

Gestão de Energia

Estudo de caso no setor de Saneamento

Análise de “*gap*” para implantação da norma ABNT NBR ISO 50001 na estação de tratamento de esgotos de Arujá



FICHA TÉCNICA

Texto original em português elaborado por:

Alberto José Fossa

Felipe de Albuquerque Sgarbi

Alexandre de Barros Gallo

Revisado e supervisionado por:

Glycon Garcia Jr.

ESCLARECIMENTOS

Apesar de este documento ter sido preparado com os devidos cuidados, o ICA e qualquer outra instituição participante não se responsabilizam pelas informações e análises apresentadas que devem ser creditadas diretamente aos autores do documento.

Sumário

1.	Introdução	5
1.1.	Justificativa	5
1.2.	Objetivos	6
2.	Apresentação	8
2.1.	A Sabesp	8
2.2.	Aspectos gerais do tratamento de esgoto na Sabesp	9
2.2.1.	Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA)	9
2.2.2.	Lagoa facultativa	9
2.2.3.	Lagoa anaeróbia	10
2.2.4.	Lagoa aerada	10
2.2.5.	Baias e valas de infiltração	11
2.2.6.	Flotação	11
2.2.7.	Lagoa de maturação	11
2.3.	A estação de tratamento de esgotos (ETE) Arujá.....	11
2.3.1.	Descrição geral	11
2.3.2.	Consumo de energia	15
3.	A gestão de energia e a promoção da eficiência energética	18
3.1.	Aspectos gerais.....	18
3.2.	A ABNT NBR ISO 50001	21
3.2.1.	A origem	21
3.2.2.	Os requisitos da ABNT NBR ISO 50001.....	22
3.3.	A implementação dos Sistemas de Gestão de Energia	24
3.3.1.	Análise de <i>gap</i>	24
3.3.2.	Início do processo de implementação de um SGE	25
3.3.2.1.	Planejamento energético	27
3.3.2.2.	Implementação e operação	27
3.3.2.3.	Monitoramento e verificação.....	28
3.3.2.4.	Análise crítica	28
3.4.	Oportunidades de melhoria do desempenho energético em ETEs	29
3.4.1.	Eficiência energética, gestão de carga e estratégias de resposta a demanda	30

3.4.2.	Tecnologias e processos emergentes que impactam o uso de energia.....	33
3.4.3.	Métodos de geração de energia	34
4.	Implementação de um SGE na ETE Arujá.....	35
4.1.	Análise de <i>gap</i>	35
4.1.1.	Escopo e Política Energética.....	35
4.1.2.	Planejamento Energético	36
4.1.3.	Controle Operacional	37
4.1.4.	Verificação.....	39
4.1.5.	Síntese	39
4.2.	Planejamento e atividades para estabelecimento do SGE	41
5.	Considerações finais.....	45
6.	Agradecimentos	46
7.	Referências bibliográficas	47

1. Introdução

1.1. Justificativa

Os indicadores de cobertura de serviços de saneamento básico no Brasil indicam que o setor deve enfrentar desafios relevantes para expandir a oferta de seus serviços a uma parcela significativa da população. De acordo com o a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA, 2016), a principal lacuna refere-se ao tratamento de esgoto, uma vez que este serviço contempla apenas 40% do volume total de resíduos gerado. Em relação ao atendimento de rede, a coleta de esgoto e o fornecimento de água abrangem, respectivamente, 50% e 83% da população brasileira. Em termos absolutos, isto significa que pouco mais de 100 milhões de pessoas não contam com coleta de esgoto em seus domicílios.

Os processos envolvidos nos serviços de fornecimento de água potável e tratamento de esgoto demandam grandes quantidades de energia. De fato, o consumo energético representa, em média, o maior custo controlável relacionado a estas atividades (EPA, 2008). Do total de eletricidade demandado pelas empresas do setor de saneamento, cerca de 95% destina-se aos sistemas de abastecimento d'água (EPA, 2008). Os 5% restantes são utilizados para suportar as atividades dos sistemas de esgotamento sanitário. Em 2014, a Sabesp consumiu cerca de 273 GWh para tratar pouco mais de 850 milhões de m³ de esgoto (SNIS, 2016), o que a configura como o maior consumidor de eletricidade da área de concessão da Eletropaulo. No contexto nacional, o consumo elétrico do setor de saneamento ambiental responde por cerca de 2,5% do consumo elétrico total brasileiro (MME, 2011).

No contexto de países com relevantes restrições de cunho econômico-financeiras, dentre os quais o Brasil se insere, a redução do consumo energético associado aos processos de fornecimento de água e coleta e tratamento de esgoto ganha especial importância, pois

pode contribuir para acelerar a expansão da oferta de serviços de saneamento básico para a população.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste documento é identificar e descrever os passos necessários para que um Sistema de Gestão de Energia (SGE) compatível com a norma “ABNT NBR ISO 50001 – Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso”^{1,2} seja implementado na estação de tratamento de esgoto (ETE) de Arujá. As atividades desenvolvidas para atingir tal objetivo são elencadas a seguir:

- o Visita a campo para reconhecimento da ETE Arujá, incluindo reunião com a equipe técnica responsável pela sua operação;
- o Elaboração de diagnóstico focado nos processos consumidores de energia da ETE Arujá;
- o Identificação e análise de sistemas de gestão já em operação da ETE Arujá;
- o Elaboração de “análise de *gap*” visando à identificação dos requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001 já atendidos pelos demais sistemas de gestão já em operação na ETE Arujá dos requisitos faltantes;
- o Elaboração de um plano de ação que oriente o processo de implementação de um SGE compatível com a ABNT NBR ISO 50001 na ETE Arujá.

O presente documento está dividido em 4 seções, além desta Introdução. No Capítulo 2, informações sobre a Sabesp e a ETE Arujá são apresentadas. No Capítulo 3, discorre-se sobre o referencial teórico necessário para que as premissas de um sistema de gestão de

¹ Apesar de se tratar de uma norma publicada no Brasil em português, o seu nome oficial contém a palavra “ISO” para registrar que o seu texto é uma tradução exata da versão internacional da norma de sistemas de gestão de energia da *International Organization for Standardization* (ISO 50001 - *Energy management systems — Requirements with guidance for use*).

² O presente documento foi elaborado com base na versão da ISO 50001 de 2011. No entanto, em 2018, uma nova versão da norma foi publicada, o que explicaria eventuais diferenças estruturais entre o conteúdo deste texto e a versão atual da ISO 50001.

energia compatível com a ABNT NBR ISO 50001 sejam devidamente compreendidas. No Capítulo 4, discutem-se as lacunas que deverão ser mitigadas para que um SGE seja implementado na ETE Arujá. No Capítulo 5, são apresentadas as considerações finais do estudo.

2. Apresentação

2.1. A Sabesp

Fundada em 1973, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) é responsável pelo fornecimento de água e coleta e tratamento de esgoto em 365 municípios do estado de São Paulo³. No total, os serviços de tratamento de água e coleta de esgoto abrangem 28,6 milhões e 22,8 milhões de pessoas, respectivamente (Sabesp, 2015).

Atualmente, a Sabesp é considerada a maior empresa do setor de saneamento das Américas e a quinta maior do mundo em termos de clientes atendidos. Sua operação envolve 235 estações de tratamento de água e 539 estações de tratamento de esgoto, incluindo 9 emissários submarinos. A rede de distribuição de água alcança 71,7 mil quilômetros. A de esgotos, 48,8 mil quilômetros. Na Tabela 1, são apresentados indicadores de prestação de serviços da Sabesp.

Tabela 1 – Indicadores de prestação de serviços da Sabesp em 2015

Indicador	
Índice de atendimento em água	Aprox. 100%
Índice de atendimento em coleta de esgoto	86%
Índice de tratamento dos esgotos coletados	78%
Ligações de água	8.420.000
Ligações de esgoto	6.861.000

Fonte: Sabesp (2015)

A tarifa de fornecimento de água e tratamento de esgoto cobrada do usuário final, comumente chamada de “conta de água”, é definida com base nos custos dos serviços prestados pela empresa detentora da concessão pública. No caso da área de concessão da Sabesp, este cálculo é elaborado pela Agência Reguladora de Saneamento e Energia

³ A Sabesp ainda atende, parcialmente, ao município de Mogi das Cruzes e fornece água no atacado para outros cinco municípios localizados na região metropolitana de São Paulo, dos quais quatro também utilizam serviços de tratamento de esgotos.

do Estado de São Paulo (Arsesp), que constitui a entidade responsável pelo *“monitoramento e (...) avaliação dos custos e a definição de metas que estimulem o aumento da eficiência na prestação dos serviços”* (Arsesp, 2016).

2.2. Aspectos gerais do tratamento de esgoto na Sabesp

O processo de tratamento de esgoto consiste, em linhas gerais, na aceleração dos fenômenos naturais por meio dos quais a água é purificada. As tecnologias e procedimentos envolvidos nesta atividade são diversos e variam de acordo com diferentes fatores, entre eles o tipo e o volume do material a ser tratado, as condições ambientais locais e os recursos financeiros disponíveis para investimento. No caso da Sabesp, os métodos empregados são descritos nos subitens subsequentes (Sabesp, 2016).

