Banco Interamericano de Desarrollo

Seguro de Economia Energética

Plataforma padrão para estruturação, avaliação e monitoramento de projetos de investimento em eficiência energética e geração distribuída com desempenho energético garantido

Rodrigo Chaparro
María Netto
Elisabeth Díaz
Adalberto Padilla
Krystian Muñoz
Raúl Riveros

Setor de Instituições para o Desenvolvimento

Divisão de Conectividade, Mercados e Finanças

NOTA TÉCNICA Nº IDB-TN-2193

Junho de 2021

Seguro de Economia Energética

Plataforma padrão para estruturação, avaliação e monitoramento de projetos de investimento em eficiência energética e geração distribuída com desempenho energético garantido

Rodrigo Chaparro
María Netto
Elisabeth Díaz
Adalberto Padilla
Krystian Muñoz
Raúl Riveros

Junho de 2021

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Seguro de ahorro de energía: plataforma estándar para la estructuración, la evaluación y el seguimiento de proyectos de inversión en eficiencia energética y generación distribuida con desempeño energético garantizado / Rodrigo Chaparro, María Netto, Elisabeth Díaz, Adalberto Padilla, Krystian Muñoz, Raúl Riveros.
p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2193)
Incluye referencias bibliográficas.
1. Energy consumption-Economic aspects-Latin America.
2. Renewable energy sources-Economic aspects-Latin America.
3. Distributed generation of electric power-Latin America. 4. Investments-Environmental aspects-Latin America. I. Chaparro, Rodrigo. II. Netto, María. III. Díaz, Elisabeth. IV. Padilla, Adalberto. V. Muñoz, Krystian. VI. Riveros, Raúl. VII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. VIII. Serie.
IDB-TN-2193

http://www.iadb.org

Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Notése que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

RESUMO

Há esforços crescentes para promover o investimento verde com novos instrumentos financeiros. No entanto, a velocidade com que os mercados têm adotado esses instrumentos tem sido limitada pela heterogeneidade e falta de informações sistemáticas para avaliar o quão verdes são os investimentos. O BID desenvolveu uma plataforma padrão para estruturar, avaliar e monitorar projetos de investimento em eficiência energética e geração distribuída com desempenho energético garantido. A plataforma procura preencher esta lacuna e estimular a modernização tecnológica, promovendo investimentos em tecnologias mais eficientes, onde a economia ou a geração de energia são garantidas, graças à combinação de contratos de performance, processos de validação e seguros usados como mecanismo de mitigação de riscos. A plataforma inclui uma ferramenta para estimar a economia ou energia do projeto proposto, listas de controle para a validação e verificação de desempenho e um formato para monitorar os resultados, uma vez implementado. A ferramenta para estimar a economia ou a energia gerada por um projeto segue a lógica de estabelecer uma linha de base, e, então, determinar o impacto da nova tecnologia por meio de melhorias nos índices de desempenho ou geração, seguindo as diretrizes técnicas da família de normas internacionais da série ISO 50000. Este documento apresenta os aspectos conceituais e práticos da plataforma, inclui protocolos para 12 tecnologias aplicáveis a projetos novos e substitutos, e apresenta exemplos para três projetos específicos. Os principais usuários da plataforma são fornecedores de tecnologia, entidades de validação, entidades financeiras e seguradoras.

Códigos JEL: H41; O12; O13; Q12; Q13; Q18

Palavras-chave: eficiência energética, energias renováveis, mecanismos financeiros, finanças climáticas, financiamento, normas ISO 50000, modelo ESI, seguros de economia de energética

CONTEÚDO

Resumo IV
Agradecimentos VII
Siglas e abreviaturas VIII
Resumo executivo IX
Introdução XI

1. Estimativa de economias energéticas ou energia gerada em projetos de eficiência energética e energia renovável 1
1.1. Medir o consumo de energia de referência 3
1.2. Estabelecer a melhoria de desempenho proposto ou geração com o novo equipamento 4
1.2.1. Projetos de desempenho energético 4
1.2.2. Projetos de geração 7
1.3. Estimar a economia ou geração esperada ao instalar o novo equipamento 7
1.4. Definir o sistema de monitoramento a instalar para verificar o desempenho ou geração do equipamento novo 8
1.5. Verificar periodicamente as economias ou a geração de energia 10

2. Plataforma para a estruturação, avaliação e o monitoramento de projetos 12
2.1. Protocolo 14
2.2. Ferramenta 15
2.2.1. Folha de descrição 16
2.2.2. Folha técnica 18
2.2.3. Projetos de eficiência energética 20
2.2.4. Projetos de geração de energia 25

3. Exemplos 28
3.1. Substituição de uma caldeira pirotubular por um sistema solar térmico para aquecimento de água 29
3.2. Projeto de substituição de ar-condicionado central 37
3.3. Instalação de um sistema de geração solar fotovoltaico 46

Bibliografia 53

Anexo 1. Glossário 57
Anexo 2. Parâmetros de medição por tecnologia 61
Anexo 3. Fatores de emissão e outros dados de fontes de energia 63
Anexo 4. Indicadores 66
Desempenho energético 66
Cogeração (geração por combustão) 67
Geração de energia 70

Anexo 6. Ferramenta para estimar economias ou geração de energia por tipo de tecnologia 74

AGRADECIMENTOS

Esta publicação foi produzida graças ao trabalho realizado com o apoio do governo dinamarquês, no âmbito da Cooperação Técnica RG-X1258 – Programa de Seguro de Economia Energética (ESI). Os autores agradecem as gentis contribuições da AgenciaSE, ICONTEC, TÜV Rheinland, AENOR, ANCE, ABNT, Sustentabilidade e, especialmente, às seguintes pessoas que participaram das diferentes fases do desenvolvimento da plataforma: Álvaro Soto, Luz Galindo, Angélica Sanhueza, Fernando Pinto, Camila Torres, Haydeé de Mendoza, Aarón Martínez, Gustavo Collantes, Camelot Colindres, Lázaro Flores, Ernesto Fernández, Erick Rodríguez, Joel Miguel, Javier Ortega, Christophe Hoor, Juan Jaramillo, Rafael Orjuela, Andriunn Betancourt, Katherine Ovalle, Jorge Arcieri, Omar Villacorta e Daniel Magallón.

SIGLAS E ABREVIATURAS

EE	Eficiência energética
ER	Energia renovável
ESI	Seguro de Economia Energética, do inglês "*Energy Savings Insurance*"
EVO	"*Efficiency Valuation Organization*"
IDA	Índice de desempenho ambiental
IDE	Indicador de desempenho energético
IDF	Indicador de desempenho financeiro
IEE	Índice de emissões evitadas
IEG	Indicador de energia gerada
IGE	Índice de gastos evitados
IPVMP	Protocolo Internacional de Medição de Desempenho e Verificação
ISO	Organização Internacional de Padronização
MRV	Mensuração, relato e verificação
PMDE	Porcentagem de melhoria de desempenho energético

RESUMO EXECUTIVO

Um projeto cuja recuperação do investimento tem garantias é mais atraente para investidores e instituições financeiras. Nos projetos em que a garantia é estabelecida sobre ativos que envolvem certo nível de risco tecnológico, tanto a instituição financeira quanto a seguradora devem avaliar a confiabilidade técnica desse investimento. Caso não estejam disponíveis uma ferramenta e metodologia de avaliação confiáveis, não será possível obter o fechamento financeiro apoiado por uma garantia. Por outro lado, os esforços crescentes para promover o investimento verde com novos instrumentos financeiros, como títulos verdes e seguros, são limitados em sua implementação, devido à heterogeneidade dos investimentos e à falta de informação sistemática sobre os projetos e as características "verdes" dos investimentos específicos, que são financiados através dos novos instrumentos. A coleta dessas informações é um bem público que o mercado ainda não pode solucionar. A plataforma padrão descrita a seguir busca preencher essa lacuna de informações.

A plataforma permite a estruturação, avaliação e o monitoramento de projetos de investimento em eficiência energética e geração distribuída com desempenho energético garantido. No seu conjunto, procura promover a modernização tecnológica, proporcionando investimentos em tecnologias mais eficientes, em que a economia ou a geração de energia sejam garantidas graças à combinação de contratos de desempenho, processos de validação e garantias financeiras, que funcionam como mecanismos de mitigação de riscos. Os diferentes elementos da plataforma foram desenvolvidos e testados em campo com fornecedores, diversos Bancos Nacionais de Desenvolvimento e várias entidades validadoras na América Latina, no âmbito da Cooperação Regional RG-X1258 – Seguro de Economia de Energia e Mitigação de Riscos (ESI), financiado com o apoio do governo da Dinamarca.

A plataforma disponibiliza uma ferramenta para estimar a economia ou energia do projeto proposto, listas de controle para a validação e verificação de desempenho, e possui um formato apropriado para monitorar os resultados, uma vez implementado o projeto. A plataforma é complementada por um sistema eletrônico, pelo qual os agentes do mercado que fazem parte do projeto podem monitorar seu andamento. Os principais usuários da plataforma são os fornecedores de tecnologia que facilitam a estruturação, estimam a economia, ou geração, e definem os protocolos de medição de seus projetos. Também são usuários da plataforma as entidades de validação, que podem avaliar de forma padronizada a razoabilidade da economia de energia e a instrumentação proposta, além de oferecer conceitos sobre desvios na economia ou a geração de energia garantidos durante a vida do projeto. Em segunda instância, existem entidades financeiras e seguradoras que podem utilizá-los para saber quando um projeto concluiu a avaliação técnica para a concessão do respectivo financiamento ou da garantia.

A ferramenta de estimativa da economia ou energia gerada por um projeto segue a lógica de primeiro estabelecer uma linha de base e, a partir daí, determinar o impacto da nova tecnologia por meio de melhorias nos índices de desempenho ou geração, seguindo as diretrizes técnicas da família de padrões internacionais da série ISO 50000, aplicável a sistemas de gerenciamento de energia. Essa abordagem permite isolar o efeito das mudanças na produção que podem afetar o consumo total de energia de uma instalação ou processo, permitindo que os fornecedores proponham economia com base na seleção, instalação, no uso e na manutenção adequados dos equipamentos.

A ferramenta é aplicável principalmente em projetos em que haja predominância de tecnologia. Até o momento, foram desenvolvidos protocolos para 12 tecnologias, tanto para novos projetos quanto para projetos de substituição em iniciativas de eficiência energética (desempenho energético) e geração de energia.

O objetivo deste documento é orientar os fornecedores nos aspectos conceituais e práticos da plataforma. Está dividido em três seções. A primeira oferece uma explicação detalhada sobre as bases conceituais da metodologia de cálculo da economia de energia garantida em projetos de eficiência energética, e da energia garantida produzida em projetos de geração. A segunda detalha os elementos da plataforma, a ferramenta e os formatos desenvolvidos para estimar, avaliar e monitorar a economia ou geração de energia prometida pela tecnologia. A última contém exemplos do uso da ferramenta em três projetos específicos.

INTRODUÇÃO

Existem esforços crescentes para promover o investimento verde com novos instrumentos financeiros, de títulos verdes a "seguros verdes". Entretanto, a velocidade com que os mercados estão adotando esses instrumentos foi desacelerada, devido à heterogeneidade dos investimentos verdes e pela falta de informações sistemáticas sobre as características ou atributos que tornam os investimentos específicos financiados "verdes" por meio dos novos instrumentos. A coleta dessas informações é um bem público que o mercado não foi capaz de solucionar.

Um projeto em que a recuperação do investimento é assegurada por meio de garantia é mais atraente para o investidor e as instituições financeiras. Nos projetos em que a garantia incide sobre um ativo que traz determinado nível de risco tecnológico, tanto a instituição financeira como a seguradora irão requerer um mecanismo que permita avaliar a confiabilidade técnica desse investimento. Sem ferramenta e protocolo confiáveis para a referida avaliação, não será possível realizar o fechamento financeiro amparado em garantia. É o caso de projetos em que um fornecedor promete garantir a economia ou a geração de energia associada a uma solução tecnológica em uma indústria. O sistema financeiro e os fornecedores não dispõem de um esquema padronizado que lhes permita avaliar a confiabilidade das propostas de economia ou geração de diferentes tecnologias, nem monitorar o desempenho dos projetos. Consequentemente, as avaliações tornam-se complexas e com elevados custos de transação.

A plataforma padrão descrita a seguir busca preencher essas lacunas no caso de investimentos em eficiência energética (EE) e energias renováveis (ER) com desempenho energético garantido. Procura incentivar a modernização tecnológica, promovendo investimentos em tecnologias mais eficientes, em que a economia ou a geração de energia sejam garantidas, graças à combinação de contratos de desempenho, processos de validação e garantias financeiras usados como mecanismo de mitigação de riscos. Como um todo, permite a estruturação, avaliação e o monitoramento de projetos.

A plataforma inclui uma ferramenta para estimar a economia ou energia do projeto proposto, listas de controle para a validação e verificação de desempenho e um formato para monitorar os resultados, uma vez implementado o projeto. A plataforma é complementada por um sistema eletrônico, pelo qual os agentes do mercado podem acompanhar o andamento do projeto. Este material destina-se a entidades financeiras, seguradoras, fornecedores de tecnologia, investidores, além de validar entidades que atuam como especialistas técnicos na avaliação de projetos. Os diferentes elementos da plataforma foram desenvolvidos e testados em campo com fornecedores, diversos bancos nacionais de desenvolvimento e várias entidades de validação na América Latina.

A metodologia de estimativa de economia baseia-se no conceito de que, ao introduzir equipamentos mais eficientes em um processo, são geradas economias de energia que podem ser quantificadas a partir da diferença no índice de desempenho energético entre o novo equipamento e a unidade ou prática antiga, tomando como base o consumo de energia no início do projeto. Dessa forma, é mais fácil para os fornecedores fazerem uma promessa de economia com base exclusivamente na seleção, instalação e manutenção adequadas do equipamento. A metodologia é baseada nas diretrizes técnicas da família de padrões internacionais da série ISO 50000 aplicáveis a sistemas de gerenciamento de energia.

1.

ESTIMATIVA DE ECONOMIAS ENERGÉTICAS OU ENERGIA GERADA EM PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIA RENOVÁVEL

BID

1 ESTIMATIVA DE ECONOMIAS ENERGÉTICAS OU ENERGIA GERADA EM PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIA RENOVÁVEL

A economia de energia produzida por um projeto de eficiência energética em uma instalação não pode ser medida diretamente, pois representa a ausência de consumo ou demanda por uma fonte de energia específica. A forma ideal de determinar isso é medir a energia utilizada antes e depois da implantação do projeto, e observar a diferença ao longo de determinado período (como, por exemplo, um ano). Para que os resultados estejam corretos, é necessário que as medições de antes e depois sejam feitas em condições operacionais semelhantes, o que nem sempre é possível, uma vez que nas indústrias, é mais comum que o consumo de energia varie de acordo com fatores como produção, demanda, condições climáticas, etc. Isso implicaria auditorias de energia e sistemas de medição contínuos.

Em nível internacional, existem vários protocolos para a medição, relato e verificação (MRV) da economia de energia. Alguns dos mais conhecidos são o Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético (PIMVP), desenvolvido pela *Efficiency Valuation Organization* (EVO)[1], e os padrões ISO 50000 da International *Organization for Standardization* (ISO)[2]. O PIMVP apresenta o conceito de linha de base como referência para comparação e oferece opções para projetos com diferentes níveis de complexidade, seja para instalações completas ou equipamentos individuais. A ênfase da ISO está nos sistemas de gerenciamento de energia. Os dois protocolos são guias, pelos quais o usuário define suas próprias ferramentas e indicadores para um determinado projeto.

Uma das contribuições significativa das normas ISO é a criação de indicadores de desempenho energético padrão, que permitem avaliar o quão eficiente é a transformação de energia em um sistema ou equipamento, por meio da relação entre a energia consumida e o serviço útil "produzido" ou "uso final da energia" fornecidos pelo equipamento ou tecnologia. Esses indicadores oferecem a possibilidade de haver um procedimento alternativo para estimar a economia em projetos com uma única tecnologia ou com uma predominante, uma vez que basta avaliar a diferença de desempenho energético da tecnologia existente com a mais eficiente alternativa a ser instalada, sob condições controladas, e multiplicá-la pelo uso final de energia durante um determinado período. Para confirmar os resultados, o desempenho do novo equipamento pode ser medido, uma vez que esteja em funcionamento, e validado, se a economia estimada corresponder à realidade ou se houver desvios. Ter indicadores permite que os desenvolvedores de projetos padronizem a forma como apresentam a economia de energia e permite fornecer às instituições financeiras uma ferramenta simples e uniforme de avaliação de projetos.

[1] https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp.

[2] https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html.

O enfoque dos indicadores de eficiência permite o isolamento dos fatores de produção e requer apenas medições esporádicas de desempenho específicas. A principal limitação dessa metodologia é que o consumo de energia é baseado em um cenário de energia hipotético; portanto, a quantidade de energia da linha de base deve ser fundamentada no histórico operacional da indústria onde a melhoria está sendo implementada. Um processo semelhante de indicadores de desempenho pode ser usado em projetos de geração de energia. Nesse caso, a variável de interesse não é a economia, mas a geração que, na maioria dos casos, é mais fácil de medir do que a economia de energia. **O cálculo da geração efetiva de energia ou economia de um projeto requer, nesses casos, as seguintes etapas:**

- estabelecer o consumo de energia que será usado como referência (linha de base);
- estabelecer a melhoria de desempenho ou de geração de energia com o novo equipamento;
- estimar a economia ou geração esperada ao instalar o novo equipamento;
- definir o sistema de monitoramento que será utilizado para verificar o desempenho ou geração do novo equipamento;
- verificar periodicamente as economias ou a geração que estão sendo alcançadas, a partir da medição do desempenho energético.

