

## **V-004 - ANÁLISE DO EMPREGO DE INDICADORES PARA AFERIÇÃO DA EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: O ESTUDO DE CASO DA ÁREA DE PLANEJAMENTO 5 (AP 5), RJ**

**Marcelo Obraczka<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil e Sanitarista pelo DESMA\FEN da UERJ. Mestre em Ciência Ambiental pelo PGCA do Instituto de Geociências da UFF. Doutor em Planejamento Energético e Ambiental pelo PPE\COPPE/UFRJ. Professor Adjunto do DESMA\FEN\UERJ.

**Isaias Fagundes Leal**

Engenheiro Agrônomo pela UFRRJ. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pela COPPE/UFRJ. Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ. Consultor da empresa AMBIENTAL Eng<sup>a</sup> e Consultoria.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (21) 23340177 - e-mail: marcelobraczka@gmail.com

### **RESUMO**

O déficit de saneamento relacionado às carências de coleta e tratamento de esgotos é um dos principais responsáveis pela situação ambiental precária de muitos corpos hídricos da região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Esse é o caso da Baía de Guanabara, que será justamente o palco da maioria dos eventos náuticos dos Jogos Olímpicos de 2016. Não se trata de um fenômeno somente fluminense ou carioca: segundo um recente estudo do Instituto Trata Brasil, baseados nos dados recentemente publicados pelo Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SNIS), somente cerca de 40% do volume de esgoto coletado no país são encaminhados a um sistema de tratamento adequado (Instituto Trata Brasil, 2016).

Mesmo em áreas providas de redes de esgoto, constata-se que o atendimento real se encontra bem abaixo da capacidade do sistema. O estudo “Ociosidade das Redes de Esgoto” - publicado pelo Instituto Trata Brasil, em parceria com a Reinfra Consultoria, e com apoio institucional da Comissão de Saneamento da OAB - aponta que mais de 3 milhões de brasileiros possuem redes de esgotos disponíveis para se interligarem, mas não o fazem. Além da falta de vontade política em resolver o problema, a ociosidade das redes de esgoto também se soma aos tradicionais empecilhos que travam a universalização do saneamento no país (Instituto Trata Brasil, 2016).

Podem ser mencionados ainda outros aspectos que contribuem para a baixa eficiência do sistema existente, como o despejo de parte dos esgotos coletados no sistema de drenagem (Figuras 1 e 2).



**Figuras 1 e 2 – Aspecto característico da presença de esgotos sanitários em rios/canais em áreas urbanas no Rio de Janeiro (Rio Maracanã, Rio Marangá), mesmo em áreas providas de rede, em função da interligação entre os sistemas de esgoto e de drenagem.**

Entre algumas das medidas que visam reverter essa situação, do ponto de vista da necessidade urgente de melhoria da gestão e do planejamento no setor, a institucionalização de instrumentos como o Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SNIS) traz maior disponibilização e padronização de dados e índices relacionados ao Saneamento. Ela vem corroborar no sentido de implementar a utilização de indicadores pelos operadores e gestores dos sistemas de saneamento, além de proporcionar uma maior transparência e permitir o

exercício do controle social. Além disso, a utilização criteriosa desses dados pode servir de suporte para monitorar os sistemas existentes, direcionando ações visando aumentar o atendimento e a eficiência e dessa forma caminhar no sentido dessa universalização, mesmo não sendo construídas novas redes.

O presente trabalho tem como objetivo geral justamente analisar a utilização de tais Indicadores de saneamento como instrumento de gestão/planejamento e aferição da eficiência na prestação de serviços de esgotamento sanitário. Ainda como objetivos específicos desse estudo podem ser elencados: a) elaboração de propostas para aperfeiçoamento desses Indicadores, incluindo sugestões de melhorias na metodologia de cálculo e no processo de aferição; b) sugestão de possíveis novos Indicadores, tanto para auxílio ao monitoramento da eficiência do sistema como para o aperfeiçoamento da gestão do mesmo.

O trabalho foi executado em duas etapas. Na primeira, realizou-se um levantamento geral de referências e de dados sobre indicadores de saneamento, definindo-se quais seriam priorizados. Em seguida foi realizado um estudo de caso, tomando como base a experiência/iniciativa de uma concessão de um sistema de esgotamento sanitário referente à Área de Planejamento 5 (AP 5), situada na RMRJ. Mesclando características semi-rurais e intensa urbanização, a região objeto do presente estudo se configura como um dos principais vetores de expansão e crescimento demográfico do município do Rio de Janeiro. A relevância atual dessa questão é muito grande, uma vez que o atual modelo de gestão (concessão) dos sistemas de esgotos para essa região - adotado em 2011 - é considerado como uma alternativa estratégica de ação do poder público com o objetivo de fomentar o investimento necessário e recuperar o grande atraso em relação à cobertura do sistema existente e ao atendimento das demandas de saneamento básico.

Em que pese a inegável importância - e pertinência - do emprego de Indicadores para avaliação da eficiência/desempenho do sistema, os resultados preliminares indicam que a aferição ora utilizada pode ser um obstáculo para o uso dessa metodologia, uma vez que boa parte dos dados de entrada utilizados para cálculo dos indicadores são baseados em estimativas, notadamente no que se refere as vazões coletadas e encaminhadas a tratamento.

Portanto, na sequência do estudo, vem sendo desenvolvida e será testada uma metodologia para avaliação empírica do funcionamento do sistema em determinadas micro bacias, cujos resultados possam ser extrapolados para toda a área em estudo.

Além de aperfeiçoar a aferição desses Indicadores, está sendo estudada a consolidação de um índice distinto dos que vem sendo utilizados, que agregue também o aspecto da eficiência do tratamento ao processo de monitoramento e avaliação da prestação dos serviços.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas de esgotamento sanitário, gestão e planejamento, Indicadores de saneamento, melhoria de desempenho e da eficiência do sistema.

## INTRODUÇÃO

De acordo com VON SPERLING & VON SPERLING (2013), o uso de Indicadores de Saneamento vem se tornando uma prática crescente em escala global. No caso do Brasil, esses autores citam como exemplo a Lei nº 11.445/2007, considerada como o novo marco regulatório do setor, por ter institucionalizado o uso de indicadores de desempenho, que passaram a integrar o processo de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços. Tais indicadores vêm sendo utilizados como instrumentos de planejamento e gestão em saneamento, como demonstra importância cada vez maior dada ao Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SNIS), cujos dados são fornecidos e atualizados mandatoriamente pela grande maioria das prestadoras de serviço de saneamento no país.

A análise de dados do SNIS permite identificar, por exemplo, a relação entre o esgoto que é coletado e o que é encaminhado a tratamento, além de outros índices tais como a Extensão da rede de esgoto por ligação e o Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário.

