



T03

## **AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS QUALITATIVOS DA ÁGUA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE DELMIRO GOUVEIA – ALAGOAS**

**RESUMO:** *Consumir uma água de qualidade é fundamental para a manutenção da saúde e influencia diretamente diferentes aspectos sociais como economia e educação. Todavia, vários fatores podem afetar, desde a saída da estação de tratamento até o consumidor final, a qualidade da água distribuída pelos sistemas ou alternativas de abastecimento coletivo. Dessa maneira, esse trabalho visa monitorar a qualidade da água na rede urbana de abastecimento da cidade de Delmiro Gouveia/AL, baseado na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e da Portaria N° 2.914 ambas do Ministério da Saúde e analisar os dados de qualidade de água disponibilizados pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL). Com o estudo desses dados, a partir dos parâmetros cloro residual, turbidez, coliformes totais e Escherichia coli, é possível ter um panorama geral da situação do abastecimento de água na cidade, sem a utilização de outras análises, o que tornaria o processo de monitoramento mais trabalhoso e dispendioso. O diagnóstico final encontrado nesse estudo é uma água distribuída na cidade que no geral apresenta valores extremamente satisfatórios de qualidade, obedecendo os parâmetros fixados pelas normas supracitadas para os parâmetros cloro residual, turbidez e Escherichia coli. Contudo, quanto aos coliformes totais, ainda apresenta uma quantidade significativa de amostras fora dos padrões exigidos. Em suma, o produto final distribuído pela Companhia de Saneamento de Alagoas é adequado e seguro ao consumo.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Abastecimento de água, qualidade da água, cloro residual, coliformes termotolerantes.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Aliado ao crescimento demográfico as redes de distribuição de água também se expandem, tal fato influencia diretamente nas estações de tratamento de água e nos demais componentes do sistema de abastecimento, aumentando o risco de possíveis contaminações. Além disso, o aumento da poluição dos mananciais de captação é outro fator que influencia na qualidade da água distribuída. A empresa de distribuição deve estar ciente de tais variáveis e atuar de maneira preventiva, garantindo qualidade e quantidade satisfatórias da água distribuída. Devido à natureza solvente da água, esta atua como veículo de substâncias e microrganismos que, dependendo de sua concentração, podem ser prejudiciais à saúde humana. Monitorar a qualidade da água é fundamental como prevenção de possíveis contaminações, garantindo que esta é inócua para o seu consumidor.

### **2. METODOLOGIA**

#### **2.1 Área de estudo**

Delmiro Gouveia, cidade sede do Campus do Sertão da Universidade Federal de Alagoas, está localizada na microrregião alagoana do Sertão do São Francisco. De acordo com o IBGE (2018) o



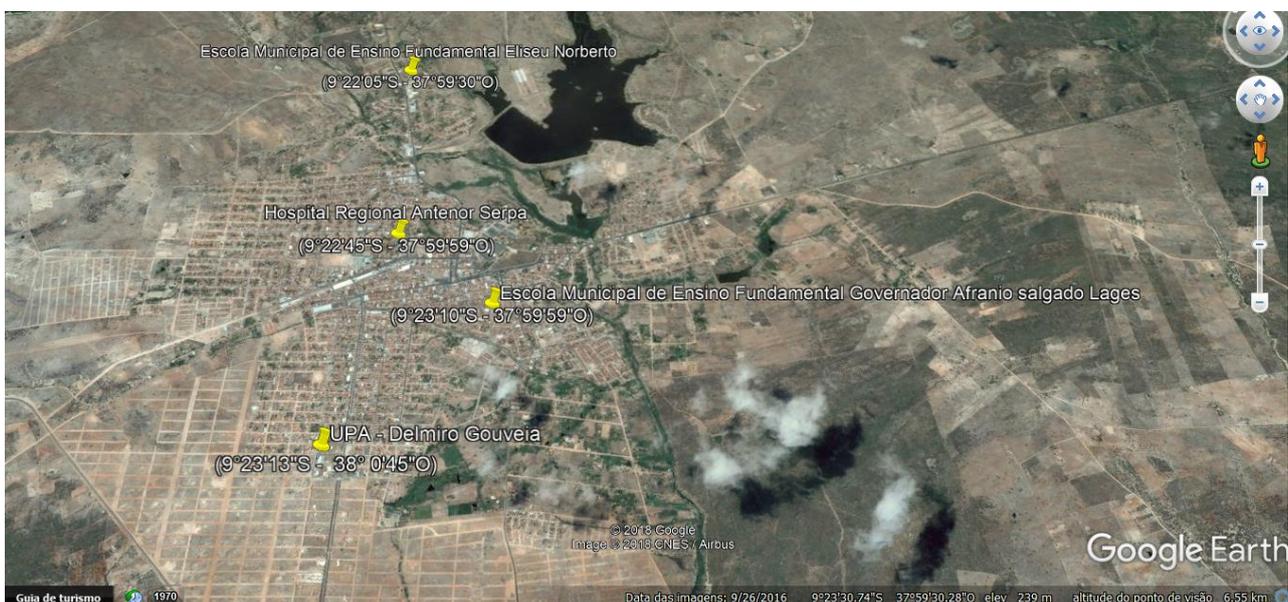
município tem uma população estimada para o ano de 2017 em 52.597 habitantes, a décima maior população do estado e maior de microrregião.

