

# RADIAÇÃO SOLAR COMO MÉTODO DE DESINFECÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Sâmara Soares Almeida <sup>1</sup>

Bárbara França Negri <sup>2</sup>

Mariana Lourenço Campolino<sup>3</sup>

## RESUMO

A água é um recurso natural fundamental para a vida e quando contaminada por microrganismos patogênicos se torna um veículo para diversas doenças, dessa forma o processo de desinfecção se torna necessário para o seu tratamento. A radiação solar vem sendo muito utilizada para tratar a água, pois é um recurso natural de fonte inesgotável e de livre acesso, além de não deixar nenhum resíduo tóxico após o tratamento. Com base nisso, o objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência da radiação solar na desinfecção de água. Amostras coletadas no Córrego do Diogo localizado na cidade de Sete Lagoas–MG e amostras de água mineral foram acondicionadas em garrafas de Polietileno Teraftalato (PET) e expostas a radiação solar por um período de 8 horas. Após o tempo de exposição, foram realizadas análises microbiológicas como quantificação de coliformes termotolerantes (UFC/mL) e contagem de bactérias totais (UFC/mL). Os meios de cultura Plate Count Agar (PCA) e Violet Red Bile Agar (VRB) foram utilizados para contagem de bactérias e coliformes termotolerantes. Os resultados obtidos mostraram que o método foi eficiente na redução de bactérias totais da água mineral. Reduzindo 85,67% a quantidade de bactérias totais. Porém, os resultados indicaram que apesar de existir uma tendência a redução de Coliformes termotolerantes e de bactérias totais na água do Córrego do Diogo exposta a radiação solar por 8 horas, essa redução não foi significativa. Para validação do método sugere-se avaliar esse processo por mais de 8 horas.

**Palavras-chave:** Radiação solar. Desinfecção. Tratamento de água. Microrganismos patogênicos.

## ABSTRACT

Water is a fundamental natural resource for life and when contaminated with pathogenic microorganisms, it can act as a vehicle to transmit diseases. So, a disinfection process is required for its treatment. The solar radiation has been used to treat water, as it is considered an inexhaustible and freely accessible natural resource. Besides, it leaves no toxic residue in the water after treatment. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficiency of solar radiation in water disinfection. For this, samples collected from the Diogo Stream, located in Sete Lagoas – MG, and mineral water samples were placed in Pet bottles and exposed to solar radiation for 8 hours. After the exposure time, microbiological analyzes were performed as quantification of thermotolerant coliform (CFU/mL) and total bacteria (CFU/mL). Plate Count Agar (PCA) and Violet Red Bile Agar (VRB) culture media were used for counting bacteria and thermotolerant coliforms, respectively. The results showed that the method was efficient in the reduction of total bacteria of the mineral water, reducing 85,67% the number of total bacteria. However, there is a tendency for a reduction in thermotolerant coliforms and total bacteria in the water of the Diogo Stream exposed to solar radiation for 8 hours, but this reduction wasn't significant. For method validation is necessary to evaluation this process for more than 8 hours.

**Key-words:** Solar radiation. Disinfection. Water treatment. Pathogenic microorganisms.

1- Graduanda em Biotecnologia na Faculdade Ciências da Vida

2- Doutora em Bioengenharia e Docente na Faculdade Ciências da Vida

3- Mestre em Biotecnologia e Docente na Faculdade Ciências da Vida

## 1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida humana, porém, dados apresentados pela ONU (Organização Mundial da Saúde) revelam que três em cada dez pessoas não tem acesso à água potável, isto é, dois bilhões de pessoas no mundo não fazem uso da água de forma adequada, e mais da metade dessas pessoas consomem água de córregos ou lagos que não passam por nenhum tipo de tratamento. Além disso, devido ao crescimento acelerado da população mundial, estima-se que a demanda por água aumente em um terço até o ano de 2050 (ONU, 2018).

A qualidade da água reflete diretamente sobre o ambiente, sociedade e economia, pois afeta a saúde humana e os ecossistemas, limita a produção de alimentos, e reprime o crescimento econômico (UNESCO, 2015). É extremamente importante à realização de pesquisas para identificação de microrganismos patogênicos na água, para avaliação da qualidade bacteriológica da mesma e redução de riscos para a população. Os principais microrganismos patogênicos encontrados em águas contaminadas são os coliformes totais e fecais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, que são responsáveis principalmente pelas enteroinfecções (AMORIM; PORTO, 2000).

