



VI - 814 – RECONHECIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE APLICÁVEIS ÀS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Natália Cassis Molina de Siqueira⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Instituto de Ciência e Tecnologia – São José dos Campos. Bolsista PIBIC de pesquisa na área de saneamento (2024).

Fabiana Alves Fiore Pinto⁽²⁾

Livre-docente em Gerenciamento de Resíduos Sólidos (UNESP). Doutora em Saneamento e Meio Ambiente (UNICAMP). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Engenheira Civil (UFMG). Professora do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (ICT/UNESP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Icatú, 330 – Parque Industrial - São José dos Campos – SP – CEP: 12237-010 - Brasil - Tel: (12) 99233-8832 - e-mail: cassis.molina@unesp.br.

RESUMO

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) assumem um papel crucial na garantia da saúde pública e na proteção dos recursos hídricos. Este estudo visa identificar e validar indicadores de sustentabilidade para ETAs, contribuindo para a construção de um modelo para avaliar e aprimorar a gestão sustentável desse setor. A pesquisa utiliza uma metodologia qualitativa, baseada em revisão bibliográfica sistemática e survey para validação dos indicadores finais com profissionais da área. Foram reconhecidos 63 indicadores finais que foram separados em 11 categorias distintas para validação posterior. Os resultados da pesquisa fornecerão subsídios para a definição de políticas públicas e práticas de gestão que promovam a sustentabilidade das ETAs.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores; Sustentabilidade e Estações de Tratamento de Água.

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por água potável, decorrente do contínuo crescimento da população urbana e dos hábitos de consumo, acarreta intensificação das operações das estações de tratamento de água (ETAs) [1] e de seus consequentes impactos. A produção de água potável, nas ETAs, gera impactos ambientais relacionados à adução de águas, uso de produtos químicos e geração de resíduos sólidos grosseiros e lodos que, na atualidade, ainda são majoritariamente lançados inadequadamente *in natura* nos cursos d'água, no Brasil e no mundo [2].

A gestão das águas torna-se cada vez mais complexa devido aos seus diversos usos e consequentes impactos, o que demanda a busca de soluções inovativas e que permitam o aprimoramento contínuo. A iniciativa privada e as parcerias público-privadas surgem como alternativas para o enfrentamento do desafio da gestão das águas [3]. No Brasil, a partir da promulgação do novo marco regulatório do saneamento, a privatização dos serviços de saneamento, dentre eles o abastecimento de água, passou a ser incentivada [4].

No país, a água potável possui padrão de qualidade estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Portaria de Potabilidade nº888 [5] e as ETAs são passíveis de licenciamento ambiental [6]. No entanto, com o advento da privatização se faz necessária a ampliação do controle, pois, de acordo com relatório recém publicado (Brasil, 2018), a falta de indicadores adequados que possam fornecer informações oportunas sobre as condições quantitativas e qualitativas dos sistemas de saneamento está diretamente relacionada às falhas na gestão desses serviços. A ineficácia do



controle tem acarretado consequências sociais e econômicas desfavoráveis para a população em várias partes do mundo, especialmente em regiões mais pobres, devido ao aumento das tarifas e serviços ineficientes, transformando uma suposta solução em um grande problema [7].

Nas ETAs, a avaliação de desempenho é capaz de evidenciar a eficiência, a eficácia e a efetividade das atividades realizadas nessas unidades produtivas [8]. Essa avaliação é considerada necessária devido a aspectos técnicos específicos da operação das unidades, tais como: o aumento da demanda, a deterioração da qualidade da água dos mananciais e a adoção de metas restritas progressivas, descritas nas revisões dos padrões de potabilidade. Em vista disso, se faz necessário ampliar e modificar os processos de tratamento para atender a essas exigências. Antes e depois das alterações, a avaliação de desempenho indicará o nível de efetividade dessas ações [8].

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa aplicada com dados qualitativos [9] encontra-se em desenvolvimento e suas etapas estão mostradas no fluxograma da Figura 1.

