

AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO HUMANO DO ASSENTAMENTO 10 DE ABRIL, CRATO (CE) E SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL DA BACIA DO SALGADO

Mariell Lima Costa¹
 Juscelino Martins Costa Junior²
 Jefferson dos Santos Vorpapel³
 Wilson João Zonin⁴

RESUMO

O saneamento inclui atividades relacionadas ao tratamento de água e esgoto, coletas de lixo e práticas de higiene. A Lei nº 11.445 de 2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no País. No Estado do Ceará a Política Estadual para o Saneamento Rural, busca a universalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no meio rural e em comunidades urbanas e localidades de pequeno porte. O Sistema Integrado de Saneamento Rural do Ceará (SISAR/CE) foi criado em 1996, com o apoio da CAGECE, governo do Estado e do Banco Kfw. Surgiu como uma alternativa de gestão, através da necessidade da garantia que os sistemas de abastecimento de água de comunidades rurais, tivessem continuidade e qualidade ao longo do tempo. Logo o estudo tem como objetivo avaliar e discutir sobre as condições da água para consumo humano que abastece o Assentamento 10 de Abril, localizado no município de Crato – Ceará. Nessa perspectiva foi solicitado ao SISAR – BSA os laudos dos últimos três meses da água tratada e o laudo mais recente das análises físico-químicas e microbiológicas de potabilidade da água bruta, com a finalidade de observar se água que abastece a comunidade está dentro dos parâmetros e padrões de qualidade exigidos pela legislação vigente. Pôde-se constar que a alternativa de gestão compartilhada entre comunidade e SISAR - BSA garante água tratada dentro dos padrões de potabilidade de água para consumo humano, possibilitando assim a melhoria da saúde e qualidade de vida da população abastecida.

Palavras-chave: Desenvolvimento Rural; Gestão Compartilhada; Saneamento Básico.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - PPGDRS/UNIOESTE. E-mail: mariell.lima@hotmail.com ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-4292-9673>

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS/UNIOESTE. E-mail:juscelinojunior@hotmail.com ORCID:<https://orcid.org/0000-0001-6166-6461>

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS/UNIOESTE. E-mail:jeffersonvorpapel@hotmail.com ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-0507-1281>

⁴ Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural pela Universidade Federal do Paraná. Coordenador e professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS/UNIOESTE. E-mail:wzonin@yahoo.com.br ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-3364-5599>

EVALUATION OF WATER QUALITY FOR THE HUMAN SUPPLY OF THE SETTLEMENT 10 DE ABRIL, CRATO (CE) AND INTEGRATED RURAL SANITATION SYSTEM OF SALGADO BASIN

ABSTRACT

Sanitation includes activities related to water and sewage treatment, garbage collection and hygiene practices. Law No. 11.445 of 2007 establishes the national guidelines for basic sanitation in the country. In the State of Ceará, the State Policy for Rural Sanitation seeks the universalization of water supply and sewage services in rural areas and in urban communities and small towns. The Integrated Rural Sanitation System of Ceará (SISAR/CE) was created in 1996, with the support of CAGECE, the state government and Banco KfW. It emerged as a management alternative, through the need to guarantee that the water supply systems of rural communities had continuity and quality over time. Therefore, the study aims to evaluate and discuss the conditions of the water for human consumption that supplies the 10 de Abril Settlement, located in the municipality of Crato – Ceará. In this perspective, SISAR - BSA was asked to provide the reports of the last three months of treated water and the most recent report of the physical-chemical and microbiological analyzes of the potability of raw water, in order to observe whether the water that supplies the community is within the parameters and quality standards required by current legislation. It can be seen that the management alternative shared between the community and SISAR - BSA guarantees treated water within the drinking water standards for human consumption, thus enabling the improvement of the health and quality of life of the population served.

Keywords: Rural Development; Shared Management; Basic Sanitation.

1- INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil é regulamentado pela Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, regimentada pelo Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010. Considerada o marco regulatório do setor no País, a lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a prestação de tais serviços. Saneamento básico é definido no Art. 3º, inciso I, como conjuntos de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais como: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

O novo marco legal do saneamento básico, Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, atualiza a Lei nº 11.445, alterando assim sete dispositivos legais, com o intuito de obter avanços no setor (BRASIL, 2020). Com a aprovação do novo marco, o Estado do Ceará instituiu (através do Decreto Estadual nº 33.784/2020) a comissão para adequação do marco regulatório do saneamento do Estado, objetivando alcançar a referida adequação, assim como também analisar e propor medidas de ajuste na

política nacional de saneamento básico e realizar estudos de viabilidade institucional, técnica e econômico-financeira no que se refere a regionalização da prestação dos serviços de saneamento (CEARÁ, 2020).

A Lei Complementar nº 162/2016 institui a Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Estado do Ceará, cria também o Fundo Estadual de Saneamento Básico – FESB e o Plano Estadual de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário – PAAES (CEARÁ 2016). A Lei é fruto de um acordo de Cooperação Técnica firmado entre várias entidades, tendo como objetivo promover a universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, assim como também favorecer a melhoria das condições e prestação adequada dos serviços, além de incentivar a aplicação das diretrizes nacionais dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no âmbito do Estado do Ceará (SCIDADES, 2017). Sendo posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 32.023 de 29 de agosto de 2016 (CEARÁ, 2016).

No Ceará a Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário busca a universalização dos serviços nas áreas rurais, comunidades urbanas e localidades de pequeno porte, estabelecidas nos planos de saneamento básico. Com o intuito de buscar a melhoria da qualidade de vida da população cearense, nos termos da Lei Complementar nº 162/2016. Dando destaque ao meio rural, ao estabelecer um capítulo (capítulo IX) específico para a Política do Saneamento Rural (CEARÁ, 2016).

Como aponta o Instituto Trata Brasil (2018) para alcançar a universalização do abastecimento de água em áreas rurais, o primeiro passo além do planejamento que vem sendo realizado sob a esfera do Plano Nacional de Saneamento Rural – PNSR, se faz necessário que ocorra a organização dos arranjos institucionais locais, isto é, que determine-se por quem e de que forma será realizado a manutenção e operação dos sistemas de abastecimento de água. Os modelos de gestão compartilhada/comunitária de água, como por exemplo, o SISAR do Ceará, e as centrais da Bahia, são modelos capazes de sinalizar o caminho a ser seguido. Dificilmente será possível universalizar os serviços de abastecimento de água no meio rural, sem a organização desse arranjo institucional.

