econômica..... | 22 |
| Desenvolvimento de novas tecnologias | 23 |
| Transformação de mercado, mudança de hábitos ou práticas | 23 |
| Outros | 23 |
| 4. Plano de trabalho para os próximos anos | 25 |
| 5. Conclusões | 26 |
| Referências | 27 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|--------------------------------------|
| Tabela 2.1. Indicadores utilizados pela ACEEE 2018 | Erro! Indicador não definido. |
| Tabela 2.2. Resumo de variáveis usadas na decomposição energética dos indicadores da IEA..... | Erro! Indicador não definido. |
| Tabela 3.1. Declaração de variáveis para análise de dados do PEE | 15 |
| Tabela 3.2. Cálculos para verificação da qualidade dos dados | 16 |
| Tabela 3.3. Caracterização da amostra para análise estatística..... | 16 |
| Tabela 3.4. Indicadores de investimentos totais | 17 |
| Tabela 3.5. Indicadores de eficiência na execução dos investimentos | 18 |
| Tabela 3.6. Caracterização estatística de investimentos e benefícios | 19 |
| Tabela 3.7. Indicadores de uso eficiente de energia elétrica | 21 |
| Tabela 3.8. Indicadores de abrangência setorial | 21 |
| Tabela 3.9. Indicadores de importância do PEE para o Brasil | 22 |

Lista de Figuras

- Figura 2.1. Tipos de indicadores de eficiência energética... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2.2. Pirâmide dos indicadores de eficiência energética**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2.3. Categorias e métodos de avaliação de programas de eficiência energética **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2.4. Ciclo de implementação de programas, com atividades de avaliação de alto nível **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2.5: Resultado do benchmarking energético de edificações, indicando o consumo real, típico e de boa prática **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3.1. Concepção esquemática do módulo do PBIEE referente ao PEE-ANEEL 9

1.Introdução

A intenção deste documento é apresentar os conceitos para a formulação de um banco de dados de indicadores de Eficiência Energética (EE) para o Brasil. A capacidade de definir e medir a EE é essencial para o planejamento energético de um país. Sem medidas transparentes e robustas, a EE é um conceito subjetivo que gera especulação ao invés de análises úteis. Existem diversos tipos de indicadores com diferentes usos, finalidades e interpretações.

O Portal de Indicadores de Eficiência Energética (MonitorEE) pretende disponibilizar dados primários, coletados junto a agentes de mercado e órgãos públicos, e indicadores calculados a partir desses dados. Esses indicadores seguirão métodos de cálculo propostos para oferecer bases objetivas para análises e comparações, inclusive internacionalmente.

As informações e análises são planejadas para serem acessíveis e úteis tanto para os consumidores de energia quanto para os demais interessados em monitorar e avaliar o desempenho, o progresso dos investimentos públicos e privados, as políticas públicas e as iniciativas de eficiência energética no país.

2. Portal de Indicadores de Eficiência Energética

O Portal de Indicadores de Eficiência Energética (MonitorEE) será uma ferramenta para acompanhar progressos em eficiência energética. Incluirá uma base de dados, uma interface de visualização de indicadores e documentos com análises sobre as ações de governo e do mercado relacionadas a eficiência energética.

Objetivo geral do Projeto

O objetivo de longo prazo é servir como referência nacional de informações centralizadas sobre o progresso das iniciativas em eficiência energética para uso público.

Desta maneira, o Portal irá dar contribuições para o monitoramento e a avaliação das políticas públicas dirigidas à eficiência energética e ao comportamento do mercado de equipamentos eficientes. Além disso, busca-se dar contribuições para o monitoramento da eficiência energética dos setores produtivos.

Seguindo uma metodologia de avaliação de impacto de programas, será possível fornecer informação verídica para a sociedade e recomendações de melhoria para os órgãos de governos responsáveis pelo planejamento e execução dos programas relacionados à eficiência energética.

Objetivos específicos do Primeiro Ano

Na etapa inicial do projeto, irá se desenvolver uma base de dados e ferramentas de visualização para análise, monitoramento e fiscalização dos projetos dentro do Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL, entre os anos 2008 e 2013, em duas fases.

Adota-se uma abordagem de construção de indicadores para monitorar e avaliar impactos de um determinado mecanismo de política pública para eficiência energética, direcionada especificamente ao objetivo do programa.

As análises devem poder aplicar filtros por setor, região, concessionária, uso final e ano, quando necessário.

O PEE-ANEEL tem como objetivo:

“Promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência

*energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.
Busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada, promovendo a transformação do mercado de eficiência energética, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica”*
(ANEEL 2016)

São determinadas métricas que auxiliam a avaliação desses objetivos, muito embora eles sejam ainda muito genéricos. As regras do PEE (PROPEE) estipulam alguns indicadores de desempenho, nomeadamente RCB (Relação Custo-Benefício), MWh economizados ao ano e kW retirados da ponta. A RCB do projeto possui uma referência (tem que ser menor que 0,8, com exceção em casos específicos). A RCB é calculada por uso final e de maneira global, no caso de projetos com múltiplos usos finais.

A Figura 2.1 apresenta a estrutura de utilização dos dados primários que estão sendo coletados e que são organizados em banco de dados. As informações poderão ser acessadas por meio de uma interface com o portal na web. Essa interface possibilita tabulações de interesse do usuário.

O objetivo do projeto é também o de elaborar indicadores para monitorar e avaliar os impactos do PEE-ANEEL ao longo do tempo. Será feito em duas fases.

