

ANÁLISE DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

Lorena Rayssa Cunha França¹

Aline Pessoa Bezerra²

Francisca Kamila Amancio Frutuoso³

Elba Magda de Souza Vieira⁴

RESUMO

A qualidade da água para consumo humano está relacionada com a existência de legislação responsável que estabeleça as competências e obrigações da vigilância e do controle, pois a água fornecida à população pode apresentar riscos à saúde. A organização Mundial de Saúde propõe às entidades gestoras desses sistemas o Plano de Segurança da Água - PSA, que consiste na adoção de estratégias para avaliação e gestão de riscos no controle da qualidade da água para abastecimento. O presente estudo avaliou o atual sistema de monitoramento da qualidade da água de abastecimento na cidade de Campina Grande – PB, utilizando como referência os objetivos do PSA, as legislações vigentes e a consulta aos estudos realizados nos últimos anos sobre o sistema de abastecimento de água da cidade. O monitoramento da qualidade da água para consumo humano na cidade indica que a concessionária responsável pelo serviço já tem uma preocupação de cumprir as metas e objetivos de saúde. Porém, falha na falta de monitoramento periódico e pontual do sistema de distribuição, não atendendo ao objetivo de prevenir uma nova contaminação da água nos reservatórios e redes de distribuição após a etapa do tratamento.

Palavras-chave: Abastecimento de Água, Monitoramento, Plano de Segurança da Água, Qualidade.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) objetivam assegurar o conforto às populações, fazendo parte da infraestrutura básica das cidades e priorizando erradicar os riscos relacionados ao consumo de água com características impróprias para o consumo. Para que os SAAs cumpram com eficiência sua função, é necessário um adequado e cuidadoso desenvolvimento em todas as suas cinco fases: concepção, projeto, implantação, operação e manutenção (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006a).

De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde, toda água destinada ao consumo humano, distribuída por meio de um sistema de abastecimento de água ou soluções alternativas de abastecimento, deve ter vigilância constante para avaliar se a

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, lorenarayssacf@email.com;

² Mestre do PPGECA - UFCG, alinebezerra2890@gmail.com;

³ Mestranda do PPGECA - UFCG, kamilaamancio.ka@gmail.com;

⁴ Mestranda do PPGECA - UFCG, elba.msv8@gmail.com;

água fornecida apresenta níveis de qualidade adequados e não oferece riscos à saúde da população.

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011) propõe que entidades gestoras dos sistemas de abastecimento público elaborem e apliquem estratégias de avaliação e gestão de riscos para o controle da qualidade da água para consumo humano, adotando uma abordagem preventiva desde a fonte de água bruta até o consumidor, em todo o sistema e de forma estruturada. Este conjunto de é conhecido como Plano de Segurança da Água - PSA (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

A aplicação de um plano de segurança da água é de fundamental importância para qualquer município, visto que, sua principal função é resguardar a segurança no âmbito da saúde pública. Contudo, esses planos podem apresentar falhas em suas etapas de aplicação, principalmente na fase do monitoramento devido a não previsão das oscilações na qualidade da água.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o atual sistema de monitoramento da qualidade da água de abastecimento do município de Campina Grande – PB, desde o manancial superficial até a rede de distribuição. Para a análise foram utilizados os objetivos do Plano de Segurança da Água, sugeridos pela OMS, as legislações vigentes e os resultados dos estudos realizados nos últimos anos sobre o sistema de abastecimento de água da cidade.

METODOLOGIA

- **Caracterização da área de estudo**

O município de Campina Grande localiza-se no estado da Paraíba, situado na região Nordeste do Brasil, considerada uma cidade de porte médio e com uma população estimada em 409.731 habitantes (IBGE, 2019).

Em uma breve descrição sobre o sistema de abastecimento de água potável do município, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande (PMCG, 2015), as águas do reservatório Eptácio Pessoa são utilizadas para o abastecimento do sistema, que localiza-se na cidade de Boqueirão, a 42 km de Campina Grande. A jusante da barragem do reservatório encontra-se a Estação Elevatória de Água Bruta, denominada de EEAB – Boqueirão. A Estação de Tratamento de Água - ETA situa-se na localidade denominada de Gravatá, no município de Queimadas, a uma distância de 21 km de Campina

Grande. Após o tratamento, a água é recalçada para a cidade através de duas estações elevatórias, localizadas junto à ETA-Gravatá, sendo destinada aos reservatórios R9 e R5, os dois principais reservatórios da cidade. O projeto da rede de distribuição de água do município em estudo, elaborado pela firma ACQUAPLAN em 1980, dividiu a cidade em quatro zonas de pressão denominadas A, B, C e D. O material da tubulação da rede de distribuição é de cimento amianto e ferro fundido, para os trechos mais antigos, e de PVC para os mais recentes.