O Sistema Integrado de Saneamento Rural do Ceará (SISAR/CE), foi criado em 1996, com o apoio da Companhia de Água e Esgoto do Estado do

Ceará (CAGECE), governo do Estado, do Banco Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), das prefeituras e comunidades. Sendo uma organização não governamental, sem fins lucrativos, formada pelas associações das comunidades beneficiadas que estão na mesma bacia hidrográfica. O SISAR surgiu como uma alternativa de gestão, através da necessidade da garantia que os sistemas de abastecimento de água de comunidades rurais, tivessem continuidade e qualidade ao longo do tempo, assegurando a sustentabilidade do mesmo e uma vida útil prevista de vinte anos. Nesse modelo, o governo do estado participa na implantação da infraestrutura e disponibiliza a administração para as associações comunitárias (CORTEZ, 2015).

Através de programas de financiamento, como Projeto São José, Projeto KfW, Água para todos, FUNASA, Governo do Estado e Prefeituras, são realizadas as construções das estruturas físicas dos sistemas nas comunidades. Sendo o SISAR o responsável pela realização de manutenção, de capacitação e gestão comercial, entretanto o gerenciamento do sistema é realizado pela associação local de cada comunidade, havendo assim a necessidade de um operador. O modelo baseia-se na ideia de uma confederação de associações, onde o sucesso e sustentabilidade do sistema de abastecimento de água se dá através da gestão compartilhada entre Comunidade, SISAR e Município (BRASIL, 2020).

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo avaliar e discorrer sobre as condições da água para consumo humano que abastece o Assentamento 10 de abril, localizado no município de Crato – Ceará. Onde o abastecimento de água da comunidade é oriundo da gestão compartilhada entre o Sistema Integrado de Saneamento Básico da Bacia do Salgado (SISAR – BSA) e comunidade. Para tal fim foi solicitado ao SISAR – BSA os laudos dos últimos três meses da água tratada e o laudo mais recente da água bruta (realizado uma vez ao ano) das análises físico-químicas e microbiológicas de potabilidade, para assim analisar se a água que abastece a comunidade está dentro dos parâmetros e padrão de qualidade exigido pela legislação vigente.

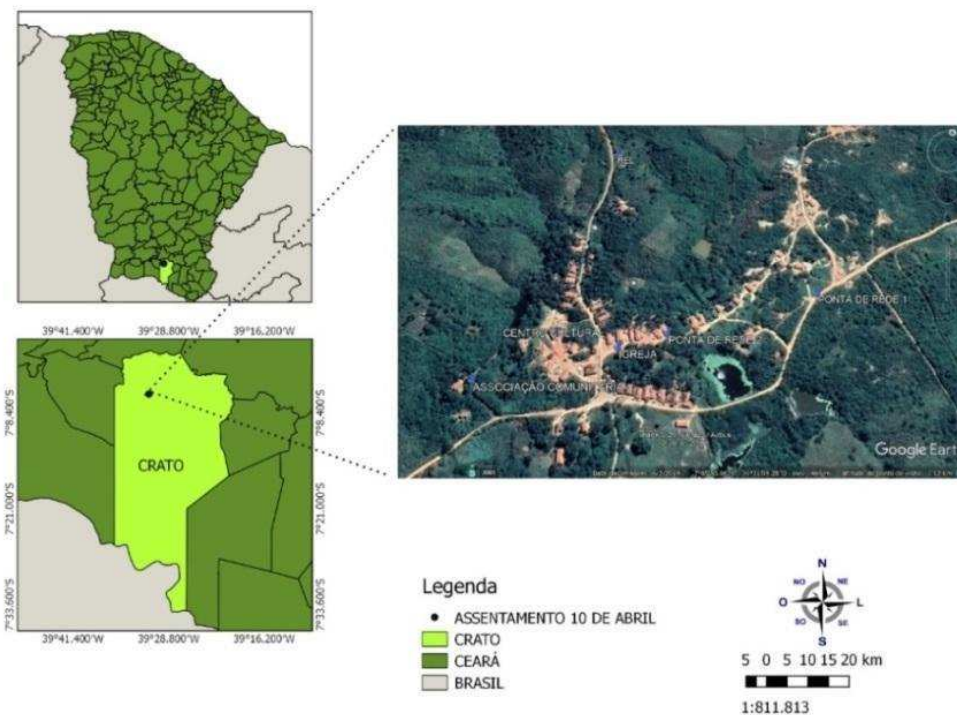
2- METODOLOGIA

2.1- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Assentamento 10 de Abril está localizado no distrito de Monte Alverne, no município de Crato. O referido município está localizado no sul do Estado do Ceará,

na Região Metropolitana do Cariri e apresenta como principais coordenadas geográficas 7° 14' 03" S e 39° 24' 34" W (IPECE, 2017), conforme representado pela Figura 1.

Figura 1- Mapa de localização do Assentamento 10 de Abril




Fonte: Autor, 2020. Dados: IBGE, 2010; Google Earth Pro, 2020.

Segundo a estimativa do IBGE (2019), Crato possui uma área territorial de 1.138,150 km², com uma população de aproximadamente de 133.031 habitantes (IBGE, 2020). Conforme o censo demográfico de 2010, o município possuía 121.428 habitantes, no qual 83,11% residiam em área urbana e 16,89% residiam em área rural.

De acordo com o SISAR – BSA, todos os domicílios que contemplam o assentamento estão ligados à rede de abastecimento de água, e conforme a última atualização do mapa de ligações datado de 20 de maio de 2019, a comunidade apresentava 56 ligações no total, indicando 56 domicílios, onde 52 ligações estavam ativas e quatro cortadas como demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Número total de ligações do Assentamento 10 de Abril

 SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL
JUAZEIRO DO NORTE - CE
Rua Delmiro Gouveia, S/N - Romeirão