1. Análise estatística das informações coletadas a partir de pesquisa direta e pedidos de informação por meio da Lei de Acesso à Informação (L.A.I.):

- Investimentos totais (planejados vs. executados);
- Distribuição dos investimentos por uso final, por tipologia, em contrato de desempenho, por região, por distribuidora, por setor, por grupo empresarial;
- Abrangência setorial (número e porcentagem de projetos por setor);
- Importância (quantidade e porcentagem de consumo de energia economizada e demanda evitada na ponta, em relação ao total do setor e do país);
- Caracterização estatística dos indicadores de desempenho do PEE: ordens de grandeza, estratificação dos dados, linearidade, distribuição, dispersão, regressão.

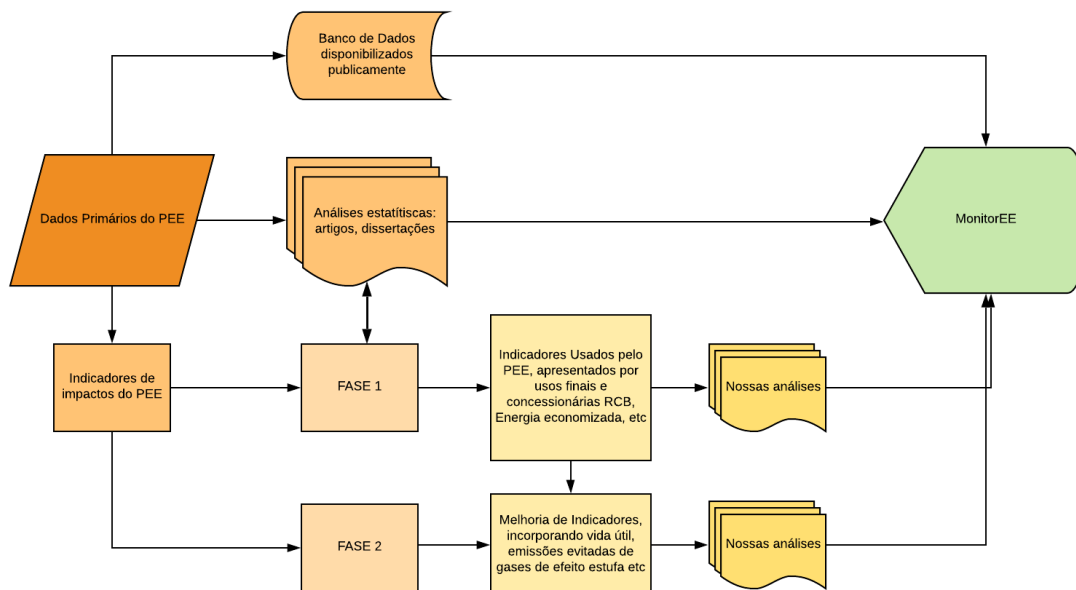
2. Definição e cálculo de indicadores de monitoramento de eficiência de implementação, medição e verificação dos projetos do PEE, com subsídios para melhoria das metodologias.

- Uso eficiente da energia (Energia útil/Energia final)

- Viabilidade econômica (RCB e *payback* dos projetos)
- Outros benefícios públicos (por exemplo, redução das emissões de gases de efeito estufa - GEE)

Assim, o MonitorEE contém: a) acesso ao banco de dados primários, b) gráficos e tabelas com os indicadores; c) relatórios contendo análises sobre os indicadores e suas relações com políticas, iniciativas e comparações internacionais relacionados com eficiência energética.

Figura 2.1. Concepção esquemática do módulo do MonitorEE referente ao PEE-ANEEL



Com o interesse de criar indicadores que sejam úteis para o planejamento energético do país, é importante apontar e sugerir melhorias para a contabilidade dos Balanços Energéticos existentes, as contas nacionais e as classificações de setores econômicos utilizados pelo órgão de estatística nacional (IBGE) toda vez que existirem incongruências entre essas classificações que impossibilitam a análise de forma automática.

Pretende-se também manter compatibilidade com outros bancos de indicadores, como os desenvolvidos pela IEA e o ENERDATA.

Definição dos Indicadores - Ano 1

Introdução

Os indicadores selecionados para a primeira fase de desenvolvimento do Portal de Indicadores de Eficiência Energética (MonitorEE) são considerados para avaliação de políticas públicas e buscam mensurar o desempenho e os resultados da implementação de tais políticas.

Tendo sido escolhido o Programa de Eficiência Energética da ANEEL como piloto, esta seção apresentará as diretrizes de avaliação e criação de indicadores a partir de dados fornecidos pela própria agência - seja via informações disponíveis on-line, seja via solicitação de dados e relatórios com o respaldo da Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011)¹.

As análises dos dados coletados buscam estratificar as variáveis de impacto dos projetos executados e aprovados (com parecer de avaliação final da ANEEL), em termos de custos e benefícios, principalmente. Para isso, deve ser aplicada segmentação por tipologia, uso final, equipamentos, concessionária, região e ano, sempre que possível. Essas análises são realizadas nas duas fases comentadas anteriormente, com uma etapa adicional e anterior (denominada Fase 0), de verificação de qualidade de dados, como segue:

0. Verificação de qualidade dos dados e detecção de inconsistências e lacunas,
1. Análise estatística dos dados, e
2. Cálculo de indicadores de desempenho da implementação, medição e verificação dos projetos do PEE, com subsídios para melhoria das metodologias.