De acordo com dados coletados por Nascimento *et al.* (2016), o sistema de abastecimento público de Campina Grande compreende uma rede de distribuição com uma extensão de 1350,8 km, distribuindo mensalmente uma média de 3,1 milhões de metros cúbicos de água, beneficiando 156.298 economias, através de 135.532 ligações domiciliares, sob a responsabilidade da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba).

- **Diagnóstico da atual situação do sistema**

Neste trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico da literatura em dissertações e em documentos utilizados para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campina Grande, com a finalidade de analisar, diagnosticar e propor medidas baseadas nos princípios do PSA para as problemáticas relacionadas à qualidade da água do sistema de abastecimento do município de Campina Grande – PB. Na Tabela 1 estão listados os estudos selecionados para elaboração deste trabalho.

Tabela 1 - Estudos utilizados para o diagnóstico da qualidade de água abastecida em Campina Grande

Autor	Pesquisa/Publicação
Alves (2014)	Avaliação de risco da qualidade de água de abastecimento distribuída num setor confinado de uma rede de distribuição antiga de cimento amianto.
PMCG (2015)	Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campina Grande - Diagnóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico.
Santos (2017)	Modelagem da degradação de cloro residual livre na rede de distribuição de água da cidade de Campina Grande – PB.
Lucena (2018)	Avaliação da segurança da água de abastecimento por soluções alternativas na zona rural de Campina Grande – PB.

Fonte: Autores.

DESENVOLVIMENTO

- **Legislação responsável pela qualidade de água para consumo humano**

A melhoria das ações para garantir a qualidade da água para consumo humano está relacionada à existência de legislação responsável que estabeleça as competências e obrigações da vigilância e do controle relacionadas à qualidade da água de abastecimento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

A principal lei hídrica brasileira é a Lei 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e apresenta o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A PNRH tem entre seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água com padrões de qualidade adequados.

Já a classificação dos corpos d'água em águas doces, salobras ou salinas está na Resolução CONAMA 357/2005, que delimita diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões orgânicos e inorgânicos de lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora. Essa resolução foi alterada e complementada pela Resolução CONAMA 430/2011, estabelecendo que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões orgânicos e inorgânicos, e às exigências legais. Além disso, determina que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores.

As águas subterrâneas, que podem ser utilizadas para abastecimento humano, também requerem classificação, caracterização e controle da qualidade. A Resolução CONAMA 396/2008 estabelece a classificação para as águas subterrâneas (Classe especial; Classe 1; Classe 2; Classe 3; Classe 4; e Classe 5) e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Além disso, define procedimentos mínimos a serem adotados nas amostragens, análises e no controle de qualidade, para caracterização e monitoramento dessas fontes.

A qualidade da água deverá ser divulgada aos seus consumidores, comprovando a segurança e eficiência do sistema de abastecimento. O Decreto 5.440/2005 estabelece mecanismos e instrumentos de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano e regulamenta a forma e a periodicidade com que tais informações devem ser prestadas ao consumidor. O decreto aplica-se a toda e qualquer entidade pública ou privada, pessoa física ou jurídica que gerencie um sistema de abastecimento de água para consumo humano.

A Lei 11.445/2007 institui a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e determina os princípios fundamentais que devem ser seguidos pelos prestadores dos serviços públicos do saneamento e os princípios para o exercício da função de regulação. A lei do saneamento ainda impõe a elaboração de um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) para todos os municípios brasileiros e que o mesmo contenha um plano de monitoramento da qualidade da água de abastecimento.

Finalmente, a Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde aborda o tema do Plano de Segurança da Água (PSA) recomendado pela OMS de forma específica, estabelecendo que compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano manter avaliação sistemática do sistema, sob a perspectiva dos riscos à saúde e nos princípios do PSA. Também afirma que é um papel da autoridade de saúde pública verificar regularmente o atendimento aos parâmetros impostos por esta portaria, considerando os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

- **Plano de Segurança da Água - PSA**

Alves (2014) define o Plano de Segurança da Água como uma ferramenta de avaliação e de gerenciamento de risco que abrange o sistema de abastecimento de água como um todo, desde a captação até o consumidor, caracterizado por um conjunto de recomendações elaboradas pela OMS para assegurar a qualidade da água.