1.1. MEDIR O CONSUMO DE ENERGIA DE REFERÊNCIA

Esta informação corresponde ao consumo de energia dentro dos limites do projeto, durante um determinado período, antes de executar o projeto proposto. Para obter esses dados, o fornecedor deverá identificar as fontes de energia (combustíveis ou eletricidade) que serão utilizadas para operar a tecnologia que será objeto de melhoria ou substituição na instalação e realizar medições de parâmetros específicos ou auditorias energéticas. Algumas boas práticas a esse respeito são:

- identificar os limites físicos do projeto que estarão sujeitos a melhoria no consumo de energia, que não coincidem necessariamente com os limites físicos das instalações onde o projeto será realizado;
- incluir toda a energia utilizada nos limites do projeto;
- estabelecer e quantificar o serviço prestado pelo sistema ou equipamento que consome energia, ou estabelecer e quantificar o "uso final da energia", como, por exemplo, metros cúbicos de água quente por ano, toneladas de refrigeração anual, etc;
- estabelecer um preço de referência fixo para a energia, que será usado para estimar posteriormente a possível compensação econômica por baixo desempenho. Recomenda-se usar o preço da energia em período próximo ao início do projeto;
- em situações em que equipamentos obsoletos não sejam substituídos ou os dados existentes não sejam confiáveis, a tecnologia comumente utilizada no mercado poderá ser utilizada como referência nesse tipo de projeto.

Por sua vez, ao realizar as medições, o fornecedor deverá definir claramente as condições operacionais da tecnologia existente que estará sujeita a melhorias ou substituição. Essas mesmas condições serão utilizadas para avaliar a tecnologia proposta. Portanto, os limites operacionais, os parâmetros a serem medidos e os períodos em que serão medidos deverão ser estabelecidos rigorosamente sob as seguintes diretrizes:

- os limites devem permitir separar os equipamentos e as áreas relevantes na determinação da economia/geração daqueles que não o são;

- as variáveis ou parâmetros-chave se medirão durante o funcionamento da tecnologia existente, para estabelecer a quantidade de energia consumida na entrega do serviço por ela prestado. Esses parâmetros devem ser mantidos sob "condições controladas" (ou seja, em valores médios e/ou típicos de operação, com certo grau de tolerância à variação);

- o período selecionado deverá abranger um ciclo operacional completo da empresa; por sua vez, deverá ser identificado o período de consumo mais representativo. Além disso, incluir apenas os períodos para os quais sejam conhecidas todas as condições determinantes para o consumo de energia da instalação. Também é aconselhável usar o período imediatamente anterior à implementação do projeto, pois um período muito longo poderá não refletir corretamente as condições existentes. Para tecnologias cujos parâmetros apresentem pouca variabilidade, um único período de medição poderá ser suficiente, enquanto para tecnologias que apresentem variações significativas ao longo do tempo, múltiplos períodos poderão ser necessários.

1.2. ESTABELECER A MELHORIA DE DESEMPENHO PROPOSTO OU GERAÇÃO COM O NOVO EQUIPAMENTO

1.2.1. Projetos de desempenho energético

Consistem em avaliar em qual porcentagem o consumo de energia é reduzido nos limites do projeto com as mudanças propostas, o que implicará ter as especificações técnicas do equipamento a ser instalado.

O processo é detalhado a seguir: a partir dos dados de consumo de energia do equipamento existente e do "consumo final da energia", calcula-se o Índice de Desempenho Energético da tecnologia existente (base IDE). Por sua vez, com os dados de eficiência do equipamento a instalar, determina-se o consumo energético esperado, depois de implementada a nova tecnologia, e determina-se o respectivo Índice de Desempenho Energético esperado (IDE estimado). Uma vez obtidos os dois índices, define-se o percentual de melhoria do desempenho energético (PMDE).

1.

$$IDE_{base} = \frac{Consumo\ energético\ base}{Uso\ final\ da\ energia}$$

2.

$$IDE_{esperado} = \frac{Consumo\ energético\ estimado}{Uso\ final\ da\ energia}$$

3.

$$PMDE_{proposto} = \left[\frac{IDE_{base} - IDE_{estimado}}{IDE_{base}}\right] * 100$$

Formulário para determinação dos parâmetros de performance

No caso de medir o desempenho do equipamento em mais de um período, o IDE base do equipamento será a média[3] dos IDEs base calculados para cada período.

O "uso final da energia" é o serviço útil produzido pelo equipamento ou tecnologia de que o cliente necessita para o funcionamento da sua atividade, diretamente (por exemplo, toneladas de produto congelado em câmaras frigoríficas) ou indiretamente, para cumprir as condições que lhe permitam produzir seus bens ou serviços (por exemplo, horas de iluminação). A tabela 1 apresenta os parâmetros comumente usados para o "uso final da energia" em diferentes tecnologias.

[3] Somente no caso da tecnologia de iluminação, somam-se os indicadores obtidos em cada período, em vez de calcular a média.

Tabela 1. Parâmetros de uso comum para "uso final da energia"

Tecnologia		Uso final da energia	Unidade
Desempenho energético	Caldeira de água	Água quente sanitária	m^3
	Iluminação	Hora-luz	h
	Motor elétrico	Energia mecânica entregue	hp-h
	Ar-condicionado central	Energia térmica extraída	BTU
	Refrigeração	Energia térmica extraída	MBTU
	Sistema solar térmico	Água quente sanitária	m^3
	Forno ou secador	Massa de produto	kg
	Compressor de ar	Ar comprimido	l
	Cogeração	Térmico: energia térmica transferida	kWht
	Cogeração	Elétrico: energia elétrica	kWhe
	Mototáxis elétricos	Distância percorrida	km
Geração	Sistema fotovoltaico	Eletricidade	kWhe
	Geração de biogás	Biogás	m^3

Fonte: elaboração própria.

Para estimar qual será o "consumo final da energia" anual, o fornecedor de tecnologia deve determinar as horas efetivas de operação do equipamento ou tecnologia em um ano, levando em consideração fatores como dias de operação do equipamento, controles liga-desliga, as variáveis que determinam se o serviço útil aumenta ou diminui (por exemplo: horas em que um forno opera em modo de espera versus as horas em que o equipamento esteja ligado com o produto dentro) e as demandas sazonais do produto ou serviço.

Uma vez que o "uso final da energia" pode variar a cada ano em função das demandas de produção, recomenda-se que o fornecedor de tecnologia e seu cliente estabeleçam um valor anual fixo de "uso final da energia" para toda a vida do projeto, pois dessa forma se elimina o risco de variação da demanda e facilita a determinação da promessa de economia e da "economia de energia garantida" anual.

1.2.2. Projetos de geração

Nos projetos de geração, a economia não é garantida, mas sim a quantidade de energia que o sistema instalado gerará anualmente. Isso significa que não é necessário calcular a melhoria no desempenho, mas o índice estimado de geração de energia. Nesses casos, o consumo de energia de referência serve para que o fornecedor dimensione as especificações mínimas da solução a implementar, bem como para estimar o impacto na redução de emissões e em termos financeiros.

O índice de energia gerada é, então, obtido a partir dos dados de energias renováveis a serem geradas ou fornecidas, definidos pelo fornecedor com base nos dados de eficiência dos equipamentos a serem instalados, no consumo dos equipamentos que fazem parte do novo projeto (bombas, motores, etc.) e na quantidade de recursos renováveis disponíveis no local do projeto (por exemplo, radiação), compilados de bancos de dados confiáveis.

4.

$$IEG_{estimado} = \frac{Energia\ renovável\ fornecida}{Recurso\ renovável}$$

Índice de energia gerada estimada

Os preceitos de medição mencionados acima também se aplicam a esses projetos. Em situações com mais de um sistema de geração de energia da mesma tecnologia, a "energia renovável fornecida" é a soma da energia fornecida pelos sistemas individuais em cada período. Porém, nesses casos, o "recurso renovável" corresponde ao total disponível por período. Em outras palavras, os sistemas instalados gerarão sua energia com base em quantidades iguais de "recursos renováveis". Caso seja necessário estimar índices de energia gerada para vários períodos, o IEG do sistema (ou grupo de sistemas com a mesma tecnologia) corresponderá à média dos IEGs de cada período.

1.3. ESTIMAR A ECONOMIA OU GERAÇÃO ESPERADA AO INSTALAR O NOVO EQUIPAMENTO

Refere-se à determinação da economia ou geração que se espera atingir periodicamente (por exemplo, a cada ano) durante a vida útil do equipamento. Este é o valor que será garantido por seguro ou garantia. A prática usual é apresentar a economia anual esperada para o período de 10 anos, ou durante a vigência do seguro ou garantia, que deve corresponder idealmente ao tempo de recuperação do investimento. A economia estimada é calculada usando dados dos estágios 1 e 2, podendo ser constante ou variar de ano para ano.

5.

$$Economia\ energética_{garantida\ anual} = \left(IDE_{base} - IDE_{estimado}\right) \bullet Uso\ final\ da\ energia\ anual$$

6.

$$Energia\ gerada_{garantida\ anual} = IEG_{estimado} \bullet Recurso\ renovável\ anual$$

Cálculo da economia energética e da energia gerada

No caso particular de projetos solares, serão necessários os dados anuais de recursos renováveis, que o fornecedor deverá obter nas mesmas bases de dados utilizadas para calcular o índice de energia gerada.

1.4. DEFINIR O SISTEMA DE MONITORAMENTO A SER INSTALADO PARA VERIFICAR O DESEMPENHO OU GERAÇÃO DO EQUIPAMENTO NOVO

Consiste em estabelecer os parâmetros que serão medidos assim que o projeto entrar em operação, para monitorar o desempenho ou a geração dos equipamentos instalados. O fornecedor do projeto deverá definir a instrumentação necessária e a frequência das medições. Como boa prática, recomenda-se o uso de parâmetros fáceis de medir, além de equipamentos de medição de longa duração, que proporcionem resultados de boa qualidade, pois serão fundamentais nas verificações anuais.

Para projetos de desempenho energético o fornecedor deverá, no mínimo, medir o consumo de energia e o “uso final da energia” dentro dos limites do projeto. Se o "uso final de energia" não puder ser medido diretamente, deverão ser definidos e medidos outros parâmetros, denominados “variáveis”, que permitam a sua determinação indireta. Alguns exemplos são a voltagem e a corrente em projetos de motores, ou o fluxo de ar e a entalpia em projetos de climatização.

No caso de empreendimentos de geração, deve ser assegurada a medição tanto da “energia renovável fornecida” quanto do “recurso renovável” e, se necessário, da energia consumida para o funcionamento do sistema (por exemplo, no caso dos biodigestores).

A tabela 2 apresenta referências a fontes relevantes a serem utilizadas como guia na definição dos parâmetros e instrumentos de medição dos projetos.

Tabela 2. Referências de orientação sobre parâmetros relevantes segundo a tecnologia ou tipo de indústria e instrumentos de medição

Tecnologia	Atividade econômica a que se aplica	Documento
Motores elétricos	Todas as que utilizem motores em seus processos	Motores eléctricos
Motores elétricos	Operadores de água potável	Guía para realizar diagnósticos energéticos y evaluar medidas de ahorro en equipos de bombeo de agua de organismos operadores de agua potable
Motores elétricos	Circuitos hidráulicos	Medidas de Ahorro Energético en los Circuitos Hidráulicos
Ar-condicionado central	Todas as que requerem ar-condicionado central	Guía técnica sobre procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire
Ar-condicionado central	Todas as que requerem ar-condicionado central	Guía técnica de instalaciones de climatización con equipos autónomos
Incluem parâmetros a serem medidos para as tecnologias mais relevantes por setor econômico	Agroindústria	Guía Metodológica de Auditoría Energética para la Agroindustria
	Transporte	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Transporte
	Mineração	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Minería
	Pesca	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Pesca
	Produção de cimento	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Cementos
	Produção de papel	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Celulosa y Papel
	Eficiência energética em edificações	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Edificación
	Produção de alimentos	Guía Metodológica de Auditoría Energética para Alimentos

Fonte: elaboração própria.

1.5. VERIFICAR PERIODICAMENTE AS ECONOMIAS OU A GERAÇÃO DE ENERGIA

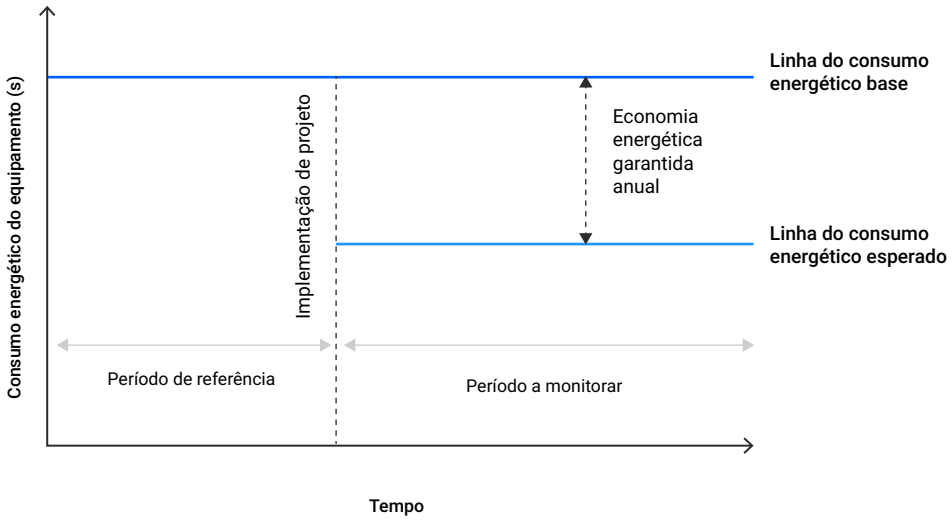
Consiste em realizar medições periódicas (idealmente todo ano) dos parâmetros mencionados no parágrafo anterior e estabelecer a economia ou geração real decorrente do projeto, por meio de um procedimento semelhante ao descrito na seção "*Estimar a economia ou geração esperada quando feita a instalação do novo equipamento*", mas com dados operacionais reais. Adicionalmente, são estimadas as emissões de CO_2 evitadas graças ao projeto, para as quais é necessário ter os fatores de emissão da energia a ele associados.

No caso de projetos em que a economia ou a geração sejam garantidas por meio de garantia, é comum que haja uma validação da proposta do projeto e verificação da instalação e do seu desempenho efetivo. Caso a economia ou geração seja inferior ao esperado, é estabelecido um valor de compensação, com base na diferença observada e no preço de referência da energia acordado entre fornecedor e cliente.

Em resumo, uma alternativa para avaliar a economia em projetos onde uma única tecnologia esteja instaladas, ou seja, predominante é comparar seu desempenho com o da tecnologia existente ou comumente utilizada. A economia que se espera obter com a instalação de equipamentos mais eficientes (economia estimada) é obtida por meio do produto entre o "uso final da energia", durante um determinado período, e a diferença de desempenho energético da tecnologia existente com a tecnologia mais eficiente que será instalada. A economia real será aquela alcançada quando o desempenho em operação for medido. Em projetos com seguro ou garantia de economia energética, o fornecedor de tecnologia garante a economia estimada em uma apólice de seguro de economia energética ou uma garantia. Essa passa a ser a economia energética garantida, ou energia garantida no caso de projetos de geração.

O desenho da solução está sempre sob o controle e responsabilidade do fornecedor. Consequentemente, de forma a absorver as variações que possam ocorrer na prática em relação ao que é teoricamente determinado em função de causas relacionadas à operação ou perda de eficiência, pode-se levar em conta os fatores ou margens de segurança que considera convenientes para definir a economia ou geração anual garantida. No entanto, isso deve ser feito de forma equilibrada, pois terá efeito sobre o período de retorno do investimento e, portanto, no tempo que o seguro deve oferecer como garantia (gráfico 1).

Gráfico 1: Processos de economia energética garantida anual, considerando igual quantidade de "uso final da energia" anual



Fonte: elaboração própria.

2.

PLATAFORMA PARA A ESTRUTURAÇÃO, AVALIAÇÃO E O MONITORAMENTO DE PROJETOS

BID

2 PLATAFORMA PARA A ESTRUTURAÇÃO, AVALIAÇÃO E O MONITORAMENTO DE PROJETOS

A plataforma desenvolvida pelo BID busca promover a modernização tecnológica, disponibilizando investimentos em tecnologias mais eficientes, por meio de mecanismos de mitigação de riscos em projetos que garantam economia ou geração de energia, como contratos de desempenho, processos de validação e/ou seguros ou garantias financeiras. Os principais elementos e relações nesses projetos são:

- existe um contrato fornecedor-cliente, onde o fornecedor é uma empresa que se dedica à comercialização, fornecimento e manutenção de equipamentos, e o cliente é a empresa interessada em adquiri-los com foco na economia ou geração de energia. O cliente contrata o fornecedor para desenvolver a engenharia necessária, fornecer equipamentos e materiais para a construção e realizar a instalação e manutenção periódica. Uma economia ou geração mínima garantida é acordada entre as partes;

- no início do projeto, o fornecedor deve apresentar as informações técnicas em formato pré-estabelecido e encaminhá-las a uma entidade de validação, que deve indicar se o projeto tem potencial para atingir as economias estimadas (validação). Se o projeto for aprovado posteriormente, a entidade de validação deverá verificar *in loco* se o projeto foi entregue de acordo com as especificações inicialmente validadas. Além disso, essa entidade atua como árbitro no caso de desacordo entre cliente e fornecedor, no que se refere ao desempenho do projeto durante um determinado período;

- o seguro é um instrumento de cobertura – adquirido pelo fornecedor em benefício do cliente – que garante a economia ou geração de energia estimada durante a vigência do contrato. Caso o projeto não alcance a economia estimada, o seguro compensará financeiramente o cliente. O seguro é adquirido e pago à seguradora pelo fornecedor em benefício do cliente, sendo acionado uma vez iniciadas as operações do projeto. Torna-se uma garantia de cumprimento do contrato emitida pelo fornecedor quanto à execução do projeto;

- caso o cliente necessite de apoio financeiro para a realização do projeto, deve então solicitar empréstimo a uma instituição financeira. Esta instituição deve avaliar a sua capacidade de crédito e define as garantias necessárias para a concessão do crédito solicitado. O compromisso e o seguro da AGMG reduzem os riscos, e o banco pode beneficiar a avaliação de risco de crédito do projeto.

Os detalhes de contratos de desempenho e seguros ou garantias financeiras estão fora do escopo deste documento, portanto, este capítulo se concentra na descrição do protocolo e das ferramentas desenvolvidas pelo BID para a estruturação, avaliação e monitoramento de projetos de investimento em eficiência energética e geração distribuída, com garantia de desempenho energético. As bases conceituais são aquelas apresentadas no capítulo 1.

