



Estudo dos conceitos e métodos Aplicados ao Saneamento Básico

Rafael de Oliveira Silva

Thalyne de Jesus Silva

rafael2olv@gmail.com

thalynedejesus@hotmail.com

Curso de Engenharia Civil

Faculdade Ages Senhor do Bonfim-BA

Professor orientador: Paulo Ricardo Ramos Santos

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

O trabalho se baseia no saneamento básico avaliando que há uma relevância para o cenário atual e tem uma grande atuação da engenharia civil, visto que as obras são realizadas de forma universal com a presença de uma enorme quantidade de pessoas e empresas envolvidas, trabalhando para atender a todos que não contam com o mínimo de serviços que toda pessoa em sua moradia necessita ter, é importante para o trabalho entender as etapas que transformam os projetos de sistemas de água e esgotamento sanitário em uma estrutura materializada seguindo cada um dos parâmetros desenvolvidos para entregar as melhores soluções. Compreendendo todo este contexto é possível mencionar sobre detalhes de materiais, características dos sistemas de água e esgoto, conceitos sobre a teoria e a prática dos dimensionamentos de um sistema, assim como o que está mudando em relação à visão política sobre a falta de recursos em muitas das regiões do Brasil, são destacados os dados considerados mais importantes para a compreensão de quem irá receber a informação para o que já existe e do que se pretende alcançar no cenário brasileiro atual. É ressaltada a importância que tem para o meio ambiente dos serviços de saneamento assim como para a saúde da população, que na sua falta traz riscos à saúde das pessoas e degrada o meio ambiente ao se fazer o uso incorreto dos recursos hídricos e o descarte inadequado do esgoto produzido.

Palavras chave: Saneamento, Abastecimento, Esgoto, Água, Sistema.

1. INTRODUÇÃO

As políticas de saneamento básico no Brasil atualmente têm recebido uma atenção maior, visto que existiu uma necessidade de se elevar os índices de atendimento da população pelos serviços de água e esgoto, sendo criada a lei 11.445 que entrou em vigor em 2007 com a função de estabelecer diretrizes para o saneamento básico no Brasil (CIVIL, 2007) e o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2014). Constantemente se busca um avanço nos serviços básicos de saneamento para toda a população brasileira, definindo metas de universalização dos serviços básicos de saneamento para o ano de 2033 em todo o Brasil, o que leva um grande investimento até que as metas estabelecidas sejam atingidas, levando em consideração que as metas podem ou não serem cumpridas dentro do prazo estabelecido. Para o cumprimento dos índices mínimos de atendimento à população determinados foi estabelecido um investimento de cerca de 400 bilhões em 20 anos (FEIJÓ, 2020 p. 14), que tem o intuito de serem aplicados para uma ampliação mais acelerada dos sistemas de água e esgoto. Entre os diversos desafios para se abastecer e levar uma água de qualidade até a população está a poluição das águas dos rios que torna mais difícil ter uma fonte limpa principalmente dentro de grandes

centros urbanos que utilizam de uma grande quantidade de água, consequentemente em muitos casos não há um descarte ideal dos resíduos sólidos produzidos. Segundo dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) 93,4% dos brasileiros têm acesso à água tratada e 94,6% dos brasileiros tem acesso à coleta de esgoto (SNIS, 2020), é com base na busca pela melhoria destes serviços que o trabalho feito pelas empresas de saneamento tem sido cada vez maior. A água é um elemento de extrema importância para a sobrevivência não só dos seres humanos, mas de todos os seres vivos que existem na terra, para que seja possível o seu consumo é preciso que não haja impurezas que impeçam que ela esteja adequada e que seja possível seu consumo sem afetar a saúde. Alguns fatores fazem com que nem toda água existente no planeta esteja disponível para os seres humanos que são as águas dos mares e das geleiras, assim como a poluição, ou seja, existe pouca disponibilidade hídrica em todo o mundo (HESPANHOL, 2002 p.79).

O saneamento básico é o conjunto de atividades que visam principalmente dar gestão aos recursos hídricos e resíduos sólidos, visando ter controle sobre a origem e o seu destino, tendo em relevância fatores como o bem estar, a saúde, a qualidade de vida e a conservação do meio ambiente, isto com o correto tratamento, coletas e abastecimento da população beneficiada e a busca por atender a toda a população que ainda não conta com estes serviços. Sabe-se que ainda existe uma parte da população brasileira que não tem acesso às condições básicas de saneamento, isso tem motivado um empenho maior das autoridades por se tratar de algo extremamente indispensável (FOSTER, 2016 p. 05).

Antes de serem implantados os sistemas ou redes de abastecimento de água são feitos estudos para que todo o processo seja realizado da melhor forma, procurando manter o abastecimento viável e garantir que após uma rede de distribuição estiver pronta todos os pontos serão abastecidos dentro dos parâmetros estabelecidos para cada rede. Existem fórmulas usadas para o dimensionamento e coeficientes que auxiliam a encontrar os resultados considerando situações onde vai existir um maior consumo, prevendo que quando se trata de um abastecimento residencial nem sempre estarão sendo consumidas as mesmas quantidades de água, que variam de acordo com os horários do dia e com o clima quando está mais quente ou mais frio e de acordo com os hábitos e costumes da população (RIBEIRO, 2020).

Para que o saneamento básico seja aplicado com eficiência é preciso que seja atendida a demanda da população, para isto atualmente no Brasil estão sendo criadas metas que definem índices mínimos para o atendimento da população e que devem beneficiar mais rapidamente a população que ainda não conta com estes serviços. Existe uma influência positiva para o mercado de trabalho na área da construção civil, considerando que irão aumentar o número de obras para acompanhar a quantidade de serviços pendentes a ser realizada. Atualmente é possível contar com a tecnologia e com softwares que auxiliam na rapidez, precisão e qualidade dos serviços prestados (ARAGÃO, 2022 p. 45).

