

I-283 - LIMITES E ALCANCES DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA ÁREA RURAL

Andrêssa Rezende Pereira⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Renata de Oliveira Pereira

Professora Doutora- Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Ana Silvia Pereira Santos

Professora Doutora - Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - DESMA/UERJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua Barão de Três Ilhas, 81 – São José das Três Ilhas – Belmiro Braga - MG - CEP: 36126-000 - Brasil - Tel: (32) 3512-0608 - e-mail: andressa.rezende@engenharia.ufjf.br

RESUMO

Atualmente no país verifica-se o grande déficit sanitário, principalmente em áreas rurais, onde os recursos são mais escassos devido ao afastamento das sedes municipais. O abastecimento de água nestas regiões é precário, pois em primeira instância tem-se a busca por água em quantidade, sendo que a qualidade desta água, por vezes, fica negligenciada. Sendo assim, buscou-se neste estudo verificar os sistemas de abastecimento de água em sete comunidades rurais do município de Belmiro Braga – MG, sendo estas com população inferior a 300 habitantes. As comunidades utilizam poços e nascentes como mananciais, e existe rede de abastecimento de água, porém o sistema não possui tratamento e nem mesmo a etapa de desinfecção é realizada, como um item obrigatório conforme especificado pela Portaria nº2914/2011. Dentre os parâmetros analisados, a turbidez e cor foram os de maior destaque, pois verificaram-se valores acima do permitido pela Portaria nº2914/2011, indicando a necessidade de tratamentos como a dupla filtração e o tratamento convencional. Indica-se também um estudo mais aprofundado sobre os parâmetros necessários para escolha e implantação destas tecnologias de tratamento. No âmbito nacional, destaca-se que apesar das comunidades rurais estarem localizadas próximas aos grandes centros urbanos estas possuem limitações e dificuldades de operar e implantar sistemas de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Abastecimento Rural, Sistema de Abastecimento, Portaria 2914/2011.

INTRODUÇÃO

A oferta dos serviços básicos de saneamento como o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a drenagem urbana e o gerenciamento de disposição final de resíduos sólidos garantem a salubridade ambiental. Com relação ao abastecimento de água na qualidade e quantidade adequada, seguindo as especificações da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, este serviço evita a exposição da população aos microrganismos patogênicos, diminuindo assim a possibilidade de doenças de veiculação hídrica.

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2012 (SNIS, 2014), o índice de atendimento de redes de abastecimento de água no Brasil é de 82,7% incluindo a população urbana e rural, sendo que no caso do estado de Minas Gerais, este mesmo índice é de 87,0% (TRATA BRASIL, 2014).

Vale ressaltar que estes índices relacionam tanto os valores referentes às regiões urbanas quanto às regiões rurais, porém sabe-se que em áreas rurais estes índices de abastecimento de água por rede são bem inferiores, já que boa parte da população capta água diretamente em fontes, muitas das vezes insalubres.

De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Amostra em Domicílios – PNAD (2012), divulgada pela Fundação Nacional da Saúde - FUNASA, apenas 33,2% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. Nos demais domicílios rurais (66,8%), a população

capta água diretamente em chafarizes, poços e cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas geralmente inadequadas para consumo humano.

Nas últimas décadas, observou-se no Brasil um aumento considerável da utilização de água subterrânea para o abastecimento público. Cabe destacar que grande parte das cidades brasileiras com população inferior a 5.000 habitantes, possui condições de recepção de água proveniente de reservas subterrâneas. Isso ocorre devido ao fato de que as reservas subterrâneas geralmente apresentam água de melhor qualidade e um custo menor de captação, adução e tratamento (SABESP, 2014).

Neste contexto, o presente estudo visa evidenciar as limitações dos sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais, utilizando o estudo de caso do município de Belmiro Braga – MG.

MATERIAIS E MÉTODOS

a) Local de estudo

De acordo com o Censo 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o município de Belmiro Braga possui 3.403 habitantes divididos em 1.089 domicílios. A distribuição dessa população se organiza da seguinte forma: o distrito sede de Belmiro Braga e as comunidades rurais de Fortaleza, Vila Klabin, Vila São Francisco, Sobragy, Três Ilhas, Porto das Flores e São José das Três Ilhas. Aproximadamente 67,7% da população viviam na zona rural e distritos, os outros 32,3% encontravam-se na sede do município.

b) Caracterização das fontes de abastecimento

No presente estudo avaliaram-se apenas as comunidades rurais, já que as águas de abastecimento destas não passam por nenhum tipo de tratamento. Para a caracterização das fontes de abastecimento de água, inicialmente realizou-se um levantamento da localização dos poços e nascentes que abastecem as sete comunidades rurais através do uso do GPS map 76CS x Garmin. Na Figura 1 é mostrada a localização das sete fontes de cada comunidade.

