

II-532 - INDICADORES PARA LODO PRODUZIDO EM ETAS – INSTRUMENTO DE GESTÃO E *BENCHMARKING*

Cali Laguna Achon⁽¹⁾

Engenheira Civil. Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Pós-Doutoranda do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.

João Sérgio Cordeiro⁽²⁾

Engenheiro Civil. Mestre e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar. Ex- Presidente da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE).

Endereço⁽¹⁾: Rua das Pitangas, 177 – Residencial Ipê - Bairro Mariluz III - São Pedro – SP - CEP:13520-000 – Brasil - Tel: (19) 3481-5591- e-mail: caliachon@bol.com.br

RESUMO

Para o gerenciamento eficaz e passível de melhoras contínuas, é necessário se ter ferramentas que auxiliem esta tarefa, que é onerosa, mas indiscutivelmente necessária. Atualmente tem-se discutido bastante a importância e aplicação dos indicadores, que são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um sistema e também avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas, auxiliando sobremaneira a gestão. Os indicadores são excelente instrumento para avaliação, gestão e tomada de decisão. Porém, os indicadores ainda são pouco difundidos na área de saneamento, sendo seu uso restrito a indústrias e grandes empresas. O objetivo deste trabalho é elaborar indicadores, conforme preconizados pela ISO 24512:2007, relacionados aos resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água (ETAs) para subsidiar e auxiliar programas de gestão e *benchmarking* em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA). Aplicar alguns dos indicadores elaborados e propostos nesta pesquisa em 21 ETAs, localizadas em 15 municípios de uma mesma Sub-bacia do Estado de São Paulo. É premente a necessidade dos SAA no Brasil solucionarem e gerenciarem os resíduos produzidos, em acordo com a legislação ambiental vigente. Assim, o *benchmarking* através do uso de indicadores pode facilitar este processo, formando uma base ampla de informações compiladas, de fácil entendimento e análise pelas partes interessadas. A ausência ou indisponibilidade de dados sobre os resíduos produzidos em ETAs, aliado a baixa confiabilidade e exatidão das informações, atrasa sobremaneira a aplicação efetiva de programas eficientes de gestão, inclusive em atendimento à restritiva legislação ambiental brasileira. A implantação de modelos de gestão e uso de indicadores, tais como preconizado na norma internacional ISO 24512:2007, demonstra consciência e preocupação em corroborar com a sustentabilidade, porém, quando se trata de resíduos de ETAs, este questão ainda é muito incipiente. A gestão de informações pode conduzir à veiculação de políticas públicas, motivando a busca de soluções que culminem na melhoria da qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores, lodo, tratamento de água, gestão e *benchmarking*.

INTRODUÇÃO

Para o gerenciamento eficaz e passível de melhoras contínuas, é necessário se ter ferramentas que auxiliem esta tarefa, que é onerosa, mas indiscutivelmente necessária.

Atualmente tem-se discutido bastante a importância e aplicação dos indicadores, que são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um sistema e também avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas, auxiliando sobremaneira a gestão. Os indicadores são excelente instrumento para avaliação, gestão e tomada de decisão. Porém, os indicadores ainda são pouco difundidos na área de saneamento, sendo seu uso restrito a indústrias e grandes empresas.

Há exemplo do alcance e importância dessa nova ferramenta gerencial, o uso de indicadores é sugerido na nova série de normas da *International Organization for Standardization* (ISO) 24510:2007, cujo foco é o estabelecimento de padrões internacionais para gestão das atividades e serviços dos Sistemas de Abastecimento de água (SAA) e Sistema de Esgotamento Sanitário (SEE).

Segundo Rennó (2009) a adesão voluntária à ISO 24512:2007 se destaca como instrumento estratégico para a melhoria da qualidade da água no país.

Em SAA de pequeno porte, pode-se optar pela implantação gradativa das diretrizes da série de normas ISO 24510, visando sempre à melhoria contínua. A norma não apresenta solução estanque, única para todos os sistemas, apresenta direcionamentos para que cada sistema adapte a gestão dentro de sua realidade. Outra forma de facilitar sua aplicação é o desenvolvimento de guias de implementação práticos, *check list* ou aplicações específicas e temáticas, como por exemplo, Portugal vem desenvolvendo através do AWARE-P, que visa a Gestão Patrimonial de Infra-estruturas urbanas de água (Alegre, 2009).

A ISO 24512:2007 exemplifica alguns indicadores para alguns dos objetivos principais do sistema de abastecimento de água, definidos na norma, baseando-se em alguns dos indicadores de desempenho da *IWA Performance Indicators for Water Supply Services* (2006).

A aplicação desta norma tem grande importância na busca de melhoria de qualidade e sustentabilidade do setor de água e esgoto, se caracterizando como ferramenta para o enquadramento na Lei 11.445/2007. Assim, o uso de indicadores proposto pela ISO 24512:2007, se torna ferramenta decisiva na avaliação e gestão dos sistemas, visando à melhoria contínua de qualidade.

Os indicadores além de subsidiarem programas de gestão, permitem que as informações relacionadas aos resíduos em diferentes ETAs podem ser passíveis de comparação, facilitando o *benchmarking* como instrumento de melhoria contínua.

Atualmente, o *benchmarking* em relação aos resíduos produzidos em ETAs é dificultado devido a ausência, indisponibilidade, falta de sistematização ou pouca padronização dos dados e informações.

