

## ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE CONSUMO DE ÁGUA E DAS SUAS ESPECIFICIDADES EM UM SETOR DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

Augusto da Gama Rego (IFPA) E-mail: [augusto.rego@ifpa.edu.br](mailto:augusto.rego@ifpa.edu.br)  
Natália Cristina de Oliveira Costa (IFPA) E-mail: [nataliaranieri18@gmail.com](mailto:nataliaranieri18@gmail.com)  
Tayane da Cruz Castro (IFPA) E-mail: [tayneccastro@gmail.com](mailto:tayneccastro@gmail.com)  
Beatriz Souza da Silveira (IFPA) E-mail: [beatriz.souza.silveira20@gmail.com](mailto:beatriz.souza.silveira20@gmail.com)  
Valdilene Gonçalves Carvalho (IFPA) E-mail: [valdilenecarvalho10@gmail.com](mailto:valdilenecarvalho10@gmail.com)

**Resumo:** o presente trabalho tem por objetivo analisar as condições de consumo de água e suas especificidades, no caso, qualidade dos serviços prestados de água nas residências em um setor de distribuição de água potável no município de Tucuruí por meio de Modelo Linear Generalizado (MLG). Para tanto, foram desenvolvidas as seguintes atividades: a) desenvolvimento e aplicação de questionário para identificação das características socioeconômicas e das condições de consumo de água nas residências do bairro Santa Mônica (Tucuruí-Pa); b) coletas de amostras de água para análise dos parâmetros organolépticos (cor aparente e turbidez) e análise dos resultados das entrevistas e laboratoriais. Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários mostram que 99% das residências são atendidas pelo serviço de abastecimento de água, porém, apenas 22% dos entrevistados utilizam dessa água para beber e, além disso, foi verificado que em 74% das residências entrevistadas ocorre intermitência no abastecimento de água periodicamente. Por fim, a análise das especificidades do consumo de água demonstra que há influência significativa dos parâmetros organolépticos e das más condições operacionais do sistema sobre a avaliação da prestação do serviço de água.

**Palavras-chave:** abastecimento de água, controle operacional, qualidade.

## ANALYSIS OF THE WATER CONSUMPTION CONDITIONS AND THEIR PECULIARITIES IN A WATER DISTRIBUTION SECTOR

**Abstract:** the present study aims to analyze water consumption conditions and their specifications in water supply services from residences in water supply distribution sector in Tucuruí-Pa. The following activities were developed a) development and application of a questionnaire to identify socioeconomic characteristics and water consumption conditions in Santa Monica residences (Tucuruí-PA); b) Analysis of drink water of the residences (color and turbidity); c) The results of interviews and of water quality parameters was used in final analysis. The results obtained with the questionnaires show that 99% of the house are served by the water supply service, however, only 22% use the water supply for drink and 74% of the residences were reported intermittently in the supply. Finally, an analysis of the water consumption specificities that may be more important of the organoleptic parameters and of the most suitable ones for the system of evaluation of the provision of the service of water.

**Keywords:** water supply, operational control, quality.

### 1. Introdução

O não cumprimento dos padrões de potabilidade e a intermitência no serviço são problemas recorrentes, não revelados nas estatísticas, que afetam o consumo de água em uma cidade e favorecem a ocorrência de doenças relacionadas à água (CASTANIA, 2009; NASCIMENTO, 2012). Aliada ao fato mencionado, à imprevidência no consumo de água torna cada vez mais insustentável o cenário dos recursos hídricos (REGO et al.; 2008; REGO et al. 2017).

A população não se dá conta do desperdício (que é fator limitante ao desenvolvimento urbano, industrial e agrícola), sendo que a melhor forma de combater essa problemática

é o equilíbrio entre a oferta e a demanda, assim como, é preciso colocar em prática medidas de prevenção contra a cultura doméstica do desperdício, além de gerenciar os recursos hídricos utilizados, para que estes atendam às demandas, sem causar danos ao meio ambiente (HESPANHOL, 2002; DORIGON e TESSARO, 2010).

Do ponto de vista da qualidade da água consumida nas cidades brasileiras, é importante destacar que a água não corre risco de contaminação apenas na nascente ou nas unidades do SAA. Após os ramais prediais das residências o risco de contaminação é latente, pois a água recebida passa por vezes por armazenamentos em reservatório internos e até pelos habituais tratamentos domiciliares.

A principal fonte de contaminação da água está nos reservatórios domiciliares e as causas mais frequentes da contaminação da água nesses são a vedação inadequada das caixas d'água e cisternas, e carência de um programa de limpeza e desinfecção regular e periódica (YAMAGUCHI et al. 2013). A contaminação da água representa um dos principais riscos à saúde pública e a estreita relação entre a qualidade da água e as enfermidades de veiculação hídrica, especialmente para as populações que não são atendidas pelos serviços de saneamento básico, tem sido bastante estudada (NASCIMENTO, 2012; D'AGUILA et al., 2000; CORSEUIL E MARINS, 1997).

Os impactos sociais desse cenário são preocupantes, pois em diversos estudos epidemiológicos são mostrados resultados de saúde adversos (incluindo infecções gastrointestinais, respiratórias e mortes) associados à inalação, ingestão ou ao contato com água contaminada por organismos aquáticos patogênicos, sendo essas enfermidades responsáveis por 60% dentre acometimentos na população brasileira (NASCIMENTO, 2012). Para maior compreensão desse cenário de quantidade e qualidade da água potável fornecida para a população e, principalmente, contribuir para pesquisas futuras relacionadas ao tema, a presente pesquisa tem por objetivo analisar as condições de consumo de água e suas especificidades, no caso, a qualidade dos serviços de água prestados para as residências em um setor de distribuição de água potável no município de Tucuruí.