O tema escolhido para discussão apesar de ser direcionado à uma parte específica aborda conhecimentos gerais sobre o Saneamento Básico, o tema central tem como motivação a relevância para o cenário atual da Engenharia Civil e a quantidade de experiências desenvolvidas, absorvidas durante o curso, o reconhecimento da importância da área do saneamento para a construção civil. O trabalho busca o compartilhamento de informações a fim de mostrar para os demais colegas de turma e professores, o que há de importante na área do saneamento, a diversidade de informações que o envolvem, assim como alguns dos conceitos que não foram discutidos em salas de aula e o interesse pela busca de uma maior

quantidade de conhecimentos na área, que tem uma riqueza muito vasta de informações para serem expostas e que com seus novos planos e metas está buscando abranger mais significativamente a população brasileira nos próximos anos.

2. DESENVOLVIMENTO

Para todo o processo de abastecimento de água e coleta de esgoto existe uma grande quantidade de etapas a serem respeitadas, antes de iniciar suas obras de implantação, devem ser avaliadas todas as condições necessárias para que tudo ocorra corretamente. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) estabelece normas técnicas que norteiam diversos requisitos para o saneamento básico e dão os parâmetros necessários para as suas execuções.

Uma das primeiras etapas do abastecimento de água é a captação que consiste em recolher a água bruta e encaminhar para o tratamento. Para isso deve dispor de fontes confiáveis, que tem todo um equilíbrio de partículas comprovado após passar por análises de qualidade, com capacidade para suprir as necessidades de distribuição da população. A principal fonte de retirada de água bruta para o abastecimento é por meios superficiais. Costumam-se executar barragens para compor o sistema e aumentar a capacidade de adução de água, mantendo volumes mais altos a montante dos pontos de barragem, impedindo que se perca em um ponto de captação a água para o curso normal da água. As barragens são infra-estruturais que contam com diversas junções de tubulações e estruturas de sustentação (FEIJÓ, 2020 p. 78).

Na fase de implantação de uma estrutura de captação serão realizados estudos para conhecer a disponibilidade da água durante períodos diferentes do ano em que há pequenas ou grandes quantidades de chuvas, no qual para um bom funcionamento do sistema é ideal que o abastecimento seja constante. As captações de água se classificam em diretas nos casos onde há uma fonte naturalmente mais limpa ou a população em questão for inferior a 10 mil habitantes. Outro meio de captação é a completa nos casos onde é feita uma estrutura maior e com mais componentes para filtrar melhor a parte sólida presente (RIBEIRO, 2011 p. 109).

Com a distribuição interrompida em variados momentos do dia, seja por ter horários reduzidos de operação, por problemas no sistema ou falta de chuvas para captação. É de grande utilidade que sejam construídos reservatórios para armazenar uma quantidade suficiente de água para suprir as necessidades da continuidade dos serviços de abastecimento. Os reservatórios são partes muito úteis que devem ser implantados fazendo dimensionamento com tamanho de acordo com as demandas avaliadas em cada situação. Os reservatórios ficam dentro ou após as estações de tratamento, além do armazenamento de água são utilizados para armazenamento de produtos químicos aplicados no tratamento de água (VELLOSO, 2020 p. 40).

A expansão do saneamento, apesar de ser uma tarefa difícil e muitas vezes demorada, traz inúmeros benefícios para o país, reduzindo custos e problemas na área da saúde, aumentando a valorização imobiliária, a expansão do turismo e consequentemente proporciona a geração de empregos. São benefícios para a satisfação das necessidades da população e para a economia do país que ao longo do tempo tem um retorno positivo apesar do investimento aplicado. Para que o abastecimento de água em uma determinada região ou localidade aconteça é necessário que exista um ou mais pedidos de ligações residenciais. Será feito um levantamento de todas as informações necessárias, como altitudes, números de ligações domiciliares a serem feitas, distâncias entre os pontos levantados. Em

seguida são feitos projetos com o perfil da região que receberá o novo sistema de abastecimento assim como a distância entre a nova rede projetada e o sistema de abastecimento de água existente ou estação de tratamento mais próxima.

Após o levantamento de informações deverá ser estudada a viabilidade fazendo uma medição de pressões de derivação que são as pressões verificadas no final da rede que será ligada ao início da rede nova (GIATTI, 2012 p. 08). Deverá ser analisado o perfil do consumo para assim conhecer a quantidade de água que abastecerá adequadamente o local. São consideradas sempre as perdas de água ao longo dos trechos para cada situação, considerando que existem vazamentos e ligações clandestinas ou irregulares (PASSINI, 2002 p. 87).

Na fase de projeto são avaliadas as melhores formas de se traçar o caminhamento da rede nas ruas, nas cidades é uma tarefa mais complexa que nas regiões rurais devido a interrupção do abastecimento e do fluxo de pessoas e veículos, o que normalmente pode causar transtornos, exigindo maior rapidez de execução. Um dos desafios citados anteriormente são as perdas de água durante a distribuição, algo que deve ser detectado e resolvido de forma imediata pois afeta diretamente a parte financeira dos gastos com a operação e manutenção dos sistemas, são problemas que afetam inclusive o equilíbrio do meio ambiente. Em alguns casos podem existir perdas anormais de água, que elevam de forma muito impactante os investimentos para a continuidade do funcionamento dos sistemas e dificultam o aumento dos índices de atendimento associados aos atuais planos de saneamento básico supracitados (TEIXEIRA, 2014 p. 33).

Existem formas padronizadas de traçar o formato de distribuição de água dentro de um conjunto de ruas que definem como serão feitas as derivações que evitam os problemas da pressão no abastecimento a norma NBR 12218/94 estabelece as pressões mínimas e máximas ideais para os pontos de chegada para cada residência. As considerações de aumento de consumo são importantes para garantir a continuidade do abastecimento mesmo a população fazendo um uso mais desordenado de água. Para majorar a previsão de consumo no cálculo utilizam-se considerações para picos de consumo ao longo do ano com 20% a 50% a mais de consumo, estas considerações se aplicam ao dimensionamento de capacidade de armazenamento dos reservatórios.

A demanda de água é avaliada considerando que os consumidores para um sistema de abastecimento de água têm perfis diferentes. Para o consumo em cidades e regiões rurais são definidos valores de acordo com a característica do local, o perfil do consumidor ou das atividades desenvolvidas. O que pode mudar se a ligação for a um local de indústria ou uma grande propriedade rural que necessitem de irrigação ou que haja criação de animais, que necessitam de grandes volumes de água, para assim saber o quanto de volumes de água é preciso para atender a cada caso (ROCHA, 2016 p. 61).