As informações coletadas encontram-se nos arquivos de cadastramento inicial, Relatórios Finais de Projetos de Eficiência Energética, Relatórios de Auditoria Contábil e Relatórios de Medição e Verificação (M&V) submetidos pelas Concessionárias no Sistema Duto² da ANEEL. Encontram-se, no entanto, algumas lacunas de informação e inconsistências que são evidenciadas e documentadas a partir da análise estatística.

¹ Através dos protocolos nº 48700003224201840, de 24/07/2018, e nº 48700004530201801, de 22/10/2018.

² O Sistema Duto de Informações é um instrumento utilizado como meio de transmissão para todos os arquivos a serem enviados para a ANEEL. Disponível em: <http://duto.aneel.gov.br/duto/>.

Uma vez que os projetos do PEE aprovados em caráter conclusivo pela Aneel abrangerão o período de 2008 a 2013, o regramento é dado pela Resolução Normativa Aneel nº 300, de 12 de fevereiro de 2008, pelo Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética - MPEE - Versão 2008 e das Instruções para Geração e Envio de Dados de Projetos de Eficiência Energética. A partir de junho de 2013 os projetos de EE passaram a ser regradados pelo manual de Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE).

Sendo assim, haverá a necessidade futura de tomar os cuidados necessários quando o MonitorEE passar a receber os dados dos projetos regidos pelo PROPEE: tratamento dos dados, nomenclaturas e definição das análises.

Considerações e premissas

- Foram utilizados os arquivos em formato xml³ enviados pela Aneel para compor o Banco de Dados, sem alterações em nenhum dos campos.
- Os Relatórios Final e de Auditoria Contábil em formato xml, não contêm a Tipologia dos Projetos. Considerou-se que os projetos não devem mudar de Tipologia entre o Relatório de Cadastramento inicial e o Final, portanto usou-se a mesma Tipologia para todos.
- Projetos das Tipologias “Educativa” e “Gestão Energética Municipal” não requerem informação de Taxa de desconto, Custo marginal, Energia Economizada Total, Retirada de Demanda na Ponta total e RCB Global.
- Foram considerados unicamente projetos aprovados pela ANEEL após conferência de documentação correlata.

Definições e nomenclatura

A seguir são definidas as principais categorias de variáveis consideradas nas análises e sua nomenclatura.

- **Fases (i)**

Considera-se que os projetos passam por fases (indicadas com subscrito *i*) de planejamento, execução e auditoria, delimitadas pelos relatórios como segue:

- Projeto enviado no Duto, subscrito **p**: xml de cadastramento inicial (dados esperados no planejamento),
- Projeto concluído, subscrito **c**: Relatório final do Projeto (dados reportados da execução), e

³ XML (Extensible Markup Language): é uma linguagem de marcação que define um conjunto de regras para codificação de documentos em um formato legível por máquina.

- Projeto aprovado, subscrito a: Relatório ANEEL de avaliação final (dados auditados pela ANEEL).

- **Variáveis secundárias (j)**

A estratificação dos dados ocorre em função de variáveis secundárias, indicadas com subscrito j, algumas delas de acordo com o Manual de Instruções para Geração e Envio dos Dados de Projetos de Eficiência Energética, Versão 1.1 (13/05/2008) a Versão 1.5 (01/10/2013). É importante salientar que para os indicadores do Ano 1 será utilizado unicamente o manual Versão 1.1.

- Região: As concessionárias serão agrupadas por região para análise agregada (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul) e grupo empresarial. Em análises posteriores, pode ser criada uma categoria de Zona Bioclimática atrelada à região e por subsistema do SIN (Sistema Interligado Nacional);
- Concessionária: Cada uma das concessionárias de distribuição de energia elétrica participantes do PEE;
- Atividade da unidade consumidora (“Código da atividade” de acordo com listagem do Manual da Aneel para envio das informações em arquivo XML). Algumas das atividades dessa lista estão agregadas, podendo haver necessidade de desdobrá-las tanto para fins de melhor detalhamento como também para serem aderentes às do Balanço Energético Nacional (BEN):
 - Supermercado
 - Creche
 - Hospitais e Postos de Saúde
 - Asilo
 - Shopping Center e Centros Comerciais
 - Administração Pública
 - Mineração, Petróleo e Química
 - Indústria Alimentícia
 - Indústria Têxtil e de Vestuário
 - Indústria Metalúrgica, Mecânica e de Siderurgia
 - Captação, Tratamento e Distribuição de Água e Saneamento
 - Indústria Automobilística
 - Defesa e Seguridade Social
 - Ensino Superior
 - Ensino Fundamental e Médio
 - Residencial
 - Residencial Baixa Renda
 - Rural
 - Instituições Financeiras