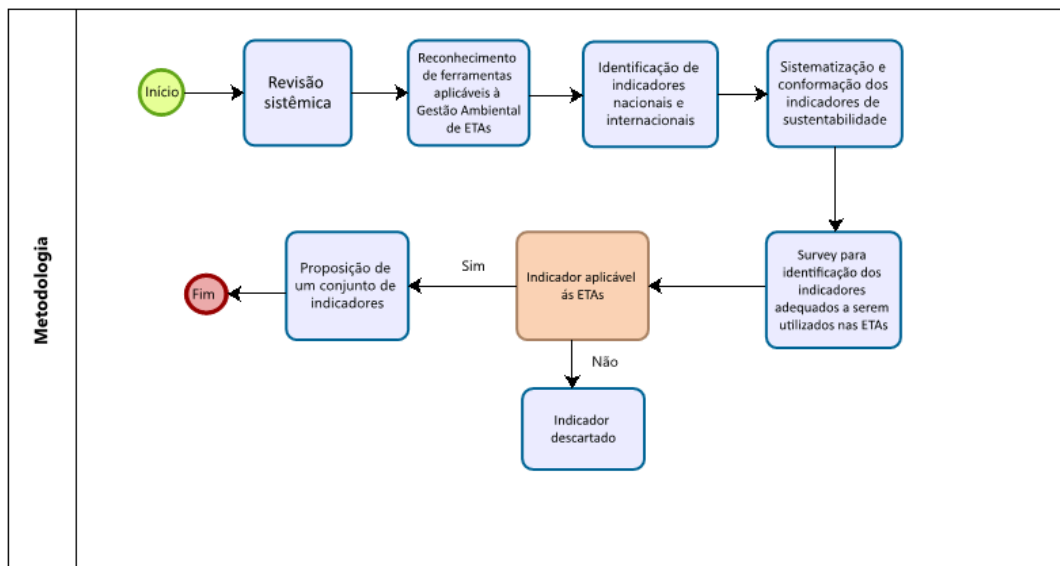


Figura 1: Fluxograma de execução da pesquisa

Para a identificação dos indicadores de sustentabilidade e pesquisas aplicáveis às estações de tratamento de água foi realizada uma revisão sistêmica com o uso do Método de Pesquisa em Arquivo (MPA)[10], nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. Para que a pesquisa fosse efetivada, foram aplicados os seguintes filtros: uso de palavras-chaves em inglês, limitação do período de publicação dos trabalhos a partir de 2015. Dentre as palavras-chaves previamente selecionadas estavam: indicadores; sustentabilidade e estações de tratamento de água. Em caso de ausência de resultados, buscas em sites de pesquisa aberto foram direcionadas para maior retorno de dados. Para complementação das informações disponíveis para ETAs, também serão considerados os planos estaduais de saneamento e utilizada a metodologia bola de neve para identificação de novos documentos de interesse da pesquisa [11].

A partir da análise documental, todos os indicadores foram integralmente transcritos e dispostos em tabelas com o auxílio do *software Microsoft Excel (2019)* e foram categorizados em função de 7 pilares que posteriormente serão ranqueados, em função de suas recorrências nos instrumentos avaliados [12]. Foram definidos, por critério de legalidade, objetividade, exequibilidade e suficiência, os indicadores mais recorrentes, em cada um dos pilares da sustentabilidade, para a formatação de uma *survey* com membros da comunidade acadêmica e especialistas na temática, subsidiada por formulário eletrônico estruturado a ser aplicado em plataforma *online - Forms (Microsoft)*, que identificará os indicadores aplicáveis à realidade das ETAs e também proporá a inclusão de novos indicadores, a partir de diferentes perspectivas. Para aferir o grau de relevância, os indicadores serão ponderados em escala *linkert* variando de: irrelevante a extremamente relevante.

Para o conjunto de indicadores previamente selecionados das ferramentas, a análise preliminar das respostas de ponderação será realizada com base no método AHP [13], que classifica os indicadores de acordo com sua importância relativa. Dessa forma será obtido o ranqueamento dos indicadores considerados como reconhecidos pelos atores sociais entrevistados.

RESULTADOS

Todos os indicadores foram categorizados em função das seguintes categorias, cujas definições estão apresentadas na imagem da Figura 2.