O sol é uma fonte natural, disponível e gratuita, tanto de calor como de radiação UV, dessa forma é de se imaginar que essa fonte pode ser à base de um sistema de desinfecção eficiente e de baixo custo para uso em regiões menos favorecidas (BRYANT; FULTON; BUDD, 1992). A radiação UV possui a capacidade de inativar os microrganismos presentes na água, causando danos em seu material genético (DNA e RNA). A energia incidente lesa o DNA, rompe as pontes de hidrogênio e causa dimerização das bases nitrogenadas de um mesmo filamento de cromossomo. Resultando na perda da função biológica e na incapacidade de reprodução (VON SONNTAG *et al.*, 2004).

O presente trabalho se justifica pelo fato de que devido ao crescimento da população nos últimos anos, a demanda pelo consumo de água tem aumentado, porém muitas pessoas não possuem acesso à água tratada. A desinfecção de água através radiação solar é uma alternativa promissora para levar qualidade de vida às pessoas, uma vez que o sol é um recurso universalmente disponível e gratuito e possui características capazes de eliminar microrganismos presentes na água.

Diante disso, esse trabalho procurou responder a seguinte questão: a radiação solar é eficiente no tratamento de desinfecção de água? Para responder essa questão testou-se a hipótese de que a radiação emitida pelo sol possua características capazes de eliminar microrganismos presentes na água. Sendo assim o principal objetivo foi testar a eficiência da radiação solar como método de desinfecção, visando à inativação de coliformes termotolerantes e total de bactérias em amostras de água mineral comercializada em supermercados de Sete Lagoas – MG e da água do Córrego do Diogo localizado na cidade de Sete Lagoas – MG.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ÁGUA**

A água (H<sub>2</sub>O) é um composto simples que possui características específicas e é fundamental para a vida, pois, todas as reações que acontecem no organismo humano são derivadas de soluções aquosas. Porém o corpo humano não possui a capacidade de armazenar água para a manutenção dessas reações, então há a necessidade de reposição diariamente, para garantir um bom funcionamento do mesmo. Sendo assim, a qualidade da água está diretamente relacionada com a saúde da população (ROSADO *et al.*, 2010).

A saúde é um direito da população e isso inclui a disponibilização de água potável para o consumo, além disso, todas as pessoas possuem o direito de serem informadas sobre a qualidade da água que estão tendo acesso em casa (SILVA; SILVA, 2009). Para que a água seja considerada potável e pronta para o consumo, os seus parâmetros físicos, químicos e microbiológicos devem estar dentro dos padrões estabelecidos pela portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do ministério da saúde. A água própria para consumo deve apresentar ausência de coliformes e um valor máximo de 500 (UFC/mL) de bactérias totais, além disso, o pH deve se encontrar na faixa de 6 a 9,5 (BRASIL, 2011).

### **2.2 MICRORGANISMOS CONTAMINANTES DA ÁGUA**

Os microrganismos presentes na água geralmente habitam o intestino de animais endotérmicos e são transmitidos através das fezes, dessa forma a água passa a ser um veículo de contaminação. Os principais microrganismos fecais encontrados na água pertencem ao grupo coliforme, como por exemplo: *Klebsiella*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (BRASIL, 2011). Entre as principais doenças transmitidas pela água contaminada, pode-se citar a febre tifoide, disenteria bacilar, disenteria amebiana, cólera, hepatite infecciosa, giárdias e enteroinfecções em geral. Outras doenças também podem ser transmitidas pelo contato direto da água com a pele ou com as mucosas, como a esquistossomose e infecções dos olhos, ouvidos, nariz e garganta (NASCIMENTO, 2009).