- Não se aplica
- Tipologia: Tipo de projeto:
 - Aquecimento solar
 - Baixa renda
 - Comércio e Serviços
 - Industrial
 - Poder Público
 - Projeto Piloto
 - Rural
 - Serviços Públicos
 - Gestão Energética Municipal
 - Educacional
 - Prioritário
 - Pelo Lado da Oferta
 - Cogeração
 - Residencial
 - Plano de Gestão
 - Iluminação Pública
- Uso Final: Sistema consumidor de energia atendido pelo projeto:
 - Iluminação
 - Refrigeração
 - Condicionamento de Ar
 - Força Motriz
 - Aquecimento de Água
 - Aquecimento
 - Ar Comprimido
 - Outros
- Modalidade tarifária:
 - Com Controlador de Demanda
 - Convencional
 - Energia Fotovoltaica (Res. 083/2004)
 - Horo-Sazonal Azul
 - Horo-Sazonal Verde
 - Tarifa Amarela
 - Tarifa de Emergência Horo-Sazonal Azul
 - Tarifa de Emergência Horo-Sazonal Verde
 - Tensão Secundária de Distribuição em 127 V
 - Tensão Secundária de Distribuição em 220 V
 - Não se aplica
- Nível de tensão:
 - A1
 - A2

- A3
- A4
- AS
- B1
- B2
- B3
- B4
- Não se aplica
- Ano: As análises para o primeiro Ano do MonitorEE referem-se apenas a informações de projetos realizados entre 2008 e 2013.

As categorias supracitadas serão atualizadas nas próximas etapas de desenvolvimento do Portal com os manuais mais recentes da ANEEL disponíveis no ano de conclusão dos projetos analisados.

Apresentam-se na tabela a seguir as variáveis utilizadas na geração dos indicadores, com sigla, descrição, unidades e fonte.

Tabela 2.1. Declaração de variáveis para análise de dados do PEE

| Sigla | Descrição | Unidade | Fonte dos dados |
|--------|---|------------------|---------------------|
| CE | Custo de Equipamentos ⁴ | R\$ | Relatórios da ANEEL |
| CS | Custo de Serviços e outros ⁵ | R\$ | Relatórios da ANEEL |
| CT | Custo Total | R\$ | Relatórios da ANEEL |
| BC | Benefício Relacionado ao Consumo | R\$ | Relatórios da ANEEL |
| BD | Benefício Relacionado à Demanda | R\$ | Relatórios da ANEEL |
| BT | Benefício Total | R\$ | Relatórios da ANEEL |
| RCB | Relação de Custo-Benefício | - | Relatórios da ANEEL |
| CA | Caracterização da Amostra | - | - |
| CED | Custo Evitado de Demanda | R\$/kW | Relatórios da ANEEL |
| CEE | Custo Evitado de Energia | R\$/MWh | Relatórios da ANEEL |
| RCE | Redução de Consumo de Energia | MWh/ano | Relatórios da ANEEL |
| DP | Demanda na Ponta | kW | - |
| DEP | Demanda de Energia na Ponta | kWh | - |
| RDP | Redução de Demanda na Ponta | kW | Relatórios da ANEEL |
| NTP | Número Total de Projetos | # | Site da ANEEL |
| NT | Número de Projetos | # | |
| RGEE | Redução de Gases de Efeito Estufa | tCO ₂ | Estimativa própria |
| TE | Tarifa de Energia | R\$/MWh | Site da ANEEL |
| Q(n) | Indicador de Qualidade de Dados | - | Cálculo |
| CA(n) | Indicador de Caracterização de Amostra | - | Cálculo |
| I(n) | Indicador de Investimento | - | Cálculo |
| E(n) | Indicador de Eficiência de Execução | - | Cálculo |
| D(n) | Indicador de Distribuição | - | Cálculo |
| UE(n) | Indicador de Uso Eficiente | - | Cálculo |
| AS(n) | Indicador de Abrangência Setorial | - | Cálculo |
| IMP(n) | Indicador de Importância | - | Cálculo |

⁴ Custos relacionados à categoria contábil “Equipamentos”

⁵ Custos não relacionados à categoria contábil “Equipamentos”. Em fase posterior serão desenvolvidos indicadores específicos para categorias como “Marketing”, “Medição e Verificação” e outras que sejam relevantes.

FASE 0: Verificação de qualidade dos dados e detecção de anomalias

Espera-se que os relatórios de projetos do PEE contenham informações coerentes e verídicas. Para isso, faz-se necessário que sejam cumpridas as relações:

- Custo de Equipamentos (CE) + Custo de Serviços (CS) = Custo Total (CT)
- Benefício Relacionado ao Consumo (BC) + Benefício Relacionado à Demanda (CD) = Benefício Total (BT)
- Relação Custo Benefício (RCB) = Custo Total (CT)/ Benefício Total (BT)

Para as três fases (i) detalhadas anteriormente, é feito o cálculo dos erros percentuais em cada projeto como segue:

Tabela 2.2. Cálculos para verificação da qualidade dos dados

| Indicador | | Unidades | Equação | Observação |
|-----------|-------------------------|----------|------------------------------|----------------------------------|
| Q1 | Erro de Investimento | % | $Abs[CT - (CE + CS)] / CT$ | Possíveis diferenças de cálculo. |
| Q2 | Erro de Benefício | % | $Abs[BT - (BC + BD)] / BT$ | |
| Q3 | Erro de RCB | % | $Abs[RCB - (CT / BT)] / RCB$ | |
| Q4 | Projetos não detalhados | % | CA4/CA1 | Lacuna de dados |

Nota: Abs = Valor Absoluto.

FASE 1: Análise Estatística

Caracterização da amostra

Projetos em conformidade com a resolução ANEEL nº 300/2008, cadastrados entre 2008 e 2013. Os dados foram coletados em dois lotes, descritos na tabela a seguir.