2.2.1. Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA)

Trata-se de um reator fechado. O tratamento biológico ocorre por processo anaeróbio, isto é, sem a presença de oxigênio. A decomposição da matéria orgânica é feita por microrganismos presentes num manto de lodo. A eficiência do processo varia de 65% a 75% e, em função disto, um tratamento complementar, que pode ser feito através da lagoa facultativa, torna-se necessário. Consiste em um mecanismo compacto e de fácil operação.

2.2.2. Lagoa facultativa

Possui de 1,5 a 3 metros de profundidade. O termo "facultativo" refere-se à mistura de condições aeróbias e anaeróbias (com e sem a presença de oxigênio, respectivamente). Nestas lagoas, as condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores das águas, enquanto as condições anaeróbias predominam em camadas próximas ao fundo da lagoa. Embora parte do oxigênio necessário para manter as camadas superiores aeróbias seja fornecido pelo ambiente externo, a maior parte origina-se a partir da fotossíntese de

algas que crescem naturalmente em corpos d'água eutrofizados, caracterizados pela elevada concentração de nutrientes e incidência de luz solar.

O oxigênio produzido por estas algas é utilizado por bactérias que extraem energia a partir da oxidação da matéria orgânica contida no esgoto. Este tipo de tratamento reduz grande parte do lodo e é considerado ideal para comunidades pequenas.

2.2.3. Lagoa anaeróbia

Neste caso, as lagoas de tratamento de esgoto são profundas (entre 3 e 5 metros), condição que contribui para reduzir a penetração de luz nas suas camadas inferiores. Além disso, a lagoa recebe uma elevada carga de matéria orgânica (se comparada a lagoas facultativas), de forma a proporcionar um ambiente com baixa concentração de oxigênio. Simplificadamente, o tratamento ocorre em duas etapas. Na primeira, as moléculas da matéria orgânica são quebradas e transformadas em estruturas mais simples. Já na segunda, a matéria orgânica é convertida em metano, gás carbônico e água.

2.2.4. Lagoa aerada

Com profundidade variando entre 2,5 e 4 metros, este tipo de lagoa comporta processos baseados na presença de oxigênio. Os aeradores, normalmente instalados em partes centrais da lagoa, servem para garantir a alta concentração de oxigênio no meio (que é utilizado pelas bactérias que degradam a matéria orgânica) e manter os sólidos separados do líquido (em suspensão).

A qualidade do esgoto resultante dos processos que ocorrem na lagoa aerada não é adequada para lançamento direto pelo fato de conter uma grande quantidade de sólidos. Em função disso, a lagoa aerada normalmente é seguida de uma lagoa de decantação.

2.2.5. Baías e valas de infiltração

Trata-se de um tratamento complementar que consiste na passagem do esgoto por um filtro instalado no solo, formado por pedregulho e areia.

2.2.6. Flotação

É um processo físico-químico, no qual uma substância coagulante ajuda na formação de flocos de partículas. Com isso, as matérias em suspensão ficam mais concentradas e fáceis de serem removidas. Para otimizar o tratamento, a água é pressurizada, formando bolhas que atraem partículas, fazendo com que elas flutuem na superfície. O lodo formado é enviado a uma estação de tratamento de esgotos.

2.2.7. Lagoa de maturação

São lagoas de baixa profundidade, entre 0,5 a 2,5 metros, que possibilitam a complementação de qualquer outro sistema de tratamento de esgotos. Ela faz a remoção de bactérias e vírus de forma mais eficiente devido à alta incidência da radiação solar, que elimina microrganismos do meio.

2.3. A estação de tratamento de esgotos (ETE) Arujá

2.3.1. Descrição geral

A ETE Arujá está localizada na estrada Pirituba, município de Arujá, em uma área de 91.800 m², na margem direita do Rio Baquirivú-Guaçú (Classe 3⁴), no qual o efluente final tratado pela ETE é lançado. Sua capacidade de tratamento corresponde a 150 L/s.

⁴ As classes dos cursos d'água no Brasil são estabelecidas de acordo com a Resolução Conama N° 357 de 17 de março de 2005. De acordo com este instrumento legal, cursos d'água classe 3 podem ser destinados a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.

Os esgotos sanitários afluentes na ETE Arujá originam-se em edifícios residenciais e plantas industriais localizadas na sua bacia de drenagem, formada pelas sub-bacias dos rios Baquirivu Guaçu e Córrego Caputera (bacia do Rio Tietê) e sub-bacia do rio Jaguari (bacia do Rio Paraíba do Sul).

O processo de tratamento adotado na ETE Arujá, baseado em lagoa de aeração, pode ser considerado simples, se comparado a outros empregados em outras ETEs da Sabesp. Pertencente ao grupo dos tratamentos biológicos aeróbios, o processo conta com lagoas aeradas, seguidas de lagoas de decantação e uma lagoa de aeração final.

Inicialmente, o afluente é sujeito a um tratamento preliminar composto por duas etapas: o gradeamento mecanizado, cujo objetivo é separar elementos sólidos de tamanhos médio grande, e a caixa de areia com raspadores mecanizados, que retiram o excesso de areia do afluente. Sempre que o nível de areia acumulada atinge determinado patamar, realiza-se, mecanicamente, transporte do volume acumulado para uma caçamba localizada próxima à caixa de areia.

Terminada a fase de processamento mecânico, o afluente é direcionado para os sistemas de lagoas. Nas lagoas aeradas, os aeradores superficiais homogeneízam e introduzem oxigênio na massa líquida. O objetivo desta etapa é estimular o desenvolvimento das bactérias que processam a matéria orgânica presente no material a ser tratado.

O afluente é direcionado, então, para as lagoas de decantação, onde ocorre a sedimentação do lodo e a saída do efluente clarificado. Na fase final do processo de tratamento, o esgoto passa pela lagoa de aeração final, que tem por finalidade aumentar a concentração de oxigênio, antes do seu lançamento no corpo receptor (neste caso, o Rio Baquirivú-Guaçú, conforme mencionado anteriormente).

Nas Figuras 1 a 6 são ilustrados os processos descritos nesta seção.



Figura 1 - Gradeamento mecanizado



Figura 2 - Caixa de areia com raspadores mecanizados



Figura 3 – Lagoa aerada



Figura 4 - Lagoa de decantação



Figura 5 - Lagoa de aeração final

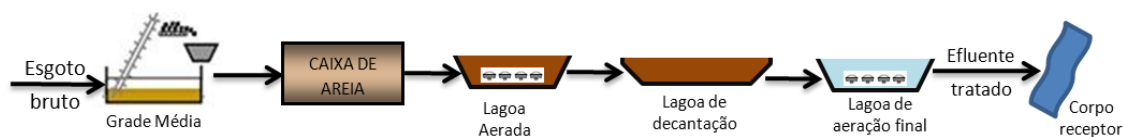


Figura 6 - Fluxograma do processo de tratamento de esgoto na ETE Arujá

2.3.2. Consumo de energia

A eletricidade é o único tipo de energia utilizado na ETE Arujá. Apresenta-se a seguir uma relação dos motores empregados nos seus processos de tratamento de esgoto:

- o Gradeamento mecanizado: 2 motores com potências equivalentes a 0,55 kW, com mais de 10 anos de operação, cada;
- o Raspadores da caixa de areia (desarenadores): 2 motores com potências equivalentes a 0,37 kW, com menos de 1 ano de operação, cada;

- Transportador de areia: 1 motor com potência equivalente a 1,1 kW, com menos de 1 ano de operação;

Aeradores (lagoa aerada e lagoa de aeração final) – 7 motores com potência equivalente a 14,71 kW, cada. Destes, 6 operam a menos de 2 anos.

Somando-se os motores utilizados, tem-se uma potência instalada equivalente a aproximadamente 106 kW. Os aeradores, equipamentos que, de acordo com os operadores da ETE operam ininterruptamente, correspondem a 97% da potência instalada total. O transporte do afluente entre as diferentes lagoas ocorre exclusivamente por gravidade.

Nas Figuras 7 e 8 é apresentada a evolução de dois indicadores de consumo de eletricidade da ETE Arujá (kWh/m³ de afluente tratado e kWh/kg de Demanda Biológica de Oxigênio – DBO retirada). A título de comparação, o valor médio de um dos indicadores de consumo energético do tratamento de esgoto total da Sabesp em 2014 equivale a 0,32 kWh/m³ (SNIS, 2016). O valor médio deste indicador para a ETE Arujá, correspondente a 0,42 kWh/m³, é cerca de 30% superior àquele observado para a empresa como um todo. No Anexo 1, os dados brutos relativos ao consumo de energia na ETE podem ser consultados.