2.1. PROTOCOLO

O protocolo de estruturação, avaliação e monitoramento de projetos de investimento em eficiência energética e geração distribuída com garantia de desempenho energético compreende três etapas (gráfico 2):

- **validação do projeto:** o fornecedor apresenta o projeto em formato pré-estabelecido (vide anexo 6) a uma entidade de validação, indicando o compromisso anual de economia. Essa entidade deve indicar se o projeto tem potencial para atingir a economia ou geração estimada. A validação serve ao banco e à seguradora para que possam avaliar os riscos técnicos do projeto a ser financiado/segurado;

- **verificação do andamento do projeto:** se o projeto receber classificação de validação positiva, o fornecedor passará à fase de instalação. Concluída essa fase, o fornecedor ou seu cliente solicitará à entidade de validação que verifique *in loco* se o projeto foi entregue de acordo com as especificações. Assim que a verificação for aprovada, tem início a vigência do seguro;

- **monitoramento do projeto e verificação de resultados:** todo ano, o fornecedor mede o desempenho do projeto por meio de procedimentos e formatos predefinidos. Se houver déficit em determinado ano, o fornecedor deverá compensar o cliente. Se houver um período em que a economia seja atingida ou superior ao prometido, o fornecedor terá cumprido o contrato. Uma quantidade de economia ou geração de energia que exceder o valor garantido não poderá ser usada para compensar anos anteriores ou posteriores. A entidade de validação atua como árbitro em caso de desacordo entre o cliente e o fornecedor quanto à economia ou geração do projeto em determinado período. Suas decisões são vinculativas para as partes. Todo ano será avaliado de forma independente.

Gráfico 2: Protocolo para a estruturação, avaliação e monitoramento de projetos de economia energética ou energia gerada

Fonte: elaboração própria.
Nota: FST = fornecedor de solução tecnológica; EV = entidade de validação.

O resumo dos critérios de validação e verificação do projeto, bem como o formato de registro de dados e monitoramento do desempenho são apresentados no anexo 5. Esses insumos podem ser usados tanto pelo fornecedor quanto pela entidade de validação. Para facilitar, é recomendável visualizá-los em conjunto com a ferramenta descrita na próxima seção.

2.2. FERRAMENTA

A ferramenta para estimar a economia ou a energia gerada por um projeto segue a lógica de primeiro estabelecer uma linha de base e, a partir daí, determinar o impacto da nova tecnologia por meio de melhorias nos índices de desempenho ou de geração. Para fins práticos, a ferramenta foi desenvolvida em dois formatos: um geral (descritivo), que se aplica a todos os projetos, e outro específico para tecnologia (técnico). Consequentemente, a ferramenta para estimar a economia ou energia gerada por um projeto (ver anexo 6) contempla uma folha de descrição, com informação geral válida para todos os projetos, e uma folha técnica, para cada tecnologia. No total, são 24 formatos disponíveis para 12 tecnologias: 12 para substituição e 12 para novos projetos.

Os formatos Excel têm rotinas pré-estabelecidas para cálculo automático de indicadores, economia ou geração por tecnologia e checagem de dados. Em outras palavras, os formatos Excel não são apenas uma planilha de dados, mas um software que orienta o fornecedor na elaboração de sua proposta de estimativa de economia. Porém, os dados de projeto e parâmetros de monitoramento serão sempre de responsabilidade do fornecedor, quem deve estabelecer os parâmetros a serem medidos e monitorados, com os quais estimará a economia ou geração e verificará ele mesmo o desempenho do projeto.

A ferramenta foi testada com fornecedores de tecnologia, entidades de validação e investidores em projetos reais de geração e eficiência energética. Os formulários foram elaborados de forma que as informações sejam registradas em ordem lógica e apresentem tabelas explicativas de cada seção de informação a ser preenchida.

Conforme indicado, em cada tecnologia existem duas opções para projetos novos e de substituição. Os novos são aqueles em que não existia tecnologia semelhante na instalação; os de substituição são aqueles em que o equipamento obsoleto é substituído. A tabela 3 detalha as tecnologias e o nome abreviado nas planilhas do Excel. As folhas de descrição e as folhas técnicas estão detalhadas na seção seguinte.

Tabela 3. Tecnologias e nome abreviado nas planilhas de Excel

Classificação	Tecnologia	Abreviação na folha técnica para "substituição de tecnologia"	Abreviação na folha técnica para "nova tecnologia"
Desempenho energético	Caldeiras	CAL-S	CAL-N
	Iluminação	IL-S	IL-N
	Motores	MT-S	MT-N
	Ar-condicionado central	HVAC-S	HVAC-N
	Refrigeração	Refrg-S	Refrg-N
	Fornos-secadores	Horno-S	Horno-N
	Compressores de ar	AireComp-S	AireComp-N
	Frotas de mototáxis	TaxiE-S	TaxiE-N
	Sistema solar térmico	SST-S	SST-N
	Geração por combustão	CHP-S	CHP-N
Geração de energia	Geração solar fotovoltaica	PV-S	PV-N
	Geração de biogás	BGas-S	BGas-N

Fonte: elaboração própria.

2.2.1. Folha de descrição

Nesta folha, o fornecedor apresenta dados gerais do cliente, fornecedor, projeto e da gestão de resíduos. A folha de descrição inclui os requisitos de suporte documental que o fornecedor deve enviar a uma entidade independente para a validação e verificação do projeto, quando *os stakeholders* decidirem dar seguimento a essas etapas. A folha é composta por quatro seções.

1) Informação geral do projeto

- Identificação e contato do representante legal do cliente, bem como contato adicional do cliente que tem conhecimento do projeto proposto pelo fornecedor.
- Identificação e contato do representante legal do fornecedor.
- Tipo de projeto e tecnologia proposta pelo fornecedor. Também é solicitada a inserção das coordenadas de GPS da localização do projeto, o que é particularmente importante para clientes com grandes instalações ou projetos em que a localização é importante para o cálculo da "economia de energia garantida" ou "energia gerada garantida". Em projetos atomizados, como a instalação de luminárias, podem ser registradas as principais coordenadas do cliente.
- Breve descrição de como o cliente está operando atualmente o sistema, e como esse sistema funcionará após a implementação do projeto.

2) Informação financeira do projeto

Nesta seção, os custos totais do projeto devem ser apresentados de forma resumida, segregados em custos de capital (*Capital Expenditures* – CAPEX) e custos operacionais (*Operating Expenditures* – OPEX). Os custos de capital incluem custos para a compra de ativos fixos, como tecnologia e relacionados ao projeto e à instalação, como de viabilidade, engenharia, transporte, etc. Os custos operacionais representam os custos anuais associados à operação da tecnologia, incluindo aspectos como operação, manutenção e monitoramento de parâmetros.

Ao final desta seção está um resumo da energia economizada ou gerada pelo projeto, seu equivalente financeiro e as emissões de CO_2 evitadas. Essas informações são calculadas a partir das folhas técnicas e apresentadas após o preenchimento das informações solicitadas na respectiva folha técnica da tecnologia proposta.

3) Gestão de resíduos

Refere-se ao equipamento principal que será substituído (se for o caso) e ao tratamento que lhes será dado. Inclui também a identificação dos tipos de resíduos gerados pela instalação, que devem ser tratados, e o tratamento específico que receberão, tendo em conta que cumpram a legislação de gestão de resíduos vigente.

4) Documentos de suporte técnico

Detalha a lista de documentos que o fornecedor deve anexar para que a entidade de validação possa avaliar o projeto. Os documentos incluem planos, diagramas, catálogos e outros documentos que apoiam as figuras e o sistema que são apresentados no formulário de validação. A lista detalhada é apresentada na seção 4 da folha de descrição.

A entidade de validação pode solicitar informações adicionais, como por exemplo, certificações do equipamento proposto ou do gerenciamento adequado de resíduos no momento da verificação do projeto.

2.2.2. Folha técnica

Nesta folha, o fornecedor apresenta a informação técnica do projeto, de acordo com a sua tecnologia e as medições que lhe permitirão determinar e verificar a "economia de energia garantida" ou "energia gerada garantida", conforme o caso. A folha técnica está disponível para projetos de substituição e novos projetos. O fornecedor deve selecionar apenas uma opção.

Substituição: em projetos de desempenho energético, refere-se a projetos que visam substituir um equipamento existente nas instalações do cliente que apresente desempenho energético inferior ao equipamento proposto pelo fornecedor. Os projetos de geração consistem em projetos que cobrirão total ou parcialmente a demanda atual de energia do cliente, obtida por outro sistema de geração ou por meio de um sistema de distribuição de energia.

Novos: em projetos de desempenho, corresponde a um projeto que contemple um equipamento que ofereça "uso final da energia" que, neste momento, não está sendo requerido pelo cliente; portanto, o fornecedor deve estabelecer sua "linha de consumo de energia base", levando em consideração um "equipamento de referência" que o cliente teria instalado na ausência de proposta do fornecedor e que corresponda a equipamentos com desempenho energético padrão da indústria. Em projetos de geração, corresponde a um projeto em que o cliente, naquele momento, não precisa da energia que será gerada. Portanto, o fornecedor deve propor um sistema de geração (ou distribuição) padrão da indústria, que o cliente teria instalado ou adquirido para atender a essa demanda futura, se não tivesse optado pelo projeto proposto pelo fornecedor.

A tabela 4 mostra a estrutura e a ordem de preenchimento das informações na folha técnica, tanto para projetos de desempenho energético como de geração de energia. Os detalhes específicos dessa folha para cada tipo de projeto são apresentados nas seções a seguir.

Tabela 4. Processo de ordem lógica para completar a folha técnica do projeto

	Eficiência energética	Geração de energia
1. Informação técnica do projeto	Informação dos equipamentos propostos	
	Relação dos equipamentos existentes (ou de referência) no local	Fornecimento atual (ou de referência) de energia do cliente
	Informação dos energéticos associados ao projeto	
2. Sistema de monitoramento	Declaração da razão para a medição do projeto	
	Declaração dos parâmetros associados ao projeto	
3. Construção de indicadores	Definição dos períodos de medição	
	Medição de parâmetros	
	Indicadores base	
	Estimativa de consumo energético	Fornecimento de energia esperado do sistema
	Indicadores estimados	Indicador de energia gerada
	Porcentagem proposta de melhora do desempenho	
4. Energia garantida	Economias de energia garantidas	Energia gerada garantida
5. Benefícios ambientais	Benefícios ambientais	

Fonte: elaboração própria.

As células da ferramenta para estimar a economia de energia ou energia gerada incluem uma simbologia cujo significado é detalhado na tabela a seguir:

Tabela 5. Simbologia das células das folhas de formulação de projetos

Simbologia célula	Significado
	As células cinzas correspondem aos locais onde as informações são registradas manualmente.
	As células azuis correspondem aos locais onde os resultados emergem de cálculos automáticos com as informações registradas nas células cinzas.
	As células listradas correspondem às células que são liberadas quando uma opção é selecionada em uma lista suspensa de uma célula cinza anterior, que indica a necessidade de fornecer informação adicional.

Fonte: elaboração própria.

2.2.3. Projetos de eficiência energética

Informação técnica do projeto

Nesta seção, o fornecedor deverá descrever o projeto de forma técnica e conceitual, o que inclui:

- as características dos equipamentos que serão instalados e, para algumas tecnologias, os equipamentos auxiliares e/ou outras medidas de eficiência energética que serão implementadas em conjunto com a tecnologia principal proposta;
- as características da tecnologia a ser instalada. Existem dois casos em que se descreve a tecnologia a ser substituída, (i) para projetos de substituição e outro (ii) para novos projetos;
- informações sobre as fontes de energia associadas ao projeto. A fonte de energia é registrada em duas subseções. A primeira corresponde à "energia atualmente usada". A segunda "energia utilizada na condição proposta" corresponde à energia que será utilizada com o novo equipamento. No caso de "novos projetos", a primeira seção corresponde às "fontes de energia de referência" que a "tecnologia de referência" escolhida pelo fornecedor utilizaria. É possível detalhar informações de até três fontes de energia por seção em que, se a energia atual e a proposta forem iguais, deverão ser registradas em ambas as seções.

Tudo o que é solicitado nesta seção deve ser preenchido, pois é uma informação de entrada para cálculos posteriores. Deve-se levar em consideração que os dados de preço e o poder calorífico da energia devem se referir às mesmas unidades em que a energia é medida. Para cada forma de energia, o fator de emissão correspondente deve ser indicado. Como referência, o anexo 2 inclui valores que podem ser usados como padrão.

Sistema de monitoramento

Nesta seção, o fornecedor deverá explicar conceitualmente por que o sistema de monitoramento proposto é adequado para determinar o desempenho energético ou a geração de energia do projeto, e deverá justificar porque seu sistema de medição está no local correto para registrar os dados necessários. Além disso, deve definir e descrever todos os parâmetros relevantes a serem medidos para determinar o desempenho energético do equipamento existente e para determinar o desempenho do equipamento proposto.

O formato Excel permite o registro de até dez parâmetros (P1 a P10), que foram divididos em cinco categorias descritas abaixo.

1. Uso final da energia: parâmetro que serve para caracterizar diretamente o serviço útil produzido pelo equipamento consumidor de energia.

2. Variável: parâmetro que serve para caracterizar indiretamente o "uso final da energia" ou a "energia renovável fornecida" em um projeto.

3. Condição-controlada: qualquer parâmetro que tenha influência sobre o desempenho energético do sistema e que deva ser mantido em valor constante ou com flutuação limitada para obter medidas representativas.

4. Consumo atual: parâmetro que serve para caracterizar o consumo de cada uma das energias utilizadas pelo sistema ou equipamento existente.

5. Consumo proposto: parâmetro que serve para caracterizar o consumo estimado de cada uma das diferentes fontes de energia que a solução tecnológica a ser instalada utilizará.

Por sua parte, o parâmetro "consumo de referência" apenas aparece em novos projetos e serve para caracterizar o consumo de cada uma das fontes de energia utilizadas pelo sistema ou o equipamento de referência selecionado.

O fornecedor é livre para determinar o número e o tipo de parâmetros, levando em consideração que para cada número ou tipo de parâmetros, as seguintes questões devem ser definidas:

- nome descritivo, para alguns casos, a ferramenta oferece nomes predefinidos, se for o caso;
- unidade em que será feita a medição deste parâmetro;
- frequência de medição com a qual se terão os registros de medição desse parâmetro, podendo corresponder a:
  - **estimada a partir da variável:** aplica-se apenas ao parâmetro "consumo final da energia" quando este é obtido por meio da medição de variáveis;
  - **instantânea:** medições que são feitas no momento, sem frequência pré-determinada;

- **menos de uma hora:** medições que são feitas com frequência menor do que uma hora;
- **horária:** medições que são feitas a cada hora, podendo ser de uma ou mais horas;
- **diária:** medições que são feitas todos os dias, uma vez por dia;
- **semanal:** medições que são feitas todas as semanas, uma vez por semana;
- **mensal:** medições que são feitas uma vez por mês;
- **maior que mensal:** medições que são feitas com mais frequência do que mensalmente;
- **banco de dados:** medições de parâmetros que são feitas de bancos de dados públicos de acesso livre, que registram as medidas com a frequência necessária e suficiente para o projeto.

No caso de um parâmetro ser declarado como uma "condição controlada", os seguintes dados devem ser registrados:

- **valor desejado da condição controlada:** corresponde ao valor, em unidades declaradas, no qual se deseja manter esse parâmetro estável;
- **porcentagem de tolerância e variabilidade da condição controlada:** refere-se à porcentagem de tolerância em que o valor da condição controlada pode variar de forma a considerá-la um valor controlado aceitável.

Após declarar todos os parâmetros a serem medidos e suas condições de medição, os detalhes do sistema de medição para cada parâmetro devem ser apresentados, dentre eles:

- **tipo de medidor [nome do banco de dados]:** tipo de medidor a ser usado ou o nome do banco de dados, se corresponder;
- **marca ou [fonte do banco de dados]:** marca do medidor ou fonte do banco de dados utilizado;
- **modelo ou [outros detalhes do banco de dados]:** modelo do medidor ou outros detalhes do banco de dados;
- **Id. ou número de série:** número de série do medidor;
- **porcentagem de erro do equipamento de medição:** porcentagem de erro das medições tiradas da folha técnica do medidor.

Construção de indicadores

Esta seção desenvolve as etapas para determinar os indicadores de desempenho básicos e esperados e o PMDE. Alguns dados são registrados pelo fornecedor, e outros são gerados automaticamente. A sequência é a descrita a seguir.

Definição dos períodos de medição: aqui o fornecedor define quantas vezes fará medições em "equipamentos existentes" e a duração de cada uma. Cada medição é conhecida como "período de medição". Sua duração deve ser longa o suficiente para registrar as flutuações naturais dos parâmetros que afetam o consumo de energia, levando em consideração que determinados parâmetros são mantidos em valores controlados para que se tenha medições reproduzíveis.

Devem ser medidos quantos períodos o fornecedor considerar apropriados, de acordo com a tecnologia que está sendo medida. Em termos gerais, quanto mais complexa a tecnologia e mais parâmetros a serem registrados, será conveniente ter mais períodos de medição. Para definir os períodos de medição no caso de "equipamentos de referência", segue-se a mesma lógica descrita para os "equipamentos existentes". Isso ocorre porque os períodos de medição são usados posteriormente na verificação da economia.

No caso de projetos de iluminação, é feita uma exceção a esse procedimento. Para essa tecnologia, cada período de medição corresponderá a um único circuito ou grupo de luminárias que está sendo medido, então apenas a medição do mesmo circuito ou grupo deverá ser registrada como um único período de medição.

Medição de parâmetro: com as informações preenchidas na seção do sistema de monitoramento, a planilha do Excel preenche automaticamente os títulos das colunas da tabela de medição dos parâmetros e, nela, o fornecedor deve registrar os resultados das medições de cada parâmetro por período. A duração da medição será igual ao tempo definido para cada período. No caso de declarar "condições controladas", o fornecedor deve garantir que a faixa de medição para cada "condição controlada" seja mantida dentro das faixas estabelecidas pelo fornecedor. Caso contrário, a medição deverá ser considerada inválida.