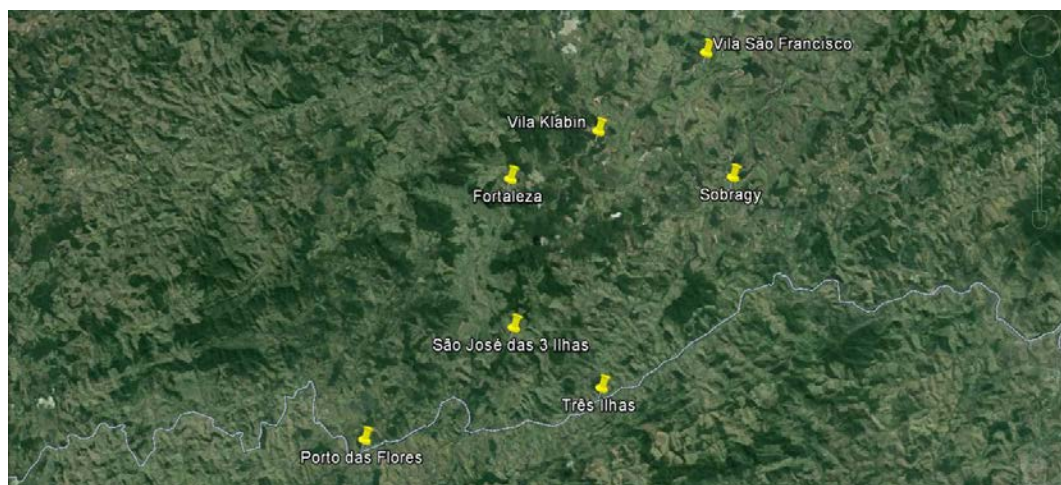


Figura 1: Distritos do município de Belmiro Braga

Fonte: Google Earth (2014)

Realizou-se também uma investigação sobre o tipo de manancial de abastecimento. Nos sete distritos, o abastecimento de água ocorre de forma semelhante. Em cinco das sete comunidades, a água é captada em mananciais subterrâneos através de bombeamento, sendo transportada para um reservatório, onde ocorre distribuição da água através das redes de abastecimento. Nos distritos de Vila Klabin e Três Ilhas, a reservação e distribuição da água ocorrem da mesma forma, porém utilizam-se nascentes como mananciais. Nestas duas comunidades, assim que a água das nascentes chega à superfície, esta é captada e levada até o reservatório de distribuição.

c) Planejamento experimental e análise de amostras

Realizaram-se duas campanhas de amostragem nos dias 21 de abril e 20 de maio do ano de 2014, todas iniciadas às 8 h da manhã. Devido às grandes distâncias entre os sete locais de amostragens, realizou-se o transporte de carro com tempo entre as coletas de aproximadamente 30 min. A rota para a coleta das amostras iniciou-se na comunidade de São José das Três Ilhas, seguindo por Fortaleza, Vila Klabin, Vila São Francisco, Sobragy, Três Ilhas, Porto das Flores, sendo que a última amostra foi coletada na localidade de onde a rota começou. A distância total percorrida em cada campanha de amostragem chegou a aproximadamente 70 km.

As coletas das amostras foram do tipo simples, feitas em torneiras ligadas diretamente à rede coletiva de distribuição de água, sendo assim localizadas após os reservatórios de cada localidade, porém antecedendo a chegada até as residências. Utilizaram-se garrafas de 510 mL limpas e estas foram numeradas em 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, correspondendo, respectivamente, às fontes dos distritos de Fortaleza, Vila Klabin, Vila São Francisco, Sobragy, Três Ilhas, Porto das Flores e São José das Três Ilhas. Posteriormente cada amostra foi preservada em isopor com gelo e levadas para análise no dia seguinte à coleta no Laboratório de Mecânica dos Fluidos da Faculdade de Engenharia da UFJF. As etapas de amostragem e preservação de amostras seguiram as especificações da NBR 9898/1987, que determina para cada parâmetro a ser analisado o tipo de frasco, volume mínimo, o tipo de amostra, a preservação e o prazo de análise.