## **2. Materiais e Métodos**

A pesquisa se caracteriza como bibliográfica, como experimental, bem como exploratória e foi realizada no município de Tucuruí, Pará, o qual possui população de 110.516 habitantes (segundo o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE 2017) e o objeto de estudo foi o “Setor 3” de abastecimento de água (Figura 1), que atende o bairro Santa Mônica, com população estimada na pesquisa em 5.489 habitantes. O “Setor 3” foi selecionado para realização da pesquisa por possuir SAA de pequeno porte e, segundo informações da concessionária de saneamento, ser setorizado, bem como em teoria ser de fácil acesso. No sistema, a água bruta é retirada do igarapé Santana (vazão aproximada de 150 m<sup>3</sup>/h), em seguida passa por tratamento por meio de filtração direta de fluxo ascendente, realizada por quatro filtros, com aplicação de sulfato de alumínio na entrada dos tanques e de cloro antes da entrada no reservatório. Da reservação na estação de tratamento segue para reservatório de distribuição (capacidade de 150 m<sup>3</sup>) e, por fim, vai para a rede de distribuição. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas, as quais são descritas na sequência.

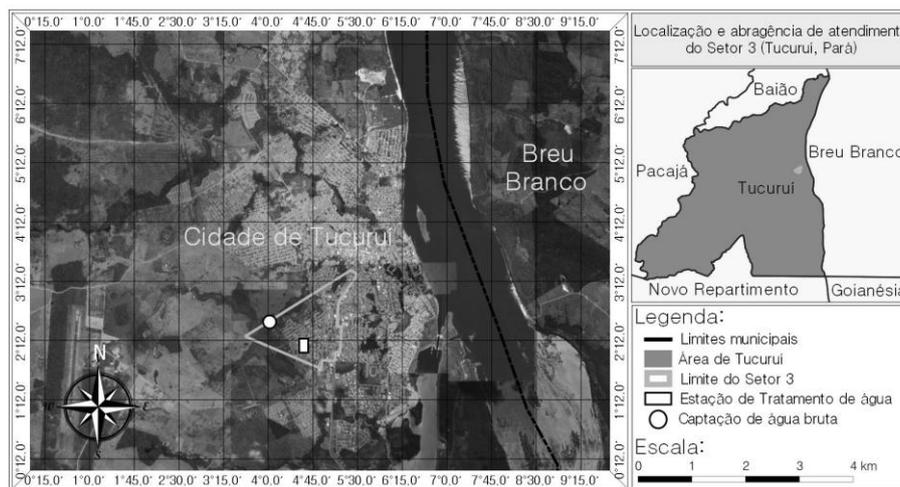


Figura 1 – Setor 3, bairro Santa Mônica, Tucuruí-Pa.

Inicialmente, foi elaborado questionário com perguntas objetivas abordando os seguintes aspectos: dados socioeconômicos, fonte de abastecimento, avaliação dos serviços de abastecimento, tipo de água consumida, frequência da limpeza do reservatório, formas de uso da água e doenças relacionadas com a ingestão e/ou contato com a água. Em seguida, foi realizado cálculo do tamanho da amostra considerando o método de amostragem aleatória simples. Foi determinado o tamanho de amostra de 340 residências para a aplicação dos questionários (25% do total do Bairro). Foram aplicados questionários em 265 residências (20% do total do Bairro), por falta de segurança e pela falta de colaboração dos moradores.

Em função da intermitência do fornecimento de água, houve coleta de amostras de água em 48 das 265 residências (realizadas de acordo com as orientações da CETESB, 2011), considerando uma distribuição homogênea na área. Foi realizada coleta de duas amostras por residência, no caso, na torneira interna (pia da cozinha) e na área externa (próximo ao caivete de entrada), portanto, 96 amostras no total. Os parâmetros analisados foram turbidez (método nefelométrico por meio do turbidímetro) e cor (com uso de colorímetro), obedecendo às metodologias descritas no *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 2005).

As informações contidas nos questionários e os resultados das análises de laboratório foram sistematizados em banco de dados, sendo suas variáveis (observadas na Tabela 1) analisadas com o auxílio da plataforma computacional R.

Tabela 1 – Variáveis do banco de dados.

Informação	Variável	Valor
Avaliação dos serviços de água pela população atendida	Avalia_SAA	Nota 1 a 5
Existência de Intermittência no serviço de água	Interm_Serv	Sim= 0 Não=1
Avaliação da pressão na rede de distribuição de água	mca_Rede	Nota 1 a 5
Avaliação da qualidade da água recebida pela população	Quali_A_Cons	Nota 1 a 5
Uso de solução alternativa para água de beber	Sol_Alt_Bbr	Sim= 0 Não=1
Limpeza do reservatório domiciliar	Limp_Cx	limpeza/ano
Cor aparente (interna)	Cor_INT	PT(CO)
Turbidez (interna)	Turbidez_INT	NTU
Cor aparente (externa)	Cor_EXT	PT(CO)
Turbidez (externa)	Turbidez_EXT	NTU

Fonte: autor.