Indicador de desempenho base: a partir dos dados de consumo de energia do equipamento existente e a partir do "uso final da energia" fornecida, a ferramenta calcula automaticamente o desempenho da tecnologia existente (base IDE). Para as diferentes tecnologias, o valor apresentado corresponde à média dos indicadores calculados para cada período de medição. A exceção é a tecnologia de iluminação onde o valor corresponde à soma dos indicadores calculados para cada período.

Estimativa de consumo de energia: o fornecedor deve registrar qual será o consumo de cada uma das energias que serão utilizadas pela solução tecnológica a ser instalada, com a qual entregará a mesma quantidade de "consumo final da energia" durante cada um dos períodos de medição previstos.

Indicador de desempenho estimado: a ferramenta calcula automaticamente o índice de desempenho da nova tecnologia proposta (IDE esperado). Corresponde à média dos indicadores calculados para cada período de medição, com exceção da tecnologia de iluminação, que corresponde à soma dos indicadores calculados para cada período.

Porcentagem de melhoria de desempenho de energia proposta: a partir do IDE base e do IDE esperado, a ferramenta gera o PMDE do projeto automaticamente.

Economias de energia garantidas

Nesta seção, define-se a promessa de economia de energia do fornecedor de tecnologia ao cliente em termos de energia e valores monetários. O fornecedor apenas tem de indicar a quantidade de "uso final da energia" que foi acordado com o cliente para cada ano de operação do projeto, e a ferramenta gera automaticamente os valores de economia anual usando os dados básicos de preços de energia e índices de desempenho registrados previamente nas seções 1 e 3 do formato, respectivamente. O dado de "uso final da energia" pode ser registrado por até dez anos, podendo variar de ano para ano. É muito importante que o fornecedor alinhe este valor com o cliente, com base em dados históricos e conhecimento sobre como o cliente utiliza o serviço prestado pela tecnologia, uma vez que esse valor é a base para possíveis compensações, em caso de baixo desempenho da tecnologia.

A economia em termos de energia é calculada com o procedimento indicado na seção 1.3.
A economia em unidades monetárias é calculada conforme ilustrado na tabela 5.

A economia em termos monetários é gerada pela ferramenta, com base nos preços de energia registrados na seção 1 da folha técnica em formato Excel. O compromisso de economia com o cliente é estabelecido no contrato de desempenho em unidades de energia. Com base nas informações registradas sobre os preços da energia, a ferramenta gera automaticamente o preço unitário da energia a ser usado pelo fornecedor e cliente para definir o preço base da energia a ser usado no contrato de desempenho para calcular uma possível compensação econômica devido ao baixo desempenho do projeto.

Tabela 6. Fórmulas para determinar os gastos financeiros evitados, por tipo de projeto

Tipo de projeto	Nome do indicador	Fórmula Indicador por tipo de projeto	Fórmula "gastos financeiros evitados" anuais por tipo de projeto
Eficiência energética	"Índice de desempemno financeiro" (IDF)	$IDF_{base} = \frac{\text{Gasto monetário base em energéticos}}{\text{Uso final da energia}}$	$(IDF_{base} - IDF_{estimado}) \cdot \text{Uso final da energia anual}$
		$IDF_{estimado} = \frac{\text{Gasto monetário estimado com energéticos}}{\text{Uso final da energia}}$	
Geração de energia	"Índice de gastos evitados" (IGE)	$IGE = \frac{\text{Gastos evitados com energia atualmente usados}}{\text{Recurso renovável}}$	$IGE \cdot \text{Recurso renovável anual}$

Fonte: elaboração própria.

Benefícios ambientais

Correspondem à redução das emissões de gases de efeito estufa que o projeto deverá gerar. Esses resultados são de natureza informativa e interessam principalmente ao cliente e à entidade financeira. Não apresenta nenhum tipo de compromisso com o fornecedor.

A ferramenta calcula automaticamente as toneladas anuais de CO_2 evitadas a partir dos dados do fator de emissão anual e do "uso final da energia", previamente registrados nas seções 1 e 4, respectivamente, da folha técnica do formato Excel. O cálculo é utilizado por meio das fórmulas indicadas na tabela 7. Como os indicadores de desempenho, esses indicadores são determinados para cada período de medição e, em seguida, calculada a média para obter o indicador final do equipamento ou tecnologia.

Tabela 7. Fórmulas para determinar os gases de efeito estufa evitados, por tipo de projeto

Tipo de projeto	Nome do indicador	Fórmula do indicador por tipo de projeto	Fórmula "gases de efeito estufa evitados" anualmente por tipo de projeto
Eficiência energética	"Índice de desempenho ambiental" (IDA)	$IDA_{base} = \frac{Emissões\ base\ geradas}{Uso\ final\ da\ energia}$	$(IDA_{base} - IDA_{estimado}) \cdot Uso\ final\ da\ energia\ anual$
		$IDA_{esperado} = \frac{Emissões\ estimadas\ geradas}{Uso\ final\ da\ energia}$	
Geração de energia	"Índice de emissões evitadas" (IEE)	$IEE = \frac{Emissões\ GEI\ evitadas\ por\ energéticos\ atualmente\ usados}{Recurso\ renovável}$	$IEE \cdot Recurso\ renovável\ anual$

Fonte: elaboração própria.

As fórmulas dos indicadores apresentados nas tabelas 5 e 6 são as versões simplificadas. Quando um projeto envolve o uso de mais de uma fonte de energia, é necessário expandir cada fórmula para considerar toda a energia associada ao projeto. Essas versões ampliadas são apresentadas no anexo 4, que são as utilizadas pela ferramenta.

2.2.4. Projetos de geração de energia

A folha técnica dos projetos de geração de energia segue a mesma estrutura e conceitos que para projetos de desempenho energético (ver figura 3). Consequentemente, em projetos de geração, aplicam-se as mesmas diretrizes mencionadas nas seções anteriores, exceto por algumas especificidades descritas a seguir.

Informação técnica do projeto

No atual setor de fornecimento de energia do cliente, o fornecedor deverá indicar de qual tecnologia ou sistema de distribuição o cliente fornece a energia utilizada na instalação, e indicar qual o percentual da demanda cada um deles atendeu. Refere-se às fontes a serem substituídas pelo sistema a ser instalado ou ao fornecimento de referência no caso de novos projetos. Nesses casos, o fornecedor deve comprovar qual sistema de geração ou distribuição o cliente usaria para atender à demanda de energia na ausência do projeto proposto.

As energias associadas ao projeto correspondem às energias utilizadas pelo cliente para abastecer seus sistemas de geração, caso gere sua própria energia, ou à energia que recebe dos sistemas de distribuição.

Sistema de monitoramento

Nesta seção, assim como nos projetos de desempenho energético, o fornecedor deverá definir e descrever todos os parâmetros relevantes a serem medidos para determinar o indicador de desempenho do projeto proposto em termos de energia gerada.

O parâmetro "consumo proposto" para projetos de geração refere-se à energia consumida pelo sistema de geração para sua operação. Essa consideração é válida apenas para a geração de biogás, em que agitadores, bombas e um estabilizador de temperatura são usados no reator. Esse "consumo proposto" será automaticamente deduzido da geração de energia, contabilizando assim a geração líquida.

O formato Excel permite o registro de até dez parâmetros (P1 a P10), que incluem as cinco categorias mencionadas na seção 3.2.3B ("uso final da energia", variável, condição controlada, consumo atual e consumo proposto) e dois específicos para projetos de geração de energia: i) fornecimento de energia renovável que se refere à quantidade de energia fornecida por um sistema de geração de energia que utiliza um recurso renovável, ii) recurso renovável que se refere à quantidade de recurso natural que está disponível para o cliente produzir energia.

Construção de indicadores

Esta seção desenvolve as etapas para determinar o indicador de energia gerada (IEG). Alguns dados são registrados pelo fornecedor, e outros são gerados automaticamente. A sequência é a descrita a seguir:

- **definição dos períodos de medição:** o fornecedor define a quantidade e a duração das medições dos parâmetros. Cada medição é conhecida como um "período de medição". A duração deverá ser longa o suficiente para registrar as flutuações naturais dos parâmetros que afetam o consumo de energia;

- **fornecimento de energia esperado do sistema de geração:** o fornecedor registra os resultados dos parâmetros medidos para cada período;

- **IEG estimado:** a ferramenta calcula automaticamente o índice de energia gerada esperado (IEG estimado). Corresponde à média dos indicadores calculados para cada período de medição. Caso seja instalado mais de um sistema de geração com rendimentos distintos, a "energia renovável fornecida" pelos sistemas deve ser medida separadamente, considerando uma única quantidade de "recurso renovável" disponível por período. Nessa situação, o IEG esperado será igual à soma das energias renováveis fornecidas pelos sistemas de geração, dividida pela quantidade de "recurso renovável".

Energia gerada garantida

Esta seção estabelece a promessa que o fornecedor faz ao cliente sobre a energia que o sistema gerará. Essa promessa é definida em unidades de energia e valores monetários. O fornecedor só tem que indicar a quantidade de "recurso renovável" que determinou como disponível para cada ano de operação do projeto, e a ferramenta gera automaticamente os valores anuais, já que neste momento tem os dados dos preços da energia e os índices de desempenho registrados nas seções 1 e 3, respectivamente, da folha técnica do formato Excel. A energia gerada anualmente é calculada com o procedimento indicado na seção 1.3 deste documento. A economia em unidades monetárias é calculada conforme ilustrado na tabela 5.

Os dados de recursos renováveis podem ser registrados por até dez anos, podendo ser diferentes de ano para ano. Recomenda-se que o fornecedor estabeleça a promessa de geração, com base em um projeto conservador, pois esse valor é a base para uma possível compensação.

O compromisso de geração com o cliente é estabelecido em contrato de desempenho em unidades de energia. O valor em termos monetários é gerado pela ferramenta, com base nos preços da energia registrados na seção 1 da folha técnica do formato Excel. A ferramenta também gera automaticamente o preço unitário da energia a ser usado pelo fornecedor e pelo cliente, para definir o preço base da energia que será usada no contrato de desempenho, para calcular uma possível compensação econômica para o baixo desempenho do projeto.

Benefícios ambientais

Correspondem à redução das emissões de gases de efeito estufa que o projeto deve gerar. Esses resultados são de natureza informativa e interessam principalmente ao cliente e à entidade financeira. Não implica nenhum tipo de compromisso com o fornecedor.

A ferramenta calcula automaticamente as toneladas anuais de CO_2 evitadas a partir dos dados do fator de emissão anual e dos recursos renováveis, previamente registrados nas seções 1 e 4 do formulário, respectivamente, usando as fórmulas indicadas na tabela 6. Além dos indicadores de desempenho, esses indicadores são determinados para cada período de medição e, em seguida, calculada a média para obter o indicador final do equipamento ou tecnologia.

3.

EXEMPLOS

BID

3 EXEMPLOS

Esta seção apresenta três exemplos de projetos que usaram os formatos, foram validados e apoiaram a economia com seguro ESI ou a garantia de tecnologia. Para simplificar, nem todos os detalhes do formato se repetem em cada caso, apenas são destacados os aspectos mais relevantes que podem gerar dúvidas aos usuários no momento do preenchimento e da utilização da ferramenta. Inclui-se um projeto de substituição de caldeira por sistema solar térmico, um projeto de substituição de ar-condicionado e um projeto de instalação de sistema de painéis solares fotovoltaicos numa empresa que utilizava energia da rede. Os formatos para cada uma dessas tecnologias estão disponíveis no Anexo 6.

3.1. SUBSTITUIÇÃO DE UMA CALDEIRA PIROTUBULAR POR UM SISTEMA SOLAR TÉRMICO PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA

Trata-se de um projeto em que se decidiu substituir o sistema de aquecimento de água em um hotel, que utilizava uma caldeira de incêndio vertical de 24 anos, movida a gás liquefeito de petróleo (GLP), gerando 5.917 l por dia (2,160 m^3 por ano) de água quente para uso em lavanderia, cozinha e chuveiros. A caldeira consumia em média 2.410 kg de GLP por mês. O objetivo do investidor era instalar uma tecnologia mais eficiente que reduzisse o consumo de GLP, gerasse economia nas despesas operacionais dos hotéis e reduzisse as emissões de CO_2. O cliente solicitou aos licitantes que garantissem a economia de energia estimada, por meio de uma apólice de desempenho energético.

O sistema proposto pelo fornecedor incluiu 22 coletores solares de placa plana instalados em uma área de 61,7 m^2, bomba de calor de backup com 5 hp de potência, controles, motobomba e conexões. A licitante promete redução de 70% no consumo de gás, com a qual o investimento seria amortizado em 18 meses. O projeto está em operação, e a experiência com a utilização do seguro de economia de energia pode ser conferida neste vídeo.

Folha de descrição

Nesta folha, o fornecedor insere os seus dados de contato, os da empresa que fará o investimento, descreve de maneira geral a forma como tratará os resíduos e enumera os suportes documentais que acompanham a sua proposta. Embora o novo sistema de aquecimento de água seja uma combinação de equipamento solar térmico e bomba de calor, o tipo de tecnologia selecionado diz respeito ao "*sistema solar térmico*", tendo em conta que este será o equipamento principal. A bomba de calor funcionará como reserva para fornecer água quente, quando houver deficiências na radiação diária ou quando a demanda for superior ao previsto (tabela 8).

Tabela 8. Seção: descrição do projeto

Registrar a informação que permita estabelecer claramente as condições atuais das instalações do cliente em período prévio à implementação do projeto, assim como o resultado esperado com os equipamentos propostos. Deve-se fazer referência às tecnologias, aos equipamentos, aos serviços prestados, aos usos da energia e às particularidades próprias da instalação que influenciam no consumo de energia da empresa na qual se desenvolverá este projeto.		
Nome do projeto:		Sistema solar térmico hotel
Tipo de projeto:	Passo 1	Desempenho energético
Tipo de tecnologia:	Passo 2	Sistema solar térmico
Substituição/novo:	Passo 3	Substituição de tecnologia

- Informação financeira

  O fornecedor incluiu nos custos de capital (*Capital Expenditures* – CAPEX) o custo dos equipamentos e outros além dos diagnósticos e da engenharia. Nos custos de operação (*Operating Expenditures* – OPEX) se registraram custos de operação, manutenção e monitoramento. As economias de energia, finanças e emissões de CO_2 são calculadas automaticamente pela ferramenta.

- Gestão de resíduos

  O fornecedor identificou três tipos de resíduos do projeto: i) a caldeira a ser substituída, ii) o isolamento térmico, e iii) outros resíduos. A caldeira foi descartada, o isolamento térmico e os outros resíduos foram entregues a uma empresa especializada na eliminação desses tipos de material. Os resultados foram registrados conforme mostrado na tabela 9.

Tabela 9. Seção: gestão de resíduos

Aponte o tratamento que será dado aos equipamentos retirados e aos seus resíduos associados, cumprindo a legislação vigente, podendo classificá-los como:

- Perigoso: apresenta risco para a saúde pública e/ou efeitos adversos ao meio ambiente.
- Não perigoso: não apresenta risco para a saúde pública e/ou efeitos adversos ao meio ambiente.
- Inerte: tipo de resíduo não perigoso que não sofre variações físicas, químicas ou biológicas significativas, não é solúvel, nem combustível, não tem reação física ou química, ou de qualquer outra forma.

	Identificação de resíduos	Quantidade	Unidade	Classificação do resíduo	Gestão de resíduos
1	Caldeira pirotubular vertical	1	Unidade	Não perigoso	Demolição
2	Isolamento térmico da caldeira	1	Unidade	Não perigoso	Descarte por empresa especializada
3	Outros	1	Kg	Não perigoso	Descarte por empresa especializada

Documentos de suporte técnico

Os documentos de apoio disponibilizados pelo fornecedor de tecnologia para a validação do projeto foram:

- proposta técnico-econômica;
- descrição do projeto e memórias de cálculo das economias de energia projetadas;
- descrição do equipamento a instalar;
- cronograma do projeto;
- política de segurança e saúde do trabalho do hotel que realizou o investimento;
- manual de instruções e manuseio dos equipamentos instalados.

Folha técnica

Informação técnica do projeto

O formato permite inserir informações sobre os equipamentos principais e até cinco tecnologias auxiliares que fazem parte do sistema. Pode-se observar na tabela 10 que também se inseriu a informação sobre a bomba de calor.

Tabela 10. Seção: informação dos equipamentos propostos

Registre os dados do novo equipamento a ser instalado.			
Quantos sistemas solares térmicos diferentes se instalarão no projeto?	1		
	Informações do equipamento proposto nº 1		
Características dos coletores solares			
Tipo de serviço	ACS	Qual?	
Tipo de sistema	Placa plana	Qual?	
Subtipo de sistema (se for o caso):	Bombas de calor	Qual?	
Fabricante	Chromagen		
Modelo	QA-F		
Líquido de transferência de calor	Água	Qual?	
Área de coleta por coletor solar (m^2/unidade)	2.8		
Eficiência do coletor solar (%)	56%		
Capacidade nominal de calor por coletor	272	Unidade	litros/dia
Quantidade coletores solares	22		
Descrição de outras mudanças nas instalações associadas à tecnologia	Não requer trocas adicionais ao sistema		
Quantos equipamentos auxiliares de diferentes tecnologias e/ou características fazem parte do seu sistema?	1		
Equipamento auxiliar 1			
Nome	Bomba de calor		
Fabricante	Más centígrados		
Modelo	5 HP - trifásico		
Série			
Capacidade nominal (se for o caso)	75.000	Unidade	BTU/h
Eficiência (se for o caso)		Unidade	
Tipo de fonte de energia ou combustível (se for o caso)	Eletricidade	Qual?	
Tipo de controle (se for o caso)	Termostato diferencial		
Horas de operação anual (se for o caso)	2.160		
Quantidade	1		
Detalhar a função do equipamento dentro do sistema solar térmico	Sistema de apoio para fornecimento de água quente quando houver deficiências no abastecimento diário ou quando a demanda for superior ao esperado		
Detalhe outras características relevantes deste equipamento	N/A		

Como parte da descrição, devem-se inserir informações sobre a energia utilizada tanto nos equipamentos a serem substituídos quanto nos equipamentos a serem instalados. Ou seja: tipo de energia, preço, poder calorífico e fator de emissões de CO_2, com suas respectivas fontes de informação. Na tabela 11, inclui-se GLP, que é o combustível com o qual funciona a caldeira que será substituída. Embora o sistema proposto (solar térmico) não necessite de energia, a eletricidade está incluída, uma vez que a bomba de calor utilizará energia elétrica para funcionar.