O nordeste costuma ser a região de maior consumo que chega a ter uma vazão de demanda de mais de 170 litros por habitante ao dia (DE ARAUJO, 2016 p. 12). Além disso, são avaliadas as perdas de água que em grandes trechos tende a ser maior, de forma que as considerações levam em conta que nem toda água que sai da estação de tratamento chegará até o consumidor. No estudo de viabilidade são utilizados os cálculos para encontrar as pressões e vazões nos trechos fazendo previsões para o abastecimento em grandes períodos de tempo, presumindo na pior hipótese que a população irá crescer constantemente ao longo dos anos de projeto da rede. Para as unidades de vazões no dimensionamento de sistemas de água pode-se usar metro cúbico e unidades de tempo em hora, porém normalmente padroniza-

se as unidades em litros por segundo de acordo com o sistema internacional de medidas (OLIVEIRA, 2019 p. 06). Um dos objetivos do estudo de viabilidade é conhecer o material aplicado e as suas quantidades determinadas pela extensão dos trechos da rede, para que assim se desenvolva um orçamento para conhecer os custos do que será feito e obter quais serão os serviços necessários que influenciarão na estimativa dos valores totais da obra.

O material utilizado em cada sistema é escolhido para suportar as pressões para o qual foi dimensionado, no saneamento para as pressões exercidas pela água utiliza-se na maioria dos casos as unidades de medida em MCA (metros de coluna d'água), em que cada MCA equivale à pressão exercida pela água em um metro de altura, não sendo relevante a largura ou o volume de água para este caso. O que explica o fato de serem implantados reservatórios em pontos com maiores altitudes (OLIVEIRA, 2019 p. 14). Existem interferências na velocidade em que a água irá seguir seu trajeto e que dependem do material, se aplicando um coeficiente de rugosidade para os tubos. Existem tabelas comerciais que diferenciam os valores de cada material e considera que ao longo dos anos os materiais têm seus coeficientes alterados pela sua corrosão, incrustação e tuberculização que são problemas vistos principalmente em materiais metálicos, avaliando que entrarão em contato com impurezas ao decorrer da sua vida útil (NETTO, 1973 p. 118).

Se tratando do movimento da água a uma temperatura razoável passando pelos tubos, há interferências causadas pelos próprios fluidos dentro das tubulações, considerando que os fluidos são formados por inúmeras partículas. Uma das características dos fluidos é que eles não resistem à tração e cisalhamento e tem uma baixa capacidade de serem comprimidos, o que tem influência no seu comportamento na forma como eles escoam. Nas suas trajetórias as partículas de água entram em choque provocando o que é denominado como regime turbulento que causa uma interferência na sua velocidade (NETTO, 1973 p. 83). Em curvas acentuadas nos trechos de redes o regime é aumentado além do impacto causado nas paredes perpendiculares ao sentido do fluxo da água pela mudança de direção provocado pelo caminho nos tubos, o que para uma rede de abastecimento são construídas estruturas de ancoragem em concreto para impedir a quebra das juntas nas curvas (DE NOVAES, 2021 p. 58).

Os principais tipos de materiais utilizados entre peças, tubos, conexões e válvulas de água fria para sistemas de abastecimento de água são os de PVC PBA, PVC de FoFo (Diâmetro interno semelhante ao dos tubos de ferro fundido), Ferro fundido, Aço, cobre, PRFV, CPVC entre outras variedades (PACHECO, 2010 p.120). Há limitações no uso de alguns dos materiais que não são produzidos em todos os diâmetros comerciais. Cada material é escolhido de acordo com a necessidade da rede, podem ser empregados mais de um tipo de material. Normalmente os diâmetros dos tubos vão reduzindo a seção ao longo dos trechos. As pressões suportadas por cada material são diferentes, podendo variar de acordo com as suas classes de resistência, o que irá interferir no preço de compra que é proporcional ao que os materiais resistem.

Constantemente busca-se inovar em soluções para a melhoria da qualidade do material de tubos, por isto é relativo ao tempo a quantidade exata de materiais utilizados pois ocasionalmente são produzidas novas soluções (SOUZA, 2018 p. 10). Para aplicação em esgotamento sanitário são usados basicamente os mesmos materiais de água fria. Além disto se utilizam materiais de cerâmica e o concreto que no caso do uso em água fria não é recomendado por não ser um material com grandes resistências à tração e propício a receber infiltrações externas que podem interferir na

qualidade da água. A água no seu tratamento passa por etapas que tem a finalidade de retirar as impurezas que podem existir na água bruta que chega nas estações de tratamento em que durante o processo é filtrada e recebe produtos químicos que são colocados para equilibrar determinados fatores como o pH que deve estar entre 6,0 a 9,5 (SOUZA, 2018 p. 14). A água também passa pela desinfecção, decantação, floculação, cloração e fluoretação após passar por todas as etapas a água passa por análises que vão determinar se realmente a água estará própria para o consumo para que seja feito um abastecimento correto e com qualidade. Em algumas das estruturas de tratamento podem ser usados métodos variados, um exemplo é que são utilizados muitos métodos e produtos diferentes para a decantação, porém que tem as mesmas finalidades (MONTE, 2016 p. 06).

Além dos materiais e produtos químicos empregados no saneamento existem as infra-estruturas que compõem os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, que são as estações de tratamento de água e de esgoto, os reservatórios, vertedouros, barragens, poços, cisternas, máquinas e tudo que envolve o abastecimento, movimentação, tratamento e armazenamento (MONTE, 2016 p. 09). Quando apenas a altura da água não colabora para a distribuição pela diferença de cotas em variados pontos há possibilidades de vencer a falta de pressão com estações elevatórias, contendo bombas de recalque em trechos estratégicos do sistema de abastecimento chamados CMB (Conjunto Motor Bomba), elevando a pressão com que a água percorre as tubulações (LEMOS, 2019 p. 17).

Os CMB's são estruturas muito utilizadas no saneamento, porém que elevam os custos de investimento, manutenção e operação do sistema por ter um preço elevado e funcionarem usando a energia elétrica. Este fator tem influência em muitos casos onde os motores são desligados em determinados horários do dia onde as companhias de energia elétrica elevam a cobrança de taxas, o que faz com que muitas vezes a fim de se economizar nos custos de operação são desligados os motores fazendo a distribuição de água em muitos pontos parar (LEMOS, 2019 p. 22). Para o funcionamento dos equipamentos são associadas estruturas para proteção da parte elétrica e da própria bomba (SILVA, 2014 p. 19).