Por fim, foi realizada análise exploratória para identificar fenômenos de interesse e, posteriormente, foram feitas análises específicas por meio da modelagem linear generalizada, para identificar parâmetros significativos para as respostas nos questionários. Para os parâmetros “Avalia\_SAA”, “mca\_Rede” e “Quali\_A\_Cons” as repostas “Muito ruim”, “Ruim”, “Regular”, “Bom” e “muito bom” foram transformadas em valores numéricos, respectivamente, de 1 a 5. No caso das variáveis “Interm\_Serv” e “Sol\_Alt\_Bbr”, ambas tiveram suas respostas transformadas em valores binários, no caso, “0” para uma situação inadequada e “1” para uma situação adequada”. No caso da variável “Limp\_Cx” as respostas foram transformadas em valor numérico inteiro que representa a frequência anual na limpeza dos reservatórios. As variáveis relacionadas à qualidade da água são representadas pelos resultados laboratoriais.

### 3. Resultados e discussão

A seguir, para a análise “Condições de consumo de água no setor de distribuição” foram considerados todos os 265 questionários aplicados, e para a análise “Especificidades do fornecimento e consumo de água no setor de abastecimento”, no caso, para a aplicação do MLG foram utilizadas somente as respostas das 48 residências em que ocorreu a coleta de amostras de água analisadas em laboratório.

#### 3.1 Condições de consumo de água no setor de distribuição

Sobre os aspectos socioeconômicos, pequena parcela dos moradores possui ensino superior (10% dos amostrados) e o restante possui escolaridade inferior ao ensino médio, contendo inclusive parcela significativa de analfabetos (10%). A maior parte das residências é de alvenaria e as ruas são asfaltadas, sendo 86% dos imóveis próprios, fato que leva a inferência de que a população é consolidada no local. Além disso, sobre a renda familiar, 95% estão entre um e cinco salários mínimos por habitação para 4,12 moradores por residência em média. Basicamente, na situação menos desfavorável, a renda mensal *per capita* é de pouco mais de um salário mínimo e, nesse sentido, pode-se deduzir que a população residente no bairro aparentemente não possui elevado poder de compra, mesmo consolidada em moradias próprias.

O abastecimento de água potável é uma obrigação conforme a Lei nº 11.445/2007 e os padrões de potabilidade são definidos no Brasil pelo Ministério da Saúde na PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017. Deste modo, o Município deve obedecer às normas vigentes e, nesse sentido, foi verificado que a maioria das residências é atendida pelo serviço de abastecimento público de água (99%), fato que aponta para a universalização do serviço, entretanto, apenas 22% dos entrevistados utilizam dessa água para beber. A maior parte dos moradores utilizam as soluções alternativas (água de nascentes canalizadas para a coleta e água envazada), pois alegam que a água fornecida pelo sistema público não possui qualidade suficiente para esse tipo de consumo, no caso, 70% consideram a água do serviço público com qualidade regular ou inferior. A maioria das residências possuem reservatórios de águas para consumo doméstico e quanto à limpeza dos mesmos, a maioria dos moradores afirma que a realizam frequentemente, pois alegam que a água fornecida possui elevada cor e aspecto turvo.

No que concerne ao fornecimento de água, foi verificado que em apenas 21% das residências não ocorre interrupção do serviço, enquanto na maioria (74%) há falta d'água frequentemente. De acordo com a concessionária de saneamento, o abastecimento ocorre com rodízio, um dia abastece a montante da ETA por meio do

bombeamento, e no outro a jusante por gravidade, mas os moradores afirmam que o abastecimento ocorre, entretanto, com muita intermitência.

A deficiência tanto na qualidade da água quanto na sua quantidade e a falta de regularidade no fornecimento são fatores determinantes para a manifestação de doenças no homem. A quantidade insuficiente de água pode resultar na reservação da mesma em vasilhas, que podem se tornar ambientes para procriação de vetores, comprometendo sua qualidade, bem como resultar na precária higiene pessoal (BRASIL, 2006), fatos que vão de encontro à sustentabilidade dos serviços de saneamento.

### 3.2 Especificidades do fornecimento e consumo de água no setor de abastecimento

Partindo inicialmente para uma análise exploratória, na Figura 2 são apresentados os histogramas das variáveis analisadas na pesquisa. Neles é importante citar a diferença da frequência (em percentual) dos valores de cor interna e externa e de turbidez interna e externa, onde há maior amplitude nos valores externos, fenômeno que chamou a atenção tendo em vista que em teoria não pode ocorrer variação desses parâmetros dentro das instalações prediais de água fria de uma mesma residência.