Pag.: 2 de 6

Mapa de Ligações - Situação Atual

Municípios	Comunidades	Setor	Orgão Financiador	SUP.	OUT.	CTP.	CTA.	CTI.	LIG.	FAC.	Total
	182 - CAIÇARA DOS BR	182	SOHIDRA	0	0	0	13	0	25	0	38
	190 - CASA NOVALAGO	190	ÁGUA PARA TODOS	0	0	1	16	0	76	0	93
	193 - ST MALHADA DA	193	ÁGUA PARA TODOS	0	0	2	3	0	20	0	25
	197 - BELIZA	197	ÁGUA PARA TODOS	0	0	9	0	0	36	2	47
	198 - NOVO ORIENTE	198	ÁGUA PARA TODOS	0	0	0	2	0	20	0	22
	200 - SANTA RITA	200	ÁGUA PARA TODOS	0	0	0	0	0	44	0	44
	46 - CACHOEIRINHA DO	46	PSJ - CAGECE	27	0	0	11	0	51	0	89
	47 - VACA MORTA	47	PSJ - CAGECE	0	0	0	29	0	71	0	100
	48 - MUNDO NOVO	48	NÃO INFORMADO	0	0	0	8	0	71	0	79
	49 - CARIUZINHO	49	PSJ - CAGECE	3	0	0	20	0	103	1	127
	50 - MOSQUITO	50	PSJ - CAGECE	15	0	0	45	0	72	0	132
	51 - MORADA NOVA	51	PSJ - CAGECE	14	0	0	21	0	23	0	58
	52 - VARZEA DA CONCE	52	NÃO INFORMADO	0	0	0	0	0	1	0	1
	53 - TELHA	53	PSJ - CAGECE	2	0	0	9	0	75	0	86
	55 - SÍTIO LAGOA DOS	55	PSJ - CAGECE	0	0	0	17	0	64	0	81
CRATO	127 - SÍTIO SÃO BENT	127	PSJ - CAGECE	7	0	0	21	0	202	1	231
	132 - SÍTIO RODEADOR	132	PSJ - CAGECE	0	0	0	15	0	54	0	69
	162 - SÍTIO UMBURANA	162	PSJ - SOHIDRA	0	0	5	6	0	24	0	35
	167 - ASSENTAM 10 DE	167	ÁGUA PARA TODOS	0	0	0	4	0	52	0	56
	175 - BEBIDA NOVA	175	ÁGUA PARA TODOS	0	0	0	31	0	93	0	124
	180 - ROMUALDO	180	PSJ - CAGECE	0	0	0	65	0	164	3	232
	25 - JUÁ	25	PSJ - CAGECE	10	0	1	58	0	201	2	272
	26 - MONTE ALEGRE -	26	PSJ - CAGECE	15	0	3	40	0	155	0	213
	27 - VILA MALHADA	27	PSJ - CAGECE	10	0	0	45	0	306	1	362
	28 - SÍTIO LAGOINHA	28	PSJ - CAGECE	0	0	0	17	0	102	0	119
	29 - SÍTIO ALEGRE	29	PSJ - CAGECE	1	0	0	14	0	99	0	114
	30 - BAIXO DAS PALM	30	PSJ - CAGECE	24	0	0	29	0	71	0	124
	31 - PALMEIRINHA DOS	31	PSJ - CAGECE	6	0	0	38	0	228	0	272
	32 - BAIXO VERDE	32	PSJ - CAGECE	2	0	1	21	0	106	0	130
	33 - SÃO JOSÉ	33	PSJ - CAGECE	5	0	0	31	0	176	0	212
	34 - BELO HORIZONTE	34	NÃO INFORMADO	2	0	0	9	0	64	1	76
	35 - PALMEIRINHA DOS	35	PSJ - CAGECE	9	0	4	38	0	190	0	241
	36 - BOA VISTA	36	PSJ - CAGECE	9	0	0	11	0	57	1	78

segunda-feira, 20 de maio de 2019 - 13:43:34

Fonte: SISAR – BSA.

Água Para Todos⁵ (programa do Governo Federal criado através do Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011) foi o órgão financiador para a construção da estrutura física na comunidade. O programa foi criado com o intuito de promover a universalização do acesso à água em áreas rurais para consumo humano, assim como também para a produção agrícola e alimentar.

Ainda de acordo com as informações obtidas com o SISAR – BSA, e posteriormente comprovada em visita *in loco* realizada no dia 02 de julho de 2019, a água de captação utilizada pela comunidade em estudo é de manancial subterrâneo.

2.2- LAUDOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

Foi solicitado ao SISAR – BSA via ofício os laudos dos últimos três meses da água tratada e o laudo mais recente da água bruta das análises físico-químicas e microbiológicas de potabilidade realizadas na comunidade. Segundo o SISAR – BSA as análises da água bruta são realizadas apenas uma vez ao ano, e tem o como intuito

⁵ A execução do Programa Água Para Todos é realizada (no que couber) em conformidade com as diretrizes e objetivos do Plano Brasil Sem Miséria (instituído pelo Decreto no 7.492, de 02 de junho de 2011).

verificar as características da água (do manancial), como também os níveis e tipos de contaminação, para assim escolher o melhor tratamento.

Salienta-se que de acordo com informações obtidas na sede localizada em Juazeiro do Norte, o SISAR – BSA atualmente tem como prioridade realizar todo mês análises físico-químicas e microbiológicas de potabilidade nas comunidades atendidas. Mas anteriormente era impossível atender de forma periódica todas as comunidades devido ao número reduzido de funcionários, onde constava-se apenas um Agente de Controle de Qualidade de Água. Um único funcionário não conseguia atender a elevada demanda de coletas nas comunidades, que são distantes uma das outras. Para solucionar essa problemática, os gestores do SISAR – BSA aumentaram no corpo de funcionários o número de Agentes de Controle de Água.

Estes Agentes são os responsáveis em realizar as coletas mensais das amostras da água tratada nas comunidades e de levar tais amostras para os laboratórios da CAGECE localizado em Juazeiro do Norte, entretanto o operador que é membro da comunidade é o responsável por realizar as análises mensais de cloro e pH e enviar (pelos agentes de controle de água) os resultados para o SISAR – BSA, que são lançados no sistema. O SISAR disponibiliza para o operador um Kit para análises de Cloro e Ph (FIGURA 3), além de treinamentos, com intuito de torná-lo apto na realização das análises. Salienta-se que todos os domicílios possuem hidrômetros e por regra estabelecida pelo SISAR eles devem ser localizados fora das residências.

Figura 3- KIT para análises de Cloro e pH



Fonte: Autor, 2019.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1- Abastecimento de Água

A rede de abastecimento de água é operada através da gestão compartilhada entre o SISAR – BSA e comunidade. E conforme informações obtidas com o SISAR – BSA, o manancial de captação é proveniente de um poço tubular (manancial

subterrâneo), e apresenta vazão suficiente para atender a demanda necessária à população da comunidade, em conformidade com a estimativa calculada em projeto.

Após a captação, a água recebe tratamento (onde o produto utilizado para o tratamento da água bruta é o Cloro em Pastilha) e posteriormente é recalçada para o reservatório elevado, situado em um dos pontos mais alto da localidade. Do reservatório elevado (Figura 4) à água chega aos domicílios da comunidade através da rede de distribuição.

Figura 4- Reservatório elevado - Assentamento 10 de Abril



Fonte: Autor, 2019.

3.2- ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DOS LAUDOS

A qualidade da água para consumo humano deve estar de acordo com os parâmetros e padrão de qualidade estabelecido pelo Ministério da Saúde na Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Na qual estão dispostos os valores mínimos e/ou máximos permitidos para cada um dos parâmetros estabelecidos na referida portaria. O seu anexo XX dispõe os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, onde a água distribuída deve estar em conformidade com esses padrões.