Figura 2 - Especificação das categorias de sustentabilidade de ETAs.





Em função das 11 categorias mostradas na Figura 2, os indicadores foram separados e posteriormente agrupados conforme sua semelhança. Para não incorrer em subjetividade, foi estabelecida uma definição para cada uma das categorias, a saber:

1. **Produtos** - refere-se ao desempenho da ETA quanto à produção de água, em conformidade com os padrões de potabilidade.
2. **Sustentabilidade** - refere-se ao processo de minimização do impacto ambiental da ETA e bem como promover a gestão eficiente dos recursos.
3. **Padrões Operacionais** - aborda a existência de atividades documentadas e a padronização de procedimentos.
4. **Conservação de unidade operacional** - contempla as condições estruturais, limpeza e ordenação das ETAs.
5. **Econômica** - visa avaliar a viabilidade econômica da ETA e otimização dos custos.
6. **Gestão Ambiental** - refere-se a existência de sistemas estruturados e prática de ações voltadas à sustentabilidade ambiental, com atendimento aos requisitos legais vigentes, ao aprimoramento contínuo e à prevenção à poluição.
7. **Perdas Físicas** - avalia o consumo de recursos e insumos do processo e as perdas físicas contínuas e eventuais.
8. **Produtos químicos** - aborda a existência do controle do estoque e consumo, a frequência de amostragem e as condições de armazenamento de produtos.
9. **Gestão de pessoas** - refere-se ao dimensionamento adequado da equipe, ao conhecimento e domínio dos operadores e a necessidade de treinamentos.
10. **Equipamentos** - contempla a existência de equipamentos reservas, de telecomunicação e equipamentos de laboratórios e suas condições operacionais.
11. **Clientes** - visa avaliar a satisfação dos clientes com a qualidade da água e o serviço prestado pela ETA.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os indicadores encontrados nos Planos Estaduais e SNIS; e aqueles verificados a partir da revisão bibliográfica, respectivamente. A Tabela 3 mostra a síntese dos 33 indicadores resultantes dessas abordagens metodológicas e que após análise e revisão realizada por três especialistas na temática deverá servir como base para a realização de entrevistas com especialistas do setor para validação.



Tabela 1 - Indicadores encontrados nos Planos Estaduais e SNIS.

Categorias	Indicadores - Planos
Atendimento aos padrões de potabilidade	Análises realizadas para o monitoramento da qualidade da água em relação à quantidade requerida;
	Desinfecção
	Incidência das análises de cloro, turbidez e coliformes totais fora do padrão
	Análises realizadas
	Água produzida
	Índice de conformidade da quantidade de amostras para aferição da qualidade da água distribuída
Conservação de Unidade Operacional	Promover ampliações e/ou melhorias nas unidades do SAA;
	Desenvolver obras de infraestrutura hídrica para o aumento da oferta de água de boa qualidade;
Controle de perdas	Economias atingidas por paralisações;
	Redução de perdas;
	Eficiência energética;
	Perdas;
Controle de Produtos Químicos	Consumo de insumos;
	Índice de insumos químicos e não químicos entregues fora da especificação
Equipamentos	Concepção de uma Linha de Crédito para substituição de equipamentos, aumentando a eficiência da irrigação
	Capacidade de tratamento
Gestão Ambiental	Aproveitar o lodo oriundo das estações de tratamento de água
	Estimular o aproveitamento energético, por biodigestão e biogás, dos resíduos dos serviços de saneamento básico
Gestão de Pessoas	Capacitar os operadores de ETA, quanto à introdução dos novos parâmetros de controle de qualidade da água
	Realizar treinamento dos leituristas.
	Buscar a capacitação para a gestão dos resíduos sólidos e educação ambiental dos funcionários das empresas de saneamento
	Empregados;
Padrões Operacionais	Elaborar um banco de dados com informações técnicas e operacionais do sistema;
	Estabelecer metodologia e protocolo de atuação nos casos de incidentes que possam comprometer a qualidade da água destinada à população;

Dentro dos Planos Estaduais e do SNIS, 25% dos indicadores reconhecidos estão relacionados aos padrões de potabilidade. Por outro lado, nos indicadores reconhecidos através da revisão de literatura, conforme Tabela 2, 26,9% dos indicadores estão relacionados à gestão ambiental da ETA.