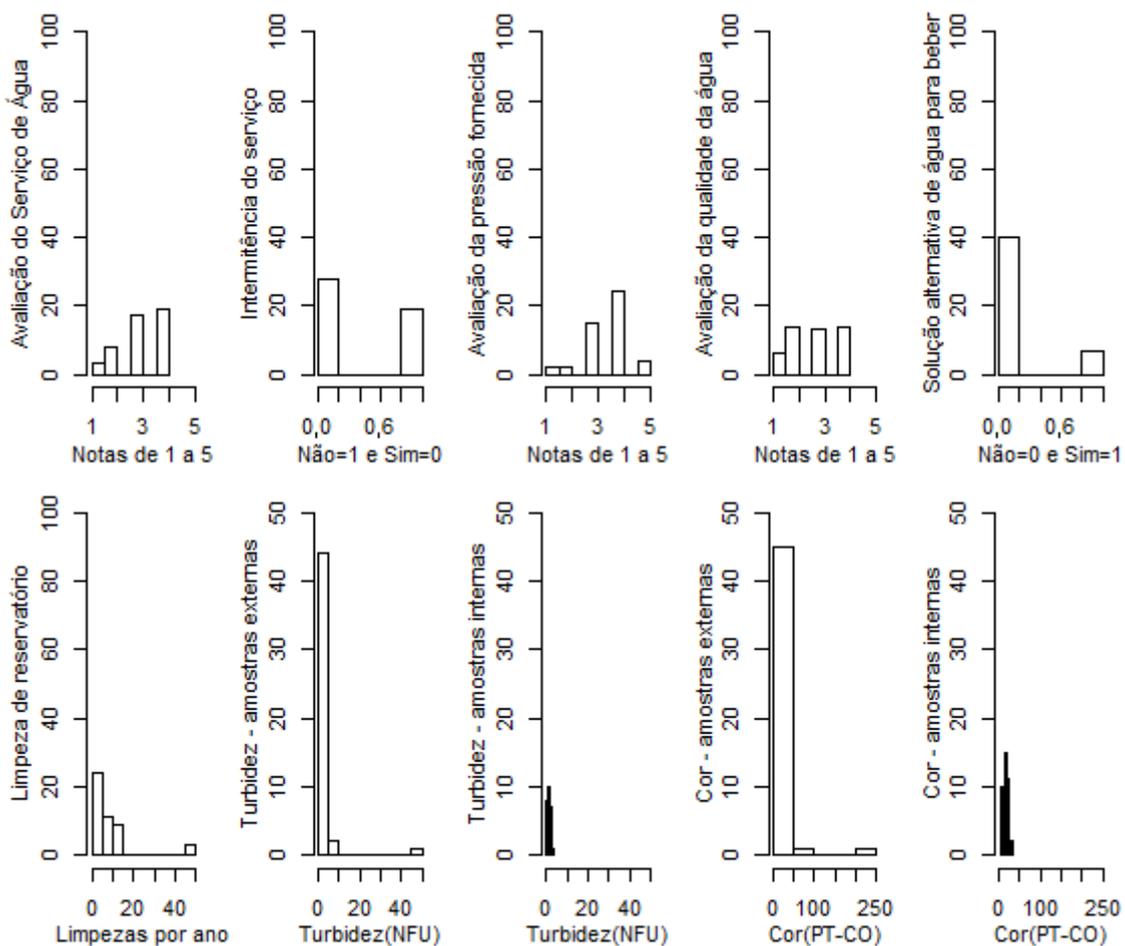


Figura 2 – Histogramas das variáveis analisadas.

Em seguida, foi desenvolvida matriz de correlação entre todos os parâmetros apresentados visando explorar outros fenômenos de interesse para o estudo e, nesse caso, os gráficos de correlação das variáveis são apresentados na Figura 3. Em seguida, calculando a correlação entre essas variáveis, verificou-se uma elevada correlação entre Avalia\_SAA e mca\_Rede ( $R^2=0,655$ ), Avalia\_SAA e Quali\_A\_Cons ( $R^2=0,675$ ), Quali\_A\_Cons e mca\_Rede ( $R^2=0,422$ ), Cor\_INT e Turbidez\_INT ( $R^2= 0,437$ ) e Cor\_EXT e Turbidez\_EXT ( $R^2= 0,961$ ).

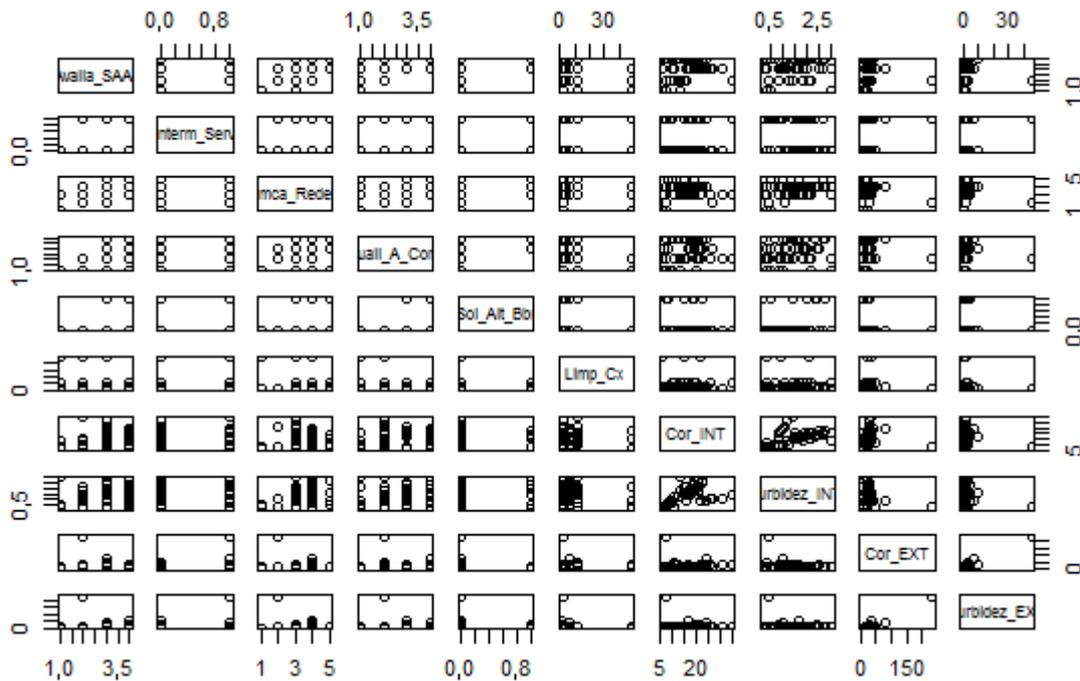


Figura 2 – Histogramas das variáveis analisadas.

