

XII-051 - AVALIAÇÃO DA ÁGUA DISTRIBUÍDA NA COMUNIDADE RURAL DE JOÃO GOTE, EM OURO BRANCO/MG

Eliane P. C. C.dos Santos⁽¹⁾

Professora adjunta na Universidade de São João Del-Rei - Departamento de Tecnologia em Engenharia de Civil, computação e humanidades.

Camila C. de Souza⁽²⁾; Luana R. Alvarenga⁽²⁾

Engenharia civil pela Universidade de São João Del-Rei.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. Juvenal dos Santos, 222/404 - Luxemburgo - Belo Horizonte - MG - CEP: 30380-530 - Brasil Tel: (31) 2515-5406 - e-mail: eliane.santos@ufsj.edu.br

RESUMO

No presente trabalho foi avaliada a qualidade da água distribuída para a população da comunidade rural de João Gote, em Ouro Branco / MG. A água distribuída para a comunidade é retirada de um poço artesiano e não recebe nenhum tipo de tratamento. Para realizar o estudo foram coletadas nove amostras d'água em duplicata em três pontos da comunidade rural de Ouro Branco, Minas Gerais, quais sejam: da torneira do reservatório onde se armazena a água logo após a sua extração do poço, ponto 1; em uma torneira em um ponto da rede de distribuição de água, ponto 2; e da torneira da casa de uma moradora da comunidade, ponto 3. Foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, cor aparente, pH, concentrações de ferro e de manganês. Diante dos resultados obtidos pôde-se observar que todas as concentrações de ferro e manganês investigadas nos três pontos de coleta ficaram abaixo do recomendado pela Portaria Consolidada nº 5/2017 do Ministério da Saúde, 0,1 mg.L⁻¹ e 0,05 mg.L⁻¹ respectivamente. Houve diferença significativa, $p < p0$, considerando um nível de significância de 5%, entre as medianas dos valores da cor aparente, entre os pontos P1 e P3 ($p = 0,013124$) e entre os pontos P2 e P3 ($p = 0,022068$). Já entre os pontos P1 e P2, não houve diferença significativa ($p = 1,0000$), ou seja, $p > p0$. Para os valores de turbidez, houve diferença significativa entre as medianas dos pontos P1 e P2 e os pontos P1 e P3. Esses resultados podem ser confirmados pelos valores de p ($p = 0,02425$ e $p = 0,0002$, respectivamente). Já entre os pontos P3 e P2 não houve diferença significativa $p = 0,520226$. Embora a água do poço apresente boa qualidade, é fundamental que seja realizada a sua desinfecção para distribuição, conforme exigido na Portaria nº 5/2017. Também se recomenda que os moradores da comunidade sejam conscientizados da importância de se fazer manutenção e limpeza nas caixas d'água periodicamente.

PALAVRAS-CHAVE: Água na Área Rural, Turbidez, Qualidade da Água, Ferro, Manganês.

INTRODUÇÃO

A Lei nº 11.445/07 instituiu a política Federal de Saneamento Básico, a qual tem como uma de suas diretrizes garantir os meios adequados para a população rural dispersa ter acesso aos serviços de saneamento básico por meio de soluções compatíveis com as características econômicas e sociais locais (FUNASA, 2015). Estas soluções têm como finalidade garantir que as famílias que residem na área rural tenham esses serviços com qualidade e custo acessível.

De acordo com os dados do Censo demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 15,6% da população brasileira, aproximadamente 30 milhões de pessoas, residem em áreas rurais. Na região Sudeste essa população corresponde a 7,1% (IBGE, 2015). Normalmente nas áreas rurais os serviços básicos de saneamento, como esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem e abastecimento de água potável, não são satisfatórios, não existem ou apresentam elevado déficit, contribuindo para a diferença no acesso aos serviços de abastecimento de água entre os habitantes das áreas urbanas e rurais (FUNASA, 2015).

