



Toolbox para Análise de Aplicação de Medidas Técnicas no âmbito da SPIN

Sistemas de Gestão de Energia para Edifícios

Outubro de 2016



Cofinanciado pela União Europeia

Contacto:

Reinhard Ungerböck
Grazer Energieagentur GmbH
Kaiserfeldgasse 13/1
A-8010 Graz
T: +43 316 811848-17
E-Mail: ungerboeck@grazer-ea.at
Website: www.grazer-ea.at

Ferramenta desenvolvida por:

Daniela Bachner
e7 Energie Markt Analyse GmbH
Walcherstraße 11/43
A-1020 Vienna
T: +43 1 907 80 26 - 0

Tradução:

ISR - Universidade de Coimbra
Pólo II
3030 290 Coimbra
Contactos: pfonseca@isr.uc.pt; carlospatrazo@isr.uc.pt
Paula Fonseca | Carlos Patrão



ISR - University of Coimbra

Este documento foi elaborado no âmbito do
Projeto Energy Performance Contracting Plus
e está disponível no website do projeto.

www.epcplus.org

Task: 4.2.
Deliverable: 4.2.



*Este projeto recebeu um financiamento do programa de investigação e inovação da União Europeia-
Horizonte 2020 ao abrigo do contrato de concessão nº 649666.
O conteúdo aqui incluído reflete apenas as opiniões dos autores, o EASME não é responsável por qualquer
uso que possa ser feito com as informações nele contida*

Conteúdo

Conteúdo	3
1. Descrição e instruções de utilização.....	4
1.1. Toolbox (ferramenta)	6
2. Sistemas de Gestão de Energia para Edifícios	7
2.1.1. Descrição técnica.....	7
2.1.2. Método de Cálculo	9
2.1.3. Fluxo do processo de implementação: incluindo verificação/garantia de qualidade das medidas durante e após a sua implementação.....	10
2.1.4. Opções de Medição&Verificação por forma a avaliar o desempenho relativamente à garantia oferecida	11

1. Descrição e instruções de utilização

O Projeto EPC+ tem como objetivo padronizar as medidas técnicas a implementar, para que estas possam ser utilizadas por outros membros da SPIN (incluindo o coordenador), reduzindo assim os custos de transação associados ao estabelecimento de Contratos de Desempenho Energético.

Esta ferramenta poderá servir de guia aos prestadores de CDEs, na padronização de medidas (dimensionamento, métodos de cálculo e estabelecimento de fluxogramas de processo) e também na definição dos padrões de qualidade relativamente à metodologia de Medição e Verificação (M&V). Os prestadores de CDEs poderão também usar o conteúdo destes módulos nas interações com o Cliente, por forma a aumentar a confiança dos mesmos nas medidas propostas.

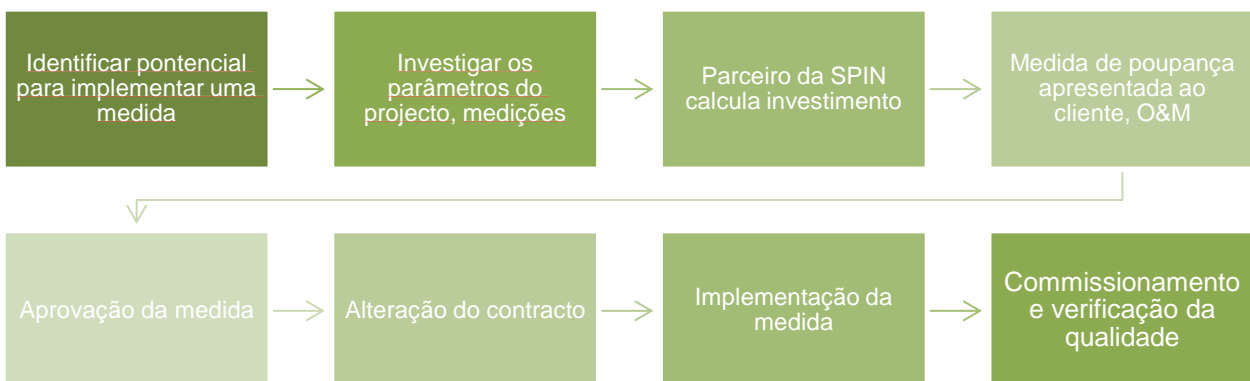
Cada medida do EPC+ será descrita de forma genérica. Serão ainda definidos os parâmetros que irão ser utilizados no seu dimensionamento, as situações indicadas para implementação da medida e também as situações onde a sua implementação não será viável.

