

POSIÇÃO REGULATÓRIA 3.01/012:2020
NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO E DE REFERÊNCIA PARA
RADIOATIVIDADE EM ÁGUA POTÁVEL

1. REQUISITO DA NORMA SOB INTERPRETAÇÃO

Esta Posição Regulatória refere-se aos requisitos da Norma CNEN-NN-3.01: “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica” expressos na seção 6.4 *Exposição Crônica* e fundamenta o padrão de radioatividade da norma de potabilidade do Ministério da Saúde (Portaria de Consolidação nº 5/2017, Anexo XX).

2. AVALIAÇÃO DO REQUISITO

O objetivo desta Posição Regulatória (PR) é estabelecer níveis de referência e de investigação para situação de exposição crônica do público (exposição existente) decorrente da presença de radionuclídeos na água usada para consumo humano. Assim como estabelecer as ações a serem implementadas quando os níveis de triagem usados na avaliação da potabilidade da água do ponto de vista radiológico forem excedidos, em consonância com a regulamentação descrita abaixo.

- Subseção 6.4.2 da Norma CNEN-NN-3.01 estabelece que “*Os níveis de ação para intervenção, em situações de exposição crônica, devem ser baseados nos critérios e valores estabelecidos ou aprovados pela CNEN*”, e o

- Padrão de radioatividade da portaria de potabilidade da água para consumo humano do Ministério da Saúde estabelece que “*os níveis de triagem usados na avaliação da potabilidade da água, do ponto de vista radiológico, são os valores de concentração de atividade que não excedam 0,5 Bq/L para atividade alfa total e 1,0 Bq/L para beta total.*

§1º Caso os níveis de triagem de beta total sejam superados, deverá ser subtraída a contribuição do K-40 (emissor beta).

§2º Caso as concentrações de atividades de alfa ou de beta total, após a subtração do K-40, permaneçam acima dos níveis de triagem citados neste artigo, outra amostra deverá ser coletada e analisada para alfa e beta total.

§3º Se os novos valores obtidos continuarem acima dos níveis de triagem, consultar regulamento específico (Posição Regulatória) da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) para saber como proceder nessa situação;

§4º A CNEN poderá solicitar a análise específica de radionuclídeos naturais e/ou artificiais potencialmente presentes na água, assim como outras informações relevantes, conforme especificado em sua Posição Regulatória.

§5º A CNEN avaliará sobre a potabilidade do ponto de vista radiológico, com base na dose total estimada devida à ingestão de água contendo todos os radionuclídeos presentes.

§6º Até que a CNEN avalie a potabilidade da água do ponto de vista radiológico, nenhuma medida de restrição ao abastecimento com base no aspecto radiológico deve ser adotada, considerando as elevadas incertezas que podem estar associadas às técnicas para determinação de alfa e beta total.

§7º As amostras para avaliação radiológica devem ser coletadas nas águas que serão distribuídas para o consumo humano.

3. INTERPRETAÇÃO DO REQUISITO

3.1 REGULAMENTAÇÃO DO QUESITO RADIOATIVIDADE DA NORMA DE POTABILIDADE

O Setor Saúde de acordo com o arcabouço normativo e a estrutura organizacional do Sistema Único de Saúde (SUS), em consonância com a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 8.080/1990 e o Decreto nº 79.367/1977, é a entidade competente no que se refere à normatização e à fiscalização da água para consumo humano. Esta regulamentação é estabelecida pelo anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde. Com relação ao aspecto radiológico, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) será consultada para subsidiar a decisão sobre a respectiva potabilidade.

A toxidez química do urânio (elemento radioativo) é preponderante em relação à toxidez radiológica, sendo controlado na referida Portaria do Ministério da Saúde, tanto como um contaminante químico como um possível contaminante radioativo a ser incluído no cálculo da dose radiológica (avaliado pela CNEN).

3.2 ESTIMATIVA DA DOSE EFETIVA DEVIDO À INGESTÃO DE ÁGUA CONTENDO RADIONUCLÍDEOS

A água usada para o consumo pode conter radionuclídeos naturais e artificiais com possibilidade de causar riscos adicionais à saúde humana. Do ponto de vista radiológico, a potabilidade da água é avaliada a partir da dose de radiação que poderá ser potencialmente recebida pela população ao fazer uso dessa água.