De acordo com a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) a água que abastece o município é captada do Rio São Francisco e tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Coletivo do Sertão, tal sistema, cuja unidade de negócios está instalada em Delmiro Gouveia, distribui água para mais sete municípios da região. O volume total diário de água tratada estimado em 25.800 m<sup>3</sup>, sendo 13.800 m<sup>3</sup> destinados à Delmiro Gouveia. A ETA compacta funciona 24 horas por dia com uma vazão média de 330 L/s. Para avaliar a qualidade da água na cidade, procedeu-se até o escritório da CASAL a fim de obter os dados disponibilizados pela empresa, visto que os disponíveis no site para o município estão, até então, desatualizados. Para comparar com os valores aferidos por esse trabalho, foram utilizados apenas os dados da CASAL captados na zona urbana da cidade, descartando os pontos espalhados na zona rural.

## 2.2 Pontos de coleta

Para as análises próprias, foram escolhidos quatro localidades na zona urbana da cidade de acordo com os critérios estabelecidos pela Portaria N<sup>o</sup>2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Para as escolhas dos locais deve haver uma combinação entre aspectos hidráulicos, como pontas de redes, saída de reservatórios e pontos de queda de pressão, e locais estratégicos, como pontos de grande circulação e com grupos populacionais de risco. Outro parâmetro utilizado na escolha dos pontos de coleta é que estes sejam em comum com os pontos coletados pela CASAL. Desta maneira foram escolhidas as seguintes localidades: Hospital Regional Antenor Serpa (Tv. Mário Pereira – Centro), Unidade de Pronto Atendimento de Delmiro Gouveia (Av. Luiz Luna Torres – Bairro Novo), Escola Municipal de Ensino Fundamental Eliseu Norberto (Rua Manoel Ribeiro – Bom Sossego) e Escola Municipal de Ensino Fundamental Governador Afrânio Salgado Lages (Conj. Residencial Rui Palmeira – Cohab Velha). A figura 1, é uma imagem de satélite obtida a partir do software Google Earth, nela estão distribuídos geograficamente cada um dos pontos de coleta:

Figura 1- Imagem de satélite mostrando a distribuição dos pontos de coleta de amostras em Delmiro Gouveia



Fonte: Google Earth, 2018.



### 2.3 Parâmetros de estudo e quantidade e frequência das amostras

Os parâmetros estudados e frequência de amostragem desse trabalho estão de acordo com o plano de amostragem básico da Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano (VIANA *et al.* 2014). Os aspectos microbiológicos resumem-se à quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli*, ademais, estão presentes os padrões organolépticos cloro residual livre e turbidez. Esses quatro parâmetros analisados são fundamentais como indicadores básicos da qualidade da água distribuída. Além desses, o plano de amostragem básico também inclui a análise de fluoreto, devido a sua importância ligada a saúde bucal. Contudo, devido à limitações nas instalações laboratoriais do Campus do Sertão e a falta de laboratórios especializados na região, esse item ficou de fora desse estudo. Ainda assim, os parâmetros que foram utilizados são suficientes para uma análise microbiológica satisfatória. Em caso de não adequação das amostras à esses itens, ou surtos de doenças comprovadamente veiculadas pela água de abastecimento, estudos mais específicos devem ser realizados.

A Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano (VIANA *et al.* 2014) traz no seu plano de amostragem básico a quantidade mínima mensal de amostras em função da população da cidade, com valores estimados em 52.597 habitantes em 2017 (IBGE, 2018), o número mínimo é de 11 amostras mensais para Delmiro Gouveia. Desta forma, optou-se por fazer a coleta em todos os quatro pontos, uma vez por semana, por três semanas seguidas, obtendo um valor final de 12 amostras coletadas para cada parâmetro de estudo.

### 2.4 Coleta das amostras

Todo o processo de coleta das amostras foi baseado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO *et al.* 2011). Inicialmente, após a escolha dos locais de estudo, procedeu-se o trabalho de visita prévia, solicitando a autorização dos responsáveis para a captação e análise da água. O processo de coleta das amostras foi realizado em três semanas, entre o final de março e a metade de abril de 2018, apenas um vez na semana, no dia escolhido, todos os lugares definidos eram visitados para a amostragem. Antes de cada incursão aos locais, era realizado um processo de planejamento contendo entre outras medidas: preparação da tabela de organização das amostras, separação e etiquetagem dos recipientes de coleta, preparação do recipiente de armazenamento das amostras coletadas, verificação dos materiais para análise de cloro residual livre e demais acessórios. Devido à dificuldade de encontrar material especializado de coleta de água na região, o laboratório responsável pela análise dos parâmetros microbiológicos recomendou a utilização de garrafas de água mineral para a captação das amostras, desde que se procedesse com cuidado na hora de manusear o recipiente de maneira a não haver contaminação. Apesar da improvisação, o procedimento está de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO *et al.* 2011).

Desta maneira, as coletas ocorreram sempre no final da tarde, as amostras após coletadas e rotuladas foram colocadas em caixa de isopor com gelo para no dia seguinte serem enviadas para o laboratório em Garanhuns/PE. De tal modo, respeitou-se o prazo de validade das amostras, que foram analisadas ainda na manhã do dia que foram enviadas. Para cada ponto de coleta foram recolhidas duas amostras, uma para análise microbiológica e a outra para turbidez e ainda no local, aferido o cloro residual livre. As amostras para o ensaio de turbidez depois de coletadas foram



armazenadas até o dia que foram encaminhadas ao laboratório do Campus do Sertão, onde foram realizadas as suas devidas análises. De modo a garantir segurança, caso houvesse alguma perda, em cada garrafa foram coletados cerca de 400 mL, o espaço restante serve para homogeneizar a amostra. Após a escolha de uma torneira cuja alimentação viesse diretamente da rede de distribuição, e inspeção para encontrar algum possível vazamento ou contaminação, esta era aberta à meia seção para evitar respingos. Após a abertura deixava-se a água escorrer entre dois a três minutos, para evitar a água estagnada na tubulação. Com o auxílio de uma luva de borracha, visando evitar algum tipo de contaminação por contato manual, procedeu-se a coleta da amostra, garantindo nenhum contato do coletor com a torneira ou do responsável pela coleta com a água. Imediatamente depois, o coletor foi fechado e guardado sob abrigo contra a luz e também resfriado para as amostras microbiológicas.

