

## **276 - METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO REAL COEFICIENTE DE RETORNO DOS ESGOTOS E OS VALORES OBTIDOS**

**Autor <sup>(1)</sup>: Eugenio Eduardo Queiroz Macedo**

Engenheiro Civil, ênfase em estruturas pela Escola de Engenharia Veiga de Almeida em 1981. Pós-graduação em Engenharia Sanitária, Hidráulica e Meio Ambiente pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Funcionário da CEDAE desde 1990, ocupando cargos de Chefe de Distrito de Manutenção de Esgotos, Chefe do Serviço de Controle de Rede, Chefe da Coordenação de Medição e Pesquisa de Esgotos e da Coordenação de Medição de Esgotos. Recentemente, dois trabalhos apresentados no congresso da ABES de 2017 e um trabalho apresentado no congresso ABES 2019.

**Endereço <sup>(1)</sup>:** Rua das Laranjeiras, 457 Apartamento 1604 - Laranjeiras - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22240-005 - Brasil - Tel: +55 (21) 99290-7545 - e-mail: [emacedo2807@gmail.com](mailto:emacedo2807@gmail.com).

### **RESUMO**

Na elaboração de projetos de sistema de esgotamento sanitário, na ausência de dados locais provenientes de estudos e pesquisas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela NBR 9649, recomenda a utilização do coeficiente de retorno de 80%. Este valor tem permanecido imutável por décadas até os dias de hoje, sem ser levada em consideração a mudança de hábitos individuais e coletivos da população, a mudança progressiva nas características da arquitetura das moradias e também as formas alternativas de abastecimento estimuladas pelas crises hídricas recentes.

O comportamento da população tem mudado progressivamente à medida que a forma de ocupação nas cidades vem mudando em função da evolução das características arquitetônicas das habitações.

É bastante razoável supor que pela progressiva mudança na obtenção e utilização das águas nas edificações que conseqüentemente se transformam em águas servidas, pela evolução tecnológica, forma de ocupação e fatores sazonais, os valores do coeficiente de retorno dos esgotos também sofram alterações nos valores tradicionalmente utilizados.

O presente trabalho, resultante de criteriosa medição em bacias de esgotamento previamente selecionadas, vai permitir a obtenção de valores reais e bem consolidados obtidos em laboratórios em verdadeira grandeza, onde o comportamento comum da população é medido ininterruptamente, produzindo uma base de dados consistente.

Apresentaremos a metodologia utilizada, detalharemos o que está sendo feito e os resultados obtidos na etapa inicial e na etapa posterior que está em andamento atualmente, no entanto, estando a metodologia bem desenvolvida e testada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coeficiente de Retorno dos Esgotos, Mudanças de Hábitos, Medição na Rede de Esgotos.

### **INTRODUÇÃO**

O coeficiente de retorno é uma das condicionantes para o dimensionamento de sistemas de esgotamentos sanitários. Considerando que nem toda a água fornecida pela rede de distribuição retorna para a rede coletora de esgoto, pois parte do consumo per capita quantificado é destinado a lavagens de pisos e pátios externos, de veículos, animais domésticos e rega de plantas, por exemplo.

Por outro lado, a crescente escassez de água potável principalmente nas grandes cidades, tem sido estímulo para que parte da população busque fontes alternativas de abastecimento como a captação de água de chuva e poços individuais. Tais fatos que podem ocorrer em parte ou simultaneamente produzem uma distorção na relação entre o consumo do sistema tradicional de distribuição de água e a contribuição de esgotos por parte dos consumidores. Esta possibilidade de inúmeros cenários gera uma incerteza nos resultados tradicionalmente esperados fugindo do tradicionalmente adotado sendo, portanto, necessário um estudo aprofundado com dados

reais e bem determinados para se estabelecer um valor médio mais adequado à realidade atual, ou valores adequados para casos específicos.

Há várias décadas, a relação entre o volume da água recebida pelo usuário e o de esgotos produzidos chamado de coeficiente de retorno dos esgotos, é aceito como sendo de 80%.

Pesquisando em fotografias antigas da Cidade do Rio de Janeiro, datadas do início do século passado até os dias de hoje, é notória a diferença na forma de ocupação imobiliária na cidade e que não difere na média das grandes cidades do Brasil. O tipo de edificação nesses tempos remotos era predominantemente de residências unifamiliares com áreas livres de terreno. Uma boa parte da água recebida pelas residências no passado, era utilizada para rega de plantas, lavagem de pátios e higiene dos animais, sendo a parte restante utilizada para os usos pessoais ou afazeres domésticos.