A ingestão é a via de exposição considerada para o cálculo de dose efetiva devido a exposição interna causada pelo consumo de água contendo radionuclídeos. A dose efetiva comprometida relacionada a esta via de exposição depende da quantidade de água consumida e da concentração de atividade dos radionuclídeos presentes nesta água. Desta forma, a dose efetiva devido à ingestão de água (somatório das doses estimadas separadamente para cada radionuclídeo) pode ser calculada através da seguinte equação:

$$D_{ing} = \sum_j TI_{água} \times C_{água}^j \times FCD_{ing}^j$$

Onde,

D_{ing} é a dose efetiva anual devido à ingestão de água (Sv/ano);

$TI_{água}$ é a taxa de ingestão anual de água por um indivíduo do público (L/ano);

$C_{água}^j$ é a concentração de atividade do radionuclídeo j na água potável (Bq/L);

FCD_{ing}^j é o fator de conversão de dose para ingestão do radionuclídeo j (Sv/Bq);

Na ausência de informação sobre as taxas de consumo de água local, deverão ser utilizados valores anuais conservativos para ingestão, isto é, de 730 L/ano para indivíduos adultos, referente a um consumo diário de água de 2 L. A critério da CNEN, outras faixas etárias podem ser consideradas na avaliação da dose.

O fator de conversão de dose para exposição interna via ingestão (FCD_{ing}^j), expresso em Sv/Bq, deve ser obtido na Posição Regulatória CNEN 3.01/011, através do parâmetro e(g) para adultos (>17 anos) (CNEN, 2011).

3.3 REGULAMENTAÇÃO DA ÁGUA POTÁVEL (NÍVEL DE REFERÊNCIA E NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO)

Em situação de exposição crônica (exposição existente), devido à ingestão de água contendo radionuclídeos, a CNEN estabelece que seja adotado um nível de referência para a dose efetiva igual a 1 mSv/ano, em consonância com as normas básicas de segurança estabelecidas

no “BSS – Basic Safety Standards” da Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA (entidade pertencente à Organização das Nações Unidas). Tal valor assegura um nível de proteção adequado à saúde humana.

O nível de referência de 1 mSv/ano não deve ser encarado como um limite de dose e sim como um nível de dose acima do qual é julgado não se justificar permitir que ocorram exposições. Contudo, cabe esclarecer que mesmo estando a dose estimada para o público acima do nível de referência, pode não haver necessidade de restrições quanto ao consumo humano.

A CNEN estabelece que também seja adotado no sistema de proteção radiológico um nível de investigação para a dose efetiva devida à ingestão de água potável igual a 0,1 mSv/ano, abaixo do qual a água potável pode ser consumida sem mais investigações. Entre o nível de investigação e o nível de referência (1 mSv/ano), a otimização da proteção pode ser implementada, dependendo da situação, desde que justificável e racionalmente exequível.

O critério de dose adotado pela CNEN pode ser observado no esquema apresentado na Figura 1.

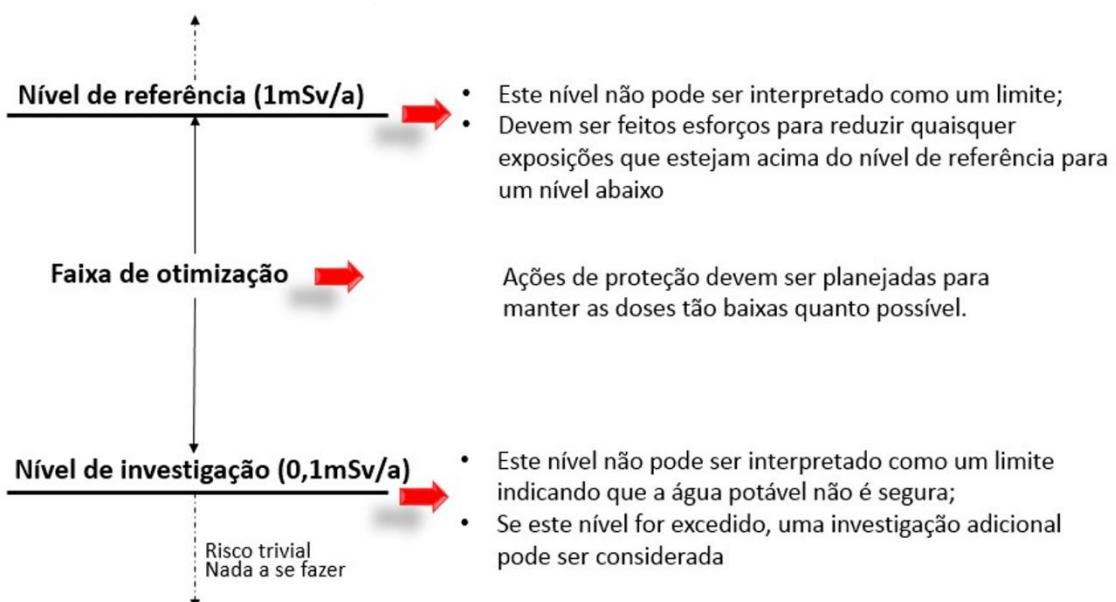


Figura 1 – Critério de dose para radionuclídeos em água potável adotado pela CNEN.