Tabela 11. Seção: informação das fontes de energia associadas ao projeto

Registre as fontes de energia associadas ao projeto para a tecnologia atual e a proposta. Considere usar valor de 1 para o PCI da fonte de energia "eletricidade".						
	Fontes de energia utilizadas atualmente			**Fontes de energia utilizadas na condição proposta**		
Fonte de energia envolvida no projeto	**Fonte de energia 1**	**Fonte de energia 2**	**Fonte de energia 3**	**Fonte de energia 1**	**Fonte de energia 2**	**Fonte de energia 3**
Tipo fontes de energia	Gás líquido			Eletricidade		
Unidade	kg			kWh		
Preço ($/unidade)	3.007			405		
Fonte de informação de preço	Fatura mensal			Fatura mensal		
Valor calorífico inferior (PCI) (kWh / unidade)	12.614			1		
Fonte de informação PCI	UPME			UPME		
Fator de emissão (tCO_2eq/kWh)	2.42E-04			1.99E-04		
Fonte de informação	UPME			UPME		

Sistema de monitoramento

Os parâmetros que o fornecedor considerou relevantes para determinar o desempenho energético tanto do equipamento existente como do proposto foram (imagem 5):

- o "uso final da energia" fornecida pela tecnologia, que foi definida em m^3 de água quente. Esse parâmetro pode ser medido diretamente com um equipamento já existente na instalação;
- o consumo atual de energia, definido como o consumo mensal de GLP (2.410 kg de GLP/mês), que foi medido diretamente com um equipamento já existente na instalação;

- uma condição controlada que foi a porcentagem de ocupação do hotel, já que tem impacto direto na quantidade de água quente demandada: quanto maior a ocupação, maior a demanda;

- uma variável que foi a temperatura de saída da água, medida diretamente para garantir que o sistema entregue a água na temperatura necessária para uso.

Tabela12. Seção: dados de parâmetros relevantes

Dados de parâmetro							Dados do sistema de medição associados ao parâmetro medido (se for o caso)				
Id	**Tipo**	**Nome**	**Unidade**	**Frequência da medição**	**Valor desejado condição controlada**	**% de tolerância e variabilidade condição controlada**	**Tipo medidor OU (Nome base de dados)**	**Marca OU (Fonte base de dados)**	**Modelo OU (Outros detalhes base de dados)**	**Id ou nº série**	**Precisão equipamento**
P1	Uso final da energia	Água quente	mt^3	Mensal			Medidor do cliente	Gricol	PI R63 Gr	Lm 354	0%
P2	Consumo atual	Gás líquido	kg	Mensal			Medidor do cliente	EKM	P213883	Uv876oX	0%
P3	Variável	Temperatura da saída da água	°C	Mensal			Termômetro	Calidad Bien	T300MAX	ss304	0%
P4	Consumo proposto	Eletricidade	kWh	Mensal			Medidor da rede	Proelco	Monofásico eletrônico	TIOM86Y9x	0%
P5	Condição controlada	Ocupação do hotel	Unidade	Mensal	60%	5%	Registros do hotel	N/A	N/A	N/A	N/A

Construção de indicadores

Para os períodos de medição do equipamento existente, o fornecedor considerou relevante fazer medições dos parâmetros selecionados durante três meses, já que dessa forma incluíram-se meses de alta e baixa temporadas de ocupação (imagem 6).

Tabela 13. Seção: construção de indicadores

3.1. Definição dos períodos de medição								
Definir todos os períodos de medição realizados para o levantamento de informação associada à tecnologia atual, informação que será utilizada para calcular o desempenho energético da situação inicial do projeto.								
	Medição desde				**Medição até**			
Id. período	**Hora**	**dd**	**mm**	**aaaa**	**Hora**	**dd**	**mm**	**aaaa**
1	12:00:00 a.m.	1	1	2018	11:59:00 p.m.	31	1	2018
2	12:00:00 a.m.	1	2	2018	11:59:00 p.m.	28	2	2018
3	12:00:00 a.m.	1	3	2018	11:59:00 p.m.	31	3	2018

3.2. Medição de parâmetro										
Uma vez feitas as medições do desempenho energético da tecnologia atual, registre os resultados obtidos para os parâmetros declarados previamente (item 2.2) em cada período de medição.										
Id	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
Tipo	Uso final da energia	Consumo atual	Variável		Condição controlada					
Nome	Água quente	Gás líquido	Temperatura de saída da água		Ocupação do hotel					
Unidade	mt^3	kg	°C		Unidade					
Id período de medição	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido
1	166,9	2.235	39		63					
2	177	2.371	40		58					
3	196,1	2.626	40		60					

A seguir, na seção 3.4 desta folha, o fornecedor deverá registrar a quantidade de energia que a tecnologia a ser instalada usará para produzir a mesma quantidade de água quente ("uso final da energia"). Os parâmetros são ativados automaticamente no formato, após inseri-los na seção 2.2 desta folha (tabela 14).

Neste projeto, o consumo de eletricidade da bomba de calor foi incluído como um gasto energético do novo sistema. Porém, deve-se observar que o sistema solar térmico não requer energia adicional à radiação para o seu funcionamento.

Tabela 14. Seção: estimativa do consumo energético

3.4. Estimativa consumo energético										
Registre a informação associada aos consumos energéticos que utilizaria o novo sistema para produzir a mesma quantidade de "uso final da energia" para cada um dos períodos de medição considerados.										
Id	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
Tipo	Uso final da energia		Variável	Consumo proposto	Condição controlada					
Nome	Água quente		Temperatura de saída da água	Eletricidade	Ocupação do hotel					
Unidade	mt^3	kg	°C	kWh	Unidade					
Id período de medição	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
1	166,9		39,0	1.042,6	63,0					
2	177,0		40,0	886,2	58,0					
3	196,1		40,0	782,0	60,0					

Com a informação anterior, os dados de energia associados ao projeto e os dados de medição, o formato calculou os indicadores de desempenho básicos e estimados, e o percentual de melhoria, de maneira automática:

- IDEM base: KWh/m^3= 187,48
- IDEM estimado: KWh/m^3= 5,02
- PMDE: 97%

Economias energéticas garantidas

O fornecedor alinhou com o cliente como “uso final da energia” o mesmo volume que a caldeira original produzia, ou seja, 2.160 m^3 de água quente por ano, constante, durante cinco anos. Com isso, o formato calcula automaticamente a economia em unidades de energia e seu equivalente em valor monetário, com base no preço da energia registrado nos dados das fontes de energia. Por outro lado, gera as toneladas anuais de CO_2 evitadas e o preço unitário da energia que o fornecedor e o cliente deverão utilizar para definir o preço base da energia que se utilizará no contrato de desempenho, para calcular possíveis compensações econômicas. Esse valor é: 405 COP por kWh (tabela 15).

Tabela 15. Seção: cálculo da economia energética garantida

	Anual	Economia energética garantida	
Ano	**m³/ano**	**kWheq/ano**	**$/ano**
1	2.160	-10.974	-4.444.382
2	2.160	-10.974	-4.444.382
3	2.160	-10.974	-4.444.382
4	2.160	-10.974	-4.444.382
5	2.160	-10.974	-4.444.382
	Total	**-54.869**	**-22.221.909**

3.2. PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO DE AR-CONDICIONADO CENTRAL

A sede de uma empresa de contabilidade composta por oito escritórios e dois espaços comuns tem dez sistemas de ar-condicionado central tipo split com 2 toneladas de refrigeração (TR, 24.000 BTU/h) cada central. A empresa notou elevado gasto de energia e insatisfação dos usuários, devido à climatização não uniforme e acelerada dos espaços, o que provoca frequentes alterações nas temperaturas preestabelecidas para cada equipamento e respectivos ligamentos e desligamentos recorrentes. Os usuários relataram que isso causava resfriados e problemas respiratórios, afetando a produtividade.

Como solução, um fornecedor ofereceu instalar uma unidade central mais eficiente de 5 TR, do tipo *rooftop package unit*, combinada com dutos isolados termicamente e caixas de volume de ar variável em cada área de trabalho. Isso permitirá menor consumo de energia e mais conforto térmico, graças à temperatura de acordo comum, sensores de temperatura e de umidade interior e exterior para regular as portas das caixas, por meio de um sistema de gerenciamento de energia e sensores de pressão em dutos para regular a frequência de funcionamento dos ventiladores.

Folha de descrição

Neste tipo de projeto, o usuário deve selecionar "desempenho energético" como tipo de projeto, "ar-condicionado central" como tecnologia e indicar que se trata de um projeto de substituição (tabela 16).

Tabela 16. Seção: descrição do projeto

Registre a informação que permita estabelecer claramente as condições atuais das instalações do cliente em período prévio à implementação do projeto, assim como o resultado esperado com o equipamento proposto. Deve-se fazer referência às tecnologias, aos equipamentos, aos serviços prestados, aos usos da energia e às particularidades da instalação que influenciam no consumo de energia da empresa na qual se desenvolverá este projeto.		
Nome do projeto		
Tipo de projeto	Passo 1	Desempenho energético
Tipo de tecnologia	Passo 2	Ar-condicionado central
Substituição / novo	Passo 3	Substituição de tecnologia

Informação financeira

No item de custos CAPEX incluíram-se os custos dos equipamentos (unidade de embalagem, dutos, caixas de volume variável, material isolante, ventiladores, sensores) e do sistema de gestão, os custos de remoção de equipamentos existentes e a instalação dos novos, e os custos de diagnóstico e engenharia.

Gestão de resíduos

Neste tipo de projeto, é fundamental o bom descarte dos equipamentos e, principalmente, dos gases poluentes, como a família dos hidrofluorcarbonos (HFC), clorofluorcarbonos (CFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), os quais foram proibidos ou estão em retirada gradual em vários países. Nesse caso, após o descarte dos refrigerantes de forma segura, outra empresa cuidará da reciclagem dos componentes úteis dos equipamentos retirados. Em cada projeto, o fornecedor deverá considerar a legislação vigente do país (Tabela 17).

Tabela 17. Seção: gestão de resíduos

Aponte o tratamento que será dado aos equipamentos retirados e aos seus resíduos associados, cumprindo a legislação vigente, podendo classificá-los como:

- **Perigoso:** apresenta risco para a saúde pública e/ou efeitos adversos ao meio ambiente.
- **Não perigoso:** não apresenta risco à saúde pública e/ou efeitos adversos ao meio ambiente.
- **Inerte:** tipo de resíduo não perigoso que não sofre variações físicas, químicas ou biológicas significativas, não é solúvel, nem combustível, não tem reação física ou química, ou de qualquer outra forma.

	Identificação de resíduos	Quantidade	Unidade	Classificação do resíduo	Gestão do resíduo
1	Refrigerantes	9	kg	Não perigoso	Destruição
2	Unidades split	10	Unidade	Não perigoso	Reciclagem
3	Fixações	30	kg	Não perigoso	Reciclagem

Documentos de apoio técnico

Os documentos de apoio disponibilizados pelo fornecedor para a validação do projeto foram:

- proposta técnico-econômica;
- descrição do projeto e memórias de cálculo da economia de energia estimada;
- catálogos e manual dos equipamentos a instalar e sistema de gestão de energia;
- registros de autorização para comercialização do equipamento pela autoridade competente do país;
- plano de manutenção para todos os anos de garantia do projeto;
- diagrama de localização dos equipamentos que serão instalados para medir o desempenho energético dos equipamentos existentes e propostos.

Folha técnica

Informação técnica do projeto

Os dados mais relevantes do novo sistema são registrados no formato: i) tipo de equipamento, ii) tipo de controle, iii) forma de tratamento do ar, iv) eficiência e fonte de refrigeração, v) condições de operação, e vi) equipamentos ou medidas complementares. As informações para o equipamento existente (não mostrado na tabela 18) também devem ser incluídas.

Tabela 18. Seção: informação técnica do projeto

Registre os dados do novo equipamento a ser instalado.			
Quantas tecnologias diferentes de ar-condicionado central o seu projeto contempla?	1		
	Informações da equipe proposta nº 1		
Nome	Centralização de ar-condicionado central		
Fabricante	Trane		
Modelo	Impack		
Tipo de equipamento	Unidade pacote	Qual?	
Características gerais			
Tipo de controle	Software de administração da energia (EMS)	Qual?	
Tipo de manuseio de ar	Volume de ar variável		
Cobertura	Zona única		
Porcentagem mínima de ar exterior (%)	30%		
Quantidade	1		
Características sistema de resfriamento			
Eficiência de refrigeração	4	Unidade	COP
Capacidade de refrigeração	5	Unidade	t
Fonte fria	Compressor DX	Qual?	
Tipo de unidade terminal	Caixas de volume de ar variável	Qual?	
Temperatura da configuração – horário comercial (setpoint) (° C)			20
Total de horas de operação de resfriamento por ano – horário comercial			1460
Temperatura de configuração – horário não comercial (setpoint) (° C)			24
Total de horas de operação de resfriamento por ano – horário não comercial			730
Outras informações			
Equipamento ou solução complementar adicional para a equipe principal 1	Isolamento de dutos e/ou tubos	Qual?	
Equipamento ou solução complementar adicional para a equipe principal 2	Outro	Qual?	Ventiladores com variador de frequência
Equipamento ou solução complementar adicional para a equipe principal 3	Outro	Qual?	Ventiladores com variador de frequência
Descrição dos benefícios adicionais que a nova tecnologia incorpora que não eram cobertos pela tecnologia anterior			
Descrição de outras alterações na instalação associadas ao novo equipamento			

Posteriormente, são indicadas as informações sobre as fontes de energia utilizadas para o projeto (preço, fator de emissão, poder calorífico inferior). Nesse caso, trata-se da eletricidade, tanto do equipamento novo como do que é descartado, sendo necessário indicá-la em ambas as situações (atual e proposta). O preço da fonte de energia foi definido com o faturamento do cliente. Para o fator de emissão, foi considerada a matriz energética do país. O poder calorífico para o caso da eletricidade deve ser deixado como 1 (tabela 19).

Tabela 19. Seção: fontes de energia associadas ao projeto

Registre as fontes de energia associadas ao projeto para a tecnologia atual como para a proposta. Considere usar valor de 1 para o PCI da fonte de energia "eletricidade".						
	Fontes de energia utilizadas atualmente			**Fontes de energia utilizadas na condição proposta**		
Fontes de energia envolvidas no projeto	**Fonte de energia 1**	**Fonte de energia 2**	**Fonte de energia 3**	**Fonte de energia 1**	**Fonte de energia 2**	**Fonte de energia 3**
Tipo fontes de energia	Eletricidade			Eletricidade		
Unidade	kWh			kWh		
Preço ($/unidade)	130			130		
Fonte de informação preço	Fornecedor			Fornecedor		
Poder calorífico inferior (PCI) (kWh/unidade)	1			1		
Fonte de informação PCI	Literatura			Literatura		
Fator de emissão (tCO_2eq/kWh)	4.19E-04			4.19E-04		
Fonte de informação	BD Energia aberta			BD Energia aberta		

Sistema de monitoramento

Os parâmetros cuja medição o fornecedor considerou relevantes para determinar tanto o desempenho energético do equipamento existente como do equipamento proposto foram:

- o "uso final da energia" proporcionada pela tecnologia, a qual foi definida como a "extração de energia térmica", visto que a finalidade dos aparelhos de ar-condicionado central para resfriamento é justamente extrair a energia térmica interna e levá-la para o exterior. Esse valor não pode ser medido diretamente, mas é determinado indiretamente por três variáveis: fluxo do ar-condicionado, entalpias de entrega e retorno do ar. Esses parâmetros mudam constantemente e, geralmente, são medidos de hora em hora ou em tempo menor;

- o consumo de energia atual (eletricidade, nesse caso) que foi medido diretamente;

- uma condição controlada que foi a umidade relativa do ar, a qual deve ser mantida dentro de uma faixa aceitável durante as medições.

Tabela 20. Seção: dados de parâmetros relevantes

Dados de parâmetro							Dados do sistema de medição ao parâmetro medido (se for o caso)				
Id	**Tipo**	**Nome**	**Unidade**	**Frequência da medição**	**Valor desejado condição controlada**	**% de tolerância e variabilidade condição controlada**	**Tipo medidor OU (Nome base de dados)**	**Marca OU (Fonte base de dados)**	**Modelo OU (outros detalhes base de dados)**	**Id ou nº série**	**Precisão equipamento**
P1	Uso final da energia	Energia térmica extraída	BTU	Estimado a partir da variável							
P2	Variável	Fluxo de ar-condicionado	lb/h	Menos de 1 hora			Anemômetro térmico	Texto	405i	123	2%
P3	Variável	Entalpia ar de envio	BTU/lb	Menos de 1 hora			Higrômetro térmico	Texto	605i	123	1%
P4	Variável	Entalpia ar de retorno	BTU/lb	Menos de 1 hora			Higrômetro térmico	Texto	605i	124	1%
P5	Condição controlada	Umidade relativa do ar	-	Base de dados	0.40	0.05	Estação meteorológica	wunderground .com	Estação id: ISANTIAG245		
P6	Consumo atual	Eletricidade	kWh	Horário			Analisador de redes	Fluke	NA	1234	2%
P7	Consumo proposto	Eletricidade	kWh	Horário			Analisador de redes	Fluke	NA	1235	2%
P8											
P9											
P10											
Defina e aplique como se obtém o "Uso final da energia" a partir de sua(s) variável(s) definida no item 2.2 (se for o caso):											
i) Nos dutos de entrega e retorno, são feitas medições da temperatura do bulbo úmido e seco e, a seguir, por meio de um gráfico psicométrico, determina-se a entalpia do ar. ii) Adicionalmente, com o anemômetro, a quantidade de ar enviada por hora é determinada considerando o volume de ar que passa por minuto e a densidade do ar na temperatura e umidade relativa no dia da medição. iii) Por fim, a diferença de entalpia entre a entrega e o retorno multiplicada pela quantidade de ar enviada por hora e as horas de medição dará a carga térmica extraída pelo sistema.											