O *benchmarking* não é novidade para o setor empresarial, sendo aplicado com bons resultados, porém no saneamento ainda é muito incipiente. A troca de informações, que é a essência do *benchmarking*, precisa ser confiável, o que pode ser proporcionado quando se aplicam indicadores padronizados.

Os problemas e temas ligados ao saneamento, particularmente aos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), normalmente são parecidos e as soluções, apesar de individualizadas e particulares, podem ser de fácil adaptação.

A gestão conforme preconizado pelas normas internacionais, como exemplo a ISO 24512:2007, deve estar inserida dentro do processo de PDCA - *plan, do, check and act* (planejar, executar, verificar e agir) visando sempre à melhoria contínua. Este processo sem o uso de indicadores e apoiado no *benchmarking* tende a se estagnar em alguns ciclos, podendo se tornar uma melhoria finita (sem continuidade).

É premente a necessidade dos SAA no Brasil solucionarem e gerenciarem os resíduos produzidos, em acordo com a legislação ambiental vigente. Assim, o *benchmarking* através do uso de indicadores pode facilitar este processo, formando uma base ampla de informações compiladas, de fácil entendimento e análise pelas partes interessadas.

Os indicadores, se aplicados em vários SAA diferentes, podem suscitar maior independência em relação a soluções prontas e segurança para tomada de decisão em relação à gestão dos resíduos, evitando equívocos comuns e baixa eficiência de processos de tratamento adotados.

A elaboração de indicadores é trabalhosa e exige controle quantitativo e qualitativo, análise e interpretação. Segundo *The Community Indicators Handbook* (1997) um bom indicador deve ser: relevante/pertinente, válido/verídico, tenha credibilidade, seja mensurável, consistente e confiável/fidedigno, comparável, compreensível/perceptível, conducente (que indique uma direção), motivador, comprometido/engajado com o contexto, acessível e eficiente economicamente.

O objetivo deste trabalho é elaborar indicadores, conforme preconizados pela ISO 24512:2007, relacionados aos resíduos gerados (lodo e água de lavagem de filtros) em Estações de Tratamento de Água (ETAs) com tecnologia de tratamento de ciclo completo, para subsidiar e auxiliar programas de gestão e benchmarking em

Sistemas de Abastecimento de Água (SAA). Aplicar alguns dos indicadores elaborados e propostos nesta pesquisa em vinte e uma ETAs, localizadas em quinze municípios de uma mesma Sub-bacia do Estado de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de contorno desta pesquisa é uma Sub-bacia localizada no Estado de São Paulo, que engloba 15 municípios.

A Figura 1 apresenta, em forma de fluxograma, as etapas e atividades desta pesquisa, resumindo o desencadeamento dos procedimentos metodológicos.

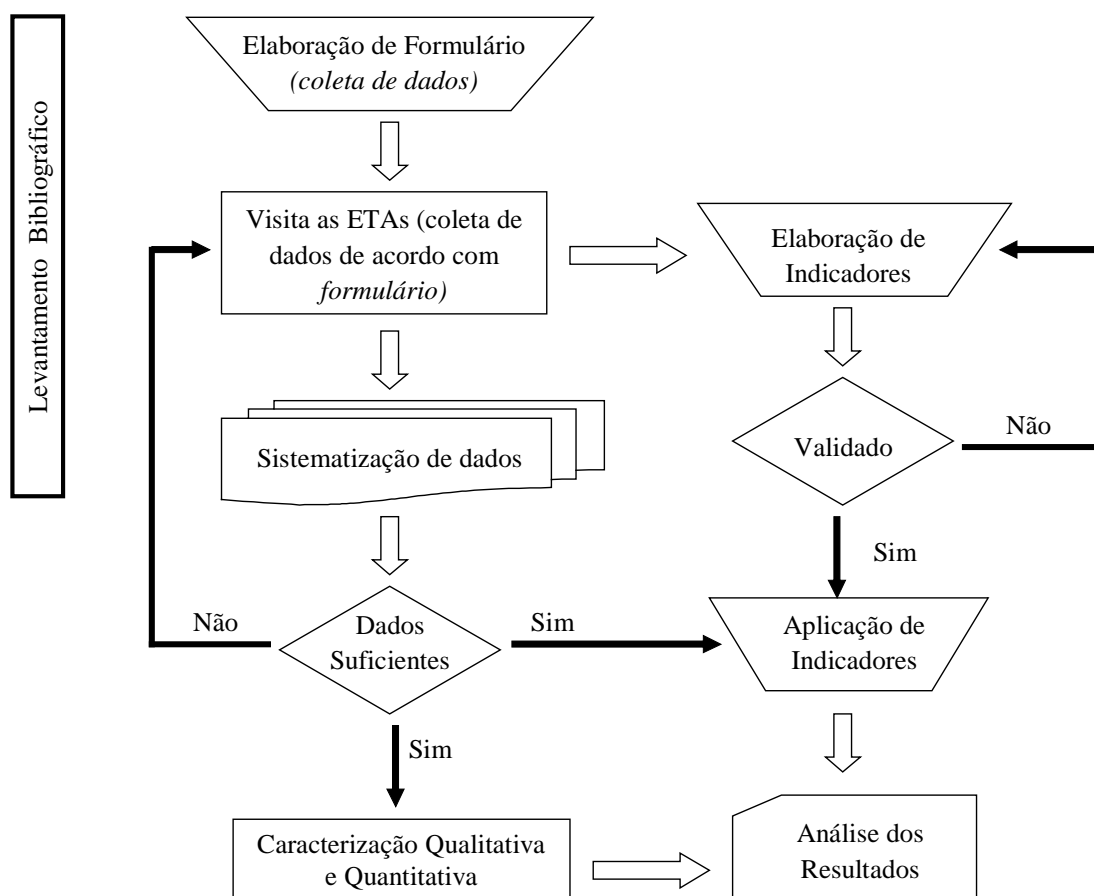


Figura 1: Fluxograma de atividades desta pesquisa.