3.4 PROCEDIMENTOS A SEREM ADOTADOS QUANDO OS NÍVEIS DE TRIAGEM RADIOLÓGICO FOREM EXCEDIDOS

3.4.1 Informações que devem ser enviadas a CNEN

Caso os níveis de triagem de alfa e beta total sejam excedidos, após a subtração da contribuição do K-40 (emissor beta), e confirmação por meio de uma segunda coleta e análise, os responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, por intermédio do Setor Saúde, devem encaminhar, para avaliação pela CNEN, as seguintes informações preliminares:

1. Valores medidos de alfa e beta total, incluindo o cálculo de subtração do K-40, e o histórico da determinação de radioatividade do ponto de coleta;
2. Dados sobre a forma de abastecimento e local de coleta da amostra de água, contidos no relatório de cadastro do SAA ou SAC gerados pelo Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua);
3. Cópia do Plano de Segurança da Água, quando disponível;

4. Valores de concentração de atividade dos radionuclídeos específicos naturais da série do urânio-238 (^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Po e ^{210}Pb) e do tório-232 (^{232}Th e ^{228}Ra) potencialmente presentes na água. A concentração de ^{234}U não precisa ser medida analiticamente, podendo ser considerada, para fins de verificação de conformidade com esta Posição Regulatória, como sendo igual à do ^{238}U ;
 - 4.1) A determinação dos radionuclídeos deve ser feita em laboratórios que possuam os ensaios de análise de radionuclídeos acreditados pelo INMETRO, com técnicas certificadas, ou participantes de programas de intercomparação ou de controle de qualidade;
 - 4.2) Os relatórios das análises dos radionuclídeos devem ser acompanhados dos documentos que comprovem as certificações dos ensaios de análises realizados pelos laboratórios que geraram os resultados.

A critério da CNEN, outras informações relevantes e/ou a determinação de outros radionuclídeos (naturais ou artificiais) podem ser requeridas.

3.4.2 Cálculo da dose e emissão de Laudo Radiológico (LR)

A CNEN, após análise da documentação enviada pelo Setor Saúde, realizará a estimativa da dose devido à ingestão de água e fornecerá um Laudo Radiológico (LR). Este LR deverá ser encaminhado ao respectivo Setor Saúde solicitante.

O LR será elaborado considerando a situação de potabilidade da água na época da análise da amostra, condicionada às condições ambientais as quais está submetido o manancial. O LR tem validade de até 5 anos, exceto quando os valores de triagem forem excedidos, requerendo uma nova avaliação.

3.4.3 Relatório Simplificado de Medidas de Remediação (RSMR)

Se o nível de referência de 1 mSv/ano for excedido, confirmado após nova coleta, análise e estimativa da dose, ou se for necessário a otimização da proteção para doses entre (0,1 e 1) mSv/a, a CNEN poderá julgar necessário que os responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água implementem medidas para redução da dose.

Nessa situação, a CNEN informará ao Setor Saúde da necessidade da adoção de medidas mitigadoras, ou de ações remediadoras, e solicitará outras informações sobre os sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água (através da elaboração do Relatório Simplificado de Medidas de Mitigação e Remediação – RSMR). Com base na notificação da CNEN, o Setor Saúde deve adotar medidas para evitar que essas águas sejam oferecidas à população.

As medidas corretivas a serem implementadas devem ser justificadas, considerando que qualquer decisão que altere a situação de exposição à radiação deve produzir o máximo de benefício líquido, que pode ser individual ou social. Uma vez justificada a ação corretiva, a proteção deve ser otimizada, de acordo com as recomendações da CNEN NN-3.01(CNEN, 2011).