Anualmente são registrados cerca de quatro milhões de casos de diarreia. Se não tratado corretamente, quadros mais severos podem resultar no óbito de crianças e idosos, já que estes indivíduos possuem o sistema imunológico mais frágil. Dentre as principais causas dessa patologia destacam-se as condições precárias de saneamento e a ingestão de água e alimentos contaminados por microrganismos fecais (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

### 2.3 DESINFECÇÃO DA ÁGUA

A finalidade do processo de desinfecção é eliminar os microrganismos presentes na água. A desinfecção é uma etapa importante no tratamento de potabilização da água e é realizada por agentes físicos e químicos. Os principais agentes físicos utilizados são a radiação ultravioleta (UV) e lâmpadas germicidas e os principais agentes químicos são o cloro o dióxido de cloro e ozônio. O cloro é um desinfetante primário eficiente, utilizado nos estágios iniciais do tratamento da água, porém, o uso de doses elevadas leva à formação de subprodutos, que interferem no sabor e na cor da água e que podem causar efeitos adversos a saúde humana, entre eles o risco de câncer (LIBÂNIO, 2016).

### 2.4 DESINFECÇÃO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

As tecnologias de desinfecção mais utilizadas atualmente necessitam de fontes de energia ou produtos químicos, que possuem custos elevados de operação e manutenção. Porém a maioria desses recursos não estão disponíveis em todas as

regiões e em áreas em que ainda não possui saneamento básico. Nestes casos, seria viável a utilização de uma tecnologia simples, de baixo custo, para a desinfecção da água. Uma técnica disponível, dentro deste contexto, é a desinfecção solar da água (RUIZ, 2006). A radiação ultravioleta é eficaz para eliminação da maioria das bactérias presentes na água e conseqüentemente reduz os danos à saúde, pois nesse processo não ocorre formação de subprodutos, além disso, possui baixo custo de operação e pode ser alcançada alta taxa de eficiência na desinfecção em um pequeno tempo de exposição (SOUZA, 2000).

Em determinadas condições, esta técnica é capaz de tratar a água tornando-a segura para consumo. Esse processo acontece de duas formas. A primeira é através da radiação ultravioleta com comprimento de onda na faixa de 320 a 400 nm. A radiação reage fotoquimicamente com os ácidos nucléicos dos microrganismos, promovendo a formação de dímeros que impedem a replicação do DNA (ácido ribonucleico) e do RNA (ácido desoxirribonucleico), impedindo a replicação celular. Outro efeito do sol é dado pela radiação infravermelha, com comprimento de onda maior que 700 nm. Esta radiação proporciona a elevação da temperatura da água, causando efeito bactericida pela sensibilidade dos microrganismos a altas temperaturas (EAWAG; SANDEC, 2005).

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho buscou avaliar a eficiência da radiação solar no processo de desinfecção de água. Dessa forma, essa pesquisa se classifica quanto a sua natureza, como descritiva. As análises para concretização dos objetivos propostos neste trabalho foram realizadas no laboratório Laboranálise localizado em Sete Lagoas-MG. Esse meio de pesquisa permite classificar este estudo como pesquisa experimental. Esse tipo de pesquisa tem a finalidade de determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (MARCONI; LAKATOS, 2003).

#### **3.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS**

Foram coletadas duas amostras de água, a primeira amostra foi água mineral comercializada em supermercados da cidade de Sete Lagoas–MG e a segunda amostra foi coletada no córrego do Diogo localizado na cidade de Sete Lagoas–MG. As amostras foram acondicionadas em garrafas PET (Polietileno Teraftalato) transparentes com volume de 2 litros, devidamente higienizadas e expostas ao sol em posição horizontal por 8 horas.

O experimento foi realizado no dia 10 de outubro de 2019 entre as 8 e 17 horas, dados apresentados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mostraram que o céu estava nublado a parcialmente nublado, temperatura mínima de 16°C e máxima de 25°C, umidade mínima 60%, umidade máxima 95% e vento fraco/moderado (SILVA *et al.*,2009). Ao final desse período as amostras foram enviadas ao laboratório para realização das análises microbiológicas e determinação do pH.

### 3.2 DETERMINAÇÃO DO pH DAS AMOSTRAS

As medições do pH foram feitas através do medidor digital *Checker by HANNA* nas amostras de água antes e depois da exposição a radiação solar.