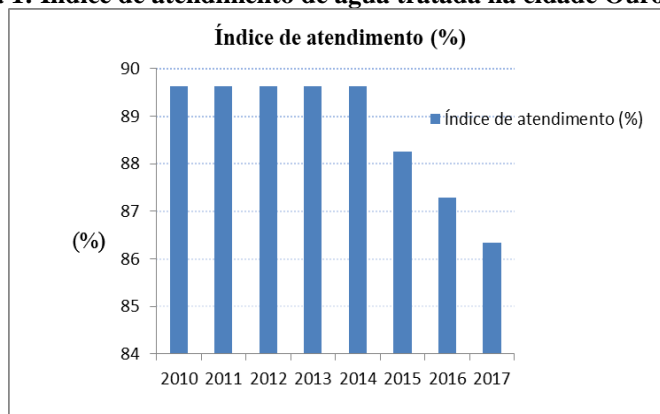
Somente 32,8% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água, os quais muitas vezes não possuem canalização interna (PNAD, 2009). A maior parte da população rural (67,2%) utiliza poços protegidos ou não, coleta água para consumo em chafarizes ou diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento, e, ainda, utiliza outras fontes alternativas geralmente insalubres; o que pode contribuir direta e

indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica (FUNASA, 2015). Em suma, os serviços de saneamento prestados às populações da área rural normalmente são deficientes e possuem baixa cobertura e isso não é diferente na cidade de Ouro Branco, Minas Gerais.

A área rural da cidade possui 29 comunidades, as quais estão distribuídas em 260 km². Nessas comunidades os domicílios são abastecidos por diferentes soluções: minas d' água, nascentes, cisternas, poços e reservatórios da prefeitura (cujas fontes são, em sua maioria, poços artesianos). Em duas dessas comunidades, há mananciais superficiais (PLANSOB, 2011).

A Figura 1 apresenta o percentual de atendimento de água tratada na cidade de Ouro Branco. Vale ressaltar que a área urbana tem índice de abastecimento de 100%. O déficit de atendimento apresentado, o qual em 2017 era de aproximadamente de 13,5%, refere-se à área rural.

Figura 1: Índice de atendimento de água tratada na cidade Ouro Branco



Ações de saneamento em áreas rurais visam reverter essa situação, promovendo acesso à água com qualidade aos grupos sociais minoritários, mediante a implantação integrada de políticas públicas (FUNASA, 2015).

Atualmente a concessionária local está atendendo duas comunidades rurais – Carreiras e Itatiaia – cujos moradores se dispuseram a pagar pela água. Contudo, esse atendimento está em fase de implantação e as comunidades ainda não estão pagando pela água. A comunidade de Carreira possui 220 ligações e o manancial utilizado para captar a água é poço artesiano. Já a comunidade de Itatiaia possui 160 ligações e a água distribuída é captada em um rio. O restante das comunidades é atendido pela prefeitura de Ouro Branco (maior parte delas) e em algumas comunidades os próprios moradores são responsáveis por seu abastecimento de água: coletam a água de cisternas, diretamente de rios etc.

A água distribuída pela prefeitura de Ouro Branco na área em quase sua totalidade é coletada em poços subterrâneos e não recebe qualquer tipo de tratamento. A rede de distribuição de água nessas comunidades apresenta vazamentos e a população reclama da intermitência no abastecimento e de problemas relacionados à qualidade da água.

As águas subterrâneas constituem importante fonte de abastecimento de água em todo o mundo, tendo-se verificado, nas últimas décadas, uma crescente atividade no aproveitamento desses recursos, seja no atendimento total ou apenas suplementar do abastecimento público e de atividades como irrigação, dessedentação, indústria e outros (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Vale ressaltar que a população rural atendida pela prefeitura de Ouro Branco não paga pela água utilizada e o consumo per capita nessa área é de aproximadamente 250 L . (hab. d)⁻¹, superior ao da área urbana, que é de aproximadamente 135 L . (hab. d)⁻¹ (SNIS, 2017).

Entre algumas das comunidades atendidas pela prefeitura, pode se citar a comunidade rural de João Gote, na qual diversos moradores também relatam que há deficiência no abastecimento de água em alguns horários e problemas com a qualidade da água, a qual apresenta cor com aparência turva.