O Relatório Simplificado de Medidas de Mitigação e/ou Remediação – RSMR a ser elaborado pelos responsáveis pelos sistemas e/ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água a ser enviado pelo Setor Saúde à CNEN, deve conter as seguintes informações, conforme aplicável:

1. Descrição simplificada do sistema de abastecimento desde a origem/captação, adução, tratamento, armazenamento, até a distribuição;
2. Descrição do ponto de captação, incluindo informações sobre a bacia hidrográfica onde se localiza o manancial, vazão de captação, tipo de aquífero, e perfil construtivo do poço;

3. Descrição das medidas de controle implementadas para redução da dose e o desempenho verificado das estratégias adotadas;
4. Descrição preliminar do ambiente circunvizinho ao ponto de coleta, com apresentação de mapas (tais como: topográfico, geológico, solos e de uso e cobertura), plantas ou desenhos, em escalas adequadas, indicando a existência de fontes de contaminação;
5. Programa de monitoramento da qualidade das águas, com foco na determinação dos radionuclídeos especificados pela CNEN.

Após a análise do RSMR e de nova avaliação da dose de radiação obtida após implementação de medidas mitigadoras ou ações de remediação, a CNEN poderá requerer esclarecimentos adicionais e/ou novas medidas de controle.

Depois da adoção de medidas mitigadoras ou de ações remediadoras, a CNEN emitirá um novo LR sobre a potabilidade da água do ponto de vista radiológico, a ser encaminhado ao Setor Saúde.

3.4.4 Comunicação e fluxograma de atuação

Toda comunicação da CNEN será feita, apenas, com a autoridade regulatória sobre potabilidade da água no Brasil. O fluxograma de atuação pode ser observado na Figura 2.

Todas as correspondências - notificações, relatórios e demais comunicações - devem ser endereçadas à Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear – DRS da CNEN, exceto quando explicitamente determinado de outra forma.

Endereço: Rua Gal Severiano, nº 90 – Botafogo, Rio de Janeiro - RJ – Brasil. CEP 22290-901. E-mail: drs@cnen.gov.br. Fone: (21) 2173-2300 e Fax: (21) 2173-2306.

4. STATUS DA POSIÇÃO REGULATÓRIA

4.1 ESCOPO DE APLICAÇÃO

Estabelece os níveis de referência e de investigação para ingestão de água potável contendo radionuclídeos em situações de exposição crônica (existente) do público e estabelece uma metodologia para avaliar a potabilidade da água do ponto de vista radiológico quando os níveis de triagem de atividade alfa e beta total forem excedidos.

Esta Posição Regulatória não se aplica a situação de exposição de emergência, e considera, apenas, os aspectos radiológicos do padrão de potabilidade da água. Outros aspectos, como aqueles relacionados à toxidez química e biológica, entre outros, são estabelecidos pelo Ministério da Saúde (MS).

4.2 VALIDADE

Indeterminada, a partir da sua publicação no D.O.U.

5. GENERALIDADES

5.1 INTERPRETAÇÕES

Qualquer dúvida com referência às disposições desta Posição Regulatória (PR) será dirimida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

A CNEN, pode, por meio de Resolução, substituir, eliminar, ou acrescentar requisitos aos constantes nesta Posição Regulatória, conforme considere apropriado ou necessário.