Tabela 2 - Indicadores encontrados na revisão bibliográfica.

Categorias	Indicadores Revisão
Atendimento aos padrões de potabilidade	Índices de Matéria Orgânica, Turbidez e Cromo
	Porcentagem de Contaminação Fecal na Água
	Taxa de Psychoda sp. e Chironomus sp.
	Taxa de Remoção de Nutrientes
Conservação de Unidade Operacional	Implementação de Painéis Solares e Baterias Controladas por um Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)
	Vulnerabilidades nas Infraestruturas Primárias e Auxiliares
	Otimização das Instalações
	Desempenho Operacional
Gestão Ambiental	Porcentagem de Emissões de Bioaerossóis Qualidade e Disposição dos Biossólidos Recolha de Águas Pluviais (RWH)



	Reciclagem de Águas Cinzentas (GWR)
	Pegada de Carbono
	Potencial de Eutrofização
	Emissões de CO2 Provenientes da Eletricidade
	Volume de Água da Rede Consumida
	Utilização de Lodo de ETA em um Sistema de Lodo Ativado de Alta Taxa (HRAS) em Escala Piloto como um Substituto para Coagulantes Convencionais
Equipamentos	Implementação de Monitores da Qualidade
	Sensores e Contadores Inteligentes nas Redes de Distribuição de Água
Gestão de pessoas	Horas de Trabalho
	Salário Justo
	Condições de Saúde e Segurança
	Segurança Social
	Desenvolvimento Profissional
Controle de Produtos Químicos	Utilização de Produtos Químicos
Controle de perdas	Redução de Custos de Materiais
	Redução de Energia no Processo de Tratamento
	Contabilidade de Perdas Econômicas

Tabela 3 - Indicadores de sustentabilidade em ETAs.

CATEGORIAS	INDICADORES UNIFICADOS
Atendimento aos padrões de potabilidade	Quantidade de análises realizadas para o monitoramento da qualidade da água tratada em relação ao requerido pela legislação
	Quantidade de parâmetros com qualidade superior ao padrão da legislação
	Quantidade de amostras fora do padrão mínimo de qualidade
Sustentabilidade	Cumprimento do plano de manutenção preventivo das instalações
	Implementação de painéis solares e baterias controladas por Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)
	Existência de referenciais de qualidade das estruturas; plano de manutenção preventiva; Determinação de condição de vulnerabilidades nas estruturas primárias e auxiliares; realização de ações corretivas
	Desempenho Operacional
Controle de perdas	Quantidade de insumos utilizados por quantidade de água tratada
	Consumo de energia utilizada no processo de tratamento
	Controle de perdas aparentes, reportadas e busca ativa
Controle de Produtos Químicos	Avaliação de insumos entregues fora da especificação
	Busca de produtos com melhores performance;
	Uso de produtos sustentáveis
Equipamentos	Programas para substituição de equipamentos, com vistas ao aumentando a eficiência
	Capacidade de atendimento à vazão de projeto da ETA
	Sistema de monitoramento da qualidade operacional
	Uso de sensores e contadores inteligentes
Gestão Ambiental	Destinação ambientalmente adequada dos lodos
	Estímulo ao aproveitamento energético
	Reciclagem de águas do sistema
	Emissões de CO2 provenientes da fonte de eletricidade
	Capacitação dos operadores para controle de novos parâmetros de qualidade da água



Gestão de Pessoas	Capacitação para a gestão dos resíduos sólidos e educação ambiental dos funcionários
	Horas de trabalho
	Salário justo
	Condições de saúde e Segurança
	Segurança social
	Desenvolvimento profissional
Padrões Operacionais	Existência de dados com informações técnicas e operacionais do sistema
	Existência de metodologia e protocolo de atuação nos casos de incidentes que possam comprometer a qualidade da água destinada à população – separar indicadores (existência e cumprimento)