Tabela 2.3. Caracterização da amostra para análise estatística

| Variável | | Unidades | Lote 1 | Lote 2 | Total |
|----------|-------------------------------|----------|--------|--------|-------|
| CA1 | Número de projetos analisados | # | 142 | 242 | 384 |
| CA2 | Número de concessionárias | # | 5 | 58 | 63 |

| | | | | | |
|-----|---|-----|-------------|-------------|-------------|
| CA3 | Investimentos totais ⁶ | R\$ | 162.892.348 | 263.161.069 | 426.053.417 |
| CA4 | Número de projetos com valores apurados (custo e benefício) | # | | | |

Investimentos totais (planejados, executados e aprovados)

Para cada projeto, deverão ser extraídas e organizadas as grandezas a seguir:

Tabela 2.4. Indicadores de investimentos totais

| Variável | Unidades Variável | Fase (i) | | | Observação | |
|----------|---|-----------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|---|
| | | Projeto enviado no duto (p) | Projeto concluído (c) | Projeto aprovado (a) | | |
| I1 | Subtotal Investimento (custo) em equipamentos | R\$ | CEp | CEc | CEa ⁷ | Custo de <CatCbl>117</CatCbl> apenas para a empresa proponente (<CstEprPpteCatCblOriRcs>) |
| I2 | Subtotal Investimento (custo) em serviços | R\$ | CSp | CSc | CSa | Soma de todas as outras Categorias Contábeis |
| I3 | Investimento (custo) total | R\$ | CTp | CTc | CTa | Somatória dos custos da empresa proponente (<CstEprPpteCatCblOriRcs>) de todas as categorias contábeis (<CatCbl>) |

Notas: CE = custos dos equipamentos; CS = custos dos serviços e outros associados; CT = custos totais; (p), (c), (a) referem-se às fases de execução do projeto.

A partir dessas informações é possível calcular os indicadores apresentados a seguir.

Eficiência na execução dos investimentos com referência ao Planejamento, Medição e Verificação.

Para cada projeto, deverão ser extraídas e organizadas as grandezas a seguir:

⁶ Fonte: Nota Técnica N°0036/2016

⁷ Subtotais de materiais e serviços encontram-se individualmente nos relatórios disponíveis no site da ANEEL.

Tabela 2.5. Indicadores de eficiência na execução dos investimentos

| Indicador | | Unidades | Equação | Observação |
|-----------|---|----------|-------------|--------------------------------|
| E1 | Relação de investimento total do projeto concluído e planejado | % | CT_c/CT_p | Métricas da gestão de projetos |
| E2 | Relação de investimento total do projeto aprovado e planejado | % | CT_a/CT_p | |
| E3 | Relação entre subtotal de investimento em equipamentos e investimento total (todas as fases) | % | CE_i/CT_i | Desagregação dos investimentos |
| E4 | Relação entre subtotal de investimento em serviços e investimento total (todas as fases) | % | CS_i/CT_i | |
| E5 | Relação entre subtotal de benefício de redução de consumo e benefício total (todas as fases) | % | BC/BT | Desagregação dos benefícios |
| E6 | Relação entre subtotal de benefício de redução de demanda na ponta e benefício total (todas as fases) | % | BD/BT | |

Distribuição dos investimentos e dos benefícios

Com o intuito de analisar os investimentos do PEE de maneira temporal e regional, são desenvolvidos os cálculos para obter a caracterização estatística das variáveis indicadas, considerando as três fases (i) e as variáveis secundárias indicadas (j).

A caracterização estatística dos indicadores de desempenho do PEE compreenderá delimitação de ordens de grandeza, estratificação dos dados, linearidade, distribuição, dispersão e regressão multivariada.

A tabela a seguir considera que poderão ser caracterizados todos os indicadores em função de todas as variáveis secundárias, porém, espera-se que em caso de não haver relação de dependência, a tabela seja atualizada com as respectivas justificativas.

Tabela 2.6. Caracterização estatística de investimentos e benefícios

| Caracterização estatística (Somatório, média, mediana, desvio padrão, Q1 e Q3) | Unidade | Variável secundária (j) | | | | | | Equipamentos | |
|--|---|-------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-------|--------------|---|
| | | Região | Concessionária | Tipologia | Subsetor* | Uso Final | Ano** | | |
| D1 | Investimentos totais (CT) | R\$ | X | X | X | X | X | X | X |
| D2 | Subtotal de investimento em equipamentos (CE) | R\$ | X | X | X | X | X | X | X |
| D3 | Subtotal de investimento em serviços (CS) | R\$ | X | X | X | X | X | X | X |
| D4 | Benefício de consumo (BC) | R\$/ano | X | X | X | X | X | X | X |
| D5 | Benefício de demanda (BD) | R\$/ano | X | X | X | X | X | X | X |
| D6 | Benefício total (BT) | R\$/ano | X | X | X | X | X | X | X |
| D7 | Redução de consumo de energia (RCE) | MWh/ano | X | X | X | X | X | X | X |
| D8 | Redução de demanda na ponta (RDP) | kW | X | X | X | X | X | X | X |
| D9 | Relação custo-benefício (RCB) | 0 a 1 | X | X | X | X | X | X | X |
| D10 | Payback (Tempo de retorno do investimento) | anos | X | X | X | X | X | X | X |
| D11 | Número de projetos | # | X | X | X | X | X | X | X |
| D12 | Duração do projeto | anos | X | X | X | X | X | X | X |
| D13 | Benefício unitário: custo evitado de demanda (CED) | R\$/kW | X | X | X | X | X | X | X |
| D14 | Benefício unitário: custo evitado de energia (CEE) | R\$/MWh | X | X | X | X | X | X | X |
| D15 | Relação entre custo evitado de demanda e custo evitado de energia | (R\$/kW)/ (R\$/MWh) | X | X | X | X | X | X | X |
| D16 | Emissões evitadas de gases de efeito estufa (GEE) | CO ₂ eq/MWh | X | X | X | X | X | X | X |

*Subsetores não estão disponíveis nos arquivos xml.