Se tratando de abastecimento de água atualmente é possível contar com o auxílio da tecnologia de softwares para facilitar e ter precisão no dimensionamento realizado, assim como uma maior rapidez, que é um ponto bastante importante, pois o abastecimento necessita de um perfil completo com todos os dados levantados antes de serem implantados. Muitos dos softwares facilitam o cálculo e são ferramentas indispensáveis no momento em que se quer encontrar uma grande quantidade de informações reduzindo o tempo em que se leva para obter os resultados desejados (ISHIHARA, 2017 p. 07). A maioria dos softwares para cálculo de redes de abastecimento usa os mesmos métodos, em que pode ser feito um croqui das redes com as características geográficas ou podem-se usar projetos existentes feitos em formatos de arquivo compatíveis e então o software efetua o cálculo de acordo com as informações nele inseridas com todos os detalhamentos necessários. São muito utilizados o EPANET, CESP e o PRO-Saneamento. Também é comum que se faça uso de planilhas para os dimensionamentos, orçamentos e consultas na interação com fabricantes e clientes em empresas que prestam serviços de saneamento (ISHIHARA, 2017 p. 11).

A coleta de esgoto e seu descarte em sistemas de esgotamento sanitário tem a finalidade de afastar das residências os dejetos ali produzidos, nas situações onde não existe uma coleta do esgoto de uma casa, rua ou bairro. Em muitos dos casos ocorre um descarte incorreto dos materiais produzidos sendo lançados ao ar livre, o

que eleva os riscos de propagação de doenças, além da poluição ao meio ambiente. Há consequentemente uma rejeição e uma desvalorização imobiliária de locais com a falta destes serviços, além de prejudicar a prática do lazer nos espaços público abertos.

No trabalho feito nas estações de tratamento de esgoto tendo como um norte a norma NBR ISO 21138-3. Se recolhem as águas contaminadas provenientes das residências que são lançadas nos rios e então ocorre a desinfecção para que as águas retornem para a natureza sem riscos de causar impactos ao meio ambiente e para a saúde das pessoas, existem especificações para o uso agrícola do esgoto tratado. Assim como nas estações de tratamento de água no tratamento de esgoto existem algumas etapas desde a entrada até a saída da estação de tratamento, entre as etapas estão o gradeamento, desarenação, tratamento biológico, decantação e o descarte.

Com o descarte inadequado do esgoto produzido nas residências, os dejetos ganham destinos que não tem qualquer controle e vão parar em locais indesejados. Considerando que os fluidos irão procurar o curso mais fácil para escoar, ocupando os passeios, ruas onde dificultam muitas vezes a mobilidade e prejudicam a paisagem e indo muitas vezes parar em cursos d'água assim como nos lençóis freáticos. Com isso correm o risco de contaminar águas de captação para abastecimento e tornar estas fontes impróprias.

O descarte incorreto dos resíduos é um risco tanto para as pessoas como para o meio ambiente, o que deve ser evitado ao máximo tendo em vista que existe atualmente uma escassez de fontes limpas de água para o consumo. Visando as preocupações com o meio ambiente que tem se degradado de forma acentuada nos últimos anos. As boas condições de saneamento buscam minimizar os impactos causados à natureza além de ser essencial a sua expansão para suprir o bem estar da população (GODOY, 2013 p. 74).

Junto à expansão, a melhoria da qualidade de prestação de serviços e busca e pesquisa no mercado por materiais mais resistentes são objetos da busca pelo cumprimento das metas, com um planejamento correto e uma boa gestão dos componentes do saneamento básico. Para o conhecimento das situações existentes é necessário que sejam coletados dados atualizados anualmente em todos os municípios brasileiros para a compreensão do andamento do trabalho contendo a quantificação de municípios e número de habitantes fixos. Com isso é possível estudar e desenvolver formas de manter o ritmo ideal estabelecido e conseguir oferecer melhorias, a evolução dos índices de atendimento à população e a busca por alternativas de soluções para problemas encontrados avaliando os diversos aspectos encontrados (SNIS, 2020).

O tempo que determinados problemas nos sistemas água e esgoto ou coleta de lixo levam para ser resolvidos afetam diretamente a qualidade da prestação dos serviços voltados para o levantamento de dados das regiões e estudos de viabilidade, visto que os perfis dos locais podem ser alterados. Desta forma exige em muitos casos um retrabalho, promovendo uma regressão na escala de atendimento e impossibilitando de ter índices positivos de avanço no maior objetivo de envolver amplamente a população e os municípios, o que é uma preocupação que se busca ter para ter uma administração correta do que já é existente buscando constantemente soluções para oferecimento de um suporte mais ágil de resolução de vazamentos, mau funcionamento dos equipamentos, uma coleta de lixo ineficiente ou inexistente. Então o saneamento básico busca uma comunicação mais direta e rápida com tudo o que faz parte das suas áreas de atuação (LISBOA, 2013 p. 15).

3. METODOLOGIA

1. Foram necessárias para a construção do artigo pesquisas feitas pelos participantes envolvidos na sua elaboração, discutindo o tema de forma que fosse algo relevante para todos, selecionando conceitos considerados de maior importância para se expor, considerando que o tema abordado é totalmente voltado para uma das disciplinas aplicadas no curso de engenharia civil.

Esse estudo foi pautado em uma pesquisa bibliográfica narrativa de natureza qualitativa e exploratória. Em maneira complementar tal pesquisa também é quantitativa por realizar medição, isolando as características da pesquisa. O conjunto de dados quantitativos e qualitativos, porém, não se opõem, por contrário, se complementam. O estudo exploratório realiza o diagnóstico organizacional, a identificação dos participantes; estudo da viabilidade de aplicação dos métodos, discussão dos problemas da organização e as possibilidades de ação, coleta dos dados para se realizar o diagnóstico, formulação do problema de pesquisa, escolha do pressuposto teórico que dará suporte à investigação e elaboração do diagnóstico.