Conforme o fluxograma apresentado na Figura 1, o levantamento bibliográfico sobre o tema se concentrou principalmente no início da pesquisa.

Após o levantamento bibliográfico foi elaborado um formulário e realiza-se visitas em 21 ETAs, localizadas nos 15 municípios da Sub-bacia hidrográfica, a fim de coletar dados e avaliar os resíduos gerados por estes sistemas.

Após a fase de coleta de dados, iniciou-se a fase de análise e sistematização, definindo os dados passíveis de serem utilizados como indicadores de gestão e *benchmarking*, e os dados gerais.

Baseando-se na revisão da literatura e nos dados passíveis de serem utilizados para construção de indicadores, estes foram elaborados e aplicados para avaliar os resíduos de ETAs.

RESULTADOS

Neste âmbito foram elaborados e propostos indicadores para avaliação geral (**Ig**) e individual (**Iin**) dos resíduos produzidos em ETAs, para subsidiarem programas de gestão e *benchmarking*.

• Indicadores propostos para os resíduos (lodo e ALAF) de ETA

Foram elaborados indicadores para avaliação geral (**IgA**) dos resíduos de ETA e para avaliação individual (**IinA**), pontual dos resíduos gerados em cada estação de tratamento de água, conforme apresentados no Quadro 1 e 2, respectivamente.

Os resíduos considerados neste item são os gerados nos decantadores (lodo) e nos filtros (Água de lavagem de filtros - ALAF) de estações de tratamento de água.

No Quadro 1 tem-se os indicadores elaborados para avaliação geral dos resíduos gerados em ETAs.

Quadro 1: Indicadores propostos para avaliação geral dos resíduos gerados em ETAs.

Item	Código	Indicador geral - resíduos de ETA (IgA)	Unidade
1	IgA1	Produção <i>per capita</i> de água tratada na ETA	L/hab.dia
2	IgA2	Porcentagem de contribuição da ETA em termos volumétricos de água tratada na Sub-Bacia Piracicaba	%
3	IgA3	Porcentagem das ETAs com administração pública ou privada	%
4	IgA4	Porcentagem das ETAs por tipo de manancial	%
5	IgA5	Porcentagem das ETAs por tipo de coagulante utilizado	%
6	IgA6	Porcentagem das ETAs que possuem tecnologia de tratamento de ciclo completo	%
7	IgA7	Porcentagem das ETAs que possuem decantador convencional	%
8	IgA8	Porcentagem das ETAs que possuem decantador com fundo plano	%
9	IgA9	Porcentagem das ETAs convencionais de ciclo completo que removem o lodo de forma manual	%
10	IgA10	Porcentagem das ETAs que removem o lodo de forma intermitente (considerando faixas temporais)	%
11	IgA11	Porcentagem das ETAs que medem/estimam a quantidade de lodo	%
12	IgA12	Porcentagem das ETAs que caracterizam o lodo gerado	%
13	IgA13	Porcentagem das ETAs que lançam o lodo bruto em corpos d'água	%
14	IgA14	Porcentagem das ETAs que possuem sistema natural de desaguamento do lodo	%
15	IgA15	Porcentagem das ETAs que reusam/reciclam o lodo desaguado	%
16	IgA16	Porcentagem das ETAs que removem o resíduo dos filtros (ALAF) com uso apenas de água	%
17	IgA17	Porcentagem das ETAs que medem/estimam a quantidade de ALAF	%
18	IgA18	Porcentagem das ETAs que caracterizam a ALAF	%
19	IgA19	Porcentagem das ETAs que lançam a ALAF em corpos d'água	%
20	IgA20	Porcentagem das ETAs que reusam/reciclam a ALAF	%
21	IgA21	Porcentagem de perdas de água na ETA	%

No Quadro 2 tem-se os indicadores elaborados para avaliação individual e pontual dos resíduos de ETAs gerados em cada estação de tratamento de água.

Quadro 2: Indicadores propostos para avaliação individual dos resíduos gerados em cada ETA.

Item	Código	Indicador individual - resíduos de ETA (IinA)	Unidade
1	IinA1	Volume de lodo gerado por metro cúbico de água tratada	L/m³
2	IinA2	Porcentagem de lodo gerado em função do volume de água tratada	%
3	IinA3	Massa de lodo gerado por metro cúbico de água tratada	Kg/m³
4	IinA4	Nível de caracterização do lodo gerado	Un (0 a 3)
5	IinA5	Porcentagem de sólidos no lodo bruto	%
6	IinA6	Nível de destinação do lodo bruto	Un (0 a 3)
7	IinA7	Nível de desaguamento do lodo bruto	Un (0 a 3)
8	IinA8	Porcentagem do lodo gerado que é reutilizado ou reciclado	%
9	IinA9	Volume de ALAF gerada por metro cúbico de água tratada	L/m³
10	IinA10	Porcentagem de ALAF gerada em função do volume de água tratada	%
11	IinA11	Massa de ALAF gerada por metro cúbico de água tratada	Kg/m³
12	IinA12	Nível de caracterização da ALAF	Un (0 a 3)
13	IinA13	Porcentagem de sólidos na ALAF	%
14	IinA14	Nível de destinação da ALAF	Un (0 a 3)
15	IinA15	Porcentagem da ALAF que é reutilizada ou reciclada	%
16	IinA16 *	Custo de implantação da UTL* por Kg de resíduo afluente	R\$/Kg
17	IinA17 *	Porcentagem de sólidos no resíduo efluente a UTL*	%
18	IinA18 *	Consumo produtos químicos na UTL* por Kg de resíduo afluente	g/Kg
19	IinA19 *	Consumo energia elétrica na UTL* por Kg de resíduo afluente	kWh/Kg
20	IinA20 *	Custo operacional da UTL* por Kg de resíduo afluente	R\$/Kg
21	IinA21 *	Nível de destinação do resíduo sólido efluente a UTL*	Un (0 a 3)
22	IinA22 *	Nível de destinação do resíduo líquido efluente a UTL*	Un (0 a 3)