Definir hipóteses de começo de benefícios e aplicação de custos segundo ano de submissão/conclusão. **Proposta: data de início do benefício = data de fechamento da ODS (Disponível ANEEL: Data de cadastro, data de fechamento do ODS).

A ANEEL não requer das concessionárias e permissionárias de eletricidade as emissões evitadas de GEE. Por ser considerado aqui como um indicador importante, decidiu-se incorporá-lo nos resultados dos projetos.

Para tanto, será necessário estabelecer uma metodologia de cálculo baseada em fatores de emissão (tCO₂/MWh). Há algumas maneiras pensadas e que necessitam de maior esforço metodológico para cálculo e existência de dados para viabilizá-las. São elas:

- Média das emissões evitadas: o total da eletricidade economizada seria multiplicada pelo fator de emissão médio da rede utilizado nos inventários nacionais submetidos pelo país à UNFCCC pelo MCTIC;
- Emissões regionalizadas: cada uma das cinco regiões do país teria um fator de emissão que seria multiplicado pela economia de eletricidade da distribuidora cuja área de concessão se localiza.
- Emissões médias dentro e fora da ponta: um fator de emissão para cada período, haja vista que as térmicas são mais acionadas no horário de ponta. Os projetos de EE possuem a demanda evitada na ponta, tornando possível o cálculo da economia de eletricidade nesse período.
- Emissões médias por subsistema do SIN: cada subsistema teria um fator de emissão médio que seria utilizado no cálculo das emissões evitadas dos projetos das distribuidoras que pertencem a essa área.
- Emissões médias por subsistema do SIN dentro e fora da ponta: mesmo procedimento feito no item anterior, mas dividindo o fator no período de ponta e fora de ponta.

FASE 2: Definição e cálculo de indicadores de monitoramento de eficiência de implementação, medição e verificação dos projetos do PEE, com subsídios para melhoria das metodologias

Os indicadores apresentados a seguir foram desenvolvidos a fim de avaliar o PEE de acordo com seu objetivo, segundo recomendações da literatura.

Uso eficiente da energia elétrica (Comparação de consumo e demanda antes e depois do projeto)

Os Indicadores desta seção visam mapear o efeito do projeto na eficiência energética *per se*.

Tabela 2.7. Indicadores de uso eficiente de energia elétrica

| Indicador | | Unidades | Equação | Observação |
|-----------|--|----------|--|-------------------------------|
| D7 | Redução de consumo de energia (RCE) | MWh | Direto do relatório: <EneEcoTotInfPjo> | Valor líquido do benefício |
| D8 | Redução de demanda na ponta (RDP) | kW | Direto do relatório: <RtdDmdPnaTotInfPjo> | |
| UE1 | Porcentagem de redução de consumo de energia | % | $RCE_{f(i,j)} / C_{lb(i,j)}$ | Valor percentual do benefício |
| UE2 | Porcentagem de redução de demanda na ponta | % | $DEP_{f(i,j)} / D_{lb(i,j)}$ | |
| UE3 | Porcentagem do benefício relacionado ao consumo de energia e o benefício total | % | $BC(i,j) / BT(i,j)$ | Proporção dos benefícios |
| UE4 | Porcentagem do benefício relacionado à demanda e o benefício total | % | $BD(i,j) / BT(i,j)$ | |

Abrangência setorial

Indicadores para mapear a distribuição dos projetos entre tipologias e atividades, com objetivo de analisar os projetos prioritários.

Tabela 2.8. Indicadores de abrangência setorial

| Indicador | | Unidades | Equação | Observação |
|-----------|--|----------|-----------------|-----------------------------|
| AS1 | Número total de projetos | # | NTP | Detalhamento da abrangência |
| AS2 | Porcentagem do número de projetos por tipologia com relação ao total | % | $NP(i,j) / NTP$ | |
| AS3 | Porcentagem do número de projetos por código de atividade com relação ao total | % | $NP(i,j) / NTP$ | |

Importância

Indicadores que detalham a quantidade e a porcentagem de consumo de energia economizado e demanda evitada, em relação ao total do setor e do país.

Tabela 2.9. Indicadores de importância do PEE para o Brasil

| Indicador | | Unidades | Equação | Observação |
|-----------|---|----------|------------------|---|
| IMP1 | Impacto da economia de energia dos projetos com relação ao consumo* | % | $RCE(j)/CE(j)$ | Comparação com consumo faturado |
| IMP2 | Impacto da redução de demanda dos projetos na ponta com relação à demanda** | % | $RDP(j)/DP(j)$ | Comparação com demanda máxima registrada |
| IMP3 | Impacto da redução de GEE | % | $RGEE(j)/GEE(j)$ | Comparação com objetivos e metas de redução de emissões |

*MWh total do país, região, concessionária, tipologia etc. (dados ANEEL)

**Fonte de dados da Demanda

Viabilidade econômica

Em vista de que o PEE busca incentivar a execução de projetos de eficiência energética, não só garantir seu financiamento, é interessante para os usuários conhecer métricas de tempo de retorno de investimento, além do cálculo do RCB percebido pelo Sistema Interconectado Nacional como um todo.