Considerando a observação dos histogramas das variáveis cor e turbidez, a verificação de maior amplitude dos resultados das amostras externas é reforçada quando verificado padrão de diminuição nos resultados internos em relação aos externos, constatados nos gráficos de dispersão expressos na Figura 4.

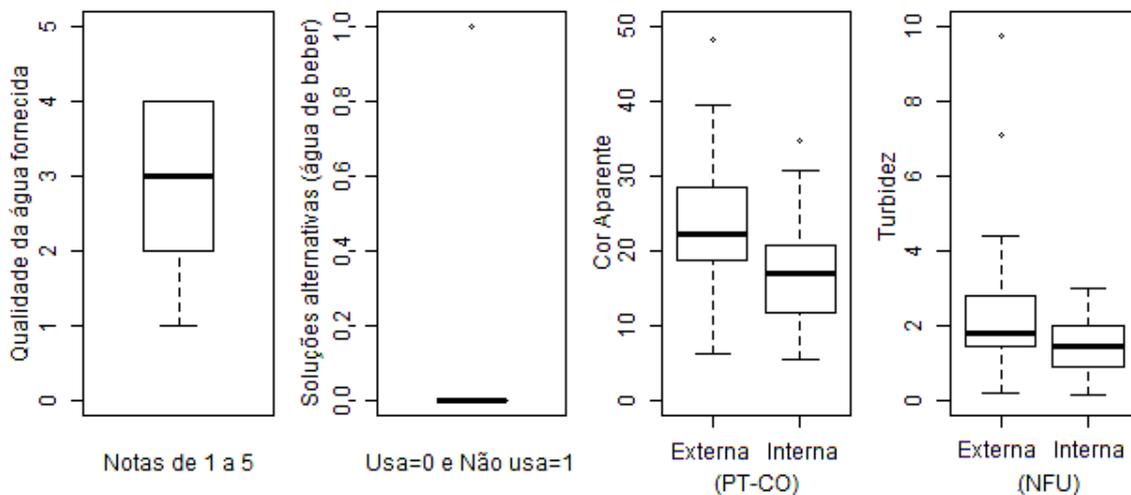


Figura 4 – Dispersão entre as variáveis analisadas.

Logo, foi realizada análise de variância entre os parâmetros, onde foi verificada diferença para os valores de turbidez interna e externa e de cor interna e externa (Tabela 2), mas não significativa, provavelmente em função da existência de reservatórios domiciliares. Nesse caso, os reservatórios domiciliares acabam funcionando como uma forma de tratamento, pois os sólidos acabam sedimentando, ocasionando a necessidade da realização da limpeza mais frequente desses reservatórios.

Tabela 2 – Resultados da Análise de variância.

ANOVA	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signific.
BD_TCC\$Turbidez_EXT	1	0,688	0,688	1,114	0,297	-
factor(BD_TCC\$Interm_Serv)	1	0,310	0,310	0,503	0,482	-
BD_TCC\$Turbidez_EXT:factor(BD_TCC\$Interm_Serv)	1	0,811	0,812	1,314	0,258	-
Residuals	43	26,549	0,617	-	-	-
BD_TCC\$Cor_EXT	1	3,800	3,840	0,087	0,770	-
factor(BD_TCC\$Interm_Serv)	1	1,300	1,270	0,029	0,866	-
BD_TCC\$Cor_EXT:factor(BD_TCC\$Interm_Serv)	1	115,500	115,470	2,600	0,114	-
Residuals	43	1.909,800	44,410	-	-	-

Fonte: autor.

Na sequência, foi realizado o cálculo do fator de inflação de variância (VIF, do inglês *variance inflation factor*), que é muito útil para modelos MLG, sendo que os mesmos são utilizados para identificar a multicolinearidade. Nesse caso, para não comprometer as análises posteriores, os valores VIF e a importância dos parâmetros para cada análise foram levados em consideração para que as variáveis independentes sejam incorporadas no MLG.

A primeira análise está relacionada à opção do uso de fontes alternativas de água para beber, uma vez que fora observado que mesmo sendo atendida por sistema público de abastecimento de água potável, 78% das residências consideradas para a análise preferem não usar a água do mesmo. Nesse caso, após o cálculo do VIF, verificou-se que não há multicolinearidade das variáveis independentes para a análise em questão (Tabela 3), logo o parâmetro de escolha da variável incorporada ao MLG foi, basicamente, a hipótese de relacionamento com a opção pelo uso de fontes alternativas de água de beber. Em seguida, foi realizada análise da significância dos parâmetros Interm\_Serv, Quali, Cor\_EXT, Turbidez\_EXT, Cor\_INT, Turbidez\_INT por meio da MLG. Nesse caso, os resultados são apresentados na Tabela 4, sendo possível verificar que de todas as variáveis analisadas, a única que se apresentou como significativa para o uso de fontes alternativas para água de beber foi à avaliação da qualidade da água pelo consumidor.