Os parâmetros analisados foram: pH, cor (uH), turbidez (uT), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), sólidos dissolvidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e salinidade (%). No caso da cor, esta pode ser dividida em cor verdadeira, proveniente das partículas dissolvidas na mesma, e em cor aparente, que é influenciada pela presença de sólidos suspensos. No presente estudo, a cor avaliada faz referência à cor aparente analisada pelo medidor de cor Alfabak. O pH, condutividade, salinidade e SDT foram medidos através da Sonda Multiparâmetro Hanna HI9828, enquanto que para a turbidez, utilizou-se o turbidímetro DLT-WV Del Lab. Para realização das medições, todos os aparelhos foram calibrados.

Para a obtenção dos valores médios encontrados para pH, condutividade elétrica, salinidade e sólidos dissolvidos totais a leitura da sonda foi realizada em triplicata, sendo estas anotações espaçadas em 30 segundos. Posteriormente, calculou-se a média aritmética e seu respectivo desvio padrão.

A turbidez foi analisada em triplicada. Para a análise da cor foram realizadas apenas duas repetições na primeira amostragem e uma leitura na segunda amostragem, devido a problemas com o aparelho. Para todas as amostras calcularam-se a média aritmética e do desvio padrão quando possível.

RESULTADOS

a) Avaliação do sistema de abastecimento de água

De acordo com as definições da Portaria nº 2914/2011, a forma de abastecimento das comunidades rurais do município de Belmiro Braga não pode ser classificada como solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano, considerando que os distritos possuem rede de distribuição de água. Sendo assim, a distribuição de água à população das comunidades rurais ocorre de forma irregular, já que esta não passa por nenhum processo de desinfecção, que é o tratamento mínimo exigido pela Portaria 2914/2011 para o sistema de abastecimento de água.

A Portaria 2914/2011 também estabelece que, para que se realize a desinfecção da água através da cloração e se obtenha o tempo de contato mínimo entre a água e o composto químico, devem ser levados em conta a concentração de cloro residual livre a ser mantida, o pH e a temperatura da água. Indica-se então, a realização de um estudo para averiguar as condições ideais para a desinfecção com cloro, caso este seja o desinfetante a ser escolhido para a etapa de desinfecção.

A legislação determina também a concentração de fluoreto na água, a fim de se evitar problemas dentários. Como normalmente os mananciais subterrâneos são propícios a possuírem flúor em sua composição, uma análise a respeito da concentração deste nas fontes de abastecimento será necessária. Se a concentração encontrada não estiver dentro da faixa determinada pela Portaria 2914/2011, deverá ser empregado o processo de fluoretização, através da adição de compostos de flúor à água.

Apesar da necessidade de utilização dos processos de desinfecção e fluoretização, verifica-se que estes estão relacionados a uma série de limitações quando são aplicados em sistemas de abastecimento de água em áreas rurais. Nestas regiões, a falta de mão-de-obra especializada dificulta o emprego destes processos, já que

durante a operação do sistema, deve-se ter um rígido controle de dosagem destes compostos a fim de garantir as concentrações estabelecidas pela legislação.

De forma a analisar as condições dos mananciais, verificou-se que são utilizados cinco poços subterrâneos e duas nascentes. Apesar da maioria dos poços estarem isolados através de cercas, estes apresentaram no entorno vegetação em excesso e quantidade significativa de lixo. Em nenhum dos cinco poços foi encontrada torneira que possibilitasse a coleta de água antecedendo a rede. Já as duas nascentes estão localizadas dentro de matas, em locais de acesso limitado onde ocorre a canalização da água. Segundo informações da população, estas nascentes são bem preservadas pelos proprietários rurais.

b) Qualidade das águas de abastecimento das comunidades

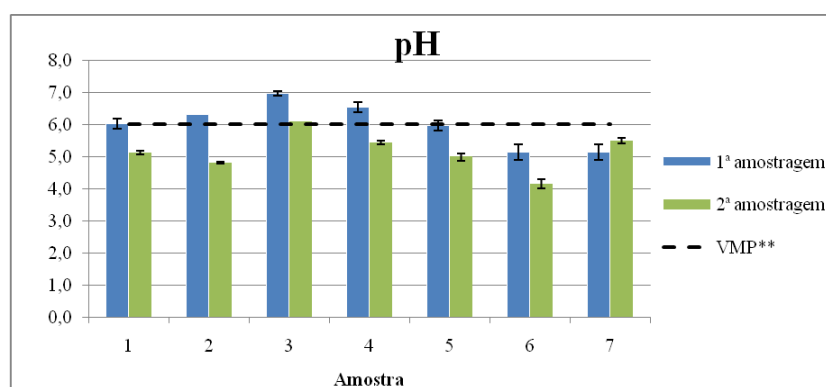
Devido às limitações para uma análise completa dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas de abastecimento, analisaram-se apenas os parâmetros que estavam dentro das possibilidades do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Dos parâmetros avaliados no presente estudo, apenas o pH, sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez e cor aparente são contemplados na legislação que define o padrão de potabilidade.