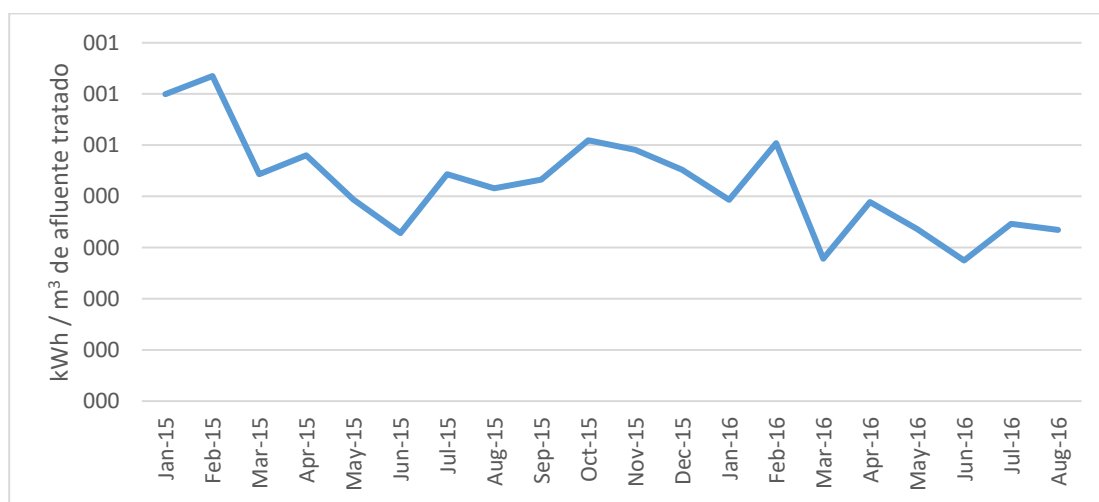


Figura 7 - Histórico de evolução da relação entre consumo energético e tratamento de afluente na ETE Arujá

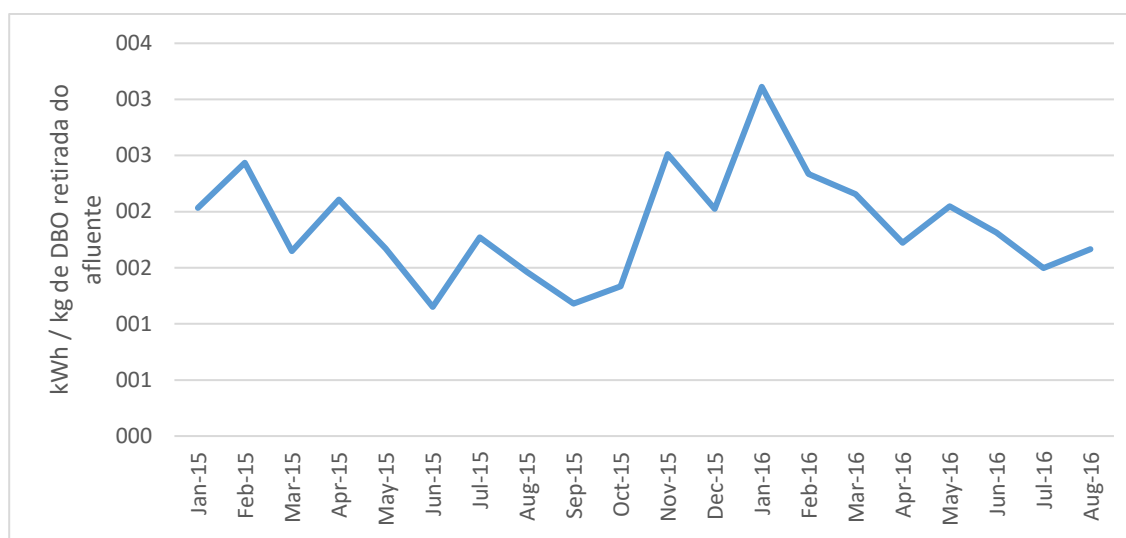


Figura 8 - Histórico de evolução da relação entre consumo energético e retirada de DBO do efluente tratado na ETE Arujá

3. A gestão de energia e a promoção da eficiência energética

3.1. Aspectos gerais

A promoção da eficiência energética é indiscutivelmente um dos principais pilares sobre os quais iniciativas que visam à promoção do consumo sustentável dos recursos naturais e o combate às mudanças climáticas globais se sustentam. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2015), aproximadamente 50% do potencial de abatimento das emissões de gases do efeito estufa até 2030 está relacionado a esta prática, conforme ilustrado na Figura 9.

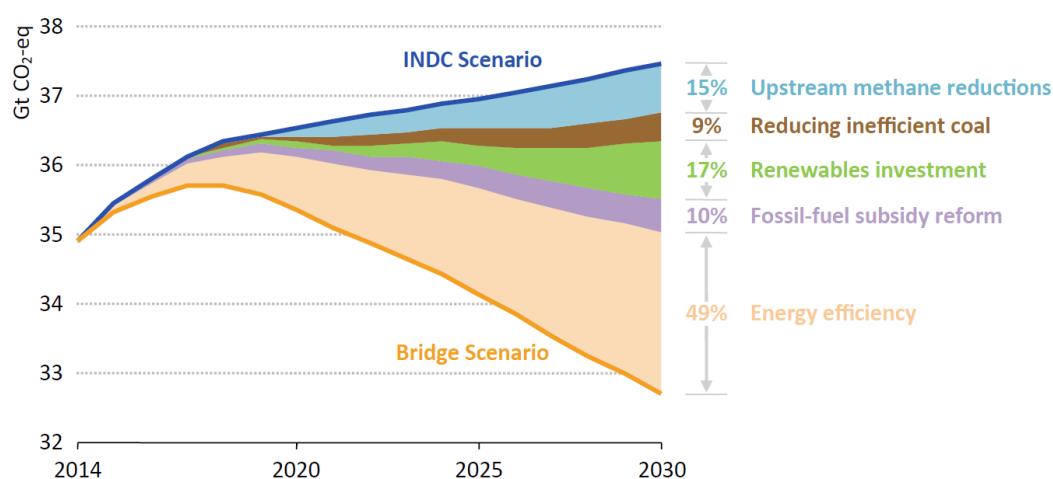


Figura 9 – Potencial de mitigação de emissões de gases de efeito estufa relacionados a diferentes medidas

Fonte: (IEA, 2015)

Do ponto de vista empresarial, investimentos em eficiência energética normalmente possuem baixo período de retorno e contribuem para o aumento da competitividade dos produtos e serviços comercializados (McKinsey & Company, 2010). Ainda assim, grande parte do potencial de eficiência energética global ainda não é explorado de forma sistemática. Por exemplo, no setor industrial, em que os benefícios advindos do investimento em eficiência energética parecem ser mais bem compreendidos, apenas

cerca de 40% do potencial identificado é devidamente aproveitado (IEA, 2012). No setor de edifícios, conforme ilustrado na Figura 10, esse valor não chega a 20%.

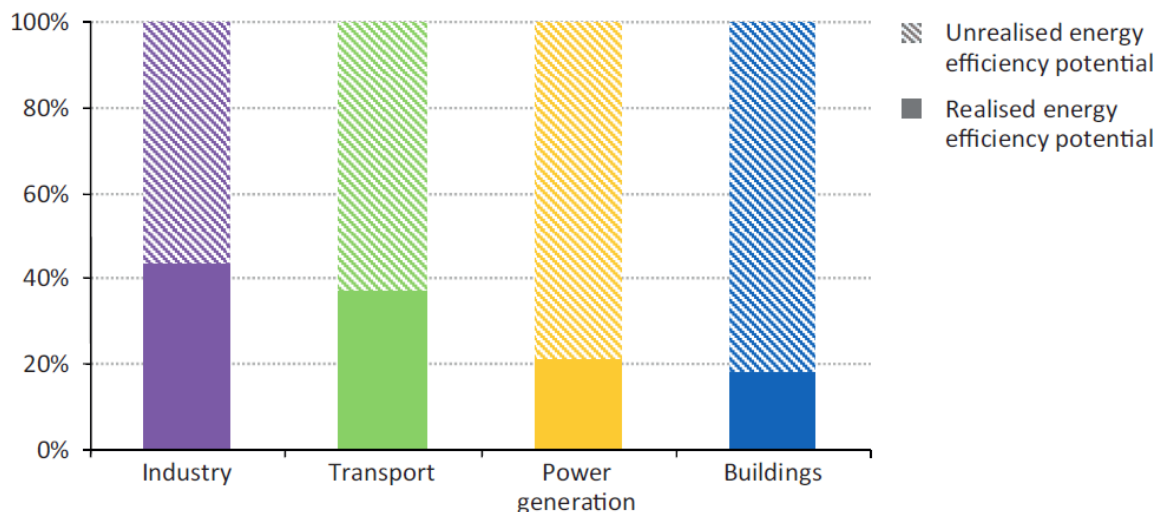


Figura 10 – Potencial de eficiência energética explorado globalmente no cenário “Novas Políticas” no período 2011- 2025.

Fonte: (IEA, 2012).

Dentre os principais motivos citados para o baixo aproveitamento do potencial existente de eficiência energética, os elevados investimentos iniciais muitas vezes necessários (normalmente associados a compra de novos equipamentos e modificações em processos produtivos, por exemplo), as dificuldades em se aferir os benefícios decorrentes dos investimentos assumidos e a pulverização das oportunidades em milhares ou milhões de equipamentos, processos, construções merecem destaque (McKinsey & Company, 2010).

Além de questões associadas a tecnologias, no entanto, deve-se atentar para o fato de que, muitas vezes, ações de mudança de comportamento humano e de avaliação crítica dos principais processos consumidores de energia são suficientes para incrementar a eficiência energética nos diferentes setores consumidores de energia.