### 3.3 ANÁLISES MICROBIÓLOGICAS

Para determinar a eficiência do método, foram realizadas análises em triplicata de coliformes termotolerantes e contagem global de bactérias nas amostras de água antes e após 8 horas de exposição à radiação solar. Para a quantificação de bactérias foi utilizada a técnica de “pour plate”, onde as diluições seriadas (1:10, 1:100 e 1:1000) das amostras de água foram semeadas em meio de cultura Plate Count Ágar (PCA) e incubadas a 37°C por 48 horas (APHA, 1992) .

Para as análises de coliformes termotolerantes, as diluições seriadas (1:10, 1:100 e 1:1000) das amostras foram semeadas em meio de cultura Violet Red Bile Ágar (VRB) e incubadas a 45°C por 24 horas, sendo esse meio seletivo para detecção e quantificação de coliformes termotolerantes. Logo após a incubação foi realizada a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC/mL) (SILVA, 1997).

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

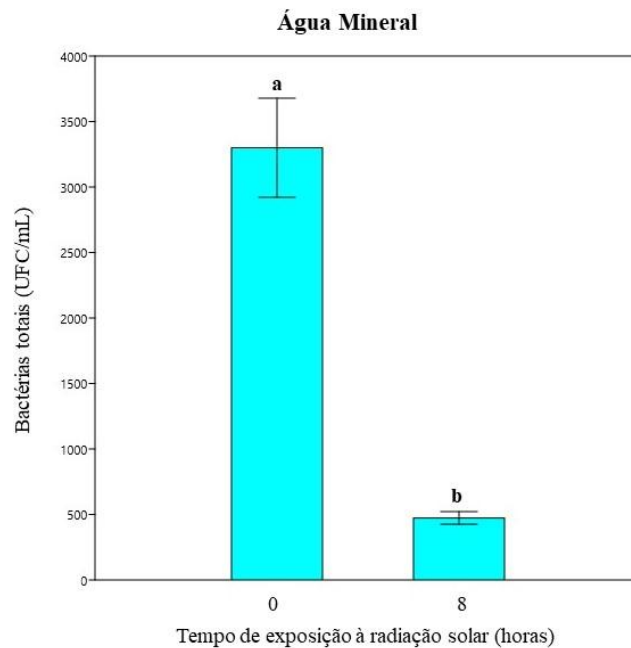
O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições por amostra. Foi realizado um teste de média TUKEY a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Past v3.25 (STELL; TORRIE, 1960).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram ausência de coliformes termotolerantes no tempo 0 e após 8 horas de exposição à radiação solar nas amostras de água mineral comercializada. Esse resultado demonstra que a água mineral está de acordo com a Resolução RDC nº 54 do Ministério da Saúde e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, onde destaca que a água mineral deve apresentar ausência de bactérias do grupo Coliformes para se adequar aos padrões microbiológicos estabelecidos (ANVISA, 2012).

Apesar da água mineral não apresentar Coliformes termotolerantes, foi encontrado no tempo 0, 3.300 UFC/mL de bactérias totais e após a exposição houve uma diminuição de 85,67 %, reduzindo para o valor de 473 UFC/mL (Figura 1). Esse resultado foi similar ao apresentado no trabalho de Silva e colaboradores (2015) que analisou a eficiência da radiação solar para a eliminação de bactérias totais em amostras de água de poços artesianos e obteve uma porcentagem de 95% na redução desses microrganismos em um período de 9 horas de exposição à radiação solar.

O resultado acima revela que mesmo a água mineral comercializada pode conter microrganismos, uma vez que ela não é submetida a um processo de esterilização total, onde são destruídas todas as formas de vidas microbianas por meio de agentes químicos ou físicos, as bactérias encontradas na água podem ter sido provenientes das garrafas PET utilizadas para exposição das amostras ao sol, uma vez que elas foram desinfestadas com álcool 70%, e não autoclavadas.