Libânio (2010) diz que para designar a tecnologia de tratamento para obtenção da água potável, deve-se realizar análises microbiológicas e físico-químicas na água bruta, para definir suas características e as alterações que ela está sujeita devido aos

fenômenos naturais. Desse modo, essas análises também são importantes após o tratamento da água para a verificação da sua qualidade e durante sua distribuição (YAMAGUCHI et. al., 2013).

Segundo Roberto (2018) o monitoramento da qualidade da água durante as etapas de captação, tratamento e distribuição é fundamental para assegurar a saúde de seus consumidores diretos ou indiretos, bem como, na verificação do sistema de tratamento a fim de adotar medidas preventivas e corretivas.

De acordo com o SISAR – BSA as coletas para análises da água tratada foram realizadas na estação de tratamento de água da comunidade e na rede de distribuição. No qual foi disponibilizado tabelas com os resultados dos laudos obtidos através das análises físico-químicas e microbiológicas de potabilidade, das amostras da água tratada e da água bruta, como apresentado nos Tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Resultado dos laudos da água tratada disponibilizado pelo SISAR – BSA
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA PELA PORTARIA GM/MS 888/2021

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA						
DATA DA COLETA	C. Totais ausência em 100 ml	E. Coli ausência em 100 ml	C R L 0,5 a 5,0 mgCl ₂ /L	pH 6,0 a 9,5	Cor 15,0 uH	Turbidez 1,0 uT em 95% das amostras
22/03/2019	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	0,50	7,39	2.50	0.11
15/04/2019	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ND	7,26	2.50	0.40
14/06/2019	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ND	7.51	2.50	0.33
REDE DE DISTRIBUIÇÃO						
DATA DA COLETA	C. Totais ausência em 100 ml	E. Coli ausência em 100 ml	C R L 0,5 a 5,0 mgCl ₂ /L	pH 6,0 a 9,5	Cor 15,0 uH	Turbidez 1,0 uT em 95% das amostras
22/03/2019	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ND	7.54	2.50	0.19
15/04/2019	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ND	7.34	2.50	0.36
14/06/2019	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	ND	7.40	5.00	0.46

ND: Não Detectado.

C. totais: Coliformes Totais

E. Coli: *Escherichia coli*

CRL: Cloro

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Tabela 2. Resultados dos laudos da água bruta disponibilizado pelo SISAR - BSA

ANÁLISES DE ÁGUA BRUTA	
DATA DA COLETA	17/04/2017
Turbidez (uT)	0,38
Cor aparente (uH)	2,5
pH	7,25
Dureza total (mg/L)	292
Condutividade (µS/cm)	1083.1
Cloretos (mg/L)	74,49
Nitrito (mg/L)	ND
Amônia – Nesslerização (mg/L)	0,57
Alumínio (mg/L)	ND
Fluoreto (mg/L)	0,26
Manganês (mg/L)	0,1
Ferro total (mg/L)	0,03

ND: Não Detectado.

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Conforme o SISAR - BSA os valores das Tabelas 1 e 2 que apresentam ND representam valores ínfimos, no qual caracterizam como não detectado.

Siqueira (2016) diz que os Indicadores Físicos são medidos em escala própria e são divididos em cinco parâmetros: Temperatura, Cor, Sabor e Odor, Turbidez, Sólidos e Condutividade Elétrica.

De acordo os laudos do SISAR – BSA as análises (da água tratada) realizada referente aos indicadores físicos foram: cor e turbidez. E da amostra bruta: cor, turbidez e condutividade elétrica.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece o valor máximo permitido (VMP) para cor aparente de 15 uH (Unidade Hazen), como padrão de aceitação para consumo humano. Observa-se que nenhuma amostra da água tratada (amostras da estação de tratamento de água e da rede de distribuição) e da amostra bruta, ultrapassou o valor máximo estabelecido pela portaria, como observado na Tabela 3.

Tabela 3. Cor Aparente e Turbidez das amostras dos laudos

COR APARENTE (uH)			TURBIDEZ (uT)		
ETA	Rede	Água Bruta	ETA	Rede	Água Bruta
2,50	2,50	2,5	0,11	0,19	0,38
2,50	2,50		0,40	0,36	
2,50	5,00		0,33	0,46	

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Resultado similar demonstrado por Guedes *et al.* (2013) na sua pesquisa relacionada a qualidade da água distribuição em três comunidades rurais localizadas no município de Cedro (CE), onde para a cor aparente os resultados da ETA estiveram entre valores de 2,0 a 5,00 uH e na rede de distribuição de 2,5 a 5,0 uH, atendendo assim às determinações na portaria.

No que se refere à turbidez a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece o valor máximo permitido (VMP) na Saída do Tratamento (ETA) de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) e para o Sistema de Distribuição (Rede) de 5,0 uT. Observa-se que nenhuma das amostras da estação de tratamento de água, da rede de distribuição e da água bruta ultrapassou o VPM (Tabela 3). Podendo-se assim constatar que as amostras estão em conformidade com a determinação da Portaria.

Ainda conforme a pesquisa de Guedes *et al.* (2013) os resultados das análises da rede de distribuição também apresentaram resultados similares já que estavam em conformidade com a portaria, apresentando valores compreendidos entre 1,05 a 4,87 uT. No entanto, os resultados das análises da ETA das comunidades contempladas pela pesquisa apresentaram valores superiores ao VPM (determinado na portaria), apresentando valores compreendidos entre 1,05 a 4,08 uT. Cabe destacar que as comunidades (da pesquisa) também são abastecidas através da gestão compartilhada e fazem parte da Bacia Hidrográfica do Salgado, por tanto são também atendidas pelo SISAR-BSA.

Sperling (2017) diz que a avaliação da turbidez pode também influenciar na escolha do tratamento da água. Onde uma amostra de água bruta com valor de turbidez inferior a 20 uT pode seguir para a filtração lenta. Entretanto, amostras que apresentarem valores superiores a 50 uT, devem ser submetidas à coagulação química e, posteriormente, à filtração.

Tratando-se de condutividade elétrica, (que é uma característica importante a mananciais subterrâneos e as águas superficiais próximas ao litoral) esse parâmetro

não oferece riscos à saúde humana, no entanto valores elevados podem indicar características corrosivas da água por está associada ao teor de salinidade (ALVES, 2010).

A Organização Mundial da Saúde – OMS não refere valor guia para a condutividade elétrica, dando conta, no entanto, da importância de sua determinação. Mas o Decreto Lei nº 152 de 07 de dezembro de 2017 define como valor paramétrico para a condutividade, o valor de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens por centímetro) a 20°C.