pH

De acordo com a Figura 2, na primeira amostragem realizada durante o estudo, apenas o pH das amostras 2, 3 e 4 se apresentaram dentro da faixa de 6 a 9, determinada pela Portaria 2914/2011. As amostras 1 e 5 tiveram valores muito próximos de 6 e, devido ao desvio padrão, podem ou não estar dentro do intervalo de 6 a 9. Já as amostras 6 e 7 demonstraram caráter mais ácido às suas águas, já que mantiveram o pH por volta de 5, sendo este valor abaixo do permitido pela legislação.

No caso da segunda amostragem, com exceção da amostra 3, todas as demais amostras mantiveram o pH inferior a 6, indicando que estas águas possuem uma tendência mais ácida. A amostra 3 foi a única que chegou até a faixa determinada pela Portaria 2914/2011. De acordo com Libânio (2008), valores de pH mais baixos, como verificado nas amostras (Figura 2), interferem numa série de processos de tratamento de água, podendo causar a corrosão das redes de distribuição de água. Nesse caso, recomenda-se o ajuste de pH para as todas as águas após a etapa de desinfecção. Além disso, vale ressaltar que o pH fora da neutralidade interfere na solubilidade de substâncias, podendo definir o potencial de toxicidade de determinados compostos (LIBÂNIO, 2008).

De acordo com Silva *et al.* (2014), o pH é um parâmetro sazonal em relação à precipitação, ou seja, no período seco os valores apresentam-se menores. Sendo assim, de acordo com a Figura 2, as amostras que apresentaram valores mais baixos de pH, principalmente na segunda amostragem, podem estar sendo influenciadas pela diminuição das chuvas na região.



**VMP - valor mínimo permitido pela Portaria 2914/2011.

Figura 2: Valores encontrados na primeira e segunda amostragem para pH

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica não é um parâmetro presente na Portaria 2914/2011, porém este pode ser um parâmetro indicativo de presença de efluentes domésticos ou industriais em determinado corpo hídrico, caso sejam encontrados valores em torno de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, além de estar diretamente ligado às concentrações de

sólidos dissolvidos na água. Já nas águas naturais são normalmente encontradas condutividades elétricas inferiores a $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (LIBÂNIO, 2008).

Segundo Libânio (2008), por ser um parâmetro que indica a capacidade da água em transmitir corrente elétrica em função dos íons dissolvidos, a condutividade está também relacionada ao teor de salinidade presente na água, sendo esta relação de suma importância para mananciais subterrâneos, como é o caso do presente estudo.

Na primeira coleta realizada, como mostra a Figura 3, apenas as amostras 3 e 4 apresentaram condutividade elétrica acima de $200 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, enquanto que as demais amostras se mantiveram na faixa normalmente encontrada, abaixo de $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. Como a condutividade elétrica está ligada à presença de sais na água, fica evidente que as fontes subterrâneas das amostras 3 e 4 são mais ricas em sais do que as demais fontes.

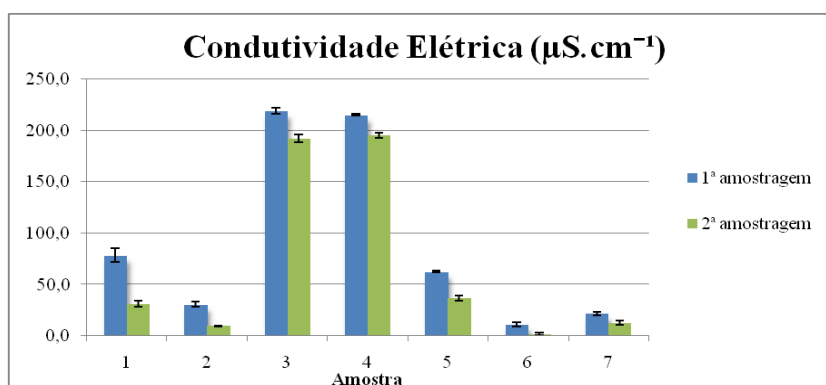


Figura 3: Valores encontrados na primeira e segunda amostragem para condutividade elétrica