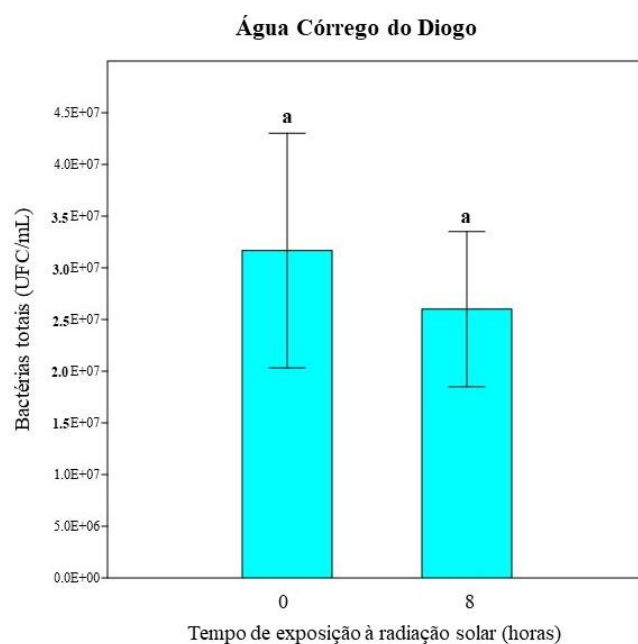


**Figura 1.** Análise de bactérias totais (UFC/mL) da água mineral nos tempos 0 e 8 horas de exposição solar. Nível de significância do teste de média TUKEY com  $p \leq 0,05$ .

A presença de bactérias totais em grande número em água pode indicar manipulação incorreta ou manutenção em condições impróprias, porém a maioria dessas bactérias não são patogênicas, ou seja, não causam risco a saúde humana (Brasil, 2004). A redução de bactérias totais na amostra de água mineral submetida à radiação solar pode ser um indicativo que o processo de desinfecção de microrganismos totais por radiação possa ser eficiente para a redução de unidades formadoras de colônias na água mineral.

Com base no resultado anterior, foi utilizada amostra do Córrego do Diogo para testar se a exposição à radiação solar seria capaz de reduzir a quantidade de bactérias totais e de coliformes termotolerantes em amostras contaminadas com resíduos industriais e domiciliares. Verificou-se a presença de 4300 e 3166,7 UFC/mL de bactérias totais nos tempos 0 e 8 horas de exposição ao sol, respectivamente (Figura 2). Apesar dessa diferença não ter sido significativa a 5% de probabilidade pelo teste de média de TUKEY, pode-se verificar uma tendência de redução de aproximadamente 26% de microrganismos após o tratamento.



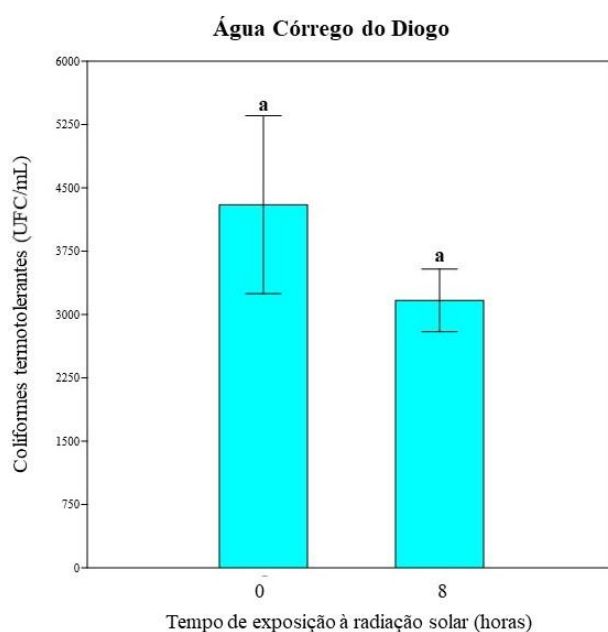


**Figura 2.** Análise de bactérias totais (UFC/mL) da água mineral nos tempos 0 e 8 horas de exposição solar. Nível de significância do teste de média TUKEY com  $p \leq 0,05$

Verificou-se também uma tendência de redução de coliformes termotolerantes de aproximadamente 18% quando a amostra foi submetida ao tratamento com radiação solar (Figura 3). Os resultados obtidos na eliminação de bactérias totais e coliformes termotolerantes nas amostras de água do córrego do Diogo contradizem os resultados apresentados por Vieira e colaboradores (2018), onde verificaram que após 8 horas de exposição à radiação solar houve redução de 86,03% no número de bactérias totais e 83,33% no número de coliformes termotolerantes presentes em amostras de água coletadas na estação de tratamento de Pelotas/RS. Amaral e colaboradores (2006) mostraram que 92,8% das bactérias totais e 99,9% de coliformes termotolerantes foram eliminados de amostras de água coletadas em poços rasos somente após 12 horas de exposição a radiação solar.