O Município de Ouro Branco encontra-se na região do Quadrilátero Ferrífero e, como a maior parte da água que abastece a área rural vem de poços subterrâneos e não sofre qualquer tipo de tratamento, a cor turva pode estar relacionada à presença de ferro na água, que normalmente vem acompanhada pela presença do manganês.

A presença de ferro e de manganês na água pode ocasionar sabor amargo, coloração amarelada ou turva, além de manchar louças sanitárias e roupas durante a lavagem. Quando esses metais estão presentes na água em concentrações acima dos valores estabelecidos na Portaria Consolidada nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que estabelece normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, devem ser removidos, evitando, desta maneira, que a população rejeite uma água segura do ponto de vista microbiológico, embora apresente cor, em favor de uma água que tenha uma aparência mais clarificada, mas que possa estar contaminada.

Feitosa *et al.* (2005) relatam que águas subterrâneas contendo ferro dissolvido na forma de bicarbonato ferroso, na ausência de oxigênio, são límpidas e de aparência agradável. Contudo, quando essas águas entram em contato com o ar, o bicarbonato oxida e precipita, formando o óxido férrico, dando uma coloração avermelhada e sabor “metálico” à água.

O ferro e o manganês, quando encontrados em águas naturais com pH baixo e na ausência de oxigênio, estão sob as formas quimicamente reduzidas (Fe^{+2}), solúveis, as quais não são visíveis. Quando o material é oxidado pela aeração ou pela aplicação de cloro, os minerais são precipitados, conferindo à água uma aparência de vermelho a preto no caso de presença de ferro, e de púrpura a preto no caso de concentrações de manganês (MORUZZI, 2012).

O ferro presente no solo e em minerais, na maioria das vezes, se apresenta como óxido férrico insolúvel. Já o manganês, como dióxido orgânico. O ferro e o manganês ocorrem também sob a forma de carbonatos insolúveis, como siderita (FeCO_3) e rodocrosita (MnCO_3) (MORUZZI, 2012).

As águas subterrâneas, ao conter elevadas quantidades de dióxido de carbono dissolvido, variando de 30 a 50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, propiciam a dissolução dos carbonatos para as formas solúveis, como bicarbonato ferroso ou manganoso ou ainda na forma de sulfato (MORUZZI, 2012).

O bicarbonato manganoso decompõe-se de forma idêntica ao bicarbonato ferroso, abandonando a água, formando um depósito negro de aspecto fuliginoso quando se desprende do gás carbônico. Essa reação ocorre quando a água entra em contato com o oxigênio do ar (CARVALHO, 2004).

Richter e Netto (1991) citam outros inconvenientes, devidos aos teores excessivos de ferro nas águas, como: mancham tecidos, roupas, louças sanitárias etc; prejudicam a preparação de alimentos, como chá e café; interferem nos processos industriais (fabricação de papéis, tecidos, tinturas, alimentos e cervejas).

A Portaria consolidada nº 5/2017 do Ministério da Saúde, sugere que os teores de ferro e manganês não ultrapassem 0,3 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e 0,1 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente, o mesmo teor é fixado para a legislação sanitária americana USPHS (serviço de saúde dos Estados Unidos). A fixação desse teor muitas vezes não é maléfica ao homem e aos animais, pois, o corpo humano requer de 5 a 6 mg de ferro ao dia (CARVALHO, 2004).

Diante disso, decidiu-se realizar um estudo da água utilizada para consumo humano na comunidade rural de João Gote, em Ouro Branco-MG, avaliando a presença de ferro, manganês e outras características físicas e químicas, que possam interferir em sua qualidade.

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo investigar, por meio de parâmetros físicos e químicos, a qualidade da água distribuída para consumo humano na comunidade rural de João Gote, na cidade de Ouro Branco, Minas Gerais, em diferentes pontos da comunidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A água distribuída à população rural de João Gote é captada em um poço artesiano. Para realizar os ensaios foram coletadas nove amostras d'água em duplicata em três pontos da comunidade rural de Ouro Branco, Minas Gerais, quais sejam: a) da torneira do reservatório onde se armazena a água logo após a sua extração do poço, ponto 1 – P1 (Figura 2a); b) em uma torneira em um ponto da rede de distribuição de água, ponto 2 – P2 (Figura 2b); e c) da torneira da casa de uma moradora da comunidade, ponto 3 – P3 (Figura 2c).