O monitoramento através de indicadores de desempenho - tais como o índice de tratamento e o índice de atendimento - se constitui em um importante instrumento de gestão. Entre outros aspectos, ele possibilita identificar se houve ou não uma evolução/aperfeiçoamento no funcionamento/operação a partir da tomada de medidas corretivas e preventivas, que porventura tenham sido postas em prática pelos gestores/operadores do sistema. Permite também um maior conhecimento de onde e de que forma ocorre uma subutilização ou extrapolação da sua capacidade.

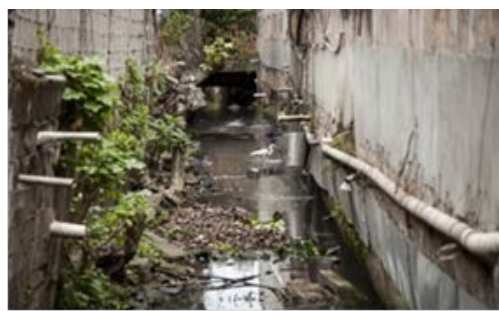
A importância/abrangência desses números pode ser bem demonstrada no sistema referente à AP5 - utilizado no presente trabalho como um estudo de caso – onde, além das metas de cobertura, atendimento e tratamento, há um índice adicional para verificação do nível de utilização das ETE's. Com o objetivo de detectar a saturação e prever novos investimentos caso necessário, ele é medido através de um Indicador específico - o de Saturação de Tratamento de esgoto - calculado para cada ETE (Prefeitura do Rio de Janeiro, Plano de Concessão, 2012).

### **Considerações sobre a eficiência de sistemas de esgotamento sanitário**

Em um sistema de esgotamento sanitário, constata-se que a dificuldade de viabilização das ligações domiciliares à rede coletora assentada nas ruas é um sério obstáculo a sua eficiência/abrangência, como é o caso de soleiras baixas das edificações em relação à rede assentada na via (Figura 3) ou instalações sanitárias voltadas para os fundos, sendo as ligações feitas/lançadas em um córrego ou valão a céu aberto (Figura 4).



**Figura 3 à esquerda - Soleiras baixas resultando em despejos de esgotos no rio Pirai, Barra do Pirai/RJ (Fonte: Obraczka e Leal, 2015)**



**Figura 4 à direita – Ligações e lançamentos de esgoto em córregos e valas negras situadas nos fundos das moradias/edificações**

(Fonte: <http://oglobo.globo.com/brasil/brasil-nao-atinge-todos-os-objetivos-do-milenio-da-onu-18403182#ixzz3wH80eUcw>)

A não efetivação dessa ligação à rede pública contribui para que, em muitas localidades, o atendimento real do sistema seja bem inferior ao esperado/projetado, mesmo havendo rede coletora assentada em todos os arruamentos.

Essa menor “adesão” ao sistema não somente é prejudicial do ponto de vista ambiental (piora da qualidade do corpo receptor) e econômico (menor arrecadação), como também do ponto de vista do próprio funcionamento hidráulico da rede (OBRACZKA & LEAL, 2015).

De acordo com o estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (ITB, 2015), entre os principais motivos para que o brasileiro não regularize seu esgoto estão o desconhecimento sobre a situação do próprio imóvel, sobre o dano coletivo causado e ainda, quanto aos custos básicos para conclusão da obra referente à conexão regular de esgoto.

Ainda segundo ITB (2015), para dar um grande passo para a ampliação desses serviços, as empresas de saneamento básico em todo o país precisam investir em campanhas de informação e de educação ambiental nas escolas, realizar cobranças de tarifas quando há serviço na rua – mesmo se não houver ligação – além de dar incentivo econômico à população de baixa renda para realizar as ligações.

Vale ainda lembrar que muitos desses lugares existe legislação específica que torna obrigatória a conexão à rede de coleta de esgoto, mas em vários não há fiscalização ou aplicação das punições (Instituto Trata Brasil, 2015).

Há ainda outros casos e exemplos de tipos de ligações que são feitas de forma não adequada. Um caso típico: tendo em vista as dificuldades de drenagem características de muitas áreas urbanas, diversos moradores utilizam-se indevidamente do ramal predial ou domiciliar de esgoto para escoamento de áreas pluviais, como aquelas provenientes de telhados e outras áreas impermeabilizadas dos respectivos lotes.

Também a infiltração que ocorre através das juntas e conexões, poços de visita e outros componentes da rede coletora contribui para o aumento da vazão de esgoto escoada (NUVOLARI, 2011), sendo essa infiltração tanto maior quanto mais extensa a rede e também proporcional a profundidade da rede e sua relação com a altura do lençol freático (TSUTYIA e SOBRINHO, 2011).

Em um estudo realizado por BESS (2003), constatou-se que, em determinados casos, cerca de 30% da rede avaliada opera com mais do que 100% de sua capacidade hidráulica (ou seja, inadequadamente como conduto forçado), em função de contribuições para a rede separativa que não são de esgotos domésticos.

Se a capacidade hidráulica do sistema é muitas vezes ultrapassada, o mesmo não se pode afirmar em relação a carga orgânica.

Com base nos dados de DBO afluente, disponíveis nas respectivas Declarações Anuais de Carga Orgânica (que fazem parte do monitoramento exigido pela legislação ambiental), constata-se que a carga afluente a várias ETE's da AP 5 é muito reduzida. São verificadas concentrações de DBO afluente inferiores a 100 mg/l quando o seu usual para esgotos sanitários é da ordem de 300 mg/l. Esse fato pode ser creditado a uma grande diluição do esgoto, o que pode ser creditado ao grande afluxo de águas pluviais e de infiltração no sistema de coleta.

No que se refere à destinação final adequada, podem ser também constatadas outras não conformidades no sistema, mesmo em áreas providas de rede. Em função das inúmeras interconexões entre as redes de esgoto e de águas pluviais presentes na maior parte dos sistemas públicos de saneamento, uma parcela da vazão dos efluentes é direcionada para as galerias e canais de drenagem, não atingindo, portanto, uma ETE ou similar.

De acordo com Moreira (2015), em seu estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental da AP5, a falta da infraestrutura de tratamento e disposição final das excretas domiciliares leva ao despejo destas em locais inadequados, como aqueles relacionados à rede pluvial (destinada a captação da água da chuva), com impactos principalmente em ecossistemas aquáticos.

A existência de tantos fatores intervenientes pode levar a um bom ou a mau funcionamento do sistema, dependendo da forma que esses aspectos estejam sendo tratados.