Assim, poderá ser definido e calculado um tempo de retorno (*payback*) simples, como segue:

| Indicador | | Unidades | Equação | Observação |
|-----------|---|----------|--------------------------|------------|
| PB1 | Tempo de retorno de investimento (<i>payback</i>) simples | Meses* | $12(CT/RCE \times TE^*)$ | |

* TE: Tarifa de Energia em R\$. A Tarifa deve considerar o período de submissão do projeto e a concessionária. Poderá ser refinada a equação em fase posterior para considerar a economia por eventual redução de demanda contratada, caso aplique.

Busca-se, com esse indicador, contar com informações que ajudem à divulgação dos benefícios dos projetos de eficiência energética para o usuário final, incentivando a adoção espontânea dessas medidas (*free riders*).

Em fase posterior, serão propostos indicadores para o mapeamento das taxas de desconto e taxa de atratividade, tarifa ao longo dos anos e inflação registrada.

Desenvolvimento de novas tecnologias

Em fase posterior, serão propostos indicadores para comparação das tecnologias/equipamentos ao longo do tempo (considerando os projetos e seus manuais aplicáveis a cada período).

Transformação de mercado, mudança de hábitos ou práticas

Identificar e quantificar os efeitos do PEE nos fornecedores e consumidores relacionados requer uma abordagem com coleta de dados adicionais aos relatórios entregues e validados pela ANEEL.

Deve ser estruturada uma estratégia para análise de transformação de mercado em uma fase posterior do Portal.

Poderá conter a definição de variáveis e o cálculo de indicadores relacionados ao seguinte:

- Resultados de projetos das mesmas tipologias dos contemplados no PEE, desenvolvidos com recursos obtidos e administrados fora do Programa.
- Participação de mercado das tecnologias de equipamentos e sistemas incentivados no Programa.
- Mapeamento e levantamento histórico do nível de eficiência de estoques de equipamentos, aparelhos, edifícios.
- Mapeamento e levantamento histórico de indicadores de custo unitário de equipamentos (eficientes e não eficientes) e serviços relacionados a eficiência energética.
- Mapeamento de indicadores de ciclo de vida de equipamentos eficientes.

Outros

Algumas análises serão propostas em fase posterior, como são:

- Análise das metodologias para cálculo de Custo Evitado de Demanda e Consumo, perdas, entre outras variáveis elétricas desatualizadas.
- Indicadores para Projetos de Contratos de Desempenho, Fontes Incentivadas.

Conclusões e sugestões de melhoria

- Há uma possibilidade de vincular os usos finais com os equipamentos, materiais e serviços correspondentes, com o objetivo de desenvolver análises que avaliem tecnologias e processos de maneira mais objetiva.
- Sugere-se uma reedição dos Manuais de Instruções que considere tecnologias da informação mais robustas, com possibilidades de escolha de tecnologias atuais e eficientes dentro de bancos de dados embutidos. Isso facilitaria as análises, previsões e monitoramento de resultados.
- O cadastramento de linhas de base energética segundo os protocolos de Medição e Verificação, permitiria o acompanhamento de economias de energia e redução de demanda como valor adicionado e comercializável. Encontram-se aplicações do tipo internacionalmente, que integram tecnologias de *blockchain* em programas e projetos de eficiência energética e que podem ser vistos como referência.

3. Plano de trabalho para os próximos anos

Citam-se algumas atividades-chave a serem incluídas dentro do horizonte do MonitorEE. A lista não é exaustiva e pode ser complementada pelos parceiros do Projeto.

- Produzir indicadores para acompanhar os impactos das Resoluções do CGIEE no mercado e fazer projeções (equipamentos: ares-condicionados, geladeiras);
- Produzir indicadores de intensidade energética para a economia nacional e estadual, incluindo os principais setores econômicos;
- Produzir indicadores de EE para o setor de transportes;
- Desenvolver insumos para a criação de um Sistema Nacional de Informações de Eficiência Energética, a ser alimentado por diferentes stakeholders e que permita a organização e a padronização de indicadores e análises relacionadas. Esse Sistema de Informações deve compreender todos os setores econômicos e servir como fonte verídica e confiável de dados energéticos;
- Desenvolver um planejamento de recursos para a avaliação de programas junto aos stakeholders do setor energético nacional;
 - Precisa ser estabelecida uma governança e a provisão de recursos nos programas para sua avaliação, de forma que sejam implementadas melhorias contínuas e se garanta o cumprimento dos objetivos
- Propor medidas para disponibilizar publicamente a informação de políticas e programas de eficiência energética;
- Desenvolver regulamentação para avaliação de impacto, processo e efeito de mercado dos programas de Gestão da Demanda, atualmente em fase piloto;
- Desenvolver metodologia de análise exergética e termoeconômica dos programas e projetos de eficiência energética de grande porte, públicos e privados;
- Integrar na plataforma indicadores relacionados especificamente a área de produção, distribuição e consumo de biocombustíveis e seu impacto na eficiência energética do país;
- Desenvolver (ou validar) metodologias de cálculo e análise do setor de Óleo e Gás, em vista da sua importância para a economia nacional e considerando que detém amplo conhecimento e recursos para execução de projetos de eficiência energética.