Método de Cálculo

Para facilitar a introdução das medidas de EE na SPIN, o método de cálculo genérico poderá ser utilizado na implementação, O&M e no cálculo de poupanças. Este método deve ser descrito, de preferência através de uma ferramenta de cálculo de utilização gratuita (open-source) não especificando produtos.

Fluxograma do processo

O fluxograma de processo genérico é idêntico para todas as medidas. Este fluxograma será portanto parte integrante do modelo de negócio desenvolvido no EPC+, mas poderão existir variações para casos de negócio específicos, por exemplo, quando as medidas puderem interferir umas com as outras durante a sua implementação ou durante a fase de funcionamento, podendo interferir com o seu desempenho. (Recomenda-se consulta da matriz de interação entre as medidas de melhoria consideradas no EPC+, que serve como indicador rápido da forma como as medidas poderão potencialmente interferir umas com as outras).



Como desenvolvimento adicional e devido à existência de um elevado número de intervenientes e à diversidade dos canais de comunicação, o fluxograma do processo deve ser consultado também durante ***elaboração do modelo de serviço*** (ver capítulo 2.1.3).

1.1. Toolbox (ferramenta)

Cada medida apresentada é descrita de forma geral e pormenorizada. As medidas estão categorizadas em dois grupos: medidas de eficiência energética e medidas de energia renovável. A descrição de todas as medidas está disponível para *download* em <http://epcplus.org/energy-service-packages/>. Este link contém um resumo de todas as medidas que foram desenvolvidas:

Medidas de Eficiência Energética:

1. Iluminação interior: Iluminação LED + Sistemas de controlo;
2. Ajuste hidráulico de sistemas de aquecimento;
3. Modernização de sistemas de bombagem;
4. Modernização de motores elétricos;
5. Arrefecimento nocturno;
6. Optimização de parâmetros em sistemas AVAC;
7. Sistemas de Gestão para Edifícios;
8. Renovação /substituição de caldeiras para aquecimento;
9. Janelas eficientes;
10. Recuperação de calor e purga de caldeiras industriais.

Medidas de Energia Renovável:

1. Painéis Solares Térmicos para AQS Residencial;
2. Biomassa para Aquecimento e/ou AQS Residencial;
3. Cogeração;
4. Painéis fotovoltaicos;
5. Energia eólica;
6. Bombas de calor.

2. Sistemas de Gestão de Energia para Edifícios

2.1.1. Descrição técnica

2.1.1.1. Descrição Genérica (PU)

Os Sistemas de Gestão de Energia (SGE) podem aumentar o desempenho energético dos edifícios uma vez que permitem gerir o funcionamento dos sistemas AVAC incluindo outras aplicações como sejam água quente sanitária, iluminação ou sombreamentos por um lado, e por outro lado permitem a medição e monitorização dos diversos sistemas individuais e do consumo total do edifício, assim como obtenção dos diagramas de carga. Como consequência, a utilização de SGE permitem detectar precocemente possíveis fraquezas e falhas relacionadas com os comportamentos energéticos que afectam os sistemas técnicos dos edifícios, prevenindo um aumento considerável dos custos de energia através do correcto ajuste dos parâmetros de funcionamento. Outra solução possível para melhorar a eficiência energética dos edifícios, a Gestão Técnica Centralizada é um instrumento que permite, ao longo do tempo de vida do edifício, adaptar e readaptar estratégias operacionais, monitorizar todos os sistemas e órgãos vitais de edifício e ajudar o seu gestor técnico na condução diária, de modo a satisfazer as necessidades reais. A Gestão Técnica Centralizada dos edifícios permite de forma muito prática, a adopção de medidas que conduzem à utilização racional de energia e oferecem flexibilidade para estabelecer parâmetros de funcionamento dos sistemas, com valores de referência internos e externos, permitindo centralizar e visualizar informação relevante e comparar de forma analítica e crítica. Os Sistemas de Gestão de Energia dos edifícios permitem operar os sistemas técnicos dos edifícios de forma prática e proporcionam flexibilidade na definição dos parâmetros oferecendo ferramentas poderosas de avaliação e análise.

Especialmente quando existe um grande número de instalações, pode ser muito eficaz utilizar um sistema de gestão para acionar e monitorizar o consumo total de energia do edifício de forma detalhada recorrendo a um único programa, em vez de verificar os parâmetros de funcionamento e os dados de consumo individualmente. Desta forma, é possível perceber se há sistemas interligados que estão a funcionar de forma ineficiente, por exemplo sistemas de aquecimento e de arrefecimento que funcionam em simultâneo. De forma a despistar estes problemas, é necessário fazer uma monitorização detalhada do consumo de energia, de forma a fornecer informação ao sistema de gestão. O sistema de gestão do edifício consiste em componentes de hardware e software. Requer controlo por meio de dispositivos electrónicos, sensores, data loggers, transferência de dados e software com interface com o utilizador.

São vários os fornecedores internacionais que oferecem sistemas de gestão de energia de edifícios: Honeywell, Siemens EMC, ENVIDATEC JEVIS, IngSoft InterWatt, etc. Além disso, existem também fornecedores nacionais disponíveis na maioria dos países.

A implementação de um sistema de gestão do edifício per si não aumenta a eficiência energética no edifício. No entanto, através do sistema integrado de monitorização, é possível analisar os consumos de energia detalhadamente e identificar desajustes existentes nos sistemas técnicos dos edifícios, assim como potenciais de poupança de energia.

A publicação pela ISO – International Organization for Standardization – da nova norma ISO 50001:2011 “Energy management systems – Requirements with guidance for use” (Sistemas de Gestão de Energia –

requisitos e orientações para utilização) - veio definir os requisitos para um Sistema de Gestão de Energia (SGE) permitindo às empresas estabelecer os sistemas e processos necessários para melhorar o seu desempenho energético global, incluindo a utilização, consumo e eficiência energética. A norma inclui, também, um anexo informativo com orientações à implementação deste referencial. O objetivo da norma é a redução de custos com energia, a redução das emissões de gases com efeito de estufa e o aumento da sustentabilidade das organizações através de uma gestão sistemática da energia. A ISO 50001:2011 baseia-se na metodologia “Plan-Do-Check-Act” e desenvolve-se de acordo com o esquema ao lado. A norma requer, entre outros, que a organização desenvolva e implemente uma política energética, estabeleça objetivos, metas e planos de ação, que os monitorize e que procure, continuamente, melhorar os seus indicadores de performance energética. A ISO 50001:2011 é aplicável a todos os tipos de organizações (públicas ou privadas), independentemente da sua dimensão, condições geográficas, culturais e sociais. Tal como acontece com outras normas de sistemas de gestão, nomeadamente na ISO 9001 (sistemas de gestão da qualidade) e na ISO 14001 (sistemas de gestão ambiental), a complexidade do sistema deve ser adequada à dimensão da organização, de forma a maximizar os proveitos decorrentes da implementação.

2.1.1.2. Dimensionamento dos parâmetros

- Quais os parâmetros necessários para análise da instalação das medidas de melhoria?
 - Parâmetros técnicos relativo ao status quo do equipamento
 - Já existe um sistema de gestão de energia no edifício?
 - Os requisitos técnicos para utilização de um SGE estão todos cumpridos?
 - É possível equipar os contadores de energia existentes com *data loggers* de forma a guardar os dados de consumo em formato digital e poder transferir a informação para um programa informático?
 - Quantos contadores de energia e sensores estão atualmente em utilização e como é que estão distribuídos (um para cada andar/um para cada ar condicionado, etc.?)
 - Existe um registo histórico de medição dos consumos de energia?
 - Que modificações técnicas são necessárias de forma a introduzir sensores e respetivos equipamentos de controlo ou atuação e contadores no sistema técnico e equipamentos instalados no edifício?
 - Elementos essenciais relacionados com a introdução de novos equipamentos na instalação
 - É necessário informar o fornecedor de energia ou pedir autorização para mudar ou ajustar os equipamentos de medição?
 - Estarão os engenheiros das instalações disponíveis para trabalhar com o Sistema de Gestão de Energia e com os novos sistemas de monitorização?

2.1.1.3. Adequação das medidas

Condições típicas à volta desta medida:

- Esta medida é adequada para aplicação em edifícios com múltiplos sistemas técnicos
- É especialmente atractiva para edifícios com um número elevado de cargas eléctricas.

2.1.1.4. *Medida não aplicável a*

Esta medida não é adequada para

- Edifícios com poucas instalações técnicas /sistemas

2.1.2. Método de Cálculo

2.1.2.1. *Poupanças estimadas*

A implementação de um Sistema de gestão de energia e monitorização num edifício não traz automaticamente poupanças energéticas. Além da instalação dos equipamentos, é necessário fazer mudanças e ajustes de forma dinâmica e continuamente nos valores de referência com base na informação entretanto recolhida, de forma a melhorar os indicadores de desempenho energético. Consequentemente, não é possível calcular as poupanças realizadas com base num método específico. É expectável que a implementação de um SGE produza cerca de 5-10% de poupanças, relativamente ao consumo total de energia, devido à deteção e correção de deficiências no sistema. A dimensão das poupanças depende da situação atual do estado do edifício, ou seja depende do índice de desempenho atual do edifício.

Instalar um Sistema de Gestão de Energia permite aos edifícios e às empresas estabelecer os sistemas e processos necessários para melhorar o seu desempenho energético global, incluindo a utilização, consumo e eficiência energética, através da implementação das medidas de melhoria apresentadas na secção 1.1, de forma muito simplificada e possibilitando a combinação de várias medidas. Para calcular as poupanças de energia associadas ao sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado, consultar a toolbox 6 e para as medidas de iluminação, consultar a toolbox 1.

2.1.2.2. *Custos de investimento*

- Material:
 - Software do SGE
 - Equipamentos de medição incluindo data loggers e sistema de transferência e comunicação de dados
- Mão de obra:
 - Instalação do SGE e do equipamento de medição

2.1.2.3. *Custos de operação/funcionamento*

- Verificação qualitativa regular após implementação

- Análise e verificação da informação recolhida sobre os consumos tanto no início do processo de monitorização por forma a identificar e implementar as medidas de controlo necessárias, e também numa base regular para verificar o impacto das medidas implementadas e das características energéticas do edifício.
- Análise de longo prazo e verificação da qualidade das medições.

2.1.2.4. Vida útil esperada das medidas e custos de substituição resultantes (se os houver)

A vida útil das medidas depende principalmente da análise regular aos dados de monitorização e verificação da plausibilidade.

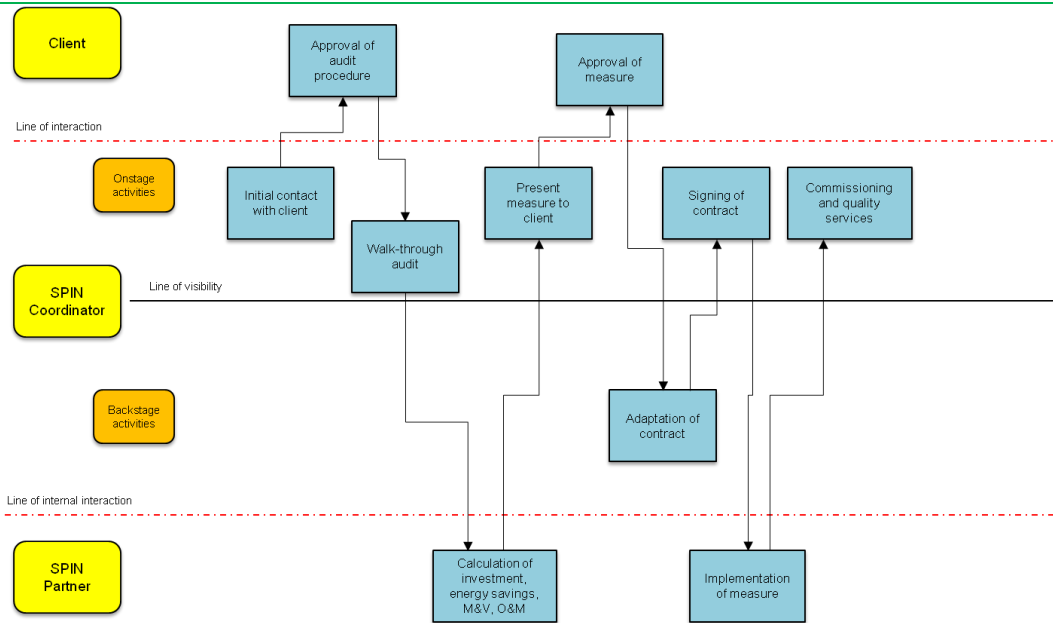
Os componentes físicos, hardware, tais como sensores e contadores são sujeitos a substituições periódicas. A duração esperada para os servidores e interface de software é de 5 anos. Para outros componentes do sistema, a sua duração é de 10 a 15 anos.

2.1.2.5. Análise de fluxo de caixa descontado (valor atualizado dos fluxos financeiro) e Valor Atual Líquido (VAL)

Por forma a elaborar uma análise de fluxo de caixa descontado, a taxa de amortização e o valor atual líquido do investimento podem ser calculados usando as ferramentas elaboradas no âmbito do projeto EPC+. Recomenda-se a consulta da *toolbox* Europeia, em www.epcplus.org/energy-service-packages/. Para estimar a taxa de amortização do Sistema de monitorização, pode ser usada uma ferramenta desenvolvida pela agência Austríaca e7, mas apenas disponível em Alemão em <https://e-sieben.shinyapps.io/evm-roi>.

2.1.3. Fluxo do processo de implementação: incluindo verificação/garantia de qualidade das medidas durante e após a sua implementação

O processo de implementação de um SGE e dos componentes de medição começa com avaliação da atual infraestrutura de medição existente no edifício e nº de contadores de energia assim como de todos os requisitos das instalações/sistemas técnicas existentes e que vão passar a ser controlados pelo SGE. Em conjunto com os responsáveis pela instalação, será concebido o plano de monitorização assim como um planeamento dos prazos para verificação regular da informação recolhida, sua análise e interpretação.



2.1.4. Opções de Medição & Verificação por forma a avaliar o desempenho relativamente à garantia oferecida¹

Saliente-se: É essencial esclarecer e confirmar quais os parâmetros de conforto atuais (temperatura interior, temperatura do ar, valores de humidade, taxas de renovação de ar, horários de funcionamento) assim como identificar o *baseline* na altura da auditoria detalhada, **em colaboração com o cliente e antes de estabelecer o Contrato de Desempenho Energético**. Pode ser usada a redação normalizada, usada em acordos de contratação, para a definição dos parâmetros de conforto alvo.

É importante recolher e registar os dados operacionais relevantes do período de referência. Os dados têm de estar acessíveis durante todo o tempo de execução do contrato. Portanto, será estabelecido um plano de Medição e Verificação (M&V). O plano contém informações detalhadas sobre a instalação e calibração do equipamento de medição necessária. Após a implementação das medidas de eficiência energética é realizada uma verificação de funcionalidade. O plano termina com um relatório sobre as poupanças de energia e de redução de custos.

Os seguintes aspetos terão de ser definidos com o cliente:

- Metodologia e nível de detalhe da verificação das poupanças de energia (por exemplo, verificação de sistemas específicos com base em dados de monitorização)
- Fatores de influência a ser incluídos no sistema de monitorização (normalização automática por área ou taxa de ocupação, clima, alterações dos parâmetros de conforto, etc.)
- Alterações desprezíveis: gama de tolerância (por exemplo, $\pm 5\%$ alterações relativamente aos fatores acima mencionados)

¹ Critério: esforço mínimo, mas salvaguardando uma prova qualitativa adequada para uma implementação sólida e um desempenho considerável, e não apenas instalação.

- Deve ser clarificado, antecipadamente, quem é responsável por adotar os parâmetros de operação/funcionamento, análise dos dados e identificação de outras medidas de eficiência energética (gestor da instalação, parceiro da SPIN, etc.). Todas as alterações dos parâmetros de controlo têm de ser registados eletronicamente. Uma forma adequada de documentar os procedimentos pode ser uma entrada no registo de alterações do programa ou um screenshot dos parâmetros operacionais alterados dos sistemas técnicos do edifício no interface do sistema de gestão do edifício.

Dado que a medida representa a implementação de um sistema de medição a longo prazo de forma detalhada, o desempenho do sistema pode ser garantido através de uma verificação regular da fiabilidade do sistema de forma a evitar falhas nos dados ou mau funcionamento dos sistemas (semanalmente ou mensalmente).

O plano de M&V deve seguir a opção B do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Desempenho (IPMVP) para calcular as poupanças de energia realizadas. A Opção B diz que todos os parâmetros necessários devem ser medidos no local. O sistema AVAC define as fronteiras do sistema. Portanto, os esforços de medição de variáveis independentes e fatores estáticos podem ser reduzidos.

Para verificar as poupanças, devem ser avaliados os seguintes dados pelo menos trimestralmente:

- Parâmetros de conforto: temperatura do ar interior (por exemplo: medida de 15 em 15 minutos)
- Energia eléctrica e outro consumo de energia para aquecimento, arrefecimento e ventilação (e.g. medida de 15 em 15 minutos ou de hora a hora)
- Taxa de ocupação do edifício, mudanças que influenciem a normalização calculada anteriormente (evento desencadeado)
- Mudanças registradas nas configurações do sistema de controlo técnico do edifício
- Consumo total do edifício: É aconselhável executar uma verificação plausibilidade das poupanças alcançadas usando o consumo total de energia do edifício.

Uma abordagem alternativa para o plano de M&V poderia ser a utilização de diagramas de carga para o edifício todo.

Se todos os parâmetros externos que determinam a procura de energia de um edifício forem bem conhecidas ou permanecerem estáveis, o conceito de M&V pode ser simplificado utilizando o diagrama de carga do edifício. Portanto, é preciso definir um certo período de tempo para medir o perfil de carga, com uma resolução apropriada antes de fazer qualquer medida (e.g. dois meses ou um ano). Em alguns países, tal como na Áustria, os diagramas de carga do consumo de calor e eletricidade são fornecidos pelo operador da rede, gratuitamente, para períodos de 15 minutos. Todos os parâmetros externos devem também ser medidos para o mesmo período, tal como temperatura e horário de trabalho.

Após implementar a medida de eficiência energética, o diagrama de carga, incluindo todos os parâmetros externos, precisa de ser medido novamente para o mesmo período. Por forma a avaliar as poupanças realizadas pela medida de melhoria, os parâmetros externos são usados para normalizar os diagramas de carga medidos. No entanto, este método deve ser usado de forma cautelosa e só é recomendado em casos excecionais.