O fato dos resultados não mostrarem redução significativa, pode estar relacionado com o alto teor de contaminação presente na água, com as condições climáticas do dia da exposição, pois a quantidade de radiação solar disponível interfere diretamente na eficiência do método, ou até mesmo relacionado com o

tempo de exposição que as amostras foram submetidas à radiação solar. Conforme demonstrado por Rodrigues *et al.* (2000), quanto mais contaminada for a amostra menor será a eficiência da radiação solar para a eliminação de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Sommer *et al.* (1997) também relatou em seu estudo que em dias nublados as garrafas devem ser expostas por dois dias consecutivos ao sol, garantindo a dose de radiação necessária, para a inativação dos microrganismos patogênicos.



**Figura 3.** Análise de bactérias totais (UFC/mL) da água mineral nos tempos 0 e 8 horas de exposição solar. Nível de significância do teste de média TUKEY com  $p \leq 0,05$ .

As medições do pH das amostras de água mineral foram de 6,81 para o tempo 0 e 6,68 após 8 horas de exposição, nas amostras de água do Córrego do Diogo foram de 7,85 para o tempo 0 e 7,72 após 8 horas de exposição. Segundo Cetesb (2005), o pH da água é alterado de acordo com a região onde o corpo de água se encontra e por fontes de poluição como, despejo de efluentes domésticos e industriais. No presente estudo foi possível observar que apesar das contaminações, o pH continuou dentro dos parâmetros estabelecidos para potabilidade da água, que segundo a Portaria MS nº 2914/11, art.39º, deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5 e

que a exposição á radiação solar e a diminuição dos microrganismos presentes também não causaram nenhuma alteração no pH das amostras.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que o processo de desinfecção para bactérias totais em água mineral por radiação solar foi eficiente na redução de unidades formadoras de colônia, uma vez que aproximadamente 85,67% das bactérias foram eliminadas após 8 horas de exposição à radiação solar. Verificou-se também, apesar de não significativa, uma tendência a redução de aproximadamente 26% de bactérias totais e aproximadamente 18% de coliformes termotolerantes em amostras de água do Córrego do Diogo após o tratamento. Mostrando assim que apesar de ter ocorrido redução no número de microrganismos, o resultado não foi suficiente para incluir essa água nos padrões de potabilidade para o consumo humano. Portanto, conclui-se que 8 horas de exposição à radiação solar não foram suficientes para a desinfecção da água do Córrego do Diogo.

O uso da radiação solar como método para desinfecção de água vem sendo amplamente estudado e aprimorado nos últimos anos e representa uma estratégia importante para levar qualidade de vida para muitas pessoas. É fundamental realizar novos testes em tempos maiores de exposição para a água do Córrego do Diogo, com o intuito de buscar resultados satisfatórios. A associação da radiação solar a outro método de tratamento também pode ser testada para aumentar a eficiência da redução de microrganismos em água contaminada.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL L.A.; NUNES, A. P.; CASTANIA, J.; LORENZON, C. S.; BARROS, L.S.; NADERFILHO, A. **Uso da radiação solar na desinfecção da água de poços rasos**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.73, n.1, p. 45-50. 2006.

AMORIM, Miriam C. Cavalcante; PORTO, Everaldo Rocha. **Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-pe**. In: 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 2000, Petrolina– PE. Anais.

ANVISA. **Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012.** Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

APHA. **Métodos para o Exame Microbiológico de Alimentos.** 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Alimentos Inutilizados / Advertidos. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Lei nº 2.914, de 14 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 14 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 518/GM em 25 de Março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2004.

BRYANT, E. A., FULTON, G.P. e BUDD, G.C. (1992). **Alternativas de desinfecção para água potável segura.** Van Nostrand Reinhold Ed., Nova York, EUA. 518p.

CETESB. **Qualidade da água.** São Paulo 2005.

EAWAG.; SANDEC. **Desinfección solar del agua:** guía de aplicación, Cochabamba, Bolívia, 2005.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. (2007). **Saneamento básico.**

HAMMER O.; Harper D.A.T. e Rian P.D. 2001. Past: **Palaeontological statistics software package for education and data analysis.**

HIJNEN, W. A. M.; BEERENDONK, E. F.; MEDEMA, G. J. **Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo) cycts in water: a review.** *Water Research*, v. 40, n. 1, p.3- 22, 2006.

