



V-203 – ESGOTAMENTO SANITÁRIO: PROPOSTA DE INDICAR ÚNICO PARA COLETA E TRATAMENTO

Lisiane Heinen Fernandes⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal Fluminense. Mestre em Engenharia Química. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense. Especialista em Regulação e Fiscalização de Serviços Públicos da Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo – Arsesp.

Itamar Aparecido de Oliveira⁽²⁾

Bacharel em Ciência de Dados pela Universidade Virtual do Estado de São Paulo (Univesp). Pós-graduado em Análise de Dados, Data Mining e Inteligência Artificial pela Fundação Instituto de Administração - FIA-SP. Especialista em Regulação e Fiscalização de Serviços Públicos da Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo – Arsesp.

Endereço⁽¹⁾: Rua Cristiano Viana, 428 – Cerqueira César – São Paulo - SP - CEP: 05411-000 - Brasil - Tel: (11) 3204-2100 - e-mail: lhfernandes@sp.gov.br

RESUMO

O saneamento básico é uma infraestrutura crucial para a saúde pública e ambiental, com a coleta e tratamento de esgotos desempenhando um papel fundamental. Neste segmento, atuam as Agências Reguladoras, que são responsáveis por estabelecer normas e garantir a adequada prestação de serviços de saneamento. Com o objetivo de aprimorar o monitoramento e corrigir desvios apresentados por indicadores já utilizados para esgotamento sanitário, foi criado o Índice de Abrangência de Coleta e Tratamento de Esgoto (IACT). Este estudo apresenta o desenvolvimento e os resultados alcançados do IACT no estado de São Paulo após a implementação do indicador pela Agência Reguladora. O IACT integra variáveis como economias residenciais ativas conectadas ao sistema de tratamento e domicílios não conectados à rede coletora, proporcionando uma visão abrangente da eficácia do sistema de esgotamento sanitário. Após a implementação do IACT em 2020, observou-se um aumento significativo no índice, de 65,05% em 2016 para 81,72% em 2023, demonstrando avanços consistentes no setor. Além disso, percebeu-se a redução da dispersão dos resultados entre os municípios, o que indica uma diminuição das desigualdades regionais no acesso ao sistema de esgoto. Por fim, conclui-se que o IACT está sendo eficaz na promoção da expansão do sistema de esgotamento sanitário e melhoria da saúde pública e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento Básico; Indicadores; Esgotamento Sanitário; Regulação.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico, muitas vezes subestimado, revela-se como uma infraestrutura crucial, cuja importância transcende fronteiras geográficas e socioeconômicas. No âmbito do saneamento, a coleta e tratamento de esgotos surgem como pilares essenciais para a preservação da saúde pública e ambiental.

Nesse cenário, destaca-se o papel crucial das Agências Reguladoras, incumbidas da supervisão das atividades relacionadas ao saneamento básico. Elas assumem a responsabilidade de estabelecer normas, fiscalizar o cumprimento das regulamentações e garantir a prestação adequada de serviços. Ao mesmo tempo, buscam equilibrar interesses, protegendo a comunidade, os prestadores de serviços e o meio ambiente.

As Agências Reguladoras desempenham uma série de atividades, incluindo o monitoramento contínuo, a coleta de dados e a análise de indicadores de desempenho. Quando necessário, instituem novos mecanismos de regulamentação para assegurar o atendimento aos padrões estabelecidos. Diante da necessidade de aprimorar o monitoramento dos índices de coleta e tratamento de esgotamento sanitário, bem como corrigir eventuais desvios apresentados, surgiu o Índice de Abrangência de Coleta e Tratamento de Esgoto (IACT). Este



indicador foi concebido como uma ferramenta estratégica para a avaliação abrangente do desempenho no setor de esgotamento sanitário.

O IACT, ao integrar variáveis essenciais, como quantidade de economias residenciais ativas conectadas ao sistema de tratamento, domicílios não conectados à rede coletora, e estimativa censitária de domicílios a serem atendidos, proporciona uma visão holística da eficácia do sistema. Ele não apenas quantifica o progresso, mas também antecipa problemas antes que se tornem crises, promovendo a manutenção da qualidade dos serviços de saneamento. A iniciativa das Agências Reguladoras, aliada ao desenvolvimento do IACT, reflete um compromisso robusto com a melhoria contínua do saneamento básico. O monitoramento constante e a adaptação ágil às mudanças nas condições e demandas são cruciais para garantir que o setor não apenas atenda às necessidades atuais, mas também pavimente o caminho para um futuro sustentável. Assim, o IACT não se limita a ser apenas um indicador; é uma ferramenta dinâmica que orienta a evolução positiva do saneamento básico, beneficiando comunidades e preservando o meio ambiente para as gerações futuras.