Muitos dos problemas são originários da falta de conhecimento e/ou de conscientização dos próprios usuários. Como pela ausência de caixas de gordura e caixas sifonadas para “pré-condicionamento” dos esgotos domiciliares à montante de sua interligação a rede pública, o que gera obstruções e entupimentos das redes, além dos muitos transtornos e considerável elevação dos custos operacionais.

A importância dessas questões operacionais do sistema existente propriamente dito pode ser demonstrada pela existência de Indicadores específicos visando seu monitoramento, que tem entre seus principais objetivos dar suporte a ações que visem o aumento da eficiência do sistema.

No caso da AP5, há os indicadores dos Níveis de Serviço, mais especificamente da Qualidade da Prestação dos Serviços Operacionais, com enfoque maior em relação ao usuário propriamente dito. Podem ser citados o nível de serviços de desobstrução e a eficiência nos prazos de atendimento, níveis de satisfação do usuário, entre outros (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, PLANO DE CONCESSÃO, 2012).

Há também os indicadores de atendimento, cobertura e de tratamento, mais voltados para auxiliar a ditar o ritmo de investimentos da Concessionária através da necessidade do cumprimento de um Plano de Metas, que é justamente aferido por esses índices. Em caso de não cumprimento, sanções são previstas (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, PLANO DE CONCESSÃO, 2012).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Inicialmente foram levantados dados e informações sobre a região em estudo, relacionadas direta ou indiretamente ao tema.

Foram ainda levantadas referências bibliográficas e o histórico do emprego de Indicadores de Saneamento, através de pesquisa e estudos de casos onde houve a utilização desse tipo de instrumento, de maneira similar ao assunto em tela.

No presente, o trabalho está sendo desenvolvido a partir de um estudo de caso, com base na experiência atual na Área de Planejamento 5 (AP5), onde são empregados determinados indicadores para monitoramento e avaliação da prestação dos serviços de esgotamento sanitário, referente ao sistema concedido a iniciativa privada em 2011. Esses índices são empregados para verificar o atingimento (ou não) de metas definidas pelo Contrato de Concessão estabelecido entre as partes envolvidas.

Com base nos dados provenientes dessa experiência de concessão, foram priorizados no presente estudo a análise de três indicadores de desempenho operacional. Foram verificadas as metodologias de cálculo e de aferição desses índices, sendo então realizadas inferências a partir dos resultados obtidos.

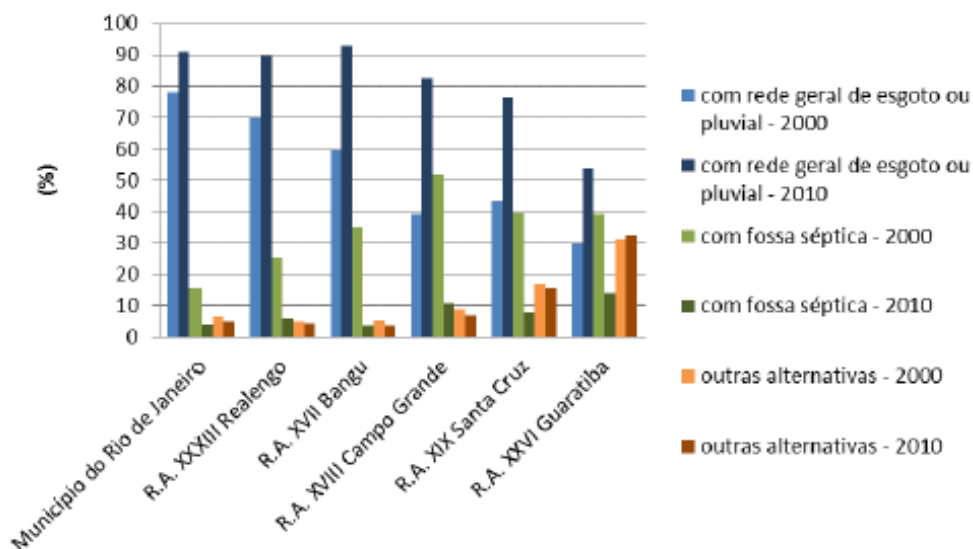
As etapas do trabalho são descritas de forma mais detalhada a seguir.



## PRIMEIRA ETAPA: LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram levantados dados gerais sobre a área em estudo visando sua caracterização básica e contextualização. Também foram pesquisas referências e sobre o tema em questão (Indicadores) tendo como base o SNIS, além de outras fontes, como o IBGE.

Entre outras importantes informações disponíveis foi possível levantar-se um diagnóstico do sistema de saneamento existente na AP5, por Região Administrativa, com base em dados do período de 2000 a 2010 (Figura 5) (IBGE).



**Figura 5 – Proporção de domicílios particulares permanentes por existência de esgotamento sanitário segundo Regiões Administrativas da Área de Planejamento 5 do município do Rio de Janeiro - 2000-2010 (Fonte: IBGE, 2015)**

Pode ser constatada a grande diferença de situação/realidade entre as distintas Regiões Administrativas (RA) que compõem a AP5, no que se refere a infraestrutura de saneamento disponível.

Em estudo realizado por MOREIRA (2015) foi feito um mapeamento de vulnerabilidade por esgotamento sanitário na AP5, tendo sido constatada uma grande quantidade de setores de alta vulnerabilidade, principalmente nas áreas do extremo oeste. De acordo com o autor, em maior proporção, as áreas mais distantes dos centros locais apresentaram este déficit no que diz respeito à coleta de esgoto, por falta de rede coletora.

Tal constatação traz à tona questões relevantes relacionadas a Saúde Pública, questões essas que necessitam ser equacionadas de uma maneira sistêmica, para as medidas e os investimentos em saneamento se façam eficazes na melhoria da saúde e da qualidade de vida. No presente caso, a priorização de determinadas áreas em detrimento das demais, suas vizinhas - como constatada pelo referido autor - é totalmente contraindicada.

Ainda de acordo com MOREIRA (2015), a deficiência na oferta dos serviços de coleta de esgoto influencia na escolha da população por alternativas e a concessão dos serviços de coleta e tratamento de esgoto da região foi uma alternativa encontrada pela Prefeitura do município do Rio de Janeiro em busca de solucionar tal problema. O diagnóstico desenvolvido pela Prefeitura do município do Rio de Janeiro (2011b) apontava para a deficiência na oferta de serviços de esgotamento sanitário, o que, segundo essa mesma Prefeitura, justificou também na concessão dos serviços para a iniciativa privada em 2012.