## 2.5 Metodologias de análise

De acordo com Brandão *et al.* (2011) o cloro residual livre pode estar “presente na forma elementar dissolvida ( $Cl_2$ ), ou como ácido hipocloroso ( $HClO$ ), ou como íon hipoclorito ( $ClO^-$ )”. Devido à natureza volátil do cloro, ele se degrada facilmente, desta maneira existe a necessidade da medição do cloro residual livre ainda em campo. A utilização de estojos de testes é uma solução rápida e barata para a obtenção de valores de cloro residual livre e pH. Em cada coleta era aferido o cloro residual, sendo a primeira análise a ser feita e de resultado quase imediato. O processo consta em captar um pouco da água em uma célula comparadora graduada com os valores de cloro e pH, em seguida, adiciona-se os reagentes, fecha-se as tampas e agita o objeto afim de homogeneizar a mistura. Sobre um fundo preferencialmente branco, compara-se a cor da água captada com a escala graduada, anotando o valor na tabela de controle. Em cada coleta era aferido o cloro residual por três vezes, a fim de evitar algum possível erro. Em nenhum ponto ocorreu de as três aferições terem valores diferentes de concentração, sendo no máximo dois, para esses casos, que foram uma minoria, o valor que divergia dos outros era desconsiderado.

Para as análises microbiológicas as amostras foram enviadas para Garanhuns-PE, para o laboratório LAMEN, acreditado pela CGCRE/INMETRO (CRL 0857) e reconhecido pela Rede Metrológica de Pernambuco (REMEPE), todas certificações baseadas na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Toda a metodologia e análises do laboratório estão de acordo com a norma internacionalmente aceita Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

A análise de turbidez das amostras ocorreu no dia 11 de abril no laboratório de saneamento do Campus do Sertão em Delmiro Gouveia, desta forma, todas as doze amostras foram analisadas de uma vez com o auxílio do técnico responsável pelo laboratório. Para o procedimento utilizou-se o turbidímetro Modelo DLT-WV com N° de série 02181866 da empresa DEL LAB. A calibração do aparelho veio de fábrica, baseada na Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition, método 2130 – B, letra ‘b’. Antes de cada análise a amostra era homogeneizada e utilizada para limpar o interior da cubeta, lavando-a duas vezes antes de preenche-la e leva-la até o aparelho, dessa forma evitando possível erro por resquícios de turbidez da análise anterior feita. Em poucos segundos o valor era mostrado no visor digital do aparelho e anotado em uma tabela de controle. Visando maior precisão, cada amostra foi analisada três vezes, dispensando o valor mais discrepante e tirando a média simples dos outros dois.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A organização dos dados obtidos estão divididas em dois subitens, de acordo com a natureza das análises, um são os dados obtidos CASAL e disponibilizados pelas mesma e o outro são os dados das análises próprias desenvolvidas nesse trabalho

#### 3.1 Análise dos dados disponibilizados pela CASAL

A partir dos dados obtidos em conjunto com a Companhia de Saneamento de Alagoas foi elaborada a tabela 1, que resume oito tabelas com valores dos parâmetros microbiológicos de qualidade de água aferidos pela CASAL em onze localidades por toda área urbana do município de Delmiro Gouveia, entre os meses de junho a dezembro de 2017

Tabela 1: Relação dos valores aferidos pela CASAL de parâmetros microbiológicos na rede de distribuição e reservatórios em Delmiro Gouveia

Mês	<i>Parâmetros</i>				
	Coliformes Totais			<i>E. coli</i>	
	Amostras		Razão de conformidade	Amostras	
Amostras em conformidade	não conforme	em conformidade		não conforme	
Junho	37	3	92,50%	40	0
Julho	40	0	100,00%	40	0
Agosto	39	0	100,00%	39	0
Setembro	24	8	75,00%	32	0
Outubro	30	1	96,77%	31	0
Novembro	19	3	86,36%	22	0
Dezembro	27	3	90,00%	30	0

Fonte: O autor (2018).

De acordo com a Portaria N° 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) para sistemas ou soluções alternativas coletivas quem abastecem mais de 20.000 habitantes o Valor Máximo Permitido (VMP) para coliformes totais é a ausência em 100 mL em 95% das amostras analisadas no mês. Como pode-se notar na tabela 1, esse requisito foi atendido nos meses de julho, agosto e outubro, enquanto junho, setembro, novembro e dezembro ficaram com valores inferiores ao VMP. Resultado mais notável está em setembro, onde de cada 4 amostras coletadas, uma apresentava contaminação por coliformes totais, mesmo tratando-se de um mês onde todas as amostras de cloro residual ficaram de acordo com o solicitado pela Portaria, ver tabela 2.