Temos como exemplo o bairro de Botafogo. Situado na zona sul da Cidade do Rio de Janeiro. Até meados da década de 30 do século passado, a ocupação nesta região era predominantemente formada por residências unifamiliares em vilas. Em 1937, o Código de obras do Distrito Federal de 1937 - Decreto nº 6000 de 01 de julho de 1937, elaborado e editado pelo Serviço de Propaganda Urbanística da Secretaria Geral de Viação e Obras da Prefeitura do Distrito Federal, proibiu a construção de novas vilas, mas ao mesmo tempo autorizou o gabarito de até 10 andares, em 1944, os Projetos de Alinhamento estabeleceram 12 pavimentos como gabarito máximo. Apesar disso, antes de 1950 somente existiam alguns poucos edifícios. A partir de então, particularmente a praia de Botafogo, passa por intensas transformações, com a demolição de todas as casas localizadas em terrenos amplos com a construção de edifícios com muitas unidades de apartamentos, para se burlar a limitação do gabarito de altura previsto por lei, desta forma eram construídos edifícios com muitos apartamentos. Em geral, esses edifícios possuem um longo comprimento e uma fachada estreita, esse formato de terreno possibilita um maior número de imóveis. A partir dos anos 1970 o bairro sofre uma verticalização intensa, assim como em outros bairros da zona sul da cidade, o processo foi similar.

Com o crescimento da cidade, no decorrer das décadas, como em Botafogo, as edificações de outros bairros começaram a ser verticalizadas, como de costume, as residências unifamiliares com terrenos, passaram a ceder espaço para os prédios de apartamentos que em sua maioria, sequer possuíam uma varanda ou terreno livre. Nos dias de hoje, os prédios de modo geral possuem apartamentos mais compactos.

Seria razoável se esperar que a relação entre a água recebida por cada residência e os esgotos devolvidos à rede coletora fosse se aproximando de um valor de paridade, em função da impossibilidade de utilização da água para outros fins senão o de uso restrito nas residências, onde praticamente toda água que se recebe é devolvida, depois de utilizada, para a rede coletora de esgotos.

Diante da necessidade de se determinar um coeficiente de retorno dos esgotos que expresse as características urbanísticas atuais, decidimos realizar uma série de pesquisas em bacias amostrais de esgotamento da Cidade do Rio de Janeiro para avaliar a possibilidade de atualização dos parâmetros comumente adotados na busca de um valor médio contemporâneo.

A atualização desse coeficiente servirá para a obtenção de valores das vazões dos esgotos mais próximas da realidade para o dimensionamento de sistemas de esgotamento sanitário.

O presente trabalho visa primordialmente, apresentar a metodologia que está sendo desenvolvida pela CEDAE–Companhia Estadual de Águas e Esgotos na cidade do Rio de Janeiro. Os dados que estão sendo coletados, ainda estão em fase de refinamento, sendo os valores atualmente determinados, indicativos apenas da tendência dos valores reais uma vez que existem diversos fatores físicos e operacionais que estão sendo identificados e corrigidos na medida em que os trabalhos avançam. Com a evolução dos trabalhos de medição, o refinamento dos dados coletados permitirá a determinação do valor médio do coeficiente de retorno por medições diretas dos volumes transportados pela rede coletora de esgotos, relacionados com os volumes totais da água fornecida, registrados nos micros medidores das economias da bacia amostral, cuja metodologia e os resultados iniciais serão abordados neste trabalho.

De forma ilustrativa, na tabela 1 são apresentadas algumas recomendações para o coeficiente de retorno dos esgotos por autores ou entidades ao longo de algumas décadas. Apesar de intensa busca, não foi possível identificar quando surgiu a primeira recomendação, que certamente remonta há épocas bem mais remotas.

Alguns valores listados, foram determinados por estudos realizados nos Estados Unidos e conseqüentemente, se adaptam as condições da cultura do povo americano que evidentemente se diferencia da brasileira.

**Tabela 1: Coeficientes de retorno recomendados.**

<b>Autor</b>	<b>Local</b>	<b>Ano</b>	<b>Coeficiente de retorno</b>	<b>Condição</b>
Steel	EUA	1960	0,7 a 1,3	Condições dos Estados Unidos *
Azevedo Neto	São Paulo	1966	0,8	Recomendações para o projeto
Fair, Geyer & Okun	EUA	1968	0,6 a 0,7	Condições dos Estados Unidos *
José A. Martins	São Paulo	1977	0,7 a 0,9	Recomendações para o projeto
Metcalf & Eddy Inc.	EUA	1981	0,7	Condições dos Estados Unidos *
NBR 9649 - ABNT	Brasil	1986	0,8	Recomendações para o projeto
SABESP	São Paulo	1990	0,85	Recomendações para projeto "Plano Diretor de Esgoto da Região Metropolitana de São Paulo"
Milton T. Tsutiya e Orlando Z. Casserati	Tatuí (Estado de São Paulo)	1995	0,52 a 0,84	Medições em sistemas operando há vários anos
Fernandes	Brasil	1997	0,6 a 1,3	Recomendações
Sobrinho & Tsutiya	Brasil	2000	0,5 a 0,9	Recomendações

## **OBJETIVO**

O que se pretende apresentar no presente trabalho é a metodologia desenvolvida e também a tecnologia utilizada para a determinação dos valores médios atualizados do real coeficiente de retorno dos esgotos, com base científica por medições sistemáticas, em longo período, em bacias amostrais. Uma vez concluídos os estudos, esse coeficiente poderá ser adotado na maioria das metrópoles cujas características de ocupação sejam similar as das áreas estudadas.