Neste contexto, a implementação SGEs consta dentre as principais estratégias adotadas por entidades internacionais para se promover a eficiência energética ao redor do mundo⁵. Por exemplo, esta medida compõe, aliada a outras três, o plano de fomento à eficiência energética industrial adotada pela Agência Internacional de Energia (AIE, 2011).

De forma semelhante, a gestão de energia é a principal ferramenta por meio da qual a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido)⁶ apoia as ações de suporte a políticas eficiência energética no setor industrial nos inúmeros países onde a organização atua (Unido, 2009).

De uma maneira geral, SGEs são estruturas gerenciais, análogas aos sistemas de gestão de qualidade e de meio ambiente, que possibilitam o acompanhamento contínuo e permanente dos aspectos relacionados ao consumo de energia⁷ da organização em que ele é implementado. Ao lançar luz sobre os parâmetros relevantes para se compreender consumo de energia, SGEs permitem que ações de redução do consumo de energia e aumento da eficiência energética sejam implementadas e acompanhadas ao longo do tempo.

Os benefícios decorrentes da implementação de SGEs em termos de retorno do investimento, redução do consumo de energia e redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) normalmente são divulgados no formato de “estudo de caso” por empresas que o implementam, como a BSI⁸, ou por entidades que promovem a sua disseminação, como o *Clean Energy Ministerial*⁹.

⁵ Pode-se mencionar, adicionalmente, a redução dos subsídios à energia, em especial os combustíveis fósseis, e a introdução de incentivos para a eficiência energética (McKinsey & Company, 2010)

⁶ Iniciais do nome, em inglês, da instituição: “United Nations Industrial Development Organization”.

⁷ No âmbito específico dos SGEs, utiliza-se mais comumente o termo “uso e consumo de energia”, fazendo referência aos usos finais e as diferentes formas de energia consumida, respectivamente.

⁸ <http://www.bsigroup.com/en-GB/iso-50001-energy-management/case-studies/>

⁹ <http://www.cleanenergyministerial.org/Our-Work/Initiatives/Energy-Management/Case-Studies>

3.2. A ABNT NBR ISO 50001

3.2.1. A origem

Em 2011, a *International Organization for Standardization* (ISO) publicou uma norma específica para SGEs, conhecida no Brasil como “ABNT NBR ISO 50001 - Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso”. De acordo com a instituição, a norma estabelece “um arcabouço para plantas industriais, instalações comerciais, institucionais e governamentais e organizações inteiras gerenciarem energia” (ISO, 2011). No Box 1, informações sobre o processo de desenvolvimento da ISO 50001 são apresentadas.

Box 1 – O processo de desenvolvimento da ISO 50001

O processo de desenvolvimento da ISO 50001 iniciou-se em 2007, quando a UNIDO reuniu um grupo de especialistas em sistemas industriais e em normas de gestão de energia na indústria. A reunião incluiu representantes de países em desenvolvimento, o secretariado da ISO e de países que já possuíam normas nacionais de gestão de energia, tais como a Dinamarca, Irlanda, Suécia e Estados Unidos. Como resultado do encontro, um pedido formal para que se desenvolvesse uma norma internacional focada em Sistemas de Gestão de Energia foi encaminhado à ISO. Adicionalmente, face ao interesse internacional existente sobre o assunto e ao seu potencial impacto sobre a eficiência energética industrial, a UNIDO lançou uma iniciativa para apoiar o desenvolvimento da norma. Em fevereiro de 2008, o Comitê Técnico de Gerenciamento da ISO aprovou o pedido conjunto dos Estados Unidos e do Brasil para liderar o Project Committee (PC) 242 – Energy Management (transformado em Technical Committee em 2011), no âmbito do qual a norma, agora já enumerada ISO 50001, seria desenvolvida. Em 2011 a ISO 50001 foi lançada. Em 2015, iniciou-se o seu processo de revisão, cujo término é estimado para 2018. A principal modificação esperada desta revisão é a incorporação, à norma, do High Level Structure (HLS), estrutura organizacional que a ISO tem tornado comum a todos os seus sistemas de gestão.

Uma das características mais marcantes da ISO 50001 é a introdução do conceito “desempenho energético”. Mais amplo que o conceito de eficiência energética, o desempenho energético incorpora não apenas a eficiência, mas também o uso e o

consumo de energia (relacionados, respectivamente aos usos finais e a os tipos de energia utilizados).

Além da eficiência energética, portanto, a melhoria contínua do desempenho energético requer uma reflexão sobre como a energia está sendo utilizada na instituição e sobre as fontes que estão sendo utilizadas para que determinados serviços energéticos sejam disponibilizados.

3.2.2. Os requisitos da ABNT NBR ISO 50001

Assim como qualquer sistema de gestão, a ABNT NBR ISO 50001 possui uma estrutura de requisitos formalmente estabelecida que deve ser seguida pela organização que busca obter um reconhecimento quanto ao seu monitoramento contínuo de desempenho energético. Neste item, são analisados os principais aspectos desta estrutura.

- Política energética: A política energética constitui o principal instrumento por meio do qual a organização expressa formalmente o seu comprometimento e apoio à gestão da energia no âmbito de sua operação. Este documento deve ficar disponível como informações documentada e ser amplamente divulgado para todas as áreas da organização e partes interessadas, de forma a evidenciar o compromisso da Alta Direção da organização perante os seus colaboradores.
- Fronteira e escopo do SGE: A norma define a fronteira como os limites físicos e/ou organizacionais definidos pela organização para que o SGE atue. Já o escopo constitui o conjunto de atividades e processos, inseridos na fronteira, abrangido pelo SGE. O escopo pode incluir várias fronteiras. Normalmente, o escopo está associado à principal atividade desempenhada pela a organização.
- Definição de responsabilidades: O apoio e comprometimento da Alta Direção também se traduz na responsabilização direta de quadros da organização pelo encaminhamento dos processos relacionados ao SGE. De acordo com a fronteira estabelecida, e o conseqüente grau de complexidade do SGE associado a ela

justificarem, os funcionários para os quais funções específicas são delegadas podem compor uma “equipe de gestão de energia”. Esse conjunto de profissionais se envolve em atividades como próprio planejamento e implementação do SGE, o monitoramento da adequação do SGE à norma ABNT NBR ISO 50001 e a publicação periódica do seu desempenho ao restante da organização, por exemplo.

- Revisão energética: a revisão energética consiste uma etapa estratégica, na medida em que reúne informações que subsidiarão o desenvolvimento das demais atividades envolvidas no processo de implantação de um SGE. De uma forma geral, na revisão energética uma análise sistemática do uso e consumo de energia é elaborada de forma a orientar os esforços de melhoria contínua do desempenho energético da organização para as principais oportunidades existentes. Busca-se o conhecimento completo dos sistemas energéticos em operação na empresa, os detalhes de sua utilização e as falhas e oportunidades que possam existir. Define-se nesta etapa, ainda, os mecanismos por meio dos quais os ganhos de eficiência energética e melhoria do desempenho energético são aferidos, incluindo:
 - Levantamento dos diferentes usos finais da energia e os diferentes tipos de energia consumidos (uso e consumo);
 - Identificação dos usos significativos de energia (USE);
 - Identificação de oportunidades para melhoria do desempenho energético;
 - Identificação de Indicadores de Desempenho Energético (IDE);
 - Definição da Linha de Base;
 - Estabelecimento de objetivos e metas do SGE.
- Plano de ação: reúne os procedimentos necessários para que os objetivos e metas do SGE possam ser atingidos, refletindo, portanto, as informações agregadas ao longo da etapa de planejamento. Esta etapa é base sobre a qual todas as atividades diretamente relacionadas à melhoria do desempenho energético da

organização são executadas. Seu conteúdo mínimo pode ser resumido conforme os seguintes tópicos:

- Identificação das atividades a serem realizadas e metas vinculadas;
 - Designação de responsabilidades relativas a cada uma das atividades;
 - Recursos (financeiros, humanos etc.) e prazos previstos para se realizar atividades e/ou atingir as metas estabelecidas;
 - Método por meio do qual a melhoria do desempenho energético será verificada.
- o Suporte: a Alta Direção da organização deve fornecer suporte para que o processo de implementação, operação e monitoramento do SGE ocorra de forma adequada. De forma específica, os diferentes tipos de recursos necessários para que os requisitos da ISO 50001 possam ser atendidos (humanos, financeiros, técnicos, infraestrutura, conhecimentos, habilidades) devem ser identificados e garantidos pela Alta Direção da organização.

3.3. A implementação dos Sistemas de Gestão de Energia

3.3.1. Análise de *gap*

Para dar início ao processo de implementação de um SGE de acordo com os requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001, é recomendável realizar uma avaliação inicial para avaliar o atual nível de cumprimento dos requisitos da norma (este tipo de verificação é comumente chamada de “análise de *gap*”).