O PSA é um importante instrumento para a identificação de possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água e apresenta os seguintes objetivos: minimizar as fontes de contaminação pontual e difusa no manancial; eliminar a contaminação durante o processo de tratamento; e prevenir a (re)contaminação da água durante o armazenamento e na rede de distribuição.

O PSA baseia-se em muitos dos princípios e conceitos do gerenciamento de risco. Todos são apresentados e definidos pelo Ministério da Saúde (2012) da seguinte forma:

- **Múltiplas Barreiras:** recomendado pela legislação brasileira para avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída, ou seja, considera todas as particularidades da localidade em que se objetiva implantar um PSA;

- Boas Práticas: consiste na adoção de medidas que visem minimizar os riscos à saúde humana e que devem ser adotadas nas fases da concepção, do projeto, da construção e, sobretudo, na operação e manutenção de um sistema ou solução alternativa de abastecimento de água;
- Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC): identificam-se os perigos e riscos do sistema de abastecimento que podem afetar a inocuidade da água, a fim de estabelecer as medidas para controlá-los;
- Análise de Riscos: tem por objetivo hierarquizar e priorizar os riscos para auxiliar na avaliação e no gerenciamento. Inclui as etapas de avaliação, gestão e comunicação dos riscos.

O PSA deverá ter envolvimento com o setor da saúde na vigilância da qualidade da água para consumo humano. Dessa forma, deve-se ter como metas e objetivos de saúde: redução da morbimortalidade por doenças e agravos de transmissão hídrica, por meio de ações de vigilância sistemática da qualidade da água consumida pela população; melhoria das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano; avaliação e gerenciamento do risco à saúde das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento de água; monitoramento sistemático da qualidade da água consumida pela população, nos termos da legislação vigente; informar à população sobre a qualidade da água e os riscos à saúde; apoiar o desenvolvimento de ações de educação em saúde e mobilização social (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Em resumo, um PSA objetiva a segurança da qualidade da água a partir da aplicação do gerenciamento de riscos em todas as etapas do sistema de abastecimento de água, para identificação e mitigação ou redução dos riscos à saúde da população abastecida.

- **Sistema de abastecimento de água e os riscos à saúde humana**

A operação de um sistema de abastecimento de água está sujeita a eventos que podem introduzir perigos na produção de água para consumo humano, como a alteração da qualidade do manancial por ação natural ou antrópica, entrada de contaminantes na rede de distribuição, operação inadequada da estação de tratamento, manutenção deficiente, más condições das instalações e a reservação incorreta (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006a).

Comumente é feita a associação da qualidade das águas dos mananciais superficiais e subterrâneos com os riscos à saúde humana. De acordo com Daniel (2001), os microrganismos presentes nas águas naturais são, em sua maioria, inofensivos à saúde

humana. Porém, devido à contaminação por esgotos sanitários sem tratamento, podem estar presentes nas águas os microrganismos patogênicos, causadores das doenças de veiculação hídrica, como vírus, bactérias, protozoários e helmintos.

Ainda segundo Daniel (2001), o constante monitoramento das características das águas naturais pode minimizar a perspectiva de transmissão das doenças de veiculação hídrica. Vieira (2013) afirma ainda que a eficiência do sistema de abastecimento de água está na garantia da segurança qualitativa e quantitativa da água bruta dos mananciais.

Os riscos à saúde humana podem estar presentes na rede de distribuição de água (reservatórios e canalizações de distribuição) e, por isso, também necessita ser monitorada. Os indicadores sentinelas para controle e vigilância da qualidade da água nas redes de distribuição são o cloro residual livre (CRL) e a turbidez, e têm como principal objetivo a identificação precoce de situações de risco, principalmente em relação a doenças de veiculação hídrica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006b). A concentração de CRL e a turbidez devem estar dentro dos padrões impostos pela Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde, a fim de garantir a segurança da qualidade da água.

A baixa concentração do CRL na água já na rede de distribuição, ou seja, residual de desinfetante abaixo do estabelecido pelo padrão de potabilidade de 2 mg/L, resulta na alta probabilidade de presença de microrganismos patogênicos, ocasionando efeitos graves à saúde humana (HELLER & PÁDUA, 2010). Já a alta concentração do CRL, segundo Ogata *et al.* (2016) apud Kalmaz & Kalmaz (1981), pode ocasionar irritações no sistema digestivo, que, a longo prazo, pode causar o câncer gastrointestinal.