A Condutividade Elétrica foi analisada apenas na água bruta, cujo valor (Tabela 4) se encaixa dentro deste parâmetro estabelecido pelo Decreto Lei nº 152/2017.

Tabela 4- Valor de Condutividade Elétrica apresentado na tabela disponibilizada pelo SISAR – BSA

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
Amostra Bruta	1083,1

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

No que se refere a indicadores químicos, Siqueira (2016) relata que indicadores químicos são estimados através de métodos analíticos devido à presença de substâncias dissolvidas na água. As variáveis químicas de análise são medidas em mg/L (miligramas por litro) ou ppm (partículas por milhão). Dos indicadores químicos analisados nos laudos da água tratada foi o pH. E da água bruta foi pH, dureza total, cloreto, ferro, manganês, amônia e fluoreto.

O potencial hidrogeniônico (pH), por meio da quantificação de íons hidrogênio (H^+), define a intensidade da acidez ou da alcalinidade da água. A variação do pH ocorre por origem natural através da dissolução de rochas, fotossíntese ou antropogênicas como resíduos domésticos e industriais (BRASIL, 2006).

Sperling (2017) diz que o pH tem grande importância durante o tratamento da água, tendo em vista que ele está relacionado com a eficiência dos processos de coagulação, floculação, filtração e desinfecção. Além de ser importante o seu controle após o tratamento, para garantir que não ocorra corrosão ocasionada pelo pH baixo e formação de incrustações possibilitadas pelo pH elevado nas tubulações.

A Portaria anterior (Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017) recomendava que o pH da água fosse conservado na faixa 6,0 a 9,5, disposto de forma explícita no art. 39. No entanto, na nova Portaria (nº 888/2021) a faixa de pH encontra-se subentendida no anexo 3 (que dispõe sobre o tempo de contato mínimo

para a desinfecção). No referido anexo o valor de desinfecção versus o valor de pH é de 6,0 a 9,0 que por interpretação passa a ser a faixa de pH aceitável.

Através da Tabela 5, observa-se que todas as amostras da ETA, da rede de distribuição e da água bruta estão dentro da faixa recomendada.

Tabela 5- Valores do pH apresentados nas tabelas disponibilizadas pelo SISAR – BSA

pH		
ETA	Rede	Água Bruta
7,39	7,54	7,25*
7,26	7,34	
7,51	7,40	

*Análise é realizada uma vez ao ano.

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Resultado similar encontrado na pesquisa de Silva (2021), que analisa a qualidade da água para consumo humano na comunidade Alto do Ferrão localizada no município de Itaiçaba (CE), onde os resultados das análises para o parâmetro pH ficou compreendido entre 6,61 a 7,07. É importante salientar que o pH dentro da faixa recomendada minimiza os problemas relacionados a incrustação e corrosão das redes de distribuição, além de melhorar a eficiência do processo de desinfecção (BRASIL, 2006).

Tratando-se de dureza, Pavei (2006) diz que a dureza da água é definida pela concentração de cátions em solução, como alumínio, ferro, manganês, estrôncio e zinco. Porém, são os cátions cálcio e magnésio que, frequentemente, são os responsáveis pela dureza (SPERLING, 2017).

A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece para dureza o teor de 300 mg/L em termos de Carbonato de Cálcio ($CaCO_3$) como o valor máximo permitido para água potável. De acordo com o resultado do laudo da amostra bruta (Tabela 6) o parâmetro dureza total encontra-se dentro do estabelecido pela portaria.

Tabela 6- Valor dos resultados da amostra bruta dos parâmetros dureza total e cloreto

AMOSTRA BRUTA	DUREZA TOTAL	292 mg/L
	CLORETO	74,49 mg/L

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Sperling (2017) diz que determinadas concentrações de dureza podem ocasionar sabor desagradável à água, provocar efeitos laxativos, reduzir a formação de espumas, o que leva a um gasto maior de sabão, além de causar incrustações em

tubulações de água quente. Por essa razão, o padrão de potabilidade estabelecido para água de abastecimento limita a dureza a 300 mg/L (valor máximo permitido) de $CaCO_3$ (BRASIL, 2017).

No que se refere a cloreto, Siqueira (2016) relata que são originários da dissolução de minerais, do encontro com a água do mar ou despejo de esgoto doméstico e/ou industrial. E pode ocasionar sabor salgado à água. A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece na tabela de padrão organoléptico de potabilidade o valor máximo permitido de cloreto, como sendo de 250 mg/L. De acordo com o resultado do laudo a amostra bruta (Tabela 6) encontra-se dentro do estabelecido pela portaria.

No que se refere ao Cloro, constitui o mais importante dentre todos os elementos utilizados na desinfecção, pois atua sobre os microrganismos patogênicos presentes na água. Além de ser usado no tratamento para eliminar odores e sabores, diminuir a intensidade da cor, auxiliar no combate à proliferação de algas, além de colaborar na eliminação de matérias orgânicas e auxiliar na coagulação das mesmas. Destaca-se que não é nocivo ao homem na dosagem requerida para a desinfecção (FUNASA, 2014).

No anexo 9 da Portaria GM/MS nº 888/2021 (na tabela de padrão de potabilidade para subprodutos da desinfecção que representam risco à saúde), encontra-se estabelecido o valor máximo permitido para o cloro residual livre, como sendo de 5 mg/L. Ainda destaca que deve conter em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado, ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro. Inclui ainda a obrigatoriedade de se manter também teores mínimos de desinfetante nos pontos de consumo.

Através dos valores dos laudos expostos na Tabela 7 da água tratada (ETA e REDE), pôde-se observar que uma das amostras da ETA, encontra-se dentro do valor mínimo estabelecido pela portaria. As demais amostras que apresentam ND são valores de cloro não detectado.

Tabela 7- Valor de cloro apresentado na tabela de água tratada

CLORO	ETA	0,50 mg/L	ND	ND
	Rede	ND	ND	ND

ND: Não detectado.

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

O SISAR – BSA ressaltou que a ausência de cloro nas amostras (ND) podem ser por vários fatores, como o tempo entre coleta e análise, a falta de aplicação do produto ou até mesmo algum problema no clorador, quando foi realizada a coleta. Ainda salientou que a responsabilidade de aplicação do cloro é do operador (membro da comunidade), no entanto informou que cabe ao SISAR fiscalizar e acompanhar a qualidade da água que está sendo abastecida na comunidade. Salienta-se que falhas no processo de desinfecção possibilitam diminuição na eficiência do tratamento, e conseqüentemente na ação sobre os microrganismos patogênicos presentes na água, proporcionando assim, riscos aos consumidores.