Trata-se de um estudo qualitativo de revisão narrativa, própria para fazer a discussão do estado de um determinado assunto, fazendo uma ampla análise da literatura sobre o tema de modo a fazer uma reprodução de dados e respostas quantitativas para questões específicas, sendo crucial para a aquisição e atualização do conhecimento sobre um tema específico (ELIAS, 2012).

Tendo como base o Marco Legal do Saneamento Básico cuja meta do Governo é alcançar a universalização até 2033, trazendo atendimento de 99% da população com água potável e de 90%, com tratamento e coleta de esgoto, até 31 de dezembro de 2033, com isso elencou-se estudos que tivessem relação com essa temática e focando na atuação do engenheiro como válido a esse processo.

O estudo das informações presentes no artigo teve início com o diálogo com profissionais da área que nortearam quais tópicos seriam de maior interesse para compor um trabalho da área do saneamento básico ressaltando quais partes estão de acordo com os estudos realizados nas disciplinas cursadas. Foi dada relevância em encontrar informações sobre a água sua importância, disponibilidade na natureza, seu tratamento, as etapas que envolvem o caminho dos rios e poços até a chegada na residência das pessoas assim como exemplificar as estruturas e materiais que estão neste caminho, logo após as informações sobre a coleta e tratamento de esgoto e problemas envolvendo o seu descarte incorreto, em seguida pôde ser iniciada a parte da pesquisa em literaturas onde foram buscadas informações como dados sobre as situações iniciais, as atuais, quais os meios necessários para a conclusão do objetivo final, e o que realmente é buscado com as metas do plano de saneamento em vigor.

De início foram acrescentadas algumas informações já obtidas por meio da experiência que estão presentes em todo o artigo e que puderam dar certa segurança nas fontes, leis, normas e literaturas encontradas no qual serviram de embasamento e inspiração no que houve um grande interesse em ressaltar pontos relevantes encontrados. Entre as informações os dados atuais e objetivo de investimentos, foram destacados com bastante ênfase por se tratar inteiramente da aplicação das metas e do seu andamento, para expressar a parte prática foram acrescentados os cálculos e suas descrições que levam a compreensão de como se chegam aos valores e fórmulas exemplificadas. Um dos pontos buscados foi associar e selecionar algumas das normas técnicas que trazem considerações de imensa aplicação para a engenharia civil, assim como a associação dos planos oficiais de saneamento básico

que dão todo o sentido à percepção dos problemas e levam a busca pelas melhorias das condições existentes. A consulta, diálogo e pesquisa levaram a crer que deveriam ser descritos produtos químicos de utilização constante no saneamento básico, além de trazer os materiais de maior uso no direcionamento das águas das estações de tratamento para as residências e em seguida para estações de tratamento de esgoto ou córregos, incluindo as principais diferenças entre eles.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

2. Os estudos abordados mostram detalhes do abastecimento de água coleta e tratamento de esgoto informando dados obtidos por pesquisas em importantes trabalhos possibilitando desenvolver um conhecimento maior sobre o saneamento em si e qual a aplicabilidade da engenharia civil, focando em destacar o processo de abastecimento de água devido ao seu nível de importância.

3. As descobertas obtidas com a pesquisa e desenvolvimento do artigo permitiram conhecer os dados mais importantes dimensão dos problemas e pendências encontradas na área do saneamento, além do conhecimento teóricos sobre detalhes mais aprofundados sobre os métodos aplicados, foram colocados em discussão os conceitos mais relevantes e a composição traz um embasamento com materiais de referência na área.

4. As opiniões discutidas são muito convergentes, tendo concordância em maioria dos fatos expostos, visto que foi buscado mostrar tópicos sobre os materiais, produtos, infra-estruturas importância para a população e para o meio ambiente, no qual é interessante ter consciência da falta dos serviços de saneamento, e se observa o fato de que se deve ter controle sobre as políticas de saneamento e garantir que exista a continuidade dos serviços, principalmente os que levam o abastecimento de água para a população brasileira e que as metas estabelecidas sejam cumpridas nos prazos determinados, para que haja a satisfação das condições necessárias e uma melhoria na economia e para a sociedade.

Saneamento é um termo que tem um significado claro no mundo desenvolvido. No entanto, para o desenvolvimento, há necessidade de uma melhor definição. Tradicionalmente, o saneamento tem sido relatado como o percentual da população que tem acesso ao serviço de esgoto (OLIVEIRA, 2011).

Para o saneamento básico – saneamento fornecido em áreas rurais ou periurbanas pobres, o termo saneamento inclui uma ampla variedade de opções de saneamento no local, desde simples fossas até estações de tratamento de pacotes altamente confortáveis, que podem ou não estar funcionando (SILVA, 2018).

Em prol de efetivar o novo Marco de Saneamento com meta de alcançar a universalização até 2033, nota-se que o principal objetivo dos sistemas de saneamento é proteger e promover a saúde humana, proporcionando um ambiente limpo e quebrando o ciclo de doenças. Para ser sustentável, um sistema de saneamento deve ser não apenas economicamente viável, socialmente aceitável e técnica e institucionalmente adequado, mas também deve proteger o meio ambiente e os recursos naturais (BRASIL, 2020).

Em todo o mundo, enormes desigualdades sociais são observadas, e as pessoas que não possuem condições dignas de moradia estão entre aquelas com menor expectativa de vida e maior morbidade. No Brasil, o grande número de pessoas que moram em periferias é uma realidade incontestável. O cenário hodierno demonstra que a grande maioria dos moradores de áreas urbanas nas metrópoles não possuem condições adequadas, sem saneamento básico (CABRAL, 2019).

A urbanização tem relação direta com o crescimento da vida urbana e esse fenômeno é tido como um processo histórico paralelo ao crescimento econômico, relacionada aos deslocamentos geoespaciais. Nesse sentido, para que exista saneamento básico para Prado e (OLIVEIRA, 2011) aduzem que o saneamento e o tratamento do esgoto sanitário, deve estar atrelado a preservação das águas e no investimento e maior atenção governamental com mais recursos investidos para a melhoria da qualidade da água e dos índices de saúde pública, trazendo padrões mínimos de qualidade.