Construção de indicadores

Considerando que a empresa opera de segunda a sábado, para os períodos de medição dos equipamentos existentes, o fornecedor definiu como suficientes e representativas seis medições diárias contínuas. A proposta e os resultados de cada período de medição são apresentados na tabela 21.

Tabela 21. Seção: definição de períodos de medição

3.1. Definição dos períodos de medição

Defina todos os períodos de medição realizados para o levantamento de informação associada à tecnologia atual, informação que será utilizada para calcular o desempenho energético da situação inicial do projeto.

	Medição desde				Medição até			
Id período	**Hora**	**dd**	**mm**	**aaaa**	**Hora**	**dd**	**mm**	**aaaa**
1	9:00:00 a.m.	3	1	2020	9:00:00 a.m.	4	1	2020
2	9:00:00 a.m.	4	1	2020	9:00:00 a.m.	5	1	2020
3	9:00:00 a.m.	5	1	2020	9:00:00 a.m.	6	1	2020
4	9:00:00 a.m.	6	1	2020	9:00:00 a.m.	7	1	2020
5	9:00:00 a.m.	7	1	2020	9:00:00 a.m.	8	1	2020
6	9:00:00 a.m.	8	1	2020	9:00:00 a.m.	9	1	2020
7								
8								

3.2 Definição de parâmetros

Uma vez realizadas as medições do desempenho energético da tecnologia atual, registre os resultados obtidos para os parâmetros declarados previamente (item 2.2.) em cada período de medição.

Id	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
Tipo	Uso final da energia	Variável	Variável	Variável	Condição controlada	Consumo atual				
Nome	Energia térmica extraída	Fluxo de ar-condicionado	Entalpia de ar de envio	Entalpia de ar de retorno	Umidade relativa do ar	Eletricidade				
Unidade	BTU	lb/h	BTU/lb	BTU/lb	-	kWh				
Id do período de medição	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido	Valor medido
1	36,3	100	20	26	0,36	21,8				
2	30,2	100	20	25	0,35	18,1				
3	12,1	100	20	22	0,37	7,3				
4	6	100	20	21	0,40	3,6				
5	18,1	100	20	23	0,36	10,9				
6	24,2	100	20	24	0,35	14,5				
7										
8										

Em seguida, graças às estimativas teóricas e de sua experiência, o fornecedor deverá indicar quanto será o consumo de energia da tecnologia proposta ao extrair a mesma carga térmica por período do caso base. Nesse caso, o fornecedor, levando em consideração o coeficiente de operabilidade ou eficiência (COP) do equipamento proposto e o melhor desempenho geral de todo o sistema, determina o consumo estimado de eletricidade para cada um dos períodos de medição (tabela 22).

Tabela 22. Seção: estimativa do consumo energético

Id	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Tipo	Uso final da energia	Variável	Variável	Variável	Condição controlada		Consumo proposto			
Nome	Energia térmica extraída	Fluxo de ar-condicionado	Entalpia de ar de envio	Entalpia de ar de retorno	Umidade relativa do ar		Eletricidade			
Unidade	BTU	lb/h	BTU/lb	BTU/lb	-		kWh			
Id do período de medição	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
1	36,3	100,0	20,0	26,0	0,4		5,4			
2	30,2	100,0	20,0	25,0	0,4		4,5			
3	12,1	100,0	20,0	22,0	0,4		1,8			
4	6,0	100,0	20,0	21,0	0,4		0,9			
5	18,1	100,0	20,0	23,0	0,4		2,7			
6	24,2	100,0	20,0	24,0	0,4		3,6			
7										
8										

Com esta informação, o formulário calcula de maneira automática o indicador de desempenho energético (IDE) estimado, da mesma forma que para o caso base, dando um valor de 0,15 kWh/BTU. Com os indicadores de desempenho energético base e estimado, o formulário gera automaticamente a porcentagem de melhoria do desempenho energético (PMDE), cujo valor é de 75% (tabela 23).

Tabela 23. Seção: indicador de desempenho e índice de melhoria de desempenho

3.5. Indicadores estimados	
A seguinte tabela mostra o "Indicador de desempenho energético" autocalculado com a informação registrada anteriormente, que considera todas as fontes de energéticos propostos e indica quanta energia se consome por 1 unidade de "uso final da energia".	
	IDE estimado
	kWh/ energia térmica extraída
Valor médio	0,15
3.6. Percentual de melhoria de desempenho energético proposto (PMDE proposto)	
A partir da informação anterior, a planilha determinará o percentual de melhoria de desempenho energético proposto, o qual corresponde ao percentual de economia estimada do projeto energético em termos relativos.	
PMDE proposto	75,2%

Economias de energia garantidas

Uma vez que a energia térmica extraída tenha sido definida como o "uso final da energia", o fornecedor deverá indicar a quantidade de energia térmica extraída que foi acordada com o cliente para cada ano de operação do projeto. Nesse caso, foram propostos 8.000 BTUs por ano durante um ano. A ferramenta gerará automaticamente valores de economia anual, usando dados básicos sobre preços de energia e índices de desempenho registrados anteriormente. Além disso, gera as toneladas anuais de CO_2 evitadas e o preço unitário da energia que o fornecedor e o cliente deverão utilizar para definir o preço base da energia que será utilizada no contrato de desempenho para cálculo de possíveis compensações econômicas. No caso deste projeto, seria de $130/kWh (tabela 24).

Tabela 24. Seção: economia energética garantida

Ano	Energia térmica extraída anual	Economia energética garantida	
	BTU/ano	**kWheq/ano**	**$/ano**
1	8.000	3.613	469.754
2			
3			
4			
5			
	Total	3.613	469.754

Preço unitário da energia a incluir no contrato:	130

3.3. INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICO

O projeto consistiu na instalação de um sistema de 640 painéis solares de 340ºW de potência cada, em uma indústria que produz embalagens para alimentos na Península de Yucatán, no México. O investidor vê na geração solar uma oportunidade para economizar nos custos de energia. A proposta do fornecedor foi de aproveitar a estrutura do telhado da fábrica de embalagens, indicando que o sistema garante geração anual de 305.000 kWh, o que permite substituir 20% da energia elétrica consumida pela empresa da rede elétrica nacional.

O projeto foi financiado por meio do Programa de Eficiência Energética do FIRA, um banco de desenvolvimento para o setor agrícola e agroindustrial do México. O FIRA oferece uma "garantia tecnológica", que é um instrumento de cobertura equivalente a um seguro de poupança de energia, através do qual um fundo rotativo pretende criar estatísticas de projetos em diferentes tecnologias. A garantia de tecnologia oferece cobertura pelo período do financiamento que, nesse caso foi de três anos. Se o sistema demonstra que a geração prometida foi atingida durante o primeiro ano, considera-se a meta cumprida e a garantia é cancelada. Caso contrário, é executado com base no desempenho do primeiro ano.

Folha de descrição

Nesta folha, o fornecedor apresenta os seus dados de contato, os dados da empresa que fará o investimento, descreve de forma geral o orçamento de investimento e as despesas, a gestão de resíduos e enumera os documentos de apoio que acompanham a proposta. Nesse caso, especifica-se que se trata de um projeto de geração de energia e se refere à instalação de novos equipamentos. Nessa tecnologia, como não se substituem equipamentos nas instalações do investidor, não é necessário preencher o registro de resíduos no formato.

Folha técnica

- Informação técnica do projeto

  O projeto contempla a concepção, o fornecimento e a instalação de painéis solares e inversores, além da concepção da estrutura que os apoia. Os dados do equipamento são registrados na seção 1.1 do formato (tabela 25).

Tabela 25. Seção: informação dos equipamentos propostos

Registre os detalhes do novo equipamento a ser instalado, conforme apropriado.			
Características gerais do sistema			
Tipo de sistema	Conectado à rede		
Disponibiliza excedente de energia?	Não		
Área efetiva do sistema (m²)	1.165,8816		
Local de montagem da instalação	Teto	Qual	
Capacidade operativa do sistema (kW)	160		
Eficiência global do sistema fotovoltaico (%)	80,76		
Características dos painéis FV			
Tipo de painel	Silício monocristalino (mono-si)	Qual	
Fabricante	BYD Solar		
Modelo	360M HK-30		
Área do painel (m²)	1,82169		
Capacidade unitária do painel (W)	360		
Tensão do painel (V)	39,14		
Eficiência (%)	20%		
Azimute (0 como norte)	180 graus		
Inclinação (°)	20 graus		
Modo de rastreamento solar	Não		
Sistema de proteção elétrica	Sim		
Quantidade de painéis do sistema	640		
Características dos inversores			
Tipo de inversor	Inversor em cadeia		
Fabricante	HUAWEI		
Modelo	SUN2000-40KTL-US		
Eficiência (%)	99%		
Capacidade nominal do inversor (kW)	40		
Quantidade de inversores	4		
O sistema contempla armazenagem?	Não		
Descrição de outras mudanças na instalação associadas à tecnologia			

Em uma instalação de geração solar fotovoltaica, a energia de referência será normalmente aquela fornecida pela rede elétrica ou outras fontes de autogeração elétrica. Nesse caso, utilizou-se a rede elétrica como referência. O custo da energia foi estimado com base na última fatura do fornecedor de eletricidade. É importante considerar as políticas de faturamento de eletricidade em cada país e certificar-se de integrar ou excluir os elementos que afetam o preço, como a potência requerida e o fator de carga (tabela 26).

Tabela 26. Seção: informação das fontes de energia associadas ao projeto

Registre a energia associada ao projeto para a tecnologia de geração atual (se for o caso).

No caso da sua instalação fotovoltaica, considerar a eletricidade do sistema elétrico nacional como energia corrente, o preço descrito para esta energia pode ser (i) o preço de referência normalmente pago ao distribuidor por kWhe ou (ii) caso o sistema fotovoltaico entregue excedente, o preço deverá levar isso em consideração.

Considere usar o valor de 1 para o PCI da energia "eletricidade".

	Fontes de energia utilizadas atualmente		
Fontes de energia envolvidas no projeto	**Fonte de energia 1**	**Fonte de energia 2**	**Fonte de energia 3**
Tipo fonte de energia	Eletricidade		
Unidade	kWh		
Preço ($/unidade)	0,35		
Fonte de informação do preço	CFE		
Poder calorífico inferior (PCI) (kWh/unidade)	1		
Fonte de informação PCI	N/A		
Fator de emissão (tCO_2eq/kWh)	4.58E-04		
Fonte de informação fator de emissão	CRE		

Sistema de monitoramento

A tecnologia fotovoltaica é uma das mais fáceis de medir, pois os dispositivos envolvidos têm medição própria, além de registros históricos de irradiação, que é um dos fatores essenciais do projeto. Os parâmetros relevantes a serem medidos para determinar o indicador de desempenho do projeto proposto em termos de energia gerada foram (tabela 27):

- fornecimento de energia renovável, que se refere à quantidade de energia fornecida pelo sistema de geração de energia. Nesse caso, foi possível medi-lo diretamente pelos inversores que, por sua vez, transmitem os dados para aplicativos de monitoramento fornecidos pelo fornecedor de tecnologia;

- recurso renovável que se refere à quantidade de recurso natural que está disponível para o cliente produzir energia. A aplicação usada pelo fornecedor de tecnologia usa informações fornecidas por recursos renováveis da NASA.

Tabela 27. Seção: dados de parâmetros relevantes

Dados do parâmetro							Dados do sistema da medição associados ao parâmetro medido (quando for o caso)				
Id	**Tipo**	**Nome**	**Unidade**	**Frequência da medição**	**Valor desejado condição controlada**	**% de tolerância e variabilidade condição controlada**	**Tipo medidor OU (Nome base de dados)**	**Marca OU (Fonte base de dados)**	**Modelo OU (Outros detalhes base de dados)**	**Id ou nº série**	**Precisão equipamento**
P1	Recurso renovável	Irradiação solar	kWh/m²	Base de dados			Internet	CRESESB	N/A		
P2	Energia renovável fornecida	Eletricidade	kWh	Mensal			MODBUS-TCP para conexões	Fluk	N/A	N/A	N/A
P3											
P4											
P5											
P6											
P7											
P8											
P9											
P10											
Defina e indique como se obteve a “energia renovável fornecida” a partir de sua(s) "variável(s)” definida(s) no item 2.2 (quando for o caso).											
A energia elétrica gerada estimada é obtida por meio do produto entre o IEG e o montante da energia solar disponível. O IEG diz respeito à razão entre o montante de energia elétrica a ser produzida e o montante da energia solar disponível. O IEG calculado a partir desses dados deve ser utilizado para o cálculo do montante de energia elétrica gerada estimada para os próximos anos.											

Construção de indicadores energéticos

Neste projeto, o fornecedor decidiu utilizar a prática comum de tomar os registros de irradiação de um ano, separados em períodos mensais, graças à disponibilidade de informações em bancos de dados históricos de radiação solar. Na tabela 28, estabelecem-se os períodos de medição para o projeto de geração solar fotovoltaica:

Tabela 28. Seção: construção de indicadores

3.1. Definição dos períodos de medição para o caso proposto								
Defina todos os períodos que serão utilizados para o cálculo do "Índice de energia gerada estimado" (IEG estimado) pela nova tecnologia de energia renovável.								
	De				**Até**			
Id do período	**Hora**	**dd**	**mm**	**aaaa**	**Hora**	**dd**	**mm**	**aaaa**
1	12:00:00 a.m.	1	4	2018	11:59:00 p.m.	30	4	2018
2	12:00:00 a.m.	1	5	2018	11:59:00 p.m.	31	5	2018
3	12:00:00 a.m.	1	6	2018	11:59:00 p.m.	30	6	2018
4	12:00:00 a.m.	1	7	2018	11:59:00 p.m.	31	7	2018
5	12:00:00 a.m.	1	8	2018	11:59:00 p.m.	31	8	2018
6	12:00:00 a.m.	1	9	2018	11:59:00 p.m.	30	9	2018
7	12:00:00 a.m.	1	10	2018	11:59:00 p.m.	31	10	2018
8	12:00:00 a.m.	1	11	2018	11:59:00 p.m.	30	11	2018
9	12:00:00 a.m.	1	12	2018	11:59:00 p.m.	31	12	2018
10	12:00:00 a.m.	1	1	2019	11:59:00 p.m.	31	1	2019
11	12:00:00 a.m.	1	2	2019	11:59:00 p.m.	28	2	2019
12	12:00:00 a.m.	1	3	2019	11:59:00 p.m.	31	3	2019

Em seguida, graças às estimativas teóricas e de sua experiência, o fornecedor definiu quanto seria a "energia renovável fornecida" que geraria o sistema proposto, considerando condições de desenho como localização geográfica, inclinação, orientação, sombreamento e características técnicas dos painéis e inversores.

Nesse caso, o fornecedor selecionou painéis com inclinação de 20 º a 180 º em relação ao norte geográfico para os quais, considerando sombreamento e perdas por inclinação, obteve-se eficiência de 80% determinada pela engenharia. Logo, o fornecedor definiu a eficiência inferior (75%) para absorver algum desvio não calculado no desenho (tabela 29).

Tabela 29. Seção: gestão energética esperada do sistema

3.2. Previsão de fornecimento de energia do sistema fotovoltaico										
Registre a "energia renovável fornecida" com base na disponibilidade estimada do "recurso renovável" para cada período (proposto no item 3.1).										
Id	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**P7**	**P8**	**P9**	**P10**
Tipo										
Nome										
Unidade										
Id período de medição	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
1	196,50	31.895,2								
2	191,27	30.044,8								
3	188,10	30.531,7								
4	182,90	28.730,0								
5	163,68	25.710,9								
6	138,90	22.545,8								
7	129,58	20.345,5								
8	109,50	17.773,6								
9	163,06	25.613,5								
10	128,65	20.208,4								
11	132,72	23.081,4								
12	178,56	28.048,3								

Com esses dados, a ferramenta realiza cálculos automáticos e apresenta, na seção 3.3. da folha, o índice de energia gerada estimado (IEG estimado) que, neste caso, corresponde à média dos indicadores calculados para cada período de medição. O resultado foi em IGE de: kWh/kWh/m^2.

Energia gerada garantida

O fornecedor deve indicar ao seu cliente a quantidade de "recurso renovável" anual que foi calculado, com base na informação estatística de irradiação da área onde se encontra o projeto. A ferramenta gera automaticamente os valores anuais, já que dispõe de dados de preços de energia e os índices de desempenho.

Os dados de "recurso renovável" foram registrados neste caso para cinco anos. Na folha, exibe-se ligeira diminuição da capacidade de geração nos anos posteriores à instalação. Isso se deve ao fato de que, para considerar a degradação dos painéis, o fornecedor optou por aplicar redução de 0,3% ao ano na radiação anual.

O compromisso de geração com o cliente é estabelecido em contrato de desempenho em unidades de energia. O valor em termos monetários é gerado pela ferramenta, com base nos preços de energia registrados anteriormente. A ferramenta também gera automaticamente as toneladas anuais de CO_2 evitadas e o preço unitário da energia a ser usada pelo fornecedor e cliente, para definir o preço base da energia que será usada no contrato de desempenho, e para calcular a possível compensação econômica para o baixo desempenho do projeto. Nesse caso, o valor é: $2,47 por kWh, (tabela 30).

Tabela 30. Seção: energia gerada garantida

4. Energia gerada garantida

Indique o valor anual do "uso final da energia", acordada com o cliente. Com este valor serão calculadas as "economias garantidas" em unidades energéticas e seu equivalente em valor monetário, considerando o desempenho energético, tanto da tecnologia atual como da tecnologia proposta.

O fornecedor poderá garantir economias por mais cinco anos, se assim o estimar, mas deverá considerar que a cobertura de seguro do programa ESI é válida para os primeiros cinco anos do projeto.

Selecione a quantidade de anos adicionais pelos quais garantirá a a geração de energia: 10

	Radiação anual	Energia gerada garantida anual	
Ano	**Kwh/m³ ano**	**kWh/ano**	**$/ano**
1	1.903	304.978	106.742
2	1.897	303.878	106.357
3	1.891	302.966	106.038
4	1.885	302.058	105.720
5	1.880	301.151	105.403
6			
7			
8			
9			
10			
	Total	**1.515.031**	**530.260**

Preço unitário da energia a incluir no contrato: 0,35

BIBLIOGRAFIA

ANEEL. 2020. Ranking das tarifas. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas.