A determinação desses coeficientes possibilitará elaborar projetos fidedignos com a realidade do escoamento dos esgotos e possibilitará uma maior previsibilidade na operação dos sistemas de esgotamento sanitários. Os valores encontrados decorrentes das medições até o presente serão discutidos neste trabalho que está em evolução, sendo refinados à medida que novas medições sejam agregadas, dando mais robustez aos resultados.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

As bacias amostrais de medição de esgotos, do Sistema Separador Absoluto que são escolhidas, necessariamente devem ser representativas de uma determinada região maior que é o objeto de estudo, como um bairro, por exemplo, ou até mesmo uma pequena cidade. As suas características deverão contemplar o tipo de arquitetura urbana, a forma de ocupação, seja comercial ou residencial e também a densidade populacional média da região estudada.

A extensão das ruas deverá ser no mínimo de mil metros e inferior a 10% da extensão da região total, para ser representativa e ao mesmo tempo viável de ser medida.

Na bacia amostral escolhida são realizadas vistorias para avaliar e corrigir o funcionamento da rede coletora de esgotos, sendo realizado um estudo junto ao cadastro comercial para avaliar a situação dos imóveis da bacia relativa à idade dos hidrômetros, condições de operacionalidade e levantado o histórico do consumo nas ligações.

Para a identificação de possíveis fraudes ou irregularidades nas ligações domiciliares e quantificar o per capita real atual por consumidor é realizado um levantamento censitário nas edificações da área amostral bem como a quantificação total do número de economias determinando-se assim o número real de habitantes por economia e o consumo médio diário por morador.

Com a população de cada imóvel apurada, é possível analisar os per capita consumidos e verificar se são compatíveis com o valor médio do per capita de consumo da região, nos casos suspeitos de sub medição, são realizadas inspeções no campo em busca de possíveis ligações clandestinas nos imóveis e troca dos hidrômetros que apresentem irregularidades nas medições esperadas inclusive redimensionando e substituindo esses hidrômetros por ultrassônicos nas situações que se mostrarem necessárias.

No período das medições, são realizadas vistorias na rede coletora com o intuito de corrigir anormalidades que possam estar ocorrendo e corrigi-las, descartando as medições eventualmente incorretas.

O subsolo é sondado na profundidade mais desfavorável, para identificar se o lençol freático, em dias secos, gera contribuição à rede coletora de esgotos, em caso positivo, o valor estimado deve ser deduzido do total quantificado em cada período de medição.

No primeiro poço de visita a jusante da bacia amostral de medição, instala-se uma calha Palmer-Bowlus e um medidor de nível que no caso, o utilizado está sendo um transdutor de pressão para determinar as vazões efluentes da bacia a cada período de tempo pré-determinado, ou seja, a cada dez minutos. Nesse intervalo de tempo é computado o valor médio de todos os dados adquiridos.

A calha Palmer Bowlus é escolhida por apresentar boa precisão, fácil instalação, e se adequar a rede existente podendo ser instalada num poço de visita preexistente. O fato de não oferecer obstáculo para a passagem de sólidos comumente existentes nos esgotos implica num funcionamento contínuo com medições ininterruptas e confiáveis, fato que não ocorreria se fosse usada outra tecnologia de medição intrusiva. Optou-se por usar um transdutor de pressão ao invés de um medidor de nível ultrassônico, em face de possibilidade de haver danos durante as intervenções de manutenção na rede e também pelo fato de o transdutor de pressão ter uma resposta mais rápida e precisa às variações de nível durante o escoamento dos esgotos na calha de medição e de ter fonte própria de energia trabalhando afogado num pequeno poço, vaso comunicante à calha de medição, sem interferir no fluxo na calha.

Os valores dos volumes de esgotos obtidos nos dias de chuva, e de irregularidades no abastecimento, devem ser descartados, sendo os valores médios das vazões dos esgotos dos dias similares com medições regulares, aplicados nesses dias. O período de medição ideal são os meses mais secos do ano, pois a precisão aumenta, evitando-se o descarte de dados por dias chuvosos.