* Indicador aplicável apenas nas ETAs que possuem UTL (Unidade de Tratamento de Lodo) ou similar (algum tipo de sistema de tratamento/desaguamento do lodo).

Ressalta-se que os indicadores gerais propostos, assim como os individuais, podem ser utilizados como instrumento de gestão e *benchmarking*.

• Aplicação de alguns dos indicadores gerais (Ig) e individuais (Iin) propostos

Neste item serão apresentados os resultados da aplicação da maioria dos indicadores elaborados e propostos no Quadro 1 e 2.

Na Figura 2 apresenta-se em forma de gráfico os resultados da aplicação do indicador geral IgA1: Produção per capita de água tratada na ETA, para cada ETA da sub-bacia considerada.

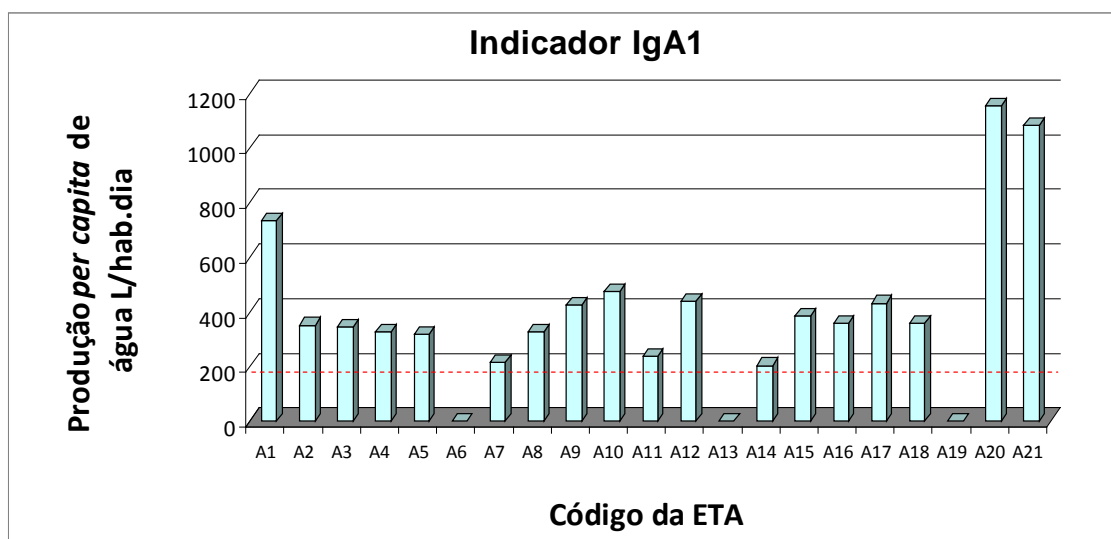


Figura 2: Indicador geral IgA1 relativo a produção *per capita* de água tratada, aplicado em cada ETA.

Na Figura 2, nota-se uma linha vermelha que representa o indicador de produção *per capita* de água tratada (IgA1) constante no valor de 200 L/hab.dia, valor utilizado para cálculo da vazão em projetos de sistemas de tratamento de água. Nota-se que nenhuma das 21 ETAs possui IgA1 abaixo de 200L/hab, e apenas 3 ETAs (A7, A11 e A14) possuem IgA1 abaixo de 300 L/hab.dia.

O indicador IgA1 para a ETA A1, apresentado na Figura 2, está próximo de 700 L/hab.dia, valor acima das outras estações, o que pode ser decorrente das peculiaridades desta ETA, que está localizada em uma cidade turística, com população flutuante, que possui hotéis e recebe inúmeros turistas durante todo o ano, principalmente nas férias. Nas ETAs A20 e A21 o indicador IgA1 está próximo de 1000, consideravelmente acima dos demais, devendo ser analisado com cautela, devido a possibilidade de erro no repasse de informações.

A Figura 3 encontra-se em forma de gráfico os resultados da aplicação do indicador geral IgA2: Porcentagem de contribuição da ETA em termos volumétricos de água tratada para cada ETA da sub-bacia considerada.