ANP. 2018. Fatores de Conversão, Densidades e Poderes Caloríficos Inferiores. Disponível em: http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/anuario-2019-fatores-de-conversao.pdf.

ANP. 2020. Preços ANP. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos.

Balderrama, R., S. Gospel, J. M. Lobo, P. Menéses y K. Pérez. 2019a. Guía Metodológica de Auditoría Energética en Agroindustria. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Agroindustria_Web.pdf.

----------**. 2019b.** Guía Metodológica de Auditoría Energética en Alimentos. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Alimentos_Web.pdf.

----------**. 2019c.** Guía Metodológica de Auditoría Energética en Celulosa y Papel. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Celulosa_y_Papel_Web.pdf.

----------**. 2019d.** Guía Metodológica de Auditoría Energética en Cementos. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Cementos_Web.pdf.

----------**. 2019e**. Guía Metodológica de Auditoría Energética en Edificación. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Edificacion_Web.pdf.

----------**. 2019f.** Guía Metodológica de Auditoría Energética en Minería. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Mineria_Web.pdf.

----------. **2019g**. Guía Metodológica de Auditoría Energética en Pesca. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Pesca_Web.pdf.

----------. **2019h.** Guía Metodológica de Auditoría Energética en Transporte. Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. Disponível em: https://www.programaenerguias.cl/wp-content/uploads/2019/05/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Transporte_Web.pdf.

CENACE – Gobierno de México. 2020. Precios de energía del mercado de corto plazo. Disponível em: https://datos.gob.mx/busca/dataset/precios-de-energia-del-mercado-de-corto-plazo.

Comisión Nacional de Energía (CNE). 2020a. Factor de emisión promedio anual. Energía Abierta Beta. Disponível em: http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/255509/factor-de-emision-promedio-anual/.

----------. **2020b.** Energía Abierta Beta. 2020. Estadísticas – hidrocarburos. Disponível em: http://energiaabierta.cl/hidrocarburos.

----------. **2020c.** Tarificación eléctrica. Disponível em: https://www.cne.cl/tarificacion/electrica/.

Comisión Reguladora de Energía. 2020. Gobierno de México. Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2019. Disponível em: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/538473/Factor_emision_electrico_2019.pdf.

CONUEE. 2020. Lista de combustibles, poderes caloríficos netos y equivalencia en términos de barriles de petróleo crudo equivalente. Disponível em: https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SITE/LISTA_DE_COMBUSTIBLES_2020.pdf.

CONUEE/GIZ. 2014. Guía para realizar diagnósticos energéticos y evaluar medidas de ahorro en equipos de bombeo de agua de organismos operadores de agua potable. Disponível em: https://docplayer.es/71509560-Guia-para-realizar-diagnosticos-energeticos-y-evaluar-medidas-de-ahorro-en-equipos-de-bombeo-de-agua-de-organismos-operadores-de-agua-potable.html.

IDAE. 2007. Guía técnica: procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire. Disponível em: https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-procedimientos-para-la-determinacion-del-rendimiento-energetico-de.

----------. **2012.** Guía técnica: Instalaciones de climatización con equipos autónomos. Disponível em: https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-instalaciones-de-climatizacion-con-equipos-autonomos.

----------. **2017.** Medidas de Ahorro Energético en los Circuitos Hidráulicos. Guías IDAE 013. Disponível em: https://www.idae.es/publicaciones/medidas-de-ahorro-energetico-en-los-circuitos-hidraulicos-guias-idae-013.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Eggleston, H. S. *et al*. (Eds.). Preparado por National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES (Japón). Disponível em: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_0_Cover.pdf.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações 2020. Método da análise de despacho. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_despacho.html.

Ministerio de Energía y Minas. 2020. Dirección General de Eficiencia Energética. Disponível em: http://www.minem.gob.pe/giee/pdf/ficha-informativa-02-secundaria.pdf.

Ministerio del Ambiente. 2020. Estudio de Desempeño Ambiental. Disponível em: https://www.minam.gob.pe/esda/6-1-1-emisiones-de-contaminantes-atmosfericos/.

Ministerio del Medio Ambiente. 2018. Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero. Disponível em: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/recurso_1-1.pdf.

Ministerio de Minas y Energía. 2020. Precios de Combustibles – Minenergía. Disponível em: https://www.minenergia.gov.co/historico-de-precios

Osinergmin. 2020a. Facilito – Precios de la energía. Disponível em: http://www.facilito.gob.pe/facilito/pages/facilito/menuPrecios.jsp.

----------. **2020b.** Facilito – Pliegos tarifarios aplicables al cliente final. Disponível em: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifiarios-cliente-final.

Secretaría de Gobernación. 2015. Diario Oficial de la Federación. Particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero. Disponível em: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5406149&fecha=03/09/2015.

UPME. 2016. Calculadora Fecoc 2016. Disponível em: http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html.

----------**. 2020.** Cálculo del factor de emisión de CO_2 del SIN. Disponível em: https://www1.upme.gov.co/siame/Paginas/calculo-factor-de-emision-de-Co2-del-SIN.aspx.

XM. 2020. Precio promedio y energía transada. XM. Disponível em: https://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/precio-promedio-y-energia-transada.aspx.

ANEXO 1. GLOSSÁRIO

Economia energética	Redução do consumo de energia durante a produção de um bem ou a prestação de um serviço em um determinado período.
Economia energética garantida	Corresponde à economia de energia mínima garantida pelo fornecedor ao cliente, com base no "uso final da energia" acordado para o projeto.
Cliente	Pessoa física ou jurídica que exerce qualquer atividade industrial, comercial ou de serviços constituída como pessoa jurídica, que realizará o investimento num projeto de eficiência energética ou de geração de energia.
Condição controlada	Todo parâmetro que influencie o desempenho energético do sistema e que seja necessário manter um valor constante ou com flutuação limitada para obter medidas representativas.
Consumo atual	Parâmetro que serve para caracterizar o consumo de cada uma das fontes de energia utilizada pelo sistema ou equipamento existente.
Consumo de referência	Parâmetro utilizado para caracterizar, em novos projetos, o consumo de cada uma das fontes de energia utilizadas pelo sistema ou equipamento de referência selecionado.
Consumo proposto	Parâmetro que serve para caracterizar o consumo esperado de cada uma das diferentes fontes de energia que utilizará a solução tecnológica a ser instalada.
Fornecedor	Pessoa física ou jurídica que se dedica à comercialização, fornecimento e manutenção de equipamentos, que oferece o desenvolvimento de projetos de eficiência energética e/ou a utilização de energias renováveis.
Energia	Toda substância, material ou forma de energia que pode ser utilizada como fonte de energia para o funcionamento de algum equipamento necessário à atividade comercial de um cliente, direta ou indiretamente.
Energia gerada garantida	Corresponde à energia mínima que o fornecedor garante ao cliente que gerará com o projeto, com base em disponibilidade anual fixa do "recurso renovável" acordada com o cliente.
Energia renovável fornecida	Energia fornecida por um sistema de geração ao longo de um período, por meio do uso de recursos renováveis.

Entidade de validação	Pessoa jurídica com competências e experiência na avaliação de projetos de eficiência energética e geração de energia que tem a função de examinar a coerência da informação apresentada para o projeto e: i) avaliar se o projeto tem potencial para atingir as economias prometidas (validação do projeto); ii) verificar no local se o projeto foi entregue de acordo com as especificações (verificação do projeto), e iii) atuar como árbitro no caso de algum desacordo entre cliente e fornecedor quanto ao desempenho do projeto durante determinado período (verificação dos resultados).
Equipamento de referência	Equipamento definido pelo fornecedor como uma tecnologia padrão utilizada no negócio ou setor do cliente, quando este não está atualmente demandando o produto ou serviço oferecido pelo equipamento proposto pelo fornecedor.
Gases de efeito estufa (GEE) evitados	Para um projeto de desempenho energético, corresponde aos GEE evitados graças à economia de energia alcançada. Para um projeto de geração de energia, corresponde aos GEE evitados devido à energia renovável gerada.
Gasto financeiro evitado	No caso de um projeto de desempenho energético, corresponde à economia monetária gerada pela economia de energia alcançada. Num projeto de geração de energia, corresponde à economia monetária graças à energia renovável gerada.
Índice de desempenho energético (IDE)	Valor quantitativo ou medida do desempenho energético de um sistema ou equipamento, estabelecido como a relação entre o consumo de energia de entrada e o "uso final da energia" produzida.
Índice de desempenho energético base (IDE_{base})	Valor quantitativo ou medida do desempenho energético dos equipamentos existentes (ou de referência, conforme o caso), estabelecido como a relação entre o consumo de energia de entrada e o "uso final da energia" produzida.
Índice de desempenho energético estimado ($IDE_{estimado}$)	Valor quantitativo ou medida do desempenho energético estimado com o equipamento ou sistema a ser instalado, estabelecido como a relação entre o consumo de energia de entrada e o "uso final da energia" produzida.
Índice de desempenho ambiental base (IDA_{base})	Valor quantitativo resultante da relação entre a quantidade de emissões de GEE produzidas pelos equipamentos existentes (ou de referência, conforme o caso) e o "uso final da energia" produzida.

Índice de desempenho ambiental esperado ($IDA_{esperado}$)	Valor quantitativo resultante da relação entre a quantidade de emissões de GEE esperada com o equipamento ou sistema a ser instalado e o "uso final da energia" produzida.
Índice de desempenho financeiro base (IDF_{base})	Valor quantitativo resultante da relação entre os gastos com energia ocasionados pela utilização de equipamentos existentes (ou de referência, conforme o caso) e o "uso final da energia" produzida.
Índice de desempenho financeiro esperado ($IDF_{esperado}$)	Valor quantitativo resultante da relação entre os gastos teóricos que são esperados em energia, ocasionados pela utilização do equipamento ou sistema a ser instalado, e o "uso final da energia" produzida.
Índice de emissões evitadas (IEE)	Valor quantitativo que representa a relação entre as emissões de GEE evitadas graças à energia renovável gerada pelo sistema e o "recurso renovável" para ele utilizado.
Índice de energia gerada	Valor quantitativo que representa a relação entre a energia renovável gerada pelo sistema e o "recurso renovável" utilizado para ele.
Índice de gastos evitados (IGE)	Valor quantitativo que representa a relação entre as despesas evitadas graças à energia renovável gerada pelo sistema e o "recurso renovável" para ele utilizado.
Porcentagem de melhoria do desempenho energético (PMDE)	Valor expresso em porcentagem, que representa a melhoria esperada no desempenho energético com o equipamento ou sistema a ser instalado, em comparação com o desempenho energético da tecnologia existente ou de referência.
Instalação	Estabelecimento onde o cliente desenvolve a sua atividade industrial ou comercial e onde será realizado o projeto.
Nova tecnologia	Refere-se a situações em que não há troca de equipamentos existentes. Em projetos de eficiência energética, será utilizado como equipamento de referência para estimar a economia que o cliente teria, conforme informações de estudos do setor, do fornecedor ou de outra literatura. No caso de um projeto de geração, a referência pode ser um sistema de autogeração, a rede ou uma combinação dos dois.
Parâmetro	Representa uma característica mensurável ou quantificável de um equipamento ou sistema e/ou seu ambiente que é relevante para avaliar sua condição operacional.

Período de medição	Período durante o qual uma medição (ou estimativa, conforme o caso) será feita de algum parâmetro relevante para determinar o desempenho energético de um equipamento existente (ou referência conforme o caso) ou a energia renovável fornecida por um sistema de geração.
Recurso renovável	Recurso natural utilizado para produzir energia (por exemplo, radiação, biomassa, vento) que é possível renovar por meio de mecanismos próprios da natureza com taxa de velocidade maior do que a que é consumida.
Resíduo inerte	Resíduo não perigoso que não sofre variações físicas, químicas ou biológicas significativas, não é solúvel, não é combustível, não reage física ou quimicamente, ou de qualquer outra forma. Não é biodegradável e não afeta adversamente outros materiais com os quais entra em contato.
Resíduo não perigoso	Resíduo que não apresenta risco à saúde pública ou efeitos adversos ao meio ambiente.
Resíduo perigoso	Resíduo ou mistura de resíduos que apresenta risco à saúde pública e/ou efeitos adversos ao meio ambiente, seja diretamente ou devido ao seu manuseio atual ou planejado.
Substituição de tecnologia	Refere-se a situações em que não há troca de equipamentos existentes. Em projetos de eficiência energética, o novo equipamento deve ter melhor desempenho energético do que o substituído. No caso de um projeto de geração, o novo equipamento é um sistema de geração que opera com recursos renováveis e que substituirá total ou parcialmente um sistema que consome combustível ou um sistema renovável obsoleto.
Uso final da energia	É o serviço útil produzido pelo equipamento ou tecnologia de que o cliente necessita para o funcionamento de sua atividade, seja direta (por exemplo, toneladas de produto congelado em câmaras frigoríficas) ou indiretamente, por ter as condições que permitem a produção de seus produtos ou serviços (por exemplo, horas de iluminação).
Validação	Processo de avaliação independente pela entidade de validação de um projeto de eficiência energética ou geração de energia, que visa avaliar a razoabilidade da economia ou garantia de energia gerada, proposta pelo fornecedor, de acordo com a informação apresentada pelo mesmo.
Variável	Parâmetro que serve para caracterizar indiretamente o “uso final da energia” ou energia renovável fornecida em um projeto.

ANEXO 2. PARÂMETROS DE MEDIÇÃO POR TECNOLOGIA

As tabelas a seguir mostram alguns exemplos de variáveis de medição e condições controladas para eficiência energética e tecnologias de projeto de geração de energia.

Tabela A2.1. Exemplo de parâmetros relevantes para projetos de desempenho energético

Tecnologia	Uso final da energia		Variável		Condição controlada	
	Nome	Unidade	Nome	Unidade	Nome	Unidade
Caldeira de água	Água quente	m^3			Temperatura de entrada de água fria	°C
					Temperatura de envio de água quente	°C
					Fator de carga	%
Iluminação	Hora-luz	h				
Motor elétrico	Energia mecânica entregue	hp-h	Voltagem	V	Fator de carga	%
			Corrente	A		
			Fator de potência	-		
Ar-condicionado central	Energia térmica extraída	BTU	Fluxo de ar-condicionado	Lb/h	Umidade relativa	%
			Entalpia de envio de ar	BTU/lb		
			Entalpia de retorno de ar	BTU/lb		
Refrigeração	Energia térmica extraída	MBTU	Capacidade	kW	Temperatura ambiente	°C
					Temperatura interior da câmara frigorífica	°C
Sistema solar térmico	Água quente	m^3	Tempo de medição	h	Temperatura de entrada de água fria	°C
					Temperatura de envio de água quente	°C
Forno ou secador	Massa do produto	kg			Temperatura ambiente	°C
					Umidade do substrato	g/kg

Tabela A2.1. Exemplo de parâmetros relevantes para projetos de desempenho energético (continuação)

Tecnologia	Uso final da energia		Variável		Condição controlada	
	Nome	Unidade	Nome	Unidade	Nome	Unidade
Cogeração	Energia térmica transferida	kWht			Fator de carga	%
	Energia elétrica (corresponde ao parâmetro de "geração elétrica")	kWhe				
Mototáxis elétricos	Distância percorrida	km			Peso transportado	kg
Compressor de ar	Ar comprimido	l			Temperatura ambiente	°C

Fonte: elaboração própria.

Tabela A2.2. Exemplo de parâmetros relevantes para projetos de geração de energia

Tecnologia	Energia renovável fornecida		Recurso renovável		Condição controlada	
	Nome	Unidade	Nome	Unidade	Nome	Unidade
Sistema fotovoltaico	Electricidade	kWhe	Radiação solar	kWh/m^2		
Geração de biogás	Biogás	m^3	Substrato	m^3	Temperatura de digestão	°C
					pH	

Fonte: elaboração própria.

ANEXO 3. FATORES DE EMISSÃO E OUTROS DADOS DE FONTES DE ENERGIA

Tabela A3.1. Fatores de emissão para combustão em fontes estacionárias

Combustível	Fator de emissão	Fator de emissão	Fator de emissão
Combustão estacionária	kg CO_2/TJ	kg CH_4/TJ	kg N_2O/TJ
Petróleo bruto	73300	3	0,6
Orimulsão	77000	3	0,6
Gás natural liquefeito	64200	3	0,6
Gasolina para motores	69300	3	0,6
Gasolina para aviação	70000	3	0,6
Gasolina para motor a reação	70000	3	0,6
Querosene para motor a reação	71500	3	0,6
Outro querosene	71900	3	0,6
Xisto betuminoso	73300	3	0,6
Gás/diesel	74100	3	0,6
Óleo combustível residual	77400	3	0,6
Gases liquefeitos de petróleo	63100	1	0,1
Etano	61600	1	0,1
Nafta	73300	3	0,6
Betume	80700	3	0,6
Lubrificantes	73300	3	0,6
Coque de petróleo	97500	3	0,6
Alimentação para processos de refinaria	73300	3	0,6
Gás de refinaria	57600	1	0,1
Ceras de parafina	73300	3	0,6
Aguarrás mineral (White spirit) e SBP	73300	3	0,6
Outros produtos de petróleo	73300	3	0,6
Antracite	98300	1	1,5
Carvão de coque	94600	1	1,5
Outro carvão betuminoso	94600	1	1,5
Carvão sub-betuminoso	96100	1	1,5
Lignite	101000	1	1,5
Xisto betuminoso e alcatrão	107000	1	1,5
Briquetes de carvão e linhito	97500	1	1,5
Combustível óbvio	97500	1	1,5
Coque de forno de coque e coque de carvão marrom	107000	1	1,5

Tabela A3.1. Fatores de emissão para combustão em fontes estacionárias (continuação)

Combustível	Fator de emissão	Fator de emissão	Fator de emissão
Combustão estacionária	kg CO_2/TJ	kg CH_4/TJ	kg N_2O/TJ
Coque de gás	107000	1	0,1
Alcatrão de carvão	80700	1	1,5
Gás de fábricas de gás	44400	1	0,1
Gás de forno de coque	44400	1	0,1
Gás de alto forno	260000	1	0,1
Gás de forno de oxigênio para aços	182000	1	0,1
Gás natural	56100	1	0,1
Resíduos municipais (sem biomassa)	91700	30	4
Resíduos industriais	143000	30	4
Resíduos de óleos	73300	30	4
Turfa	106000	1	1,5
Madeira/resíduos de madeira	112000	30	4
Lixívia de sulfito (licor negro)	95300	3	2
Outra biomassa sólida primária	100000	30	4
Carvão vegetal	112000	200	4
Biogasolina	70800	3	0,6
Biodiesel	70800	3	0,6
Outros combustíveis líquidos	79600	3	0,6
Gás de aterro sanitário	54600	1	0,1
Gás de digestão de lodo de esgoto	54600	1	0,1
Outro biogás	54600	1	0,1
Resíduos municipais (biomassa)	100000	30	4

Fonte: Matsika et al. (2006)[14].