Em cada prédio da bacia amostral são realizadas vistorias para verificar se as ligações prediais dos esgotos encaminham seus efluentes à bacia de esgotamento da área amostral e também verificar se o imóvel está devidamente matriculado e hidrometrado contribuindo com isso, no acerto cadastral comercial dos imóveis junto à concessionária.

O sistema de abastecimento da bacia não pode possuir manobras ou interrupções rotineiras na distribuição de água, devendo seu fornecimento ser contínuo com as pressões necessárias, evitando com isso a entrada de ar na linha o que poderia mascarar os valores medidos.

Cada economia pertencente à bacia amostral é tratada individualmente, sendo o volume de água micro medido, em sua maioria, por hidrômetros velocimétricos. Os valores apurados individualmente são somados aos das demais economias para que seja quantificado o total de água recebida por todas as economias da bacia, mês a mês.

Após uma primeira avaliação do funcionamento do sistema de micro medição de água e macro medição dos esgotos, que pode durar pelo menos um mês para se constatar as condições iniciais do sistema, dá-se início as ações corretivas relativas à micro medição, ou seja, identificação de ligações domiciliares clandestinas, identificação de hidrômetros com sub medição por estarem com a data de validade vencida ou simplesmente por serem inadequados para o local. É verificada também a possibilidade de abastecimento por carros pipa, poços, nascentes ou água de chuva, que contribuem para um acréscimo no volume de esgotos sem a prévia quantificação desta água recebida pelos domicílios.

Após esses procedimentos, com a convicção de obtenção de dados confiáveis, os valores dos volumes mensais de água consumida (micro medida) e esgotos coletados passam a ser computados e comparados para se determinar mensalmente o coeficiente de retorno dos esgotos, em busca de uma média anual para maior consistência, considerando as quatro estações do ano e diversos períodos em que a utilização da água fornecida possa ser distinta. O volume total mensal apurado nos micros medidores é comparado com o volume total dos esgotos medidos na calha de medição e desta forma, o coeficiente de retorno é determinado mês a mês.

### **PRIMEIRA ETAPA - OS RESULTADOS QUE ESTÃO SENDO OBTIDOS E OS ESPERADOS**

Os trabalhos foram iniciados no mês de agosto de 2018, numa bacia escolhida no bairro de Laranjeiras na Cidade do Rio de Janeiro, no entorno da Rua General Glicério.

Esta e outras bacias amostrais de esgotamento vêm sendo objeto de estudos e medições para outros trabalhos distintos que inclusive foram apresentados em diversos fóruns anteriormente, como a AESabesp, ABES e ExpoAseac, sempre utilizando a técnica de medição em bacias amostrais de esgotamento do sistema separador absoluto para a obtenção dos parâmetros buscados.

Trata-se de um bairro predominantemente residencial situado na zona sul, sendo que a bacia amostral de medição possui uma extensão de ruas de 2,6 km ocupada predominantemente por edifícios residenciais e residências uni familiares, com área de terrenos sem edificações utilizadas para jardins ou quintais, sendo esgotada no sistema separador absoluto por manilhas de barro implantadas na primeira metade do século passado.

A atividade de medição nessa bacia inicial está sendo realizada paralelamente a verificação detalhada de toda a malha de distribuição de água onde eventuais vazamentos nos distribuidores que poderiam estar contribuindo para os coletores de esgotos são identificados e eliminados. São investigadas também, possíveis utilizações de nascentes da região que eventualmente possam estar sendo utilizadas onde a água uma vez encaminhada à rede coletora possa aumentar a vazão de esgotos medida, interferindo nos resultados.

Por sondagem, foi constatado que o nível do lençol freático está a cerca de um metro e meio abaixo do ponto mais desfavorável da rede coletora e, portanto, não há infiltração em tempo seco nesta rede.

A calha Palmer Bowlus utilizada foi aferida no laboratório da CEDAE que é certificado pelo INMETRO, estando instalada no Poço de Visita que recebe todos os efluentes sanitários da bacia de medição. O equipamento utilizado para determinar as lâminas na Calha é um transdutor de pressão com memória e bateria interna, permitindo a operação sem necessidade de alimentação externa ou troca de baterias, bastando apenas conectar a um computador portátil o seu cabo lógico para recolher os dados armazenados no dispositivo por vários dias.

O equipamento está programado para medir constantemente os níveis na calha de medição e armazenar os dados a cada 10 minutos. Isso permite a confecção de hidrogramas diários de grande precisão, com a totalização dos volumes diários de esgotos produzidos na bacia amostral.