A turbidez não é apenas um indicador estético da água, mas também possui grande importância sanitária. Elevada turbidez interfere na eficiência do processo da desinfecção, pois se torna um meio de proteção dos organismos patogênicos (HELLER & PÁDUA, 2010). De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde, o padrão de potabilidade da turbidez na água para consumo humano é de 1 uT após o processo de tratamento por filtração rápida e de 2 uT por filtração lenta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo diagnóstico dos Serviços de Abastecimento de Água de Campina Grande (SAACG) realizado para elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMCG, 2015), o monitoramento da qualidade da água bruta no manancial, o Açude Epitácio Pessoa, é

realizado a cada 4 horas, sendo analisados o pH, a turbidez e a cor da água. O controle mensal da qualidade da água analisa, além dos parâmetros mencionados anteriormente, a salinidade, dureza, nitrato, entre outros.

Na ETA, ainda segundo PMCG (2015), o controle de qualidade da água este é realizado diariamente, semanalmente e mensalmente. Diariamente, a cada duas horas, são analisados os parâmetros pH, turbidez, cor e cloro residual. No controle semanal são avaliados, além dos parâmetros anteriormente citados, a alcalinidade, o CO₂ e sólidos totais. Para o controle mensal é verificado também álcalis, temperatura, condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos, amônia, nitrato, sulfato, cloreto, cálcio, magnésio, dureza, ferro, manganês, cloro residual livre e, como indicativo de organismos patogênicos, a presença de bactérias coliformes totais e *Escherichia Coli*.

Com o propósito de avaliar os riscos da qualidade da água na rede de distribuição de Campina Grande, Alves (2014) analisou os dados de monitoramento de indicadores sentinelas e microbiológicos em pontos distribuídos em um setor da zona de pressão B do sistema de abastecimento do município, que ocupa uma área de parte dos bairros do Centro e São José. Foi identificado que os principais perigos no setor monitorado foram a baixa concentração de CRL, a alta concentração de bactérias heterotróficas e a presença de coliformes totais, estando estes indicadores relacionados com a maior probabilidade de presença de microrganismos patogênicos na água.

Como medida imediata para sanar o problema da qualidade da água na área estudada, Alves (2014) sugeriu a operação de recloração periódica no reservatório que alimenta o setor da zona B para garantir as condições mínimas exigidas pela legislação. Foi recomendada também a aplicação de um plano de manutenção na rede, incluindo medidas como limpezas regulares do reservatório que alimenta o setor e a substituição das canalizações antigas de cimento amianto por tubulações de PVC, que são menos suscetíveis à fadiga, à corrosão e são mais fáceis e rápidas de serem implantadas.

Santos (2017) realizou a modelagem do decaimento do cloro residual livre na rede de distribuição da cidade de Campina Grande, através da determinação dos coeficientes cinéticos de degradação da concentração do CRL no volume de escoamento e na parede das tubulações, tendo como área de estudo a rede de distribuição do bairro da Prata. A partir do monitoramento na saída do reservatório R5 e em alguns setores da rede, constatou-se que as concentrações de CRL observadas estavam, em sua grande maioria, entre o valor máximo recomendado e o valor mínimo permitido pela Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do

Ministério da Saúde, devido à prática da supercloração na ETA, a fim de atender às exigências nos pontos mais distantes do sistema de abastecimento de água de Campina Grande. Os coeficientes de decaimento apresentaram valores elevados, evidenciando uma forte demanda de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes na água e a necessidade de investigar as substâncias que possivelmente estão ocasionando a degradação do desinfetante.

Por fim, Lucena (2018) analisou as soluções alternativas de abastecimento coletivas e individuais (SAC e SAI), desde a adução até a reservação nas residências localizadas na zona rural de Campina Grande - PB. A análise ocorreu com base nos fundamentos do Plano de Segurança da Água, no método da análise de risco e no monitoramento dos indicadores mínimos de qualidade da água em cisternas e caminhões-pipas, de acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde.