A água coletada da torneira na casa da moradora (ponto P3) vinha da caixa d'água da residência, a qual era abastecida pela rede de distribuição. A distância entre os pontos de coleta eram: entre os pontos P1 e P2, cerca de 600m, e entre os pontos P2 e P3, aproximadamente 20 m. A água distribuída não recebia nenhum tipo de tratamento.

Figura 2: Pontos de coleta d'água na comunidade rural de João Gote



Torneira do reservatório, o qual armazena a água extraída do poço
ponto - P1.
(a)



Torneira na rede de distribuição
ponto - P2
(b)



Torneira na residência da moradora da comunidade
ponto- P3
(c)

Os parâmetros analisados foram os seguintes: cor aparente, turbidez, pH e concentrações de ferro e manganês. Todas as análises foram realizadas segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). Esses parâmetros foram escolhidos por serem parâmetros de controle e vigilância da água, conforme a Portaria Consolidada nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Os equipamentos utilizados para análise das amostras durante o estudo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Equipamentos utilizados durante o estudo

Equipamento	Finalidade
Turbidímetro Digital Portátil Digimed-TU	Análise de turbidez
pHmetro Digimed DM22	Medição do pH
Espectrofotômetro Gehaka Modelo VIS 200G	Análise de cor, ferro e manganês
Oxímetro Modelo HI 9146N-04	Análise de oxigênio dissolvido
Balança Analítica	Medição de massa para o preparo de todas as soluções necessárias à realização dos experimentos

Para avaliar os dados obtidos durante o estudo, foi utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, que serve para comparar duas ou mais populações quanto à tendência central dos dados e é uma alternativa não paramétrica à ANOVA. Também foi feito o teste de *Spearman*, cujo coeficiente de correlação de *Spearman* indica a correlação entre postos e não entre os valores efetivamente medidos para avaliar se havia correlação entre os parâmetros cor aparente e turbidez. As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa *Statistica 8*. Para os testes de hipóteses, adotou-se o nível de significância (α) de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os valores médios, máximos e mínimos, obtidos durante o estudo dos parâmetros pH, cor aparente, turbidez e concentrações de ferro e manganês para os três pontos de coleta.

Tabela 2: Valores obtidos nas amostras coletadas no reservatório – poço – P1

P1 – Torneira do reservatório próximo ao poço de extração de água			
Parâmetros	Valor médio	Valor máximo	Valor Mínimo
pH	6,76	7,92	5,37
Turbidez (uT)	0,45	2,48	0,01
Ferro (mg.L ⁻¹)	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Manganês (mg.L ⁻¹)	<0,05*	<0,05*	<0,05*
Cor aparente (uH)	3,7	7,5	2,5

Tabela 3: Valores obtidos nas amostras coletadas no ponto da rede de distribuição – P2

P2 – Torneira na rede de distribuição de água			
Parâmetros	Valor médio	Valor máximo	Valor Mínimo
pH	7,39	9,41	6,32
Turbidez (uT)	0,73	1,23	0,21
Ferro (mg.L ⁻¹)	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Manganês (mg.L ⁻¹)	<0,05*	<0,05*	<0,05*
Cor aparente (uH)	3,6	5,0	2,5