OBJETIVO DO TRABALHO

No Estado de São Paulo, estão presentes nos contratos de concessão/programa metas e indicadores para o acompanhamento da qualidade do serviço prestado. Para esgotamento sanitário, utilizam-se os índices de cobertura (ICE) e tratamento de esgoto (ITE). Contudo, a avaliação desses índices e a busca por melhorias, de forma individual, apresenta dois desafios significativos. O primeiro está relacionado ao viés do indicador de tratamento, uma vez que o ITE, expresso como percentual do esgoto tratado em relação ao coletado, não assegura a universalização do tratamento mesmo com um ITE de 100%. O segundo desafio surge da falta de incentivo para a realização de conexões ao sistema de tratamento, pois não há diferenciação tarifária entre coleta e tratamento. Para superar essas questões, criou-se o IACT.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo principal apresentar o índice desenvolvido, assim como demonstrar e discutir os resultados obtidos após sua implementação por meio de menus regulatórios (*menu regulation*).

METODOLOGIA UTILIZADA

A partir de contribuições obtidas em consulta pública e das novas condições estabelecidas pela Lei 14.026/2020 (novo marco legal do setor), observou-se a necessidade de criar estímulo regulatório para os concessionários de serviços. Com base nesse contexto, a agência reguladora iniciou um estudo técnico sobre as possíveis formas de monitoramento, controle e estímulo sobre o tema esgotamento sanitário. *Benchmarking* com outros entes reguladores foram utilizados e extensas bases de dados foram analisadas, permitindo o acúmulo de conhecimento e a proposição de um indicador que eliminasse os típicos viesamentos dos indicadores existentes em contratos.

Dessa forma, buscou-se a criação de um indicador abrangente, que representasse a qualidade da prestação do serviço ofertado ao usuário em termos de coleta e tratamento, corrigindo a distorção observada na avaliação individual dos indicadores existentes. Essa criação foi realizada por um grupo de especialistas multidisciplinar da própria agência reguladora. Além da criação de um novo indicador, desejava-se um método de monitoramento que estimulasse o concessionário a avançar com a prestação além das metas impostas pelos contratos.

Em todo o percurso do trabalho, predominaram como aparato metodológico (i) o processo de KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), cujo principal objetivo é extrair conhecimento de grandes bases dados (CASTRO e FERRARI, 2016), (ii) estratégias *benchmarking* para comparação entre formas de controle e estímulo, (iii) pressupostos estabelecidos pela *Organization For Economic Co-operation and Development* – OECD para formulação de indicadores e (iv) regulação por menus (OLIVEIRA; CRUZ, 2022) para controle e estímulo ao avanço.

Dessa forma, criou-se uma volumosa base de dados, efetuou-se o pré-processamento das informações para corrigir erros de lançamento, aplicaram-se técnicas de análise de dados e pressupostos da OECD para criar o indicador de referência e conseguinte, analisar os dados obtidos.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Com a criação do indicador e de um banco de dados com informações históricas, optou-se por inseri-lo num modelo de regulação por menus, conforme teorizado de Laffont e Tirole (1993). Importa salientar que este modelo se atrela à regulação por incentivos, a qual, se adequadamente implementada, estimula empresas a aumentar sua produtividade e compartilhar este resultado com os consumidores na forma de redução da parcela da tarifa destinada à remuneração dos custos e investimentos (Acende Brasil, 2007).

Em consonância com a proposta de criar um indicador para monitorar a temática de esgotamento sanitário, o estudo técnico formulou o Indicador de Abrangência de Coleta e Tratamento de Esgoto – IACT. Este indicador é expresso pela fórmula:

$$\text{IACT} = 100 * \frac{\text{Ce1} + \text{Ce2}}{\text{Ce3}} * \frac{\text{Te1}}{\text{Ce1}} \quad \text{fórmula (1)}$$

Onde:

Ce1 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto;

Ce2 - Quantidade de domicílios não conectados à rede coletora e com disponibilidade de atendimento por rede pública de coleta;

Ce3 - Quantidade de domicílios a serem atendidos pela prestadora de serviço na área atendível do município, definido em comum acordo com a municipalidade;

Te1 - Quantidade de economias residenciais ativas conectadas ao sistema de tratamento.