Tabela 3 – VIF para a análise da opção de soluções alternativas de água de beber.

Interm_Serv	Quali	Cor_EXT	Turbidez_EXT	Cor_INT	Turbidez_INT
1,256	1,278	2,185	1,940	4,201	3,866

Fonte: autor.

Tabela 4 – Análise de variância.

GLM	Info para o modelo	Estimate	Std. Error	z Value	Pr(> z )	Signif.
Sol_Alt_Bbr~	(Intercept)	-5,659	2,120	-2,669	0,008	**
Quali	Quali_A_Cons	1,245	0,598	2,083	0,037	*
Sol_Alt_Bbr ~	(Intercept)	-2,272	0,937	-2,425	0,015	*
Turbidez_INT	Turbidez_INT	0,349	0,529	0,659	0,510	
Sol_Alt_Bbr~	(Intercept)	-1,586	0,553	-2,866	0,004	**
Turbidez_EXT	Turbidez_EXT	-0,061	0,166	-0,367	0,714	
Sol_Alt_Bbr~	(Intercept)	-1,178	1,090	-1,080	0,280	
Cor_INT	Cor_INT	-0,035	0,064	-0,542	0,588	
Sol_Alt_Bbr~	(Intercept)	-0,783	1,142	-0,685	0,493	
Cor_EXT	Cor_EXT	-0,041	0,050	-0,829	0,407	

Fonte: autor.

Os resultados comprovam a importância da aceitação da água potável recebida, tendo em vista que as soluções alternativas nem sempre são adequadas. Brasil (2006) afirma que essa busca pode oferecer potenciais riscos à saúde, seja pelo contato com tais fontes, seja pela ingestão de água de má qualidade. Com base nos dados da concessionária de água, mensalmente trinta e oito mil reais (R\$ 38.000,00) são gastos com energia elétrica e dez mil e quinhentos reais (R\$ 10.500,00) com produtos químicos. É possível identificar grave problema social, mesmo com tais investimentos.

Sobre a frequência de limpeza do reservatório domiciliar, após o VIF foi verificada multicolinearidade das variáveis independentes Cor\_EXT e Turbidez\_EXT para a análise em questão (Tabela 5) e, portanto, as mesmas foram excluídas. O VIF foi recalculado e o parâmetro de escolha da variável incorporada ao GLM foi, basicamente, a hipótese de relacionamento com a frequência anual de limpeza do reservatório domiciliar. Foi realizada análise da significância de Quali\_A\_Cons, de Cor\_INT e de Turbidez\_INT, onde foi verificado que o primeira variável se apresentou mais significativa para limpeza do reservatório domiciliar (Tabela 6).

Tabela 5 – VIF para a análise da frequência anual de limpeza do reservatório domiciliar.

Avalia_SAA	Interm_Serv	mca_Rede	Quali	Cor_INT	Turbidez_INT	Cor_EXT	Turbidez_EXT
4,309	1,502	3,481	2,497	2,600	2,551	12,265	10,138
-	-	-	1,090	1,319	1,241	-	-

Fonte: autor.

Tabela 6 – Significância das variáveis para a frequência anual de limpeza do reservatório.

GLM	Info para o modelo	Estimate	Std. Error	z Value	Pr(> z )	Signif.
BD_TCC\$Limp_Cx	(Intercept)	3,068	0,131	23,491	0,000	***
~ Quali	Quali_A_Cons	-0,397	0,051	-7,722	0,000	***
BD_TCC\$Limp_Cx	(Intercept)	2,337	0,139	16,814	0,000	***
~ Cor_INT	Cor_INT	-0,017	0,008	-2,096	0,036	*
BD_TCC\$Limp_Cx	(Intercept)	2,282	0,105	21,661	0,000	***
~ Turbidez_INT	Turbidez_INT	-0,159	0,068	-2,334	0,020	*

Fonte: autor.

Quanto à avaliação da qualidade da água pelo consumidor, que foi fator preponderante para a utilização de fontes alternativas de água de beber, após o cálculo do VIF, verificou-se que novamente há multicolinearidade das variáveis independentes Cor\_EXT e Turbidez\_EXT para a análise em questão (Tabela 7), logo as mesmas foram excluídas e o VIF foi recalculado. O parâmetro de escolha da variável incorporada ao MLG foi, basicamente, a hipótese de relacionamento com a avaliação da qualidade da água pelo consumidor. Quando analisada a significância dos parâmetros Cor\_INT e Turbidez\_INT por meio do MLG (Tabela 8) é possível verificar que das variáveis estudadas, nenhuma se apresentou como significativa para qualidade da água de consumo. Fato que pode ter ocorrido pela quantidade de amostragens de água nas residências do bairro, relativamente reduzida em função, justamente, da intermitência do setor, ou seja, várias vezes em que foram planejadas campanhas de coletas de amostras, quando se chegou ao local não havia água nas torneiras e também nos reservatórios.

Tabela 7 – Valores de VIF para a análise da avaliação da qualidade da água pelo consumidor.

Avalia_SAA	Interm_Serv	mca_Rede	Cor_INT	Turbidez_INT	Cor_EXT	Turbidez_EXT
2,054	1,218	1,930	2,094	1,970	18,387	18,145
-	-		1,178	1,178	-	-

Fonte: autor.

Tabela 8 – Significância das variáveis para a avaliação da qualidade da água.