Nessa análise é examinado o modo com que a questão energética é tratada na organização, incluindo informações que permitam o entendimento sobre “*core*” a atividade da empresa, o funcionamento dos seus processos, os fluxos e o estado atual da gestão de energia. Esse levantamento é feito por meio de análise de documentos da organização e reuniões com as diferentes pessoas envolvidas na gestão dos processos que demandam energia. Essa interação é importante para validar os *gaps* identificados

durante essa auditoria interna inicial e, adicionalmente, para sensibilizar as pessoas envolvidas quanto aos futuros passos para conceber e implementar o SGE.

Também são avaliados, durante a “análise de *gap*”, demais sistemas de gestão (como o de qualidade e o ambiental), independentemente do nível de desenvolvimento ou maturidade deles.

3.3.2. Início do processo de implementação de um SGE

O processo de implementação de um SGE inicia-se com o compromisso da Alta Direção de assegurar a disponibilidade dos recursos necessários para a sua estruturação. Este compromisso traduz-se, mais especificamente, em dois elementos concretos: a designação de um representante (ou uma equipe) responsável pelo SGE e a definição de uma política energética. Uma forma de engajar a Alta Direção, assim como os demais colaboradores da organização, é associar uma parte da remuneração variável ao atendimento dos objetivos e metas de SGE e de desempenho energético.

No longo prazo, o SGE permite que o desempenho da organização seja avaliado não apenas em um *benchmarking* em relação a concorrentes, mas também em relação a si mesma (em um outro período de tempo). Ele também torna possibilita que elementos da temática energética sejam internalizados nas práticas diárias e na cultura da organização, abrangendo todos os seus níveis hierárquicos. A compreensão destes conceitos pela Alta Direção contribui para atenuar o quadro recorrente em que melhorias em eficiência energética com tempo de retorno favoráveis muitas vezes não são implementadas devido à destinação de recursos a outras áreas. Da mesma forma, reduz a ocorrência de situações em que investimentos realizados perdem seus efeitos devido à falta de suporte operacional e de manutenção.

O responsável pelo SGE (indicado pela Alta Direção) deve ter as capacidades e competências adequadas para poder intervir no funcionamento da organização de forma a assegurar o correto funcionamento do SGE. Esse profissional pode ser um colaborador interno ou um consultor contratado para essa função, podendo as suas responsabilidades abranger a totalidade ou parte das funções.

Também cabe ao responsável pelo SGE, em alinhamento com a Alta Direção, a designação da equipe de gestão de energia (ou time de energia), que o apoiará na implementação do SGE ao longo de todas as etapas, com especial ênfase na avaliação energética. No caso desta função específica, é recomendado envolver um time multidisciplinar, composto por profissionais que possuam conhecimentos específicos de energia (incluindo equipamentos e processos) e de outros setores/áreas da organização, como áreas jurídica, de comunicação e de recursos humanos.

Já a política energética consiste em uma declaração da organização em que esta estabelece o compromisso em alcançar melhorias de desempenho energético. Para que a política energética atenda a todos os requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001 sem, no entanto, impactar a operação da organização, é recomendável que, antes da sua elaboração, se leve em consideração as estratégias corporativas já existentes.

É imprescindível que todos os níveis hierárquicos da organização estejam alinhados com os compromissos assumidos no âmbito do SGE, em particular na política energética, de modo que todos os colaboradores estejam comprometidos com a melhoria do desempenho energético. Neste sentido, a política energética deve conter uma mensagem clara e inteligível por todos os membros da organização.

Após a sensibilização da Alta Direção - o que resulta, conforme apontado anteriormente, na indicação do responsável pelo SGE e na definição da política energética da organização – são desenvolvidas quatro atividades principais, organizadas numa estrutura de ciclo de

melhoria contínua aos moldes de PDCA¹⁰, na seguinte ordem: planejamento energético, implementação e operação, verificação e análise crítica. Estas atividades são descritas a seguir.

3.3.2.1. Planejamento energético

O planejamento energético constitui uma das principais – e, certamente, mais críticas – etapas da implementação de um SGE compatível com os requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001. Este processo deve atender à política energética da organização e é considerado fundamental para garantir a melhoria contínua do seu desempenho energético.

O conteúdo do planejamento energético inclui, minimamente, os seguintes aspectos: avaliação de requisitos legais e outros requisitos, revisão energética, linha de base energética (LBE), indicadores de desempenho energético (IDE), objetivos e metas energéticas e planos de ação para a gestão de energia.

3.3.2.2. Implementação e operação

Normalmente, procedimentos operacionais são estabelecidos para orientar a execução dos processos produtivos de qualquer organização. No entanto, tais procedimentos raramente contemplam as múltiplas variáveis relacionadas a energia consumida em cada atividade. Para mitigar essa lacuna, durante a fase de “implementação e operação” do processo de estruturação de um SGE, os aspectos relacionados ao consumo energético das atividades diárias da organização são analisados e integrados.

Ações de projeto que envolvam a ampliação, modificação e/ou renovação de instalações e equipamentos, assim como procedimentos de aquisição de serviços de energia,

¹⁰ Sigla em inglês para “Plan, Do, Check, Act”.

produtos, equipamentos e energia, também devem ser observados nesta fase, com o objetivo de se garantir a adequação sistemática da infraestrutura existente e em transformação aos requisitos do SGE.

3.3.2.3. Monitoramento e verificação

A fase de monitoramento e verificação envolve atividades de medição e análise de dados relacionadas ao consumo de energia na organização, de forma que avaliações sobre a evolução do desempenho energético, o atendimento a metas e objetivos possam ser elaboradas. Adicionalmente, os dados gerados nesta fase contribuem para ações como a análise de conformidade e auditorias internas

Do ponto de vista prático, são de grande utilidade para esta fase os sistemas de monitoramento remoto que integram *hardware* e *software* que, a partir da coleta e tratamento de dados, fornecem informações operacionais com alto grau de objetividade para os colaboradores da organização responsáveis pela implementação e manutenção do SGE.

3.3.2.4. Análise crítica

A análise crítica constitui o momento em que a Alta Direção da organização, em posse das informações geradas a partir das atividade de monitoramento e verificação, verifica a consistência entre a evolução dos indicadores de desempenho energético, a política energética e os objetivos e metas energéticas. O resultado desta verificação pode levar à revisão das estratégias adotadas ou à adoção de novas estratégias, a depender da situação constatada.

3.4. Oportunidades de melhoria do desempenho energético em ETEs

A relevante participação dos custos de energia nos custos totais das atividades de saneamento básico enseja o desenvolvimento de uma série de iniciativas e estudos focados em estratégias que levem ao aumento da eficiência e redução do consumo energético neste setor. Os Estados Unidos, em especial, possui uma produção científica especialmente rica sobre o tema (Pabi et al., 2013; EPA, 2013).

De maneira geral, as oportunidades de aumento do desempenho energético de uma ETE podem ser divididas em três grupos:

- 1 - Eficiência energética, gestão de carga e estratégias de resposta a demanda;
- 2 - Tecnologias e processos emergentes que impactam o uso de energia; e
- 3 - Métodos geração de energia.

Com o intuito de conferir objetividade ao presente documento, os exemplos ora apresentados foram selecionados de forma a refletir a realidade operacional da ETE Arujá. Longe de ter como objetivo abranger de forma definitiva o universo de ações de melhoria do desempenho energético em ETEs, o intuito dessa seção é fornecer ao leitor uma noção ampla das principais práticas que resultam na economia de energia e melhoria do desempenho energético em ETEs.

Conforme discutido anteriormente, a ETE Arujá emprega processos considerados simples quando comparado à ampla gama de formas de tratamento de esgoto existentes. Os exemplos de medidas de melhoria do desempenho energético apresentados a seguir refletem, portanto, o reduzido grau de complexidade do tratamento de esgoto desta ETE.

3.4.1. Eficiência energética, gestão de carga e estratégias de resposta a demanda

A utilização de sistemas de monitoramento de dados e controle de processos é normalmente observada em ETEs. O grau de sofisticação desses elementos varia de acordo com os processos empregados nas unidades de tratamento e pode abranger desde equipamentos de funcionamento simples, com controladores lógicos programáveis, a complexos sistemas SCADA¹¹.

Normalmente, o principal foco da aplicação dos sistemas de monitoramento são as unidades de aeração que, juntas com os sistemas de bombeamento, representam, em média, o principal consumo energético em ETEs (EPA, 2008). De fato, sistemas de aeração podem ser responsável por até 40% de toda a demanda elétrica de uma ETE (Pabi et al., 2013).

No caso deste tipo de aplicação, o sistema de controle pode monitorar o nível de oxigênio dissolvido (OD) nas lagoas de aeração e controlar a potência dos aeradores em função desta variável. Tal controle tende a gerar economias expressivas nos momentos de baixo ingresso de afluentes (por exemplo, no período noturno), quando a demanda por aeração é sensivelmente inferior quando comparada aos períodos de pico de recebimento de afluentes.

No caso de ETEs que utilizam sistemas de lodo ativado, sistemas como o SCADA também são úteis para controlar os sistemas de bombeamento e secagem do lodo. A ETE Arujá, entretanto, não utiliza este processo de tratamento.