Como demonstrado na pesquisa de Guedes *et al.* (2013) realizada no município de Cedro, a qual destaca a importância da necessidade de que o processo de desinfecção ocorra de forma efetiva. Tendo em vista que em nenhuma das análises (da pesquisa) após o tratamento foi detectado a presença de cloro residual livre. Os resultados demonstraram que a água não apresentava condições de ser distribuída a população sem um tratamento adequado, já que foi detectado a presença de microrganismos patogênicos na água, colocando em risco a saúde dos consumidores. Havendo deste modo, a necessidade que o processo de desinfecção ocorra de forma satisfatória.

Tratando-se do ferro e manganês, por apresentarem comportamento químico semelhante, podem ter seus efeitos na qualidade da água abordados conjuntamente. Muito embora estes elementos não apresentem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas, vasos sanitários ou prejudicar determinados usos industriais da água) (BRASIL, 2014).

Dessa forma, a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece o valor máximo permitido de 0,3 mg/L para o ferro e de 0,1 mg/L para o manganês. Observa-se na Tabela 8, que os valores da amostra da água bruta de ambos os parâmetros encontram-se em conformidade com a portaria.

Tabela 8- Valor referente à análise da água bruta de Ferro e Manganês

AMOSTRA BRUTA	FERRO	0,03 mg/L
	MANGANÊS	0,1 mg/L

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Destaca-se que altas concentrações destes elementos (ferro e manganês) são também encontradas em situações de ausência de oxigênio dissolvido, como por exemplo, em águas subterrâneas ou nas camadas mais profundas dos lagos (FUNASA, 2014).

No que se diz respeito à amônia, está presente naturalmente nos corpos d'água como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água. É também, constituinte comum no esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (MENDONÇA E REIS, 2009).

Bastos (2013) diz que a amônia é considerada um poluente por ter efeitos tóxicos. No caso da água potável, a Portaria GM/MS nº 888/2021 limita uma concentração de amônia em 1,2 mg/L para água de consumo humano. De acordo com a Tabela 9, observa-se que a água bruta encontra-se dentro do limite estabelecido pela portaria.

Tabela 9- Resultados da Amônia e Fluoreto na análise da amostra bruta

AMOSTRA BRUTA	AMÔNIA	0,57 mg/L
	FLUORETO	0,26 mg/L

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

Quanto ao fluoreto, trata-se de um sal inorgânico carregado negativamente, sendo formado pela combinação de diversos elementos presentes no solo, no ar, na água e nas plantas. O VPM destacado na Portaria nº 888/2021 para fluoretos, é de 1,5 mg/L, o que corrobora que a análise da água bruta realizada para este parâmetro (TABELA 9) encontra-se dentro do estabelecido pela portaria (SIQUEIRA, 2016)

De acordo com os valores do laudo das análises da água bruta (Tabela 2), nitrito e alumínio não foram detectados. Entretanto a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece limites para o nitrito de 1 mg/L e para o alumínio de 0,2 mg/L.

Microrganismos patogênicos, que podem causar doenças em seus hospedeiros quando em condições favoráveis, são indicadores biológicos. Dentre eles destacam-se os vírus, bactérias e protozoários. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, caracterizando o quanto a água está contaminada e a potencialidade para transmissão de doenças (SPERLING, 2005).

A presença apenas de coliformes na água não representa perigo à saúde, mas pode indicar a presença de outros microrganismos causadores de problemas ao homem. Na água tratada, se houver a presença de coliformes totais (CT) sugere que o tratamento foi inadequado ou ocorreu contaminação posteriormente ao tratamento. Portanto, os CT podem indicar como está a eficiência do tratamento e a integridade da rede de distribuição (DERISIO, 2012; SPERLING, 2017).

A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece para água tratada que na saída do tratamento tenha ausência de coliformes totais (indicador de eficiência de tratamento) em 100 mL. De acordo com os resultados dos laudos, todas as amostras da ETA e da Rede apresentaram ausência de coliformes totais (Tabela 10).

Tabela 10- Resultados de Coliformes Totais e *Escherichia coli* da água tratada

AMOSTRA BRUTA			
COLIFORMES TOTAIS		<i>ESCHERICHIA COLI</i>	
ETA	Rede	ETA	Rede
AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

Fonte: SISAR – BSA, 2019.

A pesquisa de Oliveira *et al.* (2012) realizada no município de Limoeiro do Norte (CE), também apresentou ausência de CT em todas as amostras coletadas. Já a pesquisa de Silva (2021) realizada na comunidade Alto do Ferrão, em Itaiçaba (CE).os resultados das análises apresentaram presença de contaminação por CT, tanto para água que sai direto da fonte como também na saída da rede de distribuição. Não estando em conformidade com a legislação, e nesse sentido necessitando de medidas para o tratamento da água.

Em relação à *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo de Coliformes Termotolerantes, que é um subgrupo dos coliformes totais. O habitat primário de *E. coli* é o trato intestinal de homens e animais. Desta maneira, corpos d'águas com presença de *E. coli*, indicam contato dessa água com esgotos domésticos ou despejos de criação de animais (SPERLING, 2017).

Libânio (2010) afirma que as análises de detecção de *E. coli* na água bruta têm como objetivo avaliar a possibilidade da presença de protozoários ou outros patógenos para as águas da estação de tratamento. Deste modo, esse microrganismo funciona como um marcador da qualidade da água tratada e da eficiência do tratamento. Além disso, a *E. coli* auxilia na avaliação da integridade da rede de

distribuição. Nessa perspectiva, a Portaria GM/MS nº 888/2021 determina que a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *E. coli*.

Conforme os resultados dos laudos, todas as amostras da ETA e da Rede apresentaram ausência de *Escherichia coli* (Tabela 10), estando assim em conformidade com a a determinação da portaria. Resultado similar demonstrado na pesquisa de Oliveira (2012) onde os resultados das análises apresentaram ausência de *E. coli*. na água destinada para consumo humano do município de Limoeiro do Norte (CE).

3.3- O PAPEL DO SISAR PARA A CONTINUIDADE E AMPLIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM ÁREAS RURAIS

Na lacuna institucional dos serviços de saneamento básico em áreas rurais, surge em 1995, no Nordeste Brasileiro, o modelo SISAR/Central. A região apresentava fragilidades nas ações de gestão em saneamento, e no semiárido as dificuldades dos serviços eram ainda mais críticas, por fatores como, a difícil disponibilidade e obtenção de água, assim como a questão dos custos de manutenção dos sistemas. O modelo emerge através de iniciativas dos Governos Estaduais da Bahia e do Ceará, apoiados pelo financiamento do banco KFW (ROCHA, 2013).