4. Conclusões

Um grande potencial de economia de energia, custos de produção, competitividade e sustentabilidade pode ser explorado por meio da integração entre as partes interessadas e uma maneira eficaz de fazer isso é por meio do compartilhamento de dados, como é bem demonstrado internacionalmente.

O compartilhamento de dados e a clareza são considerados prioridades para o desenvolvimento bem-sucedido de políticas energéticas, o investimento de recursos e a conscientização das instituições públicas (principalmente da EPE e do IBGE) no desenvolvimento de um Sistema de Informações sobre Eficiência Energética.

A interação ou a complementaridade desse Sistema com o setor privado, por exemplo, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e seu Projeto Aliança, devem estar alinhados para maximizar as oportunidades de todas as atividades econômicas. O trabalho de levantamento é difícil quando as partes interessadas não percebem facilmente os ganhos de compartilhar informações energéticas e econômicas.

Uma estratégia alternativa poderia ser expandir as questões de consumo de energia nas Pesquisas Anuais de Indústria, Comércio e Serviços do IBGE ou nas Pesquisas Mensais de Produção. Mesmo quando isso pode ser feito com baixo custo de implementação, a coleta de dados apresenta desafios especiais quando as mudanças políticas e macroeconômicas são tão dinâmicas quanto no cenário brasileiro.

Reconhece-se que grandes avanços foram alcançados na EE no Brasil, por meio de iniciativas do Governo Brasileiro, da Indústria e do Setor Acadêmico em ações de EE. Não obstante, essas iniciativas vêm avançando individualmente, sem uma coordenação geral e unificada.

Referências

- ANEEL. 2016. “Programa de Eficiência Energética - ANEEL”. 2016.
<http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>.
- Ang, B. W., e Tian Goh. 2018. “Bridging the gap between energy-to-GDP ratio and composite energy intensity index”. *Energy Policy* 119 (agosto): 105-12.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.038>.
- Ang, B. W., A. R. Mu, e P. Zhou. 2010. “Accounting frameworks for tracking energy efficiency trends”. *Energy Economics* 32 (5): 1209-19.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.03.011>.
- Bosseboeuf, Didier, Bertrand Chateau, e Bruno Lapillonne. 1997. “Cross-country comparison on energy efficiency indicators: the on-going European effort towards a common methodology”. *Energy Policy*, Cross-country comparisons of indicators of energy use, energy efficiency and CO2 emissions, 25 (7): 673-82. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(97\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(97)00059-1).
- Bruckner, Thomas, e Igor A. Bashmakov. 2014. “Energy Systems”. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 511-97. Chapter 7 AR5. Cambridge, UK and New York, US.: Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx.
- Castro-Alvarez, Fernando, Shruti Vaidyanathan, Hannah Bastian, e Jen King. 2018. “The 2018 International Energy Efficiency Scorecard”, 139.
- Freeman, Scott L., Mark J. Niefer, e Joseph M. Roop. 1997. “Measuring industrial energy intensity: practical issues and problems”. *Energy Policy*, Cross-country comparisons of indicators of energy use, energy efficiency and CO2 emissions, 25 (7): 703-14.
[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(97\)00062-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(97)00062-1).
- Guo, Fei, e Shonali Pachauri. 2017. “China’s Green Lights Program: A review and assessment”. *Energy Policy* 110 (Supplement C): 31-39.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.002>.
- IEA. 2017a. “Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency”. Paris.
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Captur_the_MultiplBenef_ofEnergyEfficiency.pdf.
- . 2017b. “Energy Efficiency Indicators - Hightligts 2017”. IEA.
- . 2017c. “Market-based Instruments for Energy Efficiency Policy Choice and Design”.
- . 2017d. “Publication: Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making”. 2017. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy-efficiency-indicators-essentials-for-policy-making.html>.
- International Energy Agency. 2018. “Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics”.
- Kemmler, Andreas, e Daniel Spreng. 2007. “Energy indicators for tracking sustainability

in developing countries”. *Energy Policy* 35 (4): 2466-80.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.09.006>.

Procel Info. 2006. “Procel.”

<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS9BD1853PTBRIE.htm>.

Sathaye, Jayant, Lynn Price, Michael McNeil, e Stephane de la rue du Can. 2010. “Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet”. LBNL-3702E, 985845.
<https://doi.org/10.2172/985845>.

Schipper, Lee, e Reinhard Haas. 1997. “The political relevance of energy and CO2 indicators-An introduction”. *Energy Policy*, Cross-country comparisons of indicators of energy use, energy efficiency and CO2 emissions, 25 (7): 639-49.
[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(97\)00057-8](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(97)00057-8).

Schipper, Lee, Michael Ting, Marta Khrushch, e William Golove. 1997. “The evolution of carbon dioxide emissions from energy use in industrialized countries: an end-use analysis”. *Energy Policy*, Cross-country comparisons of indicators of energy use, energy efficiency and CO2 emissions, 25 (7): 651-72. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(97\)00058-X](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(97)00058-X).

U.N. 2015. “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development .:. Sustainable Development Knowledge Platform”. 2015.
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.

Vine, Edward L., e Jayant A. Sathaye. 2000. “The monitoring, Evaluation, reporting, verification, and certification of energy-efficiency projects”. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5 (2): 189-216. <https://doi.org/10.1023/A:1009606005358>.

WEC. 2016. “Energy Efficiency Indicators”. Energy Efficiency Indicators. 2016.
<https://www.worldenergy.org/data/efficiency-indicators/>.