A partir da criação do Índice de Abrangência de Coleta e Tratamento de Esgoto em 2020, passou-se a utilizá-lo, primordialmente como ferramenta de monitoramento, mas buscando também estimular o prestador, através do emprego do indicador na regulamentação por menus.

Na Figura 1 apresentam-se os valores alcançados pelo indicador entre os anos de 2016 e 2023. Como pode ser observado, houve um aumento significativo no valor do IACT após o início do monitoramento em 2020, que partiu de 65,05% em 2016 para 81,72% em 2023.

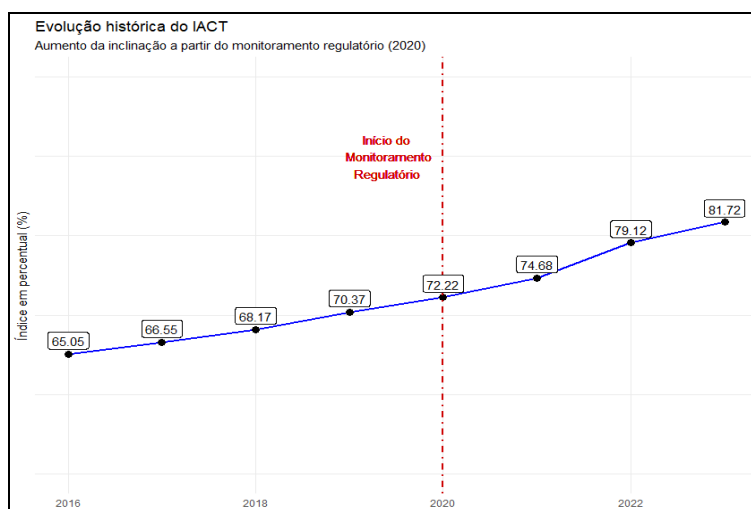


Figura 1: Resultados do IACT 2016-2023.

A fim de ratificar os resultados obtidos no indicador, fez-se a análise da taxa de variação do IACT, como apresentado na Figura 2.

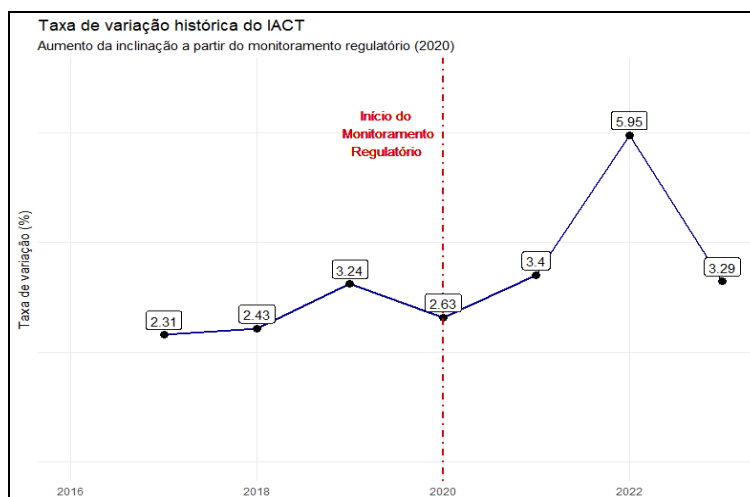


Figura 2: Variação percentual 2016-2023.

Evidencia-se nos resultados obtidos, avanços consistentes após a implementação do IACT. A taxa de variação alcançada nos três anos após o início da utilização do indicador apresenta os maiores resultados positivos, sendo o pico (+5,95%) alcançado no ano de 2022.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando-se como único fator diferente a existência do novo indicador, pode pressupor-se que a partir da implementação do IACT, alcançou-se as maiores taxas de variação positiva históricas, resultando em um significativo acréscimo de novas conexões ao longo dos anos pós-implementação.

Esses resultados expressivos demonstram o potencial de eficácia do IACT em promover a expansão do sistema, abordando tanto a universalização do tratamento quanto o estímulo às conexões ao sistema. Essa abordagem inovadora destaca a importância de estratégias flexíveis e adaptáveis na regulação de serviços públicos, fornecendo um modelo promissor para enfrentar desafios semelhantes em diferentes setores e jurisdições.