GLM	Info para o modelo	Estimate	Std. Error	z Value	Pr(> z )	Signif.
BD_TCC\$Quali_A_	(Intercept)	0,814	0,245	3,323	0,001	***
Cons~Cor_INT	Cor_INT	0,012	0,013	0,869	0,385	
BD_TCC\$Quali_A_	(Intercept)	0,904	0,190	4,768	0,000	***
Cons ~ Turbidez_INT	Turbidez_INT	0,072	0,113	0,638	0,523	

Por fim, sobre a avaliação da prestação dos serviços de água e, nesse caso, após o cálculo do VIF verificou-se que novamente há multicolinearidade das variáveis independentes Cor\_EXT e Turbidez\_EXT para a análise em questão (Tabela 9) e as mesmas foram excluídas e o VIF foi recalculado. O parâmetro de escolha da variável incorporada ao GLM foi, basicamente, a hipótese de relacionamento com a avaliação da prestação dos serviços de água. Na análise da significância dos parâmetros Turbidez\_INT, mca\_Rede e Quali\_A\_Cons por meio do MLG, verificou-se que nenhuma se apresentou como significativa para a avaliação da prestação dos serviços de água (Tabela 10).

Tabela 9 – Valores de VIF para a análise da avaliação da prestação dos serviços de água.

Interm_Serv	mca_Rede	Quali	Sol_Alt_Bbr	Limp_Cx	Cor_INT	Turbidez_INT	Cor_EXT	Turbidez_EXT
1,187	1,447	1,355	1,213	1,181	1,975	1,839	14,138	13,871
-	1,228	1,196	-	-	1,262	1,293	-	-

Tabela 10 – Significância das variáveis para a avaliação da prestação dos serviços de água.

GLM	Info para o modelo	Estimate	Std. Error	z Value	Pr(> z )	Signif.
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ mca_Rede	(Intercept)	0,259	0,396	0,654	0,513	
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Quali_A_Cons	mca_Rede	0,240	0,104	2,306	0,021	*
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Cor_INT	(Intercept)	0,570	0,260	2,192	0,028	*
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Turbidez_INT	Quali	0,198	0,084	2,365	0,018	*
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ mca_Rede	(Intercept)	0,983	0,229	4,285	0,000	***
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Quali_A_Cons	Cor_INT	0,009	0,012	0,713	0,476	
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Cor_INT	(Intercept)	1,066	0,177	6,025	0,000	***
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Turbidez_INT	Turbidez_INT	0,046	0,106	0,436	0,663	

Fonte: autor.

Entretanto, foi feito o ajuste na regressão utilizando a variável referente à cor interna e, nesse caso, foi possível verificar que de todas as variáveis analisadas, a turbidez das amostras internas se apresentou como mais significativa para avaliação da prestação dos serviços de água, sendo que a pressão na rede também se mostrou significativa (Tabela 11).

Tabela 11 – Significância das variáveis para a avaliação da prestação dos serviços de água.

GLM	Info para o modelo	Estimate	Std. Error	z Value	Pr(> z )	Signif.
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ mca_Rede - offset(log(Cor_INT))	(Intercept)	-2,533	0,445	-5,697	0,000	***
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Quali_A_Cons + offset(log(Cor_INT))	mca_Rede	0,232	0,118	1,976	0,048	*
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Cor_INT + offset(log(Cor_INT))	(Intercept)	-2,060	0,271	-7,589	0,000	***
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Turbidez_INT + offset(log(Cor_INT))	Quali_A_Cons	0,130	0,088	1,484	0,138	
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ mca_Rede - offset(log(Cor_INT))	(Intercept)	-0,674	0,244	-2,760	0,006	**
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Quali_A_Cons + offset(log(Cor_INT))	Cor_INT	-0,055	0,013	-4,136	0,000	***
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Cor_INT + offset(log(Cor_INT))	(Intercept)	-1,361	0,193	-7,050	0,000	***
BD_TCC\$Avalia_SAA ~ Turbidez_INT + offset(log(Cor_INT))	Turbidez_INT	-0,212	0,119	-1,791	0,073	.

Fonte: autor.

Por fim, por meio de todos os resultados apresentados, é possível constatar que as características organolépticas da água potável fornecida pelas concessionárias de saneamento, juntamente com o comportamento de pressão na rede, são fatores preponderantes para a avaliação dos serviços prestados.

Nesse caso, se configuram como fatores imprescindíveis para o planejamento e gestão dos serviços de água uma vez que desempenhos ruins relacionados a essas questões causam descrédito do serviço e imprimem riscos sociais importantes para a comunidade consumidora, principalmente, pela busca de fontes alternativas.

Essas fontes alternativas em sua maioria não se caracterizam como água de qualidade potável e podem trazer riscos de doenças, havendo prejuízos à saúde da coletividade, assim como pode afetar o meio ambiente. Os agentes biológicos (bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas) encontrados na água e/ou alimentos contaminadas representam uma das principais fontes de morbidade e mortalidade em nosso meio. São responsáveis

por casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas, podendo resultar em casos fatais (BRASIL, 2006).

Portanto, a busca pela operação adequada dos sistemas de abastecimentos com água em qualidade potável e quantidade suficiente é imprescindível para a promoção de hábitos higiênicos na população, para o aumento a vida produtiva, seja pelo aumento da expectativa de vida média ou pela redução do tempo perdido pelas enfermidades, diminuindo assim os gastos particulares e públicos com consultas e internações hospitalares (OLIVEIRA, 1975).