Como é de conhecimento de quem opera e mantém os sistemas de esgotamento sanitário, nos dias de chuva, existe um substancial incremento de vazão na rede coletora, embora o sistema seja Separador Absoluto, isto se deve a possíveis ligações irregulares de efluentes pluviais à rede coletora, infiltrações ou outras causas distintas. Isto nos leva a descartar os hidrogramas resultantes em dias chuvosos, bem como qualquer outro hidrograma que apresente irregularidades em seus valores típicos.

Normalmente nos meses mais chuvosos do ano, o número de descarte de hidrogramas é bem maior se comparado aos meses de poucos dias chuvosos, sendo esses últimos, os mais adequados para que sejam realizadas as medições, visando à determinação do coeficiente de retorno dos esgotos.

Evidentemente, para a determinação do coeficiente de retorno que é a comparação de toda a água recebida pelos consumidores num período de tempo determinado pelo ciclo de medição nos hidrômetros da região, em relação a todo o esgoto gerado neste mesmo período, ao se descartar os dias com irregularidades de medição dos esgotos, é necessário recompor esses dias com valores médios de medição de dias similares sem irregularidades. Apesar de todo esse cuidado, a precisão tenderá a aumentar na medida em que menos dias sejam descartados por situações como as apresentadas anteriormente. Nesta primeira etapa, as ações foram iniciadas em uma única bacia amostral de esgotamento e posteriormente foi agregada mais uma.

Inicialmente houve uma grande dedicação a intervenções físicas no sistema para corrigir as falhas mais evidentes, falhas essas que naturalmente ocorrem num sistema com mais de 80 anos de existência. Foi feita uma limpeza detalhada em toda a rede coletora, identificação de pontos com danos físicos, verificação e correção e toda a malha de distribuição com substituição de distribuidores e instalação de válvulas para facilitar a setorização, vistoria em toda rede de drenagem pluvial em busca de ligações irregulares a rede coletora ou recebimento de esgotos domésticos. A maioria dos hidrômetros da bacia foi substituída, ou por apresentarem idade acima do ideal, por suspeita de sub medição em função do tipo de tecnologia empregada ou por problemas no seu dimensionamento. Foram eliminadas algumas ligações clandestinas à malha de distribuição. Foram realizadas aferição e correção no cadastro comercial.

A rede de distribuição de água para esta bacia amostral foi setorizada com instalação de válvulas estrategicamente colocadas em pontos dos distribuidores para facilitar a identificação de possíveis vazamentos. Três macros medidores foram instalados, sendo um em cada distribuidor da bacia, cujos dados coletados seguem a mesma frequência dos coletados pelos macros medidores de esgotos, além da apuração dos valores micro medidos mês a mês.

É fundamental que a correlação das medições dos esgotos e da água micro medida ocorra no mesmo período para que não haja distorções nos resultados. Como normalmente as edificações possuem caixas d'água e também volumosas cisternas para acúmulo das águas, a distorção nas medições entre os valores hidrometrados de água de cada imóvel e os esgotos gerados, tenderá a zero quanto maior for o período de medição, sendo adequado um mínimo de 12 meses de medições ininterruptas para uma determinação mais apurada. Quanto mais dados se obtém, menos se precisa estimar e com isso se ganha na precisão.

Embora não seja prioritariamente necessário, o cuidado em verificar a situação ou até mesmo as vazões nos distribuidores, este serviço também ocorreu, pois associamos este trabalho a outro de combate às perdas, já abordado em outro trabalho nessa mesma bacia amostral. Além disso, é bastante interessante ter convicção de que não existem eventuais vazamentos invisíveis nos distribuidores que eventualmente estejam sendo drenados para a rede coletora e mascarando os resultados obtidos.

A Tabela 2 contém alguns dados da bacia de medição de Laranjeiras para melhor entendimento.

**Tabela 2: Características da Bacia de Laranjeiras.**

<b>Extensão total das ruas (km)</b>	<b>Diâmetro das tubulações (mm)</b>	<b>Material da tubulação</b>	<b>Quantidade de ligações (unidade)</b>	<b>Quant. de economias (unidade)</b>	<b>População Residente (hab)</b>	<b>Consumo percapita (L/hab.d)</b>
2,55	Entre 150 e 300	Manilha de Barro	200	1.632	4.101	231

## **PRIMEIRA ETAPA - ANÁLISE E DISCURSÃO DOS RESULTADOS**

A fase inicial dos trabalhos nesta primeira bacia amostral no bairro de Laranjeiras serviu como desenvolvimento e depuração das técnicas de medição, com as necessárias correções básicas visando um adequado funcionamento da rede coletora para a coleta de dados confiáveis nas micro medições.

Os valores encontrados estão sendo gradativamente refinados mês a mês à medida que as correções estão sendo realizadas. A melhor condição de medição na bacia ocorreu no mês de janeiro de 2019, devido às favoráveis condições climáticas, com pouquíssimos dias chuvosos e favorecidas pelas diversas intervenções de refinamento no funcionamento da bacia, anteriormente realizadas, levando a um resultado bastante condizente com o que esperávamos, tendo em vista que os 80% preconizado pela NBR conforme abordado anteriormente, não nos parece um valor aceitável para os dias atuais, principalmente para as grandes metrópoles.