Tabela 4: Indicadores do nível 2 do GRMD 2023

Categorias	Indicadores MEGSA ESG
Econômico - Financeiro	Desempenho financeiro
	Despesas totais com os serviços por m ³ faturado
	Dias de faturamento comprometidos com contas a receber
	Evasão de receita
	Custo da produção da água
Ambiental	Licenciamento
Social - Impactos	Sanções e indenizações
Social - Desenvolvimento Social	Comprometimento do salário mínimo com a tarifa
Clientes	Reclamações de problemas
	Satisfação dos clientes
	Tempo médio de solução da reclamação dos cidadãos/usuários
	Ocorrências no órgão de defesa do consumidor (em relação às ligações ativas)
	Audiências no órgão de defesa do consumidor
	Reclamações pelos canais digitais
	Reclamações sobre qualidade da água
Reclamações sobre falta de água	
Mercado	Atendimento urbano de água
Sistema de Trabalho	Produtividade da força de trabalho para os sistemas de água
	Produtividade de pessoal total (equivalente)
Capacitação e Desenvolvimento	Capacitação anual da força de trabalho
Qualidade de Vida	Satisfação dos empregados
	Frequência de acidentes
	Gravidade de acidentes
Produto	Conformidade da quantidade de amostras para aferição da qualidade da água distribuída
	Água distribuída dentro do padrão
	Tempo médio de execução de ligação de água



	Tempo médio de execução dos serviços/produtos
	Análises de cloro residual fora do padrão
	Análises de turbidez fora do padrão
	Análises de coliformes totais fora do padrão
	Conformidade da quantidade de amostras para aferição da água tratada
	Água tratada dentro do padrão
	Serviços executados dentro do prazo
Processo Primário	Indicador de Perdas totais de água por ligação
	Índice de Perdas de água na distribuição
	Águas não faturadas por volume
	Hidrometração
	Macromedição
	Consumo médio de energia elétrica - água
Processo De Suporte	Reservatórios de água tratada limpos
	Atraso no pagamento a fornecedores
	Satisfação dos usuários de informações da companhia
Fornecimento	Atraso nas entregas dos fornecedores
	Produtos químicos entregues fora de especificação
	Desempenho de prestadores de serviço

Os indicadores foram unificados conforme sua semelhança, resultando em 63 indicadores finais demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5: Proposição final de indicadores aplicáveis às ETAs

CATEGORIAS	INDICADORES FINAIS
Produto	Água distribuída dentro do padrão
	Tempo médio de execução de ligação de água
	Tempo médio de execução dos serviços/produtos
	Análises de cloro residual fora do padrão
	Análises de turbidez fora do padrão
	Análises de coliformes totais fora do padrão
	Quantidade de análises realizadas para o monitoramento da qualidade da água tratada em relação ao requerido pela legislação
	Quantidade de parâmetros com qualidade superior ao padrão da legislação
	Quantidade de amostras fora do padrão mínimo de qualidade
Sustentabilidade	Consumo médio de energia elétrica - água
	Cumprimento do plano de manutenção preventivo das instalações
	Implementação de painéis solares e baterias controladas por Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA)
	Existência de referenciais de qualidade das estruturas; plano de manutenção preventiva; Determinação de condição de vulnerabilidades nas estruturas primárias e auxiliares; realização de ações corretivas
	Desempenho Operacional
	Quantidade de insumos utilizados por quantidade de água tratada (controle de perda)
	Consumo de energia utilizada no processo de tratamento