#### **4. Conclusões e recomendações**

A prestação deficiente dos serviços de água seja pela má qualidade ou pela falta de quantidade de água resultam na busca por fontes alternativas para beber e cozinhar que aumentam os riscos sanitários para os consumidores.

Considerando que as amostras externas da água fornecida pela concessionária possuíam turbidez e cor maiores que as amostras internas, os reservatórios domiciliares, além da sua função de regularização de vazão, possuem a importância de unidade de tratamento.

No entanto, não foi possível verificar a real influência dos reservatórios no nível de aceitação da água recebida, uma vez que todas as residências possuíam essa unidade, nesse caso a pesquisa sugere aprofundamento nesse sentido. No entanto, comprovou-se a importância da necessidade da aceitação da água recebida pela população, em função da análise da relação entre o uso de fontes alternativas para água de beber e a avaliação da qualidade da água por parte do consumidor.

Foi verificado que não há regra para a frequência de limpeza dos reservatórios de água das residências, mas que a mesma obedece a critérios subjetivos dos próprios moradores e, nesse caso, a pesquisa recomenda maiores pesquisa sobre a qualidade dessa avaliação subjetiva, sugerindo inclusive modelagem Fuzzy.

Uma das principais conclusões da pesquisa foi a de que a população leva em consideração muito mais a turbidez (ou de forma mais genérica a “qualidade da água”) e em seguida a pressão hidráulica do que a existência de intermitência do fornecimento de água para avaliar o serviço de forma negativa. Fato que pode ocorrer em função da existência dos reservatórios nas residências.

Além de todas as questões sociais mencionadas, as despesas mensais do SAA para produção, tratamento e distribuição da água potável, de R\$ 38.000,00 com energia elétrica e de R\$ 10.500,00 com produtos químicos são traduzidos em prejuízos para a concessionária uma vez que os moradores optam pela utilização das soluções alternativas de água, por considerarem a água recebida como imprópria para consumo, em razão da cor aparente e turbidez elevadas. Nesse caso, são imperiosas as melhorias da qualidade do serviço de fornecimento de água à população, visando diminuição dos custos socioeconômicos existentes que os moradores têm com as soluções alternativas.

A metodologia utilizada foi considerada muito satisfatória, sendo que as maiores dificuldades foram relacionadas às atividades de campo, principalmente, à coleta das amostras de água em função da intermitência, fato que causou redução do número de amostras do banco de dados, mas que não impediu a realização da pesquisa.

A modelagem linear generalizada foi facilitada pelo uso da ferramenta computacional R, reduzindo, principalmente, o tempo necessário para cálculos o que aumentou o

tempo disponível para as análises. Os resultados se mostraram de fácil entendimento e proporcionaram análises bem mais específicas que a simples análise descritiva, fato que se tornou o maior ganho científico da pesquisa.

### **Referências**

**AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA.** *Standard methods for examination of water and wastewater.* 21. ed. Denver: APHA, 2005.

**BRASIL.** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

**BRASIL.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. 2017.

**CASTANIA, J.** *Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto - SP.* 209. 142f. Monografia (Dissertação de Mestrado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP, Ribeirão Preto-Sp, 2009.

**CETESB.** *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água. Sedimento, comunidades aquática e efluentes líquidos.* Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2011.

**CORSEUIL, H.X. & MARINS, M.D.M.** *Contaminação de águas subterrâneas por derramamentos de gasolina: o problema é grave?.* Revista Engenharia Sanitária e Ambiental Vol.2, n.2, p.50-54, 1997.

**D'AGUILA, P.S; ROQUE, O.C.C; MIRANDA, C.A.S & FERREIRA, A.P.** *Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu.* Cad. Saúde Pública Vol. 16, n.3, p.791-798, 2000.

**DORIGON, E.B. & TESSARO, P.** *Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense.* Unoesc & Ciência - ACBS Vol.1, n.1, p.13-22, 2010.

**HESPANHOL, I.** *Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos.* Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol.7, n.4, p.75-95, 2002.

**NASCIMENTO, V.S.F..** *Doenças de Veiculação Hídrica em Trechos da Bacia do Rio Piranhas-Assu: ocorrência de bactérias oportunistas, caracterização epidemiológica e concepções de professores e agentes de saúde.* 2012. 100f. Dissertação (Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

**OLIVEIRA, W.E..** *Saneamento básico e sua importância no estado de saúde e econômico da comunidade.* Revista DAE n.103, p34-39, 1975.

**REGO, A. G.; FERNANDES, L. L.; BLANCO, C. J. C.; BARP, A. R. B..** *Evaluation of sustainability in the use of water within the Amazon deforestation area: a case study in Rondon do Pará, Pará State, Brazil.* Acta Scientiarum. Technology, v.35, n.2, p. 327-245, 2013.

**REGO, A. G.; FERNANDES, L. L.; LIMA, A. C. M.; MULLER, E. A..** *Avaliação do uso da água potável em sistemas urbanos de abastecimento de água na região metropolitana de Belém: estudo de caso da comunidade do Canarinho.* Revista Traços, v.10, n.21, p.23-34, 2008.

**YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L.E.R.; OTTONI, L.C.C. & OYAMA, J. YAMAGUCHI, M. U. et al.** *Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR.* O Mundo da Saúde, Vol.37, n.3, p.312-320, 2013.