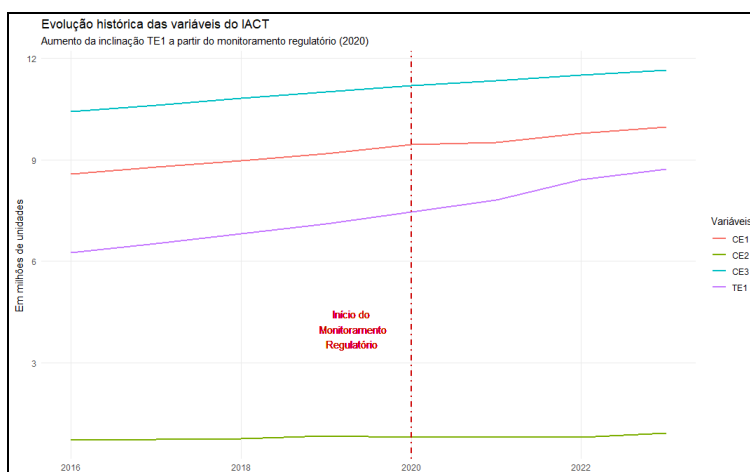


Figura 3: Evolução das variáveis do IACT entre 2016-2023.

Como pode ser visualizado na Figura 3, percebe-se a evolução do desempenho do prestador para esgotamento sanitário através da diferença dos valores das variáveis do indicador ao longo dos anos analisados. Outra conclusão importante está relacionada à variável componente do indicador que apresentou a maior elevação: Te1, justamente aquela que representa as economias conectadas ao sistema de tratamento, demonstrando que o indicador atingiu seu objetivo.

Salienta-se que a análise dos dados revela uma correlação positiva significativa entre o aumento das economias residenciais ativas conectadas ao sistema de esgoto (Ce1) e aquelas conectadas ao sistema de tratamento (Te1). Isso indica que os esforços para conectar mais domicílios à rede coletora também resultam em mais economias conectadas ao sistema de tratamento, o que é essencial para melhorar a saúde pública e a qualidade ambiental.

Além do avanço no resultado geral, também foi notável o ganho com a redução da dispersão dos resultados nos municípios regulados, conforme demonstrado nos *boxplots* da Figura 4. Houve uma significativa elevação nos valores do primeiro quartil e um melhor alinhamento entre média e mediana, indicando que o benefício para os usuários não ocorreu de maneira concentrada. Também podemos observar no gráfico de densidade inserido nos *boxplot* (gráfico de violino) que a distribuição dos dados não se apresenta de forma multimodal, ou seja, possui apenas um pico de densidade alocado cada vez mais próximo de 100%, o que é desejado pelo regulador. Importa ressaltar que o *boxplot* ideal para este evento teria média e mediana entre 95 e 98, com mínima distância interquartilica, representando um serviço de padrão ótimo em todos os municípios.

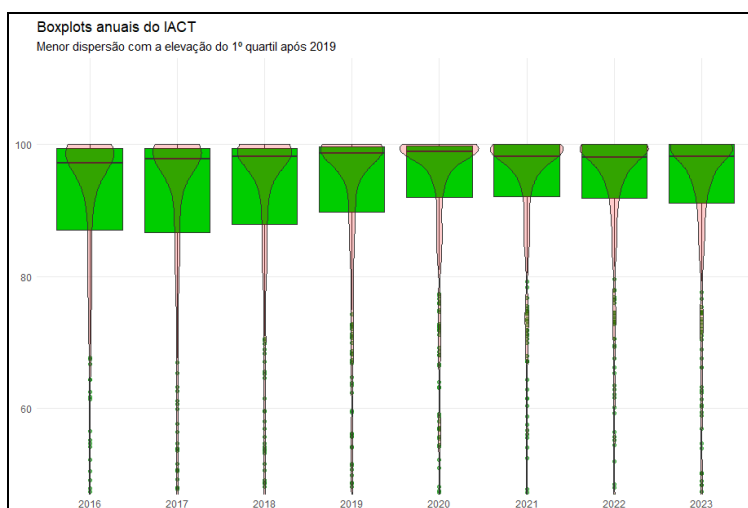


Figura 4: Dispersão dos resultados entre 2016-2023.