Controle de perdas	Controle de perdas aparentes, reportadas e busca ativa
	Índice de Perdas de água na distribuição
	Águas não faturadas por volume (Índice de perdas de faturamento)
	Macromedição - se produz (maior incerteza)
Controle de Produtos Químicos	Busca de produtos com melhores performance;
	Uso de produtos sustentáveis
Equipamentos	Produtos químicos entregues fora de especificação
	Programas para substituição de equipamentos
	Capacidade de atendimento à vazão de projeto da ETA
	Sistema de monitoramento da qualidade operacional
Conservação de Unidade Operacional	Uso de sensores e contadores inteligentes
	Reservatórios de água tratada limpos
	Atraso no pagamento a fornecedores
Gestão Ambiental	Atraso nas entregas dos fornecedores
	Licenciamento
	Destinação ambientalmente adequada dos lodos
	Estímulo ao aproveitamento energético
	Reciclagem de águas do sistema
Gestão de Pessoas	Emissões de CO2 provenientes da fonte de eletricidade
	Capacitação dos operadores para controle de novos parâmetros de qualidade da água
	Capacitação para a gestão dos resíduos sólidos e educação ambiental dos funcionários
	Horas de trabalho
	Salário justo
	Condições de saúde e Segurança
	Segurança social
	Satisfação dos empregados
	Frequência de acidentes
	Gravidade de acidentes
	Desenvolvimento profissional
	Comprometimento do salário mínimo com a tarifa
	Produtividade da força de trabalho para os sistemas de água
	Produtividade de pessoal total (equivalente)
	Capacitação anual da força de trabalho
	Desempenho de prestadores de serviço
Padrões Operacionais	Existência de dados com informações técnicas e operacionais do sistema
	Existência de metodologia e protocolo de atuação nos casos de incidentes que possam comprometer a qualidade da água destinada à população
Econômico	Desempenho financeiro
	Despesas totais com os serviços por m ³ faturado
	Dias de faturamento comprometidos com contas a receber
	Evasão de receita
Clientes (Opcional)	Custo da produção da água
	Reclamações de problemas
	Tempo médio de solução da reclamação dos cidadãos/usuários
	Ocorrências no órgão de defesa do consumidor (em relação às ligações ativas)
	Audiências no órgão de defesa do consumidor
	Sanções e indenizações
Satisfação dos usuários de informações da companhia	

O Gráfico 1 em conjunto com a Tabela 6 apresentada abaixo ilustra a distribuição percentual de diferentes categorias de indicadores para o monitoramento do desempenho de estações de tratamento de água (ETAs). A categoria de Gestão de Pessoas se destaca como a categoria mais significativa, com 23,8% dos indicadores, evidenciando a importância crucial do capital humano na operação das

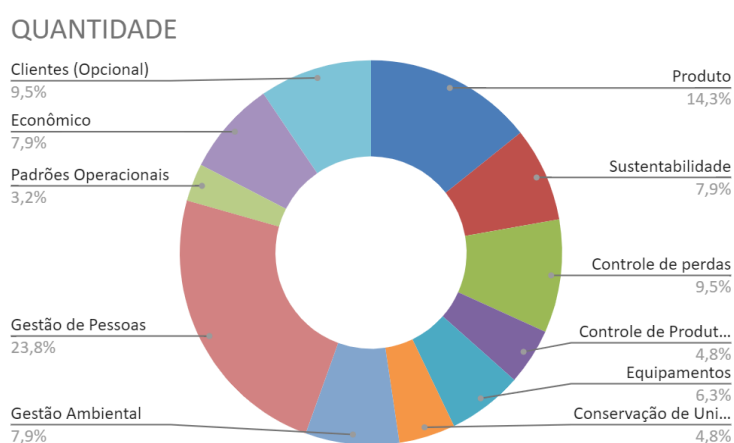


ETAs. Essa categoria engloba indicadores relacionados à: treinamento, capacitação, competências, habilidades, comunicação, trabalho em equipe e saúde e segurança no trabalho. A categoria Produto, com 14,3% dos indicadores, destaca a importância da qualidade final da água tratada para o consumidor, com objetivo de monitorar a conformidade da água tratada com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação, garantindo a segurança para o consumo humano.

Tabela 6: Quantidade de Indicadores

CATEGORIAS	QUANTIDADE
Produto	9
Sustentabilidade	5
Controle de perdas	6
Controle de Produtos Químicos	3
Equipamentos	4
Conservação de Unidade Operacional	3
Gestão Ambiental	5
Gestão de Pessoas	15
Padrões Operacionais	2
Econômico	5
Clientes	6
TOTAL	63

Gráfico 1: Porcentagem de indicadores por categoria



Ao implementar um sistema de indicadores eficaz, as ETAs podem garantir a qualidade da água para o consumo humano, promover a gestão eficiente dos recursos hídricos e contribuir para um futuro mais sustentável. A construção de um sistema robusto e abrangente exige a aplicação de critérios rigorosos e a busca por indicadores que atendam às demandas atuais sem comprometer as oportunidades das gerações futuras [14].