Em 1995 no estado da Bahia, no município de Seabra, a primeira experiência é implantada, intitulada de Central das Associações para Manutenção de Sistemas de Abastecimento de Água. Em seguida (em 1996) se deu a segunda experiência, no estado do Ceará, no município de Sobral, sob o nome de Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR (ROCHA, 2013). Conforme Lima (2018) o modelo de gestão SISAR surgiu da necessidade de alcançar a garantia de que os sistemas implantados no programa KFW I pela CAGECE, chegassem no mínimo a uma vida útil planejada de 20 anos.

Seu crescimento e atuação passam a ganhar espaço nas agendas do estado, e objetivando garantir o desenvolvimento das atividades e programas, a CAGECE em 1999, criou a Gerência de Saneamento Rural - GESAR, para tratar das pautas do sistema e demais assuntos relacionados com o saneamento básico em áreas rurais (CORTEZ, 2013). Favorecendo assim a expansão do SISAR para muitas outras comunidades do estado.

Nessa perspectiva a maior expansão do modelo se deu justamente no Ceará, considerando que após cinco anos de sua criação, a CAGECE (em 2001) replicou o

modelo para todo o estado. Instituído assim mais sete (07) unidades, com a gestão sendo realizada por Bacia Hidrográfica. Tendo sedes nos municípios de, Sobral (Bacia do Acaraú), Itapipoca (Bacia do Curu e Litoral), Fortaleza (Bacia Metropolitana), Crateús (Bacia do Parnaíba) Quixadá (Bacia do Banabuíú), Acopiara (Bacia do Alto Jaguaribe), Russas (Bacia do Baixo Jaguaribe) e Juazeiro do Norte (Bacia do Salgado) (LIMA, 2018).

Como o modelo apresenta uma gestão compartilhada, as responsabilidades das atividades são divididas. Cabendo deste modo ao SISAR a execução de ações mais complexas de manutenção, como de, controle de qualidade da água, fornecimento de insumos em geral, faturamento e cobrança, além da realização de pequenas obras de expansão, e de toda a movimentação do trabalho social, educativo e de mobilização. Ficando sob a responsabilidade da comunidade (através do operador) supervisionar a operação do sistema, além de realizar manutenções mais simples, fazer a leitura de medidores, e a entrega das contas. Sendo esse trabalho local supervisionado pela diretoria da associação da comunidade (BANCO MUNDIAL, 2016).

No que se refere aos custos, os do SISAR englobam o pessoal, logística e todos os insumos de manutenção (dos sistemas das comunidades), e os custos locais que incluem o operador, energia e administração ficam a cargo da associação. Tendo assim um sistema de tarifa composta por duas partes, a do SISAR que é a tarifa pelo volume consumido (medido), e a local que é uma divisão das despesas (ROCHA, 2013)

O financiamento para a instalação dos sistemas nas comunidades é proveniente de empréstimos do KFW e do Banco Mundial para o Governo Estadual, havendo ainda subsídio federal da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. Tratando-se dos serviços de água, este apresenta um padrão que compreende a distribuição nos domicílios (rede e ramal), e o tratamento e controle de qualidade da água que abastece a comunidade (ROCHA, 2013).

No cenário nacional a gestão de pequenos sistemas em áreas rurais é um desafio para as companhias de saneamento. No entanto, a experiência positiva do SISAR vem refletindo em mudanças significativas no setor de saneamento rural, e este modelo tem se tornando referência para outros estados. Em 2018, o SISAR atendia (dos 184 municípios existentes no estado) 151 municípios, com 160.776

ligações, abastecendo assim uma população de 607.733 habitantes. Com a distribuição da água tratada observa-se a redução de doenças de veiculação hídrica, possibilitando deste modo, a melhoria da saúde e da qualidade de vida da população abastecida, além de favorecer a redução das migrações das áreas rurais, e de fortalecer a comunidade local (LIMA, 2018).

O sucesso do SISAR no Ceará se deve, de acordo com o Banco Mundial (2016), ao apoio do governo do estado e ao incentivo à adesão ao modelo. Quanto à sustentabilidade, assim como a eficiência financeira do modelo são, em partes, garantidas pelo suporte tecnológico da CAGECE, através de capacitações técnicas, inovações tecnológicas, manutenção de equipamentos, análise laboratorial, gestão de perdas e, em especial, da avaliação de desempenho dos serviços buscando a eficiência.

Cabe destacar que modelo de gestão do SISAR vem sendo operado no estado a mais de 20 anos, no entanto não há uma legislação que regularize a atuação do mesmo nos municípios. Nessa perspectiva, objetivando atender à Lei Estadual Complementar nº 162/2016, foi elaborada a proposta de arcabouço jurídico para tratar diretamente a prestação de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, tendo o SISAR/CE como delegatário desses serviços (TRATA BRASIL, 2018).

Conforme aponta Neto e Oliveira (2018), ainda existem entraves no que se refere à evolução das ações do SISAR. E mesmo com todos os avanços, observa-se fragilidades dos municípios em propiciar a gestão dos serviços rurais. Além do mais, ainda não se obteve apoio político significativo para replicar tal modelo em outras regiões, restringindo-se a atuação deste modelo de gestão, a região Nordeste. No entanto, apesar das fragilidades o SISAR é fundamental para que seja possível alcançar à universalização do acesso a água, cabendo mais esforços dos entes federados para que o projeto seja expandido.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos dados apresentados constatou-se que o Abastecimento de Água no Assentamento 10 de Abril, localizado no município de Crato, Ceará, é oriundo da gestão compartilhada entre a comunidade e o SISAR – BSA. No qual essa alternativa de gestão garante água tratada dentro dos padrões de potabilidade de água para

consumo humano, possibilitando assim, a melhoria da saúde e qualidade de vida da população abastecida.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGDRS) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), ao Grupo Interdisciplinar Interinstitucional de Pesquisa e Extensão em Desenvolvimento Sustentável, ao Laboratório de Extensão Rural do PPGDRS, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio com bolsas de Pós-Graduação nível mestrado.

REFERÊNCIAS

ALVES, Célia. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3. ed. Cap 1. Porto: Publindústria, 2010.

BANCO MUNDIAL. **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil**. 1ª Edição – Parte I Brasília – 2016 112p. Disponível em:<<https://documents1.worldbank.org/curated/en/378901479099282672/pdf/Parte-I.pdf>>. Acesso em 12 de jun 2020.

BASTOS, Maria Lopes. **Caracterização da Qualidade da Água Subterrânea – Estudo de Caso no Município de Cruz das Almas – Bahia**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. 75 p. 2013.