Quando iniciamos os trabalhos, os valores inicialmente encontrados nos levaram ao pensamento de que a rede coletora pudesse estar sendo parcialmente influenciada por algum eventual vazamento de água potável em algum distribuidor, vazamento este drenado para a rede coletora. Outra causa destes valores elevados poderia ser a eventual utilização, por parte da população, de águas provenientes de fontes diversas, não fornecidas pela concessionária.

Após pesquisas e a eliminação de vazamentos encontrados nos distribuidores, ainda assim, os valores permaneciam distorcidos. Evoluímos as pesquisas para a identificação de possíveis imóveis que pudessem estar encaminhando nascentes ou poços artesianos para a rede coletora e conseqüentemente distorcendo os resultados e encontramos ao menos uma nascente encaminhada à rede coletora.

É possível perceber que nos meses com poucos dias de chuva, como maio e junho de 2018, dezembro e janeiro de 2019 praticamente não houve chuva, sendo que neste último mês houve apenas um dia de chuva, desta forma, a influência eventual de nascentes foi praticamente extinta e o resultado nestes meses teve os valores supostamente esperados.

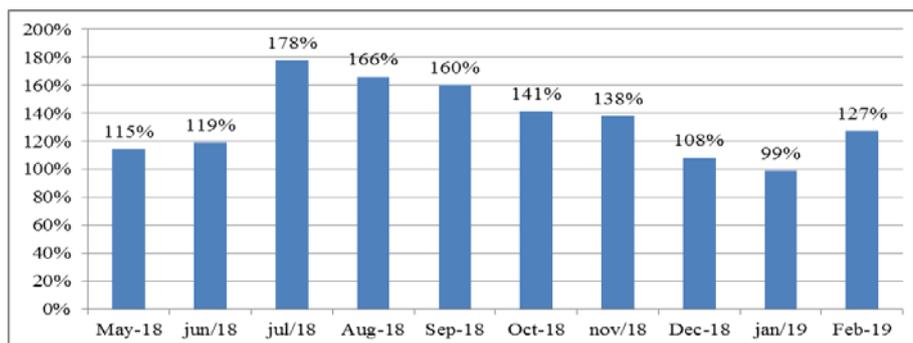
É importante ressaltar que o encaminhamento de águas estranhas à rede coletora é notório em todo o sistema e isso permite que não só o coeficiente de retorno se aproxime dos 100% como até mesmo ultrapasse esse valor, como pode ser visto nos meses com maior incidência de chuvas e conseqüentemente aumento de contribuição de eventuais nascentes, águas de chuva acumuladas ou poços artesianos por parte dos consumidores.

Vale lembrar que os valores de volumes de esgotos diários, são obtidos apenas nos dias sem chuva, reduzindo as distorções nas medições dos esgotos domésticos. Porém, com as chuvas, as eventuais nascentes ou poços existentes nas economias, são alimentados e conseqüentemente aumentam a sua contribuição para a rede coletora de esgotos, mesmo nos dias sem chuva, elevando o índice para valores superiores a 100%.

Os resultados obtidos até o momento, por serem resultantes da fase inicial de ajustes da bacia amostral de medição na busca do coeficiente de retorno, servem como indicadores para a evolução do refinamento nas medições em função das ações que estão sendo realizadas no campo. Com a eliminação ou quantificação de todas as eventuais causas que possam interferir nos resultados, os valores encontrados tenderão expressar uma tendência do real coeficiente de retorno.

É possível perceber, no entanto, que nos meses mais chuvosos, embora os valores dos esgotos medidos sejam descartados, ainda assim existe um maior valor para o coeficiente de retorno, contrastando com os meses menos chuvosos como foi janeiro de 2019.

No gráfico da figura 1 a seguir, esses valores são apresentados:



**Figura 1: Evolução da determinação do coeficiente de retorno dos esgotos no período de medição.**

## SEGUNDA ETAPA - DESENVOLVIMENTO DA MEDIÇÃO NA PRIMEIRA BACIA

Para a obtenção de um valor representativo médio do coeficiente de retorno dos esgotos, se faz necessário a obtenção de dados em várias bacias amostrais distintas, com características variadas, cujo conjunto represente na média, o valor esperado.

Na segunda fase dos trabalhos, iniciados no mês de março de 2019, concomitantemente a medição da bacia amostral de Laranjeiras, iniciamos a medição na nova bacia amostral de esgotamento, desta vez, situada no bairro da Tijuca que fica na zona norte da cidade do Rio de Janeiro.