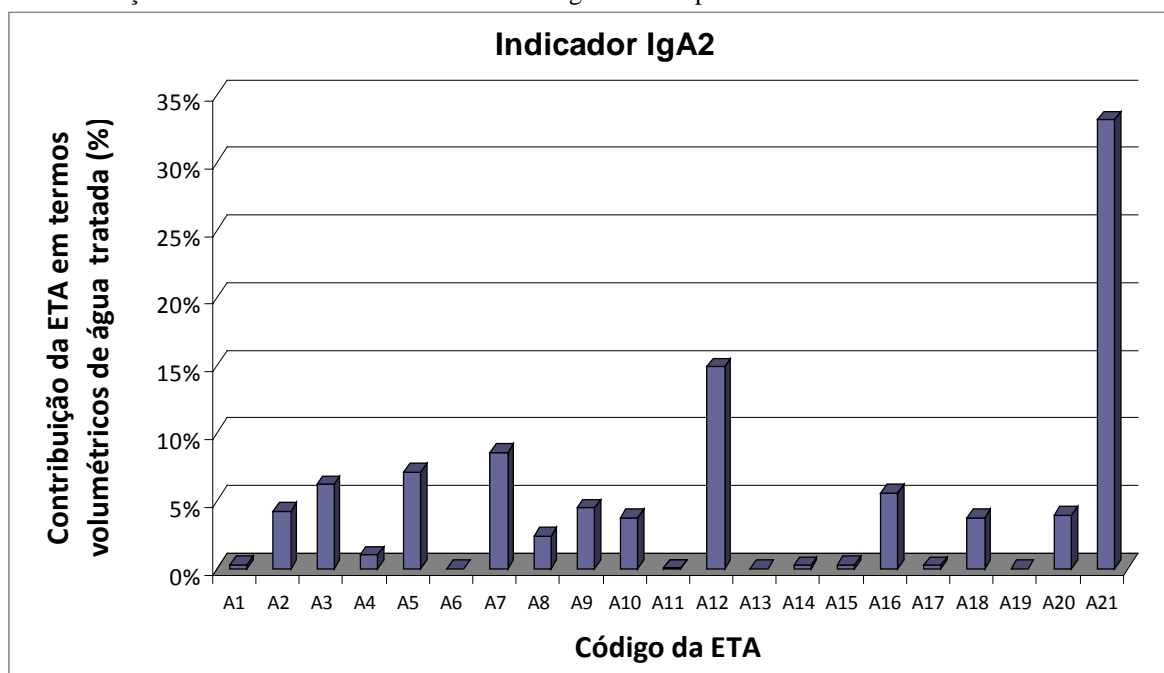
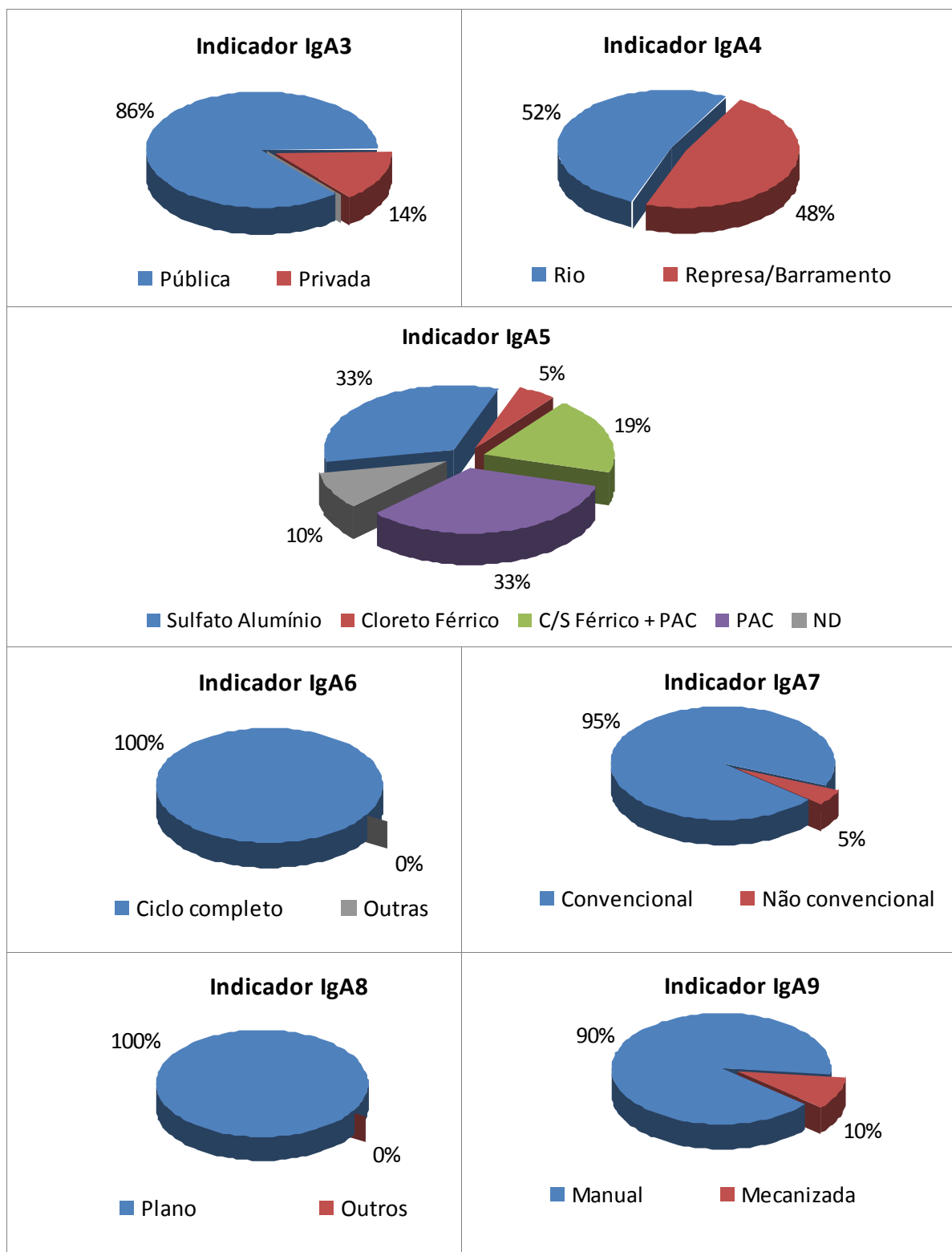


Figura 3: Indicador geral IgA2 relativo a porcentagem de contribuição em termos volumétricos de água tratada, aplicado em cada ETA.