Para proteger a saúde, elevar a qualidade de vida e aumentar o nível econômico, é necessário um bom serviço de saneamento nos países em desenvolvimento. Enquanto nos países desenvolvidos a cobertura do saneamento é de quase 99% como resultado de um claro compromisso dos governos de fornecê-lo como parte dos serviços públicos, nos países em desenvolvimento é apenas cerca de 50% (OMS-UNICEF, 2010).

Além disso, (CARVALHO, 2013) aduz que nos países desenvolvidos, o termo saneamento aplica-se não apenas à instalação de esgotos, mas também à plena implementação de sistemas de disposição segura e reutilização de águas residuais tratadas

Para (MACHADO, 2021) o “saneamento orientado para os recursos” descreve a abordagem em que os excrementos humanos e a água das famílias são reconhecidos como recursos disponibilizados para reutilização. Hoje em dia, o “saneamento orientado para os recursos” é entendido da mesma forma que o “saneamento ecológico”.

Para que os sistemas de saneamento orientados para os recursos sejam verdadeiramente sustentáveis, eles devem cumprir a definição de saneamento sustentável dada pela Sustainable Sanitation. As áreas úmidas de tratamento construídas atendem aos critérios básicos de sistemas de saneamento sustentáveis, prevenindo doenças, protegendo o meio ambiente e sendo uma tecnologia acessível, aceitável e simples (LANGERGRABER, 2013).

(TEIXEIRA, 2014) alerta como maneira mais eficaz de proteger os recursos de água potável do esgoto doméstico o uso de tecnologias que não produzam esgoto, sendo uma característica fundamental do saneamento é que ele considera os excrementos humanos como um recurso a ser reciclado e não como um lixo a ser descartado e a aplicação em larga escala do saneamento ecológico levaria a uma menor poluição ambiental, redução do consumo de água, economias consideráveis em esgotos e estações de tratamento e aumento do emprego. Além disso, forneceria recursos valiosos para a produção de alimentos e o desenvolvimento de terrenos baldios.

Trazem que uma evidência crescente de que a qualidade das águas residuais em áreas de alta e baixa economia é diferente em relação a alguns parâmetros que determinam as opções de tratamento e as diferenças nas condições econômicas exigem soluções alternativas não apenas no nível técnico, mas também em termos de formas de implementá-las (CARVALHO, 2013).

De fato, Silva, Oliveira e (LOPES, 2019) destacam que os números de saneamento relatados frequentemente não revelam o descarte de águas residuais ou excretas descontroladas no meio ambiente, a existência de estações de tratamento de águas residuais com defeito ou o uso de instalações de saneamento básico rudimentares e ineficientes, às vezes contribuindo para o aumento da poluição ambiental em vez de controlá-la. Como resultado, as doenças transmitidas pela água

afetam milhões de pessoas no mundo em desenvolvimento, e a qualidade da água de corpos d'água superficiais e subterrâneos está se deteriorando cada vez mais.

Deve-se proporcionar soluções adequadas, que raramente se enquadram na lógica utilizada nos países desenvolvidos para prover saneamento. A maioria das pessoas sem saneamento inclui os milhões de pessoas pobres e que vivem em condições institucionais precárias e em uma situação econômica e social que evita o uso de soluções convencionais. Isso torna a provisão de saneamento em áreas (MACHADO, 2021).

De acordo com (TEIXEIRA, 2014) são considerados fontes pontuais de poluição quando são produzidos e coletados em esgotos e, quando não tratadas, as principais preocupações ambientais dizem respeito aos poluentes convencionais, como matéria orgânica biológica, biodegradável, não biodegradável e metais pesados, nessa ordem de importância. O teor de quase todos esses poluentes tendem a ser mais concentrado em áreas áridas e semiáridas por falta de água e infelizmente, mesmo quando tratadas, as descargas municipais introduzem água usada contendo compostos usados, alguns dos quais são poluentes, nos corpos d'água.

Apesar disso, a ideia de usar corpos d'água ou solo para despoluir águas residuais ainda é muito comum, e pode ser reduzida em corpos d'água, pois a capacidade de despoluição é perdida como resultado do aumento da temperatura da água devido às mudanças climáticas. Nos países em desenvolvimento, o meio ambiente é frequentemente utilizado para despoluir águas residuais, inclusive quando não tratadas, explicando a baixa qualidade dos corpos hídricos e a presença generalizada de doenças diarreicas (OLIVEIRA, 2011).

As fontes de poluentes emergentes são diversas. Eles vêm de fontes não pontuais, águas residuais municipais (tratadas ou não tratadas) e descargas industriais. Eles também são resultado do descarte inadequado de resíduos sólidos e os efeitos na saúde humana potencialmente ligados à exposição a esses produtos incluem graves problemas de saúde (SILVA, 2018).

Estudos iniciais de risco sugerem efeitos ecológicos e de saúde mínimos por meio da reciclagem de biossólidos nos solos e como a maioria desses poluentes foi recentemente estudada, o conhecimento de seu destino, transporte, comportamento durante o tratamento e riscos ainda é escasso no campo da engenharia sanitária, buscando-se a integração do saneamento nas estratégias de gestão dos recursos hídricos de forma que não afete negativamente o meio ambiente (LANGERGRABER, 2013).

A OMS (Organização Mundial da Saúde) alerta que o agravamento da situação em relação ao saneamento nos países em desenvolvimento pode ser descrito por meio de diferentes indicadores e a água contaminada e saneamento precário são responsáveis pela grande maioria das 1,8 milhões de mortes de crianças a cada ano por diarreia e quase 5.000 todos os dias, tornando-se a segunda maior causa de mortalidade infantil e a expansão dos serviços de água é essencial para reduzir a carga de doenças relacionadas à água e melhorar o bem-estar de grande parte da população mundial (OMS, 2010).

A diferença entre o nível de saneamento em países desenvolvidos e em desenvolvimento é alta: 99% versus 50%. No entanto, entre 1990 e 2004, a porcentagem de pessoas com acesso a saneamento melhorado aumentou de 35% para 50%, com variações entre os países variando de 37% a 88% (OMS-UNICEF, 2010).

Mesmo que o saneamento represente um benefício econômico, seu custo ainda é importante para as sociedades em que este não é o único requisito. Portanto,

é útil combinar opções que envolvem a construção de infraestrutura para melhorar as condições de saúde enquanto os serviços de saneamento podem ser fornecidos gradualmente. Tal abordagem é descrita por (LANGERGRABER, 2013).