Não obstante, somente direcionar investimentos em obras para a implantação/ampliação de sistemas de esgotamento sanitário também não vem se demonstrando suficiente para a solução do problema. Nesse sentido, destaca-se o monitoramento através de índices ou indicadores de saneamento, prática essa cada vez mais presente na gestão e no planejamento desse setor.

A produção de informações neste caso é de suma importância para acompanhamento e avaliação dos serviços prestados pela empresa encarregada (MOREIRA, 2015).

## Contextualização geral sobre o emprego de Indicadores de Saneamento

Em 2006, em parceria com o PMSS, a ABAR (entidade que congrega as agências de regulação existentes no Brasil) realizou uma oficina internacional, ocasião em que foi proposto um conjunto de indicadores para regulação dos serviços de água e esgotos, a ser utilizado por todas as agências reguladoras.

Dentre os 46 indicadores propostos no trabalho desenvolvido por VON SPERLING & VON SPERLIN (2013) – após um estudo que se iniciou com 483 diferentes índices – somente oito foram considerados como de relevância por todas as esferas da sociedade civil consultadas (Prestadora de Serviço, Agência Reguladora, Administração Pública e Usuário). São eles:

- Indicadores de Qualidade: População residente conectada à rede coletora (%); População residente servida por ETE (%); População residente não atendida (%); Esgoto tratado na ETE (%); Total de reclamações (nº/1000hab./ano); Resposta às reclamações (%)
- Indicadores Econômico-Financeiros: Tarifa média de esgoto (\$/m³).

A partir da implementação do Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SNIS), alguns desses índices foram adotados e vêm sendo periodicamente atualizados, servindo como importantes balizadores de funcionamento e operação do setor.

Com base em dados disponibilizados por algumas concessionárias do Estado do Rio de Janeiro, são apresentados a seguir alguns desses Indicadores e seus respectivos valores, a título de ilustração (Tabela 1).

**Tabela 1 – Alguns indicadores operacionais de esgoto disponibilizados pelas concessionárias atuantes no estado do Rio de Janeiro (Fonte: SNIS, 2016 – Dados referentes a 2014).**

Município	Nome do prestador de serviço	UF	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto	Índice de coleta de esgoto	Índice de tratamento de esgoto	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	Extensão da rede de esgoto por ligação
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	m/lig.
Campos dos Goytacazes	Águas do Paraíba S/A	RJ	72,73	80,55	80,55	69,72	100,00	69,72	12,19
Niterói	Águas de Niterói S/A	RJ	93,00	93,00	93,00	94,92	100,00	94,92	12,27
Nova Friburgo	Águas de Nova Friburgo Ltda	RJ	80,52	91,99	91,99	100,00	65,96	67,21	12,24
Petrópolis	Águas do Imperador S/A	RJ	83,33	86,67	86,67	100,00	80,20	98,44	5,88
Resende	Águas das Agulhas Negras	RJ	93,65	98,72	98,72	91,35	60,00	54,81	11,31
Rio de Janeiro	FAB Zona Oeste S.A.	RJ	17,71	17,71	17,71		8,88		4,56

Chama a atenção a defasagem existente entre os números apresentados pela maioria dos casos e a realidade da zona Oeste do Rio de Janeiro, onde se situa a AP5 e cuja Concessionária é a FAB Zona Oeste S.A.

Vale lembrar que os valores dos indicadores apresentados acima são disponibilizados a partir dos dados fornecidos compulsoriamente pelas próprias Concessionárias, sendo, portanto, baseados unicamente nessas fontes, alguns a partir dos seus respectivos cadastros. A imensa maioria dos dados acima apresentados é baseada em estimativas.

De maneira análoga, os dados de saneamento disponibilizados pelo IBGE também se baseiam em projeções, feitas com base em informações colhidas pelo Censo.

Portanto, depreende-se que a grande maioria dos dados disponíveis que estão sendo utilizados não são provenientes nem aferidos de forma empírica.

Com base no presente estudo, entre alguns dos aspectos negativos já identificados no emprego dessa ferramenta (indicadores) na forma que ela é atualmente utilizada, são mencionadas justamente o uso de muitas estimativas bem como as dificuldades inerentes a sua aferição/medição.

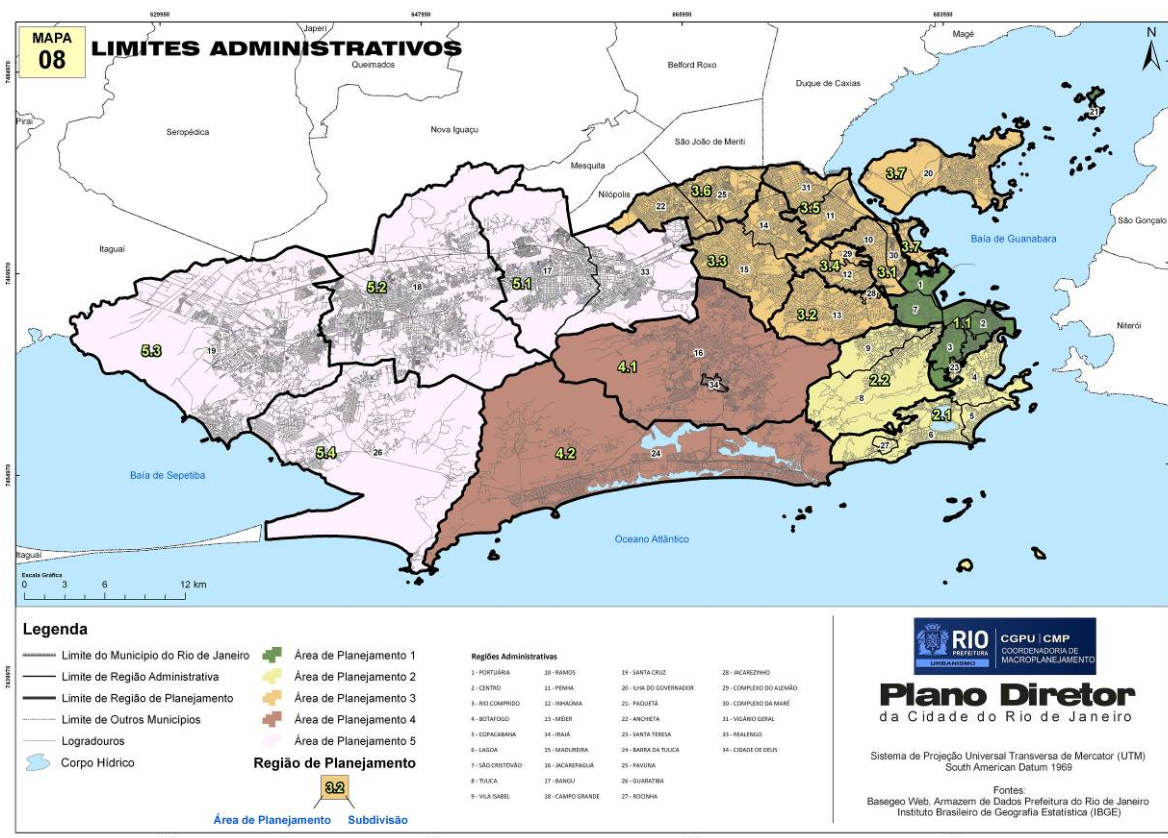
Ainda a partir das averiguações contidas no presente trabalho, são feitas propostas e sugestões para aperfeiçoamento do atual sistema de avaliação e consequentemente da própria gestão do sistema.