Na Figura 4 apresenta-se em forma de gráficos os resultados da aplicação de doze indicadores gerais, IgA3 a IgA15 (exceto IgA10) relativos ao resíduo gerado nos decantadores (lodo) das ETA na sub-bacia considerada.



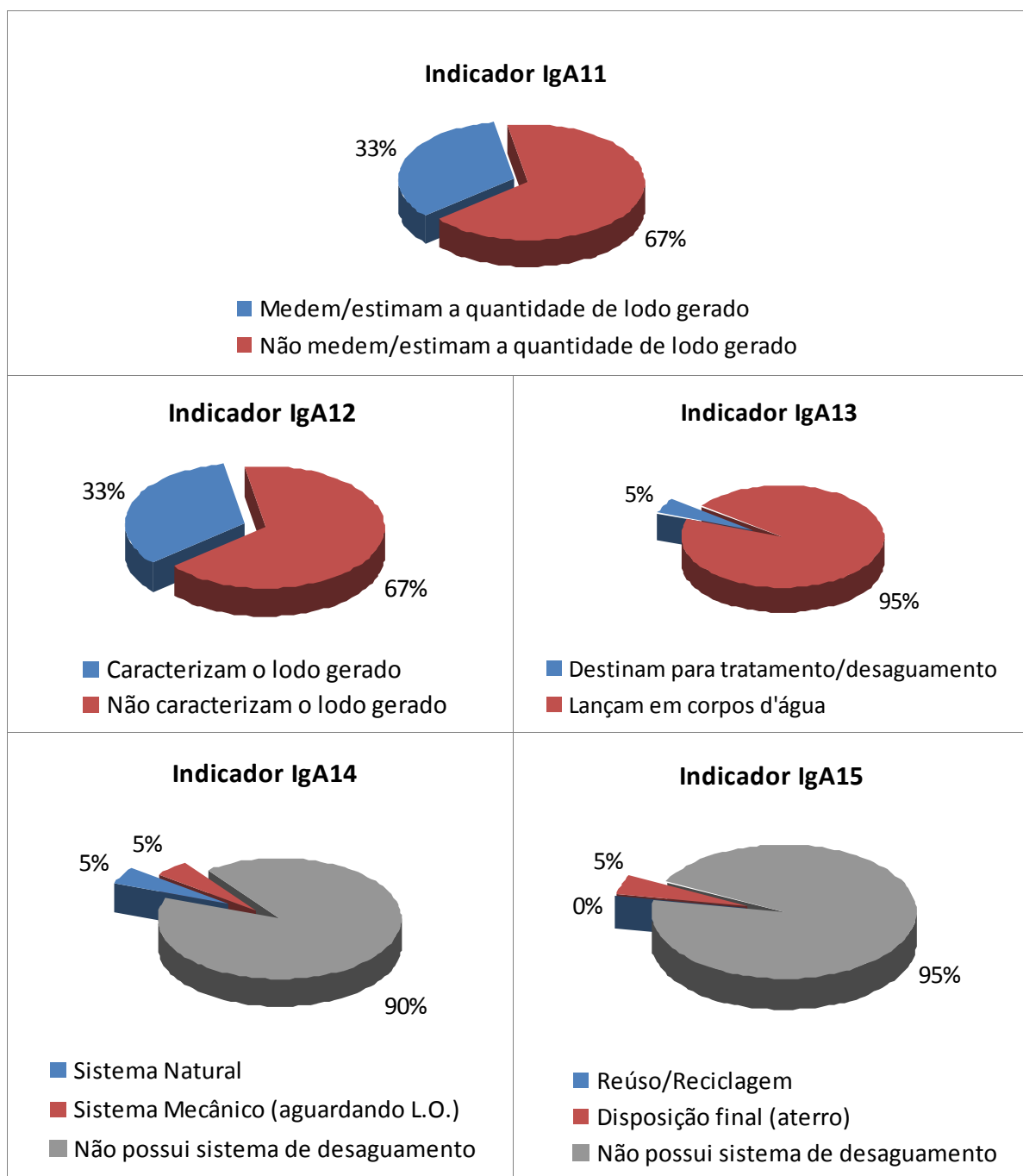


Figura 4: Indicadores gerais IgA3 a IgA15 (exceto IgA10) relativos ao lodo de ETA aplicados na sub-bacia considerada.

Os indicadores gerais IgA10; IgA16 a 20 não foram aplicados, pois alguns dados precisam ser verificados.

Na Figura 5 apresenta-se em forma de gráfico o resultado da aplicação do indicador IgA21: Porcentagem de perdas de água na ETA, para as ETAs que possuem dados suficientes para aplicação deste indicador.