Salinidade

A salinidade também não é contemplada na legislação que define o padrão de potabilidade, porém este parâmetro é importante para determinar o teor de sais em determinado manancial. A resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, não realiza a classificação de água em doce, salobra ou salina, nem tampouco contempla o parâmetro salinidade. Salinidades maiores são verificadas em aquíferos mais profundos, como pode ser o caso dos poços das amostras 3 e 4 (ROCHA, 1997), como verificado na Figura 4.

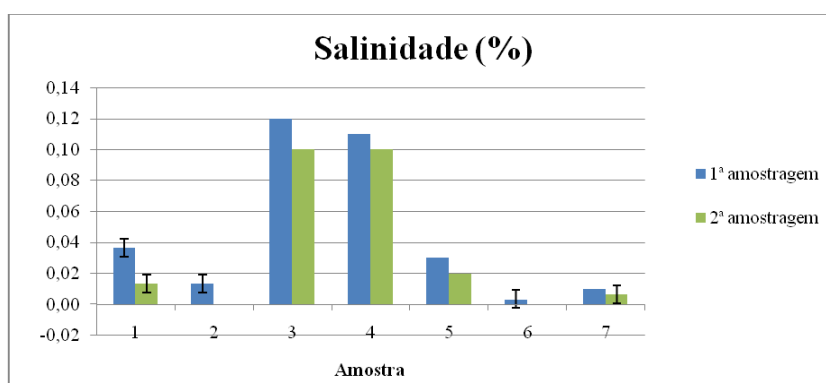


Figura 4: Valores encontrados na primeira e segunda amostragem para salinidade

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

A especificação da Portaria 2914/2011 para a concentração de SDT é de no máximo $1000 \text{mg}.\text{L}^{-1}$. De acordo com a Figura 5, todos os resultados estavam dentro do permitido pela legislação, sendo que as amostras 1, 2, 5, 6 e 7 possuíam concentrações inferiores a $50 \text{mg}.\text{L}^{-1}$. As amostras 3 e 4 mais uma vez apresentaram

discrepância às demais amostras, chegando a concentrações acima de 100 mg.L^{-1} . Como esperado, as amostras que continham as maiores concentrações de sólidos dissolvidos totais também possuíam maior salinidade e condutividade elétrica.

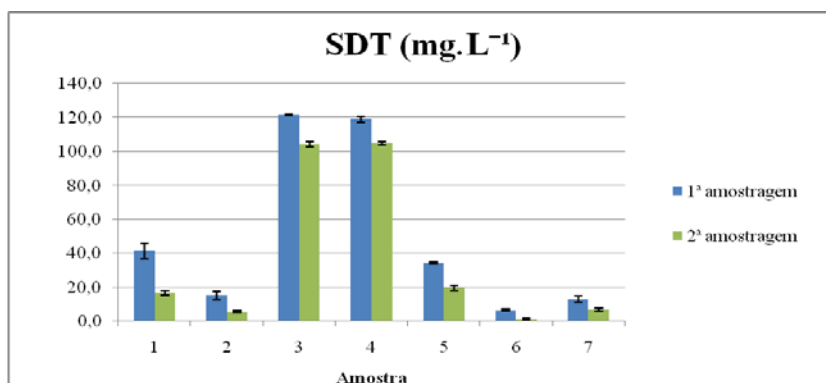


Figura 5: Valores encontrados na primeira e segunda amostragem para SDT

Turbidez

A turbidez é de grande importância para a escolha de tecnologia de tratamento e controle das estações de tratamento de água. Levando em consideração a fonte subterrânea de água, o ideal é que a turbidez antes da desinfecção seja inferior a 1 uT, sendo aceitáveis valores até 5 uT em 5% das amostras. Valores mais altos destes parâmetros podem acarretar na proteção de organismos patogênicos, prejudicando a desinfecção (HELLER & PÁDUA, 2006). Já em relação à rede de distribuição de água, o valor máximo permitido para turbidez é de 5 uT em 95% das amostras. Na Figura 6 são destacados os valores referentes à turbidez, encontrados nas duas amostragens.