## O ESTUDO DE CASO DA AP5 NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Situada no extremo oeste do Município do Rio de Janeiro entre as coordenadas geográficas 22°48'0" a 23°5'30" S e 43°22'30" a 43°47'0" W, a AP5 tem como limites territoriais: a Área de Planejamento 4, a Baía de Sepetiba e os municípios de Itaguaí, Nova Iguaçu, Mesquita e Nilópolis. É constituída por quatro subáreas (5.1, 5.2, 5.3 e 5.4) como mostra a Figura 6.

De acordo com dados oficiais do município (Prefeitura do Município do Rio de Janeiro, 2005), a AP5 possui uma extensão territorial de 592,45 km<sup>2</sup>, correspondente a quase metade do território da cidade (48,4%).

Situada a oeste do Município, essa grande região drena para a Baía de Sepetiba e para a Baía de Guanabara. (Figura 6). Compreende 21 bairros da RMRJ, sendo sua população estimada da ordem de 1,8 milhões de habitantes.



**Figura 6 – Limites administrativos e áreas de planejamento do Município do RJ, englobando entre elas a AP5 (cor rosa).**

(Fonte: [http://www.camara.rj.gov.br/planodiretor/executivo\\_09.php](http://www.camara.rj.gov.br/planodiretor/executivo_09.php))

Trata-se de um imenso território, onde coexistem aglomerados urbanos densamente povoados e áreas de características rurais e semi-rurais. Esse fato de certa forma dificulta a ampliação do sistema de esgoto do tipo separador absoluto, havendo poucas áreas servidas por rede coletora e sistema de tratamento, sendo esse aspecto corroborado pela defasagem em termos de disponibilidade de sistemas de saneamento constatada entre as sub-regiões da AP5, como apontado no estudo realizado por Moreira (2015).

De acordo com o atual contrato de concessão, a expectativa é que essa situação seja revertida, havendo uma previsão de que, ao longo do período de concessão de 30 anos, mais de 2 milhões de habitantes sejam beneficiados com a ampliação do sistema, que contará com 4 grandes ETES, dezenas de elevatórias e várias centenas de km de troncos e redes coletoras.

### Indicadores na gestão do sistema da AP5

Por se referirem mais especificamente as questões ora enfocadas, ou seja, a avaliação do atendimento real do sistema, foram priorizados no presente estudo três indicadores de desempenho, definidos no Plano de Metas da Concessionária (Índice de Atendimento, Índice de Cobertura e Índice de Volume tratado).

O emprego desses índices foi idealizado pelo poder concedente e eles vêm sendo utilizados para aferir a eficiência e a real cobertura (atendimento) do sistema, que está sendo ora expandido pela atual Concessionária a partir das demandas e metas definidas em um Plano de Concessão (Prefeitura do Rio de Janeiro, Plano de Concessão, 2012).

De acordo com o Anexo III do referido Plano, as metas a serem atingidas ao longo do horizonte da concessão são: Metas de Cobertura, de Atendimento e de Tratamento (Colunas B, C e D, Tabela 1).

Há ainda uma métrica específica, relacionando os aspectos de atendimento e tratamento, da qual decorre o índice de prestação do serviço de esgotamento sanitário, definido pelo produto de MIA por MIT (Coluna E - Tabela 2).

**Tabela 2 - Metas de Cobertura, Atendimento, Tratamento e de Prestação do Serviço. Fonte: Adaptado de Plano de Metas do Contrato de Concessão, Anexo III (Prefeitura da Cidade do rio de Janeiro - SMO/Concessionária Foz-Águas5).**

A	B - %	C - %	D - %	E - %
Ano	Meta Indicador de Cobertura (MIC)	Meta Indicador de Atendimento (MIA)	Meta Indicador de Tratamento (MIT)	(MIA) * (MIT)
5	40	33	95	31,35
10	70	66	100	66
15	80	75	100	75
25	90	85	100	85
30	90	85	100	85

Os dois indicadores principais que subsidiam o cálculo de atendimento ou não das metas estabelecidas são o Indicador de Tratamento de Esgoto (ITE) e o Indicador de Adesão de Esgoto (IAE) ao sistema.

Foram esses justamente os indicadores priorizados pelo presente estudo.

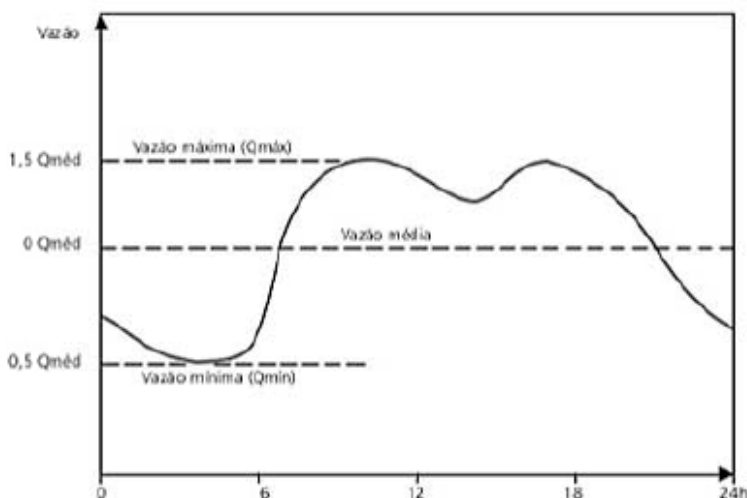
### Os Indicadores ITE e IAE

O Anexo III do Contrato de Concessão define o ITE como sendo a relação entre o volume mensal de esgoto afluente a (s) ETE (s) e o coletado, esse último calculado por estimativa, como sendo uma parcela do volume total de água fornecida a população e consumido pelos usuários que se encontrem conectados à rede de esgoto. O ITE é definido pela seguinte fórmula:  $ITE = VET/VEC * 100$ , sendo o VET o volume mensal de esgoto que aflui as ETE's, medido ou estimado nas entradas das mesmas, enquanto que o VEC é o volume mensal de esgoto coletado pelas redes ativas do sistema.