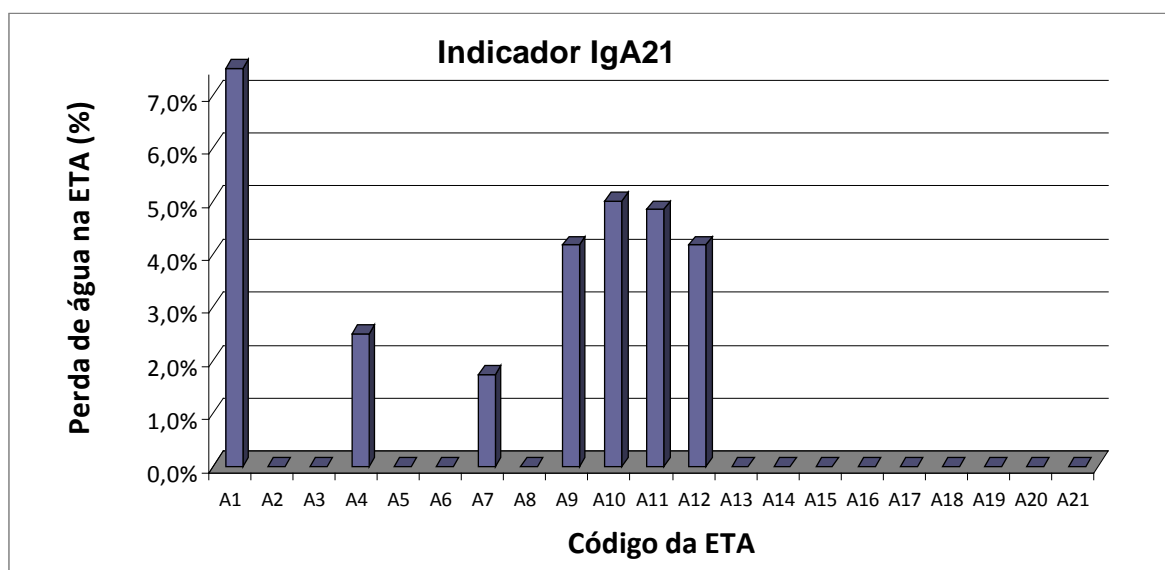


Figura 5: Indicador geral (IgA21) relativo porcentagem de perdas de água na ETA.

Nota-se na Figura 5 que o indicador **IgA21** foi aplicado em apenas sete ETAs, visto que apenas estas estações medem o volume de água na entrada e saída da ETA e as outras ETAs só possuem dados de volume de água bruta medido na entrada da ETA. Em relação ao indicador IgA21, duas ETAs (A4 e A7) possuem valores próximos a 2%, outras quatro ETAs (A9, A10, A11 e A12) de 4 a 5%, e uma ETA (A1) possui valor muito acima de 5%, que precisa ser avaliado criteriosamente.

A seguir, têm-se os resultados da aplicação dos indicadores individuais.

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados da aplicação dos indicadores individuais, **IinA1 a IinA8**, relativos ao resíduo (lodo) gerado em cada ETA da sub-bacia considerada.

Tabela 1: Indicadores individuais IinA1 a IinA 8 (exceto IinA5) relacionando ao resíduo (lodo) gerado aplicado em cada ETA da sub-bacia considerada.

Nome do Indicador	Volume de lodo gerado por metro cúbico de água tratada	Porcentagem de lodo gerado em função do volume de água tratada	Massa de lodo gerado por metro cúbico de água tratada	Nível de caracterização do lodo gerado	Nível de destinação do lodo bruto	Nível de desaguamento do lodo bruto	Porcentagem do lodo gerado que é reutilizado ou reciclado
Unidade	L/m³	%	Kg/m³	Un (0 a 3)	Un (0 a 3)	Un (0 a 3)	%
Indicador	IinA1	IinA2	IinA3	IinA4	IinA6	IinA7	IinA8
Cód. ETA							
A1	IA	IA	IA	0	0	0	0
A2	IA	IA	IA	0	0	0	0
A3	IA	IA	IA	0	0	0	0
A4	IA	IA	IA	0	0	0	0
A5	177,75	18%	3,56	1	0	0	0
A6	IA	IA	IA	0	0	0	0
A7	0,69	0,07%	0,01	2	0 ⁽¹⁾	0	0
A8	1,27	0,13%	0,03	3	3	3	0 ⁽⁴⁾
A9	321,50	32%	6,43	1	0	0	0
A10	115,74	12%	2,31	1	0	0	0
A11	461,54	46%	9,23	1	0	0	0
A12	289,35	29%	5,79	3	0 ⁽²⁾	2 ⁽³⁾	0
A13	IA	IA	IA	0	0	0	0
A14	IA	IA	IA	0	0	0	0
A15	IA	IA	IA	3	0	0	0
A16	IA	IA	IA	3	0	0	0
A17	IA	IA	IA	3	0	0	0
A18	IA	IA	IA	3	0	0	0
A19	IA	IA	IA	0	0	0	0
A20	IA	IA	IA	0	0	0	0
A21	IA	IA	IA	0	0	0	0

Legenda:

IA - Impossibilidade de Aplicação do indicador (não mede o volume, não caracteriza ou não estima a massa de lodo gerado);

⁽¹⁾ previsão de encaminhar para ETE;

⁽²⁾ previsão de encaminhamento para Unidade de Tratamento do Lodo (UTL);

⁽³⁾ aguardando Licença Operação (L.O.) da Unidade de Tratamento do Lodo (UTL);

⁽⁴⁾ estudo para reuso em tijolos cerâmicos.

Os indicadores individuais IinA9 a IinA16; IinA18 a IinA20 e IinA22 não foram aplicados, pois alguns dados precisam ser verificados.