Tabela 4: Valores obtidos nas amostras coletadas na torneira da residência – P3

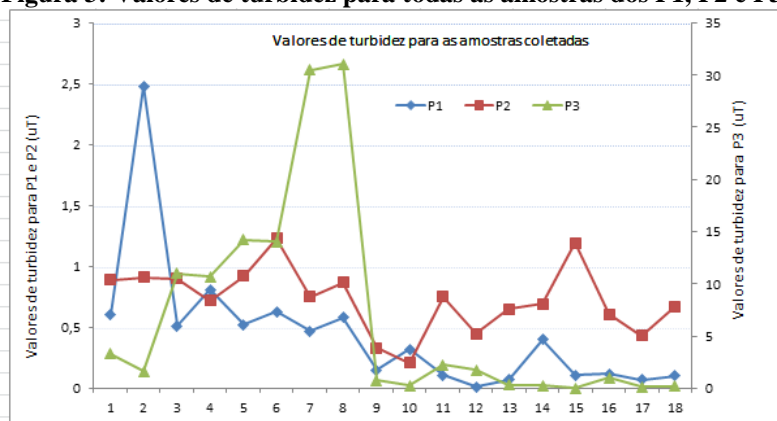
P3 – Torneira na residência da moradora da comunidade			
Parâmetros	Valor médio	Valor máximo	Valor Mínimo
pH	6,75	7,72	5,05
Turbidez (uT)	7,25	31,05	0,14
Ferro (mg.L ⁻¹)	<0,1*	<0,1*	<0,1*
Manganês (mg.L ⁻¹)	<0,05*	<0,05*	<0,05*
Cor (uH)	19,8	80,00	2,5

*Limite mínimo de quantificação por meio do método utilizado.

Conforme pode ser observado nas Tabelas 1, 2 e 3, os valores das concentrações de ferro e manganês ficaram abaixo de 0,1 mg . L⁻¹ e de 0,05 mg . L⁻¹, respectivamente. De acordo com a Portaria Consolidada nº 5/2017, os valores máximos permitidos (VMPs) das concentrações de ferro e manganês na água tratada são 0,3 mg . L⁻¹ e 0,1 mg . L⁻¹, respectivamente. Os resultados das concentrações de ferro e manganês para todos os pontos avaliados (Tabelas 1, 2 e 3) ficaram abaixo dos limites estabelecidos pela Portaria nº 5/2017. Vale ressaltar que a citada portaria permite valores de concentração de ferro e manganês superiores aos VMPs estabelecidos, desde que atendam aos seguintes critérios: que o ferro e manganês estejam complexados por meio do uso de produtos químicos que tenham baixo risco à saúde e que atendam aos demais parâmetros estabelecidos na referida portaria e ainda que as concentrações de ferro e manganês não excedam a 2,4 e 0,4 mg . L⁻¹, respectivamente.

A Figura 3 apresenta todos os valores de turbidez obtidos para os três pontos analisados, P1, P2 e P3. De acordo com a Portaria nº 5/2017, o valor máximo de turbidez deve ser 1,0 uT em 95% das amostras de águas subterrâneas (com desinfecção) e nos 5,0% restantes são permitidos valores de até 5,0 uT. Apesar de não se fazer a desinfecção da água estudada, foram comparados os valores obtidos com os valores constantes da mencionada portaria. Observa-se na Figura 3 que para o ponto P1 somente uma amostra teve um valor superior a 1,0 uT, ou seja, 2,48 uT. Já no ponto P2, na rede de distribuição, duas amostras tiveram valores superiores a 1,0 uT, sendo o valor máximo de 1,23 uT. Para o ponto P3, metade das amostras ficou acima de 1,0 uT e cinco amostras tiveram valores de turbidez superiores a 5,0 uT (Figura 3).

Figura 3: Valores de turbidez para todas as amostras dos P1, P2 e P3:



Observa-se ainda que os valores de turbidez no ponto P2 em geral foram superiores aos valores do ponto P1, ou seja, a turbidez foi aumentando ao longo da rede de distribuição à medida que a água percorria a rede, o que pode ser explicado pelas impurezas que se acumulam nas tubulações e acessórios ou talvez pela precipitação do ferro e do manganês que possam estar presentes na água, mesmo em baixas concentrações.

O último ponto de coleta, P3, na torneira cuja água vem da caixa d'água da residência, várias amostras não ficaram de acordo com a legislação, talvez por falta de manutenção e limpeza da caixa d'água. A turbidez elevada também pode ter sido ocasionada pela presença de ferro e de manganês na água, embora os resultados obtidos estivessem abaixo dos limites estabelecidos pela Portaria nº 5/2017. Íons de ferro e manganês podem fazer com que a água apresente uma elevação da turbidez e da cor quando entram em contato com o oxigênio do ar.