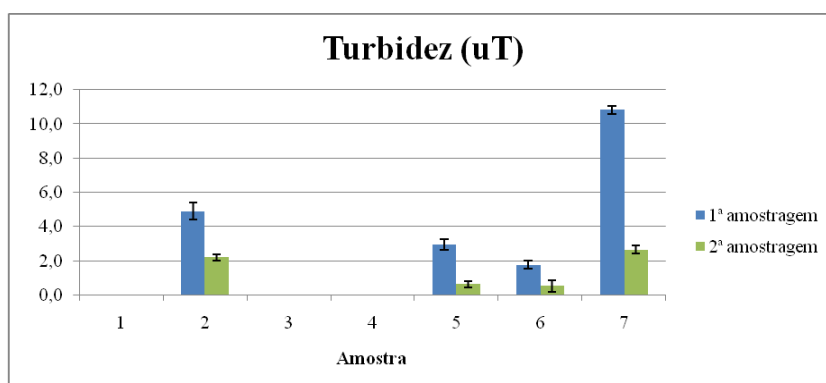


Figura 6: Valores encontrados na primeira e segunda amostragem para turbidez

Contrariamente aos parâmetros condutividade, salinidade e SDT, a turbidez nas amostras 3 e 4 da primeira amostragem apresentaram valores abaixo de 0,05 uT, assim como a amostra 1. As amostras 2, 5 e 6 chegaram a valores de 4,9, 3,0 e 1,8 uT na primeira amostragem, estando acima do limite permitido pela portaria 2914/2011. A amostra 7 superou não só a especificação para pré-desinfecção, mas também a especificação de 5 uT para a rede de distribuição e extrapolando o valor limite de 5 uT para os 5% permitidos para a pré-desinfecção, chegando a 10,4 uT. A diferença entre os resultados da primeira e segunda amostragem pode ser justificada por uma chuva no dia anterior da primeira coleta, sendo assim pode ter ocorrido carreamento de sólidos para a rede de abastecimento (BARCELLOS *et al.*, 2006). Para que a ocorrência de chuva influenciasse nos resultados encontrados para os poços, estes deveriam ter maior contato com a superfície, ou seja, poderiam ser poços freáticos ao invés de artesianos. Sendo assim, a amostra que apresentou maior discrepância entre a primeira e a segunda amostragem foi a amostra 7, podendo esta ser um poço freático,

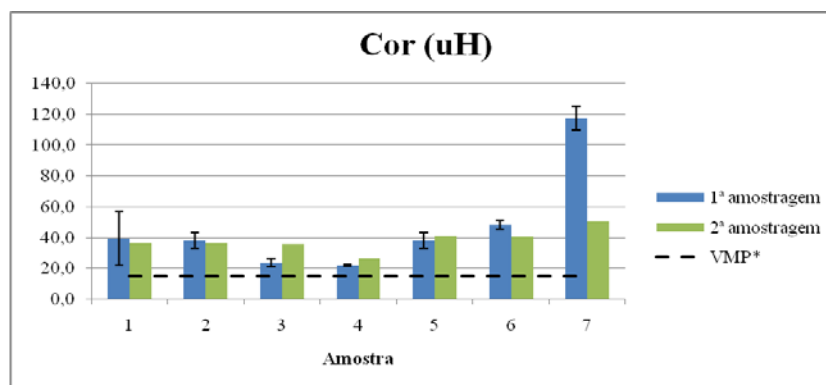
assim como as amostras 2, 5 e 6. Para a confirmação deste fato, é necessária a realização de uma análise completa de parâmetros que indiquem a tipologia real dos poços de abastecimento.

Analisando os resultados separadamente, pode-se perceber que as amostras 1, 3 e 4 se apresentam abaixo do limite estabelecido para a pré-desinfecção, de 1 uT, em 100% das amostras. No caso das amostras 5 e 6, estas tiveram turbidez inferior a 1 uT em 50% das amostras, evidenciando a necessidade de um número maior de amostragens para garantia de que estas estão dentro do limite de 95% dos casos. Para as amostras 2 e 7, estas estavam acima do limite aceitável em 100% dos casos. Assim sendo, evidencia-se a importância de um planejamento amostral mais detalhado para melhor caracterizar estas águas e desta forma recomendar uma solução para a adequação da qualidade da água distribuída ao município de Belmiro Braga.