Os sete indicadores individuais, IinA16 a IinA22, relativos à destinação (tratamento/desaguamento) dos resíduos gerado em cada ETA da sub-bacia, são aplicáveis apenas nas ETAs que possuem algum tipo de sistema de tratamento/desaguamento do lodo gerado. Assim, como apenas uma ETA possui este sistema, ou seja, 5% das ETAs da sub-bacia considerada, conforme indicador IgA13 apresentado na Figura 4, a seguir apresenta-se os resultados apenas para esta ETA (A8).

O resultado de aplicação do indicador IinA17, referente à porcentagem de sólidos presentes no lodo após 30 dias de desaguamento, varia de 35% a 40% para a ETA A8, que representa um bom resultado em comparação com os valores reportados por fabricantes e operadores, tanto de sistemas mecânicos (por exemplo, centrífugas) que atingem 20% a 30% ou de BAG fechado (sistema natural), que varia de 18% a 25%.

O resultado de aplicação do indicador IinA21 para a ETA A8, referente ao nível de destinação do resíduo sólido afluente à UTL, é dois (2), que representa uma disposição final em aterro sanitário.

Analisando os resultados, é possível inferir que os indicadores elaborados reúnem dados e informações compiladas que podem servir como instrumentos de gestão para os resíduos gerados em ETAs, conforme preconiza a ISO 24512:2007, assim como, se tornar uma fonte de dados para prover o *benchmarking* entre diferentes ETAs, auxiliando a implantação de ações ecoeficientes, tomada de decisão e melhoria contínua do setor.

A aplicação dos indicadores propostos neste trabalho, a troca de experiências, boas práticas e mesmo os resultados ruins, são extremantes relevantes no processo de *benchmarking*, que se torna mais plausível, confiável e compreensível com uso de indicadores, de preferência padronizados.

CONCLUSÕES

A água pode ser considerada uma substância contraditória. Ao mesmo tempo em que é uma necessidade biológica para todos os seres vivos, é também um veículo condutor de resíduos, que podem causar uma série de doenças graves a ponto de gerar riscos de vida.

A gestão de informações pode conduzir à veiculação de políticas públicas, motivando a busca de soluções que culminem na melhoria da qualidade de vida.

O *benchmarking* com indicadores permite a troca de informações confiáveis com certo grau de exatidão, minimiza equívocos comuns na escolha de tecnologias e soluções de baixa eficiência ou abaixo do esperado para os resíduos de ETAs.

A ausência ou indisponibilidade de dados sobre os resíduos produzidos em ETAs, aliado a baixa confiabilidade e exatidão das informações, atrasa sobremaneira a aplicação efetiva de programas eficientes de gestão, inclusive em atendimento à restritiva legislação ambiental brasileira.

A implantação de modelos de gestão e uso de indicadores, tais como preconizado na norma internacional ISO 24512:2007, demonstra consciência e preocupação em corroborar com a sustentabilidade, porém, quando se trata de resíduos de ETAs, este questão ainda é muito incipiente.

A tomada de decisão gerencial requer uma gama de dados, informações e principalmente indicadores que sejam confiáveis, com certo grau de exatidão e passíveis de comparação, para que seja efetiva.

A resistência do setor em divulgar informações e mesma a ausência ou imprecisão de dados sobre determinados temas, como é o caso dos resíduos gerados em ETAs, tem-se mostrado uma das grandes entaves de avanços nesta área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa (Processo FAPESP N° 2010/10.816-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHON C. L. Ecoeficiencia de Sistemas de Tratamento de Água a luz dos conceitos da ISO 14.001. São Carlos. 230p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.
2. ALEGRE, H. Normas ISO 24500: um instrumento de apoio à gestão de serviços de abastecimento de água e de águas residuais. Arquivo em power point, apresentado no 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife – PE. ABES, 55p. Setembro, 2009. Disponível em <<http://www.abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyPortal/Site/XP-PortalPaginaShow.php?id=565&min=0>>. Acesso em 12/07/2011.
3. BRASIL. Lei N.º 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Política Nacional do Saneamento Básico. Congresso nacional, 2007.
4. CORDEIRO, J.S. Gerenciamento Integrado de Resíduos de Estações de Tratamento de Águas. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, cd, I – 062. 2001.
5. INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO – IE/SP. Relatório de Conclusões do Seminário Nacional sobre Tratamento, Disposição e Usos Benéficos de Lodos de Estações de Tratamento de Água. In: Seminário Nacional sobre Tratamento, Disposição e Usos Benéficos de Lodos de Estações de Tratamento de Água, São Paulo, IE, 11p. 2008.
6. ISO 24512. Activities relating to drinking water and wastewater services— Guidelines for the management of drinking water utilities and for the assessment of drinking water services. ISO - International Organization for Standardization, TC 224, 54p. Dezembro, 2007.
7. IWA Performance Indicators for Water Supply Services. Manual of Best Practice Series - Second Edition, IWA Publishing, London, ISBN: 1843390515, 305 p.; Alegre, H.; Baptista, J.M.; Cabrera JR., E., Cubillo, F.; Duarte, P.; Hirner, W.; Merkel, W.; Parena, R., 2006.
8. RENNÓ, C. R. A. Normas ISO 24.500 no atual cenário do setor de saneamento no Brasil. Arquivo em power point, apresentado no 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife – PE. ABES, 13p. Setembro, 2009. Disponível em <<http://www.abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyPortal/Site/XP-PortalPaginaShow.php?id=565&min=0>>. Acesso em 12/07/2011.
9. The Community Indicators Handbook. Measuring Progress Toward Healthy and Sustainable Communities. 145p. Seattle, 1997.