De acordo com o Art. 27 da Portaria N° 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) quando detectadas nas amostras presença de coliformes totais, deve-se coletar novas amostras no ponto de coleta e em pontos a jusante e montante destes em dias sucessivos até encontrar resultados satisfatórios e proceder com medidas corretivas. Neste aspecto, a empresa peca, não mostrando se houve alguma coleta nos dias sucessivos em casos de contaminação nos pontos, como solicitado pela Portaria. Esse resultado das novas coletas são fundamentais, pois, não é aceitável novos indícios de contaminação.



Para os valores de E. coli, a Portaria não tolera nenhuma amostra com indicativos desse microrganismo, visto que, são os melhores indicativos de contaminação fecal (BASTOS *et al.* 2002, p.9). Neste aspecto, os resultados dispostos na tabela 1 são extremamente satisfatórios. A tabela 2 traz os resultados de cloro e turbidez coletados na zona urbana de Delmiro Gouveia entre os meses de junho e dezembro de 2017.

Tabela 2: Relação dos valores aferidos pela CASAL de parâmetros cloro residual e turbidez na rede de distribuição e reservatórios em Delmiro Gouveia

Mês	Parâmetros						
	Cloro Residual Livre				Turbidez		
	Amostras em conformidade	Amostras não conforme	Menor valor medido (mg/L)	Maior valor medido (mg/L)	Amostras em conformidade	Amostras não conforme	Maior valor medido (uT)
Junho	39	1	0,5	2,5	40	0	2,67
Julho	40	0	2,0	2,0	40	0	3,28
Agosto	39	0	0,5	2,0	39	0	2,64
Setembro	32	0	0,5	2,0	32	0	1,64
Outubro	29	2	0,0	2,0	31	1	17,1
Novembro							
o	17	5	0,0	2,0	22	1	6,1
Dezembro	30	0	0,5	2,0	30	3	8,83

Fonte: O autor (2018).

Segundo o Art. 34 da Portaria N° 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) em toda a sistema de abastecimento (reservatório e rede) deve haver um valor mínimo de 0,2 mg/L de cloro residual. Para os valores máximos é recomendado 2 mg/L de cloro residual livre na água, valores acima desse resultado já apresentam modificações nas propriedades organolépticas. Todavia, é permitido até o valor de 5 mg/L. Nesse aspecto, será considerado, assim como faz a CASAL, o valor limite 2 mg/L. Baseado nisso, o valores como um todo são considerados satisfatórios, com exceção do meses de outubro e novembro, os demais meses apresentaram apenas 1 amostras fora de conformidade, sendo elas apenas um aumento na concentração chegando a valores ainda seguros de 2,5 mg/L. Sem embargo, outubro e novembro apresentaram resultados mais preocupantes, com 7 das 53 amostras não apresentaram nenhuma concentração de cloro residual, o que pode facilitar a contaminação das águas de distribuição.

O VMP para turbidez nas redes de distribuição fixado no anexo X da Portaria N° 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que trata do padrão organoléptico, é de 5,0 uT (unidade de turbidez). Valores altos de turbidez são facilmente detectáveis pela população em geral, que pode recusar a água devido a esse fator. Nas amostras analisadas na tabela 9 apenas 5 do total apresentaram valores de turbidez acima do permitido. Destaque para o mês de outubro com o alto valor de 17,1 uT, mesmo que uma amostra demonstre apenas um incidente isolado, e também para dezembro que demonstrou a maior quantidade de amostras fora do VMP.



### 3.2 Análises próprias realizadas

Durante a coleta das amostras foram elaboradas fichas de coletas para o controle de cada amostra, nelas foram descritos os valores de cloro residual aferidos. As mesmas fichas também foram fundamentais para a organização durante o processo de análise de turbidez. Com esses valores em mãos assim como os laudos das análises microbiológicas realizadas pelo laboratório Lamen, foi possível sintetizar os dados na tabela 3.