LIBÂNO, M.. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento da Água. Desinfecção.** 4 ed. Campinas: Átomo, 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas 2003, 312 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 54,** de 15 de junho de 2000.

NASCIMENTO, Guilherme Aguiar. **CONDIÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA, INFRAESTRUTURA URBANA E AMBIENTAL INSTITUÍDA - EPIDEMIOLOGIA DAS DOENÇAS DE VINCULAÇÃO HÍDRICA DO RIO,** 2009.

OLIVEIRA, A. D.; CUNHA, A. C. **Análise de risco como medida preventiva de inundações na Amazônia: estudo de caso da enchente de 2000 em Laranjal do Jari-AP, Brasil.** Revista Ciência & Natura, jan./mar. 2014, edição especial (in press).

OLIVEIRA, S. C.. **Avaliação da Eficiência do Método SODIS com e sem o uso de Concentrador Solar para Desinfecção de Água da Cisterna Localizada na Zona Rural de Alagoa Nova – PB.** Monografia (Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.** 2018.

RODRIGUES, C. P.; Ziolli, R. L.; Guimarães, J. R.; Figueiredo, R. F.; **Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental,** Porto Alegre, Brasil, 2000.

ROSADO, C. Iglesias; et. al. **Importancia del agua en la hidratación de la población española:** documento FESNAD 2010 C. En representación de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). Nutr Hosp, 26(1):27-36, 2011.

RUIZ, B. A. **Implementação do método SODIS (solar water disinfection) em duas comunidades do semi-árido paraibano: aceitabilidade e aspectos socioeconômicos.** 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

STEEL, R.G.D. & TORRIE , J.H. **Principles and procedures of statistics.** New York: Mc Graw, 1960. 481p.

SILVA DIAS M.A.E., da silva M.G.A.J 2009. **Para entender tempo e clima.** In: Cavalcanti IDA., Ferreija N.J da Silva M.G.A.J. ORGS. Tempo e clima no Brasil. São Paulo.

SILVA FILHO, J. A.; OLIVEIRA, A. M. B. M.; MARTINS, W. A.; BEZERRA, A. M. S.; COELHO, L. F. O. **Eficácia e viabilidade da técnica SODIS utilizando a água do Rio Piranhas destinado ao consumo humano.** INTESA: Informativo Técnico do Semiárido, Pombal, v.9, n.2, p.16-20, 2015.

SILVA , Neusely da. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** Valéria Christina Amstalden - São Paulo : Livraria Varela,1997, p31.

SILVA, Sara Ramos; et. al. **O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitoria (ES).** Eng. Sanit. Ambient. v. 14, n. 4, 2009.

SOMMER, B. et al. **SODIS – An Emerging Water Treatment Process,** J Journal of Water Suply: Research and Technology – Aqua, Zurich. v. 46, n. 3, p. 127-137, 1997.

SOUZA, J.B Desinfecção de águas com cor e turbidez elevadas: **Comparação técnica de processos alternativos ao cloro empregando radiação ultravioleta e ácido paracético**. São Carlos, 147p, 2000.

UNESCO. **International Initiative on Water Quality** : promoting scientific research, knowledge sharing, effective technology and policy approaches to improve water quality for sustainable development. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2015.

VIEIRA, B. M.; GOLIN, N. VALENTINI, M. H. K.; CORRÊA, M. G.; VIANA, F. V.; NADALETI, W. C.. **Avaliação da eficiência do método SODIS na desinfecção da água para consumo humano em Pelotas/RS**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.9, n.7, p.158-170, 2018.

VON SONNTAG, C.; KOLCH, A.; GEBEL, J.; OGUMA, K.; SOMMER, R. The photochemical basis of UV disinfection. In: **PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON UV RADIATION - EFFECTS AND TECHNOLOGIES**, 2004, Karlsruhe. Proceedings. Karlsruhe: European Conference On Uv Radiation, 2004. p. 22 - 24.

WHO; UNICEF. **Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene**: 2017. Geneva: WHO, 2017.