Além dos sistemas de monitoramento de dados e controle de processos, a prevenção de infiltração de água na rede de esgoto impede que o volume de afluente recebido na ETE aumente desnecessariamente, especialmente em períodos chuvosos. Este controle

¹¹ *Supervisory Control and Data Acquisition*

contribui para a redução do consumo energético na medida em que o volume de afluente, ainda que com baixa carga de matéria orgânica, está diretamente relacionado à demanda por aeração nas lagoas reservadas a este propósito.

Entretanto, a adoção deste tipo de medida deve ser avaliada diante da definição do limite e escopo de um SGE. Considerando que: 1) os pontos de infiltração de água na rede de esgoto podem estar localizados em qualquer ponto da tubulação (inclusive, portanto, a muitos quilômetros de distância da ETE); e 2) que o limite de um SGE normalmente se limita às instalações físicas da ETE; o reparo da rede de esgoto pode não ser formalmente considerado uma oportunidade de aumento de desempenho energético no âmbito do desenvolvimento do SGE da ETE em foco. Neste caso, deve-se avaliar possibilidade de inclusão da rede de captação de esgoto nos limites do SGE ou simplesmente excluir o reparo de redes do rol de medidas relacionadas aos esforços de gestão de energia em ETEs (sem, no entanto, deixar de tratar o problema de forma adequada).

Do ponto de vista da eficiência energética, a efficientização dos sistemas de bombas e motores consiste na principal oportunidade de melhoria do desempenho energético em ETEs. Neste caso, tanto ações sistêmicas, focadas no conjunto total de motores e bombas de uma ETE, com ações específicas, focadas nos equipamentos considerados críticos, podem ser adotadas.

Exemplos de ações sistêmicas são: 1) o *retrofit* de redes levando-se em conta a redução do atrito do fluido com a tubulação; 2) a implementação de uma rotina de manutenção periódica e de teste de desempenho; e 3) o controle integrado da operação do parque de motores e bombas.

Ações específicas, por outro lado, incluem: 1) a substituição de motores e bombas antigos e mal dimensionados; e 2) a utilização de inversores de frequência, que permitem a modulação da rotação de motores de acordo com a demanda momentânea.

Cabe ressaltar, entretanto, que, uma vez que o transporte de afluentes na ETE Arujá se dá exclusivamente por gravidade, conforme exposto no Item 2.3, ações focadas em sistemas de bombeamento não devem constar de medidas potencialmente adotadas nesta ETE.

Adicionalmente, a utilização de sistemas avançados de aeração, que incluem a utilização de difusores de oxigênio submersos acoplados a uma sistema de rede ar pode reduzir a demanda elétrica de motores dos sopradores em até 40% (Pabi et al., 2013). A diversidade de tecnologias inovadoras que aumentam a eficiência dos sistemas de aeração (difusores de membranas, turbinas injetoras submersas, sopradores turbos de alta velocidade etc.) é grande e evolui rapidamente. A seleção por determinadas tecnologias depende de fatores econômicos e técnicos que normalmente são avaliados no momento em que se decide pelo *retrofit* ou substituição do sistema utilizado.

O importante a se ressaltar, neste ponto do projeto, é que sistemas de aeração, uma vez que são responsáveis por grande parte do consumo energético de uma ETE, normalmente estão no centro das estratégias de melhoria do desempenho energético destas instalações.

Existem ainda uma variada gama de medidas de resposta a demanda, que dependem de características específicas da ETE em foco. De uma forma geral, entretanto, a capacidade de armazenamento de afluentes é um fator determinante para a viabilidade de medidas desta natureza.

Para se reduzir a demanda elétrica em horários de ponta, por exemplo, medidas como a “pré-aeração” ou “super aeração” podem ser adotadas. Tais medidas consistem em antecipar a aeração e/ou aerar o afluente em níveis superiores aos considerados mínimos

nos períodos de baixa demanda elétrica, de forma evitar o acionamento do sistema de aeração no horário de ponta.

Ações vinculadas ao tratamento de controle de demanda em determinados períodos possuem objetivo de redução de custo de operação, e não estão relacionados diretamente com a melhoria do desempenho energético. De qualquer forma, podem fazer parte do rol de atividades que buscam uma eficiência também de custo de operação.

3.4.2. Tecnologias e processos emergentes que impactam o uso de energia

O conteúdo desta seção aplica-se principalmente a unidades cujos efluentes estão sujeitos um controle de qualidade rígido, normalmente superior àquele observado, de uma forma geral, no Brasil. Ainda assim, optou-se por apresentar informações relacionadas ao tema, mesmo de forma breve, para fomentar uma reflexão sobre tecnologias de ponta relacionadas ao tratamento de esgoto.

Em ETEs onde o controle de nitrogênio do efluente é realizado, o processo de desnitrificação do afluente por meio do cultivo de bactérias específicas (que transformam o nitrito diretamente em gás nitrogênio) e controle rigoroso do pH do meio pode acarretar relevantes economias de energia - da ordem de 25% - nos sistemas de aeração. Contudo, devido ao alto custo de implementação, este sistema normalmente apenas é comercialmente viável em plantas que tratam grandes volumes de esgoto.

No caso das ETEs que lançam mão de mecanismos para reduzir a carga de bactérias do afluente, a substituição de lâmpadas de mercúrio por lâmpadas ultravioleta de LED¹² também pode levar à melhoria do desempenho energético.

¹² Sigla em inglês para “*Light emission diode*”, ou diodo emissor de luz.

3.4.3. Métodos de geração de energia

As três estratégias principais para se gerar energia em ETEs consistem na geração elétrica a partir de painéis fotovoltaicos, microturbinas eólicas e a partir do aproveitamento do metano gerado em biodigestores alimentados pelo lodo da própria ETE. Neste último caso, pode-se utilizar turbinas a gás, microturbinas ou células combustíveis. A utilização de biodigestores apresenta o benefício adicional de reduzir o volume de lodo acumulado nas lagoas de decantação. Ações de geração local de energia resultam na redução de consumo de vetores energéticos distribuídos por concessionárias de serviços energéticos (normalmente, eletricidade e gás natural).

A ABNT NBR ISO 50001 ressalta a importância da adoção de solução renováveis para geração de energia e autoprodução. No entanto, a norma enfatiza a necessidade de, em primeiro lugar, se buscar a eficiência dos processos de produção, para que os ganhos energéticos sejam contínuos e permanentes, independentemente da origem da energia utilizada.

4. Implementação de um SGE na ETE Arujá

4.1. Análise de *gap*

Para avaliar o processo de implementação de SGE na ETE Arujá, foi feita uma “análise de *gap*” (ou “análise de lacuna”) focada na sua estrutura física e organizacional. O intuito da “análise de *gap*” é identificar quais aspectos necessários para a implementação de um SGE de acordo com os requisitos da ABNT NBR ISO 50001 não estão presentes no arcabouço organizacional de uma determinada da organização (lacunas) e que, portanto, deverão ser complementados.

De forma geral, constatou-se que a ETE Arujá beneficia-se de seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA), implementado com base na ABNT NBR ISO 14001, para atender alguns dos requisitos de SGE segundo a norma ABNT NBR ISO 50001. Logo, a existência prévia de um SGA é considerado um ponto positivo, pois a sua estrutura facilita a implementação de um SGE. Ainda assim, as especificidades de cada sistema de gestão determinada a necessidade de complementação dos requisitos constantes da ABNT NBR ISO 50001 não contemplados pela ABNT NBR ISO 14001.

4.1.1. Escopo e Política Energética

O escopo de implementação do SGE para o qual está se elaborando a presente “análise de *gap*” é a ETE Arujá da Sabesp, incluindo todas as atividades dentro de seus limites de sua fronteira física.

Do ponto de vista do comprometimento da Alta Direção da ETE (aspecto que pode ser avaliado de forma objetiva a partir da análise política energética), as lacunas são evidentes. Objetivamente, não há uma política energética estabelecida, o que significa uma cadeia de lacunas ligadas a temas que deveriam ser discutidos para possibilitar sua implementação, tais como os temas que estão sendo discutidos neste documento.

O aproveitamento dos mecanismos de comunicação do SGA existente para lidar com as questões relativas à comunicação da importância da gestão de energia e dos resultados obtidos pode contribuir, em adição à definição de uma política energética, para a mitigação de lacunas relacionadas ao envolvimento da Alta Direção no SGE.

Por fim, foi constatado que não há um colaborador (ou grupo de colaboradores) responsáveis pelos aspectos relacionados à energia na ETE Arujá, apesar de existir uma equipe de manutenção. Esta lacuna pode ser suprida por meio da indicação formal de um profissional para observar estes temas e da garantia, por parte da Alta Direção, dos meios para que ele possa desempenhar atribuições de maneira adequada.

4.1.2. Planejamento Energético

Apesar da ETE Arujá não possuir um planejamento energético formalmente desenvolvido, uma série de requisitos relacionados a este tema pode ser considerada total ou parcialmente atendida em função do SGA previamente existente na unidade. É o caso, por exemplo, dos requisitos legais e sua revisão, que apenas necessitam ser revisados para que passem a abranger também questões energéticas específicas.

Objetivos e metas energéticas tampouco foram identificados na ETE Arujá, apesar de a estrutura de definição destes elementos já estar prevista no SGA (necessitando apenas a criação de objetivos e metas especificamente relacionadas ao desempenho energético) e o monitoramento do consumo energético já ser executado. A existência de mecanismos de monitoramento do consumo energético (ainda que limitados e demandantes de melhorias) contribui para o estabelecimento e o monitoramento de metas de redução do consumo de energia por volume de esgoto tratado, potencialmente facilitando a mitigação dessas lacunas.