As estimativas de VET se baseiam nas medições de vazões feitas quatro vezes ao dia – nas ETE's que dispõem de sistemas de medição de vazão do tipo Calha Parshall ou medidor Thompson – e estimadas naquelas que não possuem esse tipo medição.

Sabe-se, no entanto, que a vazão de esgoto afluente a uma ETE varia consideravelmente ao longo de um mesmo dia (Figura 7). A vazão média também varia nos diferentes dias da semana e mesmo ao longo das estações e dos meses do ano. (PROSAB 1, 1999). Isso pode ocorrer em função de vários aspectos como clima, disponibilidade de água, hábitos e poder aquisitivo da população, entre outros.





**Figura 7 – Hietograma com a variação diária típica de vazão de esgotos sanitários  
(Fonte: PROSAB 1, 1999)**

Portanto, dependendo da forma e do momento em que são feitas essas medições, os resultados podem ser bem diversos. Podem não representar a realidade da vazão afluyente média diária, já que não levam em consideração as variações que esse dado sofre ao longo do dia, mês e ano.

Já a determinação do parâmetro VEC baseia-se no conceito de coeficiente de retorno (relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida), considerando-se que ele corresponda a 80% do volume de água consumido nas economias ligadas aos sistemas de água e esgoto. Ou seja, estimando-se que a partir do que foi faturado de água para uma economia, uma constante de 80% do que entra – independentemente da condição do imóvel e de seus moradores, tipo de uso, entre outros fatores – retorna ao sistema como esgoto. Esse parâmetro é recomendado e ainda muito válido para projeto e dimensionamento de sistemas de esgoto, mas também não retrata de forma fidedigna o que ocorre na realidade.

O dado referente ao número de economias é calculado a partir dos dados disponíveis do cadastro comercial da Concessionária, que é constantemente atualizado.

Dessa forma, como os dados de entrada são baseados exclusivamente em estimativas – com exceção do número de economias – podem gerar discrepâncias nos resultados encontrados, se confrontados com outras metodologias, além de não retratar necessariamente a situação existente.

O outro fator que influi no cálculo da meta de prestação de serviço é o Indicador de Atendimento de Esgoto (IAE), que representa as economias com esgoto coletado e transportado até a ETE para tratamento.

Para se calcular o IAE, considera-se a relação (%) entre o número de economias cadastradas residenciais ativas de esgoto e o número total de economias atendidas pela Concessionária.

De maneira análoga ao cálculo do ITE, são utilizados dados provenientes de duas fontes distintas, sem maiores interfaces entre elas, o que por si só já é um fator complicador, pois existe uma tendência ainda maior de não compatibilidade/convergência entre os resultados obtidos.

Para o número de economias cadastradas residenciais ativas, devem ser consideradas somente as economias da área de concessão para as quais as infraestruturas de coleta, transporte e tratamento se encontram disponíveis e operacionais e que possuem contrato ativo com a Concessionária.

O número total de economias atendidas pela Concessionária é determinado pela divisão entre a população residente na área de concessão e o índice de ocupação domiciliar, considerando para isso as estimativas intermediárias publicadas entre Censos do IBGE e adotando-se uma densidade média por domicílio.

Ou seja, trata-se também de um dado estimado, médio para uma grande área com distintas densidades e tipologias de ocupação, que pode não retratar a realidade do funcionamento do sistema.

## RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de cálculo do indicador ITE se baseia na relação entre os parâmetros VEC e VET e pode ter sua interpretação prejudicada, expressando um valor distinto daquilo que ele realmente representa. Tal aspecto pode ser ainda agravado devido à indisponibilidade de dados suficientes para uma verificação mais criteriosa desse indicador.

Uma forma de melhor aferir-se o VET, por exemplo, seria realizar seu monitoramento de forma frequente e periódica nas ETE's, a fim de se obter uma estimativa o mais real e representativa possível dos volumes afluentes diários. Vale lembrar que no presente caso essa medição geralmente não ocorre, especialmente nas estações de tratamento de menor e médio porte do sistema.

Quanto ao VEC, esse parâmetro pode ser interpretado de formas distintas e assim gerar resultados não conclusivos.

De acordo com o glossário do SNIS, entende-se por volume coletado ao volume lançado na rede coletora (em geral considerado como sendo de 80% a 85% do Volume de Água Consumido na área atendida por esgotamento sanitário). Tal métrica pode distorcer a situação real quando, por exemplo, a rede coletora está ligada à uma galeria de águas pluviais, influenciando inclusive outros indicadores como o de saturação da ETE.

Com relação aos indicadores ICE e IAE, o fato de haver rede na rua (Cobertura) não significa necessariamente que as residências/economias estejam conectadas a ela (Atendimento), resultando muitas vezes em índices bem inferiores aos esperados, ainda que essa rede atenda a todas as vias da localidade beneficiada pelo sistema (OBRACZKA & LEAL, 2015).

Em algumas situações, constata-se que mesmo se houvesse rede coletora assentada na testada do lote, as instalações sanitárias internas somente conseguiriam ser a ela interligadas se usassem de grande esforço e investimentos.

Há muitas razões para que isso aconteça e que não são captadas pelos indicadores em questão.

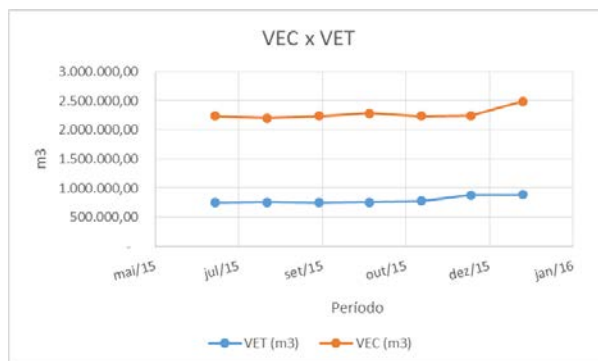
É o caso de situações usuais das soleiras baixas que ocorrem em função da prática de se edificar em áreas impróprias em áreas urbanas, à beira de córregos e rios, que funcionam como receptores dos esgotos dessas moradias.

Além dos impedimentos técnicos e econômicos, a conexão à rede pública muitas vezes não é considerada necessária ou prioritária pelos próprios moradores. Ainda, por questões institucionais e/ou legais há uma grande resistência do poder público em dotar de infraestrutura determinadas áreas não formais, muitas vezes protegidas e não edificantes, com o receio de estar contribuindo com a “formalização” da ocupação dessas áreas, podendo mesmo ser questionado judicialmente por tal iniciativa no futuro.