BRAGA, Fernando Pinto. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento da água do município Juiz de Fora - MG. 2014**. 61 p. Trabalho de conclusão de Curso (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 21 de junho de 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Caderno didático técnico para curso de gestão de sistemas de abastecimento de água em áreas rurais do Brasil/Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: Funasa. 77p, 2020.

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água**. 4 ed. Brasília, DF, 150 p. 2013.

BRASIL. Governo Nacional do Estado do Ceará. Lei Complementar nº 162, de 20 de junho de 2016. **Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa. 112 p, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde– (Série B. Textos Básicos de Saúde). – Editora MS – OS 2006/1029. 212p, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 212 p. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente do. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 - Conama. 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**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

BRASIL. Portaria nº 888 do ministério da saúde de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Anexo XX. **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 2021

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011. **Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "Água Para Todos"**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 27 jul. 2011.

CEARÁ. Decreto nº 32.024, de 29 de agosto de 2016. **Regulamenta a Lei Complementar nº 162, de 20 de junho de 2016**. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, Ceará. 2016.

CEARÁ. Decreto nº 33.784, 26 de outubro de 2020. **Institui comissão para adequação do marco regulatório do saneamento básico do estado do ceará, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, Ceará. 2020

CEARÁ. Lei Complementar nº 162, de 20 de junho de 2016. **Institui a política estadual de Abastecimento de água e de esgotamento sanitário no estado do ceará, entre outras atribuições**. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, Ceará. Série 3 Ano VIII nº 116 pp 12, 2016.

CORTEZ, Helder. **Modelo de Gestão SISAR Ceará**. Rio de Janeiro, RJ, 2015. Disponível em: <<https://abes-es.org.br/wp-content/uploads/2016/09/Apresentacao-modelo-de-gestao-sisar-ceara-outubro-2015.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

DE OLIVEIRA, Emanuel Neto Alves, *et al.* Qualidade da água para consumo humano ofertada na cidade de Limoeiro do Norte, Ceará. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.2, p.1-5, jun. 2012. (ISSN 1982-2871). Disponível em: <https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-06-2012/volume-6-numero-2-junho-2012/tca6201.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2021

DECRETO LEI Nº 152 DE 7 DE DEZEMBRO DE 2017. **Estabelece o regime da qualidade da água para consumo humano.** Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Diário da República, 1.ª série, de 7 de dezembro de 2017.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** 4 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012.

GUEDES, Laionel Feitosa, *et al.* Qualidade da água subterrânea distribuída em pequenas comunidades rurais do município de Cedro – Ceará. (2013). **Anais do III Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo.** Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27836>. Acesso em 03 de ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados. 2021.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/crato.html>. Acesso em: 01 jan. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Perfil municipal 2017.** Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Crato_2017.pdf. Acesso em: 01 jan. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Saneamento e Saúde. **Acesso à água nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil: Desafios e perspectivas.** 2018. Disponível em http://tratabrasil.org.br/images/estudos/acesso-agua/tratabrasil_relatorio_v3_A.pdf. Acesso em 12 de jun 2020.

LIMA, Marcondes Ribeiro. **Modelo de Gestão Sisar** - Confederação Sistema Integrado de Saneamento Rural - Sisar. Prêmio ODS Brasil 2018. Disponível em <http://www.sisar.org.br/wp-content/uploads/BibliotecaSisar/Artigos/SFL-Modelo-de-Gest%C3%A3o-SISAR-final.pdf>. Acesso em 12 de jun 2020.

MACEDO, Tatiane de Lourdes, *et al.* Análise Físico-Química e Microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari, RS. **Revista Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n.1, p.58-65, 2018.

NETO, Emanuel Moura Graça; OLIVEIRA, Natália Marques de. **O papel do SISAR na efetivação do dever constitucional de universalização do saneamento básico no meio rural.** JusBrasil. 2018. Disponível em <https://emanuelmoura.jusbrasil.com.br/artigos/640279600/o-papel-do-sisar-na-efetivacao-do-dever-constitucional-de-universalizacao-do-saneamento-basico-no-meio-rural>. Acesso em 12 de jun 2020.

NETO, José Lopes da Silva; PINTO, Maria Roberta de Oliveira. **Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de Pernambuco através do método volumétrico de Mohr.** Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia – ENECT, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 2012. Disponível em <http://docplayer.com.br/15657999-Analise-de-cloretos-da-agua-de-abastecimento-de-uma-cidade-localizada-no-estado-de-pernambuco-atraves-do-metodo-volumetrico-de-mohr.html>. Acesso em 12 de jul 2020.

PAVEI, Sabrina Ghellere. **Análises físico-químicas e microbiológicas da água bruta e tratada utilizada para abastecimento do município de Florianópolis.** 2006; 53 p; Trabalho apresentado na disciplina Estágio Supervisionado como requisito para

o título de Bacharel em Química, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

REIS, José Antonia Tosta dos; MENDONÇA, Antônio Sérgio Ferreira. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng. Sanit. Ambient.** vol.14 n.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2009.

ROBERTO, Marília Lima. Monografia: **Avaliação da Qualidade da Água Bruta, Tratada e Distribuída de Um Estabelecimento Produtor e Comercializador de Alimentos.** Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Farmácia – UFJF, 2018.

ROCHA, Wilson Dos Santos. Estudo de caso do modelo de gestão de água potável e saneamento rural denominado “Sistema Integrado de Saneamento Rural” (SISAR) no Brasil -- (**Nota técnica do BID ; 589**). Banco Interamericano de Desenvolvimento. Divisão de Água e Saneamento. II. Título. III. Série. IDB-TN-589. 2013.

SECRETARIA DAS CIDADES DO GOVERNO DO ESTADO DO CEARA - SCIDADES. **Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.** 2017. Disponível em: <<https://www.cidades.ce.gov.br/2017/06/28/politica-estadual-de-abastecimento-de-agua-e-esgotamento-sanitario/>>. Acesso em 12 de jun 2020.

SILVA, Luciano de Oliveira. Análise da qualidade da água subterrânea para abastecimento público: Estudo de caso na comunidade Alto do Ferrão, em Itaíçaba - CE. **Trabalho de conclusão de curso (graduação).** Curso de Engenharia Civil – Universidade Federal do Ceará, Campus Nova Russa. 55p, 2021.

SIQUEIRA, Lauda Monografia: **Análise da qualidade da água para fins de abastecimento público no rio pardo, município de Ourinhos-SP. 2016.** – UNESP. 2016.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos. 3. ed.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

VITÓ, Camila Vieira Goudinho, *et al.* Avaliação da qualidade da água: Determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região Noroeste Fluminense. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 7, n. 2, p. 59-75, 2016.

YAMAGUCHI, Mirian Ueda, *et al.* Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá, PR. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 312–320, 2013. Acesso em: 27 jul. 2019.