Da mesma maneira, planos de ação com atribuição de responsabilidades e cronogramas são considerados parcialmente presentes devido ao SGA implementado, restando a inserção dos temas específicos vinculados à promoção do desempenho energético.

As lacunas relacionadas ao planejamento energético mais relevantes identificadas dizem respeito à revisão energética, à linha de base energética e aos indicadores de desempenho energético.

A elaboração de uma revisão energética pode ser beneficiada pela existência dos mecanismos de medição do consumo energético e do volume de esgoto tratado. Apesar de necessitarem melhorias, conforme apontado anteriormente, estes mecanismos permitem uma análise inicial do desempenho energético da ETE Arujá.

Por fim, tanto a linha de base energética como os indicadores de desempenho energético podem ser construídos a partir de dados históricos que a organização já possui, de forma que essas lacunas, apesar de importantes, podem ser mitigadas a partir do momento em que houver uma definição formal sobre a implementação do SGE.

4.1.3. Controle Operacional

A implementação e operação de um SGE possui um grande número de requisitos que podem ser atendidos com a integração da temática energética ao atual sistema de gestão ambiental operante na ETE Arujá.

Controles operacionais foram observados de forma consistente na unidade de tratamento de esgoto, portanto a base documental de operação já se encontra presente. Há necessidade, no entanto, de complementá-la com os elementos vinculados ao consumo da energia nas diversas atividades da ETE.

Outra lacuna se refere às questões de projeto, mais especificamente nas atividades de ampliação, modificação e/ou renovação de instalações e/ou equipamentos, onde o tratamento de desempenho energético e sua melhoria precisam ser incorporados observados.

As questões voltadas à comunicação já atendem requisitos associados ao SGA, havendo uma necessidade de extensão para compreender também a temática específica de energia, a retroalimentação interna na organização para aprimoramento do SGE, assim como a comunicação externa específica sobre a política energética e o desempenho energético da organização.

As atividades de desenvolvimento de competência, treinamento e conscientização voltadas ao SGE também não são observadas, mas podem ser desenvolvidas a partir da estrutura do SGA, que seria complementado para atender as questões de competências especificamente relacionadas ao tema de gestão da energia.

Atualmente, a aquisição de serviços de energia, produtos, equipamentos e energia já devem prever especificações de qualidade e ambiente, havendo apenas a necessidade de inclusão do tema de energia no conjunto de requisitos observados.

No caso da documentação de informações, o procedimento atual segue parcialmente o sistema de gestão existente, pois não incorpora as questões de controle operacional. A inclusão deste elemento, assim como dos temas relacionados à energia, permitirá a mitigação desta lacuna, necessitando, novamente, estender suas atribuições ao SGE, assim como para as questões de controle operacional.

Finalmente, os requisitos de controle de documentos podem ser considerados preenchidos, visto que o SGA e o SGE compartilham os mesmos requisitos em relação a este tema.

4.1.4. Verificação

Em relação a este tema, as lacunas mais significativas estão ligadas ao monitoramento, medição e análise das variáveis que determinam o desempenho energético da ETE Arujá. Os sistemas de coleta, calibração e validação de dados atualmente presentes na estação podem não são suficientemente abrangentes para incorporar os indicadores de desempenho energético, objetivos e metas tipicamente definidos no âmbito do SGE, que torna necessária alguma adequação da infraestrutura de dados.

A auditoria interna do SGE não se constitui em uma lacuna relevante, uma vez que este requisito pode ser atendido por meio da extensão das auditorias existentes (em função do atual SGA) para compreender também a questão energética. Já os requisitos relacionados a tratamento de não-conformidades, ações de corretivas e preventivas e o controle de registros são tradicionais de sistemas de gestão e, portanto, já são atendidos pelo SGA em operação.

O último aspecto a ser observado, que envolve a análise crítica pela direção, também aproveita estruturas relativas ao sistema de gestão existente de forma que a maior parte dos requisitos podem ser atendidos com a integração da questão de gestão de energia e desempenho energético às atividades já desenvolvidas.

4.1.5. Síntese

Com base na “análise de *gap*” desenvolvida, os requisitos da norma de referência (a ABNT NBR ISO 50001) foram analisados e classificados quanto a três níveis de atendimento:

- Total: quando o requisito já é previsto em outros sistemas de gestão existentes e, portanto, não consiste em empecilho para o processo de implementação do SGE;
- Parcial: quando existe um tratamento parcial do requisito, mas são necessárias adequações para cobrir a temática energética;
- Nulo: quando o requisito é específico da ABNT NBR ISO 50001 e a não há nada presente sobre o requisito.

Na Tabela 2 são elencados os grupos de requisitos da ABNT NBR ISO 50001, indicando o número de requisitos que os compõem, o nível de atendimento de cada um deles e a taxa de atendimento agregada¹³.

Tabela 2 - Resumo do atendimento aos requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001

Grupo de requisitos	Nº de req.	Atendimento			Taxa de Atendimento
		Total	Parcial	Nulo	
4.1 - Requisitos gerais	3	0	1	2	17%
4.2 - Responsabilidades da gestão	19	0	0	19	0%
4.3 - Política energética	9	0	0	9	0%
4.4 - Planejamento energético	29	5	7	17	29%
4.5 - Implementação e operação	37	10	21	6	55%
4.6 - Verificação	30	13	5	12	52%
4.7 - Análise crítica pela direção	16	7	9	0	72%

Na Figura 11 as taxas de atendimento constantes da Tabela 2 são apresentadas de uma maneira que facilita a análise comparativa entre elas.

¹³ Considera-se 100% para um requisito com atendimento total, 50% para atendimento parcial e 0% para atendimento nulo. A taxa de atendimento agregada de cada grupo de requisitos é a média dos valores de atendimento dos requisitos que o compõem.

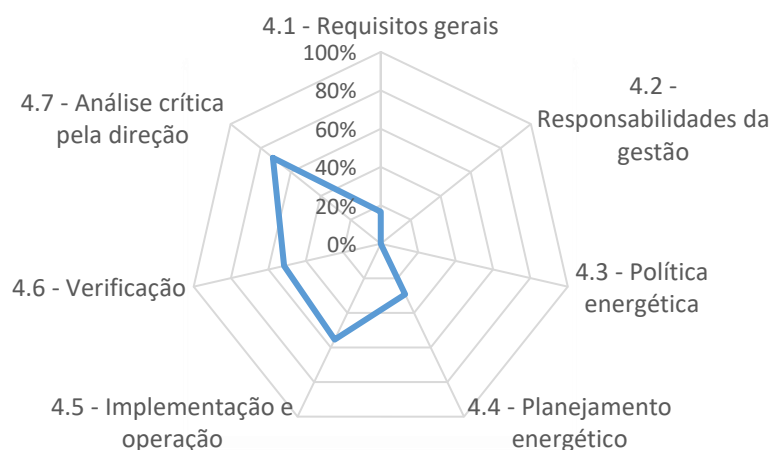


Figura 11 – Taxa de atendimento dos requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001

4.2. Planejamento e atividades para estabelecimento do SGE

A implantação de um SGE é uma atividade que deve mobilizar toda a organização, desde a Alta Direção até os níveis operacionais. Os resultados da “análise de *gap*” sugerem que existe cenário propício para a implementação de um SGE na ETE Arujá a partir de ajustes e adaptações na estrutura do SGA existente (e já certificado) e da implementação de controles complementares. Na Tabela 3, apresenta-se uma proposta de cronograma preliminar de implantação de um SGE que leva em conta a infraestrutura gerencial e operacional diagnosticada na ETE Arujá (incluindo, portanto, o seu SGA).