Com base nos casos acima descritos, estima-se que a conjuntura real será mais bem representada por valores de Indicador/índice de atendimento (IAE) inferiores aos dos Indicadores de cobertura (ICE), inicialmente projetados e/ou utilizados correntemente (SNIS).

O gráfico abaixo compara os dados de Volume de Esgoto Tratado (VET) com os de Volume de Esgoto Coletado (VEC), indicando a defasagem verificada entre esses dois parâmetros.

O valor referente ao VEC corresponde ao cálculo baseado na estimativa de 80% do volume total faturado de água, considerando apenas as economias cadastradas ativas de esgoto sem GAP (galerias de águas pluviais), conforme preconiza a metodologia descrita no contrato de concessão. A figura 8 mostra a relação entre os parâmetros VEC e VET.



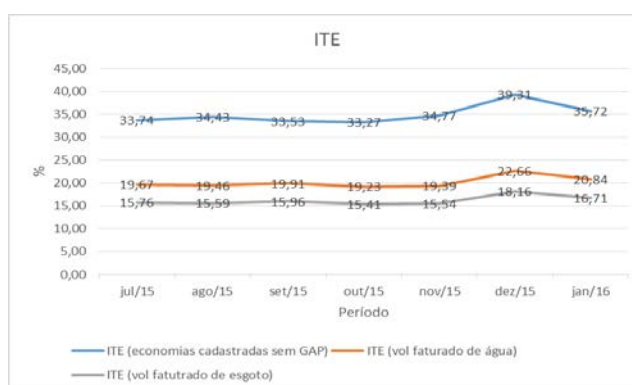
**Figura 8 – Relação entre o volume de esgoto coletado (VEC) e o volume de esgoto tratado (VET).**

A partir da figura 8, pode-se inferir que a diferença entre as duas curvas indica teoricamente a quantidade de esgoto que - apesar de coletada - não está sendo devidamente tratada, tendo como destino provável a rede de drenagem e os corpos hídricos locais.

Em uma análise sob outra perspectiva, considerou-se que o volume faturado pela concessionária englobe além das economias cadastradas ativas de esgoto sem o uso de galerias de águas pluviais - GAP (destino ETE) também aquelas ligadas através de GAP.

Se considerarmos para o cálculo do ITE diretamente o volume faturado de esgoto, com base no parâmetro de 80% do volume total faturado de água, chega-se a valores distintos dos já apresentados.

A figura 9 apresenta, de forma comparativa, os valores estimados obtidos para o indicador ITE calculado sob as três perspectivas mencionadas.



**Figura 9 – Comparação entre os resultados obtidos para o indicador de tratamento de esgoto sob as três perspectivas analisadas.**

Constata-se que há uma variação considerável, especialmente entre os valores de ITE calculados pela metodologia utilizada no contrato de concessão e os demais determinados a partir dos métodos alternativos ora apresentados.

A discrepância de resultados demonstrada indica que deve ser dada uma atenção diferenciada a esse indicador e as conclusões baseadas a partir dos valores atualmente utilizados.

Vale ainda ressaltar que os números apresentados, notadamente aqueles calculados a partir de Volumes faturados, se coadunam com aqueles disponibilizados pela Concessionária no SNIS.

Comparado com os índices apresentados pelas demais Concessionárias de outros municípios do Rio de Janeiro, o índice da AP5 ainda se mostra bem inferior, o que pode ser justificado pela ausência de maiores investimentos nessa área por parte do poder público, antes da concessão.

### Sequência do estudo

É de senso comum que a melhoria da atual situação de saneamento no país passa necessariamente pela expansão dos serviços de coleta e tratamento de esgoto. Mas também não prescinde de uma gestão mais eficiente dos sistemas em funcionamento, e isso inclui o seu monitoramento periódico para verificação - entre outras questões - se ele atende adequadamente à demanda e ao que foi projetado/planejado.

Nesse contexto os Indicadores podem se tornar importantes ferramentas de gestão e planejamento, não somente para aferição, como também no direcionamento das medidas para implementação das melhorias necessárias.

Tendo em vista que os cálculos para determinação dos Indicadores na realidade estudada vêm se baseando exclusivamente na utilização de informações/dados secundários, e que essa metodologia apresenta suas restrições, está sendo estudada uma proposta de estratégia de aferição desses resultados.

A nova abordagem prevê uma campanha de medições a ser realizada em um subbacia/subsistema considerado como "ativo" pela Concessionária, e que seja representativa da realidade em estudo.

Com base em cadastro a ser fornecido pela Concessionária, serão definidos quais desses sistemas farão parte da amostragem. Através de testes com corantes e da inserção de dispositivos de medição de vazão em pontos estratégicos, serão medidos *in-situ* os índices de atendimento nesses sistemas "piloto".

Por intermédio da amostragem proposta, será estimada a porcentagem de domicílios/economias efetivamente conectadas a rede coletora, bem como a vazão afluente a respectiva ETE, determinando-se os valores dos respectivos Indicadores.

Os dados obtidos em campo serão então comparados com os valores dos índices fornecidos pela Concessionária, e também com aqueles apresentados pelas referências disponíveis, como por exemplo, através da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Com a continuidade do presente estudo, os valores a serem aferidos serão utilizados para referendar os Indicadores na forma como são calculados e/ou apresentar alternativas para a revisão/ajuste da metodologia ora empregada.

Eventualmente, os parâmetros de dimensionamento usuais nesses casos podem necessitar de uma abordagem diferenciada. Esses e outros aspectos serão melhor avaliados no decorrer do estudo proposto.

## CONCLUSÕES

Com base nos dados preliminares já levantados pelo presente trabalho, algumas conclusões importantes podem ser mencionadas.

Em que pese a inegável validade no uso de Indicadores para o monitoramento do sistema - prática já consagrada em outras realidades - verifica-se que ainda há alguns obstáculos potenciais a sua aplicação como, por exemplo, na sua determinação e consequentemente na medição da evolução real de aspectos como a qualidade e a eficiência da prestação de serviços por parte da Concessionária.

Por conta da dificuldade de sua aferição em determinadas situações, os resultados “estimados” representados pelos Indicadores podem não retratar necessariamente a realidade do sistema, levando gestores e tomadores de decisão a implementar medidas a partir de um diagnóstico não totalmente confiável.

A partir dos resultados e da avaliação preliminar do presente estudo, recomenda-se que esses números sejam melhor monitorados, já que existe um grau de incerteza no que se refere tanto às vazões reais coletadas como aquelas afluentes as ETE's, em relação àquelas que vem sendo formalmente contabilizadas, baseadas em estimativas.