Os resultados físico-químicos e microbiológicos de Lucena (2018) mostraram que as águas monitoradas eram impróprias para consumo humano, apresentando perigos como a presença de *Escherichia coli*, baixa concentração de CRL e alta cor aparente. Assim, diante das deficiências encontradas no sistema de abastecimento por soluções alternativas, foram propostas medidas de segurança como a adoção do princípio de múltiplas barreiras, criação de uma equipe comunitária para desenvolvimento e execução do PSA, implementação de protocolos de otimização no tratamento das águas e relatórios periódicos. As possíveis soluções apontadas para a melhoria das condições de segurança sanitária da área estudada constituem-se de alternativas tecnológicas simplificadas e de custo relativamente baixo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando o atual monitoramento da qualidade da água no sistema de abastecimento do município de Campina Grande e com base no Plano de Segurança da Água sugerido pela OMS, é possível afirmar que os objetivos de minimizar as fontes de contaminação pontual e difusa no manancial e de eliminar a contaminação da água durante o processo de tratamento são parcialmente cumpridos. Porém, não ocorre a prevenção da (re)contaminação da água no sistema de distribuição (reservatórios e redes de distribuição). Assim, o atual plano de monitoramento falha quanto ao Princípio de Múltiplas Barreiras, pois não avalia a qualidade da água periodicamente e pontual no sistema de distribuição, que pode conter riscos à saúde humana.

Os estudos consultados mostraram que nos últimos anos constatou-se a degradação da qualidade da água nas redes de distribuição e nas soluções alternativas para abastecimento na cidade de Campina Grande e, além disso, reforçam a importância da utilização dos indicadores sentinelas no monitoramento da qualidade da água em um sistema de abastecimento, desde a captação até a distribuição.

O ideal seria realizar um monitoramento periódico e pontual dos indicadores sentinelas na rede de distribuição do município, principalmente do cloro residual livre (CRL), pois sua baixa concentração pode resultar na presença de organismos patogênicos na água de distribuição.

Para um monitoramento eficiente da qualidade da água de todo o sistema é necessário uma avaliação mais aprofundada do mesmo, incluindo um mapeamento e análise dos riscos. É necessário que a empresa concessionária realize um estudo da viabilidade econômica do monitoramento e das medidas mitigadoras de riscos.

É importante que todas as ações de monitoramento das águas de abastecimento integrem todas as leis, decretos, portarias e resoluções relacionadas à qualidade da água vigentes no Brasil. Além disso, as ações para melhoria da qualidade da água distribuída e reservada devem ser planejadas e implementadas com o apoio dos serviços de saúde local e com a participação da comunidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. **Avaliação de risco da qualidade de água de abastecimento distribuída num setor confinado de uma rede de distribuição antiga de cimento amianto**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. 2014.

BRASIL. Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 2005b.

_____. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF.

_____. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF.

_____. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Brasília, DF.

_____. Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, DF.

_____. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Brasília, DF.

DANIEL, L.A. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. PROSAB. Coord. Luiz Antonio Daniel. São Carlos, São Paulo 2001. 139 p.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2nd ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2010. 872p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010 – Características Gerais da População. Resultados da Amostra**. IBGE, 2019. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>. Acesso em: 08 out. 2019.

LUCENA, D. V. de. **Avaliação da segurança da água de abastecimento por soluções alternativas na zona rural de Campina Grande – PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). – Universidade Federal de Campina Grande. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006a. 212p.

_____. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2006b.

_____. **Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília, DF, 2012.

_____. **Portaria de Consolidação nº 5**, de 28 de Setembro de 2017 - Ministério da Saúde. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.

NASCIMENTO, R. S. do; CURI, R. C.; CURI, W. F.; OLIVEIRA, R. de; SANTANA, C. F. D. de; MEIRA, C. M. B. S. Simulação de alterações numa ETA convencional de porte médio

para a produção de água segura. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 2, p. 439–450, 1 abr. 2016.

OGATA, I. S.; OLIVEIRA, R. de; MEIRA, C. M. B. S. NASCIMENTO, R. S. do; HENRIQUES, J. A. Avaliação de risco à saúde associada à qualidade da água para consumo humano em Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), n. 40, p. 1–15, jun. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE - PMCG. **Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campina Grande -Diagnóstico da Situação dos Serviços de Saneamento Básico**. Secretaria de Planejamento (SEPLAN) em parceria com Fundação Parque Tecnológico da Paraíba e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). 2015.

SANTOS, W. B. dos. **Modelagem da degradação de cloro residual livre na rede de distribuição de água da cidade de Campina Grande – PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). – Universidade Federal de Campina Grande. 2017.

VIEIRA, J. M. P. Plano de Segurança da Água em Mananciais de Abastecimento de Água para Consumo Humano. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 87–97, 1 mar. 2013.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva: WHO. Fourth edition. 2011.