Cor

Neste trabalho, como mostra a Figura 7, a cor foi o parâmetro em maior desconformidade com a legislação nas duas amostragens. Todas as amostras apresentaram valores acima de 15 uH, que é o valor máximo permitido pela legislação. Cabe destacar que a amostra 7 chegou a 117,7 uH na primeira amostragem, sendo este um valor muito acima do permitido. No caso específico de águas subterrâneas, todas estas águas podem conter altas concentrações de ferro e manganês, ou até mesmo de substâncias húmicas, fazendo com que a cor seja alta em todas as sete fontes analisadas (LIBÂNIO, 2008). De acordo com Libânio (2008) a importância da avaliação da cor nas águas naturais está ligada à formação de compostos cancerígenos, os *trihalometanos*, já que quando águas com cor elevada são cloradas, estas podem vir a formar subprodutos perigosos à saúde.

No caso das amostras de 1 a 6, os valores referentes à cor variaram entre 22,2 e 48,4 uH nas duas amostragens. A amostra 7, assim como verificado na turbidez, apresentou valores divergentes nas duas amostragens, podendo também ter sofrido interferência da chuva ocorrida no dia anterior à primeira amostragem. Apesar da cor aparente da água ser somente a contemplada na Portaria 2914/2011 na água potável, percebe-se o risco em submeter uma das sete amostras a desinfecção, possibilitando a formação de compostos cancerígenos. Destaca-se que a Portaria 2914/2011 limita a concentração de *Trihalometanos* Total em 0,1 mg.L⁻¹. Sendo portanto a cor um fator limitante para estas fontes, devido aos seus altos valores e mesmo que estas apresentem valores de turbidez baixos, as mesmas devem passar por um tratamento visando a remoção da cor. Adicionalmente recomenda-se um estudo para se obter a origem de cor nessas águas.



*VMP-valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011.

Figura 7: Valores encontrados na primeira e segunda amostragem para cor aparente

c) Estudo das tecnologias de tratamento

A utilização apenas do processo de desinfecção só será possível se a água apresentar determinadas características, como turbidez inferior a 1 uT, sendo que em 5% das amostras é permitida turbidez máxima de até 5 uT. Caso a água não esteja dentro dessas especificações, o processo de desinfecção deverá ser precedido de outros tratamentos. Libânio (2008) recomenda que sejam avaliadas a turbidez, cor, *E. coli* e algas, para a escolha do tratamento mais eficaz. Como no presente trabalho não ocorreu análise de *E. coli* e algas, apenas a turbidez e a cor de cada amostra será avaliada de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Características das águas naturais e tecnologia de tratamento recomendada

	Convencional	Dupla Filtração	Filtração Direta	Filtração Lenta (sem pré-filtros)	Filtração Direta em Linha
Turbidez (uT)	< 3000	< 50	< 20	< 10	< 5
Cor Aparente (uH)	< 1000	< 50	< 20	< 20	< 15

Fonte: Adaptado de Kawamura (2000b) *apud* Libânio (2008)

Para a garantia da melhor eficiência de tratamento das águas de abastecimento das comunidades e levando em conta os tratamentos sugeridos, recomenda-se então adotar a dupla filtração para os mananciais das fontes de 1 a 6 e para a fonte da amostra 7 recomenda-se o uso do tratamento convencional, a fim de atingir remoções maiores destes dois parâmetros. Vale destacar que, no caso da amostra 7, os dois valores encontrados para turbidez e cor nas amostragens foram muito diferentes, sendo estes determinantes no tipo de tratamento. Sendo assim, para a implantação desses sistemas, destaca-se a necessidade de uma análise físico-química e microbiológica completa destas águas, levando em consideração as estações do ano, pontos de coleta, entre outros fatores que intervêm nos resultados encontrados. Adicionalmente, recomenda-se uma análise mais profunda da causa de cor desses mananciais, fato este que poderia alterar a recomendação com relação aos tratamentos sugeridos, assim como a realização de ensaios de bancada. Considerando que a água da fonte 1, 3 e 4 apresentam valores baixos de turbidez sendo somente a cor limitante para a indicação de um tratamento adicional a desinfecção.

Com relação à implantação destes dois processos de tratamento, Heller e Pádua (2006) destacam fatores como operação, necessidade de coagulante, resistência à variação da qualidade da água, demanda de área e custos. Baseado nestas considerações foi possível perceber que, com relação ao uso de coagulante, a filtração dupla consome menos que no sistema convencional, e é menos resistente a possíveis variações da qualidade da água. As demandas de área variam de pequena a média e os custos de implantação são variáveis. Com relação à operação, todas necessitam de mão-de-obra especializada, sendo este um dos grandes entraves da implantação dos sistemas de tratamento de água nesta região.