Isso assume ainda uma maior importância, já que os valores apurados são dados de entrada e por conta disso exercem influência direta no cálculo para a determinação de indicadores e na verificação de atendimento ou não de metas pactuadas/contratadas.

Há, portanto uma necessidade específica de se aferir os números apresentados através de medições empíricas (como já mencionado anteriormente), e a partir daí obter-se dados suficientes para subsidiar a validação (ou não) das informações utilizadas.

No caso da determinação das residências realmente conectadas a rede pública, uma alternativa para aferir a confiabilidade e pertinência dos valores utilizados para o cálculo dos indicadores é a realização de testes com corantes, implantação de medidores de vazão com aferição “on line” (em tempo real) em pontos estratégicos dos sistemas em questão, nas sub-bacias e respectivos subsistemas que estão sendo considerados como “ativos”, responsáveis pelo atingimento dessas metas.

Não sendo possível ou viável se aferir o sistema em toda sua extensão, esse levantamento deverá ser realizado de forma amostral, sendo as amostras adotadas com base na tipologia das economias da área em análise, podendo levar em consideração aspectos como consumo de água por ligação/domicílio, área construída, entre outras.

De qualquer forma, seja qual for a metodologia a ser adotada, ela deve ser pactuada entre as partes envolvidas (poder concedente, concessionária, agência reguladora), de forma a ter seus resultados aceitos e formalmente validados.



No caso específico do VET, recomenda-se que sejam priorizadas as ações que aperfeiçoem as medições nos sistemas mais relevantes (ETE's consideradas como de maior porte e com maior representatividade em termos de vazão relativa), para que elas sejam feitas com maior frequência, de preferência em tempo real, através de medidores automáticos (ultrassônicos e magnéticos) na entrada (ou na saída das ETE's); sendo esses dados gravados de forma digital.

Já com relação às ETE's que utilizam medições nas Calhas Parshall, essas devem ser realizadas com maior frequência do que a atual, que é de 4 vezes ao dia, possibilitando no mínimo uma medição a cada hora, ao longo de todo o dia, incluindo o horário noturno. Dessa forma, se terá um melhor controle sobre vazão total afluente às ETE's consideradas.

Paralelamente, deverá ser melhor avaliada a influência da vazão de infiltração no total da vazão de tratamento que vem sendo considerado. Isso poderá ser feito através de estimativas com base em uma "correção", com a utilização de coeficiente de infiltração indicado pela literatura técnica e/ou normas pertinentes e/ou mediante medição empírica.

Para que o controle e a aferição necessária das vazões possam ser feitos de maneira mais eficaz, tanto para o cálculo do VET como para o do ITE, recomenda-se que seja disponibilizada pela Concessionária as informações cadastrais referentes a cada sistema contribuinte para cada ETE ativa na área de concessão, bem como a separação das economias de tipologia ECRE por sub-bacia ou subsistema considerado ativo.

A partir dos valores medidos, e de sua evolução mensal, também poderão ser sugeridas outras ações/medidas que aperfeiçoem tanto o planejamento e a implantação dos sistemas como o controle e a melhoria dos serviços prestados. Entre elas podem ser citadas:

- A) Colocação de medidores de vazão no barrilete de recalque de estações elevatórias;
- B) Avaliação através de estudos de caso e mesmo empiricamente da pertinência da utilização do coeficiente de retorno (transformação água em esgoto) de 0,80 para cálculo do VEC;
- C) Avaliação empírica do coeficiente de infiltração na rede coletora para melhor aferição das vazões de esgoto propriamente dito no sistema;
- D) Adoção de Indicadores suplementares - como o número de economias residenciais ativas de esgoto/população atendida por metro linear de rede - parâmetros esses poderão auxiliar inclusive na aferição dos Indicadores principais.

A evolução do Indicador VET em relação ao VEC deve ser monitorada, pois ela indica que a não conformidade (destinação inadequada) está ou não sendo corrigida de forma adequada e planejada.

Com relação ao aspecto de eficiência do Tratamento, está sendo desenvolvida uma métrica para um indicador, atrelando-se o VET a uma eficiência "real" verificada na estação de tratamento.

Essa eficiência pode ser determinada através de monitoramento específico/próprio e/ou através dos dados de controle exigidos pelo Instituto Estadual de Ambiente (INEA), com base na adoção de parâmetro (s) considerado (s) como prioritário (s) ou representativo (s), como por exemplo, a eficiência mínima necessária de remoção de DBO.

Recomenda-se ainda que seja avaliada a viabilidade técnica e institucional de introdução desse indicador na composição da Meta de Tratamento ou em meta específica, de maneira análoga às demais metas já existentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BESS, W.D. Análise crítica do sistema de coleta de esgotos sanitários da bacia contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas através da avaliação de fatores que influenciam sua vulnerabilidade. Dissertação de Mestrado em Eng<sup>a</sup> Ambiental. PEAMB/UERJ, 2013.
2. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: [www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1). Acesso em 10/12/2015.

3. MOREIRA, F. S. Vulnerabilidade socioambiental na Área de Planejamento 5 na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro. Fernando de Souza Moreira. - 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2015.
4. NUVOLARI, A. *et al.* Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte Tratamento e Reuso Agrícola. Coordenador A. Nuvolari. 2ª versão. São Paulo. Editora E. Blucher Ltda, 565 p, 2011.
5. OBRACZKA, M.; LEAL, I. F. Relação entre as ligações domiciliares de esgoto e a real abrangência do sistema de coleta: O estudo de caso de Barra do Pirai, RJ. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XXI, 2015, Brasília-DF. Anais. Brasília-DF, 2015.
6. OBRACZKA, M.; LEAL, I. F. Ligações domiciliares: Desafios a real cobertura das redes de esgoto. São Paulo: Revista Hydro. Ed. Aranda, 2015.
7. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Informações da cidade do Rio de Janeiro para subsidiar a Câmara dos Vereadores no processo de elaboração do Plano Diretor. Rio de Janeiro: Instituto Municipal Pereira Passos, 2005.
8. PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS – SMO/Concessionária FA5 CONTRATO DE CONCESSÃO 001/2012: ANEXO III – Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4290214/4105679/03.AnexoIII.Planodemetaseniveisparaprestacaodosservicos.pdf>. Acesso em 10/12/2015.
9. PROSAB 1. Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição controlada no Solo. 1999.
10. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS) – Disponível em: [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br). Acesso em 17/12/2015.
11. TSUTIYA, M. T. e SOBRINHO, P. A.. 2011. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. Editora: Fundo Editorial
12. VON SPERLING, T. L. & VON SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. Revista Engª. Sanitária e Ambiental | v.18 n.4 | 313-322. 2013.