O valor máximo de turbidez no ponto P3 foi de 31,1 uT e o mínimo de 0,14 uT. Essa variação pode estar relacionada com a alternância no abastecimento de água da residência, pois algumas vezes as amostras eram coletadas enquanto a caixa d'água estava sendo abastecida, fazendo com que as impurezas possivelmente contidas na água armazenada ficassem suspensas e fossem coletadas.

Com relação à cor, a Portaria nº 5/2017 determina que o valor máximo seja de 15 uH. O valor médio encontrado no ponto P1 foi de 3,7 uH e no ponto P2 foi de 3,6 uH, ambos dentro do limite exigido pela legislação. Entretanto, a cor aparente média da amostra coletada no ponto P3 foi de 19,6 uH, maior que o valor máximo permitido. Esse resultado pode estar relacionado com impurezas presentes na caixa d'água, a qual, segundo a moradora, nunca foi lavada.

O valor mínimo do pH encontrado nos pontos amostrados foi de 6,7 e o máximo de 9,4. Todos os valores encontram-se dentro dos limites previstos pela referida portaria, que variam entre 6,0 e 9,5.

Por meio do teste de *Kruskal-Wallis*, usado para comparar as amostras de água entre os diferentes pontos de coleta, P1, P2 e P3, pôde-se verificar que houve diferença significativa, ou seja, $p < p_0$, considerando um nível de significância de 5%, entre as medianas dos valores da cor aparente, Figura 3. Entre os pontos P2 e P3 o valor p foi de ($p = 0,013124$) e entre os pontos P2 e P3 o valor p foi de ($p = 0,022068$). Já entre os pontos P1 e P2 não houve diferença significativa ($p = 1,0000$), ou seja, $p > p_0$, conforme pode ser observado na Figura 4.

Conforme a Figura 5, pode-se observar que houve diferença significativa entre as medianas dos valores de turbidez entre os pontos P1 e P2 e entre os pontos P1 e P3. Esses resultados podem ser confirmados pelos valores de $p < p_0$ ($p = 0,02425$ e $p = 0,0002$, respectivamente). Já entre os pontos da residência, P3, e o da rede, P2, não houve diferença significativa ($p = 0,520226$).

Não houve diferença significativa entre os valores de pH entre os pontos analisados ($p = 0,1359$), ou seja, maior que p_0 , Figura 6. Vale ressaltar que o pH é um parâmetro muito importante para o tratamento de água no caso do ferro e do manganês, uma vez que em pH elevado esses elementos precipitam.

Figura 4: Gráficos Box-plot para comparação de cor aparente entre os pontos de coleta

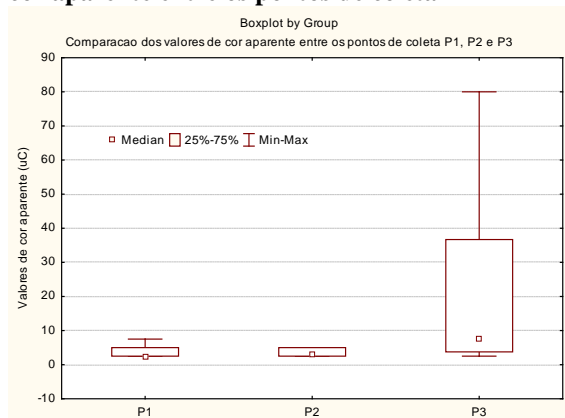


Figura 5: Gráficos Box-plot para comparação de turbidez entre os pontos de coleta