O ideal seria buscar por um processo que demandasse mão-de-obra com menor qualificação e que fosse de fácil operação, tal como os sistemas de filtração lenta. A filtração lenta, apesar de demandar maiores áreas, o que não se constitui um problema para estas áreas rurais, possui operação facilitada e água tratada de excelente qualidade, exigindo também ótima qualidade da água dos mananciais. No caso específico das comunidades rurais de Belmiro Braga, o fator determinante do tipo de tratamento foi a cor verificada, evidenciando a necessidade de um estudo mais aprofundado. Outra opção seria realizar um estudo para verificar a expansão populacional destas áreas e a viabilidade técnica e financeira da construção dos tratamentos supracitados ou outro que seja adequado.

d) Municípios rurais

Vale ressaltar que o sistema de abastecimento de água da área estudada, caracterizada como zona rural, encontra-se localizado na Zona da Mata mineira, distando menos de 300 km de regiões de grande relevância de desenvolvimento econômico para o país. Belmiro Braga se situa a 38 km de Juiz de Fora, a 295 km de Belo Horizonte e a 170 km do Rio de Janeiro. A má qualidade do serviço de abastecimento de água prestado na zona rural de Belmiro Braga e a proximidade com esses grandes centros urbanos, leva, inevitavelmente, a uma análise crítica da situação dos demais municípios brasileiros que encontram-se em regiões mais afastadas e com grandes déficits sanitários e econômicos. Quando alguns diagnósticos de índices de atendimento de água apresentam dados elevados para a cobertura com sistema de abastecimento de água, há que se discutir a qualidade da água oferecida à população. Foi possível perceber a escassez de dados referentes às características físico-químicas e microbiológicas das águas utilizadas para o abastecimento de comunidades rurais, além de diagnósticos sobre a operação e manutenção dos sistemas de abastecimento utilizados. Destaca-se assim, a necessidade de esforço conjunto para atender parâmetros não somente de quantidade, mas também de qualidade de água, principalmente nos 70% dos municípios brasileiros com populações inferiores a 20.000 habitantes.

CONCLUSÕES

O estado de conservação dos 5 poços de abastecimento de água é inadequado. Todavia as 2 nascentes que abastecem dois dos distritos estão preservadas e afastadas de possíveis interferências humanas. Com relação à distribuição de água nos distritos, esta não passa por nenhum tipo de tratamento, evidenciando a necessidade de estudo de implantação de tecnologias de tratamento de água. Além disso, as análises de laboratório demonstraram que a maioria das águas de abastecimento analisadas apresentaram pH inferiores a 6, indicando a necessidade de correção deste no caso de implantação de tratamento de água a fim de evitar corrosão nas redes de abastecimento. Destaca-se também que a turbidez encontrada estava acima do valor estabelecido na legislação para águas na pré-desinfecção, nas amostras dos distritos de Vila Klabin, Três Ilhas, Porto das Flores e São José das Três Ilhas. Por fim, todos os valores referentes à cor aparente estavam acima do limite permitido pela legislação, fazendo-se necessário o uso de tecnologias de tratamento, como a dupla filtração e o tratamento convencional e a necessidade de maiores estudos. Este trabalho visou mostrar e discutir a limitação e a precariedade dos sistemas de abastecimento de água de comunidades rurais destacando a qualidade de água distribuída nessas regiões.

AGRADECIMENTOS

À Pró-reitoria de Pesquisa (PROPESQ) da Universidade Federal de Juiz de Fora. À FAPEMIG pelo auxílio para participação neste evento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de afluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.
2. BARCELLOS, C. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 1967-1978, set. 2006.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 396 de 03 de abril de 2008. *Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 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*.
5. FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Disponível em: < www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>. Acesso em: 12 out. 2014.
6. HELLER, L; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859 p.
7. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=310610&idtema=1&search=minas-gerais|belmiro-braga|censo-demografico-2010:-sinopse->>. Acesso em: 16 out. 2013.
8. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ª ed. Campinas: Editora Átomo, 2008. 444 p.
9. ROCHA, G. A. O grande manancial do Cone Sul. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 30, p.191-212, 1997
10. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=104>>. Acesso em: 12 out. 2014.
11. SILVA, D. D. et al. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 43-52, jan/mar. 2014.
12. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2012**. Ministério das Cidades. Brasília, 2014. 164 p.
13. TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil#MG>>. Acesso em: 11 mar. 2015.