Esta bacia amostral escolhida possui grande similaridade com a de Laranjeiras, no tocante à forma de ocupação que é predominantemente residencial composta de prédios e residências unifamiliares situadas em vilas.

No momento estamos na primeira fase de ajustes da medição desta nova bacia amostral, onde os imóveis com aparente irregularidade no consumo de água estão sendo identificados e o cadastro comercial está sendo atualizado. Foi feita uma cuidadosa inspeção na rede coletora, para eliminar qualquer anomalia e delimitar cuidadosamente a sua área de influência, além de uma cuidadosa limpeza de todos os coletores para garantir um escoamento uniforme sem interferências.

Alguns hidrômetros estão sendo trocados por apresentarem idades avançadas.

Como na bacia amostral de Laranjeiras, também na da Tijuca foi feito um censo local identificando a quantidade de ocupantes de cada imóvel e a sua totalidade, a quantidade de economias e de ligações.

Para uma avaliação preliminar, utilizando o consumo per capita médio da bacia amostral de Laranjeiras, por se tratar de forma de ocupação e hábitos populacionais similares ao que é encontrado na bacia amostral da Tijuca, está sendo determinado o consumo esperado de cada imóvel, com base na sua população e comparado ao consumo real apurado nos micros medidores (hidrômetros). Os imóveis com valores destoantes para menos da margem esperada, que optamos por 20%, estão sendo objeto de investigação mais detalhada, com a troca dos hidrômetros.

Na tabela 3 é possível observar os dados principais da bacia amostral da Tijuca. É possível perceber que ainda existe uma provável sub medição na água consumida pelas economias. Este fato está norteando o trabalho de vistorias que estão sendo realizadas, na medida em que o trabalho de medição evolui, para a identificação das possíveis irregularidades no consumo de água visando a sua regularização.

Quando tivermos convicção de que não restam dúvidas quanto à micromedição, pelas ações corretivas impostas, será possível iniciar a determinação do coeficiente de retorno dos esgotos desta bacia amostral. Por hora, a coleta de dados de medição dos esgotos e da água micro medida, continua sendo executada, buscando acompanhar a evolução das ações empregadas no decorrer do tempo.

**Tabela 3: Características da Bacia da Tijuca.**

Extensão total das ruas (km)	Diâmetro das tubulações (mm)	Material das tubulações	Quantidade de ligações (unidade)	Quantidade de economias (unidade)	População Residente (hab)	Consumo Percapita estimado (L/hab.d)	Consumo Percapita micromedido (L/hab.d)
1,1	Entre 150 e 230	Manilha de Barro	214	1.532	5.647	231	171

## SEGUNDA ETAPA - ANÁLISE E DISCURSÃO DOS RESULTADOS

Desde quando iniciamos os trabalhos de medição nas bacias amostrais, tínhamos em mente de que se tratava de um trabalho de desenvolvimento lento e prolongado, exigindo empenho e continuidade em sua realização, pois é fundamental a precisão na coleta das informações visando à qualidade dos dados a serem utilizados. Por

conta disso, a fase atual, embora já seja a segunda, outras fases precisam surgir resultantes de estudo em outras bacias amostrais em busca dos resultados pretendidos.

Nesta segunda etapa, a bacia amostral em estudo ainda está em fase de ajuste e correções, os resultados encontrados que informaremos a seguir, serão indicativos apenas da situação atual da bacia amostral de medição, não servindo, portanto, como referência para a determinação do coeficiente de retorno dos esgotos. Por outro lado, as medições preliminares expressam a situação real do que está ocorrendo na bacia amostral e com suas distorções que precisam ser corrigidas.

Outro fato relevante é que embora os meses de fevereiro e março sejam tradicionalmente com alguns dias chuvosos no Rio de Janeiro, neste ano de 2019, quando iniciamos as medições, foram completamente atípicos com praticamente todos os dias com chuvas, impedindo com isso, que fossem elaborados hidrogramas diários de dias secos aproveitáveis. Quanto menor quantidade de hidrogramas mensais de tempo seco, menor a precisão na comparação com a água micro medida no mesmo período, sendo que no caso desta bacia amostral, neste início dos trabalhos, a quantidade de hidrogramas aproveitáveis foi mínima, inviabilizando um adequado estudo comparativo com a água micro medida.

Houve também problemas técnicos com os equipamentos de medição e com a rede coletora, que atrapalharam bastante a coleta de dados nos meses com mais dias sem precipitação. Contamos com uma melhora nas condições climáticas e técnicas que permita a realização de mais medições para que possamos apresentar no futuro, dados sustentáveis desta bacia amostral.