Tabela A3.2. Fatores de emissão da rede, poderes caloríficos e preços de energia por país

País	Fatores de emissão		Poderes caloríficos combustíveis	Preços de combustível	Preço da eletricidade
	Combustíveis	Sistema elétrico			
Colômbia	UPME [1]	Portal SIEL [2]	UPME [1]	Minenergía [3]	XM [4]
Chile	Ministerio del Medio Ambiente [5]	CNE [6]	Ministerio del Medio Ambiente [5]	CNE [7]	CNE [8]
Brasil	MCTIC [9]	MCTIC [9]	ANP [10]	ANP [11]	ANEEL [12]
México	Diario Oficial de la Federación [13]	CRE [14]	CONUEE [15]	Gobierno de México [16]	Gobierno de México [16]
Peru	Ministerio del Ambiente [17] Ministerio de Energía y Minas [18]	"Ministerio del Ambiente [17] Ministerio de Energía y Minas [18]	Ministerio de Energía y Minas [18]	Osinergmin [19]	Osinergmin [20]

Fonte: elaboração própria.

ANEXO 4. INDICADORES

A seguir, são detalhados os indicadores desenvolvidos mais extensivamente e suas variações para algumas tecnologias específicas.

Desempenho energético

- Índice de desempenho energético (fórmula estendida)

Considerando três fontes de energia, o indicador de desempenho energético se define como:

7.

$$IDE\left[\frac{kWheq}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{Consumo\ de\ energia}{Uso\ final\ da\ energia}=\frac{\left(\begin{array}{l} Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia1}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]+ \\ Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia2}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]+ \\ Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia3}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right] \end{array}\right)}{Unidade\ uso\ final\ da\ energia}$$

- Índice de desempenho ambiental (fórmula estendida)

8.

$$IDA\left[\frac{tCO_2}{Unidade\ uso\ final}\right]=\frac{\left(\begin{array}{l} FE_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia1}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]+ \\ FE_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia2}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]+ \\ FE_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia3}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right] \end{array}\right)}{Unidade\ uso\ final\ da\ energia}$$

- Índice de desempenho financeiro (fórmula estendida)

9.

$$IDF\left[\frac{\$}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{\left(\begin{array}{l}\dfrac{Preço_{\ fonte\ de\ energia1}\left[\dfrac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\dfrac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[kWh_{eq}\right]+\\ \dfrac{Preço_{\ fonte\ de\ energia2}\left[\dfrac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\dfrac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[kWh_{eq}\right]+\\ \dfrac{Preço_{\ fonte\ de\ energia3}\left[\dfrac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\dfrac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[kWh_{eq}\right]\end{array}\right)}{Unidade\ uso\ final\ da\ energia}$$

Cogeração (geração por combustão)

- Índice de desempenho energético base (fórmula estendida)

Para a cogeração, o "uso final da energia" é considerado como a energia térmica transferida para serviço, que é o ponto de comparação entre o sistema atual e o sistema de cogeração que será instalado. Portanto, o indicador de base considera o equipamento que atualmente está produzindo energia térmica e, para isso, pode considerar no máximo três diferentes fontes de energia, conforme demonstra a seguinte equação:

10.

$$IDE\left[\frac{kWheq}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{Consumo\ de\ energia\ equipamento\ atual}{Energia\ térmica\ cedida\ (kWh_t)}=\left(\begin{array}{l}Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[Unidade_{\ fonte\ de\ energia1}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\dfrac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]+\\ Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[Unidade_{\ fonte\ de\ energia2}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\dfrac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]+\\ Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[Unidade_{\ fonte\ de\ energia3}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\dfrac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]\end{array}\right)/kWh_t$$

- Índice de desempenho energético esperado (fórmula estendida)

O indicador de desempenho energético esperado para o sistema de cogeração contempla a cobertura da energia térmica transferida declarada para o caso base atual e a soma da geração de energia elétrica, que melhora seu desempenho energético quando comparado com a produção apenas de energia térmica. A seguinte equação mostra o cálculo de desempenho energético considerando três tipos de energia, porém, o mais comum é que o sistema utilize apenas um tipo de energia:

11.

$$IDE\left[\frac{kWheq}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{Consumo\ de\ energia\ cogerador}{Energia\ térmica\ cedida\ (kWh_t)+\ energia\ elétrica\ gerada\ (kWh_e)}=\left(\begin{array}{l} Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia1}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]+ \\ Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia2}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]+ \\ Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia3}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right] \end{array}\right)/kWh_t+kWh_e$$

Nota: a energia térmica transferida é a energia transferida para uma quantidade de algum "produto térmico", como água quente, vapor, etc., sendo também o que determina o ponto de comparação do desempenho do sistema atual com o da cogeração.

- Índice de desempenho ambiental base (fórmula estendida)

O índice de desempenho ambiental base para a cogeração contabiliza o consumo de energia pela tecnologia atual que, quando multiplicado pelos respectivos fatores de emissão, contabiliza a geração de emissões de GEE para a produção da energia térmica que é transferida para serviço. Além disso, o fator de emissão do sistema elétrico nacional (ou grupo gerador, conforme o caso) é adicionado, conforme demonstrado na seguinte equação:

12.

$$IDA\left[\frac{tCO_2}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{\left(\begin{array}{l} FE_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia1}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]+ \\ FE_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia2}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]+ \\ FE_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia3}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right] \end{array}\right)}{kWh_t}+\frac{tCO_{2\ sistema\ elétrico\ nacional\ ou\ grupo\ elétrico}}{kWh_e}$$

- Índice de desempenho ambiental estimado (fórmula estendida)

O índice de desempenho ambiental estimado para cogeração considera as emissões diretas do sistema de cogeração ao utilizar até três fontes de energia diferentes (se for o caso) em relação à energia térmica total transferida com a energia elétrica gerada.

13.

$$IDA\left[\frac{tCO_2}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{\left(\begin{array}{l} FE_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia1}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]+ \\ FE_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia2}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]+ \\ FE_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[Unidade_{fonte\ de\ energia3}\right]\bullet PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right] \end{array}\right)}{kWh_t\ +\ kWhe}$$

- Índice de desempenho financeiro base (fórmula estendida)

O índice de desempenho financeiro base da cogeração contabiliza o consumo de energia pela tecnologia atual que, ao ser multiplicado pelos respectivos preços, contabiliza a despesa financeira para produzir a energia térmica que é transferida para o serviço. Além disso, o custo por kWhe do sistema elétrico nacional (ou grupo gerador, se corresponder), é adicionado conforme demonstrado na seguinte equação:

14.

$$IDF\left[\frac{\$}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{\left(\begin{array}{l} \frac{Preço_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[kWh_{eq}\right]+ \\ \frac{Preço_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[kWh_{eq}\right]+ \\ \frac{Preço_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[kWh_{eq}\right] \end{array}\right)}{kWh_t}+\frac{\$_{sistema\ elétrico\ nacional\ ou\ grupo\ elétrico}}{kWh_e}$$

- Índice de desempenho financeiro estimado (fórmula estendida)

O índice de desempenho financeiro estimado para cogeração considera os custos do sistema de cogeração ao utilizar até três fontes de energia diferentes (se for o caso) em relação ao total da energia térmica transferida com a energia elétrica gerada, conforme demonstrado na seguinte equação:

15.

$$IDF\left[\frac{\$}{Und.\ uso\ final}\right]=\frac{\left(\frac{Preço_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia1}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia1}\left[kWh_{eq}\right]+\frac{Preço_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia2}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia2}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia2}\left[kWh_{eq}\right]+\frac{Preço_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{\$}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]}{PCI_{fonte\ de\ energia3}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{fonte\ de\ energia3}}\right]}\bullet Consumo_{fonte\ de\ energia3}\left[kWh_{eq}\right]\right)}{kWh_{i}+kWh_{e}}$$

Geração de energia

- Índice de energia gerada (IEG)

No caso do índice de energia gerada de base, este seria o mesmo já detalhado na seção 1.2.2 deste documento, conforme demonstrado na seguinte equação:

16.

$$IEG\left[\frac{kWh_{\ gerados}}{Unidade\ do\ recurso\ renovável}\right]=\frac{Energia\ renovável\ fornecida}{Recurso\ renovável}$$

Caso o sistema de geração de energia renovável necessite de consumo de energia para funcionar, como poderia ser o caso de um reator de biogás, esse consumo deve ser descontado da energia gerada, conforme demonstrado na seguinte equação:

17.

$$IEG\left[\frac{kWh_{gerados}}{Unidade\ do\ recurso\ renovávela}\right]=\frac{Energia\ renovável\ fornecida\ -\ energia\ consumida\ pelo\ sistema\ renovável}{Recurso\ renovável}$$

- Índice de emissões evitadas (IEE)

O índice de emissões evitadas é calculado com base na quantidade de energia gerada pelo sistema de energia renovável e em quantas emissões essa energia teria se fosse gerada pelos atuais sistemas de geração e/ou consumida pelo sistema de distribuição do cliente.

Entendendo que a energia demandada pelo cliente pode ainda ser gerada por distintos equipamentos, é preciso considerar a distribuição percentual de como se distribui a geração entre os equipamentos de geração atual e/ou o sistema de distribuição, o qual se menciona na folha técnica. A seguinte equação demonstra como este cálculo é realizado:

18.

$$IEE\left[\frac{tCO_2}{Und.\ recurso\ renovável}\right]=IEG\left[\frac{kWh_{gerados}}{Und.\ recurso\ renovável}\right]\bullet\left(\frac{\%\ Geração\ atual\ equipamento1}{\%\ Eficiência\ equipamento1}\bullet FE_{combustível\ equipamento1}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]+\right.$$

$$\left.\frac{\%\ Geração\ atual\ equipamento\ n}{\%\ Eficiência\ equipamento\ n}\bullet FE_{combustível\ equipamento\ n}\left[\frac{tCO_2}{kWh_{eq}}\right]+\%Uso\ sist.\ distribuição\bullet FE_{Sist.\ distribuição}\left[\frac{tCO_2}{kWh}\right]\right)$$

Caso o sistema de geração de energia renovável precise consumir energia para funcionar, como poderia ser o caso de um reator de biogás, o IEG usado na equação apresentada teria descontado essa energia usada pelo sistema de energia renovável para poder funcionar.

- Índice de gastos evitados (IGE)

O IGE é calculado com base na quantidade de energia que o sistema de energia renovável gera e qual seria o custo dessa energia se fosse gerada pelos sistemas de geração atuais e/ou consumida do sistema de distribuição pelo cliente.

Entendendo que essa energia demandada pelo cliente também pode ser gerada por diferentes equipamentos, é necessário considerar a distribuição percentual de como essa geração está distribuída nos diferentes equipamentos de geração atual e/ou sistema de distribuição, que é declarada na "folha técnica". A equação a seguir demonstra como este cálculo é feito:

19.

$$IGE\left[\frac{\$}{Und.\ recurso\ renovável}\right] = IEG\left[\frac{kWh_{gerados}}{Und.\ recurso\ renovável}\right] \bullet \left(\frac{\%\ Geração\ atual\ equipamento1}{\%\ Eficiência\ equipamento1} \bullet \frac{Preço_{comb.\ equipamento1}\left[\frac{\$}{Unidade_{combustível}}\right]}{PCI_{comb.\ equipamento1}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{combustível}}\right]} + \frac{\%Geração\ atual\ equipamento\ n}{\%\ Eficiência\ equipamento\ n} \bullet \frac{Preço_{comb.\ equipamento\ n}\left[\frac{\$}{Unidade_{combustível}}\right]}{PCI_{comb.\ equipamento\ n}\left[\frac{kWh_{eq}}{Unidade_{combustível}}\right]} + \%Uso\ sist.\ distribuição \bullet Preço_{sist.\ distribuição}\left[\frac{\$}{kWh}\right]\right)$$

Caso o sistema de geração de energia renovável precise consumir energia para funcionar, como poderia ser o caso de um reator de biogás, o IGE usado na equação apresentada teria descontado essa energia usada pelo sistema de energia renovável para poder funcionar.

ANEXO 5. FORMATOS DE VALIDAÇÃO, VERIFICAÇÃO E MONITORAMENTO DO DESEMPENHO DE PROJETOS

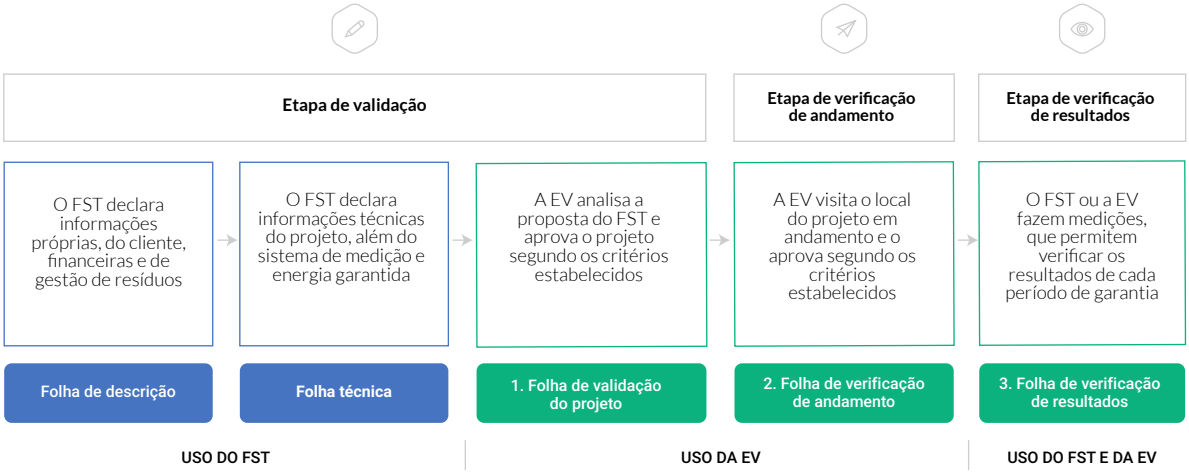
Descrição	Página
Lista de controle para a validação do projeto	1
Lista de controle para a verificação da evolução do projeto	3
Formulário para o monitoramento do desempenho do projeto e verificação de resultados.	4

ANEXO 6. FERRAMENTA PARA ESTIMAR ECONOMIAS OU GERAÇÃO DE ENERGIA POR TIPO DE TECNOLOGIA

Descrição				**Página**
Apresentação geral da ferramenta				1
Formato de descrição geral do projeto				2
Formatos específicos por tecnologia		**Substituição**	**Novo**	
Desempenho energético	Caldeiras	CAL-S	CAL-N	5
	Iluminação	IL-S	IL-N	20
	Motores	MT-S	MT-N	28
	Ar-condicionado central	HVAC-S	HVAC-N	36
	Refrigeração	Refrg-S	Refrg-N	52
	Fornos-secadores	Forno-S	Forno-N	68
	Compressores de ar	ArComp-S	ArComp-N	88
	Frotas de mototáxis	TaxiE-S	TaxiE-N	12
	Sistema solar térmico	SST-S	SST-N	60
	Geração por combustão	CHP-S	CHP-N	76
Geração de energia	Geração solar fotovoltaica	PV-S	PV-N	96
	Geração de biogás	BGas-S	BGas-N	104

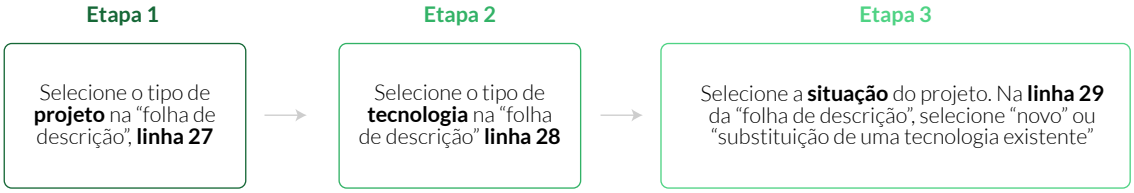
CONTEXTO

O Programa de Seguro de Economia Energética desenvolvido pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com o apoio do Ministério de Energia da Dinamarca e do Financiamento Verde da América Latina e Caribe (Green Finance LAC), é um mecanismo novo de mitigação de riscos, cujo objetivo é promover investimentos em eficiência energética no setor privado de diferentes países (Brasil, El Salvador, Chile, México, Peru, Colômbia, entre outros), por meio de um seguro de economia de energia durante a operação do sistema.



Validação técnica de um projeto:

É a validação técnica de um projeto a ser executado. Deve-se preencher somente a "folha de descrição" e a "folha técnica" da tecnologia a ser implementada. Siga as indicações a seguir para ativar a "folha técnica" específica da tecnologia e do tipo de projeto. Caso queira alterar a tecnologia na etapa 3, volte ao passo 2 e siga adiante.



Etapa de verificação de resultados

É a validação dos resultados de economia de energia obtida com o projeto. Preencha somente a folha "3-V_resultados".

Simbologia das células do formulário

	São as células nas quais se insere a informação manualmente.
	São as células autocalculadas, segundo as informações inseridas nas células cinzas.
	São as células que são ativadas ou desativadas segundo a seleção feita em uma lista suspensa de uma célula próxima com esta cor.

Recomendações e indicações

- Para começar a usar este formulário, habilite as macros.
- Ele foi testado no Office 2016 e 365.
- Também foi testado no Windows 10 e no macOS 10.0.4.