Tabela 3- Resultados das análises realizadas

Local	Total de amostras por parâmetro	Amostras fora dos valores limites			
		Coliformes totais	<i>E. coli</i>	Cloro residual	Turbidez
Unidade de Pronto Atendimento de Delmiro Gouveia	03	0	0	0	0
Escola Municipal de Ensino Fundamental Governador Afranio Salgado Lajes	03	0	0	01	0
Hospital Regional Antenor Serpa	03	0	0	0	0
Escola Municipal de Ensino Fundamental Eliseu Norberto	03	0	0	0	0

Fonte: O Autor (2018)

Nota-se o resultado satisfatório do monitoramento feito, com unicamente uma amostra fora dos padrões estabelecidos de cloro residual.

### 4. CONCLUSÕES

O acesso à informação pelo o consumidor é fundamental, além de ser um direito garantido por lei, nesse aspecto, a CASAL não é tão eficiente, visto que em seu site os dados da região de Delmiro Gouveia são ainda de 2016 até a elaboração desse presente trabalho. Outro ponto que deveria ser abordado e disponibilizado ao público é se houve ou não o processo de nova coleta de amostras quando a anterior foi considerada com presença de coliformes totais e quais medidas foram tomadas para corrigir essa falha. Quanto a qualidade da água disponibilizada, a Companhia de Saneamento de Alagoas faz um trabalho satisfatório. Em nenhuma das amostras coletadas, tanto pela empresa quanto nesse trabalho, houve contaminação por *E. coli*, principal indicador biológico de contaminação fecal (BASTOS *et al.* 2002, p.9), apesar de constante contaminação, na maioria dos meses avaliados, por coliformes totais. Os valores disponibilizados de coliformes são mais alarmantes, chegando a 25% de contaminação das amostras coletadas no mês de setembro de 2017, valores consideravelmente altos.

Quanto aos coliformes totais, há uma divergência entre os dados coletados nesse trabalho e os disponibilizados pela empresa, essa divergência pode ser um sinal de melhoria da qualidade da água nesse período avaliado ou insuficiência de amostras exigidas pelo Plano de Amostragem Básico de Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano da Secretaria de Vigilância em Saúde do



Ministério da Saúde tomado como base para análises feitas nesse trabalho. Apenas novos trabalhos ou novas análises de dados da CASAL, quando forem disponibilizados, podem resolver essa questão. Quanto à turbidez, ambos resultados são satisfatórios, salvo casos isolados que por si só não são motivos de preocupação, visto que não se repetem no tempo, apresentando valores majoritariamente bem menores que o limite de 5,0 uT estipulado pela Portaria N° 2.914.

Os valores de cloro residual livre são satisfatórios em ambos conjuntos, salvo no mês de novembro quando foi registrado cinco amostras sem nenhuma quantidade cloro residual. Contudo, esse valor não dá indícios contundentes de contaminação por falta de cloração, se comparar a quantidade de amostras em conformidade de coliformes totais de novembro com dezembro, mês que todas as amostras de cloro residual estiveram em conformidade, percebe-se que os valores de contaminação por coliformes são bastante próximos nos dois meses.

As análises realizadas por esse trabalho como ferramenta de monitoramento da qualidade da água, se avaliadas separadamente dos valores disponibilizados pela CASAL, são extremamente satisfatórias, de todas as amostras dos quatro parâmetros estudados apenas uma ficou fora do padrão exigido pela Portaria N°2.914.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, R. K. X. et al. “*Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações.*” In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cancún-MEX. 2002.

BRANDÃO, C. J. (org.) et al. “*Guia nacional de coleta de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.*” Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA. 2011.

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.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. Unidade de negócios do sertão. Disponível em: < <http://casal.al.gov.br/u-n-sertao/>> Acesso em: 20 de mar. de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades: Delmiro Gouveia. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/delmiro-gouveia/panorama>> Acesso em 19 de mar. de 2018.

VIANA, D. B.; DANIEL, M. H. B.; MAGALHÃES, T. B. “Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.