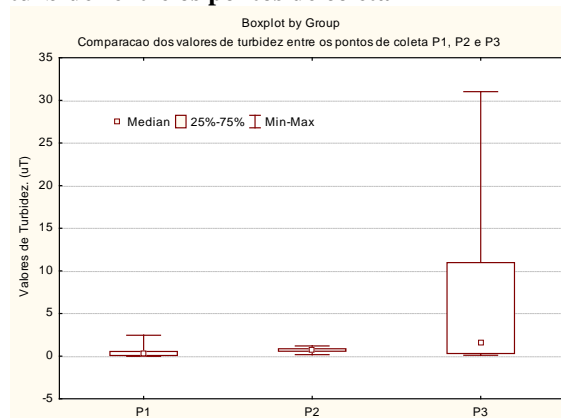
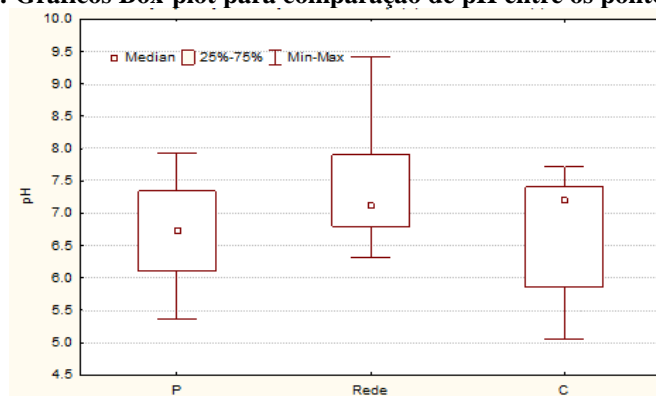


Figura 6: Gráficos Box-plot para comparação de pH entre os pontos de coleta



Como a turbidez é um parâmetro de monitoramento obrigatório no tratamento de água, decidiu-se avaliar se haveria alguma correlação entre os valores de turbidez e cor aparente, utilizando-se o coeficiente de correlação não paramétrico de *Spearman*. Conforme pode ser observado pelo valor de probabilidade (p), não houve correlação entre os valores de turbidez e de cor aparente ($p = 0,266188$).

CONCLUSÕES

Todas as concentrações de ferro e manganês investigadas nos três pontos de coleta ficaram abaixo do recomendado pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde, $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

Houve diferença significativa, $p < p0$, considerando um nível de significância de 5%, entre as medianas dos valores da cor aparente, entre os pontos P1 e P3 ($p = 0,013124$) e entre os pontos P2 e P3 ($p = 0,022068$). Já entre os pontos P1 e P2, não houve diferença significativa ($p = 1,0000$), ou seja, $p > p0$.

Para os valores de turbidez, houve diferença significativa entre as medianas dos pontos P1 e P2 e os pontos P1 e P3. Esses resultados podem ser confirmados pelos valores de p ($p = 0,02425$ e $p = 0,0002$, respectivamente). Já entre os pontos P3 e P2 não houve diferença significativa ($p = 0,520226$).

O teste de *Spearman* realizado mostrou que não houve correlação entre os valores de turbidez e cor aparente entre os pontos de coleta ($p = 0,266188$).

Embora a água do poço apresente boa qualidade, é fundamental que seja realizada a sua desinfecção para distribuição, conforme exigido na Portaria nº 5/2017. Também se recomenda que os moradores da comunidade sejam conscientizados da importância de se fazer manutenção e limpeza nas caixas d'água periodicamente, e ainda, que se faça o uso racional da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.
2. CARVALHO, ANÉSIO RODRIGUES. Processo de Complexação do Ferro em Águas Subterrâneas – Uma Proposta de Mudança da Portaria 36 do Ministério da Saúde, XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Cuiabá – MT 2004.
3. FEITOSA, F. A. C. et al. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: CPRM; Fortaleza: UFPE, 2005. 412 p.
4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico 2010. 2015. Disponível em :< <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>> Acesso em 17 de novembro de 2015.
5. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria Consolidada nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União nº 190, de 3 outubro 2017.
6. MORUZZI, R. B.; REALI, M. A. P. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial - Uma abordagem geral. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, p. 29-43, 2012.
7. OLIVEIRA, A. D. et al. Avaliação do teor de ferro em águas subterrâneas de alguns poços tubulares, no plano diretor de Palmas-TO. 2010. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/gilda.pdf> > Acesso em 12 de dezembro de 2015.
8. PLANSOB. Plano de Saneamento Básico Participativo de Ouro Branco, 2011. Disponível em:< http://www.ourobranco.mg.gov.br/mat_vis.aspx?cd=7239> Acesso em 17 de novembro de 2015.
9. PNAD. Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios, 2009. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/> > Acesso em 17 de novembro de 2015.
10. RICHTER, C.A., AZEVEDO NETTO, J. M. Tratamento de água. São Paulo: Edgar Blücher Ltda., 1991.
11. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3.ed. São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643p.