Apenas com o objetivo de apresentar o primeiro dado levantado nesta segunda fase informamos na tabela 4 abaixo:

**Tabela 4: Coeficiente de retorno preliminar da Tijuca.**

<b>CRITÉRIO EMPREGADO</b>	<b>MICROMEDIÇÃO DE ÁGUA TOTAL EM UM MÊS (m<sup>3</sup>)</b>	<b>COEFICIENTE DE RETORNO DO ESGOTO EM RELAÇÃO A MICRO MEDIÇÃO DE ÁGUA</b>
230 L/hab. dia x pop de 5.647	38.964	127%
Micro medido	28.935	171%

Nesta fase inicial de ajustes, com o primeiro valor coletado, é possível observar que existe distorção tanto na micromedição de água, quanto na macro medição dos esgotos.

Quando comparamos o valor do volume micro medido da água com o do volume macro medido dos esgotos, percebemos uma aparente sub medição nos micros medidores da região. Por outro lado, quando estabelecemos um coeficiente per capita de água potável, equivalente ao levantado no bairro de Laranjeiras, que é similar a Tijuca e comparamos com a macromedição dos esgotos, percebemos que ainda assim, persiste, embora em menor proporção, um aumento no volume esperado dos esgotos, provavelmente decorrente de bombeamento de águas de subsolo de alguns prédios que eventualmente tenham garagens subterrâneas, captação de águas de chuva, poços ou até mesmo, vazamento de distribuidor drenado para a rede de esgotos, sem contar com a possibilidade de infiltrações do lençol freático para os coletores que são de cerâmica cujo subsolo ainda não foi sondado.

Nesta fase inicial, todas estas hipóteses estão sendo devidamente investigadas para que se possa corrigir nos casos de irregularidade e quantificar nos casos inevitáveis.

Nas situações naturais e inevitáveis, o acréscimo das contribuições para a rede coletora deve ser considerado como um valor que faz parte do funcionamento sistema e, portanto, o valor de coeficiente de retorno decorrente deve ser considerado no dimensionamento futuro de sistema de esgotamento sanitário.

## **CONCLUSÕES**

Com base no que foi apurado nas duas fases apresentadas no presente trabalho, é possível concluir que o objetivo principal deste trabalho, ou seja, apresentar uma metodologia viável e precisa para a determinação do coeficiente de retorno, foi concluída e explanada.

A metodologia desenvolvida é bastante segura para permitir a obtenção do valor real do coeficiente de retorno dos esgotos a ser adotado nos projetos e de sistemas de esgotamento sanitário, refletindo a mudança do comportamento contemporâneo da população principalmente em áreas densamente povoadas como as grandes metrópoles do Brasil.

O que prioritariamente é apresentado é a forma de realização, o detalhamento das ações e as técnicas que foram desenvolvidas e estão sendo aplicadas para o cumprimento do objetivo proposto, que estão sendo aplicadas na cidade do Rio de Janeiro e que pode ser aplicada em qualquer outra região que se pretenda atualizar esses parâmetros.

Os valores encontrados neste início de trabalho, embora ainda em fase de ajustes nas medições, já servem como indicadores de uma tendência, porém carecem de mais leituras ao longo do tempo, para a sua consolidação.

No entanto, já se pode perceber pela análise dos resultados iniciais, que é possível constatar um distanciamento claro do valor tradicionalmente sugerido pela ABNT e pela literatura em geral de 0,8 do volume de água fornecido às economias. A mudança de hábitos da população ao longo dos anos que atualmente está acelerada pela busca cada vez maior de alternativas para a obtenção de água utilizável, tanto por razões econômicas, quanto por escassez ou disponibilidade, sem contar com a verticalização das residências, principalmente nos grandes centros urbanos com cada vez menos áreas livres de terrenos, certamente está contribuindo para uma mudança significativa desse coeficiente, sendo bastante razoável inclusive, que valores do coeficiente de retorno dos esgotos superiores a 100% passem a ser comumente encontrados nas medições.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. MACEDO, EUGENIO SILVEIRA DE, Cálculo do Escoamento na Rede Esgotos Sanitários do Sistema Separador Absoluto, 1960. I Congresso de Engenharia Sanitária, ABES.
2. LEME, FRANCILIO PAES, Planejamento e projeto dos sistemas urbanos de esgotos sanitários, CETESB 1977.
3. DELMÉE, GÉRARD J, Manual de Medição de Vazão, 2003.
4. NETO, JOSÉ M. DE AZEVEDO, Manual de Hidráulica, 1970.
5. CAMINHA, JULIA VILELA. Botafogo e a sua evolução urbana: Um retrospecto.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649. 1986
7. SOUZA, R. S.; POLIZER M.; RONDON, M.A.C. Avaliação do Coeficiente de Retorno Esgoto/Água numa Rede de Esgoto Sanitário. 23º Congresso ABES.