A ABNT estabelece critérios essenciais para a avaliação de indicadores, buscando garantir a abrangência, neutralidade tecnológica, simplicidade, validade, verificabilidade e disponibilidade. Adotando esses critérios na análise das categorias de indicadores para ETAs apresentadas no gráfico, podemos identificar pontos fortes e oportunidades de aprimoramento. As categorias de indicadores para ETAs apresentadas fornecem uma base sólida para a avaliação do desempenho das mesmas. Ao aplicar os critérios da NBR ISO 37122 (ABNT, 2021) é possível aprimorar ainda mais os indicadores e garantir que eles forneçam informações valiosas para a gestão eficiente e sustentável das ETAs.

CONCLUSÃO

A abordagem evidenciada pelos indicadores analisados reflete um compromisso abrangente com a sustentabilidade, a eficiência e a responsabilidade social. A continuidade dessa abordagem permitirá o fortalecimento contínuo das práticas de gestão, contribuindo para um futuro mais sustentável e resiliente.



Conforme estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas [16], é necessário validar os indicadores no contexto de sua aplicação para fins de apropriação, o que será realizado na próxima etapa desta pesquisa. É recomendável incorporar a essa análise indicadores que capturem as particularidades locais, possibilitando a avaliação dos objetivos propostos para a melhoria da qualidade.

Também se ressalta a importância de investigações relacionadas às ferramentas de administração dos serviços de saneamento, especialmente diante do atual cenário de privatização dessas operações. Essas pesquisas são essenciais para viabilizar o controle social, assegurando que os serviços sejam entregues com a qualidade acordada e proporcionando oportunidades para a implementação de aprimoramentos contínuos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. URBAN, R. C., ISAAC, R. D. L., & Morita, D. M. (2019). Uso benéfico de lodo de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto: estado da arte. *Revista DAE*, 67(219), 128-158.
2. Motta, M. A. da ., Tavares, R. G., Arruda, V. C. M. de ., Correa, M. M., & Pereira, L. J. R.. (2019). Geração, tratamento e disposição final dos resíduos das estações de tratamento de água do estado de Pernambuco. *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 24(4), 761–771. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019175810>
3. DIAZ, LRF. NUNES, RL. A evolução do saneamento básico na história e o debate sobre sua privatização no Brasil. 2020.
4. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília., DF, 2020.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Brasília, DF, 2021.
6. BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1981.
7. FRANCISCO, GC. Privatização da água no Brasil e o Novo Marco do Saneamento Básico. 2021.
8. OLIVEIRA, MD. Desenvolvimento, aplicação e avaliação de sistema de indicadores de desempenho de estações de tratamento de água, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9KSFV3/1/oliveira__2014.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2023.
9. GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (org.). (2009) Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS. Disponível em: <Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> >. Acesso em: 03 dez. 2020.
10. SEARCY, D.; MENTZER, J. A framework for conducting and evaluating research. *Journal of Accounting Literature*. v. 22, p. 130-69, 2003.
11. VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. *Temáticas*, Campinas, v. 22, n. 44, p. 203-220, 2014.
12. SANTOS, Maria dos Santos, Escolas Sustentáveis no Brasil: As COM-VIDAS – “Comissões de Meio Ambiente e Qualidade de Vida” – como mobilizadoras da participação da comunidade local e de transformações socioambientais nas escolas. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/182343>.
13. SAATY, T. *The Analytic Hierarch Process*. RWS Publications, 1996.
14. MALHEIROS, Tadeu Fabrício e COUTINHO, Sonia Maria Viggiani e PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo. *Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental*; editores Arlindo Philippi Jr. e Tadeu Fabricio Malheiros. Tradução . Barueri: Manole, 2013. Acesso em: 16 jun. 2024.
15. ABNT. NBR ISO 37122 Versão Corrigida - 2021: Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
16. ABNT. NBR ISO 14031 - Gestão Ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes. 2004.