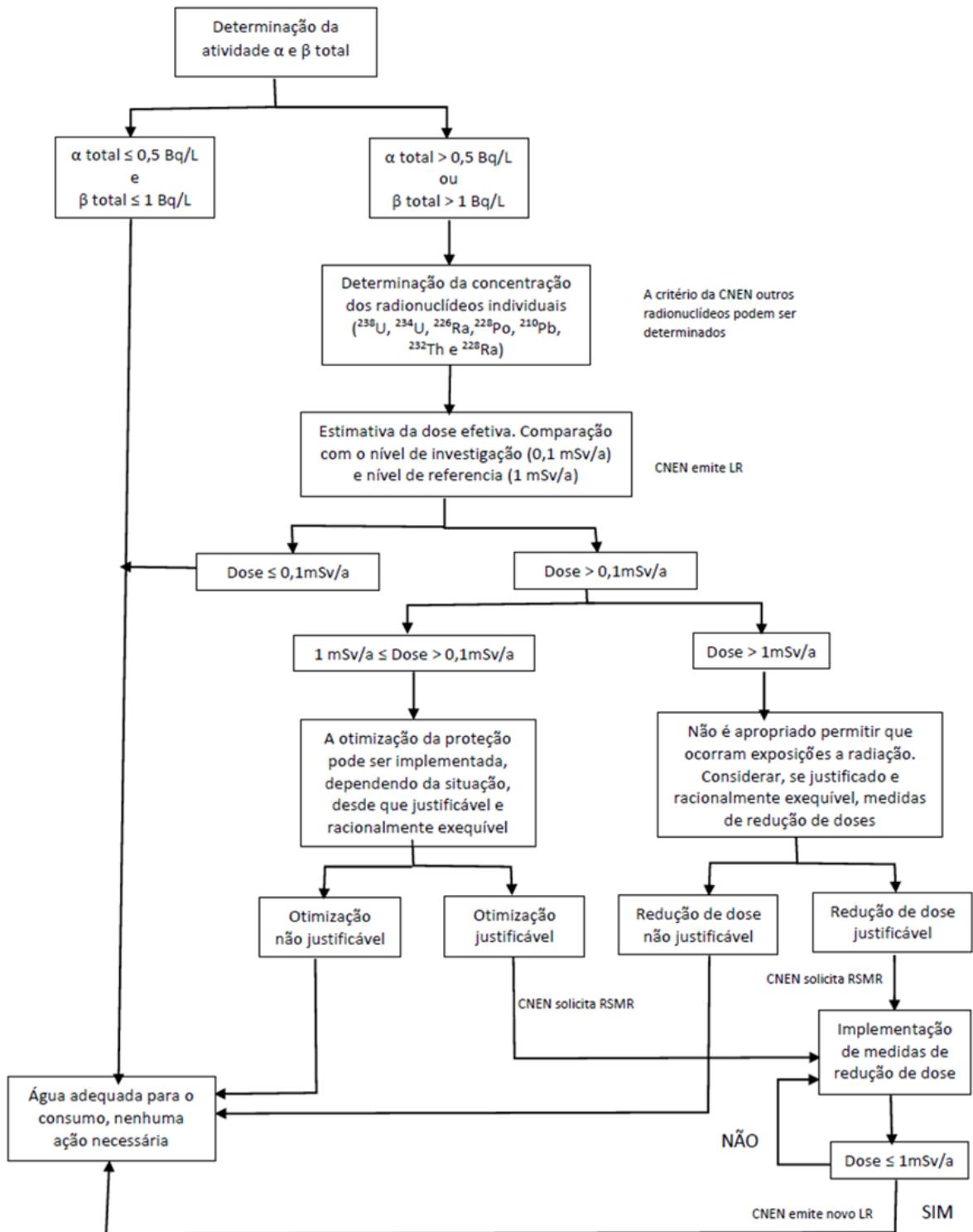


Figura 2 – Fluxograma de atuação para avaliação da potabilidade da água sob o aspecto radiológico.

6. GLOSSÁRIO

Atividade - É o quociente dN / dt , de uma quantidade de núcleos radioativos em um estado de energia particular, onde dN é o valor esperado do número de transições nucleares espontâneas deste estado de energia no intervalo de tempo dt ($A = dN / dt$). O Becquerel (Bq) é a unidade de radioatividade no Sistema Internacional (SI), e corresponde a uma desintegração por segundo. No caso da água potável, é usualmente utilizada a concentração de atividade, expressa em unidades de Bq por litro (Bq/L).

Dose efetiva – É a soma ponderada das doses equivalentes em todos os tecidos ou órgãos do corpo: $E = \sum_T W_T \times H_T$, onde W_T é o fator de peso para o tecido T e H_T é a dose equivalente a ele atribuída. A dose efetiva é expressa em Sievert (Sv) que equivale a J/Kg. Desta forma, 1 Bq de radioatividade não irá sempre fornecer a mesma dose. A “Dose efetiva” foi desenvolvida para levar em consideração as diferenças entre os vários tipos de radiação e sensibilidade dos órgãos do corpo humano, de forma que o impacto biológico possa ser comparado diretamente.

Otimização da proteção e segurança - princípio básico recomendado pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) de forma a se atingir um nível de proteção e segurança no qual a magnitude das doses individuais, o número de pessoas expostas, bem como a probabilidade de ocorrer exposições sejam tão baixos quanto razoavelmente exequível, levando-se em consideração os fatores econômicos e sociais (ALARA).

Setor saúde - Secretaria Estadual de Saúde (SES) ou Secretaria Municipal de Saúde (SMS) ou Ministério da Saúde (MS);

Situação de exposição existente - é uma situação de exposição que já existe quando uma decisão sobre a necessidade de controle precisa ser tomada.

Aprovada pela Resolução CNEN n° 260, de 28.05.2020.

7. REFERÊNCIAS

1. IAEA, *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, in General Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3*. 2014, International Atomic Energy Agency Vienna. p. 436.
2. ICRP, *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*; 2007. ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37 (2-4).
3. BRASIL. Ministério da Saúde. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011*, p. 34.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde [Internet]. Portaria de Consolidação MS/GM n° 5, de 28 de setembro de 2017. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 03 de outubro de 2017; Suplemento:360-568. Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html
5. WHO, *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva: World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
6. WHO, *Management of radioactivity in drinking-water*. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.