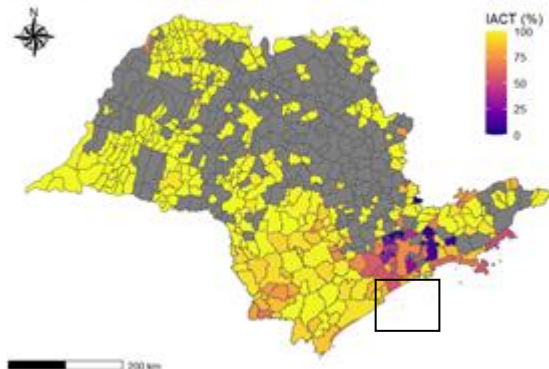
Ressalta-se que a redução da dispersão dos resultados entre os municípios indica uma diminuição das desigualdades regionais no acesso ao sistema de esgoto. Isso reflete uma distribuição mais equitativa dos benefícios do sistema, mostrando que a aplicação do indicador na regulação por incentivos está conseguindo promover um desenvolvimento mais balanceado. Podemos observar na Figura 5 uma maior homogeneidade nas regiões oeste e norte do estado no ano de 2023 em relação ao ano de 2020 (início do monitoramento), cujos municípios tendem para a universalização do IACT; também se observa ganhos consideráveis na região metropolitana de São Paulo (destacado aproximadamente no mapa por um polígono retangular negro), área que concentra aproximadamente metade da população do estado.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



Distribuição do IACT-2020 no Estado de São Paulo
Apenas municípios regulados pela Arsesp



Distribuição do IACT-2023 no Estado de São Paulo
Apenas municípios regulados pela Arsesp

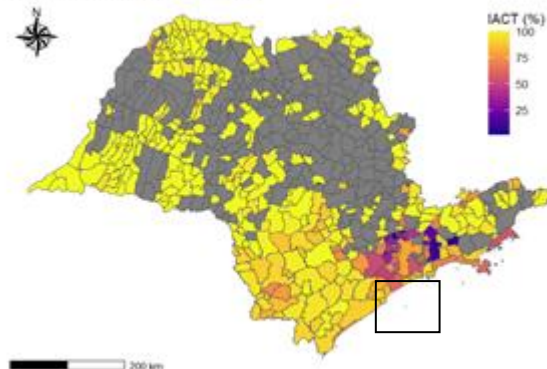


Figura 5: Comparação dos resultados do IACT por município entre os anos de 2020 e 2023.

Contudo, sabe-se que a região metropolitana do estado de São Paulo recebeu investimentos nestes últimos anos, para a implementação de Projetos vultuosos como Projeto Tietê e do Novo Rio Pinheiros, ambos expandindo a rede coletora de esgotos e consequentemente aumentando o número de domicílios que tem seu esgoto coletado e em parte dos casos tratado. Ressalta-se assim que esses recursos aplicados podem também ter contribuído para o alcance desses resultados apresentados neste trabalho.

Para assegurar a confiabilidade das informações, foi realizada auditoria nos resultados por meio de técnicas de análise de dados georreferenciados, o que se mostrou possível em razão do cadastro técnico do prestador ter as coordenadas especificadas. Isso possibilitou a verificação da expansão da malha de rede ao longo do período, bem como das ligações conectadas ao sistema de tratamento. Na amostra selecionada para a auditoria (aproximadamente 400 mil novas conexões), não foram identificados desvios significativos entre os resultados apresentados e os auditados. Na Figura 6 pode-se observar um exemplo da verificação realizada, na qual levantou-se no cadastro operacional do prestador as novas ligações conectadas ao tratamento de esgoto na capital paulista. Como resultado, foi possível verificar não só a quantidade total, mas também onde se localizava as manchas de expansão.

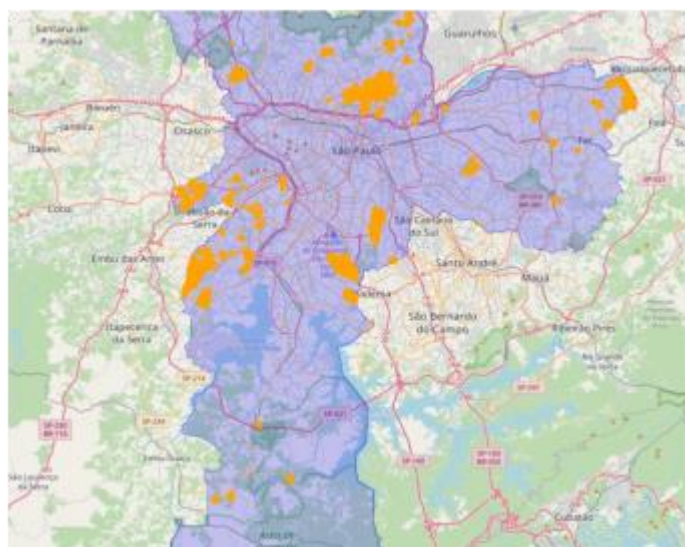


Figura 6: Manchas de expansão de coleta e tratamento na capital paulista.



CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Em síntese, o Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (IACT) revela-se como uma peça-chave para aprimorar a eficácia e a sustentabilidade no setor de saneamento básico. Sua capacidade de identificar áreas de melhoria, prevenir problemas antes que atinjam proporções críticas e manter a qualidade dos serviços é vital para a promoção do bem-estar das comunidades. Em contrapartida, sua principal fragilidade reside no fato de o indicador não considerar a eficiência do tratamento de esgoto, mas somente sua existência.

O monitoramento eficaz proporcionado pelo IACT não apenas quantifica o progresso, mas também contribui para a transparência no setor de saneamento. A capacidade de observar a evolução dos resultados ao longo do tempo fortalece a confiança da população nas instituições responsáveis pela gestão do saneamento básico. Essa transparência é um alicerce crucial para a participação ativa da comunidade e para o fortalecimento da governança.

A participação ativa das agências reguladoras emerge como elemento vital para garantir a conformidade com os padrões estabelecidos. Sua supervisão diligente é essencial para assegurar que os prestadores de serviços sigam diretrizes rigorosas, promovendo a qualidade e a equidade na prestação dos serviços. Em um contexto no qual a confiança pública é essencial, o papel das agências reguladoras se mostra fundamental para a credibilidade e eficiência do setor.

A combinação sinérgica de incentivos aos prestadores, regulação eficaz e monitoramento constante delinea uma estratégia essencial para a continuidade e aprimoramento do setor de saneamento. Ao alinhar interesses, estabelecer diretrizes claras e garantir uma avaliação contínua, essa abordagem busca atender às necessidades presentes sem comprometer o futuro das gerações vindouras. O IACT, ao destacar a importância dessa combinação, representa não apenas um indicador numérico, mas uma ferramenta valiosa para orientar o caminho em direção a um setor de saneamento mais eficiente, equitativo e sustentável.

Com o intuito de aprofundar ainda mais a análise, sugere-se a realização de análise estatística para quantificar a correlação entre Ce1, Ce2, Ce3 e Te1 e considerar outros fatores que podem influenciar os resultados, como políticas públicas específicas, condições socioeconômicas e demográficas. Além disso, espera-se evoluir com o indicador incluindo um fator de correção do resultado a partir do nível de eficiência do tratamento (a princípio a análise de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO), o que deve ocorrer a partir do próximo ciclo tarifário (2025 – 2028).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984 [...]. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 16 jul. 2020, Seção 01, p. 01.
- CASTRO, L. N.; FERRARI, D. G. Introdução à mineração de dados: conceitos básicos, algoritmos e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2016.
- CRUZ, C. E. M.; OLIVEIRA, I. A. A regulação por menus: teoria e prática. In: OLIVEIRA, C. R.; VILARINHO, C. M. R. (Coord.). A regulação de infraestruturas no Brasil. São Paulo: KPMG, 2021. Disponível em: <<https://abar.org.br/biblioteca/#>>. Acesso em: 13 mar. 2023
- INSTITUTO ACENDE BRASIL. Caderno 01: regulação por incentivos. 2007. Disponível em: <www.acendebrasil.com.br>. Acesso em: 10 mar. 2023
- LAFFONT, J. J.; TIROLE, J. *A theory of incentives in procurement and regulation*. Cambridge, MA: MIT Press, 1993.
- OECD. *Framework for Environmental Indicators*. Paris: OECD, 2002.
- OLIVEIRA, I. A.; CRUZ, C. E. M. Índice Geral de Qualidade e a regulação por menus. Revista de Direito Administrativo, 2022, n. 281, v. 1, pag. 347-373.
- SILVA, A. F. Indicadores de Desempenho: Estudo de caso na empresa NET Serviços. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Graduação em Administração) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal da Paraíba. Disponível em <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/1419/1/AFS111016.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2023.