Para tratar as águas residuais, têm sido utilizados esgotos ligados a estações de tratamento de águas residuais sendo uma abordagem de tecnologia bem dominada e bem gerenciada aplicável às cidades (FRAZÃO, 2011). Desde que os fundos para sua construção e operação estejam disponíveis. Em termos de operação, os sistemas centralizados costumam ser mais baratos e fáceis de manusear do que os descentralizados (SILVA, 2018).

Um aspecto importante a ter em mente na escolha da tecnologia é que as instalações precisam estar operacionais, para isso, é necessário mantê-las em operação do ponto de vista econômico, técnico e cultural e para reduzir custos, materiais baratos e os usuários são contratados para construir as instalações. No entanto, isso pode resultar em falhas, pois o material barato freqüentemente significa baixa qualidade e os usuários não são pessoas experientes o suficiente, mesmo que treinadas (ANDRADE, 2011).

A falta de vontade política e compromisso ao mais alto nível é uma barreira maior do que a falta de recursos econômicos, a capacidade de construção ou a aquisição de tecnologia adequada, pois todos esses podem ser superados. Para desenvolver a vontade política, os políticos e a sociedade precisam apreciar o valor do saneamento sendo necessário compreender que é através do abastecimento de água e saneamento que os países industrializados constroem sociedades fortes com boa saúde e boas condições econômicas (SILVEIRA, 2013).

Considerando os problemas levantados no tema discutido e colocando em relevância dados atuais é possível observar que no andamento do trabalho os índices ainda não atingem totalmente à população, é importante destacar que os dados dependem tanto do crescimento populacional quanto do andamento das obras de saneamento dentro dos municípios em todo o Brasil, são índices relativos ao tempo no qual são obtidos os dados, os dados mais recentes coletados mostram que houve um aumento da população que é contemplada com o abastecimento de água e esgotamento sanitário que são as principais abordagens da pesquisa, o que é um ponto positivo para o cumprimento de metas, com a observação dos resultados é possível concluir que apesar destes dados ainda não há uma cobertura total da população.

Aprofundando as pesquisas em municípios brasileiros é possível perceber que são identificadas elevadas perdas de água tratada em muitos deles, o que se torna um desafio para ser evitado e resolvido nos próximos anos, há um empenho maior com o aumento dos investimentos aplicados que devem ter um bom aproveitamento para reduzir vazamentos e furtos buscando soluções em materiais que suportam as pressões aplicadas e permitam um escoamento ideal para os sistemas.

CONCLUSÕES

Viu-se nesse estudo que o saneamento básico é crucial para a qualidade de vida humana, previne doenças, protege o meio ambiente e é uma tecnologia acessível e simples, mas atualmente há ainda grande problema na efetivação desse em países em desenvolvimento. Nota-se que a qualidade das águas residuais reflete diretamente nessa demanda e que a existência de estações de tratamento de águas inadequadas e o uso de instalações de saneamento básico rudimentares e ineficientes contribuem para o aumento da poluição ambiental em vez de controlá-la.

Deve-se propor medidas urgentes para que a meta de 2033 seja alcançada para prover o saneamento. Vê-se, portanto, que o Estado, dentro do processo de urbanização, assume o papel prioritário na gestão pública e na política pública, tendo que proporcionar condições nessas esferas de coletividade, com estratégias visando garantir a segurança no meio social garantindo uma segurança cidadã.

Nota-se a partir disso que o Estado deve agir como elemento necessário e solucionador agindo de forma ativa no processo, a fim de aprimorar a estrutura em bairros necessitados, gerando investimentos e políticas públicas no sentido de melhorar a situação local onde faltam condições básicas de estrutura, nos quais a situação é deficitária.

O engenheiro civil pode atuar para que o Marco do Saneamento possa ser alcançado como agente capaz de auxiliar o processo de aumento do saneamento em regiões de baixa renda, aplicando meios mais baratos e tecnológicos, com reuso de água e contrastando as diferenças de necessidades e trazendo soluções.

O intuito deste artigo foi mostrar quais os principais desafios que norteiam as metas encontradas no saneamento básico colocando em relevância os aspectos do cenário brasileiro, é um trabalho tem que se destacou pela sua evolução atual, com a mudança visível em relação a alguns anos atrás, onde o aumento dos investimentos e mudanças nas políticas têm colaborado para intensificar a satisfação das demandas, pensando no quanto é necessário para todo ser humano ter sua saúde preservada por condições ideais de recebimento de água, coleta de lixo e esgoto em sua residência. Tendo como base literaturas com conceitos de pesquisa para obtenção de análises e resultados, além de exemplificar toda a parte prática junto a teoria que envolve os dimensionamentos necessários para saber o comportamento da água e dos materiais por onde ela passa, foram desenvolvidos e exemplificados os conceitos considerados mais importantes, para serem expostos, ligados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, junto com medidas para transformar a realidade existente no Brasil.

As pesquisas foram feitas buscando ter uma vasta quantidade de informações e qualidade na transmissão com objetividade e clareza na linguagem utilizada, como já foi mencionado anteriormente além da pesquisa foi acrescentada uma certa quantidade de experiências obtidas que colaboraram para ter mais quantidade de dados e desenvolver de forma cronológica etapas o trabalho realizado por empresas prestadoras de serviços de saneamento. Para a engenharia civil é de extrema importância a compreensão do tema, pois são colocados em destaque as obras no geral, oportunidades, os cuidados com a degradação do meio ambiente, as infra estruturas componentes do saneamento e a aplicação prática dos dimensionamentos com a utilização de cálculos mais detalhados dando um maior atenção ao conhecimento das fontes de base, apesar disto são citados os principais problemas que servem como foco para o crescimento do trabalho do saneamento dentro da sociedade com o atendimento às solicitações e preservação da saúde da população.

Entende-se a importância de estudar e visualizar o quanto há uma necessidade de dar gestão ao saneamento básico no Brasil e aplicar esforços de forma a promover a qualidade de vida e envolver a todos os municípios e todos os habitantes com recursos de extrema importância, indispensáveis para a sobrevivência da população mesmo em locais menos urbanizados.

1. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor orientador Paulo Ricardo Ramos Santos e demais professores da Ages;

Ao Engenheiro Civil Bruno Vinícius dos Santos;
Ao Engenheiro Civil Lucas Gama Lopes;
Ao técnico em saneamento Flávio Mota Leite;
Ao Engenheiro Civil Aquiles Antônio Emanuelli de Oliveira Junior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, Helder Guimarães; ALVES, Vilmar Pereira. Implantação de geotecnologias livres e gratuitas em uma empresa de saneamento básico. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 26616-26622, 2022.

ANDRADE, T. R; SILVA, C. E. Análise de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos na cidade: o caso de Paripiranga, Bahia, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.2, n.1, maio, 2011.

BATTAUS, Danila M. de Alencar; OLIVEIRA, Emerson Ademir B. de. O direito à cidade: urbanização excludente e a política urbana brasileira. **Lua Nova**, São Paulo, n. 97, p. 81-106, 2016

BRASIL, **LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm Acesso em 02 jun 2022.

CABRAL, L. N., CÂNDIDO, G. A. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2019.

CARVALHO, A. **Determinantes sociais, econômicos e ambientais da saúde**. In: Fundação Oswaldo Cruz. A saúde no Brasil em 2030. Rio de Janeiro: Fiocruz; Ipea; Ministério da Saúde; Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República; 2013. p. 19-38. Volume 2

CIVIL, Casa et al. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007.

DA COSTA RIBEIRO, Ana Carolina Victória et al. Efeito da variação da curva de demanda na formulação da linha base em sistemas de abastecimento de água, 2020.

DAS CIDADES, Conselho et al. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). 2014.

De Araújo, S. C., da Silva Filho, J. A., de Souza Silva, G. M., de Souza Cabral, M. D. C., & Nogueira, V. D. F. B. (2016). Distribuição espacial de indicadores operacionais de serviço de abastecimento de água no Nordeste Brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(1), 19.

DE NOVAES, Carlos Pereira. **Escoamentos naturais: análise de uma nova equação para a verificação do coeficiente de atrito da fórmula universal**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 4, n. 2, p. 1883-1894, 2021.

FOSTER, Allan; ROBERTO, Samanta Souza; IGARI, Alexandre Toshio. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. **Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, São Paulo**, 2016.

GIATTI, Leandro Luiz; CUTOLO, Silvana Audrá. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & sociedade**, v. 15, p. 93-109, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas.2011

GODOY, Lucia Camilo de. A logística na destinação do lodo de esgoto. 2013.

HESPANHOL, Ivanildo et al. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

ISHIHARA, Júnior Hiroyuki et al. AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO DO BAIRRO NOVO HORIZONTE EM BARCARENA-PA. *Revista Traços*, v. 11, n. 24, 2017.

LANGERGRABER, G. Are constructed treatment wetlands sustainable sanitation solutions? Crossmark: Check for Updates, **Water SciTechnol**, 2013, v. 67, n. 1, p. 2133–2140.

LEMONS, Victor Costa. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA E DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DO SISTEMA DE RECALQUE DE ÁGUA BRUTA DO RIO MUMBABA PARA O RIO MARÉS, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA-PB. 2019.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua, PRADO, Eliana Leão do e OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública [online]**. 2011, v. 45, n. 2, p. 331-348.

LISBOA, Severina Sarah , HELLER, Léo; SILVEIRA, Rogério Braga. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitaria e Ambiental [online]**. 2013, v. 18, n. 04, p. 341-348

MACHADO, Gustavo Carvalhaes Xavier, MACIEL, Tania Maria de Freitas Barros e THIOLENT, Michel. Uma abordagem integral para Saneamento Ecológico em Comunidades Tradicionais e Rurais. **Ciência&SaúdeColetiva [online]**. 2021, v. 26, n. 4, p. 1333-1344.

MONTE, Helena Marecos do et al. Tratamento de águas residuais: operações e processos de tratamento físico e químico. 2016.

Neto, JM Azevedo, and Acosta Guillermo Alvarez. Manual de hidráulica. 1973.

Oliveira, Francisco Sérgio Machado de. "Revisão histórica sobre o Sistema Internacional de Medidas SI." (2019).

OMS. UNICEF . WHO and UNICEF; Geneva: 2010. **Progress on Drinking Water and Sanitation: Special Focus on Sanitation.** 2010.

PACHECO, Rodrigo Pinheiro et al. Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. **RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 1, 2015.

PASSINI, Sílvia Regina Reginato; TOLEDO, Carlos Miguel Tobar. Mineração de dados para detecção de fraudes em ligações de água. **XI SEMINCO-Seminário de computação**, 2002.

RIBEIRO, Márcia Maria Rios; RÊGO, Janiro Costa; ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz. Proposição de critérios de outorga para águas subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 1, p. 105-113, 2011.

ROCHA, Aristides Almeida. **Histórias do saneamento.** Editora Blucher, 2016.

SILVA, Everaldo de Santana, OLIVEIRA, Deloar Duda de; LOPES, Amanda Pontes. Acesso ao Saneamento básico e Incidência de Cólera: uma análise quantitativa entre 2010 e 2015. **Saúde em Debate [online]**. 2019, v. 43, n. spe3, p. 121-136.

SILVA, Franklin Barbosa da ; FRAZAO, Paulo. Empresas de saneamento e a fluoretação da água dos sistemas de abastecimento: estudo ecológico nos municípios do Brasil, 2008/2010. **Epidemiol. Serv. Saúde [online]**. 2018, v.27, n.4, e2018015.

SILVA, Magno José Gomes da et al. Controle adaptativo aplicado a um sistema de bombeamento de água visando a redução das perdas de energia elétrica e água. 2014.

SOUZA, Daniel Furquim de et al. Indústria mineradora de água. 2018.

TEIXEIRA JC, OLIVEIRA GS, VIALI AM, et al. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Eng. Sanit. Amb**, v. 19, n. 1, p. 87:96, 2014.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. 2004.

VELLOSO, Eduardo José Frauche et al. Eficiência energética em empresas de saneamento: estudo de caso da Companhia de Saneamento de Goiás S/A– Saneago. **Engenharia de Produção [online]**, v. 1, 2020.