Cronograma de Implementação SGE / ISO 50.001 - ETE Arujá - Sabesp

No. ATIV	DETALHE DE ATIVIDADES / TAREFAS	RESP.	mês 01	mês 02	mês 03	mês 04	mês 05	mês 06	mês 07	mês 08	mês 09
	REQUISITOS GERAIS DO SGE										
1	PLANEJAMENTO DO SGE										
1.1	Motivação da alta direção		☐								
1.2	Formação da equipe de trabalho & Responsabilidades		☐	☐							
1.3	Desenho e/ou Revisão do mapa de processos energéticos		☐	☐							
1.4	Revisão da estrutura organizacional		☐	☐							
1.5	Revisão da estrutura documental do SGE (base SGA existente)		☐	☐							
1.6	Avaliação de recursos		☐	☐							
1.7	Definição de política energética (escopo & limite)		☐	☐							
	PLANEJAMENTO ENERGÉTICO										
2	REVISÃO ENERGÉTICA										
2.1	Estabelecimento dos criterios da revisão energética (PO)		☐	☐							
2.2	Preparação detalhada do diagnóstico energético (IDTs)		☐	☐							
2.3	Estabelecimento e verificação das necessidades de medição		☐	☐							
2.4	Identificação dos USEn e variaveis significativas			☐	☐						
2.5	Realização do diagnóstico energético			☐	☐	☐					
3	DESEMPENHO ENERGÉTICO										
3.1	Estabelecimento das linhas de base e indicadores de desempenho				☐	☐					
3.2	Estabelecimento de metas e objetivos				☐	☐					
3.3	Estabelecimento de planos de ação				☐	☐	☐				
4	REQUISITOS LEGAIS										
4.1	Estado atual do control de requisitos legais (PO)			☐	☐						
4.2	Levantamento e definição dos requisitos legais			☐	☐						
4.3	Implementação de atividades para o controle de requisitos legais			☐	☐						
5	REVISÃO DOCUMENTAL										
5.1	Planejamento do controle de documentos do SGE (PO)				☐	☐					
5.2	Registro e controle de procedimentos e documentos do SGE				☐	☐	☐	☐			
5.3	Definição e controle de registros do SGE				☐	☐	☐	☐			

Figura 12 – Cronograma de implementação SGE / ISO 50001 – ETE Arujá – Sabesp (continua)

Cronograma de Implementação SGE / ISO 50.001 - ETE Arujá - Sabesp											
No. ATIV	DETALHE DE ATIVIDADES / TAREFAS	RESP.	mês 01	mês 02	mês 03	mês 04	mês 05	mês 06	mês 07	mês 08	mês 09
	IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO										
6	CONTROLE OPERACIONAL (SGE)										
6.1	Planejamento do controle operacional (PO)					□ □					
6.2	Implementação do controle op. e do monitoramento dos USEn (IDTs)					□ □ □					
6.3	Revisão e/ou elaboração de tabelas de controle operacional						□ □ □				
7	RECURSOS HUMANOS E COMUNICAÇÃO										
7.1	Planejamento de competência de pessoal (PO)					□ □					
7.2	Identificação das necessidades de pessoal						□ □				
7.3	Estabelecimento do plano de treinamento de pessoal						□ □				
7.4	Revisão dos procedimentos de comunicação (PO)						□ □				
7.5	Estabelecimento do plano de comunicação							□ □			
8	OUTRAS ÁREAS DO SISTEMA DE GESTÃO										
	aquisição										
8.1	Revisão dos procedimentos de compra (PO)						□ □				
8.2	Elaboração das especificações de serviços							□ □			
8.3	Elaboração de espec. aquisição materiais, produtos e equipamentos							□ □			
	gestão da execução de projetos										
8.4	Procedimentos para o desenvolvimento e controle de projetos (PO)							□ □			

Figura 132 – Cronograma de implementação SGE / ISO 50001 – ETE Arujá – Sabesp (continuação)

Cronograma de Implementação SGE / ISO 50.001 - ETE Arujá - Sabesp

No. ATIV	DETALHE DE ATIVIDADES / TAREFAS	RESP.	mês 01	mês 02	mês 03	mês 04	mês 05	mês 06	mês 07	mês 08	mês 09
	VERIFICAÇÃO										
9	MONITORAMENTO DO SGE										
9.1	Procedimento de medição e monitoramento do SGE (PO)							□	□		
9.2	Procedimento de controle do monitoramento dos USEn (IDTs)							□	□		
9.3	Verificação do desempenho energético								□	□	
9.4	Calibração dos instrumentos de medição								□	□	
10	NÃO CONFORMIDADES, CORREÇÃO, AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS										
10.1	Estabelecimento do tratamento de ações (PO)									□	
10.2	Implementação e registro de não conformidades do SGE									□	
10.3	Implementação e registro de ações corretivas e preventivas do SGE									□	□
11	MELHORIA CONTÍNUA DO SGE										
	Requisitos gerais										
11.1	Gestão executiva (PO)									□	
11.2	Revisão do manual SGA/SGE (PO)									□	
	Melhoria contínua										
11.3	Elaboração e/ou Revisão de auditorias internas (PO)									□	
11.4	Treinamento e qualificação de auditores									□	
11.5	Planejamento e realização de auditorias									□	
11.6	Execução de análise crítica do SGE									□	□

Figura 14 – Cronograma de implementação SGE / ISO 50001 – ETE Arujá – Sabesp (fim)

5. Considerações finais

O propósito deste documento é apresentar e discutir os principais desafios envolvidos na implementação de sistemas de gestão de energia no setor de saneamento básico. Para tanto, a estação de tratamento de esgoto de Arujá, operada pela Sabesp, foi adotada como estudo de caso.

As análises desenvolvidas demonstraram que a existência de um sistema de gestão na organização que deseja monitorar e melhorar seu desempenho energético contribui significativamente para a implementação de um sistema de gestão de energia. Isto ocorre em função do compartilhamento, entre os diferentes tipos de sistema de gestão, de requisitos organizacionais. As principais lacunas encontradas, portanto, referem-se aos temas especificamente ligados à questão energética, que hoje não são contemplados pelas práticas de gestão vigentes na ETE estudada.

As informações contidas neste documento podem contribuir para que gestores de ETEs promovam melhorias nas condições de consumo de energia em suas unidades, levando à maior eficiência dos processos e à redução de custos do serviço. Em um país onde menos da metade do esgoto gerado recebe algum tipo de tratamento, medidas que facilitem a expansão do atendimento dos serviços de saneamento básico possuem importância destacada e devem ser incentivadas.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem aos profissionais da Sabesp que colaboraram direta ou indiretamente para a realização desta publicação:

Andréa Andrade Matos – Diretoria metropolitana (M), unidade de produção de água (MA).

Alberto Yoshio Hirata - Divisão de Engenharia e Desenvolvimento Operacional de Tratamento de Esgotos (MTEE).

7. Referências bibliográficas

- Arsesp - Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo, 2016. Informações econômico-financeiras [WWW Document]. URL <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/informacoes-economico-financeiras/informacoes-economico-financeiras-saneamento.aspx> (accessed 10.26.16).
- IEA - International Energy Agency, 2015. Energy and Climate Change. Paris. doi:10.1038/479267b
- IEA - International Energy Agency, 2012. World Energy Outlook. Paris.
- IEA - International Energy Agency, 2011. IEA Scoreboard - implementing energy efficiency policy: progress and challenges in IEA member countries. Paris.
- ISO - International Organization for Standardization, 2011. Win the energy challenge with ISO 50001. ISO 50001 Energy Manag.
- McKinsey & Company, 2010. Energy efficiency: A compelling global resource, McKinsey Sustainability & Resource Productivity.
- MME - Ministério de Minas e Energia, 2011. Plano Nacional de Eficiência Energética.
- Pabi, S., Amarnath, A., Goldstein, R., Reekie, L., 2013. Electricity Use and Management in the Municipal Water Supply and Wastewater Industries.
- Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2016. Tipos de tratamento URL <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=61> (acesso em 14 de novembro de 2016).
- Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2015. Relatório da Administração 2015. São Paulo.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2016. Dados estatísticos [WWW Document]. URL <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#> (acesso em 14 de novembro de 2016).
- SNSA - Secretaria Nacional de saneamento Ambiental, 2016. Diagnóstico dos serviços de

água e esgotos - 2014. Brasília. doi:10.1017/CBO9781107415324.004

UNIDO - United Nations industrial Development Organization, 2009. UNIDO and Energy Efficiency: a low-carbon path for industry. Vienna.

EPA - US Environmental Protection Agency, 2013. Energy Efficiency in Water and Wastewater Facilities.

EPA - US Environmental Protection Agency, 2008. Ensuring a Sustainable Future: An Energy Management Guidebook for Wastewater and Water Utilities. Washington, DC. doi:10.1093/jmp/jht065

ANEXO 1 – Dados brutos relativos ao consumo de energia na ETE Arujá

	Consumo de eletricidade (KWh)	Afluente tratado (m³)	Consumo de eletricidade por afluente tratado (kWh/m³)	DBO removido (kg)	Consumo de eletricidade por DBO removido (kWh / kg)
jan/15	69.320,01	115.586	0,59973	34100	2,0328
fev/15	61.343,56	96.598	0,63504	25200	2,4343
mar/15	56.226,52	126.875	0,44316	34100	1,6489
abr/15	63.202,14	131.613	0,48021	30000	2,1067
mai/15	59.618,80	151.468	0,39361	35650	1,6723
jun/15	56.284,52	171.469	0,32825	48900	1,1510
jul/15	65.853,10	148.531	0,44336	37200	1,7702
ago/15	69.383,95	166.866	0,41581	47430	1,4629
set/15	67.630,46	156.310	0,43267	57300	1,1803
out/15	79.455,92	155.889	0,50970	59520	1,3349
nov/15	82.168,34	167.504	0,49055	32700	2,5128
dez/15	82.915,48	183.336	0,45226	40948	2,0249
jan/16	74.289,09	188.839	0,39340	23870	3,1122
fev/16	76.557,52	152.005	0,50365	32770	2,3362
mar/16	74.821,75	268.900	0,27825	34720	2,1550
abr/16	81.706,53	210.272	0,38858	47400	1,7238
mai/16	74.231,85	220.614	0,33648	36270	2,0466
jun/16	76.661,74	279.018	0,27476	42300	1,8123
jul/16	83.962,44	242.372	0,34642	56110	1,4964
ago/16	80.057,91